

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

ANÁLISE AMBIENTAL APLICADA À DEFINIÇÃO DA ZONA DE
AMORTECIMENTO NO PARQUE ESTADUAL DA PEDRA BRANCA
(MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, RJ), COM BASE EM GEOPROCESSAMENTO

Marta Foeppe Ribeiro

2013



ANÁLISE AMBIENTAL APLICADA À DEFINIÇÃO DA ZONA DE
AMORTECIMENTO NO PARQUE ESTADUAL DA PEDRA BRANCA
(MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, RJ), COM BASE EM GEOPROCESSAMENTO

Marta Foeppe Ribeiro

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Planejamento Energético.

Orientadores: Marcos Aurélio Vasconcelos de
Freitas
Vivian Castilho da Costa

Rio de Janeiro
Setembro de 2013

ANÁLISE AMBIENTAL APLICADA À DEFINIÇÃO DA ZONA DE
AMORTECIMENTO NO PARQUE ESTADUAL DA PEDRA BRANCA
(MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, RJ), COM BASE EM GEOPROCESSAMENTO

Marta Foeppe Ribeiro

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ
COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM
CIÊNCIAS EM PLANEJAMENTO ENERGÉTICO

Examinada por:

Prof. Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas, D.Sc.

Prof^ª Vivian Castilho da Costa, D.Sc.

Prof^ª Alessandra Magrini, D.Sc.

Prof. Antonio Jose Teixeira Guerra, D.Sc.

Prof. Christovam Barcellos, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
SETEMBRO DE 2013

Ribeiro, Marta Foeppe

Análise Ambiental aplicada à Definição da Zona de Amortecimento no Parque Estadual da Pedra Branca (Município do Rio de Janeiro, RJ), com base em Geoprocessamento/ Marta Foeppe Ribeiro - Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013.

XXXII, 407 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas

Vivian Castilho da Costa

Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Planejamento Energético, 2013.

Referências Bibliográficas: 371 - 388

1. Unidade de Conservação. 2. SNUC. 3. Área de Preservação Permanente. 4. Zona de amortecimento. Plano de manejo 5. Parque Estadual da Pedra Branca. 6. Geoprocessamento. I. Freitas, Marcos Aurélio Vasconcelos de *et al.* II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Planejamento Energético. III. Título.

À minha mãe, Maria José (*in memoriam*)

À minha filha, Amanda

AGRADECIMENTOS

Chegar ao fim desta Tese de Doutorado representa a conclusão de uma trajetória que demandou um longo tempo de leitura, conversas, debates, ponderações, não somente no âmbito acadêmico, mas também com equipes técnicas vinculadas a diversos órgãos públicos e profissionais de diferentes áreas de conhecimento.

Escrever a tese é um árduo, porém edificante trabalho de congregar os frutos derivados dos levantamentos e das discussões. No entanto, a construção do seu conteúdo não significa um trabalho solitário. Muito pelo contrário. Ao final, existe uma longa lista de nomes de instituições e de pessoas que merecem o meu mais sincero e profundo agradecimento. A seguir, constam os nomes daqueles que contribuíram enormemente para o desenvolvimento da tese, sem os quais seria impossível concluí-la:

- À UERJ por ter concedido à minha licença para o Doutorado.
- Ao Corpo deliberativo do Instituto de Geografia da UERJ por ter aprovado, por unanimidade, a minha licença para Doutorado.
- Ao Laboratório de Geoprocessamento (LEGPRO) do Instituto de Geografia da UERJ, por ter fornecido todo o suporte computacional, técnico e informacional para realizar todas as análises espaciais, mapeamentos e plotagem dos mapas.
- Ao Grupo de Estudos Ambientais (GEA/UERJ), coordenado pela Profa. Dra. Nadja Maria Castilho da Costa por ter cedido mapas digitais gerados pelo grupo, por meio de projetos de pesquisa no Maciço da Pedra Branca.
- Ao Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE) por ter concedido os dados do Censo Demográfico de 2010.
- À Defesa Civil Municipal por ter cedido as planilhas eletrônicas com todos os registros atendidos pelo órgão no período de 2001 a 2011.
- À Secretaria Municipal de Urbanismo por ter concedido os dados das licenças urbanísticas para construções e obras.
- À Secretaria Municipal de Meio Ambiente por ter concedido os dados das licenças ambientais para construções e obras e o mapa digital de Cobertura Vegetal do Município do Rio de Janeiro, datado de 2010.
- À Secretaria Municipal de Habitação por ter fornecido dados atualizados sobre localização e extensão espacial das áreas de habitação popular e dos loteamentos regulares e irregulares da cidade.

- Ao Instituto Pereira Passos por ter fornecido o mapa digital de Uso do Solo (2010).
- À Fundação Geo-Rio por ter fornecido o mapa digital de geometria de encostas.
- Aos gestores do Parque Estadual da Pedra Branca, Alexandre Pedrozo e Vanessa Teixeira, por darem acesso a dados e informações solicitadas e por estarem sempre abertos a prestar esclarecimentos acerca das rotinas e dos procedimentos de gestão adotados.
- Ao Conselho Consultivo do Parque Estadual da Pedra Branca por me permitirem participar e acompanhar as discussões com todas as entidades que tem assento no Conselho e, com isso, conhecer mais a fundo a realidade e os problemas vividos pelo PEPB, bem como a busca por soluções.
- Ao Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ) pelos arquivos dos módulos que compuseram a proposta do Plano de Manejo aprovado pelo INEA em junho de 2013 e por discutirem e esclarecerem diversas questões necessárias ao plano.
- À Divisão (transporte/garagem) da UERJ por terem concedido veículo e motorista para eu poder fazer os trabalhos de campo e poder comparecer às várias reuniões do Conselho Consultivo do PEPB realizadas na sua sede.
- Ao geógrafo do IBGE, Dr. José Antônio Sena do Nascimento, por todos os esclarecimentos e discussões acerca dos dados censitários e dos conceitos de Risco e Vulnerabilidade ambiental. No campo pessoal, agradeço pela forte e antiga amizade e por toda a atenção, carinho e estímulo ao longo dessa trajetória.
- À geógrafa do IBGE, Camilla Motta, por ter convertido os dados censitários para o formato próprio do ARCGIS, permitindo que eu pudesse processar esses dados no SIG e gerasse os mapas temáticos de saneamento ambiental, necessários à pesquisa.
- Ao José Augusto Sapienza e ao Rodrigo Batista Lobato, especialistas vinculados ao Laboratório de Geoprocessamento (LABGIS) da Faculdade de Geologia da UERJ por terem processado no aplicativo *Personal Geocode* as planilhas eletrônicas fornecidas pela Defesa Civil Municipal, pela Secretaria Municipal de Urbanismo e pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Por meio deste aplicativo, foi possível fazer o georreferenciamento das ocorrências de movimentos de massa e dos licenciamentos concedidos por ambas as secretarias.
- Ao Professor Emérito Jorge Xavier da Silva, coordenador do Laboratório de Geoprocessamento (LAGEOP), vinculado ao Instituto de Geociências da UFRJ,

por ter discutido e ajudado a construir a árvore de decisão para executar as análises multicritério para fins de avaliação ambiental de Risco de Ocorrência de movimentos de massa.

- Ao Professor Titular em Meteorologia e Climatologia, Ricardo Miranda, do Departamento de Geografia Física do Instituto de Geografia da UERJ, por fornecer explicações necessárias quanto ao processamento dos dados pluviométricos das estações meteorológicas da rede do Sistema Alerta-Rio e avaliar os resultados desse processamento.
- Aos Professores Doutores Antônio Soares da Silva e Hugo Portocarrero do Departamento de Geografia Física do Instituto de Geografia da UERJ por terem auxiliado na definição de pesos e notas dos mapas pedológico e geológico que foram incluídos na análise multicritério de Risco de Ocorrência de movimentos de massa.
- À Profa Dra. Nadja Maria Castilho da Costa, do Departamento de Geografia Física do Instituto de Geografia da UERJ, por ter auxiliado na atribuição de pesos e notas ao Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal e por todas as horas destinadas a avaliar os resultados obtidos e fornecer conhecimentos sobre o PEPB, gerados em mais de vinte anos de pesquisas na área.
- Ao Prof. Dr. Jorge Soares Marques, do Departamento de Geografia Física do Instituto de Geografia da UERJ, meu eterno orientador, por ter me dado a primeira oportunidade de travar pesquisa na área da Geografia Física e estar sempre disponível para discutir, ensinar, tirar dúvidas e levantar questões; por ter feito a revisão crítica do artigo, antes do mesmo ser submetido, e pelas palavras de incentivo de sempre. Deixo registrados o meu carinho e eterna gratidão.
- Ao geógrafo do LAGEOP/IGEO/UFRJ, Oswaldo Elias Abdo, por ter me ajudado com os procedimentos analíticos do SAGA e por ter avaliado a consistência dos mapas resultantes das análises multicritério.
- Ao Mestre em Geotecnologias e Técnico PROATEC em Geoprocessamento/LAGEPRO Newton Magalhães pelos ensinamentos no ARCGIS, por ter dado todo o apoio técnico no processamento dos dados das 32 estações do Sistema Alerta-Rio, na elaboração dos mapas de erosividade e de MDT, na geração dos arquivos em formato *kml* para o georreferenciamento dos

dados da Defesa Civil Municipal e das secretarias municipais de Urbanismo e de Meio Ambiente.

- Ao Técnico PROATEC em Geoprocessamento/LAGEPRO, Bernardo Régis Guimarães de Oliveira, pelo apoio na edição final dos diversos mapas gerados e por sempre estar disponível para sanar dúvidas e dar sugestões valiosas.
- Ao geógrafo e doutorando Rodrigo Conceição, por estar sempre disponível para me ajudar a desvendar algumas funções do ARCGIS, por me ensinar a conversão dos mapas em formato próprio do SAGA-UFRJ.
- Ao Robson, técnico de informática do LAGEPRO, por estar sempre a postos, desvendando os mistérios dos computadores e periféricos.
- À Bárbara Jardim, pela fundamental revisão das Referências Bibliográficas
- À Kátia Góes, pela ajuda na preparação gráfica da árvore de decisão.
- Ao Leonardo Almeida, bolsista de iniciação científica, por ter dado suporte na vetorização da drenagem e das curvas de nível que apresentavam erros de edição.
- À Simone Magalhães pelo auxílio inicial na vetorização das áreas de cultivo a partir da interpretação visual de imagens IKONOS II.
- À Cristiane Carneiro pelas sugestões e constantes estímulos.
- A todos os professores do PPE, pelos ensinamentos fornecidos pelas disciplinas que me permitiram melhor conhecer outras perspectivas acerca da questão ambiental.
- Aos funcionários da Secretaria do PPE, em especial à Sandra Bernardo e a Paulo Feijó por todo apoio, pelo cordial atendimento e pelo estímulo aos alunos.
- Ao colega Marcio Gianini por ter dado todo apoio a mim e aos demais colegas do curso na estruturação do artigo, além do incentivo constante.
- Aos amigos feitos durante o Curso de Doutorado, especialmente Leandro, Bárbara, Mariana, Marcelo, Giancarlo, Gleide, Jander, Cléa, Riane e Claudia, pelos inesquecíveis momentos juntos, tanto para estudo como para descontração. Sei que serão futuros parceiros de pesquisa.
- Aos colegas do Instituto de Geografia da UERJ, especialmente Alexander, Antonio, Hugo e Gilmar por todo apoio, palavras de estímulo e trocas de idéias.
- Aos funcionários do Instituto de Geografia da UERJ por todo apoio administrativo e palavras de incentivo.

- Aos meu orientador, Professor Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas, por ter dado a oportunidade de participar de projetos do IVIG acerca de riscos e vulnerabilidades ambientais no âmbito do Rio de Janeiro, pelas sugestões dadas, por ter viabilizado a aquisição da imagem IKONOS II e a publicação de resultados da pesquisa de tese e por ter proporcionado junto à Editora Interciência a Coleção Mudanças Globais, dando visibilidade a muitos trabalhos e pesquisas relativas a pesquisadores e doutorandos do IVIG/UFRJ e PPE/COPPE/UFRJ.
- À minha orientadora Vivian Castilho da Costa, especialista na área do Geoprocessamento e profunda conhecedora do contexto espacial do Maciço da Pedra Branca e área circunvizinha, por todas as horas de discussão, pela leitura crítica dos capítulos, pelo acompanhamento nos trabalhos de campo e pelo companheirismo ao longo desses anos.

Fora do âmbito acadêmico e profissional, mas extremamente valiosos:

- À Marinalva Gomes Oliveira Ferreira por ter cuidado de mim e da minha melhor produção, minha filha Amanda, ao longo de todos esses anos de dedicação.
- Aos meus irmãos Cláudio e Luiz pelo apoio e pelo estímulo.
- Às cuidadoras do meu pai, Eledy, Sônia, Aparecida e Luciana pelos cuidados com ele ao longo dos últimos três anos e por me proporcionarem a tranquilidade necessária para concluir a tese.
- Aos grandes amigos Renata Araújo, Carlos Alberto Araújo, Fábria Casal e Eládio Casal, pela parceria ao longo dos últimos dez, pelo apoio, pelo incentivo e pelos cuidados com a minha filha, quando não pude estar presente a algumas festas e passeios.
- Enfim, agradeço à pessoa mais importante da minha vida, minha filha Amanda pelo apoio, pela paciência, pela compreensão em relação aos momentos de ausência e por todo amor incondicional que me deu desde sempre. Em agosto de 2013 você completa 10 anos de existência e eu cumpro a promessa de findar a tese e voltar completa para você.

Se não conheço os mapas, escolho o
imprevisto: qualquer sinal é um bom
presságio.

Lya Luft

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

ANÁLISE AMBIENTAL APLICADA À DEFINIÇÃO DA ZONA DE
AMORTECIMENTO NO PARQUE ESTADUAL DA PEDRA BRANCA
(MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, RJ), COM BASE EM GEOPROCESSAMENTO

Marta Foeppel Ribeiro

Setembro/ 2013

Orientadores: Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas

Vivian Castilho da Costa

Programa: Planejamento Energético

O aumento da população urbana mundial vem provocando crescentes pressões sobre a vegetação e demais recursos naturais. A criação de unidades de conservação (UC) representa uma estratégia adotada no mundo para a preservação de remanescentes de vegetação e para a manutenção da biodiversidade e do equilíbrio ambiental. A área de estudo, localizada na Zona Oeste do município do Rio de Janeiro (RJ), corresponde a uma extensão de três quilômetros a partir do limite do Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB) na vertente leste do Maciço da Pedra Branca. Neste, situa-se uma das maiores florestas em área urbana no Brasil e no mundo, cujo entorno vem sofrendo desmatamento para dar lugar a novas áreas construídas. Esta tese tem como principal objetivo propor um modelo metodológico que possibilite identificar áreas indicativas para inclusão em zona de amortecimento a ser delimitada no PEPB, com base nas determinações do IBAMA e do INEA e no plano de manejo aprovado recentemente. O modelo metodológico proposto utilizou o Geoprocessamento para realizar o diagnóstico do contexto ambiental da área de estudo, as avaliações ambientais de risco de ocorrência de movimentos de massa e a delimitação de Áreas de Preservação Permanente definidas pelo novo Código Florestal brasileiro. Os mapas temáticos que resultaram das avaliações ambientais possibilitaram identificar áreas potenciais para serem inseridas em futura zona de amortecimento do PEPB. Os procedimentos adotados permitiram gerar um importante banco de dados georreferenciados, a ser disponibilizado aos gestores do parque, à comunidade técnico-científica e à população de um modo geral.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

ENVIRONMENTAL ANALYSIS APPLIED TO THE DEFINITION OF BUFFER
ZONE IN THE STATE PARK OF PEDRA BRANCA (CITY OF RIO DE JANEIRO,
RJ) BASED ON GEOPROCESSING

Marta Foeppel Ribeiro

September/2013

Advisors: Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas

Vivian Castilho da Costa

Department: Energy Planning

The increase of world urban population has been causing ongoing pressures on vegetation and other natural resources. The creation of protected areas represents a strategy adopted in the world for the preservation of vegetation remains and the maintenance of biodiversity and environmental balance. The area of study, located in the western zone of the city of Rio de Janeiro (RJ), comprises a stretch of three kilometers from the borders of the State Park of Pedra Branca (PEPB) on the west side of Pedra Branca range. In this range, there is one of the biggest forests in urban areas in Brazil and in the world which surroundings has been suffering from deforestation to give place to new constructed areas. This thesis aims at proposing a methodological model to enable the identification of indicative areas for inclusion in buffer zone to be delimited in the PEPB based on IBAMA and INEA determinations and the handling plan recently approved. The proposed methodological model uses Geoprocessing to perform the diagnosis of the environmental context of the area of study, the environmental risk evaluations of occurrence of mass movements and the delimitation of Permanent Preservation Areas defined by the new Brazilian Forest Code. The thematic maps resulting from the environmental evaluations enabled the identification of potential areas to be inserted into future buffer zone of the PEPB. The adopted procedures allowed the generation of important georeferenced database that will be made available to the managers of the park, the technical-scientific community and the population in general.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Hipótese da Pesquisa e Objetivos	4
1.1.1	Hipótese da Pesquisa	4
1.1.2	Objetivo Geral	4
1.1.3	Objetivos Específicos	5
1.2	Justificativa para o desenvolvimento da pesquisa	6
1.3	Estrutura da Tese	7
2	BASES E DISCUSSÕES TEÓRICO-CONCEITUAIS	9
2.1	Unidades de Conservação: definição e relevância ambiental, breve histórico, legislação brasileira pertinente	9
2.1.1	Definição e Relevância Ambiental	9
2.1.2	Breve histórico das Unidades de Conservação	12
2.1.2.1	Abordagem geral sobre as Unidades de Conservação no contexto brasileiro	15
2.1.3	Legislação brasileira pertinente	16
2.1.3.1	Uma visão geral do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) - Lei nº 9985 de 18 de julho de 2000	18
2.1.3.1.1	A evolução jurídica relativa às zonas de amortecimento de Unidades de conservação no Brasil	23
2.2	O papel das zonas de amortecimento de Unidades de Conservação	26
2.3	Os critérios para delimitação das zonas de amortecimento de Unidades de Conservação	28
2.4	O desafio da normatização de uso e ocupação do solo em zonas de amortecimento de Unidades de Conservação em áreas urbanas: o contexto do Município do Rio de Janeiro	31
2.5	As Áreas de Preservação Permanente e sua inclusão nas zonas de amortecimento de Unidades de Conservação	37
2.6	A importância da determinação do risco de ocorrência de movimentos de massa para a definição de zona de amortecimento de Unidades de Conservação	39
2.6.1	Principais marcos conceituais sobre risco e vulnerabilidade ambiental	40
2.6.2	Um risco frequente nas cidades brasileiras: ocorrência e tipos de movimentos de massa	46

2.6.3	Fatores condicionantes dos movimentos de massa	53
2.6.4	A componente espacial nas análises ambientais integradas de risco de ocorrência de movimentos de massa	57
2.6.5	O mapeamento de zonas de risco de ocorrência de movimentos de massa como instrumento para o planejamento ambiental	59
2.6.6 -	Medidas estruturais e não estruturais de previsão, redução e de gestão de risco de ocorrência de movimentos de massa	62
2.7	Considerações sobre o Geoprocessamento aplicado a análises multicritério de risco ambiental e a zoneamento de áreas protegidas	66
2.7.1	Definições de Geoprocessamento e Sistema de Informação Geográfica	66
2.7.2	A modelagem do mundo real e o procedimento de Análise Multicritério por Geoprocessamento	70
2.7.3	Síntese da proposta de procedimentos metodológicos de Análise Ambiental Multicritério por meio do <i>Sistema de Análise Geoambiental</i> – SAGA/LAGEOP/UFRJ	73
2.7.4	O uso de SIG em estudos ambientais de áreas protegidas no âmbito urbano	81
3	ÁREA DE ESTUDO: LOCALIZAÇÃO, EXTENSÃO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL	84
3.1	Localização e apresentação da área de estudo	84
3.2	Aspectos lito-estruturais	93
3.3	Aspectos Geomorfológicos e sua Relação com as características lito-estruturais	98
3.4	Aspectos Hidrográficos	101
3.5	Aspectos Climáticos	106
3.6	Aspectos Pedológicos	111
3.7	Aspectos Fitogeográficos	115
3.8	Aspectos faunísticos predominantes	119
3.9	Aspectos relevantes sobre o processo histórico de ocupação antrópica e de degradação ambiental no Maciço da Pedra Branca.	122
3.9.1	Principais mudanças na paisagem impostas pelo processo de ocupação diversificado no Maciço da Pedra Branca e seus efeitos ambientais	122
3.9.2	Principais ações e medidas de proteção dos remanescentes de florestas nativa e secundária no Maciço da Pedra Branca	129

3.9.3	Os conflitos territoriais mais evidentes a partir da criação do PEPB	133
3.9.4	Os desafios para uma gestão sustentável e participativa	136
4	MATERIAIS E MÉTODOS	141
4.1	Etapa desenvolvida em Gabinete	142
4.1.1	Levantamentos bibliográficos	142
4.2	Etapas desenvolvidas no Laboratório de Geoprocessamento	143
4.2.1	Levantamentos na Internet	143
4.2.2	Edição de mapas temáticos digitais para execução de análises multicritério por Geoprocessamento	143
4.2.2.1	Obtenção de bases cartográficas temáticas digitais junto a diferentes órgãos das esferas municipal, estadual e federal.	146
4.2.2.2	Elaboração de mapas temáticos derivados de bases cartográficas digitais oficiais.	147
4.2.2.2.1	Geração do Modelo Digital do Terreno (MDT) e dos mapas temáticos derivados: Hipsométrico, Declividade e Orientação de encostas	147
4.2.2.2.2	Elaboração do mapa temático de Uso do solo e Cobertura vegetal	152
4.2.2.3	Elaboração do Mapa de Restrições Legais para preservação da vegetação	157
4.2.2.4	Geração de mapas temáticos a partir de dados organizados em planilhas eletrônicas	159
4.2.2.4.1	Elaboração de Mapa temático digital das ocorrências atendidas pela Defesa Civil Municipal	159
4.2.2.4.2	Elaboração de Mapa temático digital das licenças concedidas pela Secretaria Municipal de Urbanismo	165
4.2.2.4.3	Elaboração de Mapa temático digital das licenças concedidas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente	165
4.2.2.5	Análise de dados pluviométricos do Sistema Alerta Rio	166
4.2.2.5.1	Levantamento de dados de chuva das estações pluviométricas do Sistema Alerta Rio e escolha do interpolador matemático	167
4.2.2.5.2	Aplicação do interpolador matemático IDW para análise das acumuladas médias mensais na área de estudo	170
4.2.2.5.3	Elaboração do Mapa de Erosividade	172
4.2.2.6	Elaboração de Mapas Temáticos de Saneamento ambiental a partir de dados do Censo Demográfico 2010	174
4.2.2.6.1	Seleção de setores censitários e cálculos percentuais relativos às variáveis escolhidas por meio de SIG	175

4.2.2.6.2	Geração dos mapas quanto às condições de saneamento ambiental dos domicílios particulares permanentes	176
4.2.3	Análises multicritério para avaliação ambiental de risco de ocorrência de movimentos de massa	178
4.2.3.1	Conversão dos mapas temáticos digitais, em formato <i>shape</i> (ARCGIS) para o formato próprio do SAGA	179
4.2.3.2	Assinaturas Ambientais dos mapas temáticos digitais em formato raster	181
4.2.3.3	Aplicação de análises multicritério por meio do módulo de Avaliação Ambiental do SAGA/UFRJ	184
4.2.3.3.1	Atribuição dos pesos aos mapas temáticos digitais na Avaliação Ambiental Direta dos Fatores condicionantes e do Risco de Ocorrência de movimentos de massa	185
4.2.3.3.2	Atribuição das notas às categorias das legendas dos mapas temáticos digitais na Avaliação Ambiental Direta dos Fatores condicionantes e dos Riscos de Ocorrência de movimentos de massa	187
4.2.4	Combinação entre mapas temáticos para consistir resultados e definir zoneamentos	198
4.2.4.1	Combinação entre os mapas temáticos digitais de Proximidade de cicatrizes de movimentos de massa (100m) e do Fator de Fragilidade do meio físico	198
4.2.4.2	Combinação entre os mapas temáticos digitais de Proximidade de cicatrizes de movimentos de massa (100m) e do Fator de Intervenção antrópica	198
4.2.4.3	Combinação entre os mapas temáticos digitais de Proximidade de cicatrizes de movimentos de massa (100m) e de Risco de Ocorrências de Movimentos de Massa.	198
4.2.4.4	Combinação entre os mapas de Risco de Ocorrência de Movimentos de Massa e de Uso do Solo e Cobertura Vegetal	199
4.2.4.5	Combinação entre os mapas de Áreas de médio a altíssimo risco de ocorrência de movimentos de massa e de Restrições Legais para preservação da vegetação	200
4.2.4.6	Sobreposição e Combinação da Figura 74 com o Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal - áreas indicativas para a composição da zona de amortecimento.	200
4.3	Etapas realizadas em campo	201
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	203
5.1	Mapas Temáticos Digitais para construção dos Mapas de Fatores	204
5.1.1	Mapas derivados do Modelo Digital do Terreno (MDT): Hipsométrico, Declividade e Orientação de encostas	205

5.1.2	Mapa de Proximidade de lineamentos estruturais	212
5.1.3	Mapa de Proximidade de rios	214
5.1.4	Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal	216
5.1.5	Mapa de Proximidades de logradouros	221
5.1.6	Mapa de Proximidade de linhas de transmissão	223
5.1.7	Mapas Temáticos a partir de dados censitários – Aglomerados subnormais e de Saneamento ambiental (abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo)	225
5.1.8	Mapa de Erosividade	234
5.1.8.1	Análise de dados pluviométricos referentes ao período de dezembro de 1997 a abril de 2011	236
5.2	Resultados das Assinaturas Ambientais	238
5.3	Mapas dos Fatores e do Mapa de Risco de Ocorrência de movimentos de massa	249
5.3.1	Mapa do Fator Geológico	250
5.3.2	Mapa do Fator Geomorfológico	254
5.3.3	Mapa do Fator Topográfico	257
5.3.4	Mapa do Fator de Ocupação e Cobertura vegetal	260
5.3.5	Mapa do Fator de Saneamento ambiental	263
5.3.6	Mapa do Fator Morfoestrutural	266
5.3.7	Mapa do Fator Pedo-Topográfico	269
5.3.8	Mapa do Fator de Fragilidade do meio físico	271
5.3.9	Mapa do Fator de Intervenção antrópica	274
5.3.10	Mapa de Risco de Ocorrência de movimentos de massa	277
5.4	Mapeamentos elaborados para consistência dos resultados	282
5.4.1	Mapas temáticos digitais com a distribuição espacial das ocorrências registradas pela Defesa Civil Municipal (DCM)	282
5.4.2	Mapa de Licenças urbanísticas concedidas pela Secretaria Municipal de Urbanismo	286
5.4.3	Mapa de Licenças ambientais concedidas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente	288
5.4.4	Mapa de Proximidade de cicatrizes de movimentos de massa (100m)	290
5.4.5	Mapa de Restrições Legais para preservação da vegetação	292
5.5	Mapas derivados de combinações entre mapeamentos	294

5.5.1	Mapa da Combinação entre os mapas de Proximidade de Cicatrizes de movimentos de massa (100 m) com Mapa do Fator de Fragilidade do meio físico	294
5.5.2	Mapa da Combinação entre os mapas de Proximidade de Cicatrizes de movimentos de massa (100 m) e do Fator de Intervenção antrópica	296
5.5.3	Mapa da Combinação entre os mapas de Mapa de Proximidade de cicatrizes de movimentos de massa (100m) e de Risco de Ocorrência de movimentos de massa	298
5.5.4	Mapa da Combinação entre os mapas de Risco de Ocorrência de movimentos de massa e de Uso do solo e Cobertura vegetal (notas agregadas)	300
5.5.5	Mapa da Combinação entre os mapas de Áreas de médio a altíssimo risco de ocorrência de movimentos de massa e de Restrições Legais para preservação da vegetação	321
5.5.6	Sobreposição da Figura 74 com o Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal	323
5.5.7	Mapa da Combinação da Figura 74 com o Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal - áreas indicativas para a composição da zona de amortecimento.	326
5.6	Resultados das atividades realizadas em campo	328
5.6.1	Visitas a órgãos públicos e a bibliotecas setoriais	328
5.6.2	Reuniões junto ao Conselho Consultivo do PEPB	329
5.6.3	Participação nas discussões e nas dinâmicas de grupo para elaboração da proposta do plano de manejo do PEPB	330
5.6.4	Trabalhos de campo para avaliação dos mapeamentos e para observação das áreas indicadas para inclusão na zona de amortecimento do PEPB	346
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	355
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	371
	APÊNDICE A – Esquema simplificado da proposta metodológica para definição de áreas indicativas para compor a zona de amortecimento do PEPB	389
	APÊNDICE B - Parâmetros criados pelo <i>Personal Geocode</i> durante o procedimento de georreferenciamento dos endereços	390

APÊNDICE C - Procedimentos para aplicar a ferramenta <i>join</i> do ArcGis nos arquivos da malha censitária e da tabela de atributos (formato <i>xls</i> convertido a partir de arquivo <i>csv</i>)	391
APÊNDICE D - Passo a passo para conversão de planos de informação em formato <i>shape</i> (ARCGIS) para o formato <i>rs2</i> (SAGA/UFRJ)	392
APÊNDICE E – Exemplo de resultado do procedimento de Assinatura Ambiental “por categoria”	393
APÊNDICE F – Exemplo de Relatório de combinação de categorias gerado pelo Módulo de Avaliação Ambiental do SAGA/UFRJ.	395
ANEXO A - Índices Lineares e Areais das Micro-Bacias Hidrográficas, por Vertentes no Maciço da Pedra Branca – RJ	399
ANEXO B - Quadro resumo das principais problemáticas do PEPB	400
ANEXO C - Quadro resumo das principais potencialidades do PEPB	403
ANEXO D – Portaria/INEA/DIBAP N° 27 de 10 de outubro de 2012	405

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Horizonte temporal relativo à elaboração e à continuidade do plano de manejo de Unidade de conservação	23
Figura 2	Foto e Perfil esquemático do Deslizamento Planar ou Translacional	50
Figura 3	Foto e Perfil esquemático do Deslizamento Circular ou Rotacional	51
Figura 4	Foto e Perfil esquemático do Deslizamento em Cunha	51
Figura 5	Foto e Perfil esquemático da Quedas de blocos e/ou lascas	52
Figura 6	Síntese da Metodologia de Análise Ambiental por Geoprocessamento	74
Figura 7	Tela do Módulo de Avaliação Ambiental do SAGA/UFRJ, em que os pesos (0 a 100%) são atribuídos aos mapas temáticos digitais e as notas (0 a 10) são dadas às categorias das legendas.	79
Figura 8	Localização da área de estudo, na vertente leste do maciço da Pedra Branca, Município do Rio de Janeiro, RJ	85
Figura 9	Mapa de localização das vertentes do Maciço da Pedra Branca	88
Figura 10	Mapa de Limites de bairros	89
Figura 11	Mapa de Limites de bacias hidrográficas	92
Figura 12	Mapa Geológico	95
Figura 13	Mapa de Geometria de encostas	100
Figura 14	Representação esquemática dos tipos de geometria de encostas	101
Figura 15	Rosa dos ventos a partir de dados registrados na estação localizada no aeroporto de Jacarepaguá: (a) anual, (b) verão, (c) inverno	110
Figura 16	Mapa Pedológico	112
Figura 17	Frequência de ocorrências no Parque Estadual da Pedra Branca registradas pela Administração da UC	135
Figura 18	Tela do ARCGIS que mostra a geração do Mapa de Orientação de encostas, por meio do procedimento <i>Aspect</i> , vinculado à ferramenta <i>Raster Surface</i>	152
Figura 19	Tela do Google Earth mostrando o procedimento para o georreferenciamento dos endereços fornecidos pela DCM	163
Figura 20	Tela do ARCGIS, mostrando a ferramenta <i>KML to Layer</i> que converte os arquivos em formato .kml para <i>shape</i>	164
Figura 21	Mapa de Localização das estações pluviométricas	168
Figura 22	Tela do ARCGIS mostrando o procedimento de seleção dos setores censitários inseridos na área de estudo	175

Figura 23	Tela do ARCGIS mostrando o procedimento para análise do histograma, definição do número e da amplitude das classes do mapa	177
Figura 24	Árvore de Decisão norteadora das análises de multicritério	180
Figura 25	Tela do procedimento de Assinatura Ambiental do SAGA/UFRJ com as áreas a serem assinadas no interior da área de estudo, marcadas em preto	182
Figura 26	Tela do procedimento de “Combinar mapas” do SAGA/UFRJ	182
Figura 27	Mapa de Curvas de nível e drenagem	206
Figura 28	Mapa Hipsométrico	207
Figura 29	Mapa de Declividade	209
Figura 30	Mapa de Orientação de encostas	211
Figura 31	Mapa de Proximidade de lineamentos estruturais	213
Figura 32	Mapa de Proximidade de rios	215
Figura 33	Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal	217
Figura 34	Mapa de Proximidades de logradouros	222
Figura 35	Mapa de Proximidade de linhas de transmissão	224
Figura 36	Mapa de Localização dos Aglomerados subnormais	227
Figura 37	Mapa dos Domicílios ligados à rede geral de água por setor censitário (%)	229
Figura 38	Mapa dos Domicílios ligados à rede geral de esgoto por setor censitário (%)	231
Figura 39	Mapa dos Domicílios com coletas direta e indireta de lixo por setor censitário (%)	233
Figura 40	Mapa de Erosividade	235
Figura 41	<i>Paleta</i> de cores atribuídas às notas das legendas dos mapas de fatores e de risco de ocorrência de movimentos de massa	250
Figura 42	Mapa do Fator Geológico	251
Figura 43	Mapa do Fator Geomorfológico	255
Figura 44	Mapa do Fator Topográfico	258
Figura 45	Mapa do Fator de Ocupação e Cobertura vegetal	261
Figura 46	Mapa do Fator de Saneamento ambiental	264
Figura 47	Mapa do Fator Morfoestrutural	267
Figura 48	Mapa do Fator Pedo-Topográfico	270
Figura 49	Mapa do Fator de Fragilidade do meio físico	272

Figura 50	Mapa do Fator de Intervenção antrópica	275
Figura 51	Mapa de Risco de Ocorrência de movimentos de massa	278
Figura 52	Mapa das Áreas de médio a altíssimo risco de ocorrência de movimentos de massa	280
Figura 53	Mapa dos Registros das ocorrências de movimentos de massa	283
Figura 54	Mapa dos Registros de ocorrências de ameaças de deslizamentos e desabamentos	284
Figura 55	Mapa de Licenças urbanísticas concedidas pela Secretaria Municipal de Urbanismo	287
Figura 56	Mapa de Licenças ambientais concedidas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente	289
Figura 57	Mapa de Proximidade de cicatrizes de movimentos de massa (100m)	291
Figura 58	Mapa de Restrições Legais para preservação da vegetação	293
Figura 59	Mapa da Combinação entre os mapas de Proximidade de Cicatrizes de movimentos de massa (100 m) com Mapa do Fator de Fragilidade do meio físico	295
Figura 60	Mapa da Combinação entre os mapas de Proximidade de Cicatrizes de movimentos de massa (100 m) e do Fator de Intervenção antrópica	297
Figura 61	Mapa da Combinação entre os mapas de Proximidade de Cicatrizes de movimentos de massa (100 m) e de Risco de Ocorrência de movimentos de massa	299
Figura 62	Mapa da Combinação entre os mapas das Áreas de médio a altíssimo risco de ocorrência de movimentos de massa e de Uso do solo e Cobertura vegetal (notas agregadas)	301
Figura 63	Sobreposição dos registros da DCM à Figura 62	303
Figura 64	Sobreposição das licenças da SMU e da SMAC à Figura 62	304
Figura 65	Mapa da Combinação entre os mapas das Áreas de médio a altíssimo risco de ocorrência de movimentos de massa e de Uso do solo e Cobertura vegetal (notas desagregadas)	306
Figura 66	Legenda do Mapa da Combinação entre os mapas das Áreas de médio a altíssimo risco de ocorrência de movimentos de massa e de Uso do solo e Cobertura vegetal (notas desagregadas)	307
Figura 67	Área 1 – Representação detalhada da Figura 65 – bacias dos rios Grande, Pequeno e dos Teixeira	309
Figura 68	Área 2 – Representação detalhada da Figura 65 – bacias dos rios do Pereiro e Caixa D'água e trechos da Taquara	311
Figura 69	Área 3 – Representação detalhada da Figura 65 – bacia do Rio Camorim	313

Figura 70	Área 4 – Representação detalhada da Figura 65 – bacias dos rios do Café, da Divisa, Cabungui, da Cachoeira, do Morgado e Portão	315
Figura 71	Área 5 – Representação detalhada da Figura 65 – bacias dos rios Piabas, Currupira, Boa Vista, Boa Vista II e Rio das Almas	317
Figura 72	Sobreposição dos registros de ocorrência de movimentos de massa discriminados por “tipo” à Figura 68	319
Figura 73	Sobreposição dos registros de ocorrência de movimentos de massa discriminados por “ano” à Figura 68	320
Figura 74	Mapa da Combinação entre os mapas de Áreas de médio a altíssimo risco de ocorrência de movimentos de massa e de Restrições Legais para preservação da vegetação	322
Figura 75	Sobreposição da Figura 74 com o Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal (risco agregado)	324
Figura 76	Mapa da Combinação da Figura 74 com o Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal - áreas indicativas para a composição da zona de amortecimento	327
Figura 77	Mapa de Localização dos pontos dos levantamentos fotográficos	347

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Critérios para delimitação da Zona de amortecimento	29
Quadro 2	Questões básicas a serem respondidas por um SIG	71
Quadro 3	Categorias correspondentes às letras A a I do Mapa Geológico	96
Quadro 4	Descrição do relevo conforme os intervalos de Classe de declividade (%)	150
Quadro 5	Classes de Mapeamento das Coberturas Vegetais do Município do Rio de Janeiro	154
Quadro 6	Amostras ilustrativas das principais categorias de cobertura vegetal	155
Quadro 7	Pesos atribuídos aos mapas temáticos digitais na Avaliação Ambiental Direta do Fator Geológico	185
Quadro 8	Pesos atribuídos aos mapas temáticos digitais na Avaliação Ambiental Direta do Fator Geomorfológico	185
Quadro 9	Pesos atribuídos aos mapas temáticos digitais na Avaliação Ambiental Direta do Fator Morfoestrutural	185
Quadro 10	Pesos atribuídos aos mapas temáticos digitais na Avaliação Ambiental Direta do Fator Topográfico	186
Quadro 11	Pesos atribuídos aos mapas temáticos digitais na Avaliação Ambiental Direta do Fator Pedo-topográfico	186
Quadro 12	Pesos atribuídos aos mapas temáticos digitais na Avaliação Ambiental Direta do Fator de Fragilidade do meio físico	186
Quadro 13	Pesos atribuídos aos mapas temáticos digitais na Avaliação Ambiental Direta do Fator de Ocupação e Cobertura vegetal	186
Quadro 14	Pesos atribuídos aos mapas temáticos digitais na Avaliação Ambiental Direta do Fator de Saneamento ambiental	187
Quadro 15	Pesos atribuídos às bases digitais na Avaliação Ambiental Direta do Fator de Intervenção antrópica	187
Quadro 16	Pesos atribuídos às bases digitais na Avaliação Ambiental Direta do Risco de Ocorrência de movimentos de massa	187
Quadro 17	Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa Geológico (Figura 12)	188
Quadro 18	Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa de Proximidade de lineamentos estruturais (Figura 31)	189
Quadro 19	Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa de Geometria de encostas (Figura 13)	189
Quadro 20	Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa de Orientação de encostas (Figura 30)	189

Quadro 21	Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa de Proximidade de rios (Figura 32)	190
Quadro 22	Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa de Declividade (Figura 29)	190
Quadro 23	Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa Hipsométrico (Figura 28)	190
Quadro 24	Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal (Figura 33)	191
Quadro 25	Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa de Proximidade de linhas de transmissão (Figura 35)	191
Quadro 26	Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa de Proximidade de logradouros (Figura 34)	191
Quadro 27	Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa dos Domicílios ligados à rede geral de água por setor censitário (%) (Figura 37)	192
Quadro 28	Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa dos Domicílios ligados à rede geral de esgoto por setor censitário (%) (Figura 38)	192
Quadro 29	Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa dos Domicílios com coletas direta e indireta de lixo por setor censitário (%) (Figura 39)	192
Quadro 30	Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa do Fator Geológico (Figura 42)	193
Quadro 31	Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa do Fator Geomorfológico (Figura 43)	193
Quadro 32	Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa Pedológico (Figura 16)	194
Quadro 33	Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa do Fator Topográfico (Figura 44)	194
Quadro 34	Quadro 33 – Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa do Fator Morfoestrutural (Figura 47)	195
Quadro 35	Notas atribuídas às categorias da legenda Mapa do Fator Pedo-topográfico (Figura 48)	195
Quadro 36	Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa de Erosividade (Figura 40)	196
Quadro 37	Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa do Fator de Ocupação e Cobertura vegetal (Figura 45)	196
Quadro 38	Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa do Fator de Saneamento ambiental (Figura 46)	196
Quadro 39	Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa do Fator de Fragilidade do meio físico (Figura 49)	197
Quadro 40	Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa do Fator de Intervenção antrópica (Figura 50)	197

Quadro 41	Percentuais das áreas residenciais distribuídos por bairros	218
Quadro 42	Percentuais das áreas de habitação popular distribuídos por bairros	219
Quadro 43	Percentuais das áreas de loteamentos irregulares distribuídos por bairros	219
Quadro 44	Percentuais das áreas de cultivo distribuídos por bairros	220
Quadro 45	Médias históricas de chuvas mensais (mm) considerando-se 70 valores interpolados para todos os pixels contidos na área de estudo.	236
Quadro 46	Distribuição das notas, classes e percentuais para composição da nota final do Fator Geológico	253
Quadro 47	Distribuição das notas, classes e percentuais para composição da nota final do Fator Geomorfológico	256
Quadro 48	Distribuição das notas, classes e percentuais para composição da nota final do Fator Topográfico	259
Quadro 49	Distribuição das notas, classes e percentuais para composição da nota final do Fator de Ocupação e Cobertura vegetal	262
Quadro 50	Distribuição das notas, classes e percentuais para composição da nota final do Fator de Saneamento ambiental	265
Quadro 51	Distribuição das notas, classes e percentuais para composição da nota final do Fator Morfoestrutural	268
Quadro 52	Distribuição das notas, classes e percentuais para composição da nota final do Fator Pedo-topográfico	271
Quadro 53	Distribuição das notas, classes e percentuais para composição da nota final do Fator de Fragilidade do meio físico	273
Quadro 54	Distribuição das notas, classes e percentuais para composição da nota final do Fator de Intervenção Antrópica	276
Quadro 55	Distribuição das notas, classes e percentuais para composição da nota final do Mapa de Risco de Ocorrência de Movimentos de Massa	281

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Média Anual de precipitação das quatro estações pluviométricas localizadas na vertente leste do Maciço da Pedra Branca – período 2003 a 2008	109
Gráfico 2	Distribuição de frequência das acumuladas mensais de chuva	237
Gráfico 3	Assinatura Ambiental das cicatrizes de movimentos de massa e faixas de proximidade de 100 metros em relação aos Tipos de litologia.	239
Gráfico 4	Assinatura Ambiental das cicatrizes de movimentos de massa e faixas de proximidade de 100 metros em relação aos Tipos de solo.	240
Gráfico 5	Assinatura Ambiental das cicatrizes de movimentos de massa e faixas de proximidade de 100 metros em relação às Classes altimétricas.	241
Gráfico 6	Assinatura Ambiental das cicatrizes de movimentos de massa e faixas de proximidade de 100 metros em relação à Declividade.	241
Gráfico 7	Assinatura Ambiental das cicatrizes de movimentos de massa e faixas de proximidade de 100 metros em relação à Orientação de encostas.	242
Gráfico 8	Assinatura Ambiental das cicatrizes de movimentos de massa e faixas de proximidade de 100 metros em relação à Erosividade.	243
Gráfico 9	Assinatura Ambiental das cicatrizes de movimentos de massa e faixas de proximidade de 100 metros em relação à Geometria de encostas e feições topográficas.	244
Gráfico 10	Assinatura Ambiental das cicatrizes de movimentos de massa e faixas de proximidade de 100 metros em relação às categorias de Uso do solo e Cobertura vegetal.	246
Gráfico 11	Assinatura Ambiental das cicatrizes de movimentos de massa e faixas de proximidade de 100 metros em relação à Proximidade de rios	248
Gráfico 12	Distribuição da frequência de movimentos de massa	286

LISTA DE FOTOS

Foto 1	Queda de água na sub-bacia do Rio Grande e a presença de encanamentos sem identificação, em pontos de captação e tratamento d'água da CEDAE	103
Foto 2	Reunião do Conselho Consultivo com representantes do INEA, de associações, cooperativas, comunidades e de ONGs na sede do PEPB – Núcleo Pau da Fome (Data 03/04/2012)	330
Foto 3	Reunião do Conselho Consultivo do PEPB na sede (Núcleo Pau da Fome) em 06/06/2012	330
Foto 4a	Vista parcial da reunião com os gestores do PEPB e com o Conselho Consultivo do parque acerca do Diagnóstico Rápido Participativo realizado no dia 17/08/2011.	341
Foto 4b	Vista parcial da reunião com os gestores do PEPB e com o Conselho Consultivo do parque acerca do Diagnóstico Rápido Participativo realizado no dia 17/08/2011	341
Foto 5	Apresentação feita aos participantes presentes pelos consultores do Instituto IPÊ acerca do desenvolvimento da dinâmica do Diagnóstico Rápido Participativo em 17/08/2011.	342
Foto 6	Vista parcial dos participantes presentes na reunião onde foi realizado o DRP ampliado (17/08/2011).	342
Foto 7	Exemplo de quadro construído no DRP, a partir da participação coletiva, que revela as expectativas passíveis de serem atingidas quanto à gestão participativa do PEPB (17/08/2011).	343
Foto 8	Exemplo de quadro construído no DRP, a partir da participação coletiva, que revela as expectativas que não são passíveis de serem atingidas quanto à gestão participativa do PEPB (17/08/2011).	343
Foto 9	Colaboração com a montagem do quadro que contém a relação de problemas identificados no PEPB e em seu entorno imediato pelos participantes do DRP (17/08/2011).	343
Foto 10	Exemplo de quadro de sugestões apresentadas no DRP relativas à questão do ordenamento da ocupação de terrenos no interior do PEPB e no seu entorno imediato (17/08/2011).	343
Foto 11	Visão detalhada do quadro com algumas sugestões apresentadas no DRP relativas à questão da Gestão do PEPB (17/08/2011).	344
Foto 12	Visão parcial do quadro que sintetizou algumas potencialidades do PEPB e da área adjacente identificadas pelos participantes durante o DRP (17/08/2011).	344
Foto 13	Visão do esquema montado ao final do DRP, que mostra como cada instituição participante se posiciona quanto ao seu envolvimento com a realidade do PEPB (17/08/2011).	344
Foto 14	Reunião em Furnas com o INEA, cooperativas e associações para discutir questões ambientais referentes ao plano de manejo em elaboração (14/09/2011).	345

Foto 15	Reunião para discussão de módulos do Plano de manejo do PEPB em elaboração – Núcleo Pau da Fome na sede do PEPB, em 03/04/2012.	345
Foto 16	Apresentação da equipe do Instituto IPÊ acerca da incorporação das sugestões dos participantes ao texto do plano de manejo (09/05/2012), Núcleo Pau da Fome.	345
Foto 17	Representantes de diversos segmentos em reunião acerca das sugestões feitas ao texto do plano de manejo (09/05/2012), Núcleo Pau da Fome	345
Foto 18	Cobertura vegetal arbóreo-arbustiva com sinais de remoção parcial em encosta ao fundo do Condomínio Pousadas do Engenho, no bairro da Taquara (05/12/2011).	348
Foto 19	Torres de linhas de transmissão cortando a vegetação secundária no bairro da Taquara (05/12/2011).	348
Foto 20	Crescimento da ocupação no entorno das encostas do Maciço da Pedra Branca – Estrada do Engenho Velho, Taquara (05/12/2011).	348
Foto 21	Vista de frente de construções em condomínio irregular iniciado em 2011 na Estrada do Curumaú, Taquara. (05/12/2011).	348
Foto 22	Vista por trás de condomínio irregular aterrado com o próprio material de corte na Estrada do Curumaú, Taquara. (05/12/2011)	349
Foto 23	Visão parcial do condomínio irregular, instalado onde parte do que foi um açude se rompeu após as chuvas de 1996, hoje há instalado próximo à Rua Curumaú, Taquara (05/12/2011).	349
Foto 24	Visão do final da Estrada do Curumaú, Taquara, com construções e acúmulo de lixo em via inclinada para onde converge a água pluvial (05/12/2011).	349
Foto 25	Área de habitação popular em posição de topo com a vegetação degradada (05/12/2011)	349
Foto 26	Área que sofreu corte expõe o material solo degradado, com cultivo de banana (05/12/2011).	350
Foto 27	Habitação popular caracterizada pelo baixo construtivo e acúmulo de lixo em área de declive bastante acentuado, próximo à Estrada do Boiúna (05/12/2011).	350
Foto 28	Construção irregular de prédio de quatro andares, revelando a verticalização da ocupação no entorno próximo ao PEPB. Boiúna, Taquara (05/12/2011).	350
Foto 29	Vista parcial da Favela na Estrada Boiúna, revelando o avanço de habitações populares e de cultivo de banana (05/12/2011).	350
Foto 30	Vista de antiga cicatriz aberta por movimento de massa desencadeado com as chuvas fortes de 1996, já parcialmente recomposta. (05/12/2011)	351
Foto 31	Vista parcial de plantação de bananas em encosta próxima à Estrada do Rio Pequeno (05/12/2011).	351

Foto 32	Vista parcial da Favela do Rio Pequeno, na Rua Condor, em Jacarepaguá (05/12/2011).	351
Foto 33	Ocupações muito próximas às encostas do Maciço da Pedra Branca na Estrada do Camorim (05/12/2011).	351
Foto 34	Avanço de ocupações residenciais no entorno do PEPB, na Rua Cláudio Jacoby, Vargem Pequena (05/12/2011).	352
Foto 35	Avanço de ocupações residenciais no entorno do PEPB, na Estrada Pacuí, Vargem Grande (05/12/2011).	352
Foto 36	Elevação com blocos fraturados, solos rasos e cobertos por vegetação rasteira. Cultivo de banana no sopé da elevação, próximo à Estrada dos Bandeirantes (05/12/2011).	352
Foto 37	Vista da Rua Sargento Luiz da Silva, na Taquara, onde foram registrados pela DCM pontos de acúmulo de material por deslizamento em anos anteriores, antes das obras de terraplanagem e de contenção de materiais (12/07/2013).	352
Foto 38	Rio em obras de canalização, próximo à Estrada do Rio Pequeno, com a colocação de estrutura física para proteger a margem contra erosão fluvial (12/07/2013).	353
Foto 39	Avanço da ocupação residencial na Estrada Vale da Pedra Branca, bem próximo à cota altimétrica de 100 m (12/07/2013).	353
Foto 40	Vista parcial das ocupações na Estrada Vale da Pedra Branca, que mostra construções de padrões diferenciados (12/07/2013).	353
Foto 41	Vista parcial das habitações populares em encosta atrás do Hospital Estadual Santa Maria, na estrada do Rio Pequeno, Taquara (12/07/2013).	353
Foto 42	Área atrás do Hospital Estadual Santa Maria, onde houve deslizamento em 2012 que derrubou a grade que cercava o terreno (12/07/2013).	354
Foto 43	Área no fundo do Hospital Estadual Santa Maria, onde observa-se o avanço ocupacional por habitações populares em direção ao terreno do hospital localizado em declive acentuado. (12/07/2013).	354
Foto 44	Vista parcial de ocupação residencial adjacente a paredão rochoso fraturado e coberto por solos rasos com vegetação rasteira, Rua Sete Lagoas, Taquara (12/07/2013).	354
Foto 45	Vista detalhada do corte na base da encosta formada por afloramento fraturado no final da Rua Sete Lagoas, gerando possivelmente maior instabilidade do material mineral e aumentando o risco de deslizamento (12/07/2013).	354

LISTA DE SIGLAS

APP	Área de Preservação Permanente
CCA/RJ	Câmara de Compensação Ambiental do Estado do Rio de Janeiro
CEDAE	Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Estado do Rio de Janeiro
CF	Constituição Federal
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONPDEC	Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DCM	Defesa Civil Municipal
DIBAP	Diretoria de Biodiversidade e Áreas Protegidas
DRP	Diagnóstico Rápido Participativo
EIV	Estudo prévio de Impacto de Vizinhança
EIA	Estudo prévio de Impacto Ambiental
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FGEO	Faculdade de Geologia (UERJ)
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
FOD	Floresta Ombrófila Densa
FUNDAR	Fundação Darcy Ribeiro
GEA	Grupo de Estudos Ambientais (vinculado ao IGEOG/UERJ)
GEORIO	Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro
GPS	Global Position System (Sistema de Posicionamento Global)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis
IGEO	Instituto de Geociências (UFRJ)
IGEOG	Instituto de Geografia (UERJ)
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
IPP	Instituto Municipal de Planejamento Urbano Pereira Passos
IPÊ	Instituto de Pesquisas Ecológicas
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

IUCN	International Union for Conservation of Nature (União Internacional para a Conservação da Natureza),
LABGIS	Laboratório de Geoprocessamento/FGEO/UERJ
LAGEOP	Laboratório de Geoprocessamento/IGEO/UFRJ
LAGEPRO	Laboratório de Geoprocessamento/IGEOG/UERJ
MDT	Modelo Digital do Terreno
MIC	Ministério das Cidades
MMA	Ministério do Meio Ambiente
ONU	Organização das Nações Unidas
PEPB	Parque Estadual da Pedra Branca
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
PNPDEC	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
SEA	Secretaria de Estado do Ambiente
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SINPDEC	Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SMAC	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
SMH	Secretaria Municipal de Habitação
SMU	Secretaria Municipal de Urbanismo
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
UC	Unidade de Conservação
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UTM	Universal Transversa de Mercator

1 INTRODUÇÃO

A partir da Revolução Industrial e, principalmente ao longo dos últimos cem anos, três quartos da população mundial passou a viver em cidades e, em decorrência disso, o ritmo e as pressões sobre o ambiente, a água, as florestas e outros recursos naturais vêm se acelerando cada vez mais.

Como consequência da tendência global de crescimento populacional em áreas urbanas, as questões relacionadas aos riscos ambientais e à vulnerabilidade associada a eles ganham destaque crescente. Isso decorre, principalmente, do processo de urbanização acelerado e desorganizado, sem obedecer a critérios ambientais e sem ser acompanhado pelo planejamento urbano, como mostra o histórico de grandes cidades brasileiras. Um dos efeitos desse processo é a fragmentação da cobertura vegetal, particularmente de florestas, tanto em áreas de baixada como de encosta, para atender à demanda crescente da população urbana por lugares para instalar novas áreas construídas, principalmente para fins residenciais.

Além da remoção da cobertura vegetal original, outras profundas modificações na paisagem natural caracterizam o meio urbano, como, por exemplo, aterros de áreas embrejadas e inundáveis, impermeabilização de grandes extensões, canalização de rios e construção nas suas margens, cortes em encostas para passagens de vias públicas ou para construções residenciais, entre outras. Essas modificações contribuem para criar e ampliar as áreas de ocorrência de movimentos de massa, por exemplo.

Diversos estudos e publicações, gerados por meio de pesquisas em várias áreas do conhecimento, vêm discutindo há anos a importância da preservação florestal e os efeitos bióticos e abióticos da fragmentação da cobertura vegetal (CENTRO DE INFORMAÇÕES E DADOS DO RIO DE JANEIRO, 2000; ARAÚJO, 2007). Em linhas gerais, os efeitos bióticos estão vinculados ao comprometimento da biodiversidade e os efeitos abióticos referem-se a desequilíbrios ambientais, como mudanças microclimáticas, rebaixamento do lençol freático e redução da alimentação das cabeceiras fluviais, aumento do escoamento superficial, aumento da erosão pluvial, elevação dos riscos de ocorrência de deslizamentos, desmoronamentos e queda de blocos, entre outros.

A criação de áreas protegidas, como as unidades de conservação (UC), representa uma estratégia adotada pelos países para a preservação de remanescentes de vegetação representativos de ecossistemas, para a conservação da biodiversidade e para a

manutenção do equilíbrio de processos físicos e ecológicos, amenizando os riscos ambientais potenciais causados pelas atividades antrópicas (VITALLI et al., 2007).

No Brasil, o estabelecimento de critérios e normas para criação, implantação e gestão das unidades de conservação ocorreu por meio da Lei nº 9985 de 18 de julho de 2000, conhecida como Lei do SNUC, promulgada após um demorado processo de elaboração legislativa. Essa lei instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e procurou, de forma sistemática, garantir a preservação de remanescentes de vegetação florestal e sua biodiversidade e, deste modo, manter e restaurar processos ecológicos essenciais, de modo a proporcionar qualidade de vida às populações humanas (VASQUES, 2008).

Além das unidades de conservação, o Código Florestal Brasileiro - Lei nº 4.471 (BRASIL, 1965), revogada pela Lei nº 12.651 (BRASIL, 2012) - determina que outras áreas naturais devem ser protegidas sempre, como as margens de rios, nascentes e topos de morro, entre outras, independentemente de estarem situadas em áreas rurais ou urbanas, em terras particulares ou públicas. Trata-se das Áreas de Preservação Permanente (APP), as quais, juntamente com as unidades de conservação, protegem a biodiversidade, os recursos hídricos, os ecossistemas frágeis, além de serem importantes para a regulação do clima, para o controle da erosão e para a prevenção de riscos de movimentos de massa, uma vez que funciona como uma ferramenta eficiente na redução das emissões de gases poluentes e do desmatamento (SCHÄFFER et al. , 2011). Acrescenta-se que as áreas protegidas – UC e APP – desempenham papel importante para o turismo e para outras alternativas econômicas sustentáveis de desenvolvimento, representando fontes de renda direta ou indireta para as populações locais, bem como significam locais sagrados para diversas crenças, sob o ponto de vista cultural.

Atualmente, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) protege cerca de 1,5 milhão de km² em todos os biomas do território brasileiro: Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pampa, Pantanal e Marinho. São mais de 1.600 unidades de conservação federais, estaduais, municipais e particulares. Elas conservam 14,9 % do território continental e 0,71 % da área marinha. A gestão desse imenso território é um grande desafio para o Brasil, com suas dimensões continentais, ampla variedade de ecossistemas naturais e diferenças socioeconômicas (PORTAL BRASIL, 2013).

A Lei do SNUC contribuiu também com a sistematização e consolidação de conceitos relevantes associados às unidades de conservação, como, por exemplo, plano de manejo e zona de amortecimento, ambos de interesse direto desta tese. Essa lei exige que toda unidade de conservação possua um plano de manejo, o qual deve estabelecer uma zona de amortecimento, isto é, uma faixa de área situada no entorno da unidade sujeita a restrições de usos, de modo a minimizar danos decorrentes do aumento das pressões sobre os espaços protegidos, evitando que haja atividades que possam colocar em risco a função ecológica do espaço (VASQUES, 2008).

O Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), localizado no município do Rio de Janeiro, é um exemplo de unidade de conservação do bioma Mata Atlântica. O Parque, criado em 1974, está delimitado acima da cota de 100 metros no Maciço da Pedra Branca e representa uma unidade de conservação urbana de extrema importância para a cidade do Rio de Janeiro e para a região fluminense, considerando-se a relevância de seu patrimônio natural e os aspectos sociais e econômicos a ele associados (CONCEIÇÃO et al., 2011).

Embora o PEPB tenha sido criado há quase quarenta anos, somente teve o seu plano de manejo aprovado recentemente, em junho de 2013. Isso significa que durante todo esse tempo, a unidade não contou com um plano de manejo que estabelecesse o seu zoneamento interno, uma zona de amortecimento no seu entorno, ou mesmo, as normas que orientassem o uso adequado da área e o manejo dos recursos naturais, incluindo aí a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade (BRASIL, 2000).

A falta de um plano de manejo durante quase quatro décadas e a inexistência de uma zona de amortecimento, somados ao crescimento urbano em direção à zona oeste da cidade, geraram um quadro, no mínimo, preocupante em relação à gestão do PEPB: o aumento progressivo de pressões antrópicas, tanto no interior do PEPB como na sua periferia próxima, onde deveria haver uma zona de amortecimento. A área do Parque e o seu entorno imediato vêm sofrendo pressões antrópicas cada vez mais intensas, representadas tanto pelo processo de favelização e pelos loteamentos irregulares, como também pela crescente expansão de condomínios fechados de casas e prédios de classes média e alta. Além do uso residencial, há outras formas de ocupação do solo dentro dos limites do Parque e no seu entorno imediato que afetam a integridade dessa área protegida: atividades comerciais, agrícolas (pastagem, cultivo de banana, entre outros) e mineradoras. As áreas de baixada ao redor do Maciço da Pedra Branca já contam com

uma densa ocupação contínua e apresentam as mais elevadas taxas de crescimento demográfico da cidade (OLIVEIRA, 2005).

Devido às pressões antrópicas para diversas finalidades, predominantemente para uso residencial, torna-se um grande desafio gerir UC e implementar APP em áreas urbanas, como no caso do PEPB. Por isso, é essencial delimitar a zona de amortecimento e planejar o uso do solo no entorno de unidades de conservação urbanas, possibilitando um maior controle sobre as atividades humanas com objetivo de evitar impactos negativos e aumento de riscos ambientais sobre essas áreas protegidas.

1.1 Hipótese da Pesquisa e Objetivos

Com base no que foi exposto anteriormente, foram estabelecidos os objetivos geral e específicos da presente tese, norteados pela hipótese de trabalho que se segue.

1.1.1 Hipótese da Pesquisa

A premissa básica, norteadora da presente pesquisa de tese, é que é possível estabelecer um modelo metodológico que permita definir áreas indicativas para inclusão em zona de amortecimento a ser delimitada no Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), tomando como base as determinações do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), bem como o diagnóstico do contexto ambiental da área analisada, obtido a partir do uso de recursos do Geoprocessamento. Entende-se que, além da identificação de áreas que necessariamente devam ser incluídas na zona de amortecimento, é possível reconhecer extensões espaciais de vegetação florestal que devam ser preservadas e de vegetação rasteira, degradada ou ausente que devam ser recompostas, considerando-se o fator de contiguidade, contribuindo para o aumento de conectividade entre fragmentos florestais no município. As áreas com ocupação consolidada, por sua vez, a princípio, podem ser indicadas para exclusão da zona de amortecimento.

1.1.2 Objetivo Geral

A presente tese tem como objetivo geral propor um modelo metodológico que possibilite identificar áreas indicativas para inclusão em futura zona de amortecimento a ser delimitada no Parque Estadual da Pedra Branca a partir do seu recém-aprovado plano de manejo.

A determinação das áreas indicativas tem como base dois importantes critérios presentes nos roteiros metodológicos do IBAMA (2002) e do INSTITUTO

ESTADUAL DO AMBIENTE (2011), os quais estabelecem áreas que obrigatoriamente devam ser incluídas na Zona de amortecimento de uma Unidade de Conservação: as áreas naturais preservadas, com potencial de conectividade com a unidade de conservação, como é o caso das Áreas de Preservação Permanente (APP); e as áreas sujeitas a processos de erosão, de movimentos de massa, que possam vir a afetar a integridade da UC.

O modelo metodológico proposto é apoiado em avaliações ambientais de risco de ocorrência de movimentos de massa e na delimitação de APP definidas pelo Código Florestal vigente no país, ambos realizados por meio do Geoprocessamento. O APÊNDICE A mostra o resumo esquemático da metodologia de análise multicritério proposta.

1.1.3 Objetivos Específicos

Visando alcançar o objetivo geral, são definidos os seguintes objetivos específicos:

- Realizar o diagnóstico ambiental da área de estudo por intermédio da elaboração de diversos mapas temáticos digitais, considerados condicionantes na avaliação ambiental de risco de ocorrência de movimentos de massa;
- Espacializar as Áreas de Preservação Permanente (APP) conforme as determinações do atual Código Florestal Brasileiro;
- Cotejar o georreferenciamento, na área de estudo, das ocorrências de movimentos de massa e de ameaças de deslizamentos e de desabamentos registradas pela Defesa Civil Municipal (DCM) com a distribuição espacial das licenças ambientais e urbanísticas concedidas para construção e ampliação de empreendimentos residenciais e comerciais emitidas pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Esse procedimento viabiliza a consolidação dos resultados obtidos pelas análises multicritério para avaliação ambiental de risco de ocorrência de movimentos de massa e a identificação de licenças emitidas em locais considerados de médio, alto e de alto a altíssimo risco de ocorrência de movimentos de massa;
- Fazer avaliações ambientais para determinar os fatores de risco de ocorrência de movimentos de massa por meio de análises multicritério com base em uma árvore de decisão;

- Buscar correspondências espaciais a partir de combinações entre mapeamentos para: a) determinar as áreas prioritárias para inclusão na zona de amortecimento do PEPB; b) reconhecer as áreas no entorno imediato do Parque que ainda mantêm alto grau de preservação (situações de contiguidade florestal) e aquelas mais alteradas, onde deverá haver recomposição da cobertura vegetal; c) identificar as áreas com ocupação consolidada, as quais, a princípio, poderão ser excluídas da zona de amortecimento.

1.2 Justificativa para o desenvolvimento da pesquisa

O Parque Estadual da Pedra Branca é reconhecido como uma das maiores florestas em área urbana do mundo e também do Brasil. Sua preservação é fundamental para manter o equilíbrio hídrico e climático, para controlar a erosão pluvial e para proteger mais de 50% do remanescente de Mata Atlântica da cidade do Rio de Janeiro, já que é considerado um dos biomas mais ricos e mais ameaçados do Brasil e do mundo (COSTA, 2002).

Entretanto, atualmente o PEPB é caracterizado por um contexto socioambiental complexo, marcado por variados conflitos, que decorrem do crescimento demográfico, da ocupação desordenada do solo e de seus impactos sobre o patrimônio natural (HORTA et al., 2008). Esses aspectos justificam a necessidade urgente de definição de áreas que possam vir a compor a zona de amortecimento dessa unidade de conservação, minimizando os efeitos das pressões antrópicas.

O PEPB teve o seu plano de manejo aprovado em junho de 2013 e tal fato exigirá que a zona de amortecimento seja traçada. A vertente leste do Maciço da Pedra Branca possui expressivas extensões preservadas de vegetação secundária, ou ainda, pouco exploradas fora dos limites da unidade, a qual poderia vir a compor parte dessa zona de amortecimento, tomando-se como base as determinações dos roteiros metodológicos do IBAMA e do INEA. A partir da definição da zona de amortecimento, será possível propor formas de apropriação adequadas aos usos mais restritos, como atividades ligadas ao lazer, ao turismo ecológico e à prática de esportes de aventura.

1.3 Estrutura da Tese

Buscando-se organizar conceitos, métodos, resultados, discussões, conclusões e recomendações, a tese está estruturada em seis capítulos, cujos principais conteúdos são apresentados a seguir:

- O Capítulo 1 introduz a temática estudada e a hipótese para realizar a pesquisa de tese, elencando os objetivos e a justificativa para desenvolvê-la;
- O Capítulo 2 apresenta as principais bases teórico-conceituais trabalhadas ao longo do desenvolvimento da tese, as quais orbitam em torno da questão “Zona de amortecimento de Unidades de Conservação”. Mais especificamente, neste capítulo são tratadas temáticas relativas à relevância ambiental de unidades de conservação, os seus principais instrumentos legais de gestão, além dos desafios de sua implementação no espaço urbano. Também são apresentados os critérios de inclusão de áreas em zonas de amortecimento de unidades de conservação, com destaque para os aqueles relacionados às Áreas de Preservação Permanente (APP) e aos locais sujeitos a movimentos de massa. No capítulo são ainda abordadas considerações acerca dos principais tipos e condicionantes relacionados aos movimentos de massa. O capítulo também destaca a importância da componente ambiental para o estudo das unidades de conservação e para a definição da sua zona de amortecimento, enfatizando o uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) na construção metodológica adotada;
- O Capítulo 3 apresenta a área de estudo e descreve as suas principais características físicas, o processo de ocupação e as alterações no quadro ambiental decorrentes, os conflitos territoriais existentes, além de citar algumas ações e medidas criadas para preservação de seus recursos naturais;
- O Capítulo 4 apresenta e explicita os procedimentos metodológicos adotados ao longo do desenvolvimento da tese. Tais procedimentos contaram com o suporte do geoprocessamento para realizar o diagnóstico dos aspectos físicos, de uso do solo e cobertura vegetal e de saneamento ambiental da área de estudo, entre outros, a partir de bancos dados geoespaciais e convencionais gerados e disponibilizados pelos órgãos e instituições responsáveis. Foram utilizados dois sistemas de informação geográfica: o ARCGIS (ESRI, EUA), versão 10, por meio do qual foram elaborados os mapas temáticos digitais

componentes dos fatores condicionantes dos referidos processos; e o SAGA (Sistema de Análise Geo-ambiental), desenvolvido pelo Laboratório de Geoprocessamento (LAGEOP), vinculado ao Instituto de Geociências da UFRJ, utilizado nas análises multicritério para geração dos mapas dos fatores condicionantes dos processos de movimentos de massa, para a avaliação ambiental de risco de ocorrência desses processos e para as combinações entre os mapas temáticos;

- O Capítulo 5 apresenta e comenta os resultados obtidos por meio do desenvolvimento da tese. Em linhas gerais, o capítulo traz todos os mapas temáticos digitais que compuseram os mapas de fatores dos condicionantes do processo de movimento de massa, os próprios mapas de fatores, gerados por meio de análises multicritério no SAGA/UFRJ, os mapas obtidos por intermédio das combinações e sobreposições entre mapas, além de gráficos, tabelas e quadros com dados e informações produzidos para o melhor entendimento das características e dos problemas ambientais no contexto estudado.
- O Capítulo 6 reúne as conclusões construídas a partir dos resultados apresentados, ressaltando-se as implicações e os desafios de gerir unidades de conservação inseridas em contexto urbano. As análises espaciais produzidas podem servir como subsídios para definição de áreas a serem incorporadas em uma futura zona de amortecimento para o PEPB. As recomendações apresentadas podem contribuir para futuras tomadas de decisão quanto à gestão do Parque e das áreas no seu e entorno próximo.

2 BASES E DISCUSSÕES TEÓRICO-CONCEITUAIS

Neste capítulo serão apresentadas e discutidas as principais questões teórico-conceituais acerca da temática “Zona de Amortecimento de Unidade de Conservação Urbana”, a qual foi trabalhada segundo os seguintes vieses: relevância ambiental, principais instrumentos legais de gestão de unidades de conservação e os desafios de sua implementação no espaço urbano; os critérios de inclusão de áreas em zonas de amortecimento, com ênfase para as Áreas de Preservação Permanente (APP) e para os locais sujeitos a movimentos de massa; considerações acerca do risco de ocorrência de movimentos de massa; o uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) na construção metodológica dos parâmetros envolvidos na análise multicritério de risco de movimentos de massa, na delimitação de APP e no mapeamento de áreas indicativas para compor a zona de amortecimento.

Este capítulo não se propõe a esgotar a temática tratada, a qual reúne questões amplas e complexas, mas sim, apresentar conceitos importantes, tecer algumas considerações sobre a relevância da delimitação e da gestão integrada da zona de amortecimento de UC, principalmente em espaço urbano, além de evidenciar a importância crescente do Geoprocessamento na construção de modelos operacionais de gestão e de monitoramento de zonas de amortecimento.

2.1 Unidades de Conservação: definição e relevância ambiental, breve histórico, legislação brasileira pertinente

2.1.1 Definição e Relevância Ambiental

As Unidades de Conservação são, internacionalmente, denominadas “áreas protegidas”. Segundo a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, 1994 *apud* ARAUJO, 2007, p. 25), as Unidades de Conservação são definidas como “uma área de terra e/ou mar especialmente dedicada à proteção e manutenção da diversidade biológica e de seus recursos naturais e culturais associados, e manejada através de instrumentos legais ou outros meios efetivos”.

Um dos objetivos principais da criação de unidades de conservação é o de manter as áreas naturais da forma menos alterada possível. Essas unidades são componentes vitais de qualquer estratégia para a conservação da biodiversidade, considerando-se que a fragmentação da cobertura vegetal, representa, segundo diferentes autores, a causa

primária para a diminuição da biodiversidade, especialmente em regiões tropicais (ARAUJO, 2007).

A criação de áreas protegidas ou de unidades de conservação representa uma das formas de amenizar os riscos potenciais causados pelas atividades antrópicas que ameaçam a conservação da biodiversidade. Tais áreas objetivam preservar partes representativas de ecossistema, suas biodiversidades e os processos ecológicos e físicos (VITALLI et al., 2007).

No Brasil, nos últimos cem anos, em face do aumento da população urbana, houve avanço no processo de fragmentação da cobertura vegetal (principalmente de florestas), tanto em baixadas como em encostas, para dar lugar a novas áreas construídas. Inúmeros estudos e publicações, gerados por meio de pesquisas em diversas áreas do conhecimento, vêm discutindo há anos a importância da preservação florestal e os efeitos abióticos e bióticos da retirada da cobertura vegetal (CENTRO DE INFORMAÇÕES E DADOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2000; COSTA 2002, COSTA, 2006, ARAUJO, 2007).

Os efeitos bióticos estão vinculados ao comprometimento da biodiversidade, pois, quando ocorre a fragmentação da cobertura vegetal, são geradas novas linhas perimetrais, onde são desencadeados vários processos físicos e ecológicos. Como exemplo, maiores quantidades de luz atingem o interior do fragmento vegetal, a umidade decresce rapidamente e a temperatura interna se eleva. A insolação passa a atingir estratos vegetais outrora protegidos. Uma maior insolação no interior do novo fragmento propicia uma rápida colonização das suas bordas por espécies mais adaptadas às novas condições microclimáticas impostas. Invariavelmente, um processo de sucessão ecológica é desencadeado no interior do fragmento florestal, tratado pela literatura internacional como “*efeito de borda*”. Por outro lado, ocorre a diminuição de espécies endêmicas, uma vez que os animais silvestres não se distribuem aleatoriamente na natureza (CENTRO DE INFORMAÇÕES E DADOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2000).

Em linhas gerais, as mudanças abióticas provocadas pela fragmentação vegetal, principalmente em áreas de encosta, envolvem desequilíbrios ambientais, traduzidos por: mudanças microclimáticas, devido ao aumento das temperaturas da superfície do solo e do ar, já que a vegetação funciona como regulador térmico; diminuição da alimentação das cabeceiras fluviais por fluxos internos e também da sua proteção aos agentes erosivos; remoção da proteção natural do solo à erosão pluvial e à ação de

ventos; rebaixamento do lençol freático, afetando o balanço hídrico e a disponibilidade de água; e aumento do escoamento superficial (CENTRO DE INFORMAÇÕES E DADOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, op. cit.).

Segundo a Fundação SOS MATA ATLÂNTICA & INPE (2002 *apud* ARAUJO, 2007), no Brasil, a Mata Atlântica é, provavelmente, o ecossistema mais devastado, fragmentado e seriamente ameaçado do mundo, com área total correspondendo a quase 18,5% da extensão original. MOURA e COSTA (2009) afirmam que, entre os estados brasileiros, aquele que mais sofreu com a devastação da Mata Atlântica foi o Rio de Janeiro, principalmente o município que representa a sua capital. No entanto, dados mais atuais divulgados no Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica¹, referente aos anos 2010 e 2011, o Estado do Rio de Janeiro que já foi a principal unidade federativa desmatada, apresentou bons resultados, com a redução do desmatamento e com ações efetivas de proteção aos remanescentes florestais, como a criação de diversas unidades de conservação e de Reservas Particulares de Patrimônio Natural (RPPN) por parte de vários proprietários. Os estados de Minas Gerais, Bahia e Mato Grosso do Sul ocupam, respectivamente, a primeira, a segunda e a terceira posições em desmatamento da Mata Atlântica no país.

Dentro dessa perspectiva, ARAUJO (op.cit.) destaca a importância das unidades de conservação para o refúgio de espécies que não sobreviveriam em paisagens manejadas, para a continuidade da evolução natural e também para uma futura restauração ecológica. O autor cita a contribuição de CIFUENTES et al. (2000) em estudo que sintetizou o papel das unidades de conservação para o bem-estar da sociedade, o que abarca:

- a) manutenção de processos ecológicos essenciais, que dependem de ecossistemas naturais;
- b) preservação da diversidade de espécies e da diversidade genética;
- c) manutenção da capacidade produtiva dos ecossistemas;
- d) preservação de características históricas e culturais importantes para manter os estilos de vida das populações tradicionais;
- e) salvaguarda de habitats críticos para a sobrevivência de espécies.
- f) fornecimento de oportunidades para o desenvolvimento de comunidades locais,

¹ Maiores informações sobre o Atlas disponíveis em <http://www.sosma.org.br/5697/sos-mata-atlantica-e-inpe-divulgam-dados-do-atlas-dos-remanescentes-florestais-da-mata-atlantica-no-periodo-de-2010-a-2011/> e também em <http://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica> . Dados mais completos sobre o Atlas podem ser obtidos em www.inpe.br .

investigação científica, educação, capacitação, recreação e turismo;

g) provisão de bens e de serviços ambientais;

h) manutenção de fontes de inspiração humana e de orgulho nacional.

2.1.2 Breve histórico das Unidades de Conservação

Em linhas gerais, desde o período Neolítico, quando a humanidade passou a viver de modo sedentário, fixando-se próximo a rios e cultivando a terra fértil para produzir o próprio alimento, iniciou-se a separação ou o que mais tarde foi denominado de “cisão sociedade-natureza”. Esta cisão foi se aprofundando ao longo da História, atingindo o seu ápice a partir da Revolução Industrial (SOUSA E SILVA; TRAVASSOS, 2008). Contribuíram para intensificar essa cisão a religião e a ciência moderna, uma vez que estabelecia ao ser humano o papel de domínio sobre a criação. Sob o ponto de vista mecanicista, a ciência entendia a natureza como uma máquina a ser decifrada e utilizada para alimentar o progresso. A natureza não estava, portanto, associada ao seu valor intrínseco, pelo contrário, a sua importância vinculava-se à sua capacidade de “atender às necessidades humanas” (ARAUJO, 2007; IRVING et al., 2008).

A ideia da humanidade como agente transformador da paisagem só encontrou sua expressão completa no século XVIII. Desde então, sua importância tem crescido “a ponto de a humanidade, reconhecendo seu impacto sobre a Terra, conceber a ideia de reservar determinados espaços onde o planeta preserve a ‘sua hipotética condição pristina’”, ou seja, original ou inalterada (BENSUSAN, 2006, p. 17). Ao longo desse século, tornam-se mais intensos os argumentos que combatiam a visão da natureza como uma máquina e o entendimento da superioridade da espécie humana à ela. A literatura da época, por meio dos poetas românticos, passou a enaltecer “uma relação imediata, pessoal e afetiva com a natureza” (ARAUJO, 2007, p. 26).

ARAUJO (op. cit., p. 26) acrescenta que “o rápido crescimento das cidades industriais reforçou a revalorização da natureza”, isto porque “o adensamento demográfico e a proliferação de ambientes insalubres, promíscuos e ‘feios’ contribuíram para gerar um sentimento antiagregativo, induzindo uma atitude de contemplação dos espaços naturais, lugar de reflexão e de isolamento espiritual.”

No campo científico, as obras de Charles Darwin intituladas “A Origem das espécies” (1859) e a “Descendência do Homem” (1871) acabaram com “o dogma vigente de que o homem era uma criação especial de Deus, situando-se acima do mundo natural.” O livro “*Man and Nature*” de George Mar (1864) é considerado

pioneiro ao analisar os impactos negativos da civilização ocidental sobre o meio ambiente. As publicações de Darwin e de Marsh contribuíram enormemente para reforçar a necessidade de uma revisão da relação sociedade-natureza, demonstrando que a ação antrópica que degradava cada vez mais a natureza iria comprometer a própria existência da espécie humana no planeta (ARAUJO, op. cit., p. 28).

As unidades de conservação representam, portanto, um resultado da evolução nas questões ambientais no mundo. Em meados do século XIX, nos Estados Unidos nasceu uma concepção de proteção da natureza baseada na criação de espaços reservados, cujo uso seria controlado pelo poder público. Essa concepção tinha como objetivo preservar paisagens especialmente belas para as futuras gerações, sendo a criação do *Yellowstone National Park* (Parque Nacional de Yellowstone) nos Estados Unidos, em 1872, considerada o “marco moderno de proteção das áreas naturais contra os processos destrutivos da ação humana” (MILANO, 2001, p. 4). Esse primeiro parque nacional americano foi considerado um referencial para as unidades de conservação modernas, permitindo lançar as seguintes bases conceituais para a criação e manutenção de parques, as quais exerceram forte e rápida influência no mundo todo (ARAUJO, 2007, p. 29):

- a) separação da colonização, ocupação ou venda;
- b) algo para benefício e desfrute do público e cujo uso público se dê de maneira a não provocar a deterioração para as gerações futuras;
- c) espaço depositário de recursos naturais e históricos em seu estado natural;
- d) livre do uso comercial;
- e) manejo voltado para a conservação dos recursos naturais.”

No entanto, deve ser ressaltado que, no ato de criação do Parque Nacional de Yellowstone, o Congresso dos Estados Unidos determinou que “a região fosse reservada e proibida de ser colonizada, ocupada ou vendida. O ser humano ali seria um visitante, nunca um morador”, segundo a perspectiva que a área protegida deveria ser mantida “intocada” e desabitada (BENSUSAN, 2006, p. 13). DIEGUES (1996) discute amplamente o que ele chamou de “o mito moderno da natureza intocada”. Na visão deste autor, as unidades de conservação, quando criadas, não correspondiam a áreas vazias, e sim, a espaços ocupados por populações tradicionais, as quais foram obrigadas a deixar as terras dentro dos limites estabelecidos para a área protegida, rompendo os laços culturais e a relação de pertencimento ao lugar. O autor afirma que Yellowstone era, na verdade, território dos índios *Crow*, *Blackfeet* e *Shoshone-Bannock*, e não uma área “vazia”, desprovida de populações humanas.

Essa perspectiva da “natureza selvagem” (entenda-se sem a participação humana)

norteou o modelo que foi adotado por muitos outros países do mundo, e que, em vários deles, vigora até o presente. Seguindo a perspectiva norte-americana, diversos países criaram seus parques nacionais ainda no século XIX e nos primeiros anos do século XX, como: “o Canadá, em 1885; a Nova Zelândia, em 1894; a Austrália e a África do Sul, em 1898; o México, em 1898; e a Argentina, em 1903” (ARAUJO, 2007, P. 37).

Ao mesmo tempo em que surgia a concepção de áreas protegidas no mundo, tornavam-se cada vez mais frequentes as grandes reuniões internacionais², nas quais eram debatidos assuntos científicos, realizados intercâmbios de informações acerca dos avanços e descobertas conquistados e divulgadas as espécies que demandavam proteção, além de discutidos os principais problemas ambientais gerados pela ação antrópica que comprometiam o equilíbrio ecossistêmico. Esses eventos, realizados principalmente no decorrer do século XX, consolidaram a mudança de visão sobre a natureza e fortaleceram o movimento internacional em favor da criação de novas áreas protegidas. Os eventos e outras ações políticas na esfera da preservação ambiental, assim como a evolução histórica das áreas protegidas no mundo e no Brasil, são tratados e discutidos profundamente por DIEGUES (1996), MILANO (2001), BENSUSAN (2006), ARAUJO (2007), IRVING et al. (2008); CASTRO Jr et al. (2009), MOURA; COSTA (2009), para citar alguns autores.

Destaque deve ser dado para a criação em 1948 da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), a qual estabeleceu em 1960 a Comissão de Parques Nacionais e Áreas Protegidas, com a finalidade de promover, monitorar e orientar o manejo desses espaços (BENSUSAN, 2006).

Ao longo do século XX, principalmente depois da década de 1950, houve expressivo crescimento no número de áreas protegidas no mundo, em virtude das altas taxas de extinção de espécies, o que representou um exemplo de medida de resposta à crise decorrente dessas taxas (BENSUSAN, 2006). A autora ainda chama a atenção para as duas principais motivações originais que explicavam a ideia de se reservar determinados espaços naturais: a preservação de lugares sagrados (como as florestas sagradas na Rússia, onde o uso e mesmo a presença humana eram proibidos) e a

² Alguns exemplos de eventos internacionais marcantes para o aumento e o fortalecimento de unidades de conservação no mundo foram: Convenção para a Preservação da Fauna e da Flora em Estado Natural (Londres, 1933); Convenção para a Proteção da Flora, da Fauna e das Belezas Cênicas dos Países da América (Washington, 1940); I Congresso Mundial de Parques (Seattle, 1962); Conferência da Biosfera (Paris, 1968); II Congresso Mundial de Parques (Yellowstone, 1972); Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (Estocolmo, 1972); III Congresso Mundial de Parques (Caracas, 1992); Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente (Rio de Janeiro, 1992) (ARAUJO, 2007; BENSUSAN, 2006; CASTRO Jr et al., 2009).

manutenção de estoques de recursos naturais, como, por exemplo, as reservas de madeira, de caça e de pesca.

Após um crescimento significativo nas últimas décadas, chega-se ao século XXI com 11,5% da superfície terrestre do planeta (em 80% dos países do mundo) abrangidos por áreas protegidas, as quais representam o principal instrumento adotado para a conservação da biodiversidade e da manutenção dos processos ecológicos (MULONGOY; CHAPE, 2003 *apud* BENSUSAN, 2006).

2.1.2.1 Abordagem geral sobre as Unidades de Conservação no contexto brasileiro

A América Latina e o Brasil, por serem ricos em biodiversidade, representam, atualmente, o centro de atenção internacional quanto à conservação da natureza e também utilizam como mecanismos de proteção de seus recursos naturais as unidades de conservação (MILANO, 2001).

De acordo com BENSUSAN (2006), ainda no século XIX, em 1876, André Rebouças publicou um artigo intitulado “Parque Nacional”, no qual analisou os resultados do estabelecimento do Parque Nacional de Yellowstone e sugeriu a criação de parques nacionais no Brasil. No entanto, somente por meio do antigo Código Florestal (Decreto No. 23.793, de 1934) que a figura da unidade de conservação foi introduzida na legislação brasileira.

Segundo MOURA e COSTA (2009, p. 232),

“Desde as primeiras décadas do século XX já havia no Brasil uma preocupação em estabelecer uma rede de áreas legalmente protegidas, criadas por diferentes esferas do poder e de instituições, mesmo que não refletissem inicialmente, esforços conjunturais de proteção de ecossistemas e biomas.”

Na visão de PÁDUA (1997 *apud* MOURA; COSTA, 2009), o principal interesse era, na verdade, criar áreas ecoturísticas (caracterizadas por beleza cênica e destinadas ao lazer), ao invés de se estabelecer um conjunto de áreas protegidas que, de fato, pudesse garantir a preservação de partes expressivas dos diferentes ecossistemas brasileiros.

A criação de unidades de conservação no Brasil remonta, portanto, à primeira metade do século XX. O primeiro parque brasileiro criado foi o Parque Nacional de Itatiaia em 1937, na divisa dos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Em seguida, em 1939, foram estabelecidos dois outros parques: o Parque Nacional do Iguaçu, no Paraná, e o Parque Nacional da Serra dos Órgãos, no Rio de Janeiro. Um ponto em

comum entre essas três áreas protegidas é que todas foram criadas na Mata Atlântica, devido ao fato de ser a área de maior visibilidade e que, já na década de 1930, apresentava um nível crítico de devastação. Isso representou um ganho de importância significativa em relação à política de unidades de conservação no Brasil (CASTRO Jr. et al., 2009).

CASTRO Jr. et al. (op.cit) fazem um paralelo entre os locais onde foram estabelecidos os parques brasileiros e os parques norte-americanos. Nos Estados Unidos, os parques foram decretados em locais não ocupados pelos colonizadores (embora, como já mencionado, havia a presença de índios em muitos deles). No Brasil, os parques buscaram proteger ecossistemas remanescentes, em áreas onde havia concentração populacional e de atividades antrópicas.

Os referidos autores destacam também que “enquanto os parques americanos buscavam proteger as paisagens de um impacto futuro, os parques brasileiros buscaram proteger áreas de interesse ambiental de impactos imediatos, de conflitos já existentes.” (CASTRO Jr. et al., op.cit, p. 39). Como consequência disso, os autores ressaltam que os parques e demais unidades de conservação no Brasil, quando estabelecidos, geraram importantes conflitos territoriais e dificuldade de acesso aos recursos naturais, o que acarretou até os dias atuais uma gestão de difícil implementação e cheia de desafios.

Essa particularidade das áreas protegidas no Brasil teve reflexo no modelo de gestão das mesmas nas áreas densamente povoadas, próximas a remanescentes da Mata Atlântica. O referido modelo adotou como principal diretriz o combate aos impactos e àqueles que descumpriam as leis ambientais, deixando o planejamento e as ações propositivas em segundo plano, devido à necessidade emergencial de proteção, uma vez que os parques foram estabelecidos em locais sujeitos a fortes interferências socioeconômicas, como já mencionado (MEDEIROS, 2003 *apud* CASTRO Jr. et al., 2009).

O Parque Estadual da Pedra Branca, criado em 1974, onde foi desenvolvida a pesquisa desta tese, é um exemplo de unidade de conservação estabelecida em área urbana, caracterizada por um contexto socioambiental complexo e marcada por diversos conflitos, como é apresentado no Capítulo 3.

2.1.3 Legislação brasileira pertinente

Por meio da Constituinte de 1934, a conservação ambiental foi inserida na lei máxima do país. O Código Florestal (Decreto nº 23.793/1934), promulgado no mesmo

ano, introduziu na legislação brasileira a figura da unidade de conservação, possibilitando a sua criação (BENSUSAN, 2006; CASTRO Jr. et al., op.cit).

Em 1965, o Código Florestal Brasileiro foi reeditado, trazendo como contribuição a definição das Áreas de Preservação Permanente (APP), ampliando a proteção à cobertura florestal ao incorporarem as florestas nos topos de morro, nas margens de rios, em torno de nascentes, nas encostas íngremes (acima de 45° de declividade) e nas restingas. A nova versão do código também ampliou as categorias existentes de unidades de conservação – parques e florestas nacionais – ao criar as reservas biológicas, estações e reservas ecológicas e áreas de proteção ambiental. Durante o governo militar, muitas áreas protegidas foram criadas, pois aproveitou-se “a política de implantação de áreas protegidas para associar o atendimento a demandas específicas de conservação ao controle territorial (...)” (CASTRO Jr. et al., op.cit, p. 41).

Mais de quarenta anos após a criação da primeira unidade de conservação, somente em 1979 houve a aprovação do Regulamento dos Parques Nacionais Brasileiros (Decreto nº 84.017, de 21 de setembro), constituindo-se na base legal para a institucionalização do Sistema Nacional de Unidades de Unidades de Conservação (SNUC), discutido no subitem 2.1.3.1 (COSTA, 2002; BENSUSAN, 2006). Portanto, antes desse Decreto ter sido aprovado, várias Unidades de Conservação já haviam sido criadas, dentre elas o Parque Estadual da Pedra Branca (Lei nº 2377, de 28 de junho de 1974).

Dois anos depois, em 31 de agosto de 1981, foi promulgada a Lei nº 6.938 (regulamentada em 1983, por meio do Decreto nº 88.351), que estabeleceu a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), considerado um instrumento jurídico-institucional fundamental para a gestão ambiental brasileira. Tem como objetivo principal a preocupação em proteger parcelas do território brasileiro consideradas importantes, além de ter sistematizado a discussão sobre meio ambiente no Brasil. A PNMA já previa a implantação do SISNAMA (Sistema Nacional de Meio Ambiente), com objetivo de criar um sistema composto pelas três esferas de governo e pela sociedade civil com a finalidade de estabelecer uma “gestão integrada das ações ambientais e maior eficiência na conservação” (CASTRO Jr. et al., op.cit, p. 42). O CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente), por sua vez, foi criado no final do regime militar e se estabeleceu como órgão maior do SISNAMA e condutor da PNMA, cumprindo papel essencial nas discussões das políticas públicas em meio ambiente e na formulação de resoluções de proteção ambiental.

A multiplicação de unidades de conservação no território nacional foi intensificada somente a partir da década de 1990, como resposta ao que determina a Constituição Federal (CF) de 1988. Sob um novo contexto histórico, vão surgindo aos poucos formas de proteção ambiental dos remanescentes de vegetação nativa ou de floresta secundária no Brasil (BECKER, 2009).

A Constituição Federal (CF), em seu artigo 225, assegura a todos o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, como condição essencial à sadia qualidade de vida. O mesmo artigo impõe ao poder público e à coletividade o dever de defender e de preservar esse meio ambiente para as presentes e futuras gerações. Para assegurar a efetividade desse direito, a CF determina ao Poder Público, entre outras obrigações, que crie espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos em todas as unidades da Federação (art. 225, § 1º, III). O inciso III ainda afirma que qualquer alteração ou supressão só podem ser permitidas por meio de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção (BRASIL, 1988).

A criação do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) deu-se somente em 1989 e, a partir de então, a gestão das áreas protegidas federais ficou concentrada em um só órgão (BENSUSAN, 2006).

A partir da Constituição Federal de 1988 e após longo processo de negociação e de polêmica entre os ambientalistas que durou mais de vinte anos³, foi promulgada a Lei nº 9.985 de 2000, que criou o Sistema Nacional de Conservação (SNUC). (BENSUSAN, 2006; ARAUJO, 2007; COSTA et al., 2009).

2.1.3.1 Uma visão geral do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) - Lei nº 9985 de 18 de julho de 2000

A Lei nº 9985, de 18 de julho de 2000, também conhecida como Lei do SNUC, foi criada após um demorado processo de elaboração legislativa e, em linhas gerais, estabelece critérios e normas para criação, implantação e gestão das unidades de conservação. Essa lei instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e procurou, de forma sistemática,

“garantir a preservação e restauração dos processos ecológicos essenciais, o manejo dos ecossistemas, a fiscalização das entidades responsáveis pela pesquisa nas áreas protegidas, a definição dos espaços territoriais

³ A Lei do SNUC foi proposta em 1979, mas somente foi enviada uma versão ao Congresso Nacional em 1992 (CASTRO Jr. et al., 2009).

protegidos, destacando além das áreas, seus componentes.” (VASQUES, 2008, p. 3)

Todos os objetivos nacionais de conservação estabelecidos pelo SNUC são apresentados em ARAUJO (2007).

Conforme o Art. 2º da Lei do SNUC *Unidade de Conservação* é definida como um:

“espaço territorialmente protegido e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção”.

As Unidades de Conservação são criadas para garantir a sobrevivência de animais e plantas (biodiversidade), os recursos genéticos e também para proteger os processos ecológicos essenciais e locais de grande beleza cênica, como montanhas, serras, cachoeiras, cânions, rios e lagos (SCHÄFFER et al., 2011).

Além de permitir a sobrevivência dos animais e plantas, essas áreas contribuem para regular o clima, abastecer os mananciais de água e proporcionar qualidade de vida às populações humanas. Entre seus objetivos, destacam-se: a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos; a proteção das espécies ameaçadas de extinção; a preservação e restauração da diversidade de ecossistemas naturais e degradados; a promoção do desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais; a valorização econômica e social da diversidade biológica; a proteção de paisagens naturais pouco alteradas e de áreas de notável beleza cênica; a proteção e recuperação dos recursos hídricos; a promoção da educação ambiental e do ecoturismo; o incentivo à pesquisa científica; e a proteção dos recursos naturais necessários à sobrevivência das populações tradicionais (BUENO, 2007; SCHÄFFER, 2011).

As Unidades de Conservação (UC), definidas e reguladas no SNUC, são também divididas em dois grupos e 12 categorias:

- *Proteção Integral* – tem como objetivo preservar a natureza, ou seja, manter os ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitindo apenas o uso indireto dos seus atributos naturais. Tal objetivo é fundamental, principalmente em parques localizados em áreas urbanas, os quais vêm sofrendo cada vez mais pressões pela busca de novas áreas para ocupação. Os parques urbanos já representam porções espaciais onde se situam os remanescentes de floresta, normalmente restritos em áreas de topo ou de difícil acesso (COSTA et al., 2009). Nesse

grupo, incluem-se Estações Ecológicas, Reservas Biológicas, Parques, Monumentos Naturais e Refúgios de Vida Silvestres (BENSUSAN, 2006).

- *Uso Sustentável* - são unidades de conservação onde é permitida a exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável. Nesse grupo estão Áreas de Proteção Ambiental, Áreas de Relevante Interesse Ecológico, Florestas Nacionais, Reservas Extrativistas, Reservas de Fauna, Reservas de Desenvolvimento Sustentável e Reservas Particulares do Patrimônio Natural (BENSUSAN, op.cit.; COSTA et al., op. cit.).

O art. 2º da Lei do SNUC (incisos XVII, XVIII e XIX) contribuiu com a sistematização de outros conceitos de destaque vinculados às unidades de conservação, como plano de manejo, zona de amortecimento e corredores ecológicos⁴, sendo os dois primeiros de interesse direto desta tese.

A referida lei impõe limites para impedir que existam atividades que possam colocar em risco a função ecológica do espaço, provocando a extinção de espécies ou submetendo os animais à crueldade. Uma vitória em termos normativos foi a exigência, por meio do artigo 25 de se estabelecer uma zona de amortecimento para toda unidade de conservação e, quando conveniente, corredores ecológicos. Em outras palavras, a área do entorno da unidade também fica sujeita a restrições de modo a minimizar danos decorrentes do aumento das pressões sobre os espaços protegidos, o que é tratado mais detalhadamente no subitem 2.1.3.1.1 (VASQUES, 2008).

O artigo 26, por sua vez, regulamenta que, quando existir um conjunto de unidades de conservação de categorias diferentes ou não, próximas, justapostas ou sobrepostas, e outras áreas protegidas públicas ou privadas, constituindo um mosaico, a gestão do conjunto deverá ser feita de forma integrada e participativa, considerando-se os seus distintos objetivos de conservação, de forma a compatibilizar a presença da biodiversidade, a valorização da sociodiversidade e o desenvolvimento sustentável no contexto regional (BRASIL, 2000).

Segundo VASQUES (2008), a reunião de unidades de conservação somente pode ser considerada um mosaico após o reconhecimento pelo Ministério do Meio Ambiente

⁴ A Lei do SNUC define corredores ecológicos como “porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas (...)” (BRASIL, 2000).

(MMA), a pedido dos órgãos gestores das unidades. O mosaico, uma vez aceito, deve dispor de um Conselho Consultivo. O objetivo maior da formação de um mosaico é a possibilidade de se criar uma administração integrada no espaço, para evitar divergências quanto à forma de atuação entre os órgãos responsáveis pela administração das unidades que compõem o conjunto, compatibilizando e otimizando as atividades de pesquisa, fiscalização e manejo das unidades do mosaico.

Um exemplo de mosaico é o *Mosaico Carioca*, reconhecido pela Portaria nº. 245 do MMA, publicada em 12 de julho de 2011 no Diário Oficial da União. O Mosaico Carioca abrange vinte e quatro áreas protegidas do município do Rio de Janeiro, e será gerido por três instituições⁵. O Parque Estadual da Pedra Branca, cuja vertente leste está inserida na área de estudo, compõe esse mosaico (MOSAICO CARIOCA, 2013).

O Artigo 27 da Lei do SNUC é muito importante, pois destaca que as unidades de conservação devem dispor de um Plano de Manejo, o qual deve abranger a área da unidade de conservação, sua zona de amortecimento e os corredores ecológicos, além de incluir medidas com o objetivo de promover sua integração à vida econômica e social das comunidades vizinhas (VASQUES, 2008; OLIVEIRA; SANTOS, 2010).

De acordo com o Art. 2º, XVII da Lei 9.985/2000, plano de manejo representa o:

“documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma unidade de conservação, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade.”

O artigo 27, parágrafo primeiro da Lei 9.985/2000 SNUC diz que o:

“Plano de Manejo deve abranger a área da unidade de conservação, sua zona de amortecimento e os corredores ecológicos, incluindo medidas com o fim de promover sua integração à vida econômica e social das comunidades vizinhas”.

Em seu art. 2º, XVIII conceitua zona de amortecimento, também denominada zona-tampão, como:

⁵ O Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) é responsável pelo Parque Nacional da Tijuca e pelo Monumento Natural das Ilhas Cagarras. O Instituto Estadual do Ambiente vai administrar o Parque Estadual da Pedra Branca, a Área de Proteção Ambiental de Gericinó/Mendanha, a Área de Proteção Ambiental de Sepetiba II e a Reserva Biológica e Arqueológica de Guaratiba. A Secretaria Municipal de Meio Ambiente da cidade do Rio de Janeiro fica com a gestão de 14 Parques Naturais municipais, de duas Áreas de Proteção Ambiental (dos Morros da Babilônia e São João; e dos Morros do Leme e Urubu) e também pelo Monumento Natural dos Morros do Pão de Açúcar e da Urca (MOSAICO CARIOCA, 2013).

“o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade”.

O Roteiro Metodológico de Planejamento voltado para Parques Nacionais, Reservas Biológicas e Estações Ecológicas, elaborado pelo IBAMA, foi lançado em 2002 para servir como um documento de referência nacional, destinado a fornecer as bases para a elaboração dos planos de manejo de categorias de unidades de conservação federais, estaduais e municipais. Neste documento são estabelecidos critérios para identificação de Zonas de Amortecimento, os quais são tratados no subitem 2.3.

Portanto, tão importante quanto gerir as unidades de conservação propriamente ditas é buscar diagnosticar, estabelecer critérios de uso e de ocupação e monitorar as zonas de amortecimento, de modo a evitar os avanços sobre os limites das áreas protegidas.

Entre os diversos objetivos do plano de manejo está o de estabelecer normas específicas que regulamentem a ocupação e o uso dos recursos da zona de amortecimento (ZA) e dos corredores ecológicos (CE), visando à proteção da Unidade de Conservação (IBAMA, 2002; INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE, 2011).

O plano de manejo possui caráter preventivo e deve conter todas as normas que irão regular a unidade de conservação e seu entorno, permitindo que cada unidade tenha suas peculiaridades respeitadas e analisadas individualmente (VASQUES, 2008). Por exemplo, o uso recreacional deve ser cuidadosamente considerado no plano de manejo de uma UC para evitar impactos sobre os recursos naturais no seu interior. Para isso, deve ser feito um planejamento adequado do entorno da unidade (zona de amortecimento) voltado para atividades de recreação (MOURA; COSTA, 2009).

Embora seja essencial que existam estudos com finalidades de identificar e diagnosticar as áreas de entorno de unidades de conservação, são poucos os planos de manejo que efetivamente definem a zona de amortecimento e a consideram no processo de planejamento e gestão de seus recursos naturais (COSTA et al., 2009).

A participação pública é prevista apenas em alguns planos de manejo, como nos casos das Reservas Extrativistas, das Reservas de Desenvolvimento Sustentável e das Áreas de Proteção Ambiental. MACHADO (2001, p. 256) critica essa omissão ao afirmar que “a correta elaboração do plano de manejo transcende os limites da unidade de conservação. A participação do público possibilitará permanente transparência da gestão das unidades.

A princípio, o plano de manejo deve conter informações de interesse em nível de detalhe acerca das características físicas, biológicas, sociais, culturais e de uso do solo da área protegida em questão e do seu entorno. Em seguida, a área protegida deve ser analisada inserida no contexto regional. Os principais objetivos da unidade de conservação devem ser explícitos no documento, determinando, inclusive, quais as atividades deverão ser executadas para atingí-los (VASQUES, 2008).

O plano de manejo deve ser elaborado no prazo de cinco anos a partir da data de criação da unidade de conservação (Figura 1). No entanto, as alegações para o não cumprimento desse dispositivo são que há falta de recursos dos órgãos responsáveis e que os custos para a elaboração dos planos de manejo são muito elevados (VASQUES, op. cit.).

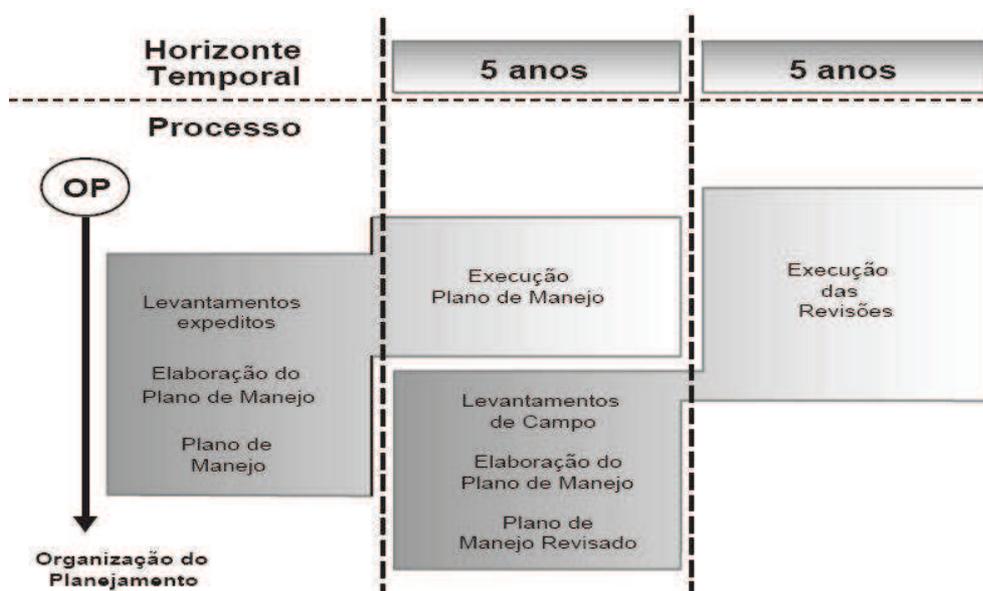


Figura 1 – Horizonte temporal relativo à elaboração e à continuidade do plano de manejo de Unidade de conservação.

Fonte: Extraído e adaptado de IBAMA (2002, p. 22)

Conforme MACHADO (2001), enquanto o documento não estiver pronto, um plano emergencial deve ser elaborado para regular as atividades de forma provisória. Caso contrário, uma Ação Civil Pública poderá ser promovida contra os órgãos executores para buscar judicialmente a efetividade legal.

2.1.3.1.1 A evolução jurídica relativa às zonas de amortecimento de Unidades de conservação no Brasil

A criação e delimitação da zona de amortecimento no entorno das unidades de conservação é uma das estratégias de manejo mais consagradas para absorver os

impactos da atividade humana em relação às alterações microclimáticas, aos processos erosivos acelerados e aos movimentos de massa, garantindo o equilíbrio ambiental e a manutenção dos mananciais hídricos, resguardando também o núcleo protegido para a biodiversidade. As zonas de amortecimento - também chamadas de zona de entorno ou de zona tampão - são territórios situados na periferia ou no entorno de unidades de conservação, que admitem atividades antrópicas que não prejudiquem o objetivo da conservação. Para isso, tais atividades estão sujeitas a normas e a restrições específicas estabelecidas pelo plano de manejo, com os propósitos de minimizar os impactos negativos sobre a Unidade de Conservação e de estabelecer medidas que busquem promover sua integração à vida econômica e social das comunidades vizinhas. (DIOS; MARÇAL, 2009).

Embora somente em 2000 com a Lei do SNUC (art. 25) tenha ficado estabelecido que todas as unidades de conservação devessem possuir uma zona de amortecimento (exceto as Reservas Particulares do Patrimônio Natural e das Áreas de Proteção Ambiental), desde a década de 60 já havia uma preocupação jurídica em normatizar uso e ocupação de áreas no entorno de terrenos estratégicos (VIO, 2001).

Ainda em 1967, o art. 10 da Lei nº 5197 de 3 de janeiro de 1967 estabelece a distância de 5 Km em relação a terrenos adjacentes a estabelecimentos oficiais e açudes do domínio público, onde são proibidas a utilização, a perseguição, a destruição e a caça de espécimes da fauna silvestre (VIO, 2001).

No Decreto 84.017, de 21 de setembro de 1979, que instituiu o Regulamento dos Parques Nacionais, o conceito de zona de amortecimento ainda não aparecia, existindo apenas o termo *zona de uso especial*, o qual estabelecia “que instalações necessárias à administração, manutenção e serviços do parque sejam implantadas na sua periferia, de forma a não conflitarem com seu caráter natural” (VIO, 2001, p. 351; VITALLI et al., 2009).

O Decreto 99.274/1990, em seu art. 27, já previa a zona de amortecimento ao utilizar o termo “áreas circundantes” de unidades de conservação. Qualquer atividade que pudesse afetar a biota, dentro de um raio de dez quilômetros, fica subordinada às normas editadas pelo CONAMA (VIO, op. cit.; VITALLI et al., op.cit.).

Embasado no decreto citado anteriormente e utilizando as denominações “entorno das unidades de conservação” e “áreas circundantes das unidades de conservação”, a zona de amortecimento foi regulamentada pela Resolução CONAMA 013/1990, determinando em seu art. 2º que toda atividade que pudesse afetar a biota, prejudicando

as áreas circundantes das unidades de conservação, em um raio de dez quilômetros fosse licenciada pelo órgão ambiental competente (VIO, op. cit.; VITALLI et al., op.cit.). Na referida resolução e depois no art. 25 da Lei do SNUC fica evidente a importância da interface entre as unidades de conservação e o seu entorno. No entanto, existem críticas quanto à dificuldade de aplicação da lei em unidades de conservação muito extensas, onde dez quilômetros pouco significariam no cumprimento do objetivo da zona de amortecimento, ou, por outro lado, em espaços protegidos localizados nos centros urbanos, em que seria inviável fazer o licenciamento de todas as atividades que pudessem prejudicar a unidade, uma vez que existe uma multiplicidade de uso no raio considerado.

A Resolução CONAMA no. 10 de 1º de outubro de 1993 define, entre outros termos, a expressão *entorno de unidades de conservação* como “área de cobertura vegetal contígua aos limites de unidades de conservação, que for proposta em seu respectivo plano de manejo, zoneamento ecológico/econômico ou plano diretor, de acordo com as categorias de manejo” (VIO, 2001, p. 353).

O art. 40 da Lei nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998, trata da pena de reclusão de 1 a 5 anos em caso de danos diretos ou indiretos às unidades de conservação e as áreas tratadas no art. 27 do Decreto nº 99274/1990 (VIO, op. cit.).

O art. 27 do Decreto nº 3179 de 27 de setembro de 1999 estabelece valores de multas a quem causar danos diretos ou indiretos às unidades de conservação e as áreas tratadas no art. 27 do Decreto nº 99274/1990 (VIO, op. cit.).

O art. 25 da Lei 9.985/2000 (Lei do SNUC) determina que cabe ao órgão responsável pela administração da unidade estabelecer e regular a ocupação e o uso dos recursos da zona de amortecimento. Seus limites podem ser estabelecidos no ato de criação da unidade de conservação ou posteriormente, sendo o mais comum após a criação da unidade, de acordo com o que for determinado pelo plano de manejo (VITALLI et al., 2009). Ao estabelecer que na zona de amortecimento as atividades humanas estarão sujeitas a normas e restrições específicas, fica implícito que tais restrições carecem de regulamentação. VITALLI et al.(2009, p. 71) destaca que a Lei do SNUC:

“não estabeleceu sanções para o descumprimento das normas relativas à zona de amortecimento, não há respaldo jurídico para fazer valerem essas normas a não ser aqueles contidos na Resolução nº. 13/90, no art. 27 do Decreto Federal nº. 99.274/90 e na Lei nº. 9.605/98 (Lei de Crimes Ambientais).”

Ressalta-se que a zona de amortecimento, na verdade, não faz parte da unidade, mas fica sujeita, por força de Lei, a um modo de zoneamento obrigatório, que regula e permite certas atividades econômicas. Conforme parágrafo único do art. 49 da Lei do SNUC, a zona de amortecimento de uma unidade de conservação após ser definida formalmente não pode ser transformada em zona urbana (VIO, 2001). No entanto, danos podem ser causados às áreas no entorno de UC que não tiveram suas respectivas zonas de amortecimento estabelecidas na ocasião da criação e permaneceram sem delimitação pelos órgãos gestores (VASQUES, 2008).

A Resolução CONAMA nº 428 de 17 de novembro de 2010 torna sem efeito o que estabelecia a Resolução 13/1990, segundo a qual, as unidades de conservação sem plano de manejo deveriam definir uma zona de amortecimento de 10 mil metros a partir dos seus limites. A nova resolução regulamenta os procedimentos de licenciamento ambiental de empreendimentos que afetam unidades de conservação ou suas zonas de amortecimento, as quais diminuíram em extensão, passando dos 10 mil metros para 3 mil, nos casos de empreendimentos de significativo impacto ambiental, considerados assim pelo órgão ambiental licenciador, com base em estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental - EIA/Rima (BRASIL, 2010).

Segundo as novas regras, os órgãos gestores das unidades de conservação federais, estaduais ou municipais têm o prazo de cinco anos - contados da publicação da Resolução nº 428 - para definirem os planos de manejo das UC que ainda não os possuem. Após esse prazo, as UC que permanecerem sem plano de manejo ficarão sem zona de amortecimento.

2.2 O papel das zonas de amortecimento de Unidades de Conservação

Segundo VIO (2001, p. 349), as zonas de amortecimento devem auxiliar na:

- “formação de uma área de amortecimento no entorno da unidade de conservação, que segure as pressões de borda promovidas pelas atividades antrópicas;
- proteção de mananciais, resguardando a qualidade e a quantidade da água;
- promoção e manutenção da paisagem em geral e do desenvolvimento do turismo ecológico, com a participação da iniciativa privada;
- ampliação das oportunidades de lazer e recreação para a população do entorno das unidades de conservação;
- educação ambiental servindo como base para consolidar a atitude de respeito às atividades e necessidades ligadas à conservação ambiental e à qualidade de vida;
- contenção da urbanização contínua e desordenada.

- consolidação de usos adequados e de atividades complementares à proposta do plano de manejo da unidade de conservação”.

A zona de amortecimento cumpre, portanto, o papel de ampliação do espaço físico das unidades de conservação, criando condições de proteção e abrigo à fauna, reduzindo o risco de extinção de espécies devido à diminuição da extensão do habitat (VIO, 2001). Por outro lado, alguns autores, como SAYER (1991, p. 185 *apud* DIOS; MARÇAL, *op. cit.*) entendem que a principal função de uma zona de amortecimento “seria proteger uma variedade de atividades de conservação e desenvolvimento nas áreas circundantes aos parques e reservas, bem como fornecer benefícios para a população local”, revelando um viés antropocêntrico.

VIO (2001) aponta ainda os problemas que determinam a necessidade das zonas de amortecimento, tais como:

a) contenção do efeito de borda promovido pela interferência antrópica no sistema natural de proteção integral – em virtude das crescentes pressões que a zona rural vem sofrendo por parte da localização de indústrias, de atividades de serviços, centros de lazer e recreação, além da implantação de loteamentos, chácaras de recreação, todos dispostos de forma desorganizada, sem qualquer diretriz e no local de interesse exclusivo de cada empreendedor.

As zonas de amortecimento são enquadradas pela legislação atual como zona rural. De acordo com VIO (2001, p. 350)

“O uso da zona rural para a expansão urbana é uma tendência que ocorre em função do menor custo da terra, reflexo do interesse econômico de ganho fácil dos incorporadores das terras, que ditam as regras dos planos diretores (quando existem) e encontram saídas na legislação, para a privatização dos altos lucros e a distribuição dos elevados custos dos serviços básicos e o funcionamento de um empreendimento imobiliário, onerando indiretamente o contribuinte”.

Portanto, o papel da zona de amortecimento não é meramente ambiental, mas também relacionado ao controle do crescimento urbano desordenado. Além disso, pode basear o desenvolvimento do turismo, tanto ecológico como rural.

b) amenização dos impactos promovidos pelas práticas rurais anti-ambientais, principalmente o uso de agrotóxicos e de fogo. Poderá haver o extermínio da flora e da fauna, caso não sejam tomados os devidos cuidados com os efeitos danosos desses agentes químicos sobre o ser humano e o meio ambiente.

c) necessidade de ampliar o espaço físico das unidades de conservação, em função da redução de habitat, fato que tem levado inúmeras espécies da fauna e da flora à extinção.

2.3 Os critérios para delimitação das zonas de amortecimento de Unidades de Conservação

COSTA et al. (2009) sustentam que, ao se tentar definir uma zona de amortecimento, alguns pressupostos devem ser considerados, entre eles:

a) a contiguidade com os limites da área a ser protegida, uma vez que o objetivo da zona de amortecimento é justamente proteger o interior da unidade de conservação dos impactos externos a ela;

b) a natureza do uso/ocupação do solo na área proposta, procurando manter na zona de amortecimento, áreas florestadas, terras agrícolas e demais atividades que pouco impacto poderão acarretar direta ou indiretamente o interior da área protegida;

c) a densidade populacional, pois áreas densamente povoadas devem ser mantidas fora da zona de amortecimento, pelo fato de implicarem em ações impactantes, que podem ultrapassar os limites da área legalmente protegida.

Portanto, segundo os autores citados, é fundamental que seja realizado um diagnóstico detalhado da área que se pretende definir como zona de amortecimento, observando-se a coerência dos limites propostos com os preceitos da legislação. Na verdade, não existem normas que indicam os tipos de avaliações que devam ser feitas e que critérios (e/ou parâmetros) devem ser levados em conta. BENSUSAN (2006) reforça a necessidade de se normatizar as atividades localizadas no entorno das UC.

Uma importante contribuição foi dada pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), órgão executor do SNUC na esfera federal, vinculado ao Ministério do Meio Ambiente, ao estabelecer critérios para identificação de zonas de amortecimento por meio de seu *“Roteiro Metodológico de Planejamento”*, lançado em 2002 e disponível na internet. Tais critérios também foram respeitados pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA) que, em 2011, disponibilizou *“Roteiro metodológico para elaboração de planos de manejo: parques estaduais, reservas biológicas, estações ecológicas”*.

Com base nos roteiros metodológicos do IBAMA (2002, pp. 96 e 97) e do INEA (2011, pp. 64 a 66), foi elaborado o Quadro 1 a seguir, que apresenta os critérios de inclusão e de exclusão de locais a serem considerados na delimitação da zona de amortecimento de unidades de conservação. Nesta pesquisa de tese, foram objetos de análise e de mapeamento na área de estudo os dois critérios que estão em negrito: áreas com risco de ocorrência de movimentos de massa e as **Áreas de Preservação Permanente (APP)**.

<p>Critérios de Inclusão</p>	<p>As microbacias dos rios que fluem para a unidade de conservação e, quando possível, considerar os seus divisores de água.</p> <p>Áreas de recarga de aquíferos.</p> <p>A velocidade, o sentido e a sazonalidade das correntes marinhas e os ventos que afetem as unidades de conservação marinhas.</p> <p>Locais de nidificação ou de pouso de aves migratórias ou não.</p> <p>Áreas litorâneas tais como manguezais, estuários, restingas, dunas, lagunas, praias arenosas e costões rochosos que tenham significativa relação química, física ou biológica com as unidades de conservação marinhas.</p> <p>Locais de desenvolvimento de projetos e programas federais, estaduais e municipais que possam afetar a unidade de conservação (assentamentos, projetos agrícolas, pólos industriais, grandes projetos privados e outros).</p> <p>Áreas úmidas com importância ecológica para a UC.</p> <p>Unidades de conservação em áreas contíguas.</p> <p>Áreas naturais preservadas, com potencial de conectividade com a unidade de conservação (APP, RL, RPPN e outras).</p> <p>Remanescentes de ambientes naturais próximos à UC que possam funcionar ou não como corredores ecológicos.</p> <p>Sítios de alimentação, descanso/pouso e reprodução de espécies que ocorrem na unidade de conservação.</p> <p>Áreas sujeitas a processos de erosão, de escorregamento de massa, que possam vir a afetar a integridade da UC.</p> <p>Áreas com risco de expansão urbana ou presença de construção que afetem aspectos paisagísticos notáveis junto aos limites da UC.</p> <p>Ocorrência de acidentes geográficos e geológicos notáveis ou aspectos cênicos próximos à UC.</p> <p>Recifes, bancos de algas, parcéis, fenômenos oceanográficos (ressurgências, convergências, vórtices e outros) que apresentem significativa relação química, física ou biológica com as UC marinhas.</p> <p>Sítios de importância ecológica para espécies marinhas (áreas de reprodução, desova e alimentação de espécies), assim como bancos de algas.</p> <p>Áreas de litoral, deltas de rios, que possam afetar unidades de conservação marinhas.</p> <p>Sítios arqueológicos.</p>
<p>Critérios para não inclusão</p>	<p>Áreas urbanas já estabelecidas;</p> <p>Áreas estabelecidas como expansões urbanas pelos Planos Diretores municipais ou equivalentes legalmente instituídos;</p>
<p>Critérios de Ajuste</p>	<p>Limites identificáveis no campo (linhas férreas, estradas, rios e outros de visibilidade equivalente);</p> <p>Influência do espaço aéreo (ventos que conduzam emissões gasosas, por exemplo) e do subsolo (que possa comprometer os aquíferos e os solos da UC).</p>

Quadro 1 – Critérios para delimitação da zona de amortecimento

Antes de qualquer coisa, a definição de uma zona de amortecimento deve sempre estar condicionada às necessidades de cada tipo de unidade de conservação e deverá considerar a realidade das comunidades afetadas pela área protegida, assim como os seus aspectos físicos, socioeconômicos, culturais, de uso do solo e de cobertura vegetal. Consequentemente, são diversos os critérios para se estabelecer a extensão de uma zona de amortecimento.

Uma vez estabelecida a extensão da zona de amortecimento e havendo materiais disponíveis – como estudos e mapeamentos anteriores, ortofotos e imagens digitais, por exemplo - é possível executar o diagnóstico e a mensuração dos aspectos anteriormente citados, buscando-se construir indicadores socioambientais. Posteriormente, esses indicadores podem ser mapeados e submetidos a uma análise multicritério integrada por meio de sistema de informação geográfica. Essa análise pode resultar em mapas-síntese de fragilidade ambiental e de risco de movimentos de massa e de risco de expansão urbana, por exemplo. Esses mapeamentos podem revelar as áreas de maior fragilidade, que podem ser submetidas a maiores restrições quanto ao uso e ocupação. Esse procedimento analítico pode contribuir para uma gestão eficaz da unidade de conservação e do seu entorno, subsidiando a definição de políticas públicas passíveis de serem aplicadas nas zonas de amortecimento, conforme as potencialidades.

É importante ressaltar que a definição das zonas de amortecimento deverá ser específica para cada caso, pois dependerá das características do contexto ambiental onde se insere. Além disso, deverá ser fundamentalmente dinâmica, porque o objetivo não é restringir ou congelar o desenvolvimento econômico da região, mas sim ordenar, orientar e promover todas as atividades compatíveis com o propósito o objetivos da zona de amortecimento, criando condições para que os municípios envolvidos interajam com a unidade de conservação e criem uma base sólida para o seu próprio desenvolvimento social e econômico, respeitando e utilizando as características e potencialidade da região (VIO, 2001).

No entanto, deve-se destacar que estabelecer uma zona de amortecimento de 3000 metros de extensão a partir da cota de 100 metros em uma metrópole como o Rio de Janeiro é impraticável, diante da intensa ocupação presente em todas as regiões administrativas da cidade.

2.4 O desafio da normatização de uso e ocupação do solo em zonas de amortecimento de Unidades de Conservação em áreas urbanas: o contexto do Município do Rio de Janeiro

Desde quando o conceito de zona de amortecimento começou a ser mais discutido, estabeleceu-se uma questão premente: a zona de amortecimento deve ser amplamente protegida ou usada para potencializar o desenvolvimento econômico da região? Tal questionamento torna-se mais evidente em unidades de conservação localizadas na costa atlântica brasileira, pois, em virtude da intensa ocupação, caracterizam-se como “ilhas” em meio a paisagens dominadas por áreas urbanas e rurais já consolidadas. As unidades de conservação do Estado do Rio de Janeiro estão inseridas neste contexto, o que significa que a sua criação atinja diretamente a economia local, sendo necessário instituir formas de planejamento e de gestão para as zonas de amortecimento, de modo a possibilitar o sustento econômico e, ao mesmo tempo, conter o efeito de borda decorrente da ação antrópica no sistema natural da unidade de conservação (DIOS; MARÇAL, op. cit.).

Na cidade do Rio de Janeiro estão presentes unidades de conservação cujos gestores estão vinculados às esferas municipal, estadual e federal, sendo exemplos das duas últimas o Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB - onde está em parte inserida a área de estudo desta tese) e o Parque Nacional da Tijuca. O tecido urbano da cidade carioca vem se expandindo em direção aos limites das unidades de conservação, principalmente nos últimos vinte anos, tanto por meio de mecanismos formais (empreendimentos e loteamentos residenciais licenciados pela Prefeitura), como por ocupações irregulares.

Em face das pressões crescentes das populações sobre as áreas protegidas, com o intuito de ocupação residencial ou de extração de recursos para sua subsistência, é fundamental que se estabeleçam normas de uso e de ocupação nas áreas no entorno das unidades de conservação. Os principais instrumentos jurídicos que determinam a política urbana, responsável pelo ordenamento do uso do solo, são a própria Constituição Federal, o Estatuto da Cidade e o Plano Diretor. No que tange à Unidade de Conservação, como já abordado no subitem 2.1.3.1, o Plano de Manejo (previsto pela Lei do SNUC) é o documento técnico que fundamenta os objetivos gerais de uma unidade de conservação e estabelece o seu zoneamento e as normas de uso e de manejo dos recursos naturais (inclusive a implantação das estruturas físicas e necessárias à gestão da unidade) (VITALLI et al., 2009).

A Constituição Federal (CF) Brasileira de 1988 (BRASIL, 1988) em seu Artigo 21 estabelece a competência da União, que é “instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico e transportes urbanos” e também a competência dos Municípios, no Artigo 30, que é “promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano”.

O Artigo 182 do Capítulo II (Da Política Urbana) da CF trata da política de desenvolvimento urbano, que deve ser executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei. Essa política tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes (BRASIL, 1988). O Plano Diretor é obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes. Representa o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana, com objetivo de proporcionar aos munícipes o bem-estar social (qualidade de vida) e alcançar a sustentabilidade no ambiente urbano construído, como preconiza o Estatuto da Cidade (CARVALHO, 2001).

O Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001) regulamenta o Artigo 182 da CF. Esta Lei estabelece “normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.” Entre as diretrizes gerais estabelecidas pelo Artigo 2º do Estatuto da Cidade, que trata da política urbana está a ordenação e controle do uso do solo, buscando-se, com isso, evitar, entre outras coisas, a deterioração das áreas urbanizadas, a poluição e a degradação ambiental, a exposição da população a riscos de desastres⁶. Além disso, o mesmo artigo também determina a “adoção de padrões de produção e consumo de bens e serviços e de expansão urbana compatíveis com os limites da sustentabilidade ambiental, social e econômica do Município e do território sob sua área de influência”, a “proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído (...)”, entre outras metas (BRASIL, 2001; RODRIGUES, 2004).

⁶ O risco a desastres está incluído na Lei nº 12.608, de 2012 institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC, dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC e autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres e dá outras providências. Segundo o Artigo 8º desta lei, compete aos Municípios: executar a PNPDEC e coordenar as ações do SINPDEC no âmbito local; incorporar as ações de proteção e defesa civil no planejamento municipal, identificar e mapear as áreas de risco de desastres, promover a fiscalização das áreas de risco de desastre e vedar novas ocupações nessas áreas, entre outras ações.

O Plano Diretor, como já mencionado, é o instrumento da política urbana, adotado no planejamento da esfera municipal, conforme determina o Artigo 4º do Estatuto da Cidade. De acordo com o Artigo 39 (Capítulo III - Do Plano Diretor) do referido estatuto, a propriedade urbana cumpre sua função social quando:

"atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor, assegurando o atendimento das necessidades dos cidadãos quanto à qualidade de vida, à justiça social e ao desenvolvimento das atividades econômicas, respeitadas as diretrizes previstas no art. 2º desta Lei." (BRASIL, 2001)

O Plano Diretor é parte integrante do planejamento municipal, devendo ser obrigatório, entre outros aspectos, para cidades incluídas no cadastro nacional de Municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto ou processos geológicos correlatos. Nestes casos, o plano deverá (BRASIL, 2001):

- possuir mapeamento contendo as áreas suscetíveis à ocorrência de movimentos de massa, considerando-se as informações contidas nas cartas geotécnicas;
- apresentar planejamento de ações de intervenção preventiva e realocação de população de áreas de risco de desastre;
- implementar medidas de drenagem urbana necessárias à prevenção e à mitigação de impactos de desastres;
- estabelecer diretrizes para a regularização fundiária de assentamentos urbanos irregulares, se houver, observadas a Lei nº 11.977⁷, de 7 de julho de 2009, e demais normas federais e estaduais pertinentes, e previsão de áreas para habitação de interesse social por meio da demarcação de zonas especiais de interesse social e de outros instrumentos de política urbana, onde o uso habitacional for permitido.

De acordo com VITALLI et al., (2009, p. 72), o Poder Público poderá intervir na:

“propriedade privada com a finalidade de proporcionar qualidade de vida a toda coletividade e para assegurar a conservação do ecossistema, acabando por impor aos particulares certas limitações ao exercício do direito de propriedade.”

Essa intervenção do Poder Público é normatizada pela Constituição e regulamentada pelo Estatuto da Cidade, que disciplinam as medidas interventivas e

⁷ Dispõe sobre o Programa *Minha Casa, Minha Vida* e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas. O Programa *Minha Casa, Minha Vida* tem por finalidade criar mecanismos de incentivo à produção e aquisição de novas unidades habitacionais ou requalificação de imóveis urbanos e produção ou reforma de habitações rurais, para famílias com renda mensal de até R\$ 4.650,00 (quatro mil, seiscentos e cinquenta reais) (BRASIL, 2009).

estabelecem o modo e forma de sua execução, sempre condicionada ao atendimento do interesse público e ao respeito pelos direitos individuais assegurados pelas leis federais (MEIRELLES, 2008 *apud* VITALLI et al., 2009). Alguns dos atos de intervenção Estatal na propriedade privada são realizados por alguns institutos jurídicos e políticos, como: desapropriação (feita com prévia e justa indenização em dinheiro), servidão administrativa, limitações administrativas, tombamento de imóveis ou de mobiliário urbano, instituição de unidades de conservação e instituição de zonas especiais de interesse social (BASTOS, 1994 *apud* VITALLI et al., 2009; BRASIL, 2001). Dentre essas modalidades de intervenção, destaca-se a limitação administrativa, que é uma das formas pela qual: “o Estado, no uso de sua soberania interna, intervém na propriedade e nas atividades particulares” (MEIRELLES, 2008, p. 639 *apud* VITALLI et al., 2009, p. 73), com o fim de condicionar o exercício do direito de propriedade ao bem-estar social.

Segundo VITALLI et al. (2009, p. 73), a zona de amortecimento prevista pelo SNUC e pela Resolução CONAMA nº 428/2010 pode ser classificada como limitação administrativa, pois condiciona o exercício do direito de propriedade ao cumprimento da função ambiental da propriedade, uma vez que se baseia “na obrigatoriedade do proprietário zelar pela proteção e pela conservação ambiental em prol do bem-estar da coletividade.” ORLANDO (1997 *apud* VITALLI et al., 2009, p. 74) afirma que “o uso do entorno de cada unidade de conservação deve ser controlado, impondo-se, ao particular, limitações administrativas ao exercício do direito de propriedade.” Neste sentido, é de fundamental importância que o plano de manejo estabeleça, claramente, quais atividades na zona de amortecimento deverão ser obrigatoriamente licenciadas pelos órgãos competentes, já que o licenciamento é um processo com sanções expressas a quem descumpra o que nele estiver disposto.

Vale destacar que o Estatuto da Cidade determina que, além do estudo prévio de impacto ambiental (EIA), o Plano Diretor deve definir os empreendimentos e as atividades privados ou públicos em área urbana que dependerão também de elaboração de estudo prévio de impacto de vizinhança (EIV) para obter as licenças ou autorizações de construção, ampliação ou funcionamento a cargo do Poder Público municipal. O EIV deve ser executado de forma a contemplar os efeitos positivos e negativos do empreendimento ou atividade quanto à qualidade de vida da população residente na área e suas proximidades (ARAÚJO, 2008; OLIVEIRA; SANTOS, 2010).

O Plano Diretor da Cidade do Rio de Janeiro, estabelecido pela Lei Complementar n.º 111, de 1º de fevereiro de 2011, dispõe sobre a política urbana e

ambiental que deve ser aplicada no município. Essa lei determina que o Plano Diretor seja avaliado a cada cinco anos e revisto a cada dez anos.

O Artigo 8º determina que o ordenamento territorial no território municipal deve ser feito em conformidade com o Macrozoneamento e com as diretrizes de uso e ocupação do solo. Essas diretrizes deverão indicar os padrões de ocupação urbana a serem adotados no processo de adensamento e de expansão da Cidade, entre outros aspectos.

Em seu Parágrafo único é determinado que a ordenação do território deverá observar também as condições ambientais, tendo como referência as bacias e sub-bacias hidrográficas definidas pelos maciços montanhosos e baixadas.

A área de estudo da tese está inserida na Macrozona de Ocupação Condicionada, o que significa que deverá haver restrições quanto ao adensamento populacional, à intensidade construtiva e a instalação das atividades econômicas, observando-se a proteção ambiental e paisagística.

Os artigos 9º e 10º do referido Plano Diretor estabelecem, respectivamente a composição da estrutura urbana básica do Município e as suas diretrizes. O Artigo 11º indica que a estrutura urbana básica deve ser promovida mediante:

“a instituição de Pólos de Atração de Investimentos e Desenvolvimento Sustentável – PADES, localizados ao longo do anel viário de integração municipal, cujo objetivo é fomentar a atração de Investimentos e a valorização ambiental e social das respectivas áreas de influência, com vistas a um desenvolvimento mais homogêneo das diversas regiões da cidade, à redução dos deslocamentos e a valorização das identidades dos bairros e regiões.” (RIO DE JANEIRO, 2011)

O Artigo 15 da referida lei estabelece que:

“Em todo o território municipal não há restrição ao uso residencial nas tipologias construtivas permitidas para o local, salvo onde a convivência com outros usos instalados ou condições ambientais adversas causem risco à população residente e onde seja incompatível com a proteção do meio ambiente.”

O Parágrafo 1º do mesmo artigo determina que não serão permitidas “construções em áreas consideradas impróprias pela administração municipal”. São exemplos dessas áreas impróprias a(s):

- Áreas de risco;
- Faixas marginais de proteção de águas superficiais;
- Faixas de proteção de adutoras e de redes elétricas de alta tensão;
- Faixa de domínio de estradas federais, estaduais e municipais;
- Áreas de Preservação Permanente (apresentadas no subitem 2.5) e Unidades de Conservação da Natureza;

- Áreas frágeis de encostas, em especial os talwegues, e as áreas frágeis de baixadas.

Em seu Artigo 26, o Plano Diretor determina as *Áreas de Restrição à Ocupação Urbana*. Segundo essa Lei, áreas de restrição à ocupação urbana são as que apresentam uma das seguintes características:

- a) ser objeto de proteção ambiental;
- b) possuir condições físicas adversas à ocupação;
- c) ser de transição entre as áreas objeto de proteção ambiental e as áreas com ocupação urbana.

O Artigo 27 do referido plano define as áreas objeto de proteção ambiental como aquelas constituídas por unidades de conservação ou áreas de preservação permanente, zonas de conservação ambiental, sítios de relevante interesse ambiental, bem como as demais áreas passíveis de proteção. Em seu parágrafo único determina que nas áreas de preservação permanente sejam permitidas somente atividades destinadas a recuperá-las e a assegurar sua proteção.

Em seu Artigo 28 estabelece que as encostas, sujeitas a deslizamentos, desmoronamentos e a outros processos geológicos ou geotécnicos que comprometam ou possam comprometer a sua estabilidade, constituem áreas frágeis, com condições físicas adversas à ocupação.

O mesmo artigo determina que:

“As áreas frágeis de encostas terão seus usos condicionados a critérios geotécnicos de avaliação dos riscos de escorregamentos e se dividem em:
I - passíveis de ocupação, desde que efetuadas, previamente, obras estabilizantes;
II - vedadas à ocupação.” (RIO DE JANEIRO, 2011)

A Seção II do referido Plano Diretor trata do Projeto de Estruturação Urbana (PEU). O PEU é o instrumento de implementação da estrutura urbana e reúne as regras norteadas por políticas e ações determinadas para orientar o desenvolvimento físico-urbanístico de um conjunto de bairros vizinhos com características semelhantes. O Artigo 12º indica que o PEU busca identificar e estimular atividades econômicas e sociais mais relevantes e relacionadas às vocações locais, observadas as dimensões de sustentabilidade. Entre os conteúdos do PEU, aqueles relacionados às áreas protegidas e às sujeitas a riscos de movimentos de massa são (SMU, 2012):

- a definição Áreas de Especial Interesse diversas (urbanístico, social, ambiental, turístico ou funcional), com o estabelecimento dos parâmetros de ocupação, ações e intervenções específicas complementares;

- a definição de áreas de preservação ambiental e do patrimônio construído;
- a identificação das áreas frágeis de encosta e de baixada, quando for o caso, com a definição de regras para sua ocupação;

No entanto, o PEU das Vargens⁸, instituído pela Lei Complementar nº 104 de 27 de novembro de 2009, sofreu fortes críticas com relação ao seu conteúdo e zoneamento. NAME (2010) analisa o PEU das Vargens e sinaliza diversas incongruências, expondo preocupações com os desdobramentos sociais, econômicos e ambientais que poderão derivar desta lei. O autor observa que os parâmetros apresentados pelo PEU das Vargens não foram discutidos e não se encontram sustentados em um estudo de viabilidade que leve em consideração a inter-relação entre os fatores que influenciam a qualidade do ambiente natural e construído (NAME, 2010). O autor também afirma que a referida lei propõe um modelo de ocupação que não está adequado ao Estatuto da Cidade, além de ignorar a revisão do Plano Diretor. Na visão do autor, o PEU das Vargens é capaz de gerar um risco potencial às condições ambientais da área, que, por isso, se implantado, necessitará maiores orçamentos tanto para viabilizar a ocupação da área como para se minimizar os prováveis danos ambientais por ela produzidos.

2.5 As Áreas de Preservação Permanente e sua inclusão nas zonas de amortecimento de Unidades de Conservação

De acordo com o as resoluções do IBAMA (2002) e do INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (2011) relacionadas no Quadro 1, as Áreas de Preservação Permanente (APP) devem fazer parte das zonas de amortecimento das unidades de conservação.

No Brasil, por meio do antigo Código Florestal, Lei nº 4.471 (BRASIL, 1965), revogada pela Lei nº 12.651 (BRASIL, 2012), além das unidades de conservação, outras áreas naturais devem ser protegidas sempre, independentemente de sua localização no território, como as margens de rios, nascentes e topos de morro, entre outras. Essas áreas são consideradas Áreas de Preservação Permanente, independentemente de estarem em áreas rurais ou urbanas, em terras particulares ou públicas. As APP são áreas que têm um papel crucial na prevenção de riscos de movimentos de massa. As APP, juntamente com as UC, além de protegerem a biodiversidade também assumem uma importância muito grande na proteção dos recursos hídricos, no controle da erosão

⁸ Inclui os bairros de Vargem Grande, Vargem Pequena, Camorim e parte dos bairros do Recreio dos Bandeirantes, Barra da Tijuca e Jacarepaguá, inseridos na área de estudo desta tese.

e na proteção de ecossistemas frágeis como encostas, topos de morro e mananciais hídricos, atributos essenciais para garantir o bem estar das populações humanas (SCHÄFFER et al., 2011).

Nesse sentido, o Código Florestal estabelece critérios para a manutenção da biodiversidade e da função ecológica e ambiental dos ecossistemas em faixas determinadas para todo o território nacional. Por sua abrangência, tal instrumento revelou-se de complexa aplicação frente às diversas realidades territoriais no país. O Código Florestal, que foi fruto de discussões desde a promulgação de sua antiga versão em 1965 e revisão recente, contribui com a definição de APP, a qual é considerada como uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

O Código em vigor (BRASIL, 2012) considera como preservação permanente as seguintes áreas, com ou sem vegetação nativa, em áreas rurais e urbanas:

- as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, desde a borda da calha do leito regular, considerando faixas mínimas a partir da largura⁹ dos mesmos;
- as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, considerando faixas mínimas para zonas rurais e urbanas;
- as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;
- as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;
- as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;
- as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
- os manguezais, em toda a sua extensão;
- as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;
- no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°;

⁹ Rios de até 10 m de largura devem ter 30 m de mata preservada; para rios de 10 a 50 m de largura, 50 m de mata; de 50 a 200 m de largura, 100 m de mata; de 200 a 600 m de largura, 200 m de mata; e rios de mais de 600 m de largura devem ter 500 m de mata preservada em suas margens.

- as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;
- em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado.

O Código define ainda que a situação das APP urbanas deverá estar integrada ao disposto nos respectivos planos diretores municipais e nas leis de uso do solo, porém respeitados os princípios e limites apresentados na lei federal. Há de destacar ainda que, segundo a lei, a intervenção ou a supressão de vegetação nativa em APP somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental. Apesar das diretrizes apontadas, como o Artigo 2º do código, que delimita uma área *non edificandi* (ou seja, área que não deve não sofrer qualquer tipo de alteração antrópica), na prática, essas áreas têm sido ignoradas na maioria dos núcleos urbanizados, realidade que se associa a graves prejuízos ambientais (CONCEIÇÃO; DORNELLES, 2012). Em geral, assiste-se a ocupações realizadas tanto pelo mercado imobiliário formal como pelas moradias de baixa renda avançarem por áreas que legalmente deveriam estar protegidas (UC e APP), com as suas características naturais originais preservadas.

Essa situação no Brasil é resultado do processo histórico de ocupação desordenada do território aliado à falta de planejamento em setores, tais como o de habitação, que conduziu ao loteamento irregular de áreas ambientalmente frágeis no meio urbano. Há de se destacar que, este tipo de ocupação, nos núcleos mais consolidados, em muitos casos, é anterior ao próprio estabelecimento de restrições legais a favor da preservação ambiental de florestas, como as Áreas de Preservação Permanente e as Unidades de Conservação, como é mostrado no Capítulo 3.

2.6 A importância da determinação do risco de ocorrência de movimentos de massa para a definição de zona de amortecimento de Unidades de Conservação

Neste subitem são apresentados os marcos conceituais mais relevantes sobre risco ambiental, dando ênfase ao risco de ocorrência de movimentos de massa.

CHRISTOFOLETTI (1980, p. 28) define *Movimentos de massa ou do regolito* (rocha alterada, decomposta) como

“todos os movimentos gravitacionais que promovem a movimentação de partículas ou partes do regolito pela encosta abaixo. A ação da gravidade é a única força importante envolvida. A presença da água exerce função importante no movimento do regolito por reduzir o coeficiente de fricção

e por aumentar o peso da massa intemperizada, preenchendo os espaços entre os poros”.

Quanto ao risco de ocorrência de movimentos de massa, são tratados os tipos de processos que comumente acontecem em áreas do Sudeste Brasileiro, os fatores condicionantes dos movimentos de massa, além da relevância da componente espacial nas análises e no zoneamento do risco. Outro conceito importante e complementar ao de risco que é apresentado é o de vulnerabilidade ambiental.

A temática acerca do risco de ocorrência de movimentos de massa está sendo aqui trabalhada, porque os roteiros metodológicos do IBAMA (2002) e do INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (2011) estabelecem que as áreas com riscos de ocorrência de movimentos de massa e de processos erosivos acelerados, que possam vir a afetar a integridade da área protegida, devem ser incluídas na definição e na delimitação de zonas de amortecimento de Unidades de Conservação, como mostrou o Quadro 1. Além das áreas de risco propriamente ditas, outro critério previsto nos roteiros e que também foi considerado na pesquisa da tese foi a localização das Áreas de Preservação Permanente (APP), estabelecidas pelo Código Florestal Brasileiro (já comentadas no subitem 2.5).

Observando-se a tendência global de crescimento populacional, particularmente em áreas urbanas, além da intensificação das atividades produtivas na sociedade globalizada, as questões relacionadas aos riscos ambientais e à vulnerabilidade associada a eles emergem com toda a força. Nesse sentido, a seguir são destacados alguns marcos conceituais acerca do termo risco ambiental. Logo em seguida, é apresentada uma discussão mais específica acerca dos conceitos, dos processos, dos condicionantes ambientais relacionados, especificamente, ao risco de ocorrência de movimentos de massa abordado na pesquisa. Também é feito destaque para a relevância do mapeamento e do zoneamento de risco de ocorrência de movimentos de massa, bem como para algumas propostas, estabelecidas por autores, de medidas estruturais e não-estruturais para redução do risco analisado.

2.6.1 Principais marcos conceituais sobre risco e vulnerabilidade ambiental

Nas duas últimas décadas vem ocorrendo o aumento no número de estudos que buscam mapear os riscos ambientais, estabelecendo a inter-relação com os seus condicionantes físicos e de uso do solo.

Os diferentes conceitos de risco têm sido utilizados em diversas ciências e ramos do conhecimento e adaptados segundo os casos em questão. Alguns levantamentos,

como os realizados por MARANDOLA JUNIOR; HOGAN (2004) e por VEYRET (2007), por exemplo, sugerem que a disputa por um conceito unificador para trabalhar com os problemas e alterações ambientais abrange muitos termos, tais como riscos, acidentes, áleas¹⁰, desastres, entre outros. Muitas vezes, são utilizados nomes diferentes para tratar ou designar as mesmas coisas.

A literatura sobre riscos é bastante vasta e, ao longo do tempo, o seu sentido foi sendo adaptado até chegar à atual denotação, geralmente negativa, como sinônimo de perigo (LIEBER; LIEBER, 2002). No entanto, perigo e risco são conceitos diferentes e ao mesmo tempo complementares. Segundo os conceitos propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU), *perigo* é considerado como uma circunstância que prenuncia um mal para alguém ou para alguma coisa, portanto, pode causar dano, perda ou prejuízo ambiental, humano, material ou financeiro, e *risco* como sendo a probabilidade (ou frequência) esperada de ocorrência dos danos, perdas ou prejuízos consequentes da consumação do perigo. Nesse sentido, DAGNINO e CARPI JUNIOR (2007) consideram o risco como a probabilidade de que um evento – esperado ou não esperado – se torne realidade.

Na visão de VEYRET e RICHEMOND (2007, p. 11),

“O risco é definido como a percepção do perigo, da catástrofe possível. Não há risco sem uma população ou indivíduo que o perceba e que poderia sofrer seus efeitos. Correm-se riscos, que são assumidos, recusados, estimados, avaliados, calculados. O risco é a tradução de uma ameaça, de um perigo para aquele que está sujeito a ele e o percebe como tal.”

Segundo as autoras, essa conotação expandiu-se em meados do século XX, em decorrência de concepções de ecologistas derivadas do impacto da sociedade sobre a natureza, refletido no crescimento demográfico intenso, da industrialização e da urbanização crescentes.

MARANDOLA JUNIOR e HOGAN (2003) destacam que risco é a probabilidade mensurável de um perigo transformar-se em desastre. Quanto à relação entre perigo e desastre, TOBIN e MONTZ (1997 *apud* MARCELINO, 2008, p. 23) “definem perigo como uma situação potencialmente prejudicial, enquanto que desastre é a materialização do perigo.” Segundo os autores, os fenômenos naturais fazem parte da própria dinâmica natural da Terra. Caso ocorram sobre um sistema social, tem-se uma circunstância de perigo, uma vez que se trata de uma situação potencial de danos a pessoas e a bens.

¹⁰ Segundo VEYRET (2007), *Álea* corresponde a um acontecimento possível, decorrente de um processo natural, tecnológico, social, econômico, havendo probabilidade de realização. Se vários acontecimentos são possíveis, fala-se de um conjunto de áleas. Em inglês o termo equivalente é *hazard*.

Caso o impacto produza danos e prejuízos extensivos e/ou de difícil superação pelas comunidades afetadas, será então considerado como um desastre. No entanto, se as suas consequências forem mínimas ou nulas, será considerado somente como um evento natural.

Em outro estudo, MARANDOLA JUNIOR e HOGAN (2004d) desenvolvem que entre os perigos naturais estão as enchentes, os deslizamentos, os tornados, as erupções vulcânicas, os furacões, os vendavais, a chuva de granizo, as geadas, as nevascas, a desertificação, os terremotos, entre outros. Para serem considerados como tal, devem causar danos às populações envolvidas. Como representam eventos de grande magnitude, normalmente ultrapassam os limites dos sistemas em que ocorrem – geológicos, atmosféricos ou na interface destes – e, assim sendo, os autores concluem que um perigo não é eminentemente natural, visto promover ações que permeiam tanto o meio natural como a sociedade.

Seguindo essa perspectiva, REBELO (2003) afirma que, em relação à ação de um possível processo físico, a denominação *risco natural* faz referência àqueles riscos que são pressentidos, percebidos e suportados por um grupo social, mas que não podem ser facilmente atribuídos ou relacionáveis à ação humana. O autor apresenta a seguinte tipologia de riscos naturais: riscos tectônicos e magmáticos; riscos climáticos; riscos geomorfológicos, os mais típicos, tais quais ravinamento, de movimentações de massa, como desabamento ou deslizamento e outros riscos geomorfológicos, como os decorrentes da erosão eólica e do descongelamento de neves de altitude e os riscos hidrológicos.

A definição de risco também pode estar associada à ideia de corte-ruptura e vem sendo adotada por alguns autores, como LIMA e SILVA et al. (1999), que consideram o risco ambiental associado a acidentes. A natureza probabilística dos eventos ambientais reforça mais ainda a dificuldade de predição de fenômenos que envolvem situações de risco, muito embora os efeitos afetem, cada vez mais, diversos grupos sociais, persistindo, assim, a dificuldade em determinar se ocorrerá um evento previsto ou não.

Segundo AMARO (2005, p. 7), “o risco é, pois, função da natureza do perigo, acessibilidade ou via de contacto (potencial de exposição), características da população exposta (receptores), probabilidade de ocorrência e magnitude das consequências”. Seguindo nesta direção, MARCELINO (2008, p. 24) afirma que:

“A gravidade dos desastres também pode estar vinculada aos elementos sociais expostos, ou seja, à fragilidade do ambiente socialmente construído (vulnerabilidade) (...) aumentando a frequência do perigo e a

intensidade da vulnerabilidade, aumentará conseqüentemente o risco de um perigo transformar-se num desastre.”

VEYRET e RICHEMOND (2007) reforçam que o risco não pode ser eliminado, pois não existe “risco zero”, mas pode ser gerenciado a tal ponto que se torne aceitável. As autoras destacam também que as decisões políticas e finais da organização dos territórios refletem a gestão dos riscos, sejam eles, ambientais, industriais ou econômicos. As autoras enfatizam que a precaução, a prevenção – esta última constitui o coração da análise – e a indenização constituem os três fundamentos de governança¹¹. A indenização baseia-se “na ideia de que o dano é reparável e pode ser compensado em termos financeiros, faz com que, às vezes, o risco se torne aceitável na medida em que pode ser segurado em lugar de empenhar-se em prevenir a crise” (VEYRET; RICHEMOND, 2007, p. 19). Sobre indenização e avaliação dos custos de danos ambientais, MOTA (2006) discorre sobre os desafios de valorar as perdas decorrentes de degradação ambiental, as quais afetam direta ou indiretamente a saúde, as propriedades, a flora, a fauna, o solo, entre outros aspectos. O autor também trata dos custos de medidas de proteção ambiental, relacionados à regulamentação e controle, à análise de alternativas de investimentos de projetos ambientais, às pesquisas e ao levantamento de informações, bem como àqueles vinculados à recuperação do recurso ambiental (floresta, por exemplo) e à sua preservação.

VEYRET e RICHEMOND (op. cit.) questionam o termo *risco natural*, uma vez que defendem que o risco é necessariamente construído pela sociedade. O termo "natural" teria a função, assim, de enfatizar o processo físico (um deslizamento, uma inundação ou um terremoto), que está na origem da "construção do risco" por um grupo social.

Na perspectiva da interação entre fatores socioeconômicos e físicos, muitos pesquisadores consideram coerente adotar a denominação risco ambiental, resultante da análise conjunta entre riscos naturais agravados pela ação humana e pela ocupação do território. Nessa direção, TORRES (2000) argumenta que, no tocante ao meio ambiente, as noções de risco devem estar na base de estudos que pretendam entender a influência das atividades humanas no ambiente.

¹¹ Considerada neste artigo a definição geral formulada pelo Banco Mundial, em seu documento *Governance and Development*, de 1992, segundo a qual Governança é “o exercício da autoridade, controle, administração e poder de governo”, mais especificamente, “é a maneira pela qual o poder é exercido na administração dos recursos sociais e econômicos de um país visando ao desenvolvimento”, estando relacionada com “a capacidade dos governos de planejar, formular e implementar políticas e cumprir funções”. (GONÇALVES, 2005)

Estudar risco demanda, para muitos autores, como PEREIRA e SOUZA (2006), o entendimento paralelo do termo vulnerabilidade, o que o transforma em um conceito complementar ao de risco.

De acordo com a definição do PNUMA das Nações Unidas, vulnerabilidade é a condição determinada por fatores ou processos físicos, sociais, econômicos e ambientais que aumentam a susceptibilidade aos impactos de desastres (UNDP, 2004).

BUMPAS (1990), CHERLIN (1999), SANTOS et al. (1999), DESCHAMPS (2004), CARTIER et al. (2009), entre outros diversos autores, convergem para o fato que parcelas mais pobres da população são as mais vulneráveis e ocupam áreas caracterizadas pela deterioração das condições ambientais e mais frágeis do ponto de vista físico – fundos de vale, margens de córregos e encostas com declives acentuados, onde há maiores riscos de ocorrência de movimentos de massa.

Há um consenso em afirmar que, principalmente nas grandes cidades, ocorre uma exposição diferenciada das diferentes parcelas da população aos riscos ambientais, o que acarreta consequências mais ou menos graves diante de algum tipo particular de perigo, em função da maior ou menor susceptibilidade dessas parcelas a prevenir ou o enfrentarem.

MOSER (1998 *apud* ALVES, 2006) evidencia os três elementos principais que definem a vulnerabilidade: a) exposição física ao perigo e ao risco; b) incapacidade de reação; e c) dificuldade de recuperação ou de adaptação diante do desastre ou da materialização do risco. Nesse sentido, ao se prover a população de uma maior capacidade de resposta aos riscos a que é submetida, são geradas, verdadeiramente, melhorias em sua qualidade de vida e em sua inserção na sociedade.

Como exemplo, cita-se a cidade como o Rio de Janeiro, que cresceu em estreitos terrenos entre o mar e três maciços litorâneos, demandando diversos aterros para novas construções e aberturas de túneis para conectar os bairros e facilitar a ocupação. No entanto, em geral, as parcelas mais pobres ocupam os morros e terrenos próximos a rios e não contam com serviços de saneamento ambiental, jogando esgoto diretamente nos canais e ampliando a probabilidade de contrair doenças de veiculação hídrica. Tais parcelas estão expostas frequentemente no trimestre de verão, a riscos iminentes de movimentos de massa, podendo sofrer perdas materiais e de vidas.

Ao contrário, as parcelas economicamente mais abastadas ocupam áreas ambientalmente mais seguras e de baixo risco. Mesmo quando sujeitas a algum tipo de risco direto ou indireto, têm capacidade de se deslocarem para outras áreas sem risco,

enquanto que as parcelas mais pobres não têm condições financeiras para pagarem por aluguéis formais ou para participarem de programas oficiais de moradia¹² e, com isso, não têm opção para sair de espaços marcados por alto risco ambiental. Em geral, após a ocorrência de desastres naturais são adotadas medidas consideradas paliativas, como, por exemplo, o pagamento de aluguel social, cujo valor normalmente está aquém do praticado no mercado de locação de imóveis. As indenizações relativas a perdas e danos pagas às parcelas da população atingidas diretamente pelo desastre são morosas e, comumente, possuem valores inferiores aos bens perdidos ou destruídos.

Para PAULA, MARANDOLA JUNIOR e HOGAN (2006), a vulnerabilidade ambiental pode assumir um significado maior para os que sofrem uma exposição mais elevada aos riscos do ambiente, por viverem em uma iniquidade social e disponibilizando reduzidos ativos para encarar os riscos. Os referidos autores citam as palavras de HOGAN (2000, p. 41), quando este afirma que “as consequências da deterioração ambiental não são sentidas de forma igual entre grupos sociais”, concluindo também que certas variáveis permeiam a relação entre a sociedade e o meio ambiente, também afetam as formas como a população pode enfrentar os riscos e as vulnerabilidades associadas.

ACSELRAD (2010) defende que a vulnerabilidade está normalmente associada à exposição aos riscos e designa a maior ou menor susceptibilidade de pessoas, lugares, infraestruturas ou ecossistemas de sofrerem algum tipo particular de agravo. O autor afirma ainda que fatores com ação diferenciada concorrem para a maior ou menor exposição ao agravo ou a maior ou menor chance de proteção contra ele, em função de mecanismos de distribuição desigual de tal proteção. Isso significa que uns têm o poder de se proteger, de se tornarem menos vulneráveis via mobilidade espacial, influência nos processos decisórios, controle do mercado das localizações, entre outras razões; enquanto que outros terão sua mobilidade restrita aos circuitos da vulnerabilidade – sair debaixo de um viaduto para cima de um oleoduto, por exemplo. Por outro lado, há também fatores subjetivos, relacionados a diferentes concepções do que seja tolerável ou intolerável numa dada condição de existência.

¹² Como exemplo, o Programa habitacional “Minha casa, minha vida”, lançado pelo Ministério das Cidades/Governo Federal em 2009, com recursos da Caixa Econômica Federal. No Brasil existe, em torno de 16 milhões de habitantes com renda abaixo do mínimo exigido para poderem ser incluídos em programas de financiamento habitacional (IBGE, 2011). Segundo MARICATO (2011), desde 1983 não há qualquer política nacional de habitação pública.

MARANDOLA JUNIOR e HOGAN (2004c) e CUTTER (1996 *apud* PEREIRA e SOUZA, 2006) estabelecem que os estudos sobre vulnerabilidade podem ser divididos em três tendências:

a) situação pré-existente nas condições da ocupação humana em zonas perigosas, baseada na probabilidade de exposição, tanto biofísica como tecnológica;

b) resposta controlada quando da aferição por parâmetros relacionados à magnitude, duração, impacto e frequência, baseada na probabilidade de consequências adversas e centrada nas respostas da sociedade em relação aos perigos. Neste sentido, pesam nos estudos os fatores culturais, econômicos, políticos, sociais, os quais, de uma maneira ou de outra, funcionam como condicionantes das respostas dos indivíduos e da sociedade;

c) perigo do lugar levando em consideração as características biofísicas gerais e da exposição ao fenômeno, seguindo uma abordagem integradora, pois reúne o tamanho do risco ambiental, a produção social do risco e as capacidades de resposta, tanto dos indivíduos como também da sociedade. É a que predomina nos dias atuais e está fortemente ligada ao espaço. Dentro dessa perspectiva, caso ocorra um incremento das ações mitigadoras, poderá acontecer uma situação de diminuição do risco; por outro lado, poderá haver o aumento do risco quando ocorrerem mudanças no contexto geográfico ou na produção social, que gerarão o aumento da vulnerabilidade biofísica e social, comprometendo as características originais dos condicionantes.

2.6.2 Um risco frequente nas cidades brasileiras: ocorrência e tipos de movimentos de massa

Seguindo a tendência mundial, constata-se também no Brasil¹³ um crescimento significativo das ocorrências de desastres, principalmente no Sudeste. Esse aumento é considerado por diversos autores como consequência do intenso processo de urbanização no país nas últimas décadas, caracterizado pelo crescimento desordenado de cidades em áreas impróprias à ocupação, considerando-se as características geológicas e geomorfológicas restritivas. Soma-se a isso o fato dessa ocupação intensa e desordenada provocar o desmatamento, o aumento da erosão, acarretando o assoreamento dos rios e o afloramento e a exposição de blocos rochosos antes imersos

¹³ Os estados brasileiros mais atingidos pelos movimentos de massa e onde são registrados os maiores números de vítimas fatais e de prejuízos materiais são: Rio de Janeiro, São Paulo, Espírito Santo, Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Santa Catarina, Bahia, Paraná, Sergipe e Ceará (CASTRO et al., 2003).

no solo, que podem ser mobilizados, causando situação de risco. Os desastres associados a esses fatores são mais frequentes no verão, devido às chuvas intensas, e produzem anualmente grandes danos materiais e ambientais e importantes prejuízos sociais e econômicos (CASTRO et al., 2003; CARVALHO; MACEDO; OGURA, 2007).

Um aspecto preocupante é o aumento do número de pessoas vivendo em áreas de risco de movimentos de massa nas cidades brasileiras, principalmente, nas regiões metropolitanas, especialmente aquelas localizadas na faixa litorânea. Essas pessoas convivem com uma frequência elevada de movimentos de massa tanto de origem natural, como também com aqueles induzidos pela ação antrópica. Tal fato decorre do crescimento dessas cidades ter sido marcado pela ausência ou pela má aplicação de uma política de habitação e de desenvolvimento urbano, o que levou a parcela mais pobre da população a ocupar áreas ambientalmente frágeis, especialmente em margens de rios e encostas declivosas (FLORENZANO, 2008). Essas áreas são caracterizadas pelo baixo construtivo e pela ausência de infraestrutura urbana e, quando submetidas a chuvas intensas e concentradas (eventos extremos), tornam-se bastante vulneráveis a movimentos de massa, acarretando danos e prejuízos (CASTRO et al., 2003).

Tal quadro tende a tornar-se mais frequente, uma vez que já em 2007, o relatório do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) apontava para um aumento no volume de precipitações nas regiões sul e sudeste do Brasil (IPCC, 2007). Em 2012, o *Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* (SREX), também produzido pelo IPCC, não apenas ratifica essa informação, como também revela que no Brasil, entre 2004 e 2010, os gastos dos governos federal, estadual e municipal com a reconstrução de estruturas afetadas por eventos extremos evoluíram de US\$ 65 milhões para mais de US\$ 1 bilhão, isto é, em seis anos houve um aumento superior a 15 vezes. A mesma situação está presente também no cenário mundial, pois nos últimos 30 anos, os gastos com desastres aumentaram de poucos bilhões de dólares em 1980 para mais de 200 bilhões em 2010 (GERARDI, 2012). Essas informações são preocupantes, porque o aumento pluviométrico atinge e atingirá diversas cidades tropicais que já sofrem sérios problemas decorrentes de movimentos de massa, os quais no Brasil estão relacionados à infiltração de água e à saturação do solo das encostas, durante e após chuvas intensas e concentradas. Por conseguinte, os desastres decorrentes de movimentos de massa assumem características nitidamente sazonais e, quando computados os danos anuais,

distribuídos pelas diferentes cidades, assumem proporções de um imenso desastre nacional pelo somatório de efeitos parciais.

FERNANDES e AMARAL (1996) ressaltam que na natureza existem diferentes tipos de movimentos de massa, os quais envolvem uma grande variedade de materiais, processos e fatores condicionantes.

Os referidos autores atestam que existem diversas propostas de classificação nacionais e internacionais relacionadas a movimentos de massa, com base em uma variedade de critérios relativos ao tipo de material, à velocidade e ao próprio mecanismo do movimento, entre outros. No entanto, os autores sugerem a referência SELBY (1993 *apud* FERNANDES; AMARAL, 1996) como fonte para obter detalhamento acerca desses critérios. FERNANDES e AMARAL (op.cit.) fazem um breve retrospecto sobre o processo evolutivo relativo às classificações já sugeridas e apresentam um quadro comparativo entre as propostas de FREIRE (1965) GUIDICINI e NIEBLE (1984) e IPT (1991). FERNANDES e AMARAL (op.cit.) e CASTRO et al. (2003) apresentam, de forma sucinta, a classificação de movimentos de massa adotada por AUGUSTO FILHO (1992), segundo a qual os movimentos de massa em encostas são agrupados em quatro grandes classes de processos: Rastejos, Deslizamentos, Quedas e Corridas.

Muitas referências bibliográficas nacionais dão ênfase aos deslizamentos, por considerarem a classe mais importante dentre as formas de movimento de massa no Brasil, uma vez que há grande e persistente interferência com as atividades antrópicas, além da extrema variância de sua escala, da complexidade de causas e mecanismos e da variabilidade de materiais envolvidos (FERNANDES; AMARAL, 1996; CASTRO et al., 2003; MARCELINO, 2007; CARVALHO; MACEDO; OGURA, 2007; FLORENZANO, 2008).

Dentre as diferentes formas de movimentos de massa, são aqui consideradas e descritas mais detalhadamente os deslizamentos e as quedas de blocos, com base no contexto dos maciços litorâneos cariocas e nos registros da própria Defesa Civil do Município do Rio de Janeiro.

Os deslizamentos configuram um dos exemplos mais importantes de movimentos de massa, conforme colocação de CHRISTOFOLETTI (1980, p. 29), o qual destaca ainda que tais processos:

“são deslocamentos de uma massa do regolito sobre um embasamento ordinariamente saturado de água. A função de nível de deslizamento pode ser dada por uma rocha sã ou por um horizonte do regolito possuidor de maior quantidade de elementos finos, de siltes ou argilas, favorecendo atingir de modo mais rápido o limite de plasticidade e o de fluidez.”

Segundo GUERRA (1987, p. 130), *deslizamentos* são definidos como:

“deslocamentos de massas de solo sobre um embasamento saturado de água. Os deslizamentos dependem de vários fatores, tais como: inclinação das vertentes, quantidade e frequência das precipitações, presença ou não da vegetação, consolidação do material, etc. A ação humana muitas vezes poderá acelerar os deslizamentos, através da utilização irracional de áreas acidentadas.”

O termo genérico *escorregamento* também é utilizado por muitos autores como sinônimo de deslizamentos e segundo CARVALHO, MACEDO e OGURA (2007), esse processo engloba uma variedade de tipos de movimentos de massa de solos, rochas ou detritos, gerados pela ação da gravidade, em terrenos inclinados, tendo como fator deflagrador principal a infiltração de água, principalmente das chuvas.

Outro processo físico que faz parte dos movimentos de massa são os desmoronamentos, que se referem a deslocamentos rápidos de blocos após o solapamento da base da vertente, que, em geral, é íngreme. É um processo comum em falésias litorâneas, nas margens fluviais e em cortes de rodovias e ferrovias (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Para CHRISTOFOLETTI (1980), portanto, os deslizamentos e desmoronamentos são processos geomorfológicos caracterizados pelo deslocamento nas encostas de uma massa formada por solo/rocha/detritos sobre um embasamento, em geral sob condições de saturação hídrica. Nos trópicos úmidos as encostas são consideradas mais instáveis, devido à alta pluviosidade aliada à existência de espessos mantos de intemperismo (LEOPOLD, 1964 *apud* MEIS e XAVIER-DA-SILVA, 1968). Os deslizamentos e desmoronamentos são processos físicos naturais, entretanto, “a ação antrópica pode acelerar a sua ocorrência e, até mesmo, criar condições propícias em áreas que até então não eram susceptíveis” (FRANCISCO, 1995, p. 63).

Os deslizamentos são processos marcantes na evolução das encostas, caracterizando-se por movimentos gravitacionais de massa rápidos (m/h a m/s), de curta duração, com limites laterais e profundidade bem definidos (superfície ou plano de ruptura), o que permite que seja feita a distinção entre o material deslizado e aquele não movimentado (FERNANDES; AMARAL, 1996). Os volumes instabilizados podem ser facilmente identificados ou inferidos. Podem envolver solo, saprolito, rocha e depósitos sedimentares. São subdivididos em função das superfícies de ruptura, geometria e material que mobilizam, podendo assumir as formas de cunhas, planares, circulares, ou ainda, induzidos, conforme é descrito brevemente a seguir (CARVALHO; MACEDO; OGURA, 2007):

▪ Os *deslizamentos planares* ou *translacionais* (Figura 2) são processos muito frequentes na dinâmica das encostas serranas brasileiras, ocorrendo predominantemente em solos pouco desenvolvidos das encostas com altas declividades e durante períodos de chuvas concentradas. Sua geometria caracteriza-se por uma superfície de ruptura planar que, de um modo geral, acompanha as discontinuidades mecânicas e/ou hidrológicas existentes no interior do material. Este tipo de deslizamento está associado, portanto, a planos de fraqueza que podem ser resultantes de atividade geológica (acamamentos, fraturas, e outros), geomorfológica (depósito de encostas) ou pedológicos (contato entre horizontes). Também pode ocorrer associado a saprolitos e rocha, condicionados por um plano de fraqueza desfavorável à estabilidade; relacionado a estruturas geológicas diversas, como por exemplo, foliação, xistosidade, fraturas e falhas. Esses deslizamentos ocorrem, na maioria das vezes, durante períodos de intensa precipitação, podendo se originar, muitas vezes, ao longo da interface solo-rocha, que apresenta importante descontinuidade mecânica e hidrológica (FERNANDES; AMARAL, 1996; CARVALHO; MACEDO; OGURA, 2007, p.).

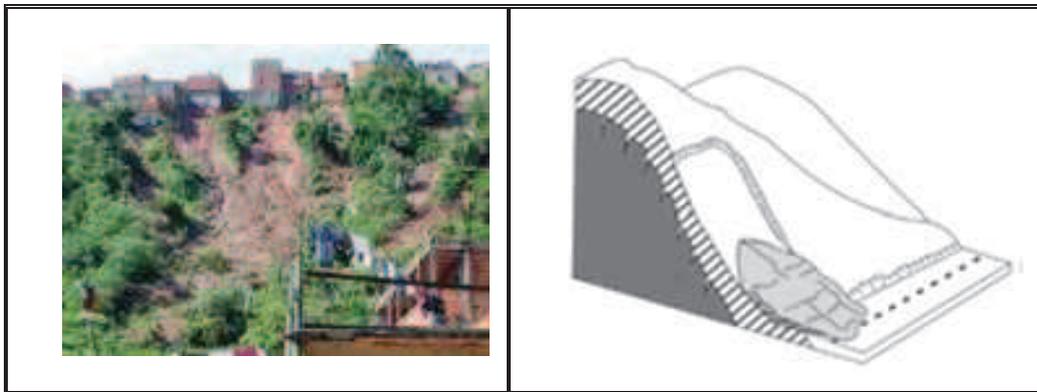


Figura 2 – Foto e Perfil esquemático do Deslizamento Planar ou Translacional.
Fonte: Extraída e adaptada de CARVALHO; MACEDO; OGURA (2007, p. 35).

▪ Os *deslizamentos circulares* ou *rotacionais* (Figura 3) possuem superfícies de deslizamento curvas (côncavas para cima), ao longo das quais ocorrem movimentos rotacionais da massa de solo. É comum a ocorrência de uma série de rupturas combinadas e sucessivas. Estão associadas a aterros, pacotes de solo ou depósitos mais espessos e homogêneos, rochas sedimentares (como argilitos ou folhelhos) ou cristalinas intensamente fraturadas. Possuem um raio de alcance relativamente menor que os deslizamentos translacionais (CARVALHO; MACEDO; OGURA, 2007; FLORENZANO, 2008).

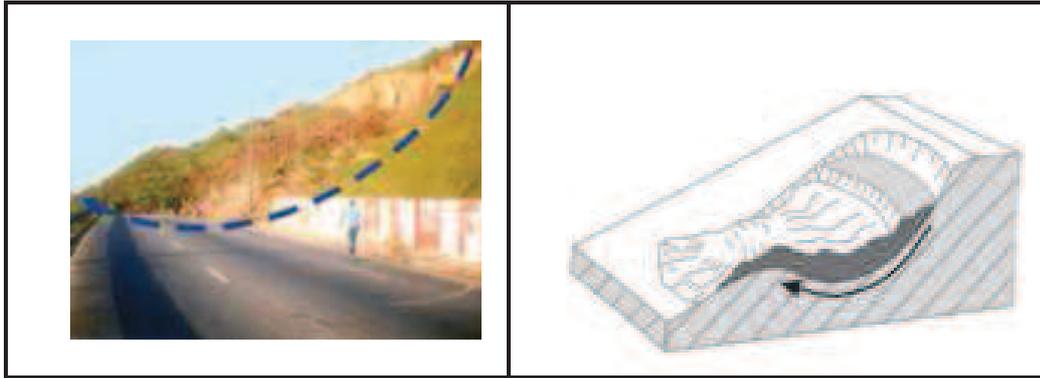


Figura 3 – Foto e Perfil esquemático do Deslizamento Circular ou Rotacional.
 Fonte: Extraída e adaptada de CARVALHO; MACEDO; OGURA (2007, p. 36).

▪ Os *deslizamentos em cunha* (Figura 4) “estão associados a saprolitos e maciços rochosos, onde a existência de dois planos de fraqueza desfavoráveis à estabilidade condicionam o deslocamento ao longo do eixo de interseção destes planos.” Ocorrem mais comumente em taludes de corte ou encostas que sofreram erosão ou deslizamentos pretéritos (CARVALHO; MACEDO; OGURA, 2007, p. 36).

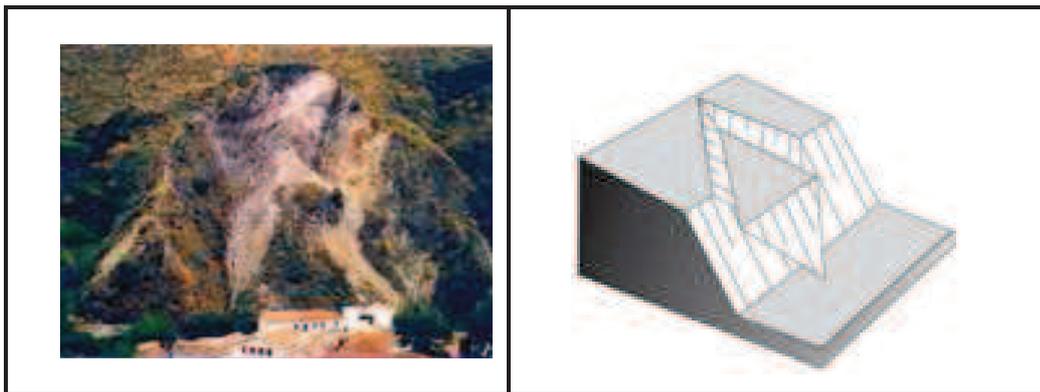


Figura 4 – Foto e Perfil esquemático do Deslizamento em Cunha.
 Fonte: Extraída e adaptada de CARVALHO; MACEDO; OGURA (2007, p. 36).

▪ As *quedas de blocos e/ou lascas* (Figura 5) de rocha são movimentos extremamente rápidos (da ordem de m/s), em função da ação da gravidade e da ausência de uma superfície de deslizamento. Ocorrem como queda livre, instabilizando um volume de rocha relativamente pequeno. A sua ocorrência está condicionada à presença de afloramentos rochosos em encostas íngremes ou em taludes de escavação, tais como, cortes em rocha, frentes de lavra, entre outros exemplos. As amplitudes térmicas, por meio da dilatação e contração da rocha, potencializam o desencadeamento de quedas e rolamentos de blocos. Além disso, a presença de discontinuidades no maciço rochoso (como, por exemplo, fraturas) e de processos de intemperismo físico e químico provoca o desgaste na base da encosta propicia e o isolamento de blocos de rocha. Isso

somado à subpressão por meio do acúmulo de água e à penetração de raízes nas fendas e nas fraturas acarreta a queda de blocos situados em porção superior. As ações antrópicas provocam a aceleração desse processo por meio de vibrações oriundas de detonações de pedreiras próximas, por exemplo. Mesmo as frentes rochosas de pedreiras abandonadas podem se transformar em áreas críticas devido à presença de blocos instáveis remanescentes do processo de exploração (CARVALHO; MACEDO; OGURA, 2007).

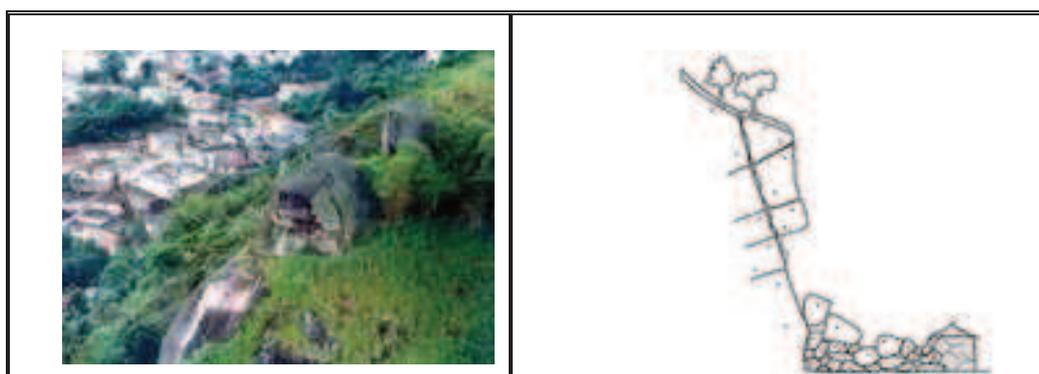


Figura 5 – Foto e Perfil esquemático da Quedas de blocos e/ou lascas
Fonte: Extraída e adaptada de CARVALHO; MACEDO; OGURA (2007, p. 38).

Os afloramentos rochosos, compostos predominantemente por rochas graníticas, apresentam maior predisposição para a formação de matacões que ficam isolados e expostos em superfície, favorecendo o seu rolamento (CARVALHO; MACEDO; OGURA, 2007).

Os deslizamentos podem ocorrer isoladamente, de forma esparsa no tempo e no espaço, bem como simultaneamente com outros movimentos de massa, de forma generalizada.

Os deslizamentos podem ser induzidos, ou seja, causados pelas atividades antrópicas que modificam as condições originais do relevo, por meio de:

- ✓ remoção descontrolada da cobertura vegetal;
- ✓ cortes realizados com declividade e altura excessivas para construção de moradias;
- ✓ aterros inadequados;
- ✓ lançamento concentrado de águas pluviais e servidas sobre as vertentes;
- ✓ estradas e outras obras;
- ✓ infiltrações de águas de fossas sanitárias;
- ✓ vazamento nas redes de abastecimento d'água; e
- ✓ deposição inadequada do lixo;

Portanto, nestes casos, a ocorrência de deslizamentos resulta da ocupação inadequada, sendo mais comum em zonas com ocupações precárias de baixa renda. Os deslizamentos induzidos podem, inclusive, mobilizarem materiais produzidos pela própria ocupação, envolvendo massas de solo de dimensões variadas, lixo e entulho. Comparativamente, os índices pluviométricos capazes de deflagrar deslizamentos são menores onde há intervenção antrópica e o ambiente é mais fragilizado do que em áreas com pequena ou nenhuma ação humana (CARVALHO; MACEDO; OGURA, 2007).

Segundo o CARVALHO, MACEDO e OGURA (2007), fatores econômicos, políticos, sociais e culturais contribuem para o avanço e a perpetuação do problema das áreas de risco de movimentos de massa nas cidades brasileiras, dentre os quais são destacados os seguintes:

- Crise econômica e social com solução a longo prazo;
- Política habitacional para baixa renda historicamente ineficiente;
- Ineficiência dos sistemas de controle do uso e ocupação do solo;
- Inexistência de legislação adequada para as áreas suscetíveis aos riscos mencionados; e
- Inexistência de apoio técnico para as populações.

2.6.3 Fatores condicionantes dos movimentos de massa

A ocorrência de movimentos de massa deve ser entendida como um resultado de uma cadeia de fatores e efeitos que acabam determinando sua deflagração. Quando são estudados e conhecidos os condicionantes naturais e antrópicos desencadeadores de movimentos de massa, torna-se mais fácil propor ações e medidas corretivas ou preventivas, capazes de evitar, minimizar ou controlar esses processos. Essa necessidade é premente, principalmente nas áreas urbanas, as quais são frequentemente atingidas por movimentos de massa.

Há uma diversidade de fatores responsáveis pela ocorrência de movimentos e massa. Para MEIS e XAVIER-DA-SILVA (1968), as contínuas transformações sofridas pelas encostas resultam da atuação dos processos geomorfológicos, os quais, de modo recorrente, sofrem perturbações do seu equilíbrio natural devido à ação antrópica. O estudo desenvolvido pelos autores sobre os movimentos de massa ocorridos na cidade do Rio de Janeiro no ano de 1966 é considerado até o presente como uma referência. Na época, foi observado que as encostas ainda protegidas por denso manto florestal foram

pouco atingidas e que a ocorrência dos movimentos de massa nas encostas estava associada às áreas desmatadas e modificadas por obras de engenharia (FRANCISCO, 1995). Mais de quarenta anos depois, o mesmo aspecto foi observado em estudo realizado pelo Ministério do Meio Ambiente na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro (SCHÄFFER et al., 2011). Esse estudo revelou que o número de movimentos de massa ocorridos em áreas com vegetação nativa bem conservada foi significativamente menor do que nas áreas antropomorfizadas (áreas agrícolas, áreas edificadas, pastagens, entre outras).

MEIS e XAVIER-DA-SILVA (op. cit.) também concluíram que os movimentos de massa de maior magnitude foram observados não em encostas com os maiores declives, mas sim, naquelas com declives menos íngremes, mas que apresentavam solos com forte saturação de água por ter a ação antrópica facilitado a infiltração. Além da cobertura do solo e das obras de engenharia, os autores destacam a litologia e a estrutura geológica como fatores condicionantes à ocorrência dos movimentos de massa. A litologia explica os diferentes graus de resistência da rocha aos agentes intempéricos e erosivos e a “estrutura tende a orientar a circulação dos fluxos internos e o intemperismo em profundidade, assim como o aparecimento dos planos de cisalhamento” (FRANCISCO, 1995, p. 64).

Sobre os fatores relacionados aos movimentos de massa, COELHO NETO (1992 *apud* FRANCISCO, 1995) ao desenvolver estudo em escala pontual de análise no Maciço da Tijuca, ressaltou a importante participação da escavação da fauna no interior dos solos e o duplo papel do sistema de raízes das plantas, pois o mesmo, tanto pode ampliar as zonas de fraqueza das rochas (intemperismo biológico) como segurar os solos ou o manto de regolito. A ação antrópica também é outro fator identificado pela autora, representado pelas trilhas abertas no maciço, o que contribui para a erosão hídrica superficial linear, com possível formação de ravinamentos. A autora também chama a atenção para a ocorrência de movimentos de massa em encostas com cobertura florestal, já que se trata de um processo natural típico dos maciços litorâneos cariocas, o que foi vivenciado pela população do entorno do Maciço da Pedra Branca com as chuvas de fevereiro de 1996. COELHO NETO (op. cit.) explica que, nesses casos, há o predomínio de fluxos subsuperficiais (fluxos internos) capazes de gerar forte instabilidade das encostas. A autora destaca que nas encostas florestadas ocorrem movimentos de massa lentos - tipo *creep* ou rastejo, imperceptíveis ao olho humano - e rápidos - deslizamentos, quedas e corridas de lama e de detritos e acontecem,

preferencialmente, ao longo dos eixos das concavidades, onde estão os planos de ruptura formados nas zonas de saturação subsuperficial.

Além da configuração geométrica da encosta, CASTRO et al. (2003, p. 109) chamam a atenção para outros fatores que devem ser avaliados quando realizada a análise de risco de movimentos de massa de uma área:

- “- o tipo de solo, sua constituição granulométrica e nível de coesão (estrutura);
- a declividade da encosta, cujo grau define o ângulo de repouso, em função do peso das camadas, da granulometria e do padrão de coesão;
- a “água de embebição”, que contribui para: aumentar o peso específico das camadas; reduzir o nível de coesão e o atrito, responsáveis pela consistência do solo, e lubrificar as superfícies de deslizamento.”

A orientação de encostas é um outro fator condicionante de ocorrência de movimentos de massa (OLIVEIRA, 1992 *apud* FRANCISCO, 1995), pois as encostas voltadas para o mar (para a direção sul, no caso dos maciços litorâneos cariocas), recebem diretamente os ventos úmidos aí originados e podem sofrer os efeitos das chuvas orográficas. Já as encostas voltadas para o quadrante norte apresentam menor umidade e maior incidência de raios solares, sendo mais sujeitas à propagação de incêndios espontâneos ou provocados.

COSTA et al. (1987 *apud* FRANCISCO, 1995) e NAVA et al.(1991 *apud* FRANCISCO, 1995), destacam a geologia como fator importante na instabilidade das encostas, juntamente com a cobertura e uso do solo e a declividade. Segundo os autores, o solo representa um fator que exerce maior influência sobre a qualidade e a quantidade do material erodido, principalmente em relação às suas características físicas, especialmente textura, estrutura e permeabilidade.

GUERRA (1995) discute alguns fatores condicionantes das variações anuais de processos erosivos dos solos em áreas de encostas, dando destaque para: erosividade da chuva (capacidade da energia cinética das chuvas de provocarem erosão ou mobilidade de sedimentos), características intrínsecas dos diferentes tipos de solo, o tipo de cobertura vegetal e as características das encostas, mais especificamente a declividade, o comprimento e a geometria.

FERNANDES e AMARAL (1996), com base em experiências adquiridas em estudos na Região Sudeste sustentam que os condicionantes naturais podem estar associados a características geológicas e geomorfológicas pretéritas e que ainda atuam no presente nos locais onde são registradas ocorrências de movimentos de massa. Mais especificamente, essas características referem-se:

- a fraturas e falhas, as quais representam importantes descontinuidades, tanto em termos mecânicos quanto hidráulicos;
- à foliação e ao bandamento composicional, que influenciam na estabilidade das encostas em áreas de afloramentos de rochas metamórficas (como o gnaiss, por exemplo);
- a descontinuidades no solo, que podem estar presentes dentro do saprolito e do solo residual e incluïrem falhas, fraturas e bandamentos, já mencionados;
- à morfologia da encosta, em planta e em perfil, podendo condicionar, de forma direta e indireta, a geração de movimentos de massa;
- a depósitos de encosta, tanto na forma de tálus¹⁴ como de colúvio¹⁵, estão diretamente associados às zonas de convergência na morfologia (porções côncavas do relevo ou *hollows*).

Os autores afirmam ainda que os deslizamentos, embora sejam processos naturais contínuos de dinâmica externa e modeladores da paisagem da superfície terrestre, destacam-se pelos grandes danos à sociedade e pelos prejuïzos a propriedades da ordem de dezenas de bilhões de dólares por ano. Esses danos ficam atrás apenas daqueles provocados por terremotos e inundações, representando um objeto de estudo de grande interesse para pesquisadores e planejadores.

FLORENZANO (2008, p.160) afirma que esses diferentes tipos de movimentos de massa “dependem das condições físicas locais, como: estrutura geológica; tipo de materiais (solos, rochas e detritos); características do relevo, em especial a declividade, a orientação e a forma da vertente; área de contribuição; intensidade e distribuição das precipitações.” A autora inclui também as intervenções antrópicas e sustenta que deve ser observada a posição da ocupação em relação à encosta que pode indicar a possibilidade de queda ou atingimento. Por exemplo, as moradias localizadas no alto da encosta apresentam possibilidade de queda e as localizadas na base apresentam

¹⁴ Tálus – depósito caótico e de grande heterogeneidade, encontrado, geralmente, em sopé de escarpas, originado por efeito da gravidade sobre fragmentos soltos e angulosos de rochas e material inconsolidado. Esses depósitos apresentam mecanismos de instabilização próprios, principalmente em áreas submetidas a ações antrópicas. Podem atingir dezenas de metros de espessura (FUNDAÇÃO GEO-RIO, 2005).

¹⁵ Colúvio – massa de solos e fragmentos rochosos em diferentes estágios de decomposição recobrimdo algumas encostas, de espessura variável, que sofreu ou está sofrendo movimentação lenta para baixo por ação da gravidade. Apresenta estrutura porosa e geralmente com boa permeabilidade, porém pode estar associado a movimentos de massa em áreas elevadas, decorrentes da diminuição da coesão aparente em função do grau de saturação de água subsuperficial (FUNDAÇÃO GEO-RIO, 2005).

possibilidade de atingimento. As moradias localizadas em meia encosta apresentam tanto a possibilidade de queda como atingimento.

Dentro desse viés, o (CARVALHO; MACEDO; OGURA, 2007) destaca que a vulnerabilidade da ocupação é outro parâmetro importante, ou seja, uma ocupação com moradias em madeira apresenta menor resistência ao impacto de um deslizamento, por exemplo. Já as moradias em alvenaria têm maior resistência ao impacto devido às suas fundações e paredes mais resistentes. As ocupações mistas apresentam média vulnerabilidade. Os autores alertam para ocorrência de tragédias e para o aumento da fragilidade do ambiente, no caso das habitações localizadas em áreas de risco ficarem submetidas a eventos climáticos extremos.

CASTRO et al.(2003) e CARVALHO; MACEDO; OGURA (2007) relacionam, mais detalhadamente, os condicionantes antrópicos dos movimentos de massa, destacando os seguintes: remoção da cobertura vegetal, lançamento e concentração de águas pluviais e/ou servidas, vazamento na rede de água e esgoto, presença de fossas, execução de cortes com alturas e inclinações acima de limites tecnicamente seguros, execução deficiente de aterros (compactação, geometria, fundação), execução de patamares (“aterros lançados”) com o próprio material de escavação dos cortes (o qual é simplesmente lançado sobre o terreno natural), deposição de lixo nas encostas/taludes, retirada do solo superficial expondo horizontes mais suscetíveis à erosão e elevando o fluxo de água na massa do solo. CARVALHO; MACEDO; OGURA (2007) alertam ainda para um fato recorrente em áreas de assentamentos precários urbanos: a implantação de obras que podem provocar a obstrução da drenagem natural, levando à saturação do solo e à redução de sua resistência. Tal situação é agravada pelo lançamento de detritos e lixo, e pela ação das chuvas de verão.

MARANDOLA JUNIOR e HOGAN (2004c) advogam, ainda, a necessidade de entendimento das relações existentes entre os condicionantes naturais e antrópicos, como forma de não cair no erro de superestimar ora um ou outro na análise do risco ambiental.

2.6.4 A componente espacial nas análises ambientais integradas de risco de ocorrência de movimentos de massa

Conforme VEYRET e ROCHEMOND (2007, p. 12), a “tradução espacial do risco constitui um tema de estudo indispensável”. Seguindo esta perspectiva, para melhor estudar e entender o risco de ocorrência de movimentos de massa é importante considerar a sua componente espacial, mais particularmente, a escala de análise, a área

de abrangência compatível com essa escala e a forma como eventos estudados se distribuem espacialmente, uma vez que um determinado arranjo pode refletir o comportamento dos processos envolvidos. Esta abordagem relaciona-se à perspectiva geográfica que aplica o atributo da espacialidade no estudo de riscos ambientais.

Com relação ao recorte espacial considerado para realizar uma avaliação ambiental de risco de ocorrência de movimentos de massa, o pesquisador tem diante de si, por vezes, o desafio de compatibilizar dados mapeados a partir de escalas cartográficas e unidades espaciais diferentes, como por exemplo, quando é necessário analisar de modo integrado a malha censitária¹⁶ sobreposta à base cartográfica com os limites das bacias hidrográficas. Respectivamente, os dados convencionais (tabela de atributos) relativos à população e aos domicílios, que são extraídos do Censo Demográfico (2010), estão organizados em nível de setor censitário¹⁷. Por sua vez, a representação cartográfica dos aspectos físicos contíguos - geologia, geomorfologia, pedologia, climatologia, entre outros - utiliza a bacia hidrográfica como unidade espacial de análise (NASCIMENTO, 2011).

TORRES (2000), com base na contribuição de diversos especialistas, chama a atenção para a necessidade de identificar e de caracterizar as populações vulneráveis em uma análise de risco ambiental, como é o caso dos movimentos de massa. Para isso, é fundamental a utilização do setor censitário como a unidade espacial de análise da vulnerabilidade da população de bairros ou do município quanto, por exemplo, às condições de saneamento ambiental dos domicílios (acesso a serviços de abastecimento de água encanada, esgotamento sanitário e coleta de lixo). Com isso, no interior de um bairro (menor espaço de ação administrativa da política urbana), é possível observar se há variações internas entre os seus setores censitários componentes, identificando, aqueles onde se concentra a parcela da população mais vulnerável, que, em geral, habita locais sem acesso aos equipamentos urbanos essenciais de saneamento ambiental (NASCIMENTO, 2011).

No caso da pesquisa de processos físicos e da gestão ambiental, a bacia hidrográfica deve ser considerada como a unidade espacial mínima de análise.

¹⁶ Arquivo em formato digital, com estrutura vetorial de armazenamento de dados espaciais em que cada setor é representado por um único polígono cujo centróide recebe um código identificador para ser associado à tabela de atributos.

¹⁷ “O setor censitário é a unidade territorial de controle cadastral da coleta, constituída por áreas contíguas, respeitando-se os limites da divisão político-administrativa, do quadro urbano e rural legal e de outras estruturas territoriais de interesse, além dos parâmetros de dimensão mais adequados à operação de coleta.” (IBGE, 2011, p. 8)

(CONCEIÇÃO et al., 2011). Em outras palavras, segundo COELHO NETO (1995, p. 100) a bacia hidrográfica:

“revela-se como uma unidade conveniente ao entendimento da ação dos processos hidrológicos e geomorfológicos e das ligações espaciais entre áreas distintas que podem afetar tanto o planejamento local como o planejamento regional.”

Pelo fato da bacia hidrográfica representar um sistema aberto, onde ocorrem entrada e saída de energia, água, sedimentos e materiais solúveis, a referida autora sustenta que quaisquer efeitos hidrológicos e geomorfológicos, derivados de processos naturais ou antrópicos, irão se refletir em algum ponto da bacia hidrográfica, o que deve ser levado em consideração no planejamento territorial, mesmo que abranja uma porção restrita de sua extensão.

Para compreender a origem e a dinâmica de processos físicos, que atuam em conjunto na erosão, no transporte e na deposição em bacias hidrográficas, torna-se relevante fazer o mapeamento mais atualizado possível do uso do solo e da cobertura vegetal, uma vez que diferentes formas de ocupação e de manejo de uma área interferem no comportamento dos condicionantes naturais, o que pode agravar uma dada situação de risco ambiental, como a probabilidade de ocorrência de movimentos de massa (NASCIMENTO, 2011).

Outra possível fonte de dados quantitativos e qualitativos quanto a aspectos físicos e antrópicos, é representada pelos os trabalhos de campos que representam fontes primárias de dados e de informações. Estudar e mapear pequenas áreas, com a análise e a coleta de dados *in loco* pelo próprio pesquisador, traz uma nova luz para a identificação das variações dos grupos sociais e de suas relações com o ambiente em que vivem e atuam, além da viabilidade de identificar e registrar cicatrizes deixadas por movimentos de massa, por exemplo.

2.6.5 O mapeamento de zonas de risco de ocorrência de movimentos de massa como instrumento para o planejamento ambiental

O risco de ocorrência de movimentos de massa pode ser representado espacialmente por meio de zoneamentos. A definição de zonas de risco de ocorrência de movimentos de massa é fundamental para a delimitação de formas e de superfícies, que podem, inclusive, assumir uma variabilidade em diferentes escalas espaciais e temporais, demandando atualizações periódicas e devendo ser acompanhado da revisão de diagnósticos dos condicionantes físicos e antrópicos. Tal fato depende da existência e do fortalecimento de uma política

de planejamento ambiental estratégico referente à elaboração de mapeamentos temáticos digitais em escalas de detalhe e de semi-detalhe e que tenha continuidade, independente de conjunturas político-partidárias (CARVALHO; MACEDO; OGURA, 2007).

CARVALHO; MACEDO; OGURA (2007) reforçam que uma proposta de mapeamento de áreas de risco de ocorrência de movimentos de massa deve partir, necessariamente, do zoneamento de áreas sujeitas a esses processos físicos, principalmente aquelas situadas em assentamentos precários. O zoneamento e o mapeamento devem objetivar a implementação de uma política pública¹⁸ de gerenciamento de riscos dessa natureza.

Segundo os autores, um primeiro passo para elaborar esse mapeamento é fazer o levantamento de registros históricos de ocorrência de movimentos de massa junto aos órgãos competentes – como a Defesa Civil Municipal e o Corpo de Bombeiros - para, posteriormente, realizar o reconhecimento espacial dos locais onde já ocorreram movimentos de massa. No entanto, para isso é necessário fazer um levantamento bibliográfico, reunindo informações que auxiliem no entendimento do desencadeamento desses processos. Desse modo, torna-se possível realizar a previsão de movimentos de massa futuros, estabelecendo, assim, um padrão espacial, a partir do qual será possível inferir os condicionantes naturais e antrópicos vinculados (FERNANDES; AMARAL, 1986). FERNANDES e AMARAL (op.cit) concordam com CERRI (1992) quanto às ações capazes de reduzir a possibilidade de registros de movimentos de massa e também as dimensões das consequências socioeconômicas geradas por eles, como a adoção de medidas preventivas, planejamento para situações de emergência, e informações públicas e programas de treinamento. Os autores ressaltam a importância da inserção das ações e medidas em um programa governamental de redução de riscos.

As zonas de risco de ocorrência de movimentos de massa podem ser definidas, portanto, de formas e superfícies variáveis, mapeáveis em diferentes escalas espaciais e temporais. Não é possível, portanto, examinar a representação desse tipo de risco sem considerar as práticas de gestão ambiental. Neste sentido, realizar mapas digitais de zoneamentos constitui a base de uma política de prevenção.

¹⁸ Uma política pública pode ser entendida como um conjunto de ações de organismos estatais, estabelecido a partir de normas e princípios gerais, com o objetivo de equacionar ou resolver problemas da coletividade. A política pública difere da política de governo, visto que esta última se refere a um mandato eletivo, e a primeira pode atravessar diferentes mandatos (BREDARIOL; VIEIRA, 1998).

LEE (2004) afirma que uma das formas de desenvolver o planejamento ambiental é a divisão de uma área em zonas de ocupação do solo, baseados no conhecimento das áreas críticas ou vulneráveis ambientalmente. Este mesmo autor conclui que os principais fatores associados à perda de solo podem ser utilizados no planejamento de conservação do solo, permitindo o isolamento e a descrição de áreas vulneráveis a processos erosivos acelerados, bem como a determinação de medidas imediatas de conservação em locais específicos. No entanto, deve-se ressaltar que a definição de zoneamento é objeto de numerosas controvérsias ou oposições. Tal aspecto é decorrente da confiabilidade dos dados relativos ao recorte espacial considerado.

Políticas de zoneamento mal formuladas podem, por vezes, gerar efeitos perversos na medida em que contribuem para a criação de novos riscos, especialmente econômicos, como consequência da desvalorização dos terrenos envolvidos, da não captação de investimento necessário ao desenvolvimento de uma região e do prejuízo à imagem de uma cidade ou de um bairro, por exemplo.

Um mapa-síntese de zoneamento de risco de ocorrência de movimentos de massa é passível de erros, pois mesmo transmitindo uma imagem de segurança e certeza quanto à localização de áreas de risco elevado, não é expressão da verdade. Significa dizer que podem ocorrer movimentos de massa em áreas consideradas seguras, como aconteceu em janeiro de 2011 na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro. De qualquer modo, deve ser considerado como um instrumento do gestor público para definir os espaços em que há risco elevado, onde a ocupação deve ser regulamentada (às vezes, proibida), e outros em que o risco é menor ou mesmo está ausente, indicando porções espaciais aptas para expansão urbana.

Por outro lado, importantes avanços na área das geotecnologias têm contribuído para o zoneamento de riscos ambientais de um modo geral. Os procedimentos metodológicos adotados nos diagnósticos de áreas passíveis de ocorrência de movimentos de massa e nos prognósticos de riscos desses processos contam cada vez mais com o uso do Geoprocessamento, por meio da elaboração de mapas temáticos digitais da área estudada, da interpretação de fotografias aéreas e de imagens de satélite de alta resolução dos locais onde ocorreram os movimentos de massa e do uso de sistemas de informação geográfica para armazenamento, atualização e realização de análises multicritério. Para aplicar essas análises, o pesquisador deve dispor de dados diversificados e detalhados, referentes às condições da população e/ou dos domicílios (extraídos do censo

demográfico) e aos aspectos físicos já citados. Deste modo, o pesquisador, por meio da espacialização e da organização de informações temáticas georreferenciadas, poderá atingir um resultado que seja mais representativo da área estudada e, a partir disso, criar modelos de previsão de riscos de ocorrência de movimentos de massa. Conseqüentemente, haverá maior visibilidade de dados e informações passíveis de subsidiar as tomadas de decisão e o planejamento ações e medidas voltadas para a redução do risco de ocorrência de movimentos de massa (FERNANDES; AMARAL, 1996; ROCHA, 2000; FLORENZANO, 2008)

O subitem 2.7 apresenta, de modo detalhado, as definições referentes ao Geoprocessamento, bem como a proposta de procedimentos metodológicos para elaboração de mapeamentos temáticos digitais e análises espaciais multicritério para definição de APP e de zonas de risco de ocorrência de movimentos de massa em Unidades de Conservação.

2.6.6 Medidas estruturais e não estruturais de previsão, redução e de gestão de risco de ocorrência de movimentos de massa

Os movimentos de massa podem ser previstos, ou seja, é possível conhecer previamente onde, em que condições vão ocorrer e quais serão as magnitudes. Para cada tipo de movimento de massa, particularmente os deslizamentos, existem medidas não estruturais e estruturais específicas a serem adotadas (CARVALHO; MACEDO; OGURA, 2007).

Segundo FLORENZANO (2008), os principais métodos de previsão de movimentos de massa podem ser organizados em quatro grupos não excludentes:

a) análise em campo da distribuição das cicatrizes deixadas pelos movimentos de massa, o que pode contribuir para estabelecer um padrão espacial e prevenir movimentos de massa no futuro;

b) análise baseada em mapeamentos geomorfológicos ou geotécnicos, para os quais são atribuídos pesos e notas com base em informações de especialistas (Método *Delphi*¹⁹) e da literatura especializada para posterior análise espacial integrada;

¹⁹ O método Delphi consiste na obtenção dos pesos e notas baseada na escolha de especialistas, que conheçam bem o fenômeno e, de preferência, que tenham estudado a realidade espacial onde ele se localiza. A esses especialistas é solicitado que hierarquizem ou coloquem as variáveis (ou planos de informação) e as categorias mapeadas em ordem de importância para a manifestação ou ocorrência de fenômeno estudado (MOURA, 2007).

c) aplicação de modelos com bases estatísticas, os quais se baseiam no princípio da existência de relações funcionais de correlação entre os fatores condicionantes e a distribuição espacial dos movimentos de massa;

d) aplicação de modelos matemáticos (estocásticos e determinísticos), os quais buscam reproduzir os sistemas ambientais por meio de algoritmos capazes de descrever o comportamento dos processos que influenciam um dado fenômeno. A referida autora apresenta e analisa diferentes modelos matemáticos relacionados à estabilidade de encostas e descreve, brevemente, alguns estudos realizados no Brasil que aplicaram modelos matemáticos de previsão de movimentos de massa.

CARVALHO, MACEDO e OGURA (2007, p.49) trazem em seu capítulo 4 um “Roteiro metodológico para análise de risco e mapeamento de áreas de risco em setores de encosta e baixada, com enfoque em deslizamentos de solo.” Este roteiro visa ao cadastro de risco em situações emergenciais e foi proposto para pessoas que não tenham necessariamente formação técnica em Geologia ou Engenharia. O roteiro descreve oito passos que devem ser precedidos por instruções, com base nas quais se direciona a análise da situação, fornecendo alternativas que possam facilitar a tarefa.

A publicação também oferece um outro roteiro para avaliação de estabilidade de rochas e maciços rochosos, enfatizando que os casos mais comuns no processo de instabilidade são: tombamento, queda livre de blocos, rolamento de blocos, deslizamentos, os quais podem ocorrer de forma agregada.

A referida publicação apresenta também propostas de ações emergenciais e obras de estabilização de encostas, destacando técnicas de contenção e de estabilização de materiais.

Em seu capítulo 7 contribui para a questão do gerenciamento do risco de ocorrência de movimentos de massa, apresentando para isso propostas de medidas estruturais e não-estruturais. Como exemplos de medidas estruturais apontadas por CARVALHO, MACEDO e OGURA (2007), destacam-se:

- a implantação de obras de engenharia específicas para cada tipo de processo de instabilidade de encosta;
- o ordenamento do escoamento das águas superficiais e subterrâneas das encostas (incluindo as águas servidas e descartadas na forma de esgoto desordenadamente encosta abaixo), evitando a erosão, infiltração e o acúmulo da água no solo, responsáveis pela deflagração de movimentos de massa;

- os projetos de reurbanização de áreas, os quais devem conter soluções para o sistema viário, água potável, drenagem de águas pluviais e esgotos, fornecimento de eletricidade, coleta de lixo, abertura de espaços de lazer, realocação e melhoria de moradias e obras para diminuir riscos. Os autores ressaltam que tais projetos devem se basear em estudos específicos de análise de risco;
- as intervenções para implantação de moradias e o projeto construtivo das mesmas em áreas de encostas devem ser devidamente controlados, levando-se em conta as características dos terrenos e sua suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa;
- a proteção das superfícies dos terrenos visa impedir a formação de processos erosivos e diminuir a infiltração.

Os exemplos de medidas não-estruturais apontados por CARVALHO, MACEDO e OGURA (2007) são:

- Planejamento Urbano;
- Legislação de uso e ocupação do solo. Segundo CARVALHO, MACEDO e OGURA (2007, p. 136)

“Existe legislação em todos os níveis que tratam do assunto, principalmente relacionadas ao Meio Ambiente, à regulamentação do uso e ocupação do solo, às normas de construção (principalmente municipais), à Defesa Civil e aos Planos Diretores, porém, esta só será eficaz se incluir normas técnicas que tornem efetiva a sua implantação.”
- Política habitacional, a qual deve contemplar programas para populações de baixa renda, com acompanhamento técnico, projetos e materiais adequados aos espaços que serão ocupados. Tais programas “devem estar relacionados aos planos de requalificação de espaços urbanos, urbanização de favelas/assentamentos urbana precários e mapeamentos detalhados de risco.” (CARVALHO; MACEDO; OGURA, 2007, p.137);
- Incentivo às pesquisas, pois para lidar com situações de risco de ocorrência de movimentos de massa, é necessário realizar estudos sobre os fenômenos, suas causas, localização espacial, análise de ocorrências do passado, e possíveis consequências;
- Desenvolvimento de Sistemas de Alerta e de Contingência pela Defesa Civil, baseados no monitoramento das chuvas, nas previsões da meteorologia e nos trabalhos de campo para verificação das condições das encostas. CARVALHO, MACEDO e OGURA (2007, p. 138)

elencam as seguintes tarefas na montagem e operação dos planos de alerta e de contingência:

“definição do tipo de processo a ser considerado, levantamento das áreas de risco, estruturação logística das ações do plano, definição do aparato tecnológico de recepção e transmissão de dados hidrometeorológicos e geotécnicos (de preferência em tempo real), capacitação das equipes locais para realizar vistorias das áreas durante todo o período das chuvas, difusão do sistema para a população por meio de palestras, folhetos, cartilhas e a realização de simulados (ensaios) de evacuação de áreas.”

- o Investimento em Educação e Capacitação, por meio de um sistema educativo eficaz (em diferentes níveis de ensino), que gere e difunda uma cultura de prevenção contra riscos de ocorrência de movimentos de massa, representando, assim, o melhor instrumento para reduzir a frequência de desastres.

FERNANDES e AMARAL (1996) e CARVALHO, MACEDO e OGURA (op.cit.) sugerem também aplicar três ações, simultaneamente ou não, para minimizar, controlar e prevenir os riscos de ocorrência de movimentos de massa:

- a) *Eliminar/reduzir o risco*, por meio de procedimentos que agem sobre o processo - implantação de medidas estruturais - ou sobre a consequência - remoção dos moradores das áreas de risco;
- b) *Evitar a formação e o crescimento de áreas de risco*, por meio do controle efetivo do uso e ocupação do solo, a partir da fiscalização e de diretrizes técnicas que possibilitem a ocupação adequada e segura de áreas suscetíveis a riscos geológicos e hidrológicos;
- c) *Conviver com os problemas*, a partir da formulação de Planos Preventivos de Defesa Civil, envolvendo um conjunto de ações coordenadas que buscam reduzir a possibilidade de ocorrência de perda de vidas humanas, visando a um convívio com as situações de risco dentro de níveis razoáveis de segurança.

O Relatório elaborado pelo SCHÄFFER et al. (2011) orienta que áreas com risco de ocorrência de movimentos de massa devem permanecer desocupadas e, quando ocupadas, deve-se buscar promover a sua desocupação, tendo em vista a possibilidade de ocorrência de novos eventos. É sugerido que o planejamento contemple ações para disciplinar rigorosamente o processo de ocupação do solo, assegurando a sustentabilidade do uso dos recursos naturais e evitando toda e qualquer ocupação de áreas de risco de ocorrência de movimentos de massa e de Áreas de Preservação

Permanente (APP). Só assim será possível prevenir e minimizar os prejuízos socioambientais dos eventos climáticos extremos e garantir a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, como está expresso no SNUC, já comentado no subitem 2.1.3.1.

Com relação especificamente às APP, a conclusão do SCHÄFFER et al. (2011, p. 89) sobre os efeitos dos movimentos de massa na Região Serrana em 2011 é válida para outros contextos espaciais, cuja ocupação desenfreada não respeitou as normas ambientais estabelecidas por lei:

“se a faixa de 30 metros em cada margem (60 metros no total) considerada Área de Preservação Permanente ao longo dos cursos d’água estivesse livre para a passagem da água, bem como, se as áreas com elevada inclinação e os topos de morros, montes, montanhas e serras estivessem livres da ocupação e intervenções inadequadas, como determina o Código Florestal, os efeitos da chuva teriam sido significativamente menores, tanto em suas consequências ambientais, quanto econômicas e sociais.”

2.7 Considerações sobre o Geoprocessamento aplicado a análises multicritério de risco ambiental e a zoneamento de áreas protegidas

Neste subitem são apresentadas algumas definições mais difundidas sobre Geoprocessamento e sobre Sistemas de Informação Geográfica. Também são feitas considerações acerca da metodologia de análise multicritério para definição de zoneamento de risco de ocorrência de movimentos de massa.

2.7.1 Definições de Geoprocessamento e Sistema de Informação Geográfica

No desenvolvimento de estudos ambientais, deve-se considerar que todo fenômeno: é passível de ser localizado; tem sua extensão determinável; não é totalmente isolado, pois mantém relacionamentos espaciais e está em constante alteração (XAVIER-DA-SILVA, 2001).

Atualmente, esses estudos são desenvolvidos com base na tecnologia do Geoprocessamento, principalmente por meio do uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), além do processamento digital de imagens de satélite ou de radar e do uso em campo de aparelhos GPS (*Global Positioning System* ou Sistema de Posicionamento Global).

Existem diversas referências bibliográficas que apresentam definições sobre Geoprocessamento e Sistema de Informação Geográfica, dentre as quais foram destacadas as seguintes:

XAVIER-DA-SILVA (1987, p. 135), há quase três décadas, já sintetizava o Geoprocessamento como:

“um conjunto de procedimentos computacionais que, operando sobre bases de dados geocodificadas ou, mais evolutivamente, sobre bancos de dados geográficos, executa análises, reformulações e sínteses sobre os dados ambientais disponíveis.”

O mesmo autor em 1992 (*apud* COSTA, 2002, p. 69) ressalta que o Geoprocessamento destina-se a:

“tratar os problemas ambientais levando-se em conta a localização, extensão e as relações espaciais dos fenômenos analisados, com o objetivo de contribuir para a sua presente explicação e para o acompanhamento de sua evolução passada e futura”.

O autor enfatiza também que, para realizar tais análises, de modo eficaz, devem ser utilizadas técnicas computacionais que proporcionam numerosos e diversificados dados ambientais disponíveis.

Para VEIGA (1999), o Geoprocessamento, além da espacialização da informação, proporciona maior acessibilidade, precisão e velocidade na sua obtenção e no seu processamento. Ganha importância crescente em relação à elaboração e à implementação de planos e estratégias de planejamento ambiental em diferentes escalas de análise, pois propicia conhecer melhor o espaço e a sociedade que o produz, além de espacializar as relações entre os dois, de forma mais rápida, como subsídio à tomada de decisão. As facilidades que o Geoprocessamento oferece à operacionalização e à empiricização nos estudos sobre riscos ambientais e vulnerabilidade decorrem das possibilidades de testar hipóteses, utilizando grandes volumes de dados e entrecruzando diferentes mapas temáticos digitais relativos às características físicas e à população em geral.

Dentro de uma perspectiva holística, o Geoprocessamento é um conjunto de procedimentos metodológicos capaz de criar deduções por meio da identificação de relações espaciais de contingência, conexão, proximidade e funcionalidade entre partes componentes da situação ambiental. Os resultados alcançados são passíveis de reprodução em muitas situações ambientais semelhantes (XAVIER-DA-SILVA, 1999). Segundo essa perspectiva, ROCHA (2000, p. 210) entende o Geoprocessamento como uma tecnologia transdisciplinar, a qual operando com dados especializados, “integra várias disciplinas, equipamentos, programas, processos, entidades, dados, metodologias e pessoas para coleta, tratamento, análise e apresentação de informações associadas a mapas digitais georreferenciados”.

Derivando da definição de ROCHA e de outros autores que seguem a mesma linha, FITZ (2008, p. 24) propõe uma sintetização que considera o Geoprocessamento “como uma tecnologia, ou mesmo um conjunto de tecnologias, que possibilita a manipulação, a análise, a simulação de modelagens e a visualização de dados georreferenciados.” FITZ (op.cit.) afirma ainda que o Geoprocessamento é uma tecnologia de apoio à decisão e deve ser apreendido como uma atividade inserida no processo decisório, procurando-se direcionar os procedimentos por meio de uma metodologia que possa responder às dúvidas e às necessidades dos tomadores de decisão.

Com o Geoprocessamento muda-se a forma de coletar, utilizar e disseminar a informação, ou seja, a semiótica convencional (uso de cartas analógicas com limitações intrínsecas) cede lugar à semiótica digital, segundo a qual, o mapa não é para ser visto, e sim, para servir de objeto de análise e para subsidiar tomadas de decisão (XAVIER-DA-SILVA, 1999).

Os procedimentos metodológicos, baseados no uso do Geoprocessamento e de SIG, aplicados na pesquisa ambiental, devem procurar respeitar a natureza diversificada dos dados ambientais e permitir análises e integrações sucessivas que conduzam a deduções quanto à extensão territorial e quanto às possibilidades de associações causais entre variáveis ambientais (XAVIER-DA-SILVA, 1999). Nessa direção, MOURA (2007) observa que ao se fazer uso de um SIG, deve-se selecionar as variáveis que participarão da análise e estudar as suas combinações. Segundo a autora, busca-se fazer uma representação simplificada da realidade, selecionando os seus aspectos mais relevantes que mostrem as correlações e comportamentos entre variáveis ambientais.

As deduções se “originam a partir da ocorrência associada, no tempo e no espaço, das características ambientais sob análise, podendo ser usada uma estrutura integradora e classificadora baseada em uma escala ordinal.” (XAVIER-DA-SILVA, 1999, p. 2). Conforme o mesmo autor, os dados ambientais, obtidos em diferentes escalas de medição – nominal, ordinal, de intervalo ou razão – são convertidos à escala ordinal, que passa a ser o referencial padronizado e específico, para fins de executar as classificações desejadas e fazer levantamentos e análises dos relacionamentos considerados relevantes.

Inseridas no universo do Geoprocessamento, estão as tecnologias do Sensoriamento Remoto, do Sistema de Posicionamento Global (GPS) e do Sistema de

Informação Geográfica²⁰ (SIG - *Geographical Information Systems* – GIS), sendo este considerado o núcleo dentre essas geotecnologias, pois trata da análise espacial georreferenciada de dados geográficos (COSTA, 2002).

Assim como ocorre com o termo Geoprocessamento, existem na literatura várias definições de Sistema de Informação Geográfica. Há também uma dificuldade em se estabelecer uma única definição, devido às diferentes características estruturais dos SIG e da grande variedade de possibilidades de aplicações (SILVA, 1999; BUZAI, 2000 *apud* FITZ, 2008). Muitas dessas aplicações ocorrem nos campos do conhecimento da Geologia, Informática, Cartografia, Geotecnia, Engenharia e, evidentemente, da Geografia. São muitos os exemplos de aplicação do Geoprocessamento em inventário dos recursos naturais e humanos, controle e manipulação de dados cadastrais e de propriedade urbana e rural, instalação e monitoramento de grandes empreendimentos, como redes telefônica, de abastecimento e evacuação de águas, de transportes, além de aplicações diversas nas áreas da saúde pública, da segurança e da educação, dentre outras (COSTA, 2002).

Existem diversas definições de Sistema de Informação Geográfica, dentre as quais foram selecionadas as seguintes:

- XAVIER-DA-SILVA (1992, p. 135) defende que o SGI é o tipo de estrutura mais importante para a viabilização do Geoprocessamento. Conforme o autor, “trata-se de uma estrutura de armazenamento, recuperação e transformação dos dados contidos numa base de dados geográficos.” Essa estrutura, voltada para a análise ambiental, permite gerar novos conhecimentos sobre as relações entre os fenômenos ambientais, bem como possibilita definir a ocorrência conjunta, em um mesmo local, de possíveis relações de causa e efeito.
- ARONOFF (1989; 1995) define SIG como um sistema em base computacional para captação, armazenamento, manipulação, análise e apresentação da informação geográfica.
- CÂMARA e MEDEIROS (1998) consideram os SIG como sistemas automatizados, usados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos,

²⁰ O termo SIG e suas derivações são motivo de discussão há décadas. Alguns autores utilizam a tradução do inglês *Geographical Information Systems* (GIS) de forma diferenciada para o português: Sistema Geográfico de Informação (SGI), que é a tradução mais correta na visão do autor XAVIER-DA-SILVA (2001) ou Sistema de Informação Geográfica (SIG), por se tratar de um sistema computacional que trabalha com um grande número de informações de cunho geográfico. O texto da tese utiliza o termo utilizado Sistema de Informação Geográfica (SIG).

isto é, dados que representam objetos e fenômenos cuja localização geográfica é uma característica inerente à informação e indispensável para analisá-la.

- Segundo BURROUGHS e MCDONNELL (1998), o Sistema de Informação Geográfica constitui um poderoso conjunto de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados espaciais relativos ao mundo real para um propósito específico.
- ROCHA (2000, p. 48), após discutir diferentes visões de especialistas definiu SIG como

“um sistema com capacidade para aquisição, armazenamento, tratamento, integração, processamento, recuperação, transformação, manipulação, modelagem, atualização, análise e exibição de informações digitais georreferenciadas, topologicamente estruturadas, associadas ou não a um banco de dados alfanuméricos”.

- FITZ (2008, p. 23) sintetiza SIG como um

“sistema constituído por um conjunto de programas computacionais, o qual integra dados, equipamentos e pessoas com o objetivo de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados espacialmente referenciados a um sistema de coordenadas conhecido.”

2.7.2 A modelagem do mundo real e o procedimento de Análise Multicritério por Geoprocessamento

Deve-se destacar que a história do desenvolvimento das tecnologias do universo do Geoprocessamento, mais particularmente dos SIG, é muito recente. Somente a partir do final da década de 1980 os dados e informações passaram a ser mais intensamente georreferenciados, geocodificados e processados em ambiente computacional, devido à necessidade crescente de manipulação e de análise de grande quantidade de dados ambientais no mundo (TEIXEIRA et al, 1992; COSTA, 1997).

No entanto, no Brasil, a evolução e a disseminação dos SIG aconteceram somente em meados da década de 1990. Desde então, há uma preocupação crescente com a utilização de informações espaciais automatizadas e sistematizadas na realização de planejamento territorial, resultando em um interesse cada vez maior na aplicação de SIG. Atualmente, diversos órgãos das três esferas governamentais têm na sua estrutura organizacional laboratórios ou setores especializados em Geoprocessamento.

No âmbito da modelagem espacial, o mundo real é representado cartograficamente por diferentes mapas temáticos digitais georreferenciados. (planos de informação ou bases cartográficas digitais chamadas de *layers* ou camadas). Os mapas temáticos digitais são armazenados conforme estruturas específicas de representação de

dados cartográficos e organizados em bancos de dados geográficos, passíveis de serem manipulados, atualizados e analisados de modo integrado, objetivando à uma aplicação e buscando responder a algumas das questões básicas (SILVA, 1999), a seguir (Quadro 2):

Localização	O que está em...?
Condição	Onde está...?
Tendência	O que mudou...?
Rota	Qual o melhor caminho...?
Padrão	Qual a melhor variável...?
Simulação	Ocorrendo um evento...
Modelamento	Se ocorrer...

Quadro 2 – Questões básicas a serem respondidas por um SIG.
 Fonte: Extraído de SILVA (1999, p. 48).

As estruturas de representação de dados cartográficos em um SIG são basicamente de dois tipos: vetorial e *raster* (ou matricial). A estrutura vetorial é caracterizada por pontos de coordenadas x e y (latitude e longitude) no espaço bidimensional (2D), onde feições pontuais são representadas por um único par de coordenadas, as feições lineares por uma sequência de pares de coordenadas e os polígonos por uma sequência de pares de coordenadas, em que o último par coincide exatamente com o primeiro (XAVIER-DA-SILVA, 1992; SILVA, 1999, ROCHA, 2000).

A estrutura *raster* é representada como uma matriz de células chamadas também de *pixels* (*picture element*). A esses pixels estão associados dígitos que identificam os objetos sob a forma de imagem digital. A localização de cada pixel é associada ao par de coordenadas da matriz (linha, coluna) ou a um par de coordenadas espaciais (UTM ou geográficas).

O uso de SIG permite a estruturação, a consulta e a atualização de bancos de dados geográficos de distintas naturezas (onde estão armazenados os mapas temáticos digitais, em formatos vetorial ou *raster*) e de bancos de dados convencionais (tabelas de atributos). A partir da distribuição estatística dos atributos (análise de histogramas), é possível gerar novos mapas temáticos, a exemplo dos mapeamentos produzidos com base na espacialização dos dados censitários na malha digital de setores correspondentes. Além disso, o SIG possibilita a análise espacial integrada de diversos planos de informação por meio de diferentes estruturas lógicas de análise.

Dentro dessa perspectiva, FITZ (2008) explica que estudos estruturados com base no espaço geográfico consideram uma grande diversidade de variáveis de diversas naturezas. Tais variáveis podem ou não constituir-se em critérios na análise espacial por meio de SIG. Neste sentido, deve ser empregada nesta análise a metodologia multicritério²¹, a qual trabalha com mais de um critério simultaneamente. Portanto, para o entendimento dos processos de movimentos de massa, há necessidade de agregar muitos fatores condicionantes causais que participam do desencadeamento desses processos.

MOURA (2007) apresentou um roteiro metodológico acerca do procedimento de análise multicritério com base em Geoprocessamento, fundamentado em revisão bibliográfica sobre a temática. A autora resume o procedimento para uma análise multicritério em Geoprocessamento nos seguintes passos:

“(...) [1] seleção das principais variáveis que caracterizam um fenômeno, já realizando um recorte metodológico de simplificação da complexidade espacial; [2] representação da realidade segundo diferentes variáveis, organizadas em camadas de informação; [3] discretização dos planos de análise em resoluções espaciais adequadas tanto para as fontes dos dados como para os objetivos a serem alcançados; [4] promoção da combinação das camadas de variáveis, integradas na forma de um sistema, que traduza a complexidade da realidade; finalmente, [5] possibilidade de validação e calibração do sistema, mediante identificação e correção das relações construídas entre as variáveis mapeadas.” (MOURA, 2007, p. 2900).

De um modo geral, a interrelação entre dados espaciais de naturezas distintas, por meio de procedimentos metodológicos baseados em SIG, deve procurar respeitar a natureza diversificada dos dados ambientais, além de permitir análises integradas sucessivas que conduzam a deduções quanto à extensão territorial e quanto às possibilidades de associações causais entre variáveis ambientais (XAVIER-DASILVA, 1999). Questões referentes à padronização de atributos cartográficos como escala, datum vertical, coordenadas geográficas e sistema de projeção são fundamentais para que os mapeamentos sistemáticos digitais de diferentes fontes possam vir a ser sobrepostos ou analisados de modo integrado por meio de sistemas de informação geográfica para obtenção de mapas-síntese, como por exemplo, mapas de riscos e de potencialidades.

O Geoprocessamento permite individualizar cada “espaço”, por meio de suas características ou assinaturas, para que se possa nele atuar mais confiavelmente, além de discernir e explicitar os fenômenos que nele ocorrem, com base em análises mais concretas e rigorosas, minimizando interferências. A possibilidade de processar

²¹ Comumente denominada “Análise Multicritério”.

geograficamente informações confiáveis, precisas e rapidamente acessíveis para a elaboração de ações e de estratégias necessárias à gestão do espaço, compatíveis com as características particulares de cada sociedade e do espaço por ela ocupado ou “produzido” é, sem dúvida, a contribuição maior do geoprocessamento (VEIGA, 1999).

2.7.3 Síntese da proposta de procedimentos metodológicos de Análise Ambiental Multicritério por meio do *Sistema de Análise Geoambiental* – SAGA/LAGEOP/UFRJ

O Sistema de Análise Geoambiental – SAGA foi desenvolvido em 1983 (primeira versão pelo Prof. Dr. Jorge Xavier da Silva (IGEO/UFRJ) e sua equipe do LAGEOP/UFRJ (Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Geografia do Instituto de Geociências da UFRJ).

O SAGA visa realizar aplicações ambientais em equipamentos de baixo custo e vem sendo constantemente atualizado desde 1983, integrando novas rotinas para facilitar o tratamento dos dados e ampliar as possibilidades de análises espaciais (LAGEOP, 2012). Como o foco do SAGA é realizar análises ambientais a partir de dados georreferenciados, opera apenas com a estrutura matricial ou raster de armazenamento de dados geográficos própria - em formato *rst* ou *r2*. Para processar dados espaciais originados em outros formatos matriciais como o TIFF, o LAGEOP criou, ao longo do tempo, arquivos executáveis de conversão de formatos. Com isso, atualmente é possível gerar planos de informação em formato vetorial, como por exemplo, a extensão *shp* (*shape*, própria do ArcGis) e convertê-lo para o formato de imagem TIFF para, posteriormente, converter este formato para *rst*. A Figura 6 sintetiza os procedimentos metodológicos propostos por XAVIER-DA-SILVA et al., 1999, p. 5), que podem ser divididos em dois grandes grupos, respectivamente: o referente ao **diagnóstico** de situações existentes ou de possível ocorrência, e o relativo ao **prognóstico**, em que são realizadas previsões e zoneamentos, e, eventualmente, sugeridas provisões quanto aos problemas ambientais estudados.

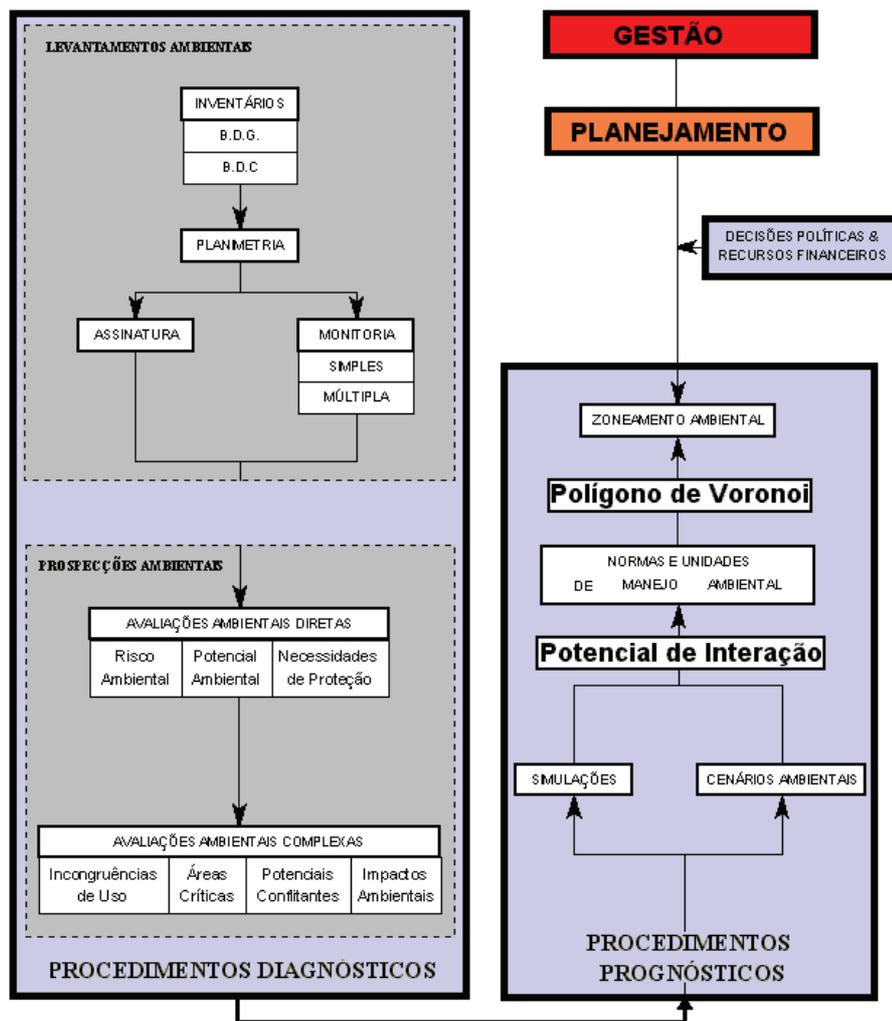


Figura 6 – Síntese da Metodologia de Análise Ambiental por Geoprocessamento
 Extraída de: XAVIER-DA-SILVA et al., 1999, p. 5.

Entre os módulos do SAGA, o de Avaliação Ambiental pode ser considerado o cerne desse sistema, devido à sua extraordinária e versátil capacidade de atuar nos mais diversos ramos da pesquisa ambiental. Além disso, responde pela geração dos produtos finais relativos às análises ambientais que se deseja fazer, ou seja, dos mapas e relatórios que irão apoiar o processo de tomada de decisão. Esse módulo possui três funções básicas: assinatura, monitoria, e avaliação ambiental (XAVIER-DA-SILVA, 1999).

A metodologia de Análise Ambiental, proposta por XAVIER-DA-SILVA e CARVALHO FILHO (1995), por meio do SAGA e de outros SIG, considera a extensão da ocorrência coincidente de eventos e entidades ambientais, a qual:

“pode ser estabelecida ao nível de detalhe adequado aos dados disponíveis, definindo-se, assim, a possibilidade de correlações baseadas na localização e nos diversos níveis de ocorrência concomitante que venham a ser registrados.” (XAVIER-DA-SILVA et al., 1999, p.1).

Esse aspecto possibilita obter inferências de causalidade relativas aos eventos e entidades ambientais analisados. Diante disso, o pesquisador deve criar “procedimentos analíticos e sintetizadores que revelem a presença inferida de relações causais aplicáveis à situação ambiental com que se defronta” (XAVIER-DA-SILVA, 1999, p. 1).

Os *procedimentos diagnósticos* incluem tratamentos necessários à identificação no tempo e no espaço de dados e de problemas específicos relevantes para a avaliação das situações ambiental estudada. Tais procedimentos referem-se a *levantamentos ambientais* e a *prospecções ambientais*. Os primeiros tratam da criação da base de dados georreferenciados, na qual estão contidos os dados ambientais básicos (entendidos como físicos, bióticos e socioeconômicos), capazes de diagnosticar a situação ambiental estudada. As prospecções ambientais, por sua vez, representam extrapolações territoriais baseadas nas conjugações de características ambientais (obtidas por meio dos levantamentos anteriores) voltadas para uma finalidade específica, como avaliações de riscos e de potenciais. Os referidos procedimentos são descritos mais detalhadamente a seguir:

A) Levantamentos Ambientais

Os levantamentos ambientais compreendem desde a medição de áreas de incidência de eventos e entidades, até a ocorrência de associações de eventos, de entidades e de características ambientais. Em outras palavras, mais especificamente, fazem parte dos levantamentos ambientais os seguintes procedimentos:

a) Inventário

Segundo XAVIER-DA-SILVA e CARVALHO FILHO (1995), *inventário* pode ser definido como o levantamento das condições ambientais vigentes em uma certa extensão espacial, em uma ou em várias ocasiões. Este levantamento é composto por diferentes mapas temáticos e registros de eventos e entidades não diretamente espaciais, mas que possam vir a ser relacionados aos citados mapas temáticos. Consiste em uma enumeração classificável das características ambientais, naturais e socioeconômicas, existentes ou julgadas relevantes. Os critérios de relevância e o nível de detalhamento adotado dependerão sempre da finalidade do estudo.

Os autores também entendem *inventário ambiental*

“como um arcabouço físico e lógico representativo da realidade ambiental, comportando as variações identificadas dentro das entidades territoriais e taxonômicas que o compõe. É um modelo digital do ambiente, no qual transformações dirigidas podem ser executadas sobre os dados, gerando como resultados esquemas classificatórios mapeados, acompanhamento da evolução de fenômenos, zoneamentos e inferências quanto a relacionamentos causais, entre outros elementos condutores da

gestão ou controle ambiental (...)” (XAVIER-DA-SILVA et al., 1999, p. 3).

b) Planimetrias

Em geoprocessamento, planimetria refere-se à identificação da extensão territorial de ocorrências, o que representa um ganho de conhecimentos relevantes. A planimetria precisa ser empregada metodicamente, de modo a gerar resultados significativos para uma análise ambiental. Os dois procedimentos exploratórios que são baseados em planimetrias e que se direcionam para obtenção de informações ambientais são:

b.1) Assinatura Ambiental

A *Assinatura Ambiental* (ilustrada na Figura 25 do Capítulo 4) representa um dos procedimentos exploratórios, denominados e propostos por XAVIER-DA-SILVA; e CARVALHO FILHO (1995), que se baseia em planimetrias (medição em número de pixels e em hectares) de área(s) delimitada(s) pelo usuário voltadas para a obtenção de informação ambiental.

Analogamente ao termo “Assinatura espectral”, utilizado no Sensoriamento Remoto para a identificação de alvos em termos de suas reflectâncias à energia solar incidente, registradas ao longo de segmentações (canais, bandas) do espectro eletromagnético, o termo “Assinatura ambiental” foi proposto pelos autores (XAVIER-DA-SILVA e CARVALHO FILHO, 1995). A assinatura ambiental tem como eixos os planos de informação (parâmetros) constantes do inventário de um SIG pode ser ilustrada no seguinte exemplo:

“Uma vez definida uma ocorrência de interesse (uma área de enchentes, por exemplo), a base de dados pode ser consultada sobre quais as características ambientais que se localizam na área alvo, definindo assim sua assinatura ambiental (...) Por meio dessa técnica, faz-se do SGI um *hiperespaço heurístico*, no qual torna-se possível informar empiricamente sobre possíveis associações causais entre variáveis ambientais” (XAVIER-DA-SILVA et al., 1999, p. 4).

Segundo FRANCISCO (1995), que utilizou o SAGA em seu estudo, a técnica da *Assinatura Ambiental* consiste na recuperação da localização de uma dada informação, por meio 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 autora ressalta que para alcançar um resultado eficaz da *Assinatura Ambiental* é

essencial que sejam feitas inferências sobre problemas ambientais a partir de ocorrências territoriais conjuntas de fenômenos. Ainda segundo a autora, na realização da assinatura, os mapas devem ser selecionados conforme a relação entre o fenômeno estudado e as variáveis ambientais julgadas de interesse. Ela conclui, portanto, que é fundamental o usuário deter conhecimentos específicos acerca dos processos responsáveis pela ocorrência do fenômeno estudado, para que possa selecionar, com boa margem de segurança, as variáveis que participarão da assinatura.

XAVIER-DA-SILVA (2001) chama a atenção para a relevância do procedimento da assinatura ambiental, considerando-se o conhecimento precário acerca de processos ambientais. Segundo o referido autor (p. 172), “é imperativo que se façam inferências sobre problemas ambientais a partir de ocorrências territoriais conjuntas de fenômenos”.

b.2) Monitoria

Além da dimensão espacial do fenômeno estudado, é preciso obter conhecimento sobre sua evolução ao longo do tempo. Para isso, são necessários registros sucessivos do fenômeno ambiental, utilizando-se taxonomias correspondentes, possibilitando, assim, o acompanhamento da evolução territorial do mesmo. Portanto, o procedimento, que visa à análise evolutiva de fenômenos ambientais, por meio da comparação de mapeamentos em épocas diferentes, mostrando as áreas alteradas e o destino dado a elas, chama-se Monitoria. A partir dessa análise, pode-se chegar à definição de um quadro de tendência evolutiva do fenômeno estudado, quando a comparação for feita levando-se em conta vários períodos de estudos. A Monitoria permite definir e calcular as áreas alteradas e o destino dadas a elas.

No SAGA, o procedimento de Monitoria pode ser executado em duas fases: *simples*, que define as alterações de localização e de extensão das características ambientais determinadas dentro de um dado período; e *múltipla*, por meio da qual é possível saber o destino dado à área que sofreu alteração (tipo “passou a existir”, bem como conhecer as características ambientais sobre as quais veio incidir uma determinada expansão territorial (tipo “deixou de ser”) (XAVIER-DA-SILVA, 2001).

B) Prospecções Ambientais

As informações obtidas por meio dos procedimentos da planimetria, da assinatura ambiental e da monitoria podem subsidiar classificações do espaço geográfico (territorializadas), com base no levantamento de conjugações de características ambientais representadas na base de dados que sejam de interesse do estudo. Esse

procedimento empírico chama-se Prospecção, em analogia às prospecções geológicas (XAVIER-DA-SILVA; CARVALHO FILHO, 1995).

Além disso, o conhecimento dos processos ambientais e das relações entre as variáveis consideradas no estudo também balizam as classificações territorializadas. Neste caso, procede-se analiticamente em relação à prospecção ambiental. Os procedimentos empírico e analítico podem ser executados de forma conjugada, possibilitando um processo de calibração a partir das comparações dos resultados e dos aperfeiçoamentos progressivos (XAVIER-DA-SILVA, 2001).

As prospecções ambientais podem ser fundamentadas em Avaliações Ambientais, as quais, por sua vez, são geradas por estruturas lógicas de análise, dentre as quais podem ser citadas: média ponderada, lógicas *booleana* e *nebulosa (Fuzzy)* e tratamentos bayesianos. A Avaliação Ambiental disponibilizada no SAGA baseia-se na simples média ponderada²², em que :

“Podem ser definidos pesos e notas que basearão a criação de um referencial multidimensional e ordinal. Neste referencial poderá ser feita a definição de posições das unidades territoriais de integração dos dados, passando estas unidades a serem classificadas segundo um conjunto de atributos. Este tipo de classificação, embora reconhecidamente não considere, por si próprio, problemas de redundância nos dados e trabalhe em uma escala apenas ordenadora, é suficientemente robusto para acomodar as numerosas variáveis ambientais de escala nominal, juntamente com as variáveis de outras escalas de medição [ordinal, intervalo e razão]. Sacrifica a precisão para garantir uma estrutura de modelagem abrangente, convergente como são os problemas ambientais, e de fácil reconstituição da origem dos seus resultados, condição esta de grande interesse para a definição de relações causais a partir da ocorrência territorial conjunta de diversas variáveis ambientais.” (XAVIER-DA-SILVA, 2001, p. 175).

MOURA (2007) afirma que o emprego da Média Ponderada cria um espaço classificatório, ordinal, entendido também como uma escala de intervalo. Esse procedimento pode, inclusive, ser utilizado em escala nominal, uma vez que os eventos sejam hierarquizados segundo algum critério de valor. A autora ressalta que para transformar qualquer escala de medição em valores numéricos deve-se atribuir pesos aos mapas temáticos digitais (até somarem 100%) e notas de 0 a 10 às categorias das legendas desses planos, considerando-se a importância de cada categoria para a síntese em construção (análise de risco e de potencial), a partir da aplicação do Método *Delphi*, já mencionado. A Figura 7 ilustra o procedimento de atribuição de pesos e notas no ambiente do SAGA/UFRJ.

²² Há pesquisadores que preferem utilizar a Lógica *Fuzzy* para atribuir pesos e notas.

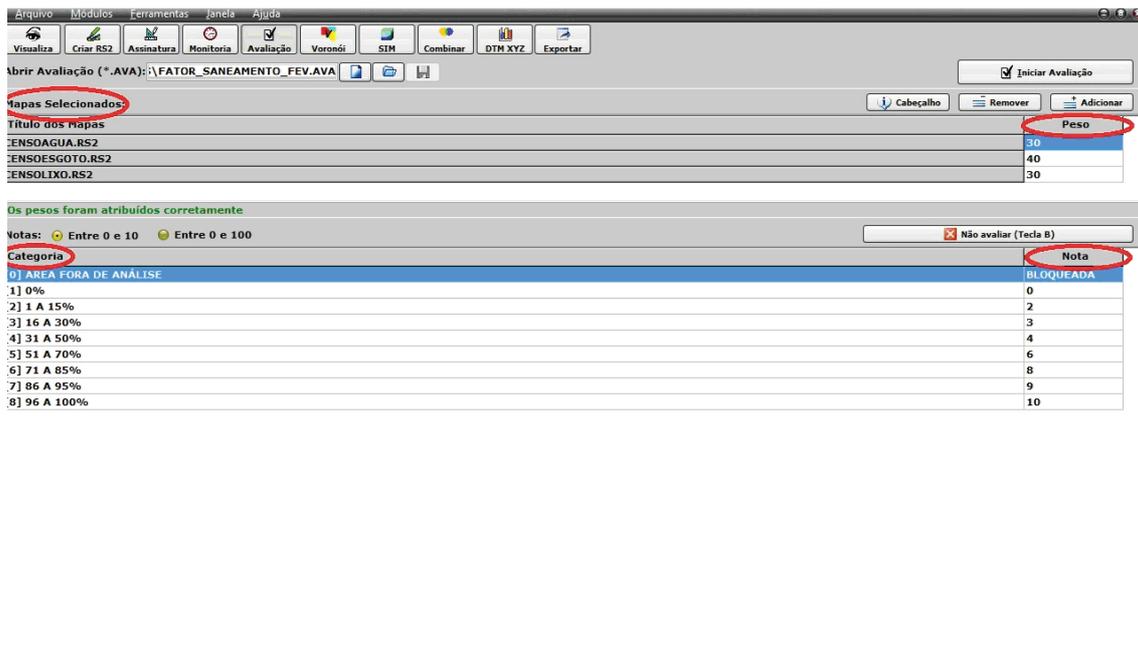


Figura 7 – Tela do Módulo de Avaliação Ambiental do SAGA/UFRJ, em que os pesos (0 a 100%) são atribuídos aos mapas temáticos digitais e as notas (0 a 10) são dadas às categorias das legendas.

Para melhor estabelecer uma estrutura lógica de média ponderada para executar uma Avaliação Ambiental, deve ser criada uma árvore de decisão (Figura 24 do Capítulo 4), que representa um instrumento de análise da importância relativa de parâmetros usados na sua construção. Para isso, deve-se atribuir "pesos" aos planos de informação relacionados aos riscos ou impactos analisados e "notas" às respectivas categorias mapeadas ou classes da legenda de cada um dos planos considerados (XAVIER-DA-SILVA, 2001). Conforme o autor, a árvore de decisão mostra a integração de estimativas de riscos de ocorrência de algum processo ou fenômeno a partir de várias características ambientais, as quais podem ser de cunho natural, geohistórico ou socioeconômico. O autor destaca ainda que os resultados da referida estrutura lógica de análise são mapas finais (cujos títulos na tese iniciam por “Fator”) que mostram em destaque duas categorias: áreas sujeitas ao risco considerado e não aquelas sujeitas a riscos muito baixos ou nulos.

Segundo o XAVIER-DA-SILVA (op. cit.), as análises multicritério realizadas para uma dada situação ambiental podem ser feitas a partir da seguinte formulação matemática básica de uma média ponderada:

$$MP_n = \frac{\sum_k^n [P_k (N_k)]}{\sum_k^n P_k}$$

Onde:

MP_n = media ponderada a ser atribuída a cada unidade de resolução espacial;

P_k = peso atribuído ao plano de informação “k”;

N_k = valor representativo de uma classe do plano de informação “k”, admitida a restrição da ocorrência de apenas uma classe em cada unidade territorial de discretização adotada (unidade de resolução espacial, que, neste procedimento avaliativo, pode ser denominada unidade territorial de integração de dados);

n = número de planos de informação (e classes) envolvido no cômputo.

As avaliações ambientais podem ser diretas ou complexas, apresentadas, sucintamente, a seguir:

a) Avaliações ambientais diretas

Segundo XAVIER-DA-SILVA; CARVALHO FILHO (1995) e XAVIER-DA-SILVA (2001, p. 175), a “Avaliação ambiental direta” resulta da “combinação imediata dos dados originalmente inventariados, isto é, são os primeiros resultados avaliativos obtidos com a combinação dos dados originais.” Os mapeamentos de riscos e de potenciais ambientais são exemplos de produtos cartográficos gerados por meio dessas combinações. Esses mapas são resultantes da superposição dos vários planos de informação gerados, realizada por meio do esquema de atribuição de pesos e notas aos vários parâmetros e atributos neles contidos, com base, principalmente, nos resultados das Assinaturas Ambientais (COSTA, 2002).

Na tese, a Avaliação Ambiental Direta foi realizada com a finalidade de obter o mapeamento do risco de ocorrência de movimento de massa da área de estudo. A árvore de decisão correspondente, os mapas temáticos digitais considerados, as combinações de mapas e os fatores resultantes, bem como os pesos e as notas atribuídos a cada um deles estão descritos no item 6 do Capítulo 4. Essa avaliação foi realizada para identificar as áreas com diferentes níveis de risco de ocorrência de movimentos de massa, desde aquelas com riscos insignificantes até as que possuem riscos médios a elevados e demandam proteção, devendo ser incluídas na Zona de Amortecimento do PEPB, conforme estabelecem os roteiros metodológicos do IBAMA e do INEA, já mencionados.

b) Avaliações ambientais complexas

Enquanto as avaliações ambientais diretas são feitas considerando-se os dados originais (mapas temáticos digitais) constantes do inventário ambiental prévio, as

avaliações chamadas de complexas usam um ou vários resultados das avaliações diretas realizadas como base para sua construção. São exemplos de avaliações ambientais complexas as análises de incongruência de uso e mapeamentos de potenciais conflitantes, de áreas críticas e de impactos ambientais (XAVIER-DA-SILVA, 2001).

Tanto os softwares livres como os comerciais disponibilizam ferramentas para a realização de procedimentos diagnósticos e prognósticos, os quais, respectivamente, objetivam analisar a situação espacial vigente e permitem antever situações e construir propostas de intervenção ambiental, com base nos diagnósticos (MOURA, 2007).

Os procedimentos prognósticos, portanto, permitem propor medidas de planejamento ambiental previstas para uma determinada extensão territorial a partir dos diagnósticos realizados. Alguns exemplos desses procedimentos são: simulações, criação de cenários prospectivos e zoneamentos territoriais (ROCHA, 2000).

2.7.4 O uso de SIG em estudos ambientais de áreas protegidas no âmbito urbano.

Com base nas considerações já realizadas, o Geoprocessamento representa uma tecnologia estratégica para subsidiar a tomada de decisão em diferentes escalas de análise. Proporciona maior acessibilidade, precisão e velocidade na geração, obtenção e no processamento de quaisquer mapas temáticos digitais armazenados. Sua importância é cada vez maior na elaboração e na implementação de planos de manejo de unidades de conservação, bem como em planos urbanísticos ou ambientais, sendo um subsídio para as tomadas de decisão do gestor, envolvendo todos os atores sociais de forma participativa.

É justamente na *escala local* que o Geoprocessamento encontra um campo fértil de aplicação, dando suporte às ações e às estratégias de planejamento e de gestão do meio ambiente. Essa tecnologia contempla a análise espacial em detalhe, como no caso do ambiente urbano, porque permite a espacialização do tecido sócio-político da cidade, onde os reflexos dessas ações e estratégias são mais visíveis e mensuráveis. Buscando-se uma análise espacial ainda mais detalhada desse ambiente, pode-se utilizar a *escala intra-urbana*, a qual é capaz de revelar diferenças internas existentes nos bairros, dada a multiplicidade de formas de uso do solo (VEIGA, 1999). Assim, qualquer iniciativa ou projeto preocupados em agir localmente devem também estar atentos para a multiplicidade de elementos divisores e agregadores que atuam no universo recortado (VIANNA et al., 1998).

Conforme XAVIER-DA-SILVA et al. (1999), considerando-se o ponto de vista operacional, o pesquisador deve basear-se em um esquema de fracionamento da

realidade perceptível, ou seja, em *níveis de causalidade*. No caso da análise espacial fundamentada no *nível de causalidade local*, que tem como objetivo principal definir a presença de fatores ambientais (físicos e socioeconômicos) que possam, em princípio, contribuir para o estabelecimento das condições de risco e de vulnerabilidade.

Quando se estuda áreas protegidas - Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente - em meio ambiente urbano, o desafio aumenta, pois as análises envolvidas devem ser realizadas considerando-se uma escala local e, para isso, demanda maiores investimentos por parte da Prefeitura (ente que determina as normas de uso e ocupação do solo) para geração de mapeamentos temáticos de maior detalhe.

A ocupação urbana de grandes cidades brasileiras, ocorrida de modo acelerado e desorganizado, não foi acompanhada pelo planejamento urbano e por estruturas capazes de evitar ou de minimizar riscos ambientais produzidos justamente pela intensa ocupação, feita, muitas vezes sem obedecer a critérios ambientais. O resultado, em muitos casos, é a ocupação imprópria no entorno das áreas protegidas, com atividades que comprometem a integridade física de UC e de APP, gerando a fragmentação florestal e os efeitos de borda decorrentes.

As UC e as APP em áreas urbanas sofrem continuamente pressões antrópicas para diversas finalidades, sendo a preponderante para uso residencial. Por isso, quando se pretende planejar o uso no entorno de unidades de conservação em áreas urbanas, torna-se necessário buscar ou gerar dados e informações acerca: de características físicas que possam impor algum tipo de risco ambiental, do uso atualizado do solo e da distribuição da população, utilizando a malha e os dados censitários mais recentes, de modo a melhor dimensionar a pressão antrópica.

Segundo COSTA (2002), os diagnósticos e planos de manejo de Unidades de Conservação manipulam uma grande e diversificada quantidade de dados ambientais. Esses dados necessitam de georreferenciamento e do uso de técnicas que permitam, nas diferentes fases do trabalho, cruzamentos e análises de planos de informações. Neste sentido, a utilização de SIG tornou-se uma tecnologia poderosa, a qual pode estar associada ao uso de softwares de processamento de imagens, permitindo não somente maior rigor e precisão nessas análises, mas também a atualização periódica dos dados em tempo cada vez menor, com base em fontes diversas e em imagens de satélite de alta resolução. Esse contexto favorece a geração de uma dinâmica contínua de monitoramento da área protegida e, se for o caso, a revisão quanto ao seu perímetro e extensão (redelimitação).

COSTA (op.cit.) e FRANCISCO (1995) relacionaram importantes exemplos de propostas de planos de manejo elaborados para unidades de conservação, que utilizaram SIG para elaboração de mapas temáticos digitais e para execução de análises espaciais a partir do entrecruzamento desses mapas.

Na última década, cada vez mais a elaboração de novos planos de manejo de unidades de conservação vem utilizando o Geoprocessamento para a geração de mapeamentos temáticos diversos, para as análises de proximidade (*buffers*), bem como para a definição de zoneamentos por meio de avaliações ambientais de riscos e de potenciais.

Ainda no âmbito dos estudos de áreas protegidas, o Geoprocessamento viabiliza, de modo rápido e preciso, a elaboração de mapas de restrições legais, como por exemplo, a partir do traçado de áreas de proximidade (*buffers*) de feições espaciais sujeitas a leis de proteção, como é o caso das Áreas de Preservação Permanente (APP), estabelecidas pelo Código Florestal. Mais especificamente, neste exemplo, o pesquisador pode realizar análises de proximidade de feições, onde são proibidos o uso e a ocupação de áreas distantes até 50 metros de nascentes de rios, bem como de áreas situadas a 30 metros das margens de rios com até 10 metros de largura, por exemplo.

Recentemente, o Geoprocessamento foi amplamente utilizado na elaboração dos planos de manejo do Parque Estadual do Desengano, concluído em 2006 e do Parque Estadual dos Três Picos, concluído em 2009. Variados mapas, gerados por SIG, foram incorporados aos documentos finais, principalmente mapas temáticos digitais de zoneamentos (inclusive, de zonas de amortecimento), de delimitação de áreas estratégicas ao manejo, de identificação de trilhas históricas e ecoturísticas, além de mapas em que foram representadas as áreas de fragilidades dos ecossistemas e aquelas onde há necessidade de recuperação ambiental.

Frente às colocações expostas, atualmente, não se convencionou mais desenvolver pesquisas voltadas para o planejamento e gestão de áreas protegidas sem que os dados ambientais estejam georreferenciados, com rigor e precisão cartográfica, e que possam ser frequentemente correlacionados e/ou atualizados.

3. ÁREA DE ESTUDO: LOCALIZAÇÃO, EXTENSÃO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

Este capítulo apresenta a área de estudo, inserida no Maciço da Pedra Branca, e descreve, de um modo geral e abrangente, as suas principais características físicas – aspectos da geologia, do relevo, dos solos, do clima e da vegetação -, bem como aborda o processo de ocupação, as alterações no quadro ambiental, as ações e medidas criadas para preservação de seus recursos naturais e os conflitos territoriais existentes. O capítulo também ressalta a sua importância para o Município do Rio de Janeiro e o desafio para uma gestão participativa e sustentável.

3.1 Localização e apresentação da área de estudo

A cidade do Rio de Janeiro é formada por dois compartimentos geomorfológicos distintos: os maciços litorâneos e as áreas de baixada, nas quais são encontrados alguns morros isolados. O Maciço da Pedra Branca representa um dos três maciços litorâneos do Município do Rio de Janeiro, sendo adjacente ao Maciço da Tijuca, a leste, e ao Maciço Gericinó–Mendanha, ao norte (Figura 8).

O Maciço da Pedra Branca está localizado na zona oeste do município, entre as coordenadas geográficas do quadrante 22°53'04" Sul e 43°34'32" Oeste (ponto superior esquerdo) e 23°04'19" Sul e 43°22'43" Oeste (ponto inferior direito). Possui uma área aproximada de 17.800 ha, o que equivale a 170 km², considerando-se a área total acima da cota de 50 metros, abrangendo, aproximadamente, 16% da área total da cidade (COSTA et al., 2001). Em sua porção mais central abriga o ponto culminante do município, o Pico da Pedra Branca com 1025 m, além de diversas serras e vales que partem em diferentes direções e abrange as bacias hidrográficas de sua vertente leste.

Da área total do maciço, 12.393,72 hectares estão acima da cota 100 metros e fazem parte do Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), uma unidade de conservação de proteção integral que guarda a parte mais preservada de Mata Atlântica e de Floresta Secundária (COSTA, 2002) no município. Possui um perímetro de 217 Km, ocupando cerca de 10% do território da cidade. Faz limite com vários bairros da Baixada de Jacarepaguá da Zona Oeste do Município do Rio de Janeiro: Jacarepaguá, Taquara, Camorim, Vargem Pequena, Vargem Grande, Recreio dos Bandeirantes, Barra da Tijuca, Grumari, Jardim Sulacap, Realengo, Padre Miguel, Bangu, Senador Camará, Santíssimo, Campo Grande, Senador Vasconcelos, Guaratiba e Barra de Guaratiba. (COSTA, 2002; HORTA et al., 2008; VALLEJO et al., 2009a)

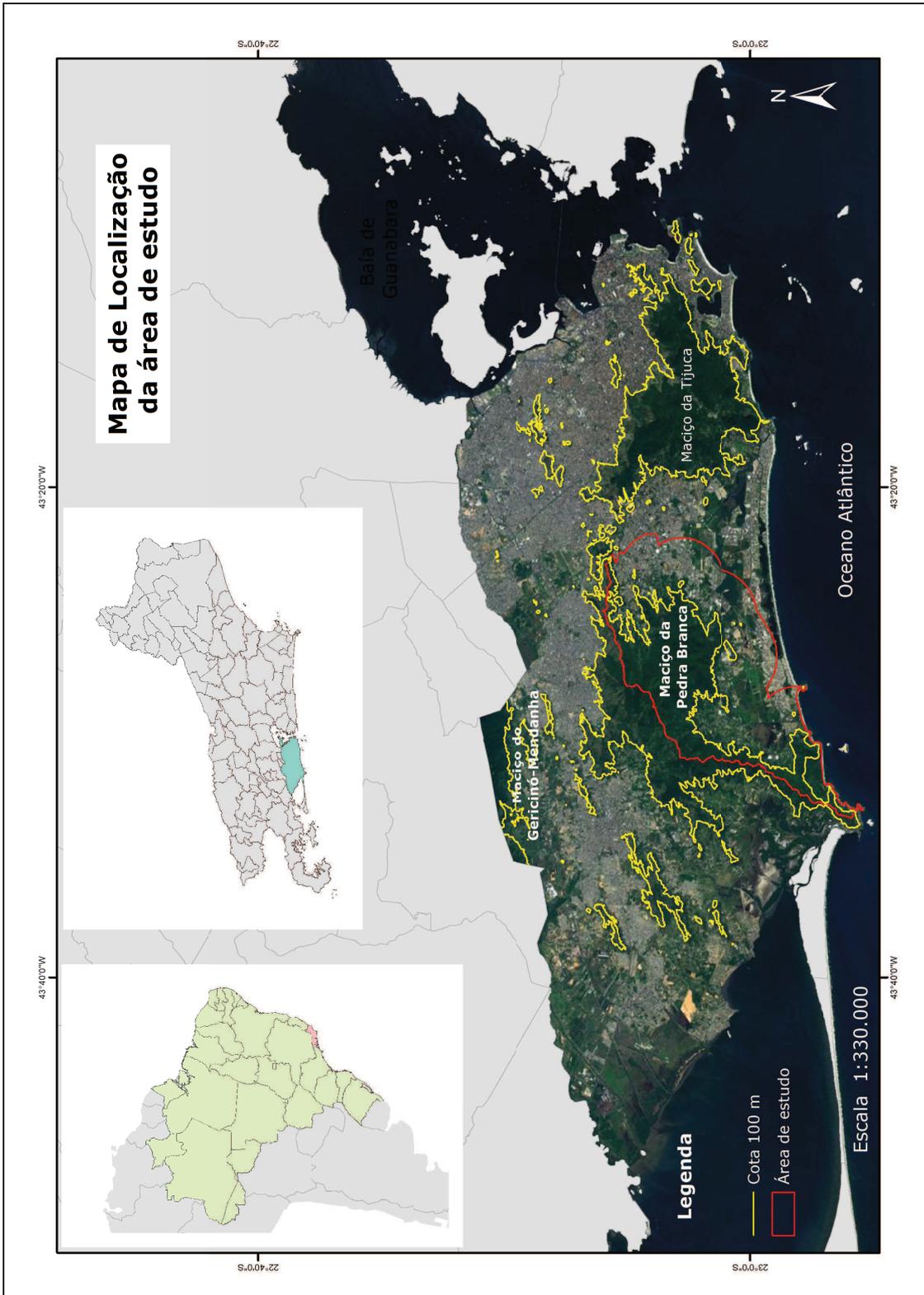


Figura 8 – Mapa de localização da área de estudo, na vertente leste do Maciço da Pedra Branca, Município do Rio de Janeiro, RJ

Esta UC, criada em 1974, representa um dos parques mais antigos do atual território fluminense. Sua criação explica-se pela necessidade de serem preservadas as suas nascentes, bem como os últimos remanescentes de Mata Atlântica (COSTA, 2002).

O PEPB²³ é uma área protegida de extrema importância para a cidade carioca e, regionalmente, para o Estado do Rio de Janeiro, tanto em relação à relevância de seu patrimônio natural – marcado por grande beleza cênica, com uma exuberante floresta, típica de Mata Atlântica – como nos aspectos sociais e econômicos a ele associados (COSTA, 2002).

Segundo INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS (2012), o PEPB foi criado como Unidade de Conservação de Proteção Integral com os seguintes objetivos:

- Preservar o ecossistema do Bioma de Mata Atlântica (que corresponde a 55% do remanescente deste bioma na cidade do Rio de Janeiro);
- Preservar espécies raras, endêmicas e ameaçadas de extinção ou insuficientemente conhecidas da fauna e da flora nativas;
- Promover a conectividade entre os fragmentos de vegetação nativa na região, em especial o corredor ecológico pertencentes ao Mosaico Carioca do Município do Rio de Janeiro;
- Assegurar a manutenção das nascentes e dos corpos hídricos que abastecem os bairros vizinhos;
- Estimular as atividades de recreação, educação ambiental e pesquisa científica quando compatíveis com os demais objetivos do Parque;
- Promover a conscientização ambiental, abordando os recursos naturais e os processos ecológicos existentes no PEPB como veículo de aproximação das comunidades com o Parque;
- Consolidar o Parque e a região onde este está inserido como um destino para a prática de ecoturismo;

²³ Pelo fato de estar situado no centro de uma malha urbana com a maior taxa de crescimento populacional do Estado do Rio de Janeiro, existem inúmeros acessos por meio de estradas, ruas e trilhas, nem sempre monitorados por controle administrativo. O Parque conta com os Núcleos Pau da Fome, Piraquara e Camorim, e dois postos administrativos avançados (Vargem Grande e Rio da Prata), que se destinam à fiscalização do PEPB. O acesso ao Núcleo Pau da Fome, onde está a administração se dá pelo largo da Taquara, no bairro de Jacarepaguá (INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS, 2012).

- Contribuir com desenvolvimento regional, apoiando o desenvolvimento de atividades sustentáveis;
- Possibilitar o fluxo gênico das espécies silvestres que ocorrem na região;
- Propiciar o conhecimento, por meio de pesquisas científicas, dos atributos naturais inseridos nos limites do Parque.

O PEPB, além de proteger e preservar a biodiversidade, os processos ecológicos e os recursos genéticos, cumpre também importante papel na conservação do solo, na proteção de encostas com alta declividade e na redução dos impactos de chuvas torrenciais, permitindo uma maior infiltração da água da chuva e evitando o seu escoamento superficial concentrado e acelerado, capaz de desencadear cicatrizes erosivas (INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS , op.cit).

O PEPB faz parte da administração pública do Estado do Rio de Janeiro, sob a responsabilidade da Diretoria de Biodiversidade e Áreas Protegidas (DIBAP), subordinada ao Instituto Estadual do Ambiente (INEA), órgão vinculado à Secretaria de Estado do Ambiente (SEA).

O Maciço da Pedra Branca juntamente com o Maciço da Tijuca representam os dois grandes blocos de montanhas presentes na cidade do Rio de Janeiro. São consideradas áreas estratégicas, devido à cobertura florestal que abrigam, a qual contribui para a manutenção de áreas de mananciais e, conseqüentemente, para o abastecimento hídrico e para o equilíbrio ambiental e climático da cidade (COSTA, 2002).

O Maciço da Pedra Branca é rodeado pelas baixadas de Jacarepaguá e Sepetiba e dividido em três vertentes (Figura 9): vertente oeste (voltada para os bairros de Campo Grande, Barra de Guaratiba e Guaratiba); vertente leste (voltada para os bairros da Taquara, Jacarepaguá, Barra da Tijuca, Vargem Grande, Vargem Pequena, Recreio e Grumari); e vertente norte (voltada para os bairros de Bangu, Realengo e Senador Camará) (CONCEIÇÃO et al., 2011).

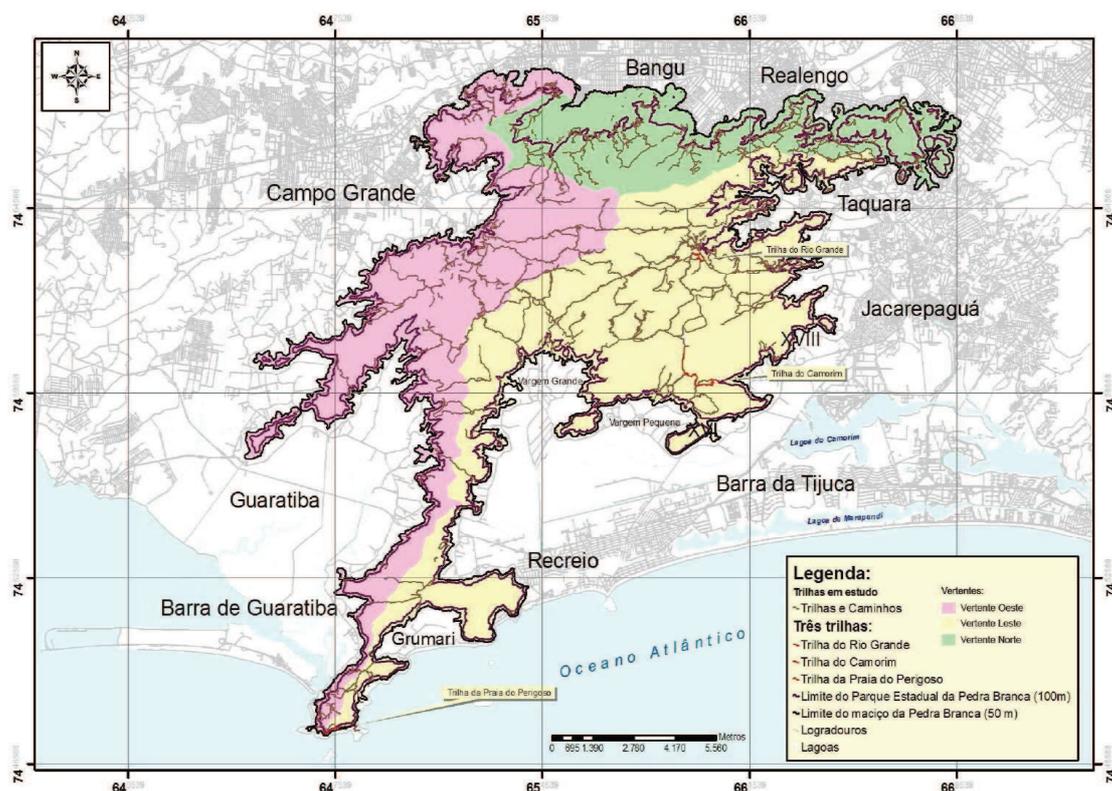


Figura 9 – Mapa de localização das vertentes do Maciço da Pedra Branca
 Fonte: Elaborado por COSTA (2006).

No referido maciço aproximadamente 40% de sua extensão encontram-se recobertos pela Mata Atlântica em diferentes estágios sucessionais. Devido à esta condição, atualmente vem sendo considerado como um dos maiores parques urbanos do mundo. Há mais de vinte anos era considerado como *Área de Especial Interesse Agrícola*, mas, com o decorrer do tempo, muitos bairros cariocas cresceram em população e passou a haver um processo constante de urbanização em direção à zona oeste da cidade, acarretando uma forte pressão antrópica sobre o maciço (COSTA, 2002).

A relevância do PEPB é notável e, por isso, faz parte da *Reserva da Biosfera da Mata Atlântica*²⁴, declarada pela UNESCO²⁵ em 1992 e integra o *Corredor de Biodiversidade da Serra do Mar* e o *Mosaico Carioca*, já comentado no subitem 2.1.3.1 do Capítulo 2.

²⁴ A Reserva da Biosfera representa uma estratégia de conservação que favorece possíveis soluções para problemas como o desmatamento, desertificação, entre outros e promove a ação articulada de monitoramento, pesquisas, educação ambiental e gerenciamento de ecossistemas através do trabalho conjunto de instituições governamentais, não governamentais e centros de pesquisa (IRVING, 2008).

²⁵ No âmbito do Programa MAB (*Man and Biophere*) da UNESCO.

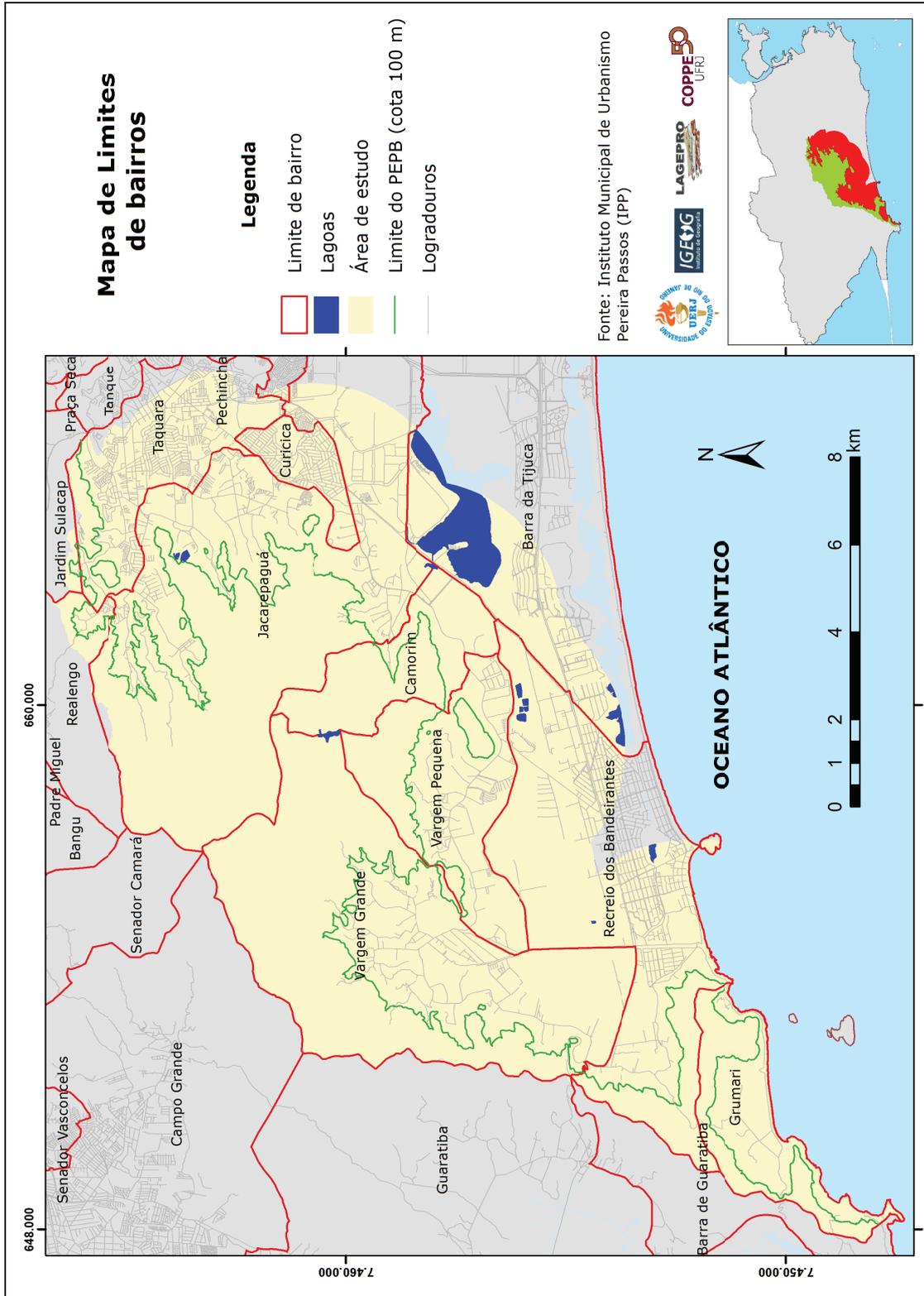


Figura 10 – Mapa de Limites de bairros

Nas três últimas décadas, tanto o interior do PEPB como a sua periferia próxima, vêm sofrendo pressões antrópicas²⁶ cada vez mais intensas em terrenos que, a princípio, deveriam fazer parte de uma zona de amortecimento desta UC. Observa-se o avanço da malha urbana com a construção de condomínios fechados de casas e prédios de baixo gabarito, loteamentos irregulares²⁷, expansão das áreas de habitação popular de baixa renda (favelização) (OLIVEIRA, 2005). Por outro lado, também são identificadas extensões preservadas ou ainda pouco exploradas, as quais poderiam ser melhor apropriadas, com base nas determinações estabelecidas por um plano de manejo e por propostas de gestão ambiental eficientes e eficazes.

De um modo geral, o PEPB representa uma área protegida submetida a fortes impactos derivados da relação entre o uso da terra e as demandas de conservação da biodiversidade. A unidade caracteriza-se por um contexto socioambiental complexo, marcado por variados conflitos, que decorrem do crescimento demográfico, da ocupação desordenada do solo e de seus impactos sobre o patrimônio natural (HORTA et al., 2008).

A vertente leste do Maciço da Pedra Branca é a que apresenta a maior extensão de vegetação secundária ainda preservada fora dos limites do PEPB. No entanto, os terrenos no seu entorno, principalmente nos bairros como Vargem Grande, Vargem Pequena e Recreio dos Bandeirantes, vêm sofrendo avanço com ocupações residenciais de alto padrão e de baixa renda, portanto, tem havido o aumento de loteamentos e construções tanto licenciadas como irregulares (Figura 10). Considerando a existência de extensões razoáveis de cobertura vegetal preservada no entorno da UC capazes de compor uma zona de amortecimento, definiu-se como área objeto de análise da tese as bacias hidrográficas da vertente leste do Maciço da Pedra Branca e parte da baixada no seu entorno imediato (Figura 11). O recorte espacial inicial, a partir do qual serão definidas as áreas indicativas para a composição da zona de amortecimento da UC, abrange toda a vertente leste até a faixa de proximidade de 3 km a partir da cota de 100 metros, que delimita o PEPB (Figura 8). Essa faixa de proximidade de 3 km foi

²⁶ HORTA et al. (2008) ilustram o aumento das pressões antrópicas sobre o PEPB por meio de um estudo em que foram utilizadas imagens do satélite Landsat para comparar o status da floresta entre os anos de 1985 e 1999. São definidas três áreas distintas: floresta nativa, floresta alterada e campo antrópico (urbanizado). Nesse período, a floresta nativa diminuiu de 8 mil para 5.800 hectares. No entanto, a floresta alterada aumentou de 1.800 para 2.900 hectares, e a área urbanizada passou de 2.100 para 3.300 hectares. Segundo os autores, esses dados se referem aos limites do perímetro do PEPB, que deveriam ser integralmente protegidos.

²⁷ Existem loteamentos em condição de irregularidade que estão adotando medidas para solicitar a sua regularização junto à Secretaria Municipal de Habitação (SMH, 2012).

estabelecida pela Resolução nº. 428 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), promulgada em 17 de dezembro de 2010 (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2010), a qual estabelece uma zona de amortecimento de 3 km²⁸ para toda e qualquer Unidade de Conservação que ainda não possuía plano de manejo²⁹ definitivo, como é o caso do PEPB. Essa extensão é estabelecida para UC urbanas ou não. Representa, portanto, uma zona onde as atividades humanas devem estar sujeitas as normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade.

²⁸ Para definir-se o recorte espacial da área de estudo foi realizado o procedimento de *buffer* de 3 Km a partir do arquivo *shape* da cota de 100 m, disponível nas opções de ferramentas *Analyst Tools* do software Arcgis, versão 10, cuja licença está instalada no Laboratório de Geoprocessamento (LAGEPRO), vinculado ao Instituto de Geografia da UERJ. A partir deste arquivo do *buffer* de 3 km sobreposto aos *shapes* de curva de nível, de pontos cotados e de drenagem, foi digitalizado o divisor da vertente leste do Maciço da Pedra Branca.

²⁹ O plano de manejo foi finalizado em 2012 e está sendo avaliado pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA).

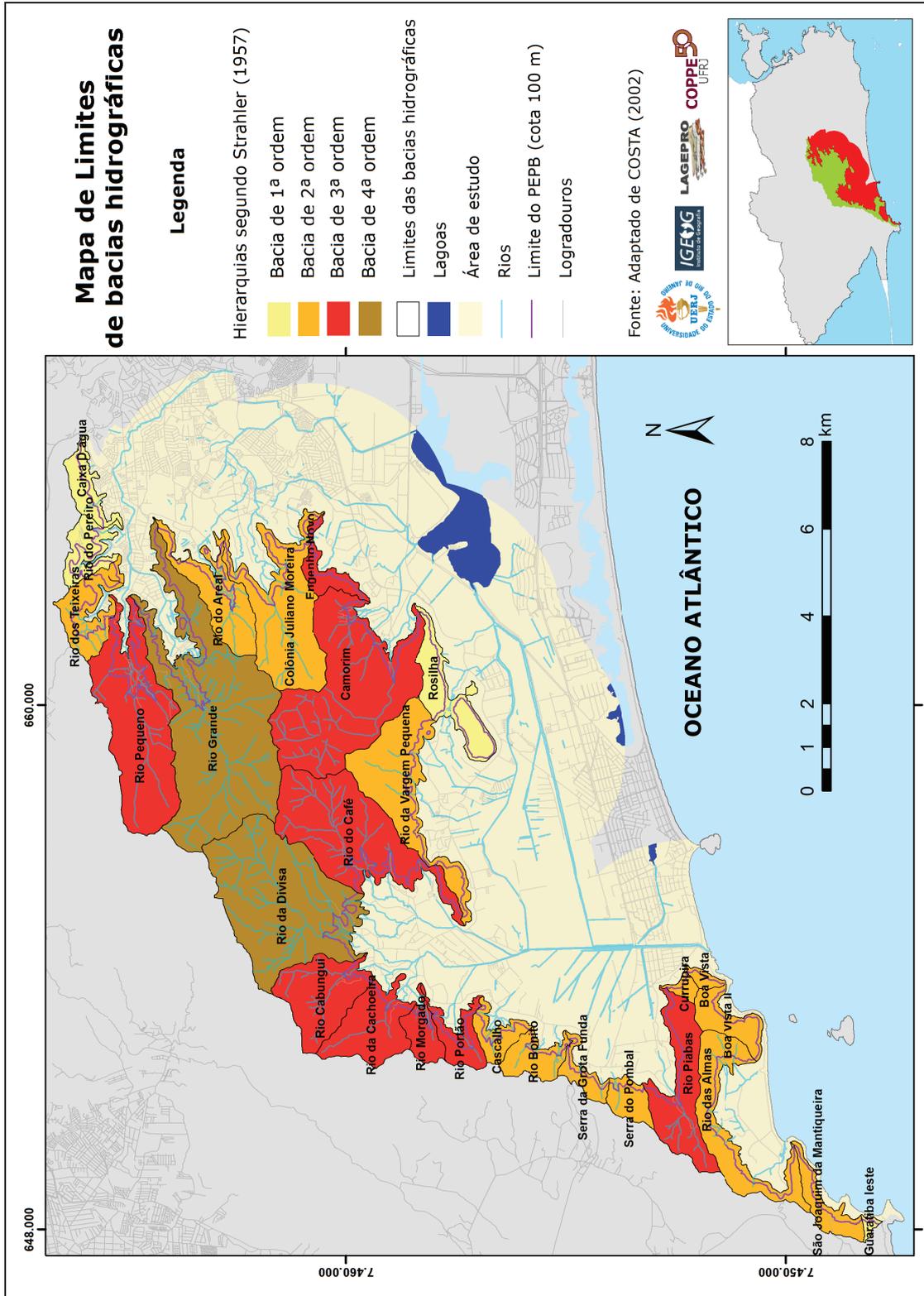


Figura 11 – Mapa de Limites de bacias hidrográficas

A seguir são apresentadas as principais características físicas e de uso e cobertura da terra do Maciço da Pedra Branca e da área do seu entorno, onde está inserida a área de estudo. Também é feito um breve histórico da evolução da ocupação do maciço, ressaltando os conflitos derivados desse processo, bem como as ações implementadas ao longo do tempo em direção a um novo modelo de gestão.

3.2 Aspectos Lito-estruturais

DE MARTONNE (1940), RUELLAN (1944), LAMEGO (1948), ABREU (1957) e MAIO (1978), todos citados por COSTA (2002), representam exemplos que a autora mostrou como estudos antigos de referência, os quais trouxeram importantes contribuições para o entendimento do contexto geomorfológico e geológico carioca e do sudeste como um todo. Particularmente MAIO (op. cit. *apud* COSTA, 2002), desenvolveu estudo em que evidenciou a ação dos eventos tectônicos regionais que afetaram a Serra do Mar e os maciços litorâneos, como também destacou participação da litologia na morfologia das encostas e na dissecação dos vales fluviais no Maciço da Pedra Branca, sem, no entanto, correlacioná-las ao fraturamento e à foliação estruturais.

COSTA (2006, p. 104) sustenta que somente no início da década de 1980,

a partir de trabalhos de mapeamentos geológicos sistemáticos realizados por PENHA (1984), complementados por PORTO JR. (1993) houve a ratificação do modelo geotectônico regional para o sudeste brasileiro, elaborado por ASMUS & FERRARI³⁰ (1978) incluindo nele, os maciços litorâneos.

Na visão da autora, todos foram unânimes em associar a origem dos maciços litorâneos cariocas à uma tectônica ruptural, diferentemente do que alegou LAMEGO (1948 *apud* COSTA, 2006), que os relacionou à uma tectônica de dobramento.

De um modo geral, o município do Rio de Janeiro é constituído predominantemente por rochas gnáissicas, pré-cambrianas³¹, de constituição variada, que ocorrem associadas a migmatitos ou que, frequentemente, gradam a migmatitos. Tais rochas foram submetidas à intensa ação tectônica, apresentando intrusões graníticas e metamorfismos, que ocorreram, mais provavelmente, durante o Cambriano e Ordoviciano (HEILBRON et al., 1995 *apud* LUMBRERAS; GOMES, 2004). Todo este conjunto é cortado por diques de rochas básicas e alcalinas, relacionadas ao magmatismo Meso-Cenozóico. Nas regiões de baixadas, abrangendo aproximadamente

³⁰ ASMUS, H. E. e FERRARI, A. L. Hipóteses sobre a Causa do Tectonismo Cenozóico na Região Sudeste do Brasil. In: Aspectos Estruturais da Margem Continental Leste e Sudeste Brasileira. Rio de Janeiro, Série Projeto REMAC, v. 4, 1978. p. 75-88.

³¹ Com idade superior a 570 milhões de anos.

45% da área do município, domina a planície sedimentar, onde ocorrem sedimentos de natureza diversa do Terciário (raras ocorrências) e do Quaternário.

A geologia do município, cartografada em mapa na escala 1:50.000, mostra o Pré-Cambriano dividido em duas séries metamórficas principais: Série Inferior e Série Superior. LUMBRERAS e GOMES (op. cit.) ressaltam que diversos estudos de detalhe, principalmente teses de cursos de pós-graduação, foram realizados na área do município a partir da década de 80, o que muito contribuiu para elucidar dúvidas e promover mudanças de conceitos, principalmente no âmbito da Série Superior³².

De acordo com VALLEJO et al. (2009a) prevalecem no Maciço da Pedra Branca os terrenos de origem Pré-cambriana, representados pelo complexo granítico-migmático e corpos graníticos subordinados. Segundo os autores, estão presentes alguns corpos de plutonitos alcalinos de idade Mesozóica e recobrimentos sedimentares, notadamente holocênicos. São encontradas nas encostas do PEPB inúmeras furnas e grotas de blocos graníticos, formando cachoeiras e paisagens emolduradas pela Mata Atlântica. O Maciço da Pedra Branca compreende o conjunto das seguintes serras: Valqueire, Viegas, Bangu, Barata, Lameirão, Engenho Velho, Rio Pequeno, Taquara, Pedra Branca, Quilombo, Santa Bárbara, Rio da Prata, Nogueira, Alto do Peri, Sacarrão, Geral de Guaratiba, Carapiá, Cabuçu e Grumari. Separa-se do Maciço de Gericinó pela Baixada Bangu - Realengo e do Maciço da Tijuca pela baixada de Jacarepaguá.

Conforme estudos de PENHA (1984 *apud* COSTA, 1986 e 2002), o sistema de lineamentos e fraturamentos, de direção predominantemente N50-60E, foi determinante na configuração morfológica de suas encostas e vales. O autor destaca que as rochas graníticas (da Unidade Sienogranítica), pertencentes ao Batólito da Pedra Branca, representam 60% da área do Maciço da Pedra Branca. A sua presença é evidenciada pela grande quantidade de matações que recobrem as vertentes do maciço e preenchem o fundo dos vales. Em geral, comparativamente aos gnaisses, essas rochas são mais resistentes aos processos intempéricos e erosivos.

Com base na observação da Carta Geológica (folhas Vila Militar e Santa Cruz), na escala 1: 50.000, elaborada pelo DRM e UFRRJ (1982) e em fontes como COSTA (2002), LUMBRERAS; GOMES (2004) e COSTA (2006), são encontradas na área de estudo os seguintes conjuntos de composição litológica (Figura 12 e Quadro 3):

³² É a que aglutina a maior parte dos gnaisses das encostas do Município do Rio de Janeiro: Leptinitos, Plagioclásio-gnaisses, microclina-gnaisses ou gnaiss facoidal, biotita-gnaisses e Kinzigitos constituem os seus principais representantes (ORTIGÃO; SAYÃO, 1999)

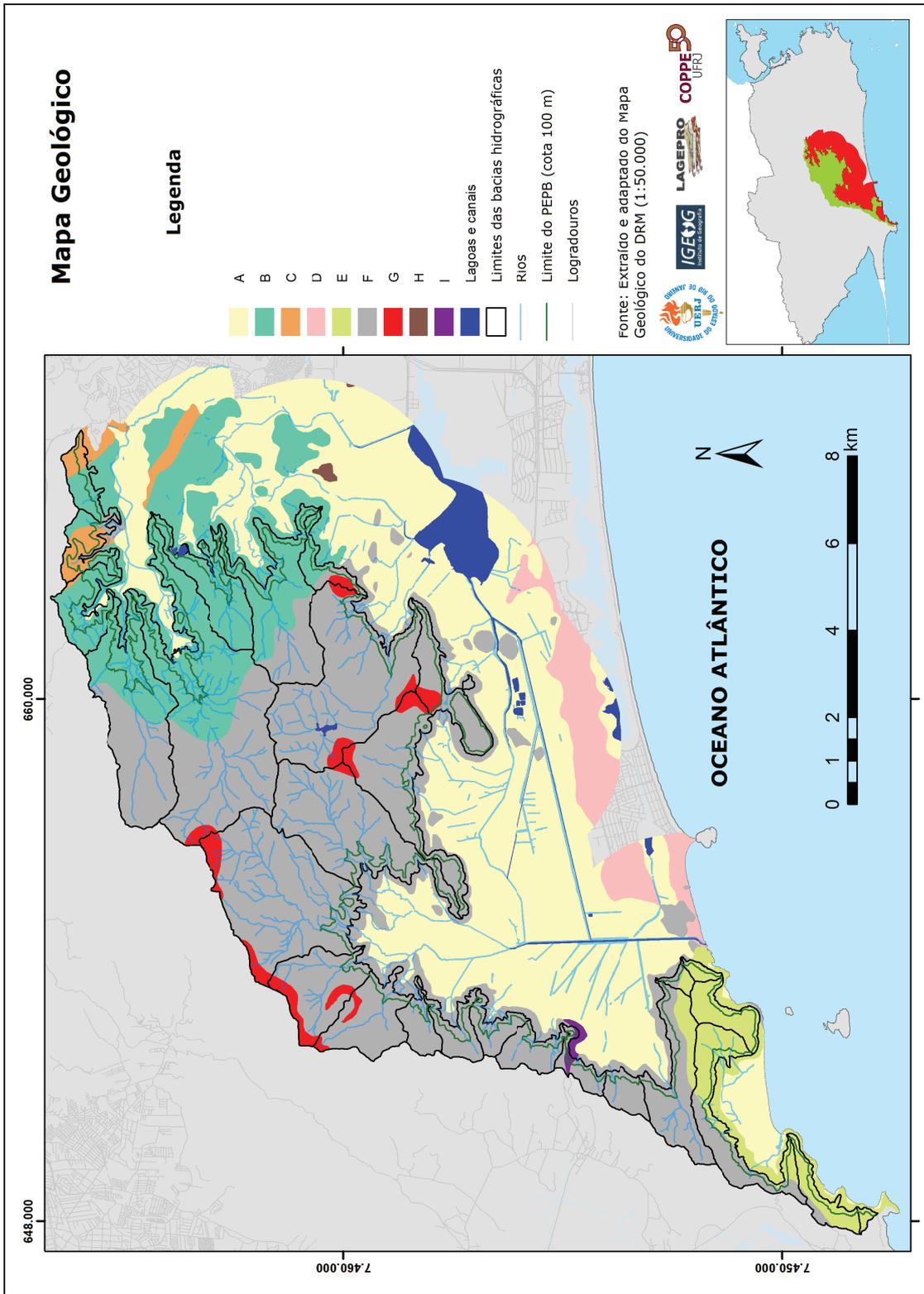


Figura 12 – Mapa Geológico

CATEGORIAS CORRESPONDENTES ÀS LETRAS A a I DO MAPA GEOLÓGICO (Figura 12)	
Identificação no mapa	Composição Litológica
A	Aluvião
B	Área de ocorrência mista de Microclina-Gnaisses e Plagioclásio-Quartzo (Microclina)-Biotita-Granada-Gnaisses, de coloração escura, (Plagioclásio-Gnaisses), Com Texturas: Semifacoidal, Ps; Equigranular
C	Biotita-Plagioclásio(-Ortoclásio)-Quartzo-Granada Gnaisses, passando a tipos ricos em: Kinzigito (Granada, Gg; Silimanita+-Cordierita, Gs; Cordierita+-Silimanita, Gc) Passando A: Quartzitos, Q; Gnaisses.
D	Dunas
E	Gnaisses da Série Inferior, e Intrusões Básicas e Intermediárias, Não separados
F	Granito Plutônico; Aplitos, Pegmatitos e Granito Hipoabissal, Não mapeados
G	Granodiorito; Quartzodiorito, e Equivalentes Gnaissificados, Gnaisses básicos de metamorfismo e composição variáveis
H	Microclina-Oligoclásio Andesina-Quartzo-Biotita-Granada-Gnaisses, Leucocráticos (Microclina-Gnaisses), com Texturas: Facoidal, Mf; Semifacoidal, Ms; Laminar, Ml; Migmatítica, Mm
I	Série Inferior; Aplitos, Pegmatitos, Diabásios, Metamorfisados; Biotita (Hornblenda)-Gnaisses Graníticos; passando a Hornblenda-Biotita-Gnaisses Quartzodioríticos; Anfibolitos; Migmatitos

Quadro 3 - Categorias correspondentes às letras A a I do Mapa Geológico (Figura 12)

Com base nos autores supracitados, foi feita a seguinte síntese dos principais conjuntos litológicos encontrados na área de estudo:

- 1) Granodiorito; quartzodiorito, e equivalentes gnaissificados, gnaisses básicos de metamorfismo e composição variáveis, do Pré-Cambriano;
- 2) Granito plutônico; aplitos, pegmatitos e granito hipoabissal, não mapeados, do Ordoviciano Siluriano. A parte mais interna ou núcleo, ocorrendo como uma faixa de direção aproximada leste-oeste, é formada por granodiorito, em geral homogêneo, que localmente apresenta termos de constituição tonalítica e diorítica; sendo a parte mais externa formada por granitos que apresentam algumas variações texturais, como megaporfirítico equigranular e porfirítico. A ocorrência mais expressiva abrange uma área de aproximadamente 156 km² de superfície aflorante (PENHA; WIEDMANN, 1984 *apud* LUMBRERAS; GOMES, 2004), englobando praticamente todo o Maciço da Pedra Branca e algumas serras adjacentes, como partes das serras do Barata, do Cantagalo, da Cachoeira Grande, entre outras. Na área da Prainha e de Grumari é comum a ocorrência de enclaves microgranulares, de constituição granodiorítica-tonalítica, imersos nos granitos supracitados.

3) Série inferior; aplitos, pegmatitos, diabásios (com textura afanítica a fanerítica fina), metamorfisados; biotita (hornblenda)-gnaisses graníticos; passando a hornblenda-biotita-gnaisses quartzodioríticos; anfibolitos; migmatitos, do Pré-Cambriano. Ocorrem no município como diques, preenchendo planos de fraturas, com mergulhos sub-verticais. A direção aproximada e preferencial destes diques é NE-SW. Subordinadamente, observa-se a direção aproximada E-W e, mais raramente, N-S e NW-SE. Possuem espessura que pode variar de poucos centímetros até uma centena de metros, aproximadamente, e persistência de quilômetros. Estes diques são predominantes na parte leste e centro-sul do município e a leste do maciço da Pedra Branca.

4) Biotita-plagioclásio (ortoclásio)-quartzo-granada gnaisses, passando a tipos ricos em: Kinzigito (granada, gg; silimanita+-cordierita, gs; cordierita+-silimanita) passando a: quartzitos, gnaisses, do Pré-Cambriano;

5) Área de ocorrência mista de microclina-gnaisses e plagioclásio-quartzo(-microclina)-biotita-granada-gnaisses, de coloração escura, do Pré-Cambriano;

6) Microclina-oligoclásio - andesina-quartzo-biotita-granada-gnaisses, leucocráticos (microclina-gnaisses), com texturas: facoidal, mf; semifacoidal, ms; laminar, ml; migmatítica, mm, do Pré-Cambriano;

7) Gnaisses da Série Inferior e intrusões básicas e intermediárias, não separados, do Pré-Cambriano. Conjunto constituído de gnaisses, que variam de uma composição granítica a quartzo-diorítica, gradando, ou estando associado, a migmatitos quartzo-feldspáticos de melanossoma anfibolítico, anfibolitos e rochas básicas e intermediárias metamorfisadas. A área de ocorrência destas rochas é pouco extensa, predominando na parte ocidental do município, onde ocorrem como encaixantes do granito Pedra Branca (LUMBRERAS; GOMES, 2004);

8) Aluvião e Dunas do Quaternário – sedimentos argiloarenosos ou arenoargilosos de natureza fluvial, flúvio-marinha e marinha do Quaternário e de textura variada que recobrem toda a planície sedimentar costeira e interiorana.

Importantes referências que descrevem o arcabouço geológico do Município do Rio de Janeiro podem ser encontradas em PENHA (1984), PORTO Jr. (1993),

HEILBRON et al. (1993), HEILBRON et al. (1995), LUMBRERAS; GOMES (2004) e (ORTIGÃO; SAYÃO, 1999).

3.3 Aspectos Geomorfológicos e sua relação com as características lito-estruturais

O contexto geomorfológico da área de estudo insere-se no conjunto de maciços cristalinos litorâneos que compõem o relevo da cidade do Rio de Janeiro - Tijuca, Pedra Branca e Gericinó-Mendanha – circundado pela planície sedimentar composta pelas baixadas de Jacarepaguá, Sepetiba e da Guanabara.

Segundo COSTA (2002), o Maciço da Pedra Branca possui altitudes que variam de 50 m até o ponto culminante do município do Rio de Janeiro, a 1025 m. Nas encostas convexas a retilíneas escarpadas, recobertas por manto coluvionar de espessuras diversas, despontam muitos afloramentos rochosos. Trata-se de um maciço montanhoso residual, pertencente a um dos compartimentos tectônicos, meso-cenozóicos, integrantes da série de blocos falhados da Serra do Mar, com escarpamentos fortemente dissecados para o sul (ASMUS; FERRARI, 1978 *apud* COSTA et al., 2001). A sua morfologia, quando comparada com as do Maciço da Tijuca e do Maciço do Gericinó-Mendanha, apresenta feições de relevo menos dissecadas. No entanto, as suas encostas são mais entalhadas do que as do Maciço Gericinó-Mendanha, devido a diferentes litologias e estruturas (COSTA, 2002 *apud* CONCEIÇÃO et al., 2011).

COSTA (1986), com base no estudo de PENHA (1984), descreveu na área os vales estruturais em forma de “V” (típicos de áreas montanhosas), com suas encostas predominantemente simétricas, o que representa um indicativo de relação de equilíbrio entre o entalhamento e o alargamento do vale, controlada pelas características litológicas e estruturais da região, traduzidas pelo batólito da Pedra Branca, de composição granodiorítica/tonalítica, já mencionado no subitem 3.1.

A configuração morfológica de suas encostas e vales - onde está presente grande quantidade de matacões de composição granítica – é determinada pelo sistema de lineamentos e fraturamentos com direção predominante N50-60E no Maciço da Pedra Branca (COSTA, op. cit.).

Outra característica do relevo da área a destacar é a presença de morros isolados de baixa altitude no entorno do maciço, os quais, em sua maioria, possuem encostas convexas, suaves e topos arredondados. Nas baixadas de Jacarepaguá e Sepetiba diferenciam-se as elevações de topos horizontais.

Quanto à suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa, o Maciço da Pedra Branca em comparação ao Maciço da Tijuca, possui um número menor de registros históricos (AMARAL, 1996 e COSTA, 2002). No entanto, nos últimos 18 anos, o episódio mais marcante ocorreu durante as chuvas de fevereiro de 1996, desencadeando um número aproximado de 500 cicatrizes de erosão, mapeadas por COSTA (2002). Essas cicatrizes apresentavam dimensões variadas e estavam localizadas em diferentes posições nas bacias hidrográficas do maciço. Muitas delas foram desencadeadas próximo aos interflúvios ou às cabeceiras de rios, em áreas cobertas por vegetação secundária. COSTA (2002) destacou que as áreas mais atingidas foram as encostas das bacias do rio Grande, Camorim e Sacarrão, localizadas nas vertentes leste e sul do maciço.

HORTA et al. (2008, p. 101) ressaltam que

“Sob o ponto de vista geotécnico, a maior parte das encostas do PEPB é considerada imprópria para qualquer tipo de ocupação, e os problemas de erosão ocorrem tanto nas áreas ocupadas quanto nas desocupadas.”

A Figura 13 a seguir representa o mapa de Geometria de encostas, elaborado e disponibilizado em 2010 pela Fundação GEORIO. Segundo a classificação da instituição, há predominância da forma de encosta côncava convergente, que abrange, aproximadamente, 42% de toda a área acima da cota de 50m. As encostas convexas divergentes estão presentes em 26% da área considerada, seguidas das encostas convexas convergentes e das encostas côncavas divergentes, as quais ocupam, respectivamente, 16% e 6% dos terrenos com altitude acima de 50 m, localizados na área de estudo.

As encostas com geometria côncava convergente são justamente aquelas onde há convergência de água e de sedimentos, concentrando energia nesses trechos e potencializando o poder de remoção e arraste de materiais (rocha, solo e lixo) em direção aos eixos de drenagem das sub-bacias. As encostas convexas divergentes são dispersoras de água e de sedimentos, dissipando energia (Figura 14). As áreas de talvegues correspondem aos trechos mais profundos dos vales fluviais, por onde fluem água e sedimentos com relativa energia, que será maior quanto maior for o gradiente do rio. Nos talvegues também chegam os fluxos superficiais que escoam pelas encostas, contribuindo com mais água e sedimentos nas calhas fluviais.

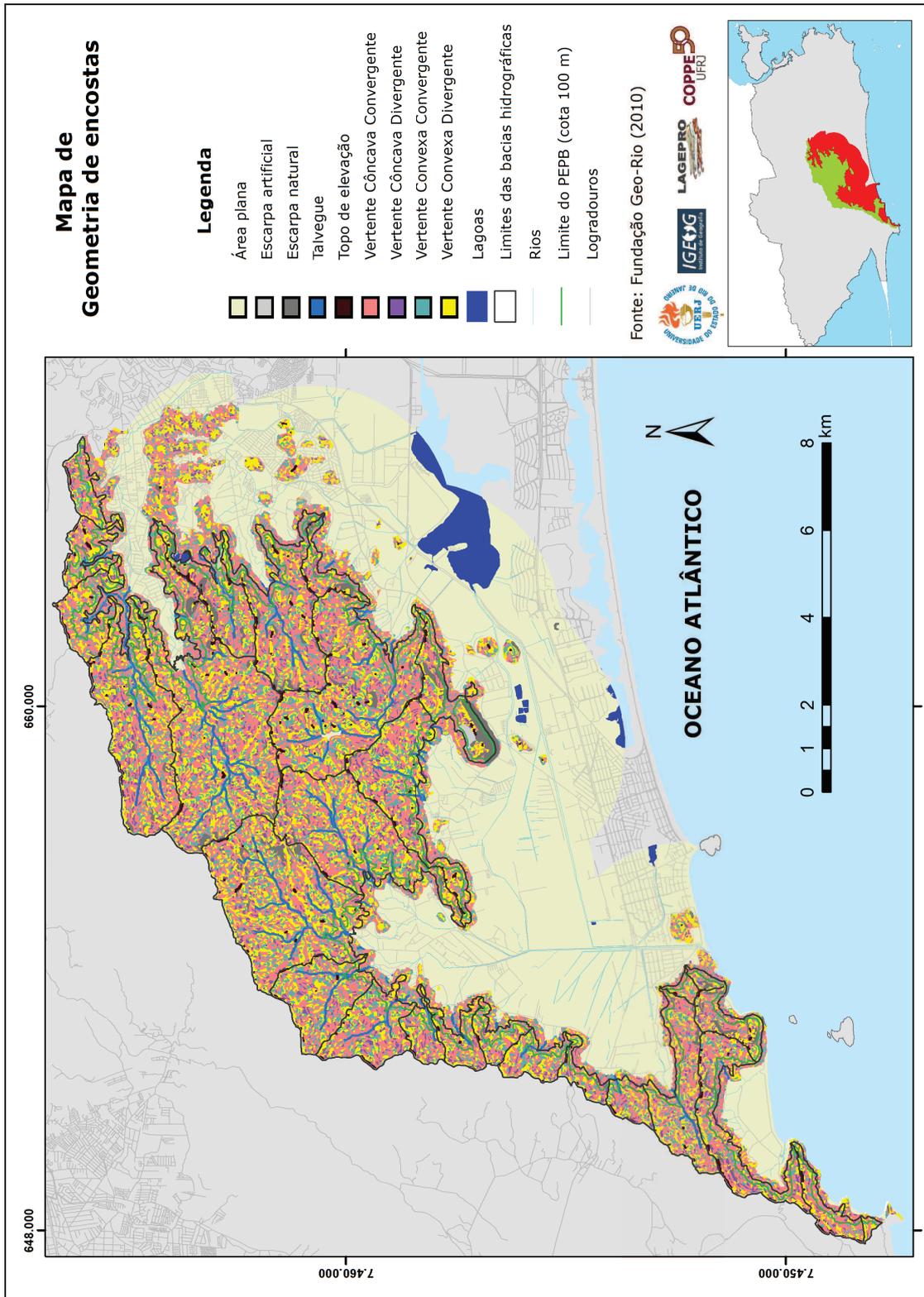


Figura 13 – Mapa de Geometria de encostas

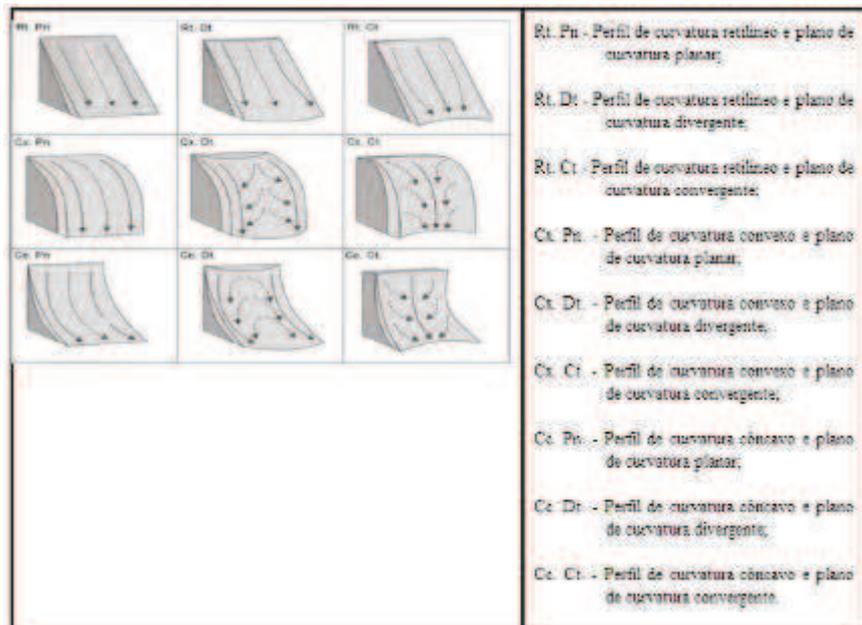


Figura 14 – Representação esquemática dos tipos de geometria de encostas (SILVEIRA, 2010, p. 25)

No contexto da área de estudo, as encostas convexas divergentes, embora sejam dispersoras de água e de energia, possuem sobre elas camada de material intemperizado (saprolito), pouco estruturado, pouco permeável³³ e instável, tornando-as friáveis, em caso de eventos pluviométricos intensos (FURIAN; BARBIERO; BOULET, 1999).

3.4 Aspectos Hidrográficos

Segundo COSTA (2002), o Maciço da Pedra Branca é o único divisor de águas que contribui para as três macrobacias da cidade do Rio de Janeiro, assim dispostas: vertentes norte (Baía de Guanabara), leste (Lagoas Costeiras) e oeste (Baía de Sepetiba).

A referida autora aponta que as divisões da rede hidrográfica estão associadas às diferentes serras que constituem o maciço. A Serra da Pedra Branca constitui-se no divisor central de águas, tanto das bacias que correm para o norte, quanto para o sul do maciço. A Serra do Quilombo separa a bacia do rio Camorim (contribuinte à Lagoa de Jacarepaguá) das bacias dos rios Grande e Engenho Novo (que drenam a Baixada de Jacarepaguá) e das bacias dos rios Paineiras, Morto e Tachas (que deságuam na bacias da baixada de Guaratiba). A Serra do Barata serve como divisor das bacias dos rios Piraquara e Pequeno. Ainda conforme a autora, as demais serras não apresentam rios de grande significância.

³³ Devido à recristalização dos sais minerais que, antes da evaporação, estava presente na forma de carga dissolvida. O sais minerais recristalizados acumulam-se nos espaços entre os fragmentos da rocha intemperizada, dificultando a permeabilidade e aumentando a instabilidade dos materiais (FURIAN; BARBIERO; BOULET, 1999)

COSTA (2002), COSTA (2006) e MOURA e COSTA (2009) afirmam que a rede hidrográfica do Maciço da Pedra Branca contribui para o abastecimento de água da baixada urbanizada circunvizinha, destacando-se as represas do Pau da Fome e do Camorim, ambas controladas pela Companhia de Água e Esgoto do Estado do Rio de Janeiro (CEDAE). Essas represas estão em funcionamento desde o início do século XIX e ainda possuem um recurso hídrico viável à exploração e ao consumo. A Represa do Pau da Fome, situada a 130 metros de altitude, conduz as águas do rio Grande e, juntamente com os açudes do rio da Padaria e do rio da Figueira (que vêm da Serra do Quilombo), tem suas águas represadas para abastecer os habitantes da própria bacia do Rio Grande até o bairro da Taquara. Já as represas das Tachas e do Engenho Novo, situadas nas vertentes norte e leste, foram desativadas para o abastecimento, pois apresentam problemas de desmatamento e poluição, os quais comprometem a qualidade da água.

CONCEIÇÃO et al. (2011), ao analisarem se os levantamentos periódicos da CEDAE para avaliar a qualidade da água de abastecimento, estavam em conformidade com os padrões determinados pelo Ministério da Saúde, concluíram que atualmente a água fornecida pela companhia é considerada própria para o consumo. Entretanto, a qualidade da água³⁴ de abastecimento pode estar ameaçada pelo crescimento da ocupação irregular de domicílios no PEPB e no seu entorno imediato.

SANTOS et al. (2009), especialistas e estudiosos vinculados ao Laboratório de Ecologia de Rios e Córregos do Departamento de Ecologia do IBRAG/ UERJ, atestam que os rios e riachos do PEPB apresentam excelentes condições ambientais nos pontos mais elevados, próximo às nascentes, enquanto as porções mais baixas sofrem diversos tipos de influência antrópica, especialmente, a retirada da vegetação nativa, a poluição e a introdução de espécies exóticas. BRAUN (2005), em seu estudo biológico desenvolvido no PEPB (inclusive nos rios Grande e Camorim), diagnosticou que os pontos mais degradados dos rios estão à jusante, já em áreas urbanas. A autora também identificou que, embora as cabeceiras dos rios no PEPB ainda estivessem preservadas, os córregos já começavam a apresentar impactos ainda dentro dos limites do Parque. Tal fato implica no comprometimento da qualidade da água da população abastecida

³⁴ Esses núcleos populacionais, conseqüentemente, geram problemas de contaminação dos mananciais por matéria orgânica e resíduos sólidos. Além disso, a constante degradação do solo por atividades agrícolas e a redução da vegetação ciliar representam, também, ameaça futura à saúde da população que utiliza, regularmente, as águas da região (HORTA et al., 2008).

próxima ao Parque, decorrente da utilização inadequada do recurso e do despejo de esgoto sem tratamento nos rios e da retirada de vegetação, que favorece a erosão e o aumento de transporte de sedimentos, podendo criar riscos ambientais à própria população. A autora destaca que prejuízos importantes também poderão ser percebidos se for considerado o potencial dos recursos hídricos para fins ecoturísticos.

Na baixada urbanizada no entorno do Maciço da Pedra Branca, a Fundação Rio Águas vem implementando ações por meio do Plano Diretor de Drenagem Urbana, o qual se preocupa, principalmente, com o controle das enchentes que afetam a cidade, como um todo, há várias décadas. Por outro lado, atenção também deve ser dada às modificações antrópicas nos rios acima da cota de 100 metros, as quais vêm contribuindo ano a ano para os eventos de deslizamentos em encostas (VALLEJO et al., 2009b).

CONCEIÇÃO et al. (op. cit.) ressaltam que a presença de domicílios (em grande parte irregulares) no interior do PEPB sem infraestrutura adequada de saneamento ambiental resulta na exploração irregular do recurso água (Foto 1), tanto para consumo próprio como para distribuição, o que poderá gerar degradação dos rios. Por outro lado, a exploração legal desse recurso no PEPB, realizada pela CEDAE para abastecimento do entorno, é restrita quanto à população abastecida, isto é, o número de pessoas atendidas é baixo.



Foto 1 – Queda de água na sub-bacia do Rio Grande e a presença de encanamentos sem identificação, em pontos de captação e tratamento d'água da CEDAE.

Fonte: Foto de Eloísa Pereira (2008 *apud* CONCEIÇÃO et al. (2011))

Partindo de uma outra perspectiva, VALLEJO et al. (2009a) reconhecem que uma das maiores virtudes do PEPB é justamente a expressiva disponibilidade hídrica em um meio urbano densamente ocupado e em franca expansão como acontece na zona oeste da cidade. Na visão dos autores, a presença das represas supracitadas - tratadas e operadas pela CEDAE - para abastecimento de água das áreas circunvizinhas é um dos fatores relevantes para a proteção de áreas do Parque. Os autores destacam, ainda, a importância do Açude do Camorim, situado a 463 metros de altitude, correspondendo a uma bacia natural, tendo como principal contribuinte o Rio Camorim.

A rede hidrográfica³⁵ e a divisão de bacias de drenagem utilizadas na presente tese adotou os mesmos critérios utilizados por COSTA (2002), a qual, por sua vez, compatibilizou os seus limites com a divisão estabelecida pela Fundação Rio-Águas. A autora estabeleceu os limites das micro-bacias aplicando o critério de hierarquia fluvial de STRAHLER (1957 *apud* COSTA, 2002), definindo-se bacias de 1a a 4a ordem (Figura 11).

COSTA (1996) identifica como padrão de drenagem dominante em todas as bacias hidrográficas o tipo radial centrífugo, ou seja, os rios se irradiam de uma área central mais elevada em direção às planícies (litorânea e interiorana), distribuídos de acordo com as diferentes serras que compõem o maciço, já mencionadas. Entretanto, a autora identificou no interior do PEPB outros padrões de drenagem que aparecem embutidos,

“respondendo a um ajuste geológico da região como, por exemplo, o padrão dendrítico (típico de áreas graníticas) com algumas variações, representado pelos cursos de água que formam a bacia hidrográfica do rio Camorim.” (COSTA, *op.cit.*, p. 104).

Conforme COSTA (2002), os rios que drenam o Maciço da Pedra Branca são, em sua grande maioria, permanentes e apresentam regime torrencial de escoamento na estação de verão, quando a vazão aumenta consideravelmente, em decorrência da elevada pluviosidade. Seu contato brusco com a baixada, principalmente a litorânea, gera condições favoráveis a ocorrência de inundações.

Ainda em relação ao ponto de vista hidrológico, COSTA (2002) e COSTA (2006) chamam a atenção para a incipiência de estudos relativos às vazões dos rios do Maciço da Pedra Branca. Ambas as autoras destacam a Tese de Doutorado de MARQUES (1990) como uma referência de estudo hidrológico, pois o autor analisou os fluxos de

³⁵ Foram realizados procedimentos necessários de vetorização no arquivo digital em formato *shape* cedido pela Prefeitura do Rio de Janeiro. Tais procedimentos foram usados para corrigir erros de edição e são comentados no subitem 4.2.2.2 do Capítulo 4.

água e sedimentos em oito bacias nas vertentes leste e sul do maciço, que drenam para a baixada litorânea. Já naquela época, o autor da tese obteve resultados que já apontavam para o seguinte quadro esperado para a área: todas as bacias analisadas apresentam suas vazões máximas no período de verão, época em que a precipitação torna-se mais elevada e concentrada.

A maior vazão encontrada foi na bacia Arroio Fundo (Rio Grande), que representa a maior e mais importante bacia hidrográfica que deságua na Baixada de Jacarepaguá. Seis anos após a conclusão da referida tese, em fevereiro de 1996, a mesma bacia sofreu os intensos “efeitos decorrentes das fortes precipitações que atingiram a região, e provocaram o aumento significativo da vazão, não somente do rio principal, mas também de seus tributários.” (COSTA, 2006, p. 74).

COSTA (2002), no Capítulo 7 de sua Tese de Doutorado, apresentou e analisou os resultados referentes ao comportamento físico das bacias hidrográficas do Maciço da Pedra Branca. Mais especificamente, a autora delimitou e hierarquizou as micro-bacias hidrográficas das vertentes norte, oeste e leste/sul do maciço, bem como calculou diferentes índices morfométricos lineares e areais para as mesmas, conforme mostra o Anexo A.

Particularmente com relação às bacias hidrográficas da vertente leste, a referida autora fez, de um modo geral, as seguintes ponderações:

- as bacias que apresentam maior extensão e número de canais são as de maior área, com destaque para rio Grande, rio Camorim, rio da Divisa, rio Piabas e rio do Café;
- o nível de dissecação do relevo apresentado pelas bacias supracitadas é relativamente baixo, aspecto evidenciado pelos valores também baixos dos índices de Densidade de Drenagem³⁶ (Dd), da Densidade de Rios³⁷ (Dh), de Coeficiente de Manutenção³⁸ (Cm) e de Extensão do Percurso Superficial³⁹ (Eps) A autora relaciona os baixos valores desses índices a uma alta resistência litológica à erosão, o que se deve à presença, em maior proporção, do granito com textura porfírica predominante nas micro-bacias dessa vertente.

³⁶ Relação entre o comprimento total dos rios e a área da bacia hidrográfica (CHRISTOFOLETTI, 1980).

³⁷ Relação entre o número de rios e a área da bacia hidrográfica. Também chamada de Densidade Hidrográfica (CHRISTOFOLETTI, op. cit.).

³⁸ Representa a área mínima para a manutenção de um metro de canal de escoamento (CHRISTOFOLETTI, 1980.).

³⁹ Representa a distância média percorrida pelas enxurradas entre o interflúvio e o canal permanente (CHRISTOFOLETTI, op. cit.).

COSTA (2006) destaca o estudo desenvolvido FREITAS et al. (2005), que representou uma investigação relevante acerca do comportamento hidrológico dos bananais cultivados no Maciço da Pedra Branca. Os autores fazem um breve histórico do processo de ocupação das encostas do maciço, o qual sempre foi influenciado pela orientação do relevo. Destacam ainda que nas encostas voltadas para o norte predominavam os cultivos de culturas resistentes à menor umidade e que demandam maior insolação, como laranja, mamão e mandioca. Nas encostas direcionadas para o sul, mais úmidas e com temperaturas amenas, predominam até hoje o cultivo de bananas. Em duas destas encostas - uma localizada na bacia do rio Caçambe, afluente do rio Camorim e outra no anfiteatro da praia de Grumari – onde, respectivamente estão presentes áreas de pastagem e áreas de cultivo de banana, os autores avaliaram a funcionalidade hidrológica, os processos erosivos e a estabilidade das encostas. Os resultados obtidos mostraram que a dinâmica hidrológica das encostas, no caso dos bananais pode “levantar preocupações em relação aos movimentos de massa”, pois são ambientes “plenos de infiltração, apresentam uma zona de raízes de pouca profundidade, gerando uma menor permeabilidade das camadas inferiores do solo.” (FREITAS et al., 2005, p, 162). Os autores atentam para uma situação preocupante em que estarão presentes os seguintes condicionantes: substrato pedológico sem blocos, alta declividade e fluxos concentrados.

Com relação às áreas de pastagens, em geral degradadas e sem manejo adequado, representam ambientes geradores de fluxos superficiais, favorecendo a ocorrência de enchentes.

Segundo INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS (2012), a UC abriga também inúmeras nascentes, rios e riachos que percorrem o terreno formando paisagens singulares com poços e cachoeiras, tais como o Poço das Pedras, o Poço da Mãe D’água e as Cachoeiras da Escada D’Água, do Camorim, do Mucuíba, da Batalha e Quinino e do Véu da Noiva.

3.5 Aspectos Climáticos

Observando o contexto climático no Maciço da Pedra Branca, COSTA (2006) afirma que o seu clima é determinado pelas condicionantes regionais⁴⁰ e de sistemas de circulação secundária (avanço dos anticiclones polares), traduzindo-se em área de

⁴⁰ Marcadas pela atuação do sistema de circulação tropical.

contato entre esses sistemas (NIMER, 1971 e 1972 *apud* COSTA, 2006), além da influência da circulação local imposta pelo relevo (variação altimétrica e orientação das vertentes voltadas para o norte ou para o sul) e pelas diferenças térmicas entre as superfícies terrestres e aquáticas (proximidade do mar).

Em linhas gerais, no Maciço da Pedra Branca as temperaturas são amenas, submetidas a um clima sub-úmido com pouco ou nenhum déficit de água, megatérmico, com calor bem distribuído o ano todo (COSTA, 1986).

De acordo com a Classificação de Köppen são constatados, predominantemente, os seguintes tipos climáticos na área de estudo (COSTA, 2002; VALLEJO et al., 2009a):

- Aw - clima tropical, caracterizado por inverno seco e verão chuvoso. A temperatura sempre elevada, maior que 20°C. Apresenta distribuição irregular de chuvas, com estação chuvosa nos meses do verão e do outono e estação seca no inverno. Neste período sofre clara influência das frentes frias provenientes do sul do continente. É um clima predominante nas áreas de baixadas e em pequenas elevações.
- Af - clima úmido e sem estação seca, megatérmico, com temperaturas elevadas - sempre maiores que 20°C - e sem estação seca. Em geral, a pluviosidade anual varia de 1500 a 2500 mm, sendo os períodos de precipitação pluviométrica máxima de dezembro a março (verão) e os de precipitação mínima (com mais de 60 mm), de junho a agosto (inverno). Ocorre com maior frequência nas encostas, em cotas abaixo de 500 m. As chuvas são mais bem distribuídas nas encostas voltadas para o mar, enquanto as encostas a sotavento são mais quentes e menos úmidas.
- AM - clima de bosque chuvoso, que aparece de forma conjugada nas porções mais internas. O inverno é curto e seco, podendo atingir menos de 60 mm de precipitação. Ocorre nas baixas encostas sul e leste do maciço da Pedra Branca e da serra da Carioca, seguindo pela zona costeira a leste.
- Cfa – clima tropical de altitude, chuvoso sem estação seca. É uma condição climática encontrada nas altitudes acima da cota de 500m. A temperatura média anual é alta, acima de 22° C. No verão a temperatura varia de 30°C a 32°C, podendo atingir valores absolutos próximos dos 40°C, principalmente na vertente norte (COSTA et al., 2001). Em locais de mata fechada, a temperatura permanece na faixa de 25°C em dias quentes. Nos meses de

inverno a média de temperatura fica, em média, acima de 18°C, mas nos pontos mais altos a temperatura pode chegar a 10°C, quando há a influência de chegada de frentes frias. Em geral, nas porções mais elevadas a pluviosidade anual varia de 1500 a 2500 mm, sendo os períodos mais chuvosos no verão e os mais secos no inverno. Variações microclimáticas podem ser resultantes da influência de núcleos urbanos que se estendem em direção às encostas, do processo de desmatamento (maior ou menor índice de vegetação), da proximidade do mar, juntamente com a influência do relevo, principalmente nas encostas leste e sul do maciço (por onde penetram ventos úmidos), voltadas para a Baixada de Jacarepaguá e regiões litorâneas (praias de Grumari, Guaratiba e Barra da Tijuca), mais frescas e úmidas e, portanto, mais vulneráveis a processos erosivos em suas encostas e enchentes nas baixadas. No entanto, tal influência é difícil de ser aferida com maior acurácia, uma vez que somente há uma única estação pluviométrica pertencente à rede do Sistema Alerta-Rio instalada acima dos 300 m, localizada no Maciço da Tijuca. No Maciço da Pedra Branca as estações pluviométricas situam-se no seu entorno, nos terrenos de baixada.

Em relação ao índice pluviométrico, PERFETTI (1997 *apud* COSTA et al., 2001) concluiu que os valores máximos de precipitações anuais são maiores que 1400 mm e os valores mínimos são menores que 1000 mm. Os valores médios anuais ficam em torno de 1152 mm. No inverno, os índices de chuva se mantêm baixos, mesmo com a entrada de frentes frias. Os maiores índices pluviométricos são registrados nos meses de dezembro e janeiro, ficando em média em torno de 160 mm/mês, seguido dos meses fevereiro e março, quando são registrados índices em torno de 140 mm/mês. As chuvas intensas, com totais pluviométricos diários superiores a 30,0 mm, são provocadas principalmente por sistemas frontais. O relevo acidentado e diversificado da cidade contribui para a grande variabilidade espacial da precipitação (DERECZYNSKI et al., 2009).

RIBEIRO, TRIANE e COSTA (2011) analisaram os registros pluviométricos das quatro estações pluviométricas do Sistema Alerta-Rio localizadas na vertente leste do Maciço da Pedra Branca – Tanque, Cidade de Deus, Riocentro e Grota Funda – com objetivo de examinar o comportamento pluviométrico nessa porção do maciço. Um dos gráficos gerados no referido estudo (Gráfico 1) revela a média anual de precipitação nas quatro estações analisadas, referente ao período 2003 a 2008. O Gráfico 1 mostra que o

ano de 2003 foi o mais chuvoso do período analisado. Além disso, a estação Grotta Funda apresentou os maiores índices pluviométricos em todos os anos do período, seguida da estação do Riocentro. As autoras concluíram que as intensas precipitações frequentes nos meses de verão, conjugadas com fatores como a morfologia do relevo, a declividade, o tipo de litologia predominante, tipos de solo e formas de ocupação e cobertura vegetal explicam, em parte, a geração de fluxos superficiais hídricos que se formam nas encostas do maciço e que mobilizam grandes volumes de rochas, de sedimentos e de lixo que ficam depositados nos logradouros e nos rios canalizados na área da baixada, largamente ocupada.

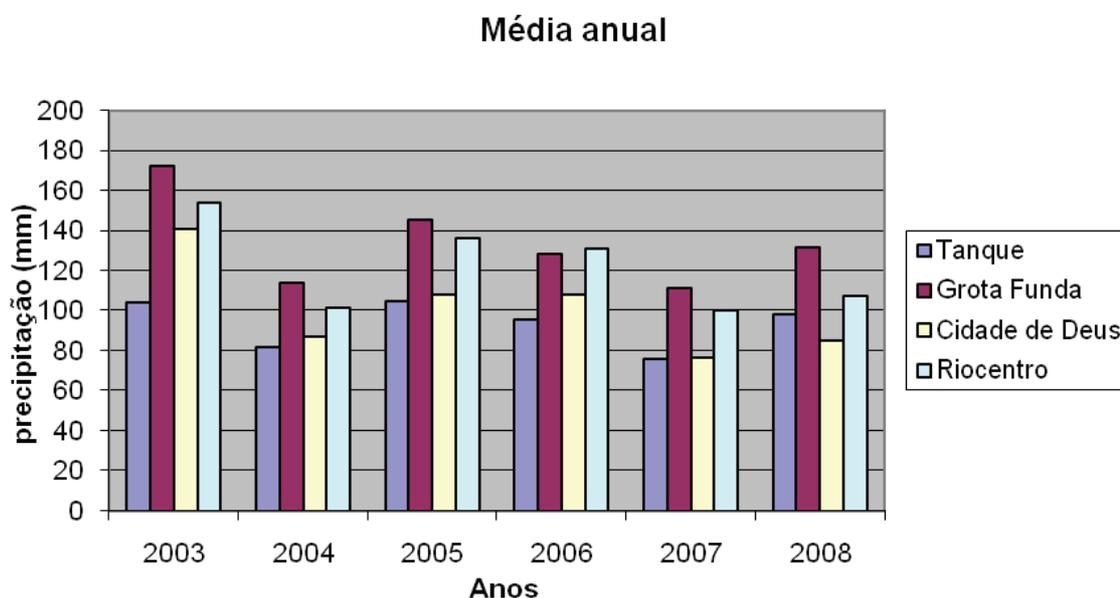


Gráfico 1 - Média Anual de precipitação das quatro estações pluviométricas localizadas na vertente leste do Maciço da Pedra Branca – período 2003 a 2008.

Fonte: Extraído de RIBEIRO; TRIANE; COSTA, 2011, p. 129)

Nos dias 12, 13 e 14 de fevereiro de 1996, o Maciço da Pedra Branca e a Baixada de Jacarepaguá sofreram os efeitos desencadeados por uma precipitação elevada e intensa. A bacia hidrográfica do Rio Grande, que é a mais extensa, foi a mais atingida, com o desencadeamento de cicatrizes erosivas em suas encostas e ao longo dos vales principais decorrentes de movimentos de massa, com efeitos diretos na população residente no seu médio/baixo curso (COSTA et al., op. cit.).

Com relação ao padrão de comportamento dos ventos na área de estudo, JOURDAN (2007) desenvolveu uma pesquisa com objetivo de caracterizar a distribuição horizontal do vento próximo à superfície na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ). O autor concluiu que a “RMRJ apresenta um padrão de vento fortemente influenciado pelas feições topográficas e pelo mecanismo de brisa

determinado pela presença do Oceano Atlântico e das baías de Guanabara e Sepetiba” (JOURDAN, op. cit., p. 5). Ele construiu rosas dos ventos para ilustrar a análise sazonal de diferentes bacias aéreas. Para isso, o autor considerou o comportamento geral dos ventos em cada localidade. Para a Bacia Aérea II, que abrange a área de estudo da tese, o autor gerou as rosas dos ventos s seguir, destacando-se a que revela o comportamento geral anual dos ventos, bem como as que mostram as situações típicas no verão e no inverno (Figura 15):

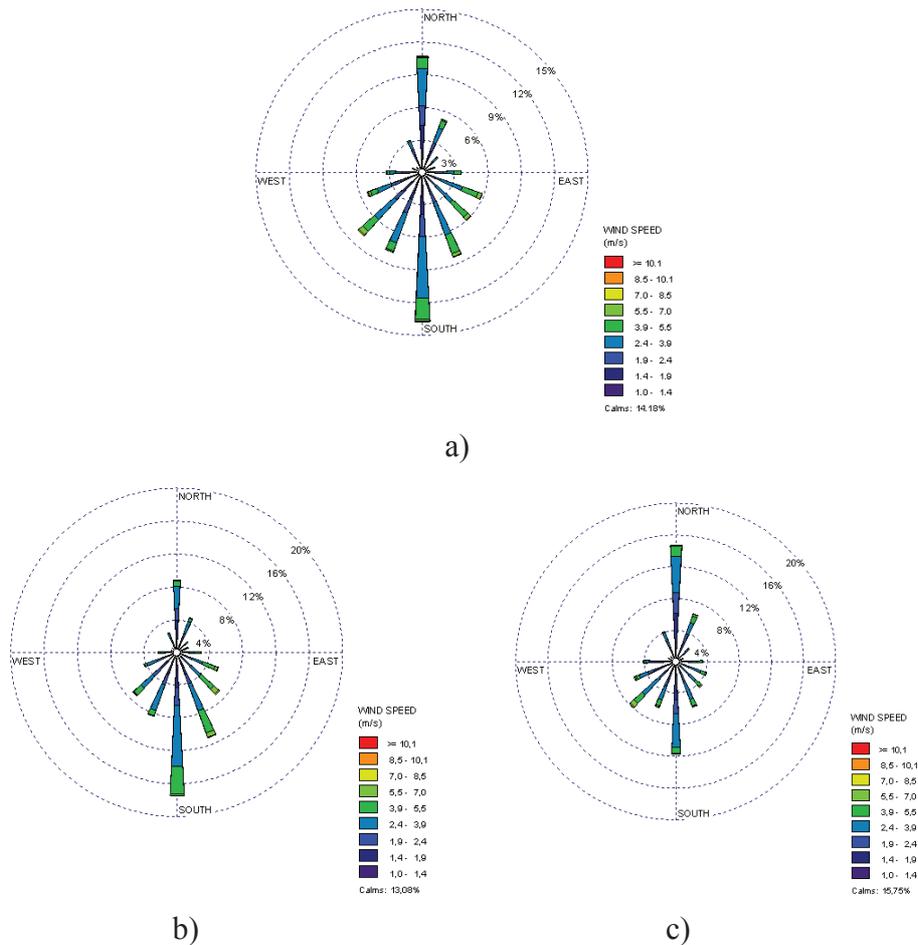


Figura 15: Rosa dos ventos a partir de dados registrados na estação localizada no aeroporto de Jacarepaguá: (a) anual, (b) verão, (c) inverno.

Fonte: JOURDAN (2007, p. 61).

De um modo geral, observa-se que a estação de registro dos ventos, localizada no aeroporto de Jacarepaguá, apresenta um padrão de ventos caracterizado principalmente pela predominância das direções sul e norte ao longo de todo o ano. Os ventos de sul são mais frequentes durante o verão (letra b) e no inverno ocorre o aumento na frequência de ventos vindos do norte.

3.6 Aspectos Pedológicos

Em termos pedológicos, de acordo com COSTA (2002) e COSTA (2006), o Maciço da Pedra Branca possui encostas recobertas, em sua grande maioria, pelos solos Latossolo Vermelho-Amarelo, Argissolo, Chernossolo Argilúvico, Planossolos e solos Gleis. Sua média/alta encosta possui manto coluvionar e sedimentos eluviais relativamente espessos, apresentando blocos soltos ou parcialmente enterrados em material mais fino, que se distribuem erráticamente pelas encostas, entulhando vales e/ou depósitos de tálus em suas bases (Figura 16).

LUMBRERAS e GOMES (2004), considerando os acentuados desnivelamentos relativos da área, identificaram topossequências segundo uma escala hipsométrica, influenciadas por diferenças do material originário. As topossequências são:

- Latossolos (Amarelo e Vermelho-Amarelo) e Cambissolos dominantes nas cristas e áreas elevadas do maciço com altitudes superiores a 300 m;
- Argissolos (Amarelo e Vermelho-Amarelo) e Chernossolo Argilúvico/Luvisso Háplico nas encostas com altitudes entre 40 e 300 m;
- Argissolos (Amarelo e Vermelho-Amarelo) moderadamente drenados, Planossolos, Neossolos Flúvicos, Gleissolos e Organossolos em altitudes inferiores a 40 m, em obediência aos desníveis dentro da baixada sedimentar.

A partir da observação da Figura 16 e com base nas referências de LEPSCH (1993), SILVA (1995), MENDONÇA-SANTOS et al. (2009), LUMBRERAS; GOMES (2004) e ORTIGÃO; SAYÃO (1999), foram caracterizados os principais tipos de solo encontrados na área de estudo, relacionando-os aos fatores pedogenéticos:

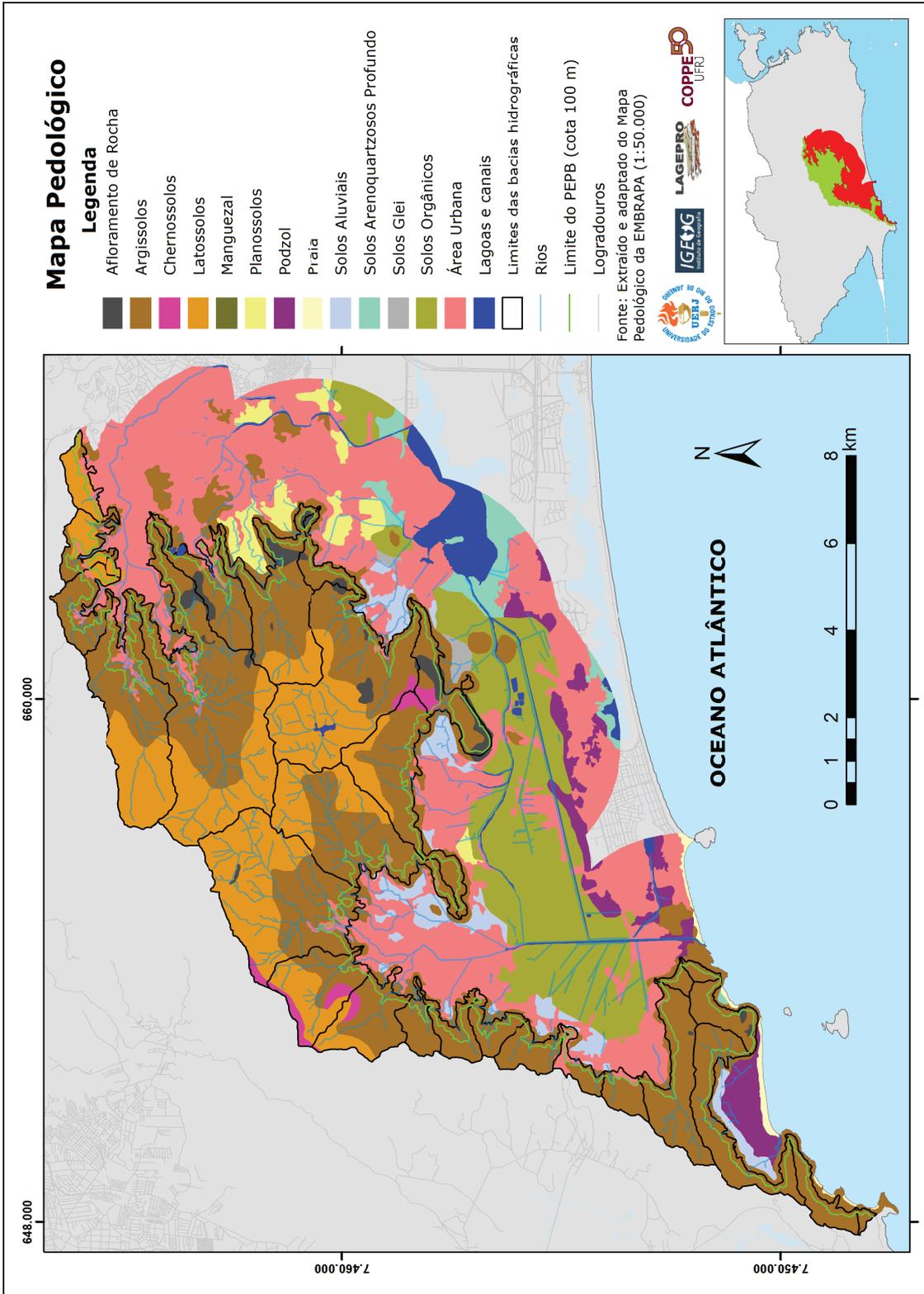


Figura 16 – Mapa Pedológico

a) Solos hidromórficos – comuns nos trópicos úmidos, são desenvolvidos em relevo plano que condiciona a drenagem deficiente e, deste modo, os solos estão na maior parte do tempo saturados com a água. Na área de estudo estão presentes dois tipos principais de solos hidromórficos: o orgânico e o mineral (solos Glei, Planossolo e o Podzol Hidromórfico).

a.1) Orgânicos – presente no fundo da baixada, em locais onde há extremo excesso de umidade com grande acúmulo de sedimentos flúvio-marinhos do Quaternário e de detritos orgânicos em águas paradas, com ausência de processos oxidantes. Apresentam uma camada superficial de espessura superior a 40-60 cm, na qual a quantidade de materiais orgânicos ou húmus é superior a 20% em relação aos materiais minerais. São solos escuros, quase negros, bastante fofos, porosos, podendo ser salinos e permanecerem permanentemente ou esporadicamente alagados. Os solos orgânicos classificam-se em duas subordens Háplico e Tiomórfico. Na área do entorno do Maciço da Pedra Branca, os Orgânicos Háplicos estão relacionados aos depósitos do Holoceno nas áreas de baixada. Os Tiomórficos situam-se nas margens das lagoas da Tijuca, Jacarepaguá, Camorim.

a.2) Minerais (Solo Glei, Planossolo e o Podzol) – os solos minerais são formados quando o acúmulo de material orgânico não é tão intenso, mas há encharcamento suficiente para ocorrer a saturação e a escassez de oxigênio, acarretando reações de redução do ferro e gerando um horizonte de cor cinza ou azulada, típico dos Solos Glei. Estes solos ocupam áreas de relevo plano e são solos saturados predominante argilosos desenvolvidos de sedimentos fluviais ou flúvio-marinhos, depositados nas baixadas em ambiente de menor energia de transporte, geralmente argilosos. Sob o ponto de vista geotécnico, podem permanecer permanentemente ou periodicamente alagados. Além deste, outros exemplos de solos hidromórficos minerais, encontrados na área de estudo, são o Planossolo e o Podzol.

O solo Podzol é originado de material bastante arenoso e, por isso, pode ser encontrado em faixas litorâneas e baixas planícies arenosas, submetidas a climas quentes, e sob condições de relevo que proporcionem excesso de umidade, como acontece na área de estudo.

O Planossolo ocorre preferencialmente em áreas de relevo plano ou suave ondulado, onde as condições ambientais e do próprio solo favorecem a

permanência anual cíclica de excesso de água, mesmo que de curta duração. Devido à alta concentração de argila que possui, a permeabilidade é lenta ou muito lenta.

b) Solos aluviais – estão presentes em partes da área de baixada, onde houve acumulação progressiva de resíduos minerais, geralmente de origem fluvial, formando camadas de classes texturais distintas;

c) Latossolos – são caracterizados pelo intenso e rápido intemperismo sobre a rocha matriz, devido a elevadas temperatura e pluviosidade, com a decomposição dos minerais primários e secundários de argila, originando materiais de textura fina (CASTRO, 1960 *apud* SILVA, 1995). São solos profundos (com mais de dois metros com horizontes minerais A-B-C); acidez elevada ($\text{pH} < 5,0$), consistência friável, estrutura maciça porosa e boa drenagem, baixo conteúdo de silte e ausência de pedras e calhaus na massa do solo, baixa diferenciação morfológica entre os horizontes e gradiente textural baixo. Podem ser formados a partir de depósitos coluvionares, tendo como substratos rochas metamórficas e ígneas. Nos maciços da Tijuca, Gericinó e Pedra Branca são encontrados em altitudes superiores a 600 m, em relevo forte ondulado a montanhoso e, nessas circunstâncias topográficas, devem ser destinados à preservação ambiental. A pequena coerência do material do solo e a grande profundidade facilitam as obras de engenharia, que envolvem extensas escavações. No entanto, se realizadas de modo inadequado, podem acarretar instabilidade dos solos, movimentos de massa e processos erosivos acelerados.

d) Argissolos – possuem perfis bem desenvolvidos, com profundidade mediana (1,5 a 2 metros), moderadamente ou bem intemperizados a partir basicamente de materiais gnaisse-graníticos dos embasamentos locais, como é o caso da área de estudo. Ocorrem em situações de relevo mais elevado, estendendo-se em grande parte da vertente leste do Maciço da Pedra Branca. São típicos de áreas de clima úmido cobertas por vegetação florestal. Também chamados de solos com B textural, são propensos à erosão superficial hídrica, em função de uma notável diferenciação morfológica de horizontes superficiais e subsuperficiais, tanto pela cor como pela textura; gradiente textural médio a alto. Frequentemente, ocorre na natureza associado ao Latossolo, mas se comparado a este, tem menor profundidade e proporções maiores de silte e de minerais pouco resistentes ao intemperismo. Cultivos não devem ser realizados em terrenos situados em declives muito fortes, pois, nessas situações, esses solos são considerados muito susceptíveis à erosão hídrica. Devido à maior propensão a

esse tipo de erosão, a vegetação florestal em relevo forte ondulado e montanhoso não deve ser removida, devendo os Argissolos, portanto, ser destinados à preservação ambiental.

e) Chernossolos – São solos pouco espessos, geralmente não ultrapassam um metro de profundidade. Encontrados em relevo forte ondulado no município do Rio de Janeiro, onde o material de origem é localmente associado à decomposição de granodioritos e gnaisses, com intrusões de rochas básicas e intermediárias. Embora possuam elevada fertilidade natural, deve-se evitar a prática do cultivo em relevo forte ondulado a montanhoso, pois tornam-se instáveis.

3.7 Aspectos Fitogeográficos

De acordo com o *Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica*, lançado em 2002 pela Fundação S.O.S. Mata Atlântica/INPE, por meio de reconstituição histórica, o Estado do Rio de Janeiro era quase totalmente coberto por floresta de Mata Atlântica, a qual abrangia aproximadamente 97% de sua área total, a qual equivale a, aproximadamente, 44.000 km² de florestas. Como consequência das transformações no uso do solo nos últimos 400-500 anos, sua área de cobertura florestal foi reduzida a menos de 20% em relação à extensão original (Fundação CIDE, 2003). Ao longo desse tempo, houve uma intensa pressão sobre as áreas florestais, resultando em diversas transformações na paisagem, formando um mosaico de diferentes estágios sucessionais. O avanço indiscriminado sobre as áreas florestais pode ser explicado tanto pelo seu valor econômico, como pela demanda crescente por terrenos para construção de moradias, para novas áreas de cultivo e de criação de animais e instalações industriais, acarretando intensa ocupação humana, com mais de 70% da população brasileira vivendo em seu entorno (OLIVEIRA, 2005).

Primeiramente, os estudos sobre a estrutura, a distribuição e a evolução temporal dos remanescentes florestais eram inteiramente baseados em extensivos trabalhos de campo. A partir dos avanços tecnológicos no campo do Geoprocessamento começaram a ser utilizadas fotos aéreas e imagens de satélite, que permitiram identificar e monitorar as áreas ocupadas por florestas. VIEIRA (2003) destaca a importância do monitoramento de áreas remanescentes, já que as florestas secundárias podem ser extremamente importantes como reserva da diversidade genética, estoque de carbono e de nutrientes, além de atuarem como reguladoras do ciclo hidrológico.

O PEPB é reconhecido como uma das maiores florestas em área urbana do Brasil e do mundo. Desempenha um papel central no equilíbrio hídrico e climático da cidade do Rio de Janeiro, ocupando cerca de 10% do seu território. Além disso, dentro do Parque estão protegidos cerca de 55% do remanescente de Mata Atlântica da cidade (6.920 ha de uma área total de 12.500 ha), considerado um dos biomas mais ricos e mais ameaçados do Brasil e do mundo (INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS, 2012). Esse percentual permite afirmar que o PEPB representa a maior mancha remanescente de Mata Atlântica contínua situada no Município do Rio de Janeiro, onde há superposição de vários estratos, principalmente três - arbóreo (podendo atingir de 20 a 30 metros de altura), arbustivo e herbáceo - podendo-se observar um grande número de lianas, trepadeiras e epífitas. Aproximadamente 2.156 ha (17 %) estão ocupados por florestas alteradas, incluindo a presença de antigos bananais e 3.216 ha (26 %) por vegetação sob forte influência antrópica, como culturas, pastagens e capim colônia (VALLEJO et al., 2009a).

As bacias de drenagem da vertente leste do Maciço da Pedra Branca abrigam, aproximadamente, 40 % do remanescente de Mata Atlântica em algumas de suas partes mais altas e internas, sendo possível encontrar aí espécies raras, endêmicas e muitas em ameaça de extinção (CONCEIÇÃO et al., 2011). No entanto, nos últimos 30 anos a área acima da cota de 100 metros, já dentro dos limites do Parque, vem sofrendo pressões demográficas cada vez mais intensas em trechos que, a princípio, deveriam fazer parte de uma zona de amortecimento, observando-se a expansão de loteamentos irregulares, da favelização, bem como de construções de alto padrão. Entretanto, podem ser reconhecidas extensões, ainda pouco exploradas, passíveis de serem melhor apropriadas por meio da definição de planos de manejo e propostas de gestão ambiental (CONCEIÇÃO et al., 2011).

Na última década, estudos voltados para análise do alto potencial para diversas atividades ecoturísticas tanto no interior como no entorno do PEPB foram realizados por COSTA (2002), COSTA (2006) e COSTA e COSTA (2006). Esses estudos indicam que, grande parte das encostas do maciço voltadas para as baixadas de Jacarepaguá e Sepetiba, ainda apresentam remanescentes significativos de floresta, em diferentes estágios sucessionais, que devem ser mantidos por meio de ações de preservação e de conservação. O INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS (2012, p.4) também descreve a vegetação do PEPB como um “grande mosaico vegetacional formado por manchas de vegetação em diferentes estágios sucessionais.” Está inserido no domínio

da Floresta Ombrófila Densa (FOD), sendo composto por Floresta Ombrófila Densa Submontana que abrange 83,28% da área total da UC e Floresta Ombrófila Densa Montana que abrange 16,72% da UC (INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS, 2012). Segundo COSTA (2002, p. 141) no Parque estão incluídas

“diversas fitofisionomias, associadas à alteração das florestas primitivas que não mais ocupam a área. O que ainda se pode encontrar, principalmente nos locais inacessíveis e/ou menos vulneráveis a queimadas, é uma floresta secundária tardia (estágio sucessional avançado), com fisionomia semelhante à primeira.”

Apesar da grande pressão antrópica que o PEPB sofre no seu entorno, CINTRA et al. (2007) diagnosticaram o predomínio das classes estágio avançado e floresta madura (clímax). Os autores justificaram essa prevalência pelo fato do maior percentual de floresta madura estar localizado na vertente leste/sul, que recebe mais umidade proveniente dos ventos úmidos vindos do mar e das frentes frias, além de uma incidência menor de insolação, o que permite uma regeneração mais rápida das florestas.

RIZZINI (1977 *apud* COSTA, 2002) ressaltava que as bacias hidrográficas situadas na vertente leste do maciço possuíam os melhores trechos florestados do Município do Rio de Janeiro, com bastante diversidade, inexistindo espécies dominantes. O estrato arbóreo apresentava altura acima da média, com árvores que chegam a 45 m de altura e diâmetro do tronco de 1,6 m, a exemplo de um jequitibá (*Cariniana legalis*) encontrado no interior da Serra do Nogueira.

Conforme levantamento recente feito por INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS (2012) acerca da vegetação do PEPB para subsidiar o plano de manejo, foram obtidos os seguintes números: um total de 934 espécies pertencentes a 118 famílias botânicas. Do total de espécies, 429 apresentam algum grau de endemismo, sendo 157 são endêmicos do Brasil (36,6%), 267 são endêmicos da Mata Atlântica (62,2%) e 5 espécies são endêmicas do Rio de Janeiro (1,2%). Foi constatada a existência da espécie endêmica de bromélia do Parque Estadual da Pedra Branca, chamada *Neoregelia camorimiana*, que é encontrada especialmente nas matas em estágio avançado de regeneração.

O Maciço da Pedra Branca apresenta espécies raras e endêmicas, mas muitas estão ameaçadas de extinção. COSTA (2002) relaciona os nomes de algumas dessas espécies encontradas em trechos da vertente leste do maciço:

- Acá (*Naucleopsis oblongifolia*);

- Uma espécie, da família das quaresmeiras (Malastomataceae) e do gênero *Mouriri*;
- *Peurothyrium bahiense*, uma Lauraceae (família da canela);
- *Dorstenia* (família Moraceae), uma espécie de planta herbácea, cujo gênero é rico em espécies medicinais;
- As espécies de noz-moscada silvestre (*Cryptocarya jacare-paguensis*) e (*Calathea camoriana*) constituem exemplos de endemismos restritos à Floresta do Camorim;
- As espécies *Heliconia angusta*, *Heliconia farinosa*, *Dorstenia ramosa* e *Dorstenia arifolia*, fazem parte da lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçada de extinção.

Segundo OLIVEIRA (2005), a floresta do Camorim é a parte mais conservada de toda a área do PEPB. A dificuldade de acesso a bacia do Rio Camorim possibilitou a permanência de espécies da flora ameaçadas de extinção e árvores nobres e de grande porte, como jacarandá, cedro, peroba e jatobá.

De acordo com COSTA (op. cit., p.142), a floresta do Camorim “demonstra ser uma floresta clímax, principalmente pela presença, em franco desenvolvimento, de espécies características de estágios finais de sucessão ecológica, a exemplo do jequitibá” (*Cariniana legalis* e *C. estrellensis*), que pode ser encontrado, em uma dada extensão espacial, em vários estágios de desenvolvimento. Existem também nas proximidades da represa do Camorim, na Reserva do Pau da Fome e na localidade de Monte Alegre diversas espécies de figueira (*Ficus enormis*, *Ficus insipida*, *Ficus organensis* e *Ficus gomelleira*), palmitero (*Euterpe edulis*), pau d’alho e anda-açu (VALLEJO et al., 2009a).

COSTA (2002) apresenta também nomes de espécies de valor econômico encontradas no PEPB, tanto pela qualidade da madeira - bicuíba (*Virola oleifera*), canelas do gênero *Ocotea*, cedro (*Cedrela fissilis*), peroba (*Aspidosderma melanocalix*) e jatobá (*Hymaenea courbaril*)- como para fins medicinais - mamão do mato (*Jcaratia espinosa*), pata de vaca (*Bauhinia forticata*), erva cidreira e carqueja.

VALLEJO et al., (2009a) destacam a presença de muitas espécies introduzidas pelo homem no PEPB, as quais representam verdadeiros testemunhos do passado de ocupação e exploração da região, como os cafeeiros, jabuticabeiras, jaqueiras e mangueiras.

COSTA (2002, p. 142) afirma que nas demais vertentes do maciço da Pedra Branca são encontradas várias fácies fitofisionômicas que “contribuem para uma constituição estrutural complexa da floresta, em decorrência da interferência conjugada entre os elementos do quadro natural e a ação antrópica.” A autora complementa afirmando que as interferências antrópicas, traduzidas pelo avanço das ocupações, pela exploração mineral e pelo uso industrial contribuem para a complexidade florística do PEPB.

COSTA (2006, p. 85) defende que deve haver uma constante manutenção dos recursos naturais raros e endêmicos no Parque Estadual da Pedra Branca, já que representa “uma das poucas UCs que ainda mantém espécies de alta importância ecológica, em áreas de desenfreada expansão urbana.”

Além dos três principais estratos vegetais - arbóreo, arbustivo e herbáceo - encontrados no PEPB e na sua área de entorno, devem ser citadas também outras formações que estão presentes nas áreas circunvizinhas, que correspondem à extensão de baixada dentro da abrangência de até 3 Km do limite do Parque:

- Campina de várzea – caracteriza-se pela variedade de gramíneas e ciperáceas que ocorrem nas várzeas úmidas e alagadas, em relevo de cotas mais baixas de Jacarepaguá;
- Restinga – caracteriza-se pela vegetação rasteira dos solos arenosos das áreas próximas ao mar, associada a formações arbóreo-arbustivas de densidade variável ao longo da faixa litorânea (cordões arenosos, dunas e praias), incluso a Restinga da Marambaia;
- Mangues – são formações características, de aspecto crassulóide, rampante, de áreas alagadas diariamente pelas marés, ocorrendo em faixas contíguas ao mar e eventualmente penetrando ao longo de rios e canais até as margens das lagoas e áreas baixas mais próximas, como pode ser visto na área de estudo em trechos da baixada.

3.8 Aspectos faunísticos predominantes

O meio biótico no Maciço da Pedra Branca tem sido alvo de várias investigações por parte de pesquisadores ligados a diferentes áreas do conhecimento. No entanto, segundo COSTA (2006, p.84), “o PEPB ainda carece de estudos de diversas naturezas, principalmente trabalhos integrados, de cunho biogeográfico, correlacionando fauna e flora ao meio físico.” Em 2006, a autora considerou que as pesquisas integradas no maciço eram incipientes e pontuais quanto a determinados aspectos do meio biótico. De um modo geral, esse quadro ainda persiste, apesar da continuidade das pesquisas e do

apoio dos gestores do PEPB aos pesquisadores que queiram desenvolver projetos no interior do Parque.

Não existe, até o momento, levantamentos detalhados sobre a flora e fauna de todo o maciço, que possibilitaram a catalogação de espécies existentes. As informações aqui sintetizadas foram obtidas de referências bibliográficas acerca da caracterização da vegetação e da fauna do Maciço da Pedra Branca e, particularmente, do PEPB, permitindo compor quadro geral sobre a dinâmica ecológica da área de estudo.

O Parque abriga grande variedade de espécies de animais que encontram habitat propício ao seu desenvolvimento e reprodução na densa Mata Atlântica. Muitas dessas espécies são endêmicas e estão ameaçadas de extinção, embora haja o registro também de espécies exóticas na UC (INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS, 2012). A presença dessas espécies exóticas deve-se ao chamado “efeito de borda”, decorrente da fragmentação florestal, que desencadeia vários processos ecológicos. Entre esses processos está a rápida colonização das suas bordas por novas espécies mais adaptadas às novas condições microclimáticas impostas. Tal fato ocorre porque maiores quantidades de luz atingem o interior do fragmento florestal, a umidade decresce rapidamente e a temperatura interna se eleva; com isso, a insolação passa a atingir estratos vegetais outrora protegidos, o que acarreta a referida colonização. Outra consequência da fragmentação florestal é a diminuição de espécies endêmicas, uma vez que os animais silvestres não se distribuem aleatoriamente na natureza (CIDE, 2003).

Um problema diagnosticado por COSTA (2002) é representado pelos diversos acessos que avançam sobre os limites da UC, incluindo algumas estradas que cortam ao Parque – entre elas, a Avenida das Américas e a Estrada de Grumari - e as linhas de transmissão de Furnas e da Light, que ao atravessarem uma extensa área do Parque, provocam a fragmentação florestal, ocasionando o isolamento de populações mais sensíveis e o efeito de borda, acima mencionado.

Um inventário da fauna do PEPB indicou que foram registradas até o momento (VALLEJO et al., 2009; INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS, 2012):

- 338 espécies de aves, das quais 20 encontram-se em alguma categoria de ameaça, como a Tiriba-de-orelha-branca (*Pyrrhura leucotis*), vulnerável à extinção nas listas estadual e nacional e em caráter quase ameaçado globalmente;

- 51 espécies de mamíferos, das quais 08 estão em alguma categoria de ameaça, como o Morcego fruteiro-claro (*Chiroderma doriae*), vulnerável à extinção em território nacional;
- 27 espécies de répteis e 20 de anfíbios (sem registros de espécies ameaçadas), incluindo a lagartixa-de-parede (*Hemidactylus mabouia*), considerada exótica e a perereca (*Hyla semilineata*), endêmica do sudeste brasileiro;
- 43 espécies de peixes, das quais 5 são ameaçadas, como o Peixe-das-nuvens (*Leptolebias minimus*).

Foi constatado pelo levantamento realizado em 2012 pelo Instituto de Pesquisas Ecológicas - IPÊ, que a maior diversidade da fauna já estudada encontra-se nas áreas do Pau da Fome, Colônia Juliano Moreira e do Camorim.

VALLEJO et al. (2009) apresenta uma breve listagem de espécies endêmicas encontradas no PEPB:

- a) Mamíferos - macaco-prego, porco do mato (*Tayassu tajacu*), preguiça (*Bradypus variegatus*), furão, ouriço-cacheiro, cachorro do mato, mão-pelada, tamanduá de coleite (*Tamandua tetradactyla*), paca, cutia, gato do mato e muitas espécies de morcegos (*Artibeus spp.*, *Desmodus sp.* e *Myotis sp.*).
- b) Avifauna – tucano-de-bico-preto (*Ramphastos vitellinus*), araçaris, gavião-pomba, gavião-pega-macaco, a jacupemba (*Penelope superciliares*) e o papagaího (*Touit malanonota*).
- c) Répteis - representados especialmente pelas serpentes, como a cobra-de-vidro (*Ophiodes striatus*), a jararaca (*Bothrops jararaca*), a cobra-verde e a jibóia (*Boa constrictor*); os lagartos teiú e verde.
- d) Invertebrados aquáticos - o pitu e o caranguejo de rio.
- e) Insetos – destacam-se as borboletas azuis (*Parides spp.*, *Papilio spp.* e *Caligo spp.*), os serra-paus e as baratas-da-mata.

COSTA (2002) destaca que o papel da fauna é extremamente importante num ecossistema tropical e estabelece uma relação complexa com os vegetais, principalmente em relação ao trabalho de propagação de sementes.

A autora alerta para os danos ambientais de uma situação recorrente no Parque da Pedra Branca: as constantes caçadas clandestinas que vêm sendo realizadas, particularmente na floresta do Camorim. Segundo a FEEMA (1994 *apud* Costa, 2002),

essa prática vem gerando desequilíbrios nos processos de predação e dispersão de propágulos, gerando prejuízos à recomposição da vegetação. Mesmo com essa ameaça presente e com a própria destruição da floresta, a autora afirma que a oferta de alimentos para a fauna ainda é expressiva no PEPB, permitindo a sobrevivência de grande número de grupos faunísticos. COSTA (op. cit., p.145) extraiu do trabalho da FEEMA sobre a fauna no Maciço da Pedra Branca os seguintes exemplos de plantas que fornecem alimentos para aves e mamíferos que vivem na área:

- Maria Fernanda (*Posoqueria latifolia*), que tem suas sementes servindo de alimento para psitacídeos (papagaios e maitacas) e roedores;
- Copaíba (*Copaifera langsdorffi*), embora pouco comum, é encontrada no Camorim, servindo como recurso alimentar para várias espécies faunísticas;
- Andá-açu (*Joannesia princeps*), constituindo-se em excelente exemplo da dispersão de frutos pela fauna, principalmente de roedores, tais como a paca e cotia. Estudos recentemente realizados por aquele grupo demonstraram que, em condições naturais, essa espécie vegetal necessita de algum agente animal para abrir seus frutos e, conseqüentemente, realizar a sua dispersão.

3.9 Aspectos relevantes sobre o processo histórico de ocupação antrópica e de degradação ambiental no Maciço da Pedra Branca

Os dados e informações acerca das primeiras ocupações e usos realizados nos terrenos do Maciço da Pedra Branca foram extraídos dos levantamentos históricos realizados pelas teses de Doutorado de COSTA (2002) e de COSTA (2006), pelos estudos de VALLEJO et al. (2009a, 2009b) e pelos levantamentos do IPÊ para realizar a elaboração e conclusão do plano de manejo do Parque em 2012.

O livro organizado por OLIVEIRA (2005) representa uma fonte rica de informações acerca da atividade antrópica na Mata Atlântica do Rio de Janeiro, mais particularmente, apresenta e avalia os episódios históricos que deixaram marcas impressas na paisagem do Maciço da Pedra Branca e no seu entorno.

3.9.1 Principais mudanças na paisagem impostas pelo processo de ocupação diversificado no Maciço da Pedra Branca e seus efeitos ambientais

Em todo o país, o Estado do Rio de Janeiro foi a unidade federativa que teve, no passado, a maior extensão de florestas tropicais devastada, principalmente no município do Rio de Janeiro. (DRUMMOND, 1997 *apud* MOURA e COSTA, 2009). Na verdade, os maciços litorâneos cariocas mantiveram suas fisionomias originais quase inalteradas até a metade do século XVII, em virtude da concentração de seus primeiros habitantes

próximos à orla marítima, pois viviam basicamente da agricultura de subsistência da caça e da pesca (COSTA, 2002; COSTA, 2006).

Segundo COSTA (2002) e IPP (2003 *apud* INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS, 2012) datam de 1594 os primeiros registros da ocupação do Maciço da Pedra Branca, a partir da doação feita por Salvador Correia de Sá aos seus dois filhos, Gonçalo e Martin Correia de Sá. A propriedade de Gonçalo Correia de Sá abrangia uma boa parte da vertente leste do que hoje é o Parque, estando incluídas as áreas totais dos bairros Vargem Grande, Vargem Pequena e Recreio dos Bandeirantes. Mais tarde, em 1667, parte das terras de Gonçalo Correia de Sá passou para os religiosos do mosteiro de São Bento, os quais mantiveram controle sobre elas até o final do século XIX, quando as transferiram para o Banco de Crédito Móvel, que fez o seu parcelamento e repasse dos lotes a vários pequenos proprietários.

Desde o início do processo de colonização, a Mata Atlântica existente sobre as encostas do Maciço da Pedra Branca começou a ser devastada para variados aproveitamentos: obtenção de recursos naturais, dentre eles, o pau-brasil; cultivo de cana-de-açúcar⁴¹ e do café; criação de animais; cultivos de subsistência, aproveitamento energético, construção de moradias e de empreendimentos comerciais e de serviços. Com o tempo, os vales e as encostas foram sendo ocupados por construções e cultivos diversos, dando início à fase das grandes fazendas. Apenas os grotões inacessíveis e as áreas de maior declividade eram mantidos preservados (COSTA, 2006).

Por outro lado, deve ser destacado que as florestas do Maciço da Pedra Branca têm uma importância histórica, por terem fornecido as mudas utilizadas para o reflorestamento⁴² do Maciço da Tijuca, iniciado em 1861 por ordem de Dom Pedro II, em decorrência de sucessivas crises de abastecimento por conta dos períodos de seca - 1809, 1817, 1824, 1829, 1833, 1843 - pelos quais a cidade do Rio de Janeiro passou. (ABREU, 1992; COSTA, 2002; INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS, 2012).

De acordo com MOURA e COSTA (2009, p. 233), da segunda metade do século XIX ao início do XX, a Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro (Guaratiba, Jacarepaguá e Campo Grande) apresentava devastação das áreas de floresta nativa, não só devido aos engenhos de cana-de-açúcar e às lavouras, mas também

⁴¹ Conforme COSTA (2002, p. 182), “Foi a partir de 1870, que o maciço da Pedra Branca deixou de, somente fornecer lenha para os engenhos de açúcar, para dar lugar à intensificação do cultivo do café.”

⁴² COSTA (2002, p. 182) destaca a Fazenda Independência (hoje em ruínas) no bairro de Campo Grande, “por ter sido o campo experimental do Major Manoel Gomes Archer para a seleção de mudas, como precursor da silvicultura brasileira e, responsável pelo reflorestamento do maciço da Tijuca.”

“pela necessidade crescente de moradias e pela pressão da ocupação por áreas mais distantes das densamente ocupadas áreas centrais do Rio de Janeiro, fazendo com que houvesse aumento de população com variação significativa nas áreas de maior concentração e diversidade de atividades econômicas e melhorias nos serviços públicos da Zona Oeste”.

Nesse contexto, as grandes propriedades pertencentes a senhores de engenho ou a frades religiosos e aquelas aforadas a terceiros no início do século foram adquiridas por sociedades anônimas e empresas loteadoras com objetivos de construir engenhos centrais ou de implantar vilas e pequenos loteamentos com capital de bancos particulares (FRIEDMAN, 1999 *apud* MOURA e COSTA, 2009).

A malha urbana na cidade do Rio de Janeiro expandia-se pelas áreas de baixadas⁴³ e, para garantir o seu abastecimento, houve expressiva retirada de lenha e carvão⁴⁴ das florestas do Maciço da Pedra Branca no período de 1940 a 1960. GALVÃO (1957 *apud* FREITAS et al., 2005) e BERNARDES (1992) ressaltam a importância da agricultura local de subsistência para o abastecimento da cidade, cuja população dependia desses produtos agrícolas⁴⁵ e comentam como os roçados e a extração de lenha e de carvão aconteciam sobre as encostas do maciço.

MOURA e COSTA (2009, p. 238) sustentam que o Maciço da Pedra Branca, mesmo após as décadas de 1950 e 1960, sempre foi a base rural do município, onde predominavam sítios e chácaras, no entanto, “já naquela época, foram gradualmente dando espaço para a implementação de novas estradas, que conectaram e facilitaram a ocupação acelerada do local, vinda da Zona Sul da cidade.”

No Maciço da Pedra Branca, à semelhança dos demais maciços litorâneos cariocas, a ocupação das encostas foi influenciada pela orientação do relevo (Freitas et al., 2005). BERNARDES (1992) chama a atenção para a orientação das encostas, não apenas em relação à distribuição das chuvas e da umidade, mas também da insolação, que afeta o aquecimento e desenvolvimento dos solos, assim como a disposição dos vegetais. Neste sentido, o autor destaca as encostas de *soalheira* (vertente norte e algumas áreas da oeste), que favoreciam cultivos que exigiam bastante sol e que não

⁴³ O processo histórico de ocupação das baixadas (interioranas e litorâneas) do município do Rio de Janeiro foi caótico e acelerado, tornando tais áreas densamente ocupadas e acarretando o rápido avanço populacional em direção às encostas dos maciços litorâneos (MOURA; COSTA, 2009).

⁴⁴ Conforme Galvão (1957 *apud* Freitas et al., 2005), a extração de lenha e de carvão ocorria na parte elevada do maciço, onde não havia sítiantes, causando o desmatamento nas encostas.

⁴⁵ BERNARDES (1992) cita como principais produtos da serra a banana, a laranja, o chuchu, a batata, o mamão e as hortaliças tuberosas; nas áreas mais baixas havia roçados de aipim, milho, batata doce, berinjela, alface, entre outros.

precisavam de umidade constante elevada, como a laranja, o mamão e a mandioca; já nas encostas denominadas *noruega* (vertentes leste e sul) são praticados até hoje cultivos que requerem umidade, principalmente a banana prata e o chuchu.

BERNARDES (op. cit., p. 266) ressalta também que os lavradores não tinham noção dos efeitos erosivos decorrentes das práticas adotadas, em que predominavam a “despreocupação pela defesa do solo, contra o depauperamento e contra a erosão.”

É evidente, portanto, que o processo histórico de ocupação e uso da terra no Maciço da Pedra Branca levou à fragmentação da área florestal ali existente. O seu mosaico original foi alterado significativamente conforme as pressões antrópicas em expansão (FREITAS et al., 2005). Os autores afirmam que a paisagem vegetal atual é constituída

“de áreas de pastagem e áreas desmatadas nas porções norte e nordeste; remanescentes mais preservados de floresta nas porções central e sul, onde se destaca a mata do Camorim; cultivos diversos na porção noroeste e em direção à porção oeste, onde começam a aparecer os cultivos de banana, que predominam nas porções sudoeste.” (FREITAS et al., 2005, p. 146).

COSTA (2002) também destaca, como exemplos de locais onde a mata permaneceu preservada no alto do Maciço da Pedra Branca, o entorno da represa do Camorim, e as cabeceiras de drenagem dos rios Engenho Novo, Vargem Pequena, Sacarrão e da Divisa, na porção centro-leste do maciço.

Atualmente, ainda é possível observar a existência de pequenos sítios com

“sua produção (agricultura de subsistência ou áreas de pastagem de gado e cavalo) nas encostas do Maciço da Pedra Branca, fazendo uso intensivo das trilhas e caminhos, transitando nelas com burros e cavalos de tração.” (COSTA, 2006, p. 96)

De acordo com COSTA (2002), a densidade populacional do maciço é crescente de oeste para leste (em direção ao Maciço da Tijuca), sendo a vertente leste a maior concentradora de residências de todo o interior da UC, com aproximadamente 430 casas e com um contingente no seu entorno de 2.310 casas. Tal fato pode ser justificado, de certa forma, por esta vertente, ser a de maior extensão territorial. No entanto, a população acha-se irregularmente distribuída pelas bacias da vertente leste: as mais densamente ocupadas são as bacias dos rios Grande e Pequeno (juntas concentram 60 % de toda a ocupação da vertente, tanto no interior como na periferia da UC), pertencentes à Região Administrativa de Jacarepaguá. A autora também revela que a bacia do rio da Vargem Pequena apresenta o terceiro maior contingente populacional, aspecto que reflete o processo de expansão da cidade nessa direção.

Conforme HORTA et al. (2008), no início da década de 1990, os proprietários de terras na região de inserção do PEPB iniciaram um processo de desmembramento de seus lotes entre familiares, o que acabou resultando, gradualmente, em um processo de “favelização” da área. Essa intensa subdivisão de fazendas, estimulada pela implantação do cultivo de banana, terminou por transformar lotes rurais que não estão ainda devidamente regularizados.

Contribuiu também, pelo menos em parte, para o processo de favelização, o crescimento populacional, que levou as comunidades de baixa renda a buscar melhores condições de trabalho e renda na região, acarretando ocupações desordenadas em áreas impróprias (margens de rios, em terrenos sujeitos à inundações, em encostas e em áreas de mangue, por exemplo) e aumento de pressão em áreas do Maciço da Pedra Branca, que já acumulavam sérios problemas fundiários sem solução (HORTA et al., op.cit.).

As referidas autoras também chamam a atenção para o fato de nas encostas dos morros protegidos serem encontradas moradias de alto padrão, além de condomínios e loteamentos regulares como irregulares, o que tem gerado a descaracterização do padrão originalmente rural da região.

Nesse sentido, MOURA e COSTA (2009, p. 239) atestam que, nas décadas de 1990 e 2000, a malha urbana no entorno do PEPB foi se expandindo estabelecendo uma segregação no uso da terra: “surgimento e expansão de favelas e loteamentos irregulares, em contraste com a intensa ocupação de alto padrão que ocorreu na faixa litorânea.”

Portanto, o fato é que, mesmo com todas as restrições impostas pelas condições físicas e pela legislação municipal quanto ao uso e à ocupação da terra e ao meio ambiente, a população continuou a crescer e a avançar em direção às áreas impróprias, muitas delas protegidas por unidades de conservação. A construção de vias principais de acesso (a exemplo da Avenida Brasil e linhas de trem que ligavam a Central do Brasil a Santa Cruz) representa um fator que fortaleceu o interesse imobiliário e o avanço ocupacional na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro. Deve-se ressaltar que, até meados da década de 1980, esta Zona ainda era considerada área periurbana, com características de ambiente rural (Abreu, 1997 *apud* COSTA, 2002).

Os novos espaços ocupados foram se consolidando e se expandindo, às custas do comprometimento crescente de seus recursos naturais. Consequentemente, a Baixada de Jacarepaguá e as áreas elevadas a ela contíguas pertencentes ao Maciço da Pedra

Branca, passaram a ter comprometidos parte de seus ecossistemas e de seus recursos hídricos e solo, cada vez mais vulneráveis às ações de degradação (COSTA, 2002).

MOURA e COSTA (2009) comentam sobre as principais características quanto à ocupação que descrevem as três grandes vertentes do Maciço da Pedra Branca:

- A vertente norte é considerada a mais degradada devido ao extenso desmatamento para dar lugar à ocupação intensiva e à urbanização de seus bairros - Campo Grande, Bangu, Realengo e Tanque;
- A vertente oeste é considerada como uma área também problemática em relação ao adensamento populacional nas áreas da Baixada de Sepetiba e à proximidade de bairros como Campo Grande, Guaratiba e Barra de Guaratiba, que apresentam encostas íngremes sujeitas a risco de deslizamentos e de desmatamentos para cultivar banana;
- A vertente leste, na qual a área de estudo está inserida, é a mais preservada do Maciço da Pedra Branca. Possui importantes mananciais aproveitados para o abastecimento da cidade. No entanto, nos últimos 20 anos, principalmente, as bacias hidrográficas dessa vertente vêm sofrendo avanço de áreas construídas para garantir moradia a uma população crescente na zona oeste da cidade. A especulação imobiliária verificada em bairros limítrofes ao PEPB, como Vargem Grande, Vargem Pequena e Recreio dos Bandeirantes vem, ao longo dos últimos anos, comprometendo a integridade das encostas montanhosas florestadas.

VALLEJO et al. (2009a), por meio de interpretação de imagens de satélite, de trabalhos de campo e de entrevistas aos gestores do PEPB, apontam o crescimento urbano periférico como o maior risco potencial para preservação dos atributos naturais do Parque. Os autores destacam como exemplos de fatores que exercem fortes pressões sobre a unidade: a agricultura, a pecuária, a favelização, a mineração, as torres de alta tensão, os condomínios de luxo, entre outros. Esses fatores de pressão antrópica agravam a situação de áreas de maior fragilidade natural.

Apesar de não haver dados exatos, estima-se que no entorno do Maciço da Pedra Branca já existam cerca de 10.000 mil moradores, ocupando habitações populares de baixa renda e condomínios residenciais de médio e alto padrão em áreas de encostas e em fundos de vales. Essas ocupações ocorrem não somente no entorno imediato do Parque, que deveria constituir uma zona de amortecimento com restrições de usos, mas avançam também para dentro de seus limites, ameaçando remanescentes de florestais e

comprometendo a qualidade dos recursos ambientais, a exemplo dos mananciais, que vêm sofrendo poluição pela falta de infraestrutura de saneamento (CONCEIÇÃO et al., 2011).

Buscando diagnosticar os impactos da crescente ocupação populacional sobre os recursos hídricos do PEPB, CONCEIÇÃO et al. (2011) examinaram dados disponibilizados pelo IPP em 2005, os quais nessa época já apontavam para uma ocupação ultrapassando 5.000 habitantes no interior da UC, mesmo se tratando de uma área de proteção integral. Os autores fizeram uma análise evolutiva dos dados de uso e cobertura da terra, considerando os anos 1984, 1992 e 2001. Os resultados mostraram que o PEPB perdeu cerca de 20% da área de floresta no período de 1984 e 2001; as áreas totais cobertas por campo antrópico e por floresta alterada aumentaram, aproximadamente, 9% cada tipo de cobertura. Além disso, os autores examinaram dados censitários do IBGE para ilustrar a situação referente ao saneamento básico (abastecimento por água tratada e rede de esgoto) na área estudada. Os principais resultados obtidos foram:

- Com relação ao abastecimento de água, os setores contíguos ao PEPB apresentam maiores percentuais de domicílios abastecidos por rede geral de água, ao passo que no interior do Parque há um predomínio de setores com um grande percentual de domicílios que obtêm água por meio de poço ou nascente na propriedade. Tal fato se explica, em parte, pelas redes gerais de água e de esgoto atenderem eminentemente aos setores censitários localizados na baixada urbanizada. Os domicílios no interior do Parque possuem nascentes no interior dos terrenos e captam a água diretamente dessas minas. Além disso, devido à proximidade do lençol freático da superfície há facilidade para escavar poços; e
- Com relação ao esgotamento sanitário, predominam na área elevados valores percentuais de domicílios por setores censitários que utilizam fossa séptica, em detrimento da coleta direta por rede geral. Tal fato constitui um dos maiores problemas da área – a falta de saneamento básico que tende a ficar mais evidente em função do acelerado ritmo de novas ocupações, tanto as licenciadas como as irregulares e clandestinas. O ritmo da expansão urbana, principalmente na vertente leste, não vem sendo acompanhado pela implantação de equipamentos urbanos relacionados aos serviços de esgoto e de abastecimento de água. Mesmo que não sejam

expressivos os percentuais de domicílios por setor censitário que usam fossa rudimentar e que fazem despejo de esgoto em vala, sua ocorrência deve ser considerada no interior do PEPB, observando-se o risco de comprometimento da qualidade da água drenada em algumas de suas sub-bacias.

3.9.2 Principais ações e medidas de proteção dos remanescentes de florestas nativa e secundária no Maciço da Pedra Branca

Da mesma forma como aconteceu no Maciço da Tijuca, as primeiras iniciativas para a proteção do Maciço da Pedra Branca relacionaram-se à necessidade de preservação dos mananciais da região que abasteciam a cidade desde o século XIX e também do patrimônio natural em risco devido às diversas culturas agrícolas no Estado do Rio de Janeiro. Para viabilizar essa necessidade, o governo federal em 1908, promoveu a primeira iniciativa de proteção da área, adquirindo as áreas dos mananciais do Rio Grande e do Rio Camorim para estabelecer uma *Floresta Protetora da União* (reserva florestal) e para a ampliação do açude e dos sistemas de tratamento e distribuição de água (COSTA, 2002).

No entanto, na primeira metade do século XX, as ações de proteção da floresta realizadas até então se mostraram insuficientes diante do crescimento populacional na área e do aumento da pressão antrópica nela. Por exemplo, na década de 1930 o historiador Magalhães Correa defendeu a necessidade de proteção das florestas do Maciço da Pedra Branca como garantia da manutenção dos mananciais de abastecimento de água. A primeira medida legal por parte do Governo Federal voltada para a conservação da região foi a transformação de várias áreas⁴⁶ do maciço em *Florestas Protetoras da União* a partir de 1941, visando justamente assegurar os mananciais que abasteciam e ainda abastecem a cidade (COSTA op.cit.).

O processo de criação do PEPB teve início em abril de 1963, por meio do Decreto nº 1.634, que declarou a área do Maciço da Pedra Branca como de utilidade pública para fins de desapropriação (IEF, 2008 *apud* HORTA et al., 2008; CONCEIÇÃO et al., 2011). Ainda na década de 60, a preocupação em proteger e preservar os remanescentes florestais e tentar frear o desmatamento, possibilitou instituir uma série de medidas

⁴⁶ As áreas do maciço onde foram instituídas as *Florestas Protetoras da União* são: Camorim, Rio Grande, Caboclos, Batalha, Guaratiba, Quininha, Engenho Novo de Guaratiba, Colônia, Piraquara e Curicica - todas com captação de água para abastecimento.

legais, entre elas o Código Florestal⁴⁷ (Lei 4.771/65).

No entanto, apenas em 1974 e após longo período de estudos, o Parque Estadual da Pedra Branca foi realmente criado - por meio da Lei Estadual nº 2.377 (28 de junho de 1974) - compreendendo todas as áreas situadas acima da linha da cota de 100 metros do Maciço da Pedra Branca e seus contrafortes, cujos limites englobavam, inclusive, as diversas Florestas Protetoras da União ali existentes. A partir de 1980, o PEPB passou a ser administrado pela antiga Fundação Instituto Estadual de Florestas⁴⁸ (IEF), sob jurisdição e administração do Governo do Estado do Rio de Janeiro (HORTA et al., op.cit).

PÁDUA (1997 *apud* MOURA; COSTA, 2009) defende que, na realidade, o interesse maior no início do século XX, era criar áreas ecoturísticas - dotadas de beleza cênica e destinadas ao lazer – sem estabelecer como prioridade a preservação de amostras representativas dos diferentes ecossistemas e biomas brasileiros. Este fato, segundo MOURA e COSTA (2009), justificou o estabelecimento do critério meramente geográfico da cota altimétrica de 100m para definir os limites da UC, sem considerar as peculiaridades de ocupação existentes, como as áreas internas já desflorestadas para dar lugar à prática agrícola de culturas variadas. Antigas famílias foram indenizadas, mas permaneceram no interior da área protegida, e outras nem sequer sabiam da existência do Parque ou que residiam em área de preservação. Até hoje os remanescentes de sítiantes e vacarias insistem em aumentar o desmatamento para formar áreas de pastagens e de cultivos, transformando o que era floresta em áreas de capim, propícias a mais ocupações irregulares.

A preocupação em preservar, em (re)orientar a exploração e em valorizar a função da floresta se concretizou mediante a aprovação, em 1979, do Regulamento dos Parques Nacionais Brasileiros (Decreto 84.017, de 21 de setembro), constituindo-se nas primeiras bases legais para a institucionalização do SNUC (2000), já comentado no Capítulo 2.

⁴⁷ O Código Florestal Brasileiro, criado pela Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 substituiu o Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934, que estabeleceu o antigo Código Florestal. Tal norma estabeleceu, dentre outros temas, a regulamentação do uso e exploração do solo e da preservação das florestas e demais formas de vegetação, inclusive em áreas ambientalmente frágeis. Em 25 de maio de 2012 é promulgado um novo Código Florestal, que reforma o anterior.

⁴⁸ O Instituto Estadual de Florestas (IEF), juntamente com a Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente (Feema) e a Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (Serla) foram fundidos em um novo instituto criado pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro e instalado em 12 de janeiro de 2009, chamado Instituto Estadual do Ambiente (INEA). Este instituto unifica e amplia a ação dos três órgãos ambientais antigos e nasce com a missão de proteger, conservar e recuperar o meio ambiente para promover o desenvolvimento sustentável. (<http://www.inea.rj.gov.br/inea/sobre.asp>)

Após a criação do Parque, outros instrumentos legais foram elaborados para reforçar a importância da proteção do maciço e de suas áreas adjacentes, muitas delas superpostas ao próprio Parque Estadual, como é o caso da Área de Proteção Ambiental (APA) da Pedra Branca, criada pela Lei Municipal nº 1.206, de 28 de março de 1988. Esta APA compreende todas as áreas situadas acima cota de 300 m do Maciço da Pedra Branca e seus contrafortes. As autoridades municipais resolveram transformar a área do Parque em APA, para assim minimizar ou buscar evitar a erosão, a poluição, as invasões, a devastação florestal da mata e o crescente processo de favelização da área que circunda o maciço (COSTA, 2002).

Uma ação seguinte foi o reconhecimento, pela Constituição do Estado do Rio de Janeiro em 1989, das coberturas florestais nativas e da zona costeira, como *Áreas de Relevante Interesse Ecológico* (ARIE), incluindo parte do Maciço da Pedra Branca. Em 1990, a Lei Municipal nº 1.540, de 15 de janeiro, transformou as áreas de matas nativas do Pau da Fome e Camorim em Reservas Biológicas do Município do Rio de Janeiro, com limites imprecisos, mas incluídos na APA (COSTA, 2002; HORTA et al., 2009). Posteriormente, o Decreto Municipal nº 12.330, datado de em 8 de outubro de 1993, criou a *Área de Especial Interesse Ambiental do Maciço da Pedra Branca*⁴⁹. Apesar da sobreposição de instrumentos legais que protegem o Maciço da Pedra Branca, a área mais restritiva, o Parque Estadual da Pedra Branca, tem sido oficialmente gerida pelo INEA; as demais categorias de áreas protegidas requerem manejos não tão rígidos (HORTA et al., op.cit.).

Os limites do PEPB se sobrepõem, em parte, a mais duas UC municipais: o Parque Natural Municipal de Grumari, criado pela Lei Municipal 944, de 30 de Dezembro de 1986, e o Parque Natural Municipal da Prainha, criado pela Lei Municipal nº 1534, de 11 de janeiro de 1990.

Em 2001, foi assinado convênio entre o governo estadual e a Sociedade Fluminense de Energia (Eletrobolt) para o projeto de consolidação do Parque, com recursos de medidas compensatórias⁵⁰ da ordem de R\$ 4,1 milhões. O projeto foi empreendido por meio do extinto Instituto Estadual de Florestas (IEF/RJ), com a

⁴⁹ A Área Especial Interesse Ambiental do Maciço da Pedra Branca abrange as áreas frágeis de encostas as áreas interesse agrícola, as de floresta, restinga, mangue e demais formas de cobertura vegetal nativa; as de praia e costões rochosos; as áreas de captação de água, os lagos, as lagoas e demais corpos de água naturais e artificiais integrados ao ecossistema natural, situado no Maciço da Pedra Branca (COSTA, 2002).

⁵⁰ As medidas compensatórias estão previstas pela Lei 9.985/2000 (BRASIL, 2000), que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC).

contratação da WWF-Brasil e Fundação Roberto Marinho. Os recursos foram destinados às obras de revitalização, recuperação e conservação de áreas degradadas. Na época, foram construídos o centro de visitantes, sede e sub-sedes administrativas, os núcleos de prevenção de incêndios florestais e de educação ambiental e de pesquisa, o bromeliário, o minhocário, o anfiteatro ao ar livre, as áreas de lazer com sinalização direcional e uma trilha interpretada, entre outras melhorias.

A criação do Conselho Consultivo do PEPB é recente (Portaria IEF/RJ/PR/ nº 16, julho de 2005). Em 2007, o antigo Instituto Estadual de Florestas (atualmente INEA) iniciou o processo de reestruturação do Conselho existente, por intermédio do *Programa de Fortalecimento de Conselhos de Unidade de Conservação* (CONCEIÇÃO, et al. 2011). Em 2010, o INEA lançou mais um edital para a seleção da equipe de elaboração do Plano de Manejo do PEPB, iniciado em março de 2011, concluído em 2012 e atualmente em fase de avaliação pelo INEA.

O esforço de buscar implantar o plano de manejo é fundamental para obtenção de recursos oriundos do Fundo de Compensação Ambiental⁵¹ e, assim, melhorar a infraestrutura e as condições para gerir o PEPB, mudando uma realidade descrita por VALLEJO et al. (2009a)⁵².

No período de 2007 a 2011 foram realizados crescentes investimentos no PEPB, principalmente por meio dos aumentos sucessivos dos recursos provenientes do Fundo de Compensação Ambiental e do Projeto de Proteção da Mata Atlântica⁵³ (PPMA/RJ), os quais vêm apoiando a gestão do Parque em diversas iniciativas (INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS, 2012).

Em termos de recursos humanos e materiais, o levantamento recente do INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS (2012) revela que até 2012, o PEPB contava com 76 funcionários, sendo 40 efetivos do estado e 36 terceirizados. Dentre os funcionários, 3 eram guardas florestais e 22 eram guardas-parque (cedidos pelo Corpo de Bombeiros) para fiscalizar 170 km². Além disso, a UC não dispunha de rádio frequência e contava apenas com um veículo (um Fiat Palio, ano 2010). No entanto, a consulta verbal feita em 07 de abril de 2013 à Vanessa Teixeira, subchefe do PEPB,

⁵¹ Os recursos do Fundo são gerenciados pela Câmara de Compensação Ambiental, presidida pela Secretaria de Estado do Ambiente em parceria com a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (Firjan), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e outras entidades (www.rj.gov.br).

⁵² Este estudo fez o levantamento e a avaliação das condições de infraestrutura do PEPB e concluiu que a conjuntura existente na época não permitia manter as condições ideais e indispensáveis de territorialidade da UC.

⁵³ O Projeto de Proteção da Mata Atlântica (PPMA/RJ) é mantido com recursos do banco alemão KFW.

relata que desde o final de 2012, em geral, os recursos disponíveis para gestão do Parque melhoraram: a chefia da UC conta com cartão corporativo para atender às demandas; a Câmara de Compensação Ambiental do Estado do Rio de Janeiro⁵⁴ tem custeado as reformas necessárias e adquirido novos equipamentos. Além disso, nesse período o PEPB recebeu mais 25 de guardas-parque, totalizando 40 funcionários nessa categoria, que atuam na fiscalização, no manejo e no combate a incêndios florestais. No entanto, segundo a gestora do Parque, ainda são necessários mais técnicos de nível superior para atuarem na gestão da UC, de modo a corroborar para o alcance das metas propostas no plano de manejo e dos anseios dos atores sociais que interagem com a UC.

3.9.3 Os conflitos territoriais mais evidentes a partir da criação do PEPB

Quando o PEPB foi criado, a área onde está localizado não estava desocupada. Pelo contrário, o interior do Parque possui ocupações antigas, que datam dos séculos XVII, XVIII e XIX (VALLEJO et al., 2009a). Desde então, o processo de ocupação na baixada adjacente ao Maciço da Pedra Branca e no entorno imediato do PEPB vem sendo considerado heterogêneo e carregado de conflitos territoriais⁵⁵.

O PEPB, sendo vizinho de extensas áreas urbanas em acelerado processo de crescimento, tem nas pressões imobiliárias um dos aspectos mais importantes que conflitam com os propósitos de preservação ambiental (VALLEJO et al., 2009a). Segundo os autores, tais pressões, em muitos casos, referem-se a ocupações indevidas, tanto antigas como atuais no interior e no entorno do Parque. Além disso, revelam que as sucessivas administrações têm convivido com os conflitos associados com o tráfico de drogas e ações de grupos de milicianos, apesar dos investimentos crescentes quanto aos recursos materiais e humanos para melhor fiscalizar e gerir o PEPB.

VALLEJO (op. cit.), com base em informações cedidas pelo administrador⁵⁶ do PEPB em 2002, apresentou um resumo sobre a questão fundiária e os problemas resultantes da ocupação antrópica:

□ 40% das ocupações são pertinentes aos proprietários de terras e/ou lotes rurais mais antigos, cujos ocupantes são descendentes e/ou herdeiros de terras. Esses

⁵⁴ A Câmara de Compensação Ambiental do Estado do Rio de Janeiro (CCA/RJ) é um órgão colegiado vinculado à SEA, cuja principal atribuição é definir a aplicação dos recursos oriundos da compensação ambiental devida por empreendimentos de significativo impacto ambiental (www.rj.gov.br).

⁵⁵ O Maciço da Pedra Branca serviu de palco a conflitos antigos decorrentes ocupações legais, invasões e usos conflitantes com os objetivos de conservação ambiental VALLEJO et al. (2009a).

⁵⁶ Em 2002 o administrador do PEPB era o Sr. Marcelo Soares.

ocupantes fazem parte da chamada população tradicional, de origem açoriana e portuguesa, que lá está lá há mais de duas ou três gerações;

□ cerca de 30% representam posseiros que fixaram moradias de uso residencial-rural, em busca de atividades econômicas antes de 1974 (ano de criação do PEPB);

□ aproximadamente 20% dos ocupantes representam arrendatários, que utilizam propriedades e/ou estabeleceram moradias em posses, ainda com algum tipo de atividade econômica em sistema de arrendamento.

□ em torno de 10% dos ocupantes são invasores, que chegaram depois da criação do Parque (1974). As ocupações, de baixo a alto padrão construtivo, estão distribuídas nas encostas, onde se observa especulações de terras e o aumento do número de ocupações. Entre estas, estão as residências de veraneio, que se instalam em regiões valorizadas do ponto de vista urbano. Segundo VALLEJO et al. (2009a), o crescimento do mercado imobiliário nas encostas do Maciço da Pedra Branca foi uma consequência do processo de valorização de terras em parte da Baixada de Jacarepaguá.

Os referidos autores chamam a atenção para os principais problemas ambientais decorrentes do avanço ocupacional sobre as encostas do Maciço da Pedra Branca:

- Supressão da vegetação nativa e substituição por espécies exóticas e invasoras;
- Contaminação das represas que abastecem diversos bairros do entorno, em decorrência do despejo concentrado dos esgotos das moradias, da degradação do solo por culturas e da redução da cobertura vegetal ciliar ao longo das bacias hidrográficas;
- Captações clandestinas de água para abastecimento;
- Uso de insumos agroquímicos sintéticos e manejo inadequado do solo por atividades agropecuárias;
- Caça de animais silvestres, extrativismo de produtos e subprodutos florestais por parte de moradores. Em locais como o Pau da Fome, o Sacarrão, o Camorim e o Rio da Prata já houve a constatação de um número significativo de animais silvestres sob a guarda doméstica. O contato desses com animais domésticos e/ou de estimação criados nas residências, como cachorros, suínos, patos, galinhas, cavalos, burros e outros, aumenta o risco de zoonoses. Pesquisas realizadas com a avifauna

silvestre do maciço apontaram o aparecimento de parasitas, como carrapatos oriundos cavalos e gado em quase toda a sua extensão;

- Tendência de aumento do número de queimadas (por vezes não controladas) decorrentes de práticas de renovação de pastagens, expansão de culturas, despejo de lixo urbano, práticas religiosas, entre outras;
- Impactos ambientais associados ao turismo desordenado, ou seja, à falta de orientação e de conscientização do turista ao frequentar uma área protegida.

Os dados obtidos no estudo de VALLEJO et al. (2009a) mostram as ocorrências (calculadas em percentuais) registradas pela administração do PEPB (Figura 17). Segundo os cálculos feitos pelos os autores, o fogo (30%) e as construções irregulares (30%) foram as ocorrências mais frequentes. Em seguida, com 16% de frequência vêm os problemas associados ao despejo de esgotos e de lixo domésticos. O corte da cobertura vegetal aparece em terceiro lugar, representando 9% das ocorrências. A mineração e atividades correlatas (7%) também tiveram um papel de destaque. No entanto, apenas a análise dos percentuais não permitiu aos autores dimensionarem a magnitude geográfica do problema. Os autores apontaram, como exemplo, a baixa frequência de ocorrências da agricultura e da pecuária, que aparecem com apenas 2% dos registros, mas estavam associadas a grandes extensões do território do Parque. O número de registros referentes às torres de energia dentro do Parque, embora seja pequeno, representa um grande impacto territorial para a conservação florestal.

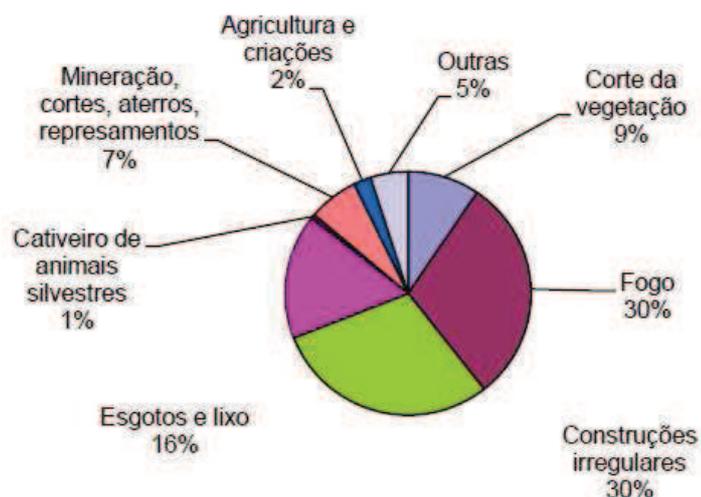


Figura 17 – Frequência de ocorrências no Parque Estadual da Pedra Branca registradas pela Administração da UC.

Fonte: Extraída de VALLEJO et al. (2009a, p.9)

Segundo VALLEJO et al. (2009a), a grande maioria dos registros (54%) aconteceu na Taquara, seguido por Vargem Grande (14%), Rio da Prata (10%), Camorim (6%), Vargem Pequena (4%), Curicica (3%) e Campo Grande (3%). De acordo com os autores, a maioria dos registros realizados na Taquara se deu em função de problemas com construções irregulares dentro dos limites do Parque, despejo de esgotos sem tratamento, uso do fogo, entre outros. A maior parte dos registros foi efetuada em áreas próximas⁵⁷ à sede do PEPB, onde estão localizados os núcleos administrativos e, por isso, a fiscalização tende a ser mais intensa nas suas imediações.

3.9.4 Os desafios para uma gestão sustentável e participativa

Os sucessivos instrumentos legais criados em torno do Maciço da Pedra Branca reforçam a importância que tem sido atribuída a esta área ao longo das últimas décadas. Além disso, eles contribuíram, de alguma forma, para conter um avanço ainda maior da ocupação e do desmatamento na região (COSTA, 2002).

Contudo, desde a sua criação, em 1974, o Parque não teve sua situação fundiária regularizada, sendo comuns os conflitos decorrentes dos múltiplos usos, conforme já mostrado. HORTA et al. (2008, p. 104) afirmam que “os principais problemas e conflitos a serem equacionados na gestão [do PEPB] parecem se concentrar nas ‘relações’ que a administração do Parque mantém com as populações que residem em seu interior e entorno (...)”. Segundo uma retrospectiva desde a criação da UC, o processo de gestão é de “distanciamento” entre a trajetória das populações locais e a administração do PEPB. Conseqüentemente, há recorrência de antigos problemas derivados de proibições e restrições de uso na UC. Por isso, ainda ocorrem frequentemente queimadas para renovação de terras em pastagens, desmatamentos para a expansão de culturas, ocupações irregulares, extração de produtos e subprodutos florestais, caça predatória e pressão de empreendimentos imobiliários (HORTA et al., op.cit).

Os núcleos residenciais localizados no interior do Parque representam um importante problema a ser equacionado na gestão da UC, já que esse contexto tende a se agravar, pois os lotes continuam sem regularização e não há critérios claros para a permanência⁵⁸ dessas ocupações no interior do Parque (HORTA et al., 2008).

⁵⁷ Na ocasião do levantamento dos dados, em 2002, a escassez de pessoal e de viaturas contribuiu para dificultar a verificação de ocorrências em localidades mais distantes da sede e sub-sedes do Parque.

⁵⁸ A própria existência de moradia dentro da UC revela que em sua origem já existe um conflito com o próprio objetivo da categoria de manejo “parque”, que demanda proteção integral. Tal situação tende a dificultar a manutenção de ações regulares de fiscalização e representa fonte de conflito e tensão social na área (HORTA et al., 2008).

Quase quarenta anos depois, após a tentativa de elaborar um plano de manejo para o PEPB, que foi rejeitado por questões técnicas, um novo edital foi aberto em 2010. O documento concluído e entregue ao INEA em 2012 representa o primeiro Plano de Manejo oficial do PEPB que, seguindo objetivos de criação desta UC, poderá subsidiar sua gestão. É importante enfatizar que a elaboração de um Plano de Manejo sempre envolve grande complexidade de estudos. No caso do PEPB, essa complexidade cresce pelo fato de se tratar de uma área protegida inserida em uma densa malha urbana, cercada de ocupações irregulares, tanto de alto como de baixo construtivo, além da dificuldade imposta pela sobreposição de diferentes categorias de UC no mesmo território, conforme anteriormente citado. Contudo, o Plano de Manejo constitui, evidentemente, um instrumento essencial de gestão da área protegida, principalmente quando se considera o seu potencial turístico e as pressões crescentes sobre a mesma.

O Conselho Consultivo tem uma participação fundamental para a garantir a continuidade de planos e projetos que possam fortalecer a proteção dos recursos naturais do Parque e propiciar o desenvolvimento sustentável das comunidades em seu entorno (COSTA, 2006; INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS, 2012).

Por ser uma UC de Proteção Integral, além de se destinar à preservação de importantes ecossistemas naturais, possibilita a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico. HORTA et al., (2008) afirmam que o PEPB conta com o apoio de diferentes instituições para o desenvolvimento de diversos projetos, de importância significativa para a gestão e para a consolidação do Parque a médio e longo prazos:

a) “Projeto Floresta da Pedra Branca”, iniciado em 1988, por meio de convênio estabelecido entre a Secretaria Estadual Extraordinária de Programas Especiais e a Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Projetos Especiais, e tem por objetivos principais: a implantação do Parque da Pedra Branca e a valorização da floresta como a maior floresta urbana do mundo;

b) “Projeto de Revitalização do Parque Estadual da Pedra Branca”, iniciado em 2001, é resultado de um convênio, já citado, entre a Secretaria Estadual de Meio Ambiente, a Sociedade Fluminense de Energia (Eletrobolt), a Fundação Roberto Marinho e o WWF-Brasil. Além das ações de revitalização e de recuperação anteriormente mencionadas, o projeto se propõe a incluir o PEPB no roteiro de ecoturismo do Estado, além de fomentar atividades de educação ambiental e ações que

viabilizem a sustentabilidade do Parque (FUNDAR, 2008 *apud* HORTA et al., 2008).

Há uma grande quantidade de pesquisas científicas de elevada qualidade já desenvolvidas e em desenvolvimento no PEPB e em seu entorno imediato por instituições como: a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), a Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Os resultados desses estudos e diagnósticos representam importantes subsídios para programas de educação ambiental e de planejamento das atividades possíveis de implementação, ampliação e sistematização na região de entorno, como o turismo⁵⁹, por exemplo, o que é recomendado pelos estudos de COSTA (2002), COSTA (2006), MOURA e COSTA (2009). Esses estudos apontam um alto potencial para diversas atividades ecoturísticas no interior do PEPB e no seu entorno, considerando-se que, além da área abrigar o ponto mais alto da cidade do Rio de Janeiro (Pico da Pedra Branca), grande parte das encostas do maciço, voltadas para as baixadas de Jacarepaguá e Sepetiba, ainda apresenta remanescentes significativos de floresta, em diferentes estágios sucessionais, que devem ser mantidos por meio de ações de preservação e conservação.

No Parque e nas áreas vizinhas existem ainda hoje importantes exemplares do patrimônio arquitetônico que relembram a história da região e que podem funcionar como atrativos turísticos, como: as represas do Camorim e do Pau da Fome; construções e ruínas de grande interesse histórico (antigo aqueduto e sedes de fazendas coloniais); a Capela de São Gonçalo do Amarante, construída por Gonçalo Correia de Sá em 1625 e localizada no Camorim; a Igreja de Nossa Senhora de Montserrat, edificada pelos Monges Beneditinos em 1776, localizada em Vargem Grande; a Igreja Nossa Senhora da Conceição e São Boa ventura, construída por volta de 1730 pelo dono do engenho do Rio Grande, área hoje conhecida como Largo da Capela; o Museu Nise da Silveira, na Colônia Juliano Moreira, com obras do artista Artur do Bispo do Rosário, reconhecido nacional e internacionalmente, localizado próximo ao Parque (INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS, 2012).

Na mesma abordagem das autoras supracitadas, o INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS (2012) afirma que a área do PEPB vem sendo cada vez mais utilizada

⁵⁹ É importante destacar que, atualmente, o PEPB já conta com três centros para visitação, passeios apresentações guiadas ao local, realizadas com guias florestais que acompanham grupos interessados em caminhadas pela região diariamente. Além disso, o parque ainda oferece cursos sobre temas ligados à conservação ambiental (INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS, 2012).

para lazer, turismo ecológico e a prática de esportes de aventura. O potencial turístico do PEPB deve-se à própria localização geográfica do Parque que, somada às suas características geomorfológicas representadas pelas diversas serras⁶⁰, proporcionam aos visitantes paisagens únicas a partir de variados pontos de observação, tais como: mirante da Pedra da Ponte, Pedra Rosilha, Grumari, Pico da Piraquara, Monte Alegre, Pedra do Quilombo. Outro aspecto que desperta forte interesse turístico é o Pico da Pedra Branca, por ser o ponto culminante da cidade (INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS, 2012). Portanto, o Turismo Recreativo merece ser cada vez mais incentivado, de modo a aproximar o carioca do Parque para valorizá-lo cada vez mais. Um bom indicador disso é o número expressivo de visitantes que, atualmente, vai ao PEPB buscando realizar caminhadas em trilhas, contemplação da natureza, prática de exercícios físicos, montanhismo e banhos de rio/cachoeira. A implantação completa da Trilha Transcarioca⁶¹ está prevista para a Copa do Mundo de 2014. Esta trilha é um projeto da Secretaria do Estado do Ambiente, que deverá atingir 180 km de extensão, com o seu trajeto iniciando em Barra de Guaratiba, na Zona Oeste da cidade, e terminando no Morro da Urca, na Zona Sul, passando pelos parques Estadual da Pedra Branca e Nacional da Tijuca, além de cinco unidades de conservação municipais. Esta trilha contribuirá para a disseminação do ecoturismo na cidade do Rio de Janeiro e dará mais visibilidade às áreas protegidas perante o morador da cidade, como também em relação ao turista de outros estados brasileiros e países.

Atentos ao crescente interesse em práticas ecoturísticas, de lazer e de recreação por parte da população vizinha, de bairros mais distantes e até de outras cidades, os gestores do PEPB, nos últimos anos, vêm investindo no mapeamento e no monitoramento das trilhas já existentes, bem como na discussão de propostas de mecanismos que facilitem a implementação de atividades de uso público voltadas para o lazer e o ecoturismo, conforme já assinalava COSTA (2006).

O PEPB também desempenha importante papel quanto à Educação Ambiental, atendendo escolas com acompanhamento nas trilhas e realizando palestras educativas ministradas pelos funcionários do Parque. O INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS (op.cit.) estima que no ano de 2010 o Parque tenha recebido,

⁶⁰ Exemplos de serras: Serra Geral de Guaratiba, do Cabuçu, do Lameirão, do Rio da Prata, da Pedra Branca, do Viegas, do Bangu, do Rio Pequeno, do Barata, do Engenho Velho, do Valqueire, da Taquara, do Alto Peri, do Sacarrão, do Caçambe, do Nogueira, da Escada D' Água, do Quilombo, de Santa Bárbara.

⁶¹ Informações disponíveis em <<http://www.rj.gov.br/web/sea/exibeconteudo?article-id=1545993>>

aproximadamente, de 1.100 pessoas, entre alunos e professores de instituições de ensino públicas e particulares.

Por fim, vale ressaltar que a participação cidadã (proposta pelo antigo IEF em 2007 para produzir uma efetiva mudança) é essencial para a gestão sustentável de uma UC inserida em uma cidade como o Rio de Janeiro. A gestão participativa está sendo construída aos poucos: primeiramente, pela inclusão no Conselho Consultivo de representantes de grupos humanos que se encontram no interior e no entorno do PEPB, aspecto considerado fundamental no processo de discussão sobre os desafios futuros para a gestão e para a tomada de decisões relativas à UC. No entanto, na visão de HORTA et al. (2008, p. 104), o modelo de gestão vigente ainda “é percebido pelas populações locais como uma reprodução da cultura de fiscalização e não como possibilidade de acordos/parcerias.” Por outro lado, as autoras defendem a ideia de que a continuidade do Programa de Fortalecimento de Conselhos de Unidade de Conservação poderá facilitar a aproximação entre os diferentes atores sociais envolvidos e a administração do Parque na solução dos problemas comuns e dos diversos conflitos territoriais. Ressaltam que todo processo “de mudança de mentalidade tende a ser lento e requer a construção de laços de confiança e a compreensão do Parque, não mais como restrição de uso, mas como patrimônio de valor coletivo.” (HORTA et al. (2008, p. 104).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Em linhas gerais, a metodologia utilizada buscou reunir procedimentos teóricos e práticos que levassem a um maior entendimento sobre o arranjo espacial dos diferentes graus de riscos de ocorrência de movimentos de massa na área de estudo. Com isso, foi possível fazer a identificação de zonas de maior risco de ocorrência desses processos físicos, as quais, segundo determinações do IBAMA e do INEA, devem ser incluídas nos limites propostos de uma zona de amortecimento de UC. As combinações entre os mapas temáticos digitais (planos de informação) gerados possibilitaram também estabelecer zonas prioritárias quanto à necessidade de preservação e de recomposição vegetal, ou zonas para indicação de uso restrito no entorno imediato do PEPB.

A avaliação ambiental de riscos de movimentos de massa baseou-se na identificação de condicionantes físicos, de saneamento ambiental e de uso do solo e de cobertura vegetal, que estão relacionados ao desencadeamento de movimentos de massa ou que contribuem para o aumento da frequência de sua ocorrência. A avaliação desses riscos está diretamente relacionada às condições de vida da população que mora, trabalha ou circula na área estudada e que pode sofrer e responder às consequências das ocorrências dos processos físicos supracitados de modo diferenciado.

O procedimento metodológico adotado contou com o suporte do geoprocessamento para realizar o diagnóstico dos condicionantes físicos, de uso do solo e cobertura vegetal e de saneamento ambiental da área de estudo, a partir de bancos dados geoespaciais e convencionais gerados e disponibilizados pelos órgãos e instituições responsáveis. Além disso, por meio do geoprocessamento também foram executadas as análises multicritério quanto ao risco de ocorrência de movimentos de massa. Utilizou-se para isso o sistema de informação geográfica ARCGIS (ESRI, EUA), versão 10, no qual os condicionantes foram representados cartograficamente por meio de mapas temáticos digitais (planos de informação). Deste modo, os dados e informações acerca dos condicionantes foram obtidos em diferentes formatos: espacial, textual, tabular e de diagramas.

Os referidos condicionantes foram obtidos de órgãos públicos ou gerados no Laboratório de Geoprocessamento (LAGEPRO, vinculado ao Departamento de Geografia Física do Instituto de Geografia da UERJ) em formatos vetorial (mais especificamente na extensão *shape*, própria do ARCGIS) ou matricial (*raster*). Os dados e informações, além de estarem organizados nesses dois formatos de estrutura de

armazenamento de feições espaciais, também estavam relacionados a atributos quantitativos a partir dos quais foi possível elaborar novos gráficos.

Após realizar consulta e levantamento junto a acervos de órgãos da esfera municipal e ao INEA, foram obtidos dados e informações em diferentes formatos digitais, porém nem todos estavam espacializados, ou seja, alguns dados não estavam na forma de mapas temáticos digitais (arquivos *shape*), mas sim, apenas organizados na forma de tabelas, o que demandou realizar atividades voltadas à representação cartográfica desses dados.

Em linhas gerais, os procedimentos envolveram etapas desenvolvidas em gabinete, em laboratório – estas realizadas no LAGEPRO - e em campo, as quais são detalhadas a seguir:

4.1 Etapa desenvolvida em Gabinete

4.1.1 Levantamentos bibliográficos

As etapas de gabinete referiram-se a levantamentos bibliográficos (formatos impresso e digital), leitura e elaboração de resumos que viabilizaram a redação do arcabouço teórico conceitual direcionado às principais questões abordadas no Capítulo 2 da tese:

a) os pressupostos acerca da criação de unidades de conservação no mundo e no Brasil como estratégia para frear o processo de fragmentação florestal e o efeito de borda, por meio da definição da zona de amortecimento, preservando a biodiversidade e os ecossistemas, mantendo o equilíbrio ambiental, minimizando processos erosivos acelerados e a degradação do meio ambiente;

b) a construção social do risco ambiental e os condicionantes relacionados ao risco de ocorrência de movimentos de massa;

c) o desafio de criação e de gestão de unidades de conservação em áreas urbanas, em virtude das fortes, diversas e frequentes pressões antrópicas, destacando a relevância do Plano Diretor da Cidade do Rio de Janeiro, enquanto instrumento legal norteador das normas de uso e de ocupação do espaço urbano;

d) os principais instrumentos jurídicos aplicados à criação e à gestão de unidades de conservação de proteção integral, com ênfase na Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) no Brasil;

e) a aplicação do Geoprocessamento na avaliação ambiental de risco e da vulnerabilidade em nível local de análise, mais particularmente, para o planejamento gestão de unidades de conservação em áreas urbanas.

4.2 Etapas desenvolvidas no Laboratório de Geoprocessamento

O LAGEPRO (IGEOG/UERJ) forneceu todo o suporte técnico, físico e lógico para realização das seguintes atividades:

4.2.1 Levantamentos na Internet

Foi feito o uso da internet para realização de :

- pesquisas direcionadas em páginas eletrônicas que tratam sobre a questão de risco ambiental;

- *download* de arquivos de texto digitais em formato pdf disponibilizados por bibliotecas virtuais, revistas ou anais de congressos em meio eletrônico, acerca dos temas discriminados na etapa de gabinete;

- *download de* dados digitais disponibilizados em portais eletrônicos de diferentes esferas governamentais, tais como: o Sistema Alerta Rio, da Fundação Georio; o Armazém de Dados, do Instituto Pereira Passos; as secretarias de Habitação, de Urbanismo e de Meio Ambiente da Prefeitura do Rio de Janeiro; o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A natureza desses dados e informações, bem como os procedimentos realizados a partir deles estão descritos do subitem 4.2.2.1 até o 4.2.2.6 deste capítulo.

4.2.2 Edição de mapas temáticos digitais para execução de análises multicritério por Geoprocessamento

Essa atividade envolveu a utilização de sistemas computacionais, como procedimentos que se basearam: na manipulação de bancos de dados espaciais e convencionais e de planilhas eletrônicas, na elaboração de gráficos e no uso de aplicativos de sistemas de informação geográfica, mais particularmente do ARCGIS (versões 9.1 e 10) e do SAGA/UFRJ (versão 2007).

As análises multicritério realizadas por meio do SAGA/UFRJ possibilitaram a elaboração dos mapas de riscos de ocorrência de movimentos de massa e de zoneamento de áreas prioritárias para preservação e para recomposição vegetal e, para isso, foi necessário estabelecer os condicionantes ambientais e gerar os mapas temáticos digitais.

Os condicionantes físicos, de uso do solo e cobertura vegetal e de saneamento ambiental que foram mapeados e considerados nas análises multicritério de risco supramencionada estão elencados a seguir:

a) Quanto ao relevo (materiais e procedimentos discriminados no subitem 2.1 deste capítulo):

- Hipsometria;
- Declividade;
- Formas de encosta;
- Orientação de encostas;

b) Quanto à pluviosidade (a partir de dados do Sistema Alerta Rio):

- Erosividade⁶²

c) Quanto às características geológicas e pedológicas:

- litologia do substrato rochoso e lineamentos estruturais do relevo (Fonte: DRM);

- tipos de solos predominantes (Fonte: EMBRAPA)

d) Quanto ao uso do solo predominante e formações vegetais

- formas de uso do solo (Fontes: IPP, SMH e Imagem Ikonos II);
- principais tipos de cobertura vegetal (natural e antropogênica)

(Fontes: SMAC e Imagem Ikonos II);

e) Quanto às condições de saneamento ambiental dos domicílios

A partir do processamento de dados desagregados (em nível de setor censitário), extraídos do Censo Demográfico 2010 realizado pelo IBGE, para

⁶² Erosividade é “um índice numérico que expressa a capacidade da chuva de causar erosão em uma área sem proteção” (SILVA et al., 2003, p. 67). Segundo COSTA (2006), a erosividade varia conforme a energia cinética das águas pluviais. Representa um parâmetro da Equação Universal de Perdas de Solo (USLE) que é traduzido por um índice numérico que expressa a capacidade das águas da chuva, por meio da sua energia cinética, de causar erosão em uma área sem proteção. Trata-se, portanto, de um parâmetro imprescindível para os estudos de erosão hídrica, uma vez que oferece subsídios para práticas de uso e manejo do solo.

cada *setor censitário*⁶³ inserido na área de estudo, foram obtidos os seguintes percentuais de:

- domicílios ligados à rede geral de água;
- domicílios ligados à rede geral de esgoto;
- domicílios com acesso a coletas direta e indireta de lixo;
- domicílios localizados em áreas de *aglomerados subnormais*⁶⁴.

Esses dados ilustram parâmetros capazes de revelar o arranjo espacial dos domicílios considerados mais vulneráveis em relação ao saneamento ambiental, o que pode acarretar o agravamento⁶⁵ do risco de ocorrência de movimentos de massa.

f) Quanto ao avanço da pressão antrópica na área de estudo:

- distribuição espacial das licenças para construção e ampliação de áreas construídas concedidas pela Secretaria Municipal de Urbanismo (SMU) no período de 2004 a 2011; e
- distribuição espacial das licenças ambientais concedidas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC) no período⁶⁶ de 2007 a 2011.

Os procedimentos adotados para levantamento, mapeamento e identificação dos padrões espaciais formados pelas licenças concedidas pela SMU e pela SMAC estão descritos, respectivamente, nos subitens 4.2.2.4.2 e 4.2.2.4.3.

⁶³ O setor censitário representa a menor unidade espacial para coleta de dados relativos ao Censo Demográfico, realizado sistematicamente a cada dez anos. Cada setor censitário é composto por uma média de 350 a 450 domicílios e, por isso, os setores podem variar de tamanho, sendo amplos no meio rural, em virtude da ocupação horizontal mais esparsa do espaço ou bem compactos, quando presentes em áreas urbanas e densamente ocupadas. Neste caso, onde a ocupação é predominantemente verticalizada, um condomínio de edifícios pode constituir um setor (IBGE, 2011)

⁶⁴ Segundo o IBGE (2011, p. 10 e 11), *aglomerado subnormal* é considerado como “um conjunto constituído por unidades habitacionais (barracos, casas ...), ocupado ou tendo ocupado, até período recente, terrenos de propriedade alheia (pública ou particular) dispostos, em geral, de forma desordenada e densa, e carentes, em sua maioria, de serviços públicos essenciais. O que caracteriza um aglomerado subnormal é a ocupação desordenada e que quando da sua implantação não houvesse posse da terra ou título de propriedade”.

⁶⁵ O agravamento do risco, em função de condições precárias de saneamento ambiental, poderia se dar pelos seguintes aspectos, entre outros: baixo construtivo em encostas declivosas, lançamento de esgoto e de lixo de modo impróprio em áreas de encosta.

⁶⁶ A SMAC possuía os dados sistematizados das coordenadas espaciais das licenças ambientais somente a partir de 2007.

O Geoprocessamento foi utilizado para preparar os mapas temáticos digitais dos condicionantes físicos, de uso do solo e cobertura vegetal e de saneamento ambiental para realização das avaliações ambientais de riscos de ocorrência de movimentos de massa, por meio de diversas análises multicritério. Os procedimentos para o levantamento dos dados e informações acerca dos condicionantes ambientais selecionados, para o seu mapeamento (mapas dos diversos fatores) e para as análises multicritério estão descritos detalhadamente a seguir:

4.2.2.1 Obtenção de bases cartográficas temáticas digitais junto a diferentes órgãos das esferas municipal, estadual e federal.

Alguns mapas temáticos utilizados na avaliação ambiental de risco são oriundos de diferentes órgãos públicos e estão elencados a seguir, especificando-se a respectiva caracterização e aplicação:

a) base cartográfica planialtimétrica do IPP (1999) na escala original 1:10.000, datum horizontal SAD-69 UTM 23S, contendo as seguintes camadas (*layers*): curvas de nível (equidistância de 5 metros), pontos altimétricos cotados, drenagem (rios, canais e lagoas), logradouros, limites dos bairros, de Áreas de Planejamento (AP), de Regiões Administrativas (RA) e o limite municipal;

b) mapas temáticos digitais elaboradas pelo Grupo de Estudos Ambientais (GEA), vinculado ao Departamento de Geografia Física do Instituto de Geografia (IGEOG) da UERJ. Alguns arquivos em formato *shape* foram obtidos junto ao banco de bases cartográficas digitais estruturado pelo GEA. Os arquivos *shapes*, na escala original de 1:10.000, são resultantes de trabalhos finais de curso, de dissertações de Mestrado e de teses de Doutorado e referem-se aos seguintes temas:

- cicatrizes de movimentos de massa desencadeadas após evento extremo de chuva registrado em fevereiro de 1996;
- lineamentos estruturais;
- linhas de transmissão de Furnas e da Light;
- nascentes dos rios que drenam a vertente leste do Maciço da Pedra Branca;
- limite do Parque Estadual da Pedra Branca, cujo início é estabelecido pela curva de nível de 100 metros.

c) mapas geológico e pedológico fornecidos, respectivamente, pela DRM e pela EMBRAPA.

A DRM disponibiliza a carta geológica⁶⁷ onde se insere o Município do Rio de Janeiro (Folhas Vila Militar e Santa Cruz) na escala 1:50.000, datum horizontal SAD-69 UTM 23S, datada de 1982 (Figura 12). Na carta geológica é possível identificar a distribuição espacial das principais litologias do substrato rochosos e das coberturas sedimentares presentes nas formações superficiais que recobrem as bacias hidrográficas. Sua inclusão na análise de risco é importante, porque permite identificar as litologias onde foram desencadeadas as cicatrizes de movimentos de massa já mencionadas.

A carta pedológica em escala de semi-detalle, 1:50.000, datum horizontal SAD-69 UTM 23S, foi produzida em 1980 pela EMBRAPA. Dela foi selecionada a área de estudo e gerada a (Figura 16), onde é possível identificar a distribuição espacial dos principais tipos de solo.

Esse mapa temático digital é extremamente importante para o entendimento da ocorrência de movimentos de massa, associados a solos de perfis pouco desenvolvidos e menos estruturados ou a solo com horizonte B textural.

4.2.2.2 Elaboração de mapas temáticos derivados de bases cartográficas digitais oficiais.

Este subitem descreve os mapas temáticos que foram construídos a partir do processamento de bases cartográficas cedidas por órgãos públicos por meio de SIG:

4.2.2.2.1 Geração do Modelo Digital do Terreno (MDT) e dos mapas temáticos derivados: Hipsométrico, Declividade e Orientação de encostas.

Alguns mapas temáticos digitais utilizados nas análises multicritério de risco de ocorrência de movimentos de massa foram gerados a partir do MDT, criado no ArcGis. Esse tipo de modelagem busca representar digitalmente não mais somente a feição altimétrica de uma região, mas a variação contínua de qualquer fenômeno geográfico que ocorre na superfície terrestre (ROCHA, 2000; FITZ, 2008).

Segundo SILVA (1990 *apud* ROCHA, 2000), a técnica do MDT é uma representação matemática computacional da distribuição espacial da característica de um fenômeno por meio de uma função de interpolação. ROCHA (2000, p. 187)

⁶⁷ Detalhes acerca do acervo cartográfico geológico produzido pela DRM em convênio com outras instituições estão disponíveis em <http://geobank.sa.cprm.gov.br/pls/publico/geobank.website.consideracoes>.

apresenta uma definição mais simples: o MDT é “a representação matemática de uma superfície, através das coordenadas X, Y e Z.” Em outras palavras, o MDT proporciona “a possibilidade de construção de uma superfície tridimensional a partir de atributos de dados dispostos no sistema” (FITZ, 2008, p. 74). ROCHA (op. cit.) apresenta como possíveis exemplos em que se pode gerar o MDT, representações do relevo (declividade, perfis topográficos e orientação de encostas), da temperatura, da vegetação, da geologia, da hidrologia, tipos de solo, entre outros. Nesta tese, o MDT foi criado para, a partir dele, serem gerados os mapas de hipsometria, de declividade e de orientação de vertentes, contribuindo, assim, para caracterizar o relevo da área de estudo.

ROCHA (op. cit) destaca as três etapas envolvidas no processo: aquisição de dados, edição de dados e geração do MDT. Essas etapas foram executadas e estão descritas brevemente a seguir:

- Etapa de aquisição de dados – foram adquiridas pelo GEA junto ao IPP quinze cartas topográficas⁶⁸ digitais referentes ao ano 2000, no formato *dxf*⁶⁹, as quais, em um segundo momento, foram convertidas para o formato *shape (shp)*, próprio do ARCGIS. Foram utilizados os arquivos *shapes*, que representaram camadas (*layers*) da rede hidrográfica, das curvas de nível (com equidistância de 5 metros) e de pontos altimétricos cotados;

- Etapa de edição de dados - antes de gerar o MDT, fez-se a avaliação da qualidade dos *shapes* originais da rede hidrográfica, de curvas de nível e de pontos cotados obtidos em etapa anterior. Foram detectadas falhas no processo de digitalização das cartas topográficas analógicas, as quais poderiam comprometer a confiabilidade do modelo digital do terreno a ser criado. Essas falhas, basicamente, referiam-se à interrupção de curvas de nível ou à representação de curvas de nível diferentes valores altimétricos por meio de uma única linha; quanto à rede hidrográfica, os erros comuns eram linhas de drenagem interrompidas ou desarticuladas entre si (sem junção nas confluências).

As correções das falhas de digitalização encontradas nos arquivos originais foram possíveis por meio da ferramenta *Topology* do software ArcGis, versão 10. Essa ferramenta possibilitou: unir curvas de nível de mesmo valor que estavam

⁶⁸ Arquivos digitais vetorizados pela Prefeitura do Rio de Janeiro a partir da digitalização das antigas cartas topográficas municipais em papel, na escala 1: 10.000 e datadas de 1976.

⁶⁹ *dxf* – *data export file*.

interrompidas; traçar em separado as curvas de diferentes valores nos trechos em que as mesmas foram editadas unidas; e corrigir erros de traçado das redes hidrográficas. Com isso, obteve-se um novo arquivo digital, em formato *shape*, sem erros de digitalização de feições lineares (curvas de nível e drenagem) e, portanto, confiável para servir como camada (*layer*) para a geração de um MDT;

- Etapa de geração do Modelo Digital do Terreno - para a criação do MDT propriamente dito da área de estudo, utilizou-se a extensão *3D Analyst* do ARCGIS, versão 10, à qual estão vinculadas as ferramentas *Raster Interpolation* e *Raster Surface*, que são munidas de interpoladores capazes de gerar rapidamente novos mapas temáticos relacionados ao relevo. Com a ferramenta *Raster Interpolation* gerou-se, por meio do interpolador *Topo to Raster*, o MDT, representado pelo mapa hipsométrico (faixas de altitude), composto pelas seguintes faixas altimétricas: 0 a 20m; 20 a 50m; 50 a 100m, 100 a 200m, 200 a 300m; 300 a 400m; 400 a 500m; 500 a 600m; 600 a 700m; 700 a 800m; 800 a 900m, 900 a 1025 m (Figura 28).

A partir do MDT gerado, foi possível elaborar outros mapas temáticos necessários para a caracterização do relevo, como por exemplo: declividade e orientação de encostas. Tais mapas são fundamentais para o entendimento da distribuição espacial de chuvas, da geração de fluxos superficiais e de processos físicos relacionados a movimentos de massa, os quais ocorrem, principalmente, nos meses de verão.

A.- Geração do Mapa de Declividade a partir do MDT

O mapa de declividade é extremamente importante para a caracterização do relevo e entendimento de processos geomorfológicos em bacias hidrográficas. Além disso, fornece a informação espacializada acerca dos segmentos de encosta situados acima de 45° (equivalente a 100%), valor de declividade acima do qual a ocupação permanente não deveria ocorrer, devendo ser incluído como área de preservação permanente (APP), conforme o Código Florestal em vigor, justamente por oferecer risco elevado de ocorrência de movimentos de massa.

Com base em bibliografia específica (LEMOS; SANTOS, 1996 *apud* SILVA et al., 2003), as classes de declividade reconhecidas associadas às características morfológicas são (Quadro 3):

Intervalo de classe de declividade (%)	Classe de relevo	Caracterização
0 a 3%.	Plano	superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos.
3 a 8%	Suave ondulado	superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros (elevações de altitudes relativas até 50 m e de 50 a 100 m, respectivamente), apresentando declives suaves.
8 a 20%.	Ondulado	superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros apresentando declives moderados.
20 a 45%.	Forte ondulado	superfície de topografia movimentada, formada por outeiros e/ou morros (elevações de 50 a 100 m e de 100 a 200 m de altitudes relativas, respectivamente) e raramente colinas, com declives fortes.
45 a 75%	Montanhoso	superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituídas por morros, montanhas, maciços montanhosos e alinhamentos montanhosos, apresentando desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes e muito fortes.
>75%	Escarpado	áreas com predomínio de formas abruptas, compreendendo superfícies muito íngremes e escarpados, tais como: aparados, itaimbés, frentes de cuevas, falésias, vertentes de declives muito fortes.

Quadro 3 – Descrição do relevo conforme os intervalos de Classe de declividade (%).

Fonte: Extraído de Silva et al. 2003, p.37.

As classes de declividade definidas na legenda do mapa foram aquelas estabelecidas no Quadro 3, sendo que a classe (>75%) foi subdividida: 75 a 100% e acima de 100%. Esta subdivisão baseou-se na necessidade de destacar no mapa digital as porções das encostas com declives iguais e superiores a 100% (correspondente a 45°), nos quais, segundo o Código Florestal em vigor proíbe a ocupação.

B.- Geração do Mapa de Orientação de Encostas a partir do MDT

O mapa de Orientação de encostas é útil para que, como o próprio nome sugere, o pesquisador possa identificar as encostas iluminadas pelo sol (*soalheira*) e mais secas (a sotavento), pois estas se localizam contrariamente à direção de entrada de ventos úmidos vindos do oceano, ou as que são menos iluminadas (*noruega*) e mais úmidas (a barlavento), porque estas ficam sujeitas às chuvas orográficas que ocorrem a partir da condensação do vapor d'água trazido pelos ventos úmidos oceânicos. Deste modo, a elaboração do mapa de orientação de encostas é fundamental para a identificação de encostas mais úmidas - porque recebem mais chuvas - e, portanto, aquelas mais críticas e mais susceptíveis à ocorrência de movimentos de massa e à concentração superficial hídrica.

O mapa de Orientação de encostas, portanto, permite ao pesquisador inferir sobre o possível trajeto dos fluxos superficiais e das enxurradas que se formam durante os eventos pluviométricos de maior intensidade ou após sucessivos dias de chuvas menos intensas (Figura 18).

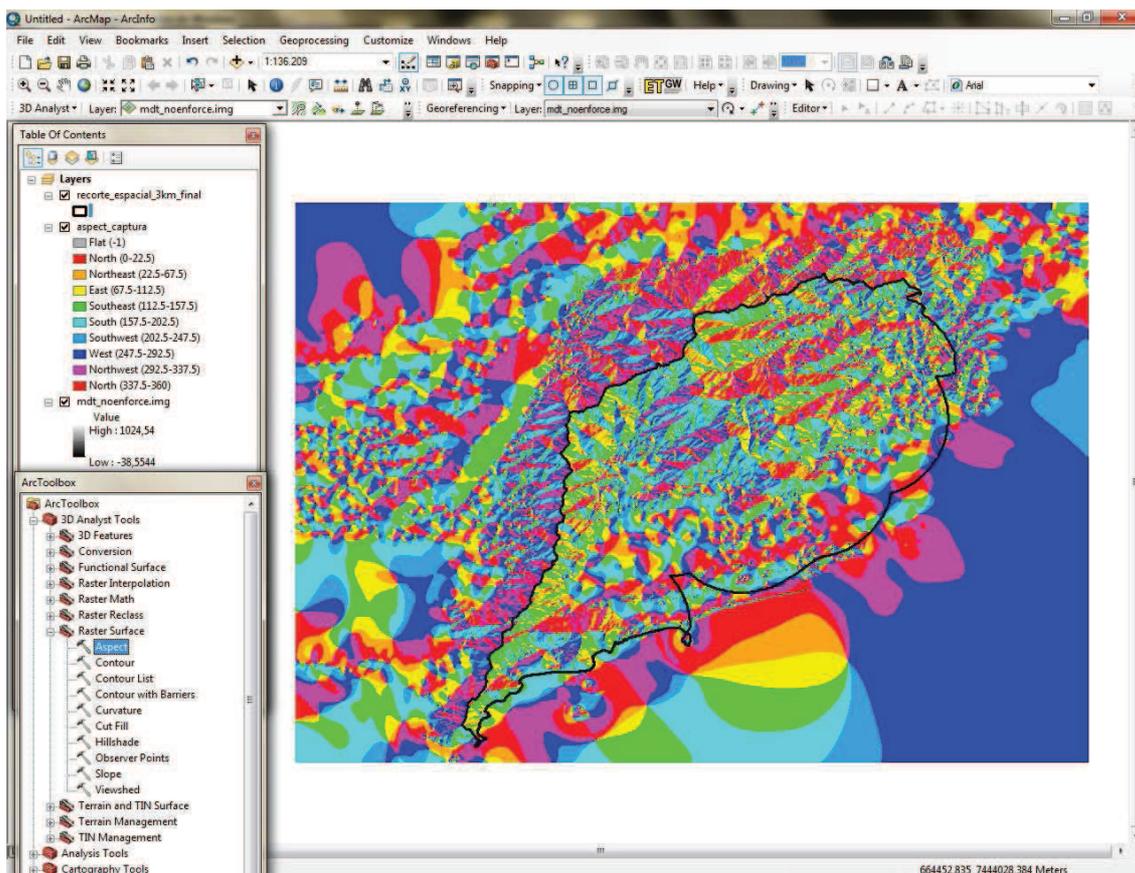


Figura 18 – Tela do ARCGIS que mostra a geração do Mapa de Orientação de Encosta, por meio do procedimento *Aspect*, vinculado à ferramenta *Raster Surface*. No campo onde estão dispostos os *layers*, observa-se as cores relativas às direções mapeadas.

Os mapas temáticos digitais (formato *shape*) obtidos a partir do MDT (Figura 18) foram utilizados como planos de informação no SAGA/UFRJ para, a partir de então, serem realizadas análises multicritério para elaboração de mapas de condicionantes de risco de movimentos de massa, explicitado no subitem 4.2.3 deste capítulo.

4.2.2.2.2 Elaboração do mapa temático de Uso do solo e Cobertura vegetal⁷⁰

O mapa temático digital de Uso do solo e Cobertura vegetal, em formato *shape*, contendo as principais categorias de uso do solo e de cobertura vegetal representa um produto resultante da interpretação visual de imagem de satélite de alta resolução⁷¹ e da

⁷⁰ Embora existam diversos conceitos e sistemas de classificação, optou-se por adotar na tese o título do mapa “Uso do Solo e Cobertura Vegetal”, considerando-se o termo “Cobertura” relacionado ao revestimento da superfície terrestre pelas formações vegetais, especificamente; o termo “Uso” refere-se às atividades antrópicas, desenvolvidas com propósito socioeconômico em algum tipo de cobertura, podendo alterá-la ou não. Foi dada preferência ao termo “do Solo”, partindo-se do entendimento que se trata da porção da superfície terrestre onde se anda, se constrói, etc, além de ser um termo adotado em mapeamento e caracterizações ambientais em escala local, a exemplo do próprio Plano Diretor da Cidade do Rio de Janeiro (VIEIRA, 2005; BESSER de DEUS, 2013).

⁷¹ Imagem do Ikonos II, mosaico colorido com as bandas 3, 4 e 5 com resolução espacial de 1m², composto por imagens de 2010.

junção de diferentes categorias espaciais extraídas dos mapas temáticos digitais⁷² elaborados pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente⁷³ e pelo Instituto Pereira Passos, além da inserção de polígonos referentes às áreas de habitação popular e de loteamentos irregulares e regularizados, fornecidos pela Secretaria Municipal de Habitação.

Primeiramente, fez-se a sobreposição de cada mapeamento – SMAC e IPP – com a imagem do Ikonos II para verificar, respectivamente, a congruência nos traçados dos polígonos correspondentes às formações vegetais e àqueles de uso do solo na área urbanizada. Observou-se também a pertinência da classificação das categorias em cada mapa. Avaliou-se que, de um modo geral, houve forte correspondência entre os polígonos traçados nos dois mapeamentos oficiais com as respectivas feições identificadas na imagem Ikonos II. Em um segundo momento, selecionou-se quais os polígonos de cada mapa que poderiam ser aproveitados ou corrigidos para sua inclusão no mapa final de Uso do solo e Cobertura vegetal.

O mapa de cobertura vegetal da SMAC foi realizado por meio de técnicas de sensoriamento remoto, geoprocessamento e trabalhos de campo. O produto final digital, denominado Sistema Florestas Rio⁷⁴, enfatizou a identificação das diferentes formações vegetais naturais ou antropogênicas, conforme discriminado no Quadro 5 a seguir:

⁷² Os mapeamentos temáticos digitais disponibilizados pela SMAC e pelo IPP basearam-se em interpretação de imagens do WorldView-2, com resolução espacial de 50 cm, datadas de junho de 2010.

⁷³ A SMAC realizou um contrato de serviço com a empresa Geoambiente para a elaboração do “MAPEAMENTO DA COBERTURA VEGETAL E DO USO E COBERTURA DAS TERRAS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO NO ANO DE 2010.”

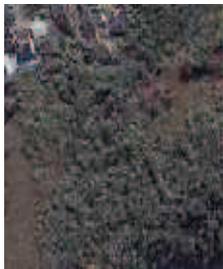
⁷⁴ O Sistema Florestas Rio está disponível em <http://sigfloresta.rio.rj.gov.br/>

TIPO	CLASSE	ESPÉCIE	
ÁREAS ANTRÓPICAS	ÁREAS ANTRÓPICAS NÃO AGRÍCOLAS	Áreas Urbanizadas	
		Solo Exposto	
		Áreas de Extração Mineral	
	ÁREAS ANTRÓPICAS AGRÍCOLAS	Agricultura	
		Vegetação arbóreo-arbustiva	
		Reflorestamento	
ÁREA DE VEGETAÇÃO NATURAL	ÁREAS DE FORMAÇÃO FLORESTAL	Floresta Ombrófila	
		Vegetação Secundária	
	CAMPESTRES	Vegetação rasteira sobre afloramento rochoso	
	FORMAÇÕES PIONEIRAS	Restingas	
		Mangues	
		Campos Salinos	
		Brejos	
	ÁGUA	CORPO D'ÁGUA CONTINENTAL	Corpos D'água Continentais
			Praia

Quadro 5 – Classes de Mapeamento das Coberturas Vegetais do Município do Rio de Janeiro.
Fonte: Extraída e adaptada de GEOAMBIENTE, 2011, p. 19.

Entre as categorias⁷⁵ presentes na coluna “Espécie” do Quadro 4, referente ao mapa da SMAC, aquelas que foram encontradas e selecionadas nos limites da área de estudo foram: Agricultura, Vegetação arbóreo-arbustiva, Reflorestamento, Vegetação gramíneo-lenhosa, Vegetação Secundária, Afloramento Rochoso, Restingas, Mangues, Brejos, Praia e Corpos D’água Continental. Deve-se destacar que as categorias vinculadas à classe “Áreas antrópicas não agrícolas”, identificadas por “Áreas urbanizadas”, “Solo exposto” e “Área de extração mineral”, não foram aproveitadas no mapa final de Uso do solo e Cobertura vegetal, porque foram utilizados os limites e a classificação apresentados pelo mapeamento do IPP (2010), que especifica os usos e funções das parcelas presentes na área urbanizada, possibilitando identificar as diferenças e a multiplicidade entre eles em seu interior. O Quadro 6 a seguir evidencia os aspectos visuais das categorias supracitadas existentes na área de estudo e identificadas visualmente na imagem do Ikonos II:

⁷⁵ Essas categorias já foram descritas no Capítulo 3, que trata da caracterização geral da área de estudo.

Categoria/ Aspecto Visual	Categoria/ Aspecto Visual	Categoria/ Aspecto Visual	Categoria/ Aspecto Visual
<p>Área Urbanizada</p> 	<p>Vegetação arbóreo-arbustiva</p> 	<p>Área de Cultivo</p> 	<p>Praia</p> 
<p>Área de Habitação Popular</p> 	<p>Reflorestamento</p> 	<p>Afloramento rochoso</p> 	<p>Restinga</p> 
<p>Área não edificada</p> 	<p>Vegetação gramíneo-lenhosa</p> 	<p>Corpo D'água Continental</p> 	<p>Áreas sujeitas à inundação</p> 
	<p>Vegetação Secundária</p> 	<p>Área de Extração Mineral</p> 	

Quadro 6 – Amostras ilustrativas das principais categorias de cobertura vegetal.

As demais categorias espaciais foram sobrepostas ao mapeamento de uso de solo realizado pelo IPP, cujo intuito maior era delimitar e classificar os diferentes tipos de uso existentes em parcelas do solo inseridos na área urbanizada. A partir dessa sobreposição, foi possível selecionar quais polígonos iriam ser aproveitados sem necessidade de edição e quais aqueles que demandariam algum trabalho de vetorização.

A variável “Reflorestamento” foi incorporada - sem qualquer alteração por edição - ao mapa final de Uso do solo e Cobertura vegetal. Por outro lado, as categorias “Vegetação gramíneo-lenhosa”, “Vegetação Secundária”, “Vegetação arbóreo-arbustiva” e “Área de Cultivo” sofreram trabalho de edição, o qual consistiu em correção ou ampliação nos traçados dos polígonos correspondentes, como também inclusão de novos polígonos (vetorização) e a supressão de polígonos considerados incorretos. Principalmente a categoria “Área de Cultivo” sofreu grandes modificações em sua extensão total, pois observou-se na imagem Ikonos II que existiam mais porções da vertente leste do Maciço da Pedra Branca tomadas por cultivo (predominantemente de banana) do que estava indicado nos mapas da SMAC e do IPP.

As categorias presentes no mapa de uso de solo do IPP cujos limites foram mantidos no mapa final de Uso do solo e Cobertura vegetal foram:

- Afloramentos Rochosos e Depósitos Sedimentares;
- Corpo D’água Continental (denominado aqui Lagoa do Camorim);
- Corpos Hídricos;
- Área de Comércio e Serviços;
- Área de Educação e Saúde;
- Área de Exploração Mineral;
- Área de Lazer;
- Área de Transporte;
- Área Industrial;
- Área Institucional e de Infraestrutura pública;
- Área Não Edificada;
- Área Residencial;
- Área Sujeita à Inundação.

Junto à Secretaria Municipal de Habitação foram obtidos os polígonos em formato *shape* referentes aos limites das categorias “Habitação Popular”, “Loteamento Regularizado” e “Loteamento Irregular”. A Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro não dispõe de informações sistematizadas acerca dos loteamentos chamados de clandestinos⁷⁶.

4.2.2.3 Elaboração do Mapa de Restrições Legais para preservação da vegetação

No Mapa de Restrições Legais para preservação da vegetação foram delimitados os terrenos com florestas e demais formas de vegetação natural que, com base no Código Florestal, na Lei do SNUC e no Plano Diretor⁷⁷ da cidade, não podem ser ocupados e suas características naturais devem ser mantidas. Com relação ao Código Florestal, foram consideradas as determinações para as áreas de preservação permanente⁷⁸ encontradas na área de estudo.

Os terrenos delimitados no mapa que, com base no referido código não poderiam ser ocupados, estão localizados:

- acima da cota de 100 metros, estabelecida a partir da curva de nível deste valor (cota determinada como limite inferior do Parque Estadual da Pedra Branca);
- nas encostas ou em parte destas com declives acima de 45° ou 100%;
- a 30 metros ao redor de lagoas, lagos ou reservatórios de águas naturais ou artificiais em áreas urbanas;
- a um raio mínimo de 50 metros de nascentes, ainda que intermitentes, e dos chamados olhos d'água, qualquer que seja a sua posição topográfica;
- no topo dos morros, montes, montanhas e serras;
- a uma proximidade de 30 metros dos rios ou quaisquer cursos d'água com largura igual ou menor do que 10 metros. Somente a faixa de 30 metros de proximidade

⁷⁶ Na visão da Prefeitura, os loteamentos clandestinos são fruto de invasões e ocupações de terrenos alheios – públicos ou privados, constituindo-se em ação criminosa. Não há um loteador formal.

⁷⁷ Com base no texto do Código Florestal em vigor, no caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo (Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012).

⁷⁸ *Área de preservação permanente* é uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. (arts. 2º e 3º da Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965).

foi traçada, porque todos os rios inseridos na área de estudo têm menos de 10 metros de largura;

- nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

Com base nas restrições legais acima apresentadas, foram realizados procedimentos no ARCGIS 10 para traçar na área de estudo as faixas de proximidade das linhas de drenagem (30 metros), das nascentes (50 metros) e das lagoas e canais contribuintes (30 metros), além de delimitar os topos de morros, as encostas com declives superiores a 45° (100%), a área do próprio parque, a partir da curva de nível de 100 metros, bem como as áreas cobertas com mangues e restingas.

Foram utilizadas basicamente duas ferramentas da extensão *Analysis Tools* do ARCGIS: o *Buffer*, utilizada para traçar as áreas de influência ou faixas de proximidade de feições pontuais (localização das nascentes), lineares (rios) e poligonais (lagoas); e o *Erase*, usada para extrair uma feição específica do Mapa de Declividade, como a classe de declividade acima de 45° ou 100%. Do mapa de cobertura vegetal da SMAC foram exportadas como um novo arquivo *shape* as seguintes categorias: mangue, restinga e lagoa.

Com isso, o Mapa de Restrições Legais para Preservação da Vegetação (Figura 58 do Capítulo 5) foi construído a partir da superposição de camadas (*layers*):

- a) linhas de drenagem, lagoas e pontos das nascentes;
- b) terrenos com declividade acima de 45° ou 100%;
- c) topos de morros acima de 50 metros;
- d) *faixas de proximidade* de 50 metros das nascentes e de 30 metros dos rios e das lagoas; e
- e) área acima da cota altimétrica de 100 metros, já dentro do Parque Estadual da Pedra Branca.

O Mapa de Restrições Legais para preservação da vegetação foi importante para fazer sobreposições com os mapas de Uso do solo e Cobertura vegetal, de localização dos registros de ocorrências da Defesa Civil Municipal (DCM), de localização das licenças concedidas pela SMU e pela SMAC e também com o mapa de Risco de Ocorrência de Movimentos de Massa. Por intermédio dessas sobreposições, foi possível observar as correspondências espaciais entre as áreas de preservação permanente com as categorias de uso do solo e cobertura vegetal, identificando situações que não estariam em conformidade com a legislação vigente, cotejando, inclusive, com os padrões

espaciais das licenças concedidas e das ocorrências da DCM. Os locais, de onde foi retirada a vegetação nativa para dar lugar a ocupações e passaram a apresentar problemas quanto a movimentos de massa, são passíveis de recuperação vegetal, conforme está previsto no Plano Diretor⁷⁹.

4.2.2.4 Geração de mapas temáticos a partir de dados organizados em planilhas eletrônicas.

Alguns mapas temáticos digitais (ou planos de informação) foram gerados a partir da plotagem de coordenadas geográficas e de endereços fornecidos em planilhas eletrônicas por órgãos públicos do âmbito municipal, mais especificamente pela Defesa Civil Municipal, pela Secretaria Municipal de Urbanismo e pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Os mapas foram gerados em formato *shape*, próprio do ARCGIS. Esses mapas auxiliaram na avaliação da confiabilidade do mapa de Risco de Ocorrência de Movimentos de massa (Figura 51) e dos diferentes mapas obtidos por combinações e sobreposições (figuras 59 a 76), descritos nos subitem 4.2.4. Os procedimentos adotados para a geração desses mapas são descritos a seguir:

4.2.2.4.1 Elaboração de Mapa temático digital das ocorrências atendidas pela Defesa Civil Municipal.

Na cidade do Rio de Janeiro são recorrentes os eventos extremos que acontecem, principalmente, no período de dezembro a abril, e que são responsáveis pela ocorrência de movimentos de massa. Com objetivo de conhecer e compreender o padrão espacial estabelecido pelo acúmulo nos logradouros de água e de materiais (lixo, sedimentos e rochas) decorrentes dos movimentos de massa, obteve-se junto à Defesa Civil Municipal, uma planilha eletrônica (em formato *xls* do Excel) contendo os registros dos endereços (referentes ao período de 2003 a junho de 2011) na AP4⁸⁰ - na qual se insere a área de estudo – e onde foram realizados atendimentos de emergência por meio do número 199.

A Defesa Civil Municipal do Rio de Janeiro é o órgão responsável pela articulação, coordenação e gerenciamento de ações de redução de desastres na cidade. Desde 2003, ao receber chamadas de emergência, por meio do número 199, o órgão faz,

⁷⁹ § Segundo o 3º do Artigo 116 do Plano Diretor “As Áreas de Preservação Permanente degradadas deverão ser prioritariamente recuperadas mediante implementação de programas de recuperação e de revegetação, devendo ser considerada, no caso de cursos d’água canalizados, a hipótese de sua renaturalização, objetivando a melhoria das suas funções e serviços ambientais.” (Lei Complementar nº 111, de 1º de fevereiro de 2011).

⁸⁰ Área de Planejamento 4.

sistematicamente, a tabulação dos registros das mesmas em planilha eletrônica, composta pelos campos “*endereço*” (rua e número de porta), “*tipo de ocorrência*” e “*data*”. A planilha eletrônica utilizada nessa pesquisa foi composta por chamadas atendidas pela Defesa Civil Municipal no período de 2003 a 2011. Caso atualmente o órgão dispusesse de arquivos digitais (em formato *shape*) com o georreferenciamento das ocorrências registradas, facilitaria enormemente o entendimento do padrão espacial dessas ocorrências e a interpretação dos possíveis condicionantes ambientais capazes de explicar o padrão estabelecido.

A Defesa Civil Municipal está desde dezembro de 2010, vinculada ao Centro de Operações do Município do Rio de Janeiro, que foi implantado com intuito de reunir em um mesmo espaço localizado estrategicamente, os principais órgãos de ação e de gestão de situações de risco e de catástrofe. Este Centro busca planejar medidas e ganhar agilidade em situações de ocorrência de efeitos gerados por eventos extremos, por exemplo. Entre os resultados da ação conjunta dos órgãos está a sistematização de informações e a análise do comportamento pluviométrico para detecção de chuvas intensas⁸¹ (consideradas acima de 25 mm/h) e implantação de sirenes que, uma vez acionadas, funcionam como alerta para que a população situada em área de risco de deslizamento, por exemplo, possa ser deslocada para locais mais seguros até que se decida que o risco é bastante reduzido ou nulo, segundo informações verbais fornecidas em 2011 pelo Ten. Cel. Márcio Motta (DCM). Em um primeiro momento, a Defesa Civil Municipal atua e verifica a extensão dos danos. Em seguida, aciona os demais órgãos como a GEORIO para enviar técnicos, avaliar e gerar os laudos. Além disso, a DCM busca fazer um trabalho de conscientização da referida população para que não adote procedimentos capazes de agravar a situação, como, por exemplo, lançar sacos de lixo em terrenos baldios em encostas ou no leito de rios ou valas, queimar lixo.

No entanto, apesar dessas mudanças trazidas pelo referido Centro de Operações, não existe ainda a adoção de um procedimento que permita a obtenção imediata, por meio de GPS, por exemplo, das coordenadas geográficas dos locais onde são feitos os atendimentos às chamadas de emergência pelo 199. Assim sendo, a planilha eletrônica, em função da forma como ela vem sendo construída e organizada até hoje, não fornece ao usuário coordenadas geográficas (lat-long) ou UTM das ocorrências registradas, apenas endereços, os quais nem sempre estão completos. Tal fato impede que se faça

⁸¹ Conforme classificação do Sistema Alerta-Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro. Disponível em http://www0.rio.rj.gov.br/alertario/?page_id=314

uma plotagem rápida e automática dessas ocorrências em uma base vetorial, de modo a possibilitar gerar, mais facilmente, o mapeamento da distribuição espacial das ocorrências, por exemplo.

Os campos “logradouro”, “data” e “ocorrência”, inseridos na plataforma eletrônica, foram essenciais para viabilizar o georreferenciamento dos registros. O período de 2003 até abril de 2011 (mês da solicitação e entrega da planilha eletrônica) reuniu quase 8000 registros de todos os tipos de ocorrência atendidos pela Defesa Civil Municipal. No entanto, esses registros precisaram ser selecionados, mantendo-se apenas aqueles referentes à abrangência da área de estudo.

Foram escolhidas ocorrências relacionadas aos processos físicos de movimentos de massa e também aquelas que pudessem sinalizar a localização de imóveis vulneráveis ou com maior risco de desabamento. As ocorrências selecionadas para serem georreferenciadas foram:

- a) Ameaça de desabamento de imóvel;
- b) Desabamento total ou parcial do imóvel;
- c) Ameaça de deslizamento de barreira podendo ou não atingir imóvel;
- d) Deslizamento de barreira podendo ou não atingir imóvel;
- e) Ameaça de queda de muro de contenção ou arrimo;
- f) Queda de muro de contenção ou arrimo;
- g) Rolamento de pedras;
- h) Solicitação de providências junto à GEORIO;
- i) Construção em mau estado de conservação;
- j) Construção irregular;

Atualmente o pesquisador pode utilizar o *Google Earth*⁸² para plotar endereços (nome do logradouro e número de porta) em escala de detalhe, por exemplo. No entanto, tal procedimento é indicado quando existe um número restrito de ocorrências ou de pontos a serem plotados, já que os endereços devem ser digitados um a um. Caso o pesquisador necessite plotar em uma base digital centenas a milhares de pontos ou

⁸² Aplicativo desenvolvido e distribuído pela empresa americana Google, cuja função é apresentar um modelo tridimensional do globo terrestre, construído a partir de mosaico de imagens de satélite obtidas de diferentes sensores, fotografias aéreas e GIS 3D.

endereços individualmente, será um trabalho inviável, uma vez que demandará muito tempo e esforço até concluir todo o procedimento.

A solução encontrada para resolver essa restrição operacional foi o uso do aplicativo *Personal Geocode*, que representa um conjunto de macros para ARCGIS Desktop desenvolvido pelo LABGIS - Laboratório de Geotecnologias da Faculdade de Geologia da UERJ. O referido aplicativo consegue georreferenciar endereços por meio de interpolações, realizadas a partir de informações discriminadas nos campos “tipo de logradouro”, “nome do logradouro” e número de porta”.

No entanto, a planilha eletrônica original enviada pela Defesa Civil não possuía a organização nos campos supracitados e, portanto, não estava com estrutura organizacional⁸³ do dado condizente com aquela necessária para o *Personal Geocode* gerar o georreferenciamento dos registros. Deste modo, a planilha precisou ser retrabalhada para serem gerados os campos de dados distintos para o programa aplicativo poder processá-los.

Objetivando-se que o pesquisador tenha algum controle sobre a confiabilidade da plotagem automática, o aplicativo gerou uma nova tabela no Excel com os seguintes campos gerados automaticamente: “Geocodificado” e “Validado”, ambos recebendo as classificações possíveis “T” (*True*) ou “F” (*False*) e o também o campo “Grau”, o qual revela se o georreferenciamento foi acertado, indicado pelo valor máximo de 150. Quanto mais próximo o valor de cada linha estiver de 150, indica situação confiável quanto ao georreferenciamento estar correto, porém se for inferior a 50, indica que o georreferenciamento do endereço deverá ser descartado. Os parâmetros de confiabilidade do georreferenciamento resultantes do uso do aplicativo *Personal Geocode* estão apresentados no APÊNDICE B.

O *Personal Geocode* gerou também como resultado um novo arquivo em formato *shape*. Foi realizada uma análise da consistência dos registros georreferenciados, por meio da sobreposição deste *shape* com outros três *shapes*: recorte espacial da área de estudo, logradouros e bairros. Esta sobreposição permitiu observar se o georreferenciamento automático das ocorrências foi satisfatório, isto é, se os pontos foram plotados nos logradouros corretos. Como resultado dessa avaliação, observou-se que um número bastante expressivo de registros das ocorrências selecionadas foi

⁸³ O arquivo original continha no mesmo campo o tipo de logradouro e nome, os quais precisaram ser reorganizados em campo distintos.

corretamente georreferenciado, porém, os registros com erro de localização precisaram passar por outro procedimento para serem plotados nos endereços certos.

Esse procedimento consistiu em localizar no *Google Earth* os endereços plotados incorretamente. Uma vez localizados nos logradouros certos, eram salvos na seção “Meus lugares” em pastas específicas (diretórios) para cada tipo de ocorrência. Esse procedimento foi demorado, porque antes dos endereços serem localizados no *Google Earth*, os pontos com erro de georreferenciamento precisaram ser identificados no arquivo *shape*. Somente após a anotação de seu identificador (campo FID) e separados por tipo de ocorrência, os endereços eram localizados no *Google Earth* e distribuídos nas pastas específicas, como mostra a Figura 19.

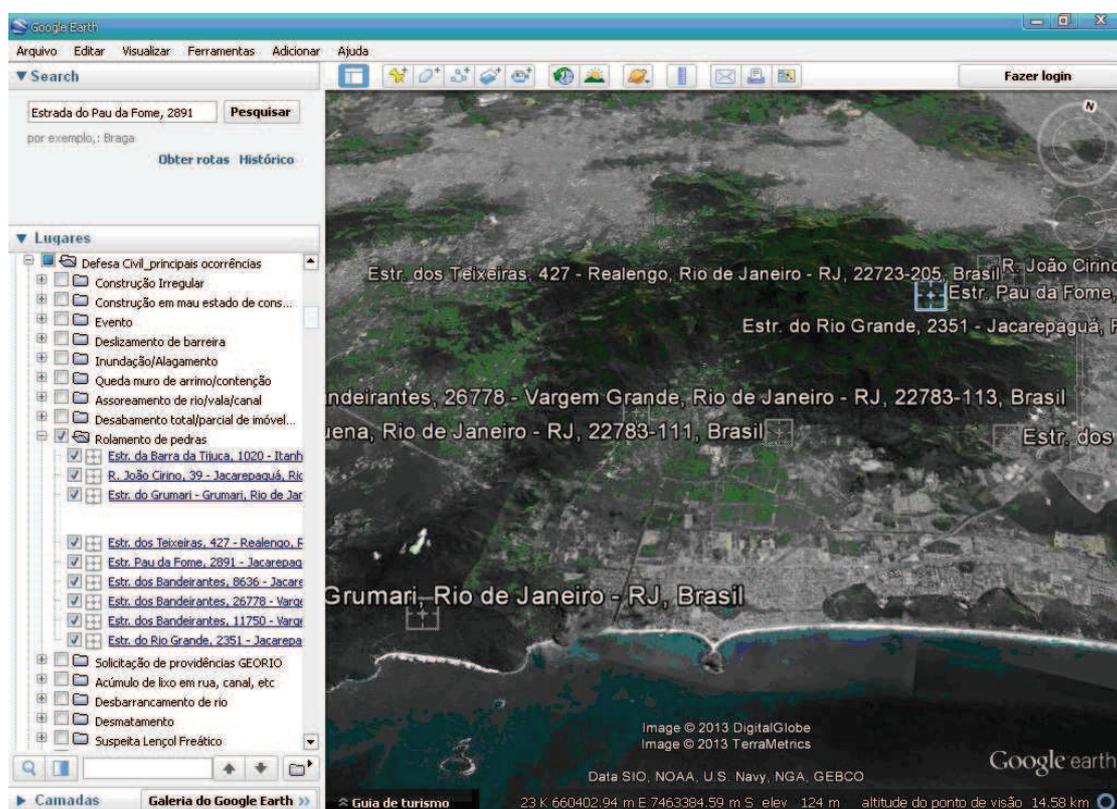


Figura 19 – Tela de Google Earth mostrando o procedimento para o georreferenciamento dos endereços fornecidos pela DCM.

Após a conclusão, cada pasta foi salva como um arquivo em formato *kml*, o qual foi convertido posteriormente para novo formato *shape*, por meio da caixa de ferramenta *Conversion Tools*, utilizando a ferramenta “*KML to Layer*” no ARCGIS (Figura 20). Em seguida a essa etapa, procedeu-se à junção (ferramenta *Merge*) de cada um dos arquivos *kml* gerados à tabela original das ocorrências registradas para substituir os registros com erro de georreferenciamento pelos novos corrigidos. Novamente, isso somente foi possível graças ao campo FID previamente anotado para controle. Em seguida, foram criadas na tabela duas novas colunas, uma com o mês em que foi

registrada a ocorrência e outra com o ano. Esse fato foi necessário para viabilizar determinadas consultas ao ARCGIS.

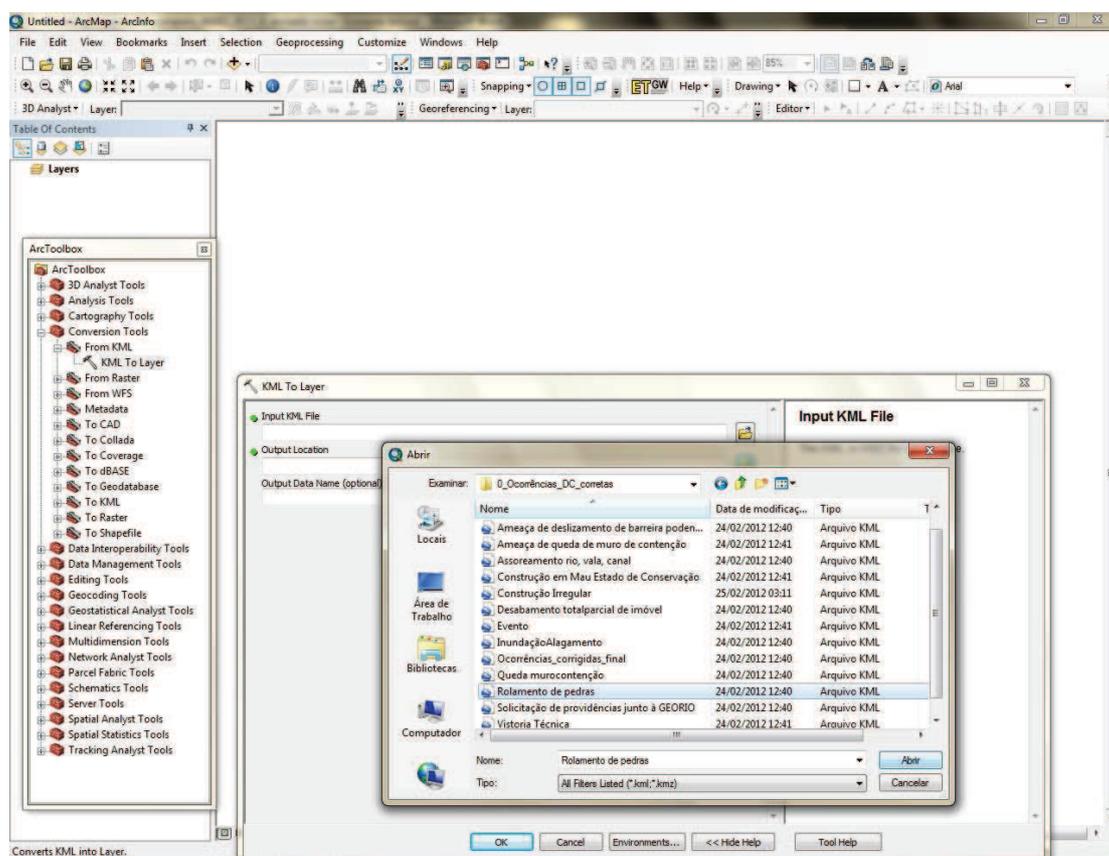


Figura 20 – Tela do ARCGIS, mostrando a ferramenta *KML to Layer* que converte os arquivos em formato .kml para *shape*.

Ressalta-se a importância dos endereços inseridos no recorte espacial estarem georreferenciados corretamente, pois a partir da distribuição espacial dos mesmos, torna-se possível inferir as possíveis áreas-fonte de água, sedimentos, blocos rochosos, entulho e lixo (localizadas a montante), enfim, materiais que ficam acumulados mais abaixo, nos pontos situados nos fundos de vale e na baixada urbanizada.

Mesmo utilizando o *Google Earth*, alguns pontos não conseguiram ser localizados e, como estavam em número bastante reduzido, foram descartados. Outro aspecto detectado na etapa de georreferenciamento das ocorrências é que provavelmente houve erro de anotação por parte do funcionário da Defesa Civil Municipal, tanto com relação ao endereço, como também quanto ao bairro vinculado a ele. Deste modo, endereços que, em um primeiro momento poderiam estar inseridos no polígono do recorte espacial, na verdade, pertencem a bairros fora da área objeto da tese. Outro aspecto que indica possível erro na geração do registro é o grande número de ocorrências de deslizamento de encostas e de ameaças de deslizamento localizadas em logradouros situados em áreas de baixada afastadas de elevações ou de morros isolados.

4.2.2.4.2 Elaboração de Mapa temático digital das licenças concedidas pela Secretaria Municipal de Urbanismo

Em maio de 2011 foi obtida junto à SMU uma planilha eletrônica (com extensão *xls*, própria do EXCEL) contendo os endereços das licenças concedidas, desde 2005, para construção de unidades residenciais unifamiliar e multifamiliar, para instalação de empreendimentos comerciais e industriais, como também, para ampliação da área construída.

O número total de licenças concedidas foi de 18.218, ou seja, um número bastante extenso para se realizar a plotagem manual dos endereços das residências e dos empreendimentos. Por isso, para que fosse gerada a distribuição espacial das licenças mencionadas, foi utilizado novamente o aplicativo *Personal Geocode*, que possibilitou georreferenciar os referidos endereços, obtendo-se um novo arquivo *shape*.

A planilha da SMU já possuía campos separados referentes aos tipos e aos nomes dos logradouros que deveriam ser plotados na nova base digital espacial, não gerando necessidade de retrabalhar a planilha eletrônica como teve se ser feito com a planilha da DCM.

Do mesmo modo como foi realizado com os registros da Defesa Civil Municipal, executou-se a sobreposição dos arquivos *shapes* dos endereços plotados com os de recorte espacial da área de estudo, de logradouros e de bairros para que se observasse o volume aproximado de pontos corretamente georreferenciados. Verificou-se que um número expressivo de licenças foi corretamente localizado, o que possibilitou identificar o arranjo espacial dos locais de expansão de ocupação no entorno imediato da vertente leste do Maciço da Pedra Branca.

Posteriormente, foi possível fazer a correspondência espacial dos endereços das licenças concedidas com os registros espaciais das ocorrências da Defesa Civil Municipal e com os mapas temáticos resultantes das análises multicritério e das combinações.

4.2.2.4.3 Elaboração de Mapa temático digital das licenças concedidas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente

O georreferenciamento das licenças concedidas pela SMAC foi um procedimento mais simples se comparado à plotagem dos registros da DCM e das licenças da SMU, porque a planilha eletrônica disponibilizada pela SMAC já apresentava as coordenadas UTM dos empreendimentos que solicitaram as licenças ambientais. Quanto a isso, a

SMAC esclarece que exige do empreendedor que requer uma licença ambiental, a inclusão de coordenadas UTM do respectivo empreendimento. Tal iniciativa representa um aspecto facilitador quanto ao georreferenciamento dos empreendimentos licenciados e, conseqüentemente, quanto à análise do arranjo espacial dos mesmos, a qual permite identificar os fatores ambientais no entorno ou próximos, bem como observar no espaço as direções quanto à expansão dos empreendimentos.

O avanço ocupacional pôde ser evidenciado por meio da geração no ARCGIS de um novo arquivo *shape* com o georreferenciamento das 486 licenças ambientais concedidas pela SMAC a empreendimentos em toda a área da AP4 no período de 2007 a 2011. O georreferenciamento foi possível ao carregar a planilha eletrônica do Excel no ARCGIS e executar o comando “*Display XY Data*”, o qual espacializa as coordenadas UTM X e Y presentes em dois campos da planilha.

Grande parte das licenças foram concedidas para a construção de edificação multifamiliar, sendo duas licenças destinadas à desativação de posto de combustível e apenas uma para demolição de edificação industrial.

4.2.2.5 Análise de dados pluviométricos do Sistema Alerta Rio

Recentes estudos buscaram fazer uma correlação entre chuvas e movimentos de massa com base na catalogação dos registros desses processos e dos dados de chuvas (COE et al., 2004; CARDINALI et al., 2006; MINDER et al., 2009). Tradicionalmente, a predição de movimentos de massa provocados por chuva tem sido baseada, principalmente, no reconhecimento de terrenos propensos a esse processo (HANSEN, 1984; DAI; LEE, 2002) e também na identificação de valores de acumuladas, de intensidade e de duração de chuvas capazes de provocá-los (CANNON; ELLEN, 1985; CARDINALI et al., 2006).

Quanto mais longos forem os períodos de estudo e mais detalhados forem os dados, melhores resultados podem ser obtidos (VAN WESTERN et al., 2006). Essa circunstância não traduz o real contexto das séries de dados pluviométricos na cidade do Rio de Janeiro, que somente em 1996 passou a contar com uma rede de estações pluviométricas que opera sistematicamente no monitoramento de eventos extremos e potenciais desastres decorrentes. Essa rede de estações pluviométricas pertence ao Sistema Alerta Rio, vinculado à Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro - GEORIO (SISTEMA ALERTA RIO, 2012).

O Sistema Alerta Rio é o alerta de previsão de chuvas intensas e de movimentos de massa da cidade, criado com o objetivo de emitir boletins da DCM à população, por meio da internet e da imprensa, sempre que possam deflagrar movimentos de massa ou inundações que atingem as vias públicas (GEORIO, 2012).

Atualmente, o Sistema Alerta Rio conta com uma rede de 32 estações pluviométricas distribuídas pela cidade do Rio de Janeiro, instaladas basicamente em áreas de baixada e estando em maior número localizadas nas zonas Sul e Norte, no entorno do Maciço da Tijuca (Figura 21). Em toda a cidade, somente a estação do Alto da Boa Vista, neste maciço, está localizada em posição altimétrica elevada - a 355 metros – e é capaz de registrar dados de temperatura e umidade, além dos dados de chuvas, principalmente as orográficas. Entretanto, não existem estações pluviométricas em altitudes elevadas no Maciço da Pedra Branca, onde está localizada a área de estudo. Na baixada adjacente a este maciço, a distribuição espacial das estações ainda é esparsa.

A escolha por utilizar as acumuladas mensais de chuva de todas as estações do Sistema Alerta Rio instaladas no município, baseou-se na necessidade de considerar a influência de todos os fatores externos que interferem direta ou indiretamente no comportamento pluviométrico da área de estudo. Foram adotados os seguintes procedimentos metodológicos:

4.2.2.5.1 Levantamento de dados de chuva das estações pluviométricas do Sistema Alerta Rio e escolha do interpolador matemático.

Buscando-se conhecer o comportamento das acumuladas mensais de chuvas e a distribuição espacial da sua erosividade na área de estudo, fez-se uma consulta à página eletrônica do Sistema Alerta Rio⁸⁴ da Prefeitura do Rio de Janeiro para se obter os valores dessas acumuladas registrados nas 32 estações pluviométricas no período de dezembro de 1997 a abril de 2011 (disponível na internet). Em seguida, os valores das acumuladas mensais foram copiados para uma planilha eletrônica do Excel. Para cada uma das 32 estações foram calculados os valores médios mensais de chuva relativos ao período supracitado.

As coordenadas geográficas (latitude e longitude) e UTM (Datum SAD-69, Fuso 23) das estações pluviométricas, além da sua cota altimétrica (em metros), também estão disponibilizados na página eletrônica do Sistema Alerta Rio. Por meio das coordenadas UTM, foi possível gerar uma base cartográfica digital, em formato *shape*, com a localização espacial das 32 estações (Figura 21).

⁸⁴ Endereço eletrônico <http://www0.rio.rj.gov.br/alertario>

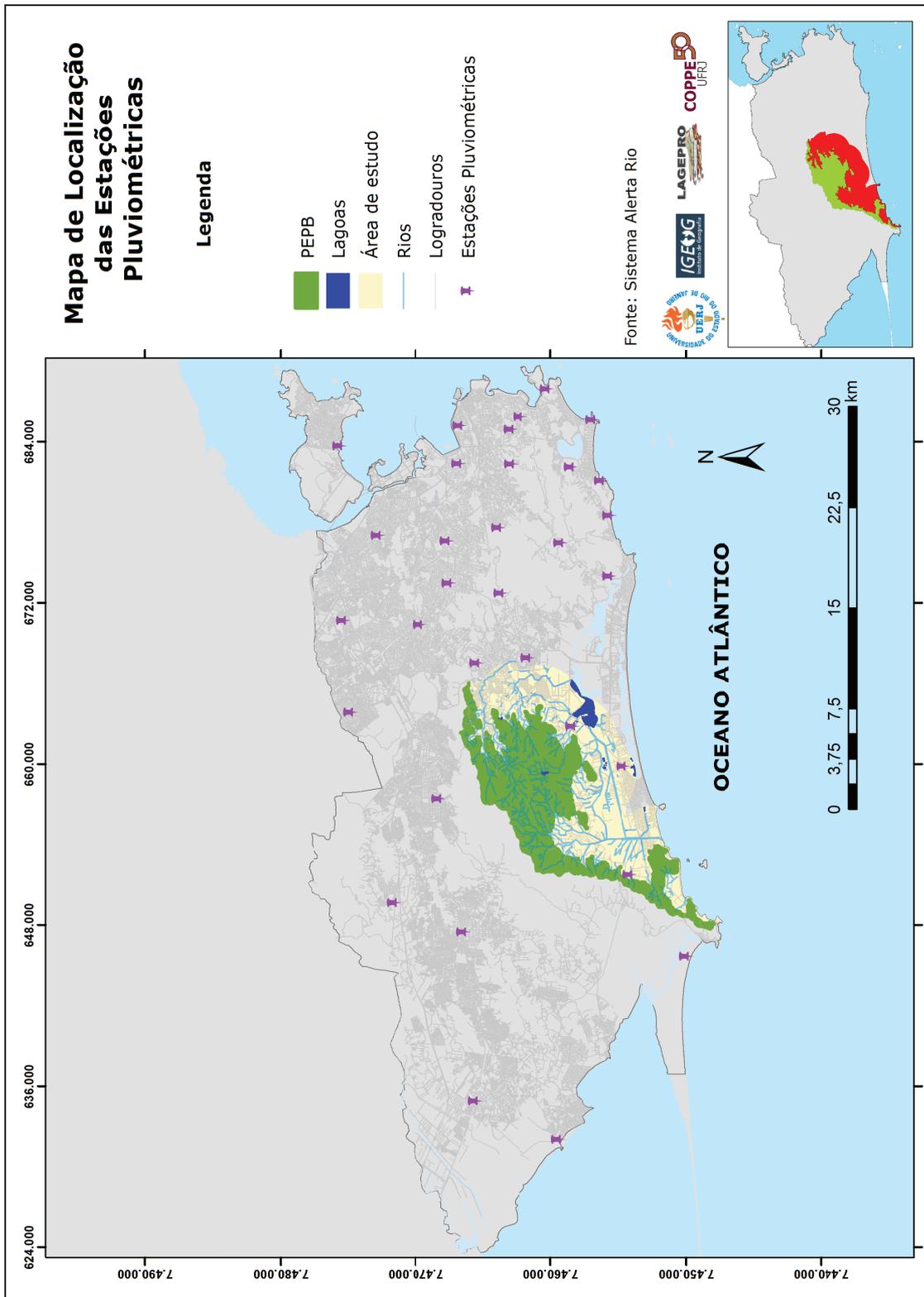


Figura 21 – Mapa de Localização das Estações Pluviométricas

A geração de um mapa temático digital com a distribuição espacial das acumuladas mensais na área de estudo foi feito por meio de interpolações a partir das medições registradas nas estações pluviométricas. Para isso, foi escolhido o método de interpolação matemática IDW (*Inverse Distance Weighted* – Ponderação do Inverso da Distância) por ser considerado simples, de rápido processamento computacional e bastante utilizado na espacialização da precipitação (WEI; MCGUINNESS, 1973).

O método de interpolação IDW é um dos mais usados para pontos espalhados espacialmente. Para determinar um valor para algum local não medido, o IDW usará os valores amostrados à sua volta, que terão um maior peso do que os valores mais distantes, ou seja, cada ponto possui uma influência no novo ponto, que diminui à medida que a distância aumenta. Esse método “determina os valores dos pontos usando uma combinação linear ponderada dos pontos amostrados. O peso de cada ponto é o inverso de uma função da distância”, isto é, admite-se que os pontos mais próximos influenciam mais fortemente do que aqueles mais afastados (MARCUIZZO et al., 2011, p. 796). O interpolador IDW é recomendado quando a variável a ser mapeada diminui com a distância na localização amostrada. Deste modo, qualquer valor de uma localização deverá ser estimado com base nos valores dos pontos mais próximos.

JAKOB; YOUNG (2006, p.9) afirmam que o método IDW “assume que a superfície possui uma variação local, e funciona melhor se os pontos amostrais estão igualmente distribuídos pela área, sem estarem concentrados em determinado local.”

Para o cálculo da interpolação do valor de um ponto por meio do método do IDW, utiliza-se a seguinte equação matemática, segundo MARCUZZO et al. (op.cit.):

$$Z(x) = \frac{\sum_{i=1}^n \omega_i Z(x_i)}{\sum_{i=1}^n \omega_i}$$

Onde, $Z(x)$ é o valor do ponto que se deseja interpolar; n é a quantidade de pontos próximos utilizados na interpolação do ponto x ; $Z(x_i)$ é o valor do ponto x_i ; e ω_i é o peso do valor de x_i sobre o ponto x . Para se determinar ω_i utiliza-se a seguinte equação matemática:

$$\omega_i = \frac{1}{h(x, x_i)^p}$$

Em que, $h(x, x_i)$ é a distância entre o ponto x , e o ponto x_i ; e p é o parâmetro de potência, geralmente igual a dois. Segundo Marcuzzo et al. (op.cit., p.796)

“Parâmetros de potência maiores enfatizam pontos mais próximos, tornando o resultado menos suave. Parâmetros de potência menores enfatizam pontos mais distantes, tornando o resultado mais suave, porém menos preciso.”

Um padrão de espacialização, que é frequente quando aplicado o interpolador matemático IDW, é a formação de muitas “ilhas” de dados, áreas pequenas envoltas por áreas maiores de valores diferentes de precipitação. Isto ocorre porque a região ao redor de um ponto com dados será influenciada praticamente apenas por ele, podendo gerar tais “ilhas” ao redor de pontos com dados.

4.2.2.5.2 Aplicação do interpolador matemático IDW para análise das acumuladas médias mensais na área de estudo.

O interpolador IDW, disponível na caixa de ferramenta (*Tools Box*) *Interpolation*, vinculada à extensão *Spatial Analyst Tools* do ARCGIS 10, foi utilizado para realizar a interpolação dos dados de acumuladas mensais de chuva das 32 estações pluviométricas no período de dezembro de 1997 a dezembro de 2011.

A necessidade de gerar o mapa com a distribuição espacial das acumuladas médias mensais baseou-se na carência de estações pluviométricas que compõem a rede do Sistema Alerta Rio. Atualmente, em toda a cidade, só há uma estação pluviométrica da rede localizada em posição altimétrica elevada capaz de registrar as chuvas orográficas provocadas por ventos úmidos vindos de sudoeste e do sul. Trata-se da estação do Alto da Boa Vista no Maciço da Tijuca. Como no Maciço da Pedra Branca somente existem estações pluviométricas na área de baixada no seu entorno, os valores dos totais pluviométricos em toda a sua extensão precisam ser estimados. Em outras palavras, a ausência de pluviômetros em partes elevadas das encostas do Maciço da Pedra Branca faz com que as extrapolações sejam subestimadas. Inseridas no recorte espacial da área de estudo, na área de baixada, estão apenas as estações pluviométricas Tanque, Cidade de Deus, Riocentro e Grota Funda.

A partir dos valores médios mensais de chuva organizados na planilha eletrônica, foram feitas interpolações que resultaram em 169 mapas de superfície, em formato

matricial, para cada mês inserido no período de dezembro de 1997 a dezembro de 2011. Posteriormente, apenas nos mapas de superfície referentes aos meses de dezembro a abril⁸⁵ de cada ano foi extraído o polígono com o recorte da área de estudo. A ferramenta *Map Algebra* (Álgebra de mapas) do ARCGIS 10 foi utilizada para calcular a média das acumuladas mensais dos pixels inseridos no polígono, totalizando 70 médias, presentes no Quadro 45 do Capítulo 5.

Com base nessas médias, partiu-se para a elaboração da distribuição estatística das frequências no período considerado, de modo a definir dois aspectos essenciais para elaboração de mapas de distribuição das acumuladas médias mensais de chuva: o número de classes presentes na legenda e a amplitude de cada classe.

Sob o ponto de vista estatístico, não existe uma regra obrigatória definida para a escolha do número de classes de uma distribuição. Optou-se por aplicar a fórmula da raiz quadrada, na qual $k =$ maior número inteiro, menor ou igual à \sqrt{n} . As 70 médias constituíram o tamanho da amostra (n) considerado para a análise da distribuição estatística das frequências. A partir de n , o número de classes e a amplitude das mesmas foram estabelecidos aplicando-se a fórmula da raiz quadrada:

$$k = \sqrt{70}$$

Onde, k representa o número de classes, que foi aproximado para oito.

A amplitude de cada classe (a) foi definida do seguinte modo:

$$a = (ls - li)/k$$

Onde, ls é o maior valor registrado de acumulada média mensal de chuva na amostra e li é o menor valor registrado, ambos extraídos do Quadro 45. Assim:

$$a = (437,49 - 6,4)/8$$

$$a = 53,89$$

$$a \sim 55$$

O valor de “ a ” foi aproximado para 55 mm para se determinar o tamanho dos intervalos de classe.

A partir do conhecimento do número de classes e da amplitude das mesmas, foram estabelecidos os limites inferior e superior de cada intervalo de classe: 0 - 55 mm;

⁸⁵ Os meses de dezembro a abril são aqueles que apresentam, durante o ano, os maiores valores de médias mensais de chuva. Esses meses também aparecem nas planilhas da Defesa Civil Municipal como aqueles que reúnem o maior número de registros de ocorrências relacionadas a processos de movimentos de massa nas encostas.

56 - 110 mm; 111 - 165 mm; 166 - 220 mm; 221 - 275 mm; 276 - 330 mm; 331 - 385 mm; 386 - 440 mm.

Uma vez definidos os intervalos de classe das médias das acumuladas mensais de chuva, foram calculadas as frequências absoluta, acumulada e relativa (%) para cada intervalo e elaborado o histograma (Gráfico 2) que mostra as frequências relativas (eixo *y*) dos intervalos de classe das acumuladas médias mensais (dispostos no eixo *x*).

Foram contabilizadas também as frequências absolutas, acumuladas e relativas das ocorrências de movimentos de massa⁸⁶ referentes aos intervalos de classe das acumuladas médias mensais, dando origem a um novo histograma (Gráfico 12). A análise do Gráfico 12 está descrita no item 5.4.1 do Capítulo 5.

4.2.2.5.3 Elaboração do Mapa de Erosividade

A precipitação pluvial provoca impacto na superfície do solo, podendo gerar, direta ou indiretamente, a remoção de partículas por meio do escoamento superficial. Esse potencial das chuvas em provocar erosão constitui “um dos fatores mais importantes para avaliação da erosão hídrica dos solos que pode ser obtida através de modelos de predição, avaliado por meio de índices de erosividade.” (SANTANA et al., 2006, p. 2).

TOMMASELLI et al. (1997 apud SANTANA et al., 2006), com base em 19 anos de registros de precipitação pluvial (1973 a 1991) em Presidente Prudente, desenvolveram uma proposta de índice de erosividade com base na intensidade e na energia cinética das chuvas e das médias mensais e anuais de precipitação, por meio da seguinte equação:

$$EI_{30} = 111,6 * (p / P)^{0,714}$$

Onde:

EI_{30} representa a Erosividade ou a energia cinética de impacto das gotas (E_c) com a intensidade máxima em 30 minutos (I_{30});

p é a precipitação média mensal do mês, em mm; e

P é a precipitação média anual, em mm.

⁸⁶ Para se obter a frequência de movimentos de massa foram agregadas as frequências das ocorrências de deslizamento de encostas, desabamentos, rolamento de rochas, queda de muro de arrimo/contenção e sollicitação de providências junto à GEORIO.

Por meio dessa equação, foi calculada a erosividade das chuvas ocorridas na área de estudo no período de 1997 a 2011, considerando-se apenas a época de maiores volumes de chuvas, i. e., os meses de dezembro a abril (exceto dezembro de 1997, devido à não disponibilidade do dado).

Os procedimentos adotados usaram como suporte a ferramenta *Raster Calculator* da caixa de ferramentas (*Tools Box*) *Map Algebra*, vinculada à extensão *Spatial Analyst Tools* do ARCGIS 10.

Buscando-se obter o valor de "p", ou seja, a precipitação média mensal histórica do mês de janeiro, por exemplo, foram incluídos na ferramenta *Map Algebra* os mapas de superfície de todos os meses de janeiro do período de 1997 a 2011. Foi realizada a soma dos mapas e o resultado foi dividido por 14 (anos de registros):

$[m\u00e9dia_jan_1997 + m\u00e9dia_jan_1998 + \dots + m\u00e9dia_jan_2011]/14 = m\u00e9dia\ hist\u00f3rica\ de\ janeiro\ (E_{JAN})$

O resultado obtido foi uma nova base cartogr\u00e1fica (em formato matricial) representando a distribui\u00e7\u00e3o espacial da m\u00e9dia pluviom\u00e9trica hist\u00f3rica referente ao m\u00eas de janeiro. O mesmo procedimento foi realizado para os demais meses do ano e, ao final, foram geradas 5 (cinco) bases cartogr\u00e1ficas, cada uma representando a m\u00e9dia hist\u00f3rica de cada m\u00eas (dezembro a abril).

Para calcular a erosividade relativa ao m\u00eas de janeiro (E_{jan}), utilizou-se a equa\u00e7\u00e3o proposta por TOMMASELLI et al. (1997), na qual no lugar de **p** colocou-se a m\u00e9dia hist\u00f3rica calculada para janeiro e em **P** atribuiu-se o valor da precipita\u00e7\u00e3o m\u00e9dia do per\u00edodo chuvoso de 1997 a 2011. Do mesmo modo, foram calculados os \u00edndices de erosividade para cada m\u00eas do ano. A referida equa\u00e7\u00e3o tamb\u00e9m foi lan\u00e7ada na ferramenta *Map Algebra*, que gerou como resultado uma nova base cartogr\u00e1fica matricial com a distribui\u00e7\u00e3o espacial da Erosividade de janeiro. O mesmo procedimento foi repetido para os meses dezembro, fevereiro, mar\u00e7o e abril.

Para obter a erosividade m\u00e9dia total da chuva relativa ao per\u00edodo hist\u00f3rico, foram utilizadas no c\u00e1lculo as cinco bases cartogr\u00e1ficas matriciais das erosividades m\u00e9dias mensais geradas, considerando-se todos os meses de janeiro de 1997 a dezembro de 2011:

$$E_{M\u00c9DIA} = (E_{DEZ} + E_{JAN} + E_{FEV} + E_{MAR} + E_{ABR})/5$$

O mapa de erosividade relativo ao per\u00edodo hist\u00f3rico considerado est\u00e1 descrito no subitem 5.1.8 do Cap\u00edtulo 5.

4.2.2.6 Elaboração de Mapas Temáticos de Saneamento Ambiental a partir de dados do Censo Demográfico 2010.

Conforme já apontado no Capítulo 2, a parcela mais pobre da população é a mais vulnerável e, em geral, habita locais inadequados, sem acesso a serviços essenciais de saneamento ambiental – redes gerais de água e de esgoto e de serviço de coleta direta ou indireta de lixo. Por não contar com esses serviços básicos, esses moradores acabam jogando esgoto, de forma desordenada encosta abaixo, causando erosão superficial hídrica, infiltração, acúmulo de água no solo, o que contribui para o desencadeamento de movimentos de massa. Da mesma forma, o lançamento de lixo em terrenos baldios nas encostas aumenta o peso sobre a superfície do solo e o poder de arraste e de remoção de grande volume de materiais, podendo também contribuir para a ocorrência de movimentos de massa. Principalmente no trimestre de verão, a parcela mais pobre da população fica exposta, de modo frequente, a riscos iminentes de movimentos de massa, podendo sofrer perdas materiais e de vidas.

Em fevereiro de 2012, o IBGE disponibilizou a base digital da malha censitária⁸⁷ do Estado do Rio de Janeiro e o banco de dados correspondente, relativos ao Censo Demográfico de 2010. As variáveis selecionadas no banco de dados referiam-se aos seguintes aspectos:

- a) saneamento ambiental - domicílios particulares permanentes⁸⁸ ligados às redes gerais de água e de esgoto e que com acesso aos serviços de coletas direta⁸⁹ e indireta⁹⁰ de lixo.
- b) situação do domicílio – domicílios situados em áreas classificadas como aglomerados subnormais;

A unidade espacial mínima considerada para coleta e registro dos dados do Censo Demográfico é o setor censitário. Com base nos valores das variáveis por setor censitário, é possível gerar mapas digitais que revelem a distribuição espacial das condições demográficas e domiciliares de forma mais detalhada, atingindo a escala intra-urbana de análise e de representação cartográfica. Tal aspecto permite ao

⁸⁷ O arquivo digital da malha censitária do Rio de Janeiro em formato *shape* e a respectiva tabela de atributos referentes ao Censo Demográfico – 2010 são disponibilizados para *download* na página eletrônica do IBGE (www.ibge.gov.br).

⁸⁸ Domicílio é o local estruturalmente separado e independente que se destina a servir de habitação a uma ou mais pessoas, ou que esteja sendo utilizado como tal. Domicílio Particular Permanente representa o domicílio construído para servir, exclusivamente, à habitação e, na data de referência, tinha a finalidade de servir de moradia a uma ou mais pessoas (IBGE, 2011).

⁸⁹ O lixo é recolhido diretamente por caminhões.

⁹⁰ O lixo é depositado em caçambas, as quais são posteriormente esvaziadas.

pesquisador verificar diferenças internas existentes nos bairros quanto às variáveis consideradas, por meio da análise comparativa entre os setores censitários.

Após serem obtidos na página eletrônica do IBGE os arquivos da malha censitária do Estado do Rio de Janeiro e da tabela de atributos dos setores correspondentes, foi necessário realizar a junção dos dois por meio de um procedimento chamado *join*⁹¹ no ARCGIS (APÊNDICE C).

4.2.2.6.1 Seleção de setores censitários e cálculos percentuais relativos às variáveis escolhidas por meio de SIG.

Utilizando-se o ARCGIS (ferramenta *Select by Attributes*), selecionou-se apenas os setores censitários que estavam incluídos nos bairros inseridos total ou parcialmente no polígono da área de estudo (Figura 22).

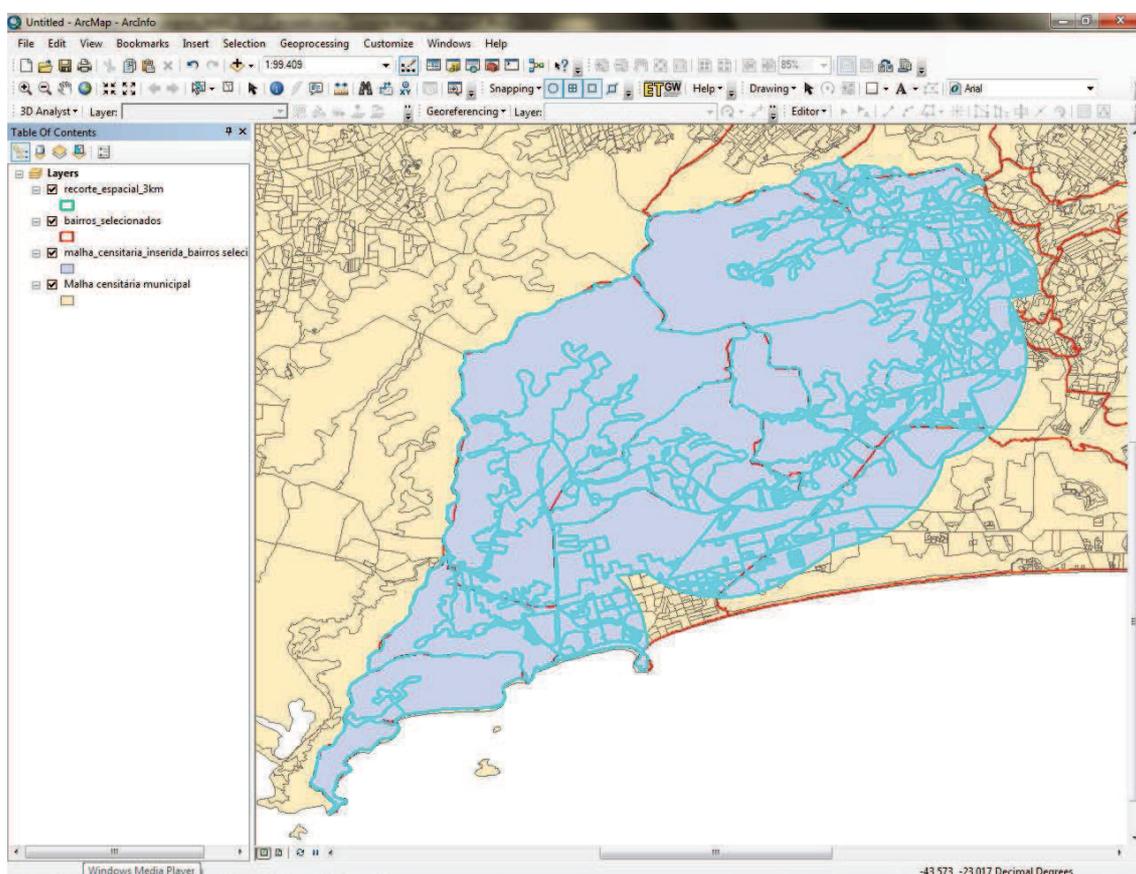


Figura 22 – Tela do ARCGIS mostrando o procedimento de seleção dos setores censitários inseridos na área de estudo.

⁹¹ O procedimento *join* é necessário para relacionar os arquivos da malha censitária digital e da tabela de atributos. No entanto, houve uma dificuldade inicial para executar este procedimento, porque na coluna de identificação (*Geocod*) da malha censitária os setores censitários estavam em formato numérico, enquanto na tabela de atributos a identificação de cada setor censitário foi inserida em formato texto. Para executar o *join* entre os arquivos da malha censitária e da tabela de atributos relacionados é preciso que ambos possuam a mesma formatação; caso contrário, não será possível a elaboração dos mapas temáticos.

Após a junção da malha censitária à respectiva tabela de atributos, foram escolhidas apenas as colunas referentes às variáveis supracitadas. Na tabela de atributos foi criada uma nova coluna com os valores percentuais calculados para cada variável, os quais foram distribuídos espacialmente gerando os mapas temáticos digitais relacionados às variáveis de saneamento ambiental. Com isso, foi possível fazer análises comparativas entre os setores censitários, identificando aqueles mais críticos quanto às condições de saneamento ambiental e cujos domicílios estão localizados em áreas de aglomerados subnormais.

A título de exemplo, para se obter o percentual a ser incluído na nova coluna “domicílios com abastecimento proveniente da rede geral de água”, utilizou-se o comando “*Field Calculator*” do ARCGIS para efetuar o seguinte cálculo:

$$X\% = V012 \div V002 \times 100$$

Onde:

X = valor percentual relativo à variável

V010 = domicílios ligados à rede geral de água;

V002 = total de domicílios particulares permanentes.

O mesmo procedimento foi realizado para se calcular os valores percentuais (X%) de domicílios particulares permanentes (V002) com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial (V017):

$$X\% = V017 \div V002 \times 100$$

Da mesma forma foram calculados os percentuais (X%) de domicílios particulares permanentes (V002) com lixo coletado direta ou indiretamente por serviço de limpeza urbana (V036 e V037, respectivamente):

$$X\% = [(V036+V037) \div V002] \times 100$$

4.2.2.6.2 Geração dos mapas quanto às condições de saneamento ambiental dos domicílios particulares permanentes.

Utilizando-se o ARCGIS, foram gerados os histogramas com a distribuição estatística da frequência de setores censitários (eixo y) entre 0 e 100% (eixo x) para as variáveis apresentadas anteriormente. Com base na observação dos formatos dos

histogramas e aplicando-se o método de classificação da Quebra Natural⁹² (*Natural Breaks*), foram estabelecidos o número e o tamanho dos intervalos de classes que comporiam a legenda de cada mapa temático a ser elaborado, como mostra a Figura 23.

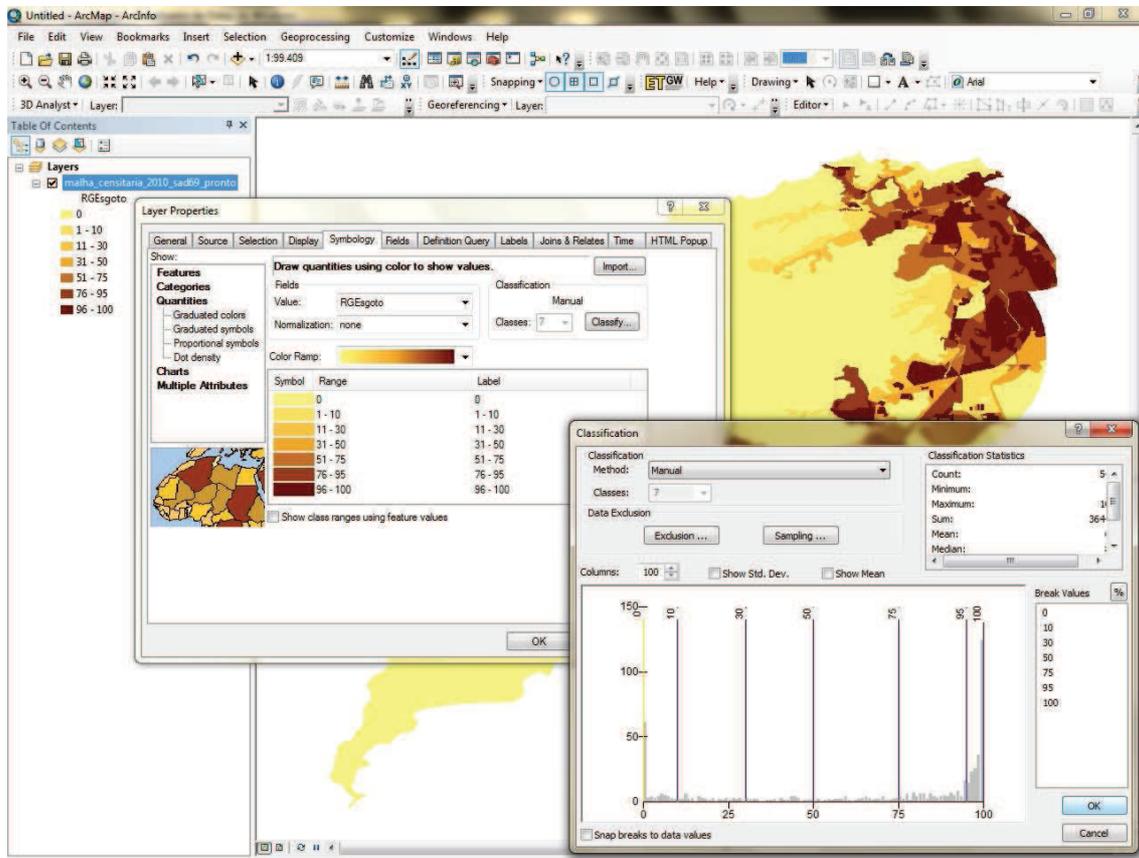


Figura 23 – Tela do ARCGIS mostrando o procedimento para análise do histograma, definição do número e da amplitude das classes do mapa.

De um modo geral, os padrões de distribuição da frequência de setores ao longo dos histogramas foram bem similares, mostrando elevado número de setores (eixo y – frequência) concentrado acima de 90%, evidenciando que a maioria dos domicílios em seu interior tem acesso a serviços de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e de coleta de lixo.

Quanto à definição do número de classes, procurou-se, inicialmente, estabelecer, no mínimo, cinco e, no máximo oito, pois um número reduzido de classes (inferior a quatro) acarreta uma generalização dos dados e um número elevado (acima de oito) subdivide demais a distribuição, gerando mapas de difícil compreensão (CRUZ; PINA, 1999).

⁹² O método *Natural Breaks* ou método de Jenks divide as classes de frequência em agrupamentos naturais dos dados, e em sequência, define a quantidade de classes e suas respectivas amplitudes (tamanho dos intervalos de dados). As ocorrências são divididas em classes de frequência, cujos limites são estabelecidos onde existem grandes disparidades ou discontinuidades entre os valores (FILHO-FRANCISCO, 2004 *apud* ÂNGELO, 2008).

Optou-se por isolar a classe de 0% em todos os mapas temáticos gerados, de modo a evidenciar os setores caracterizados por domicílios com ausência absoluta de serviços de saneamento ambiental. As demais classes foram definidas a partir da marcação das descontinuidades estatísticas nas distribuições de frequências dos histogramas. Além disso, optou-se também por subdividir a classe acima de 90%, que apresentava elevadíssima frequência em todos os histogramas. Com base nos critérios apresentados, foram estabelecidos os seguintes intervalos de classe que compuseram as legendas dos mapas temáticos que foram posteriormente gerados:

a) Mapa dos Domicílios com abastecimento proveniente da rede geral de água (Figura 37 do Capítulo 5).

Classes	0%	1 a 15%	16 a 30%	31 a 50%	51 a 70%	71 a 85%	86 a 95%	96 a 100%
----------------	----	------------	-------------	-------------	-------------	----------	-------------	--------------

b) Mapa dos Domicílios com esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial (Figura 38 do Capítulo 5).

Classes	0%	1 a 10%	11 a 30%	31 a 50%	51 a 75%	76 a 95%	96 a 100%
----------------	----	------------	-------------	-------------	-------------	-------------	--------------

c) Mapa dos Domicílios com coletas direta e indireta do lixo por serviço de limpeza urbana (Figura 39 do Capítulo 5).

Classes	0%	1 a 30%	31 a 60%	61 a 90%	91 a 95%	96 a 100%
----------------	----	------------	-------------	-------------	-------------	--------------

O Mapa de Localização dos Aglomerados subnormais⁹³ (Figura 36 do Capítulo 5) foi sobreposto a cada um desses mapas temáticos relacionados ao saneamento ambiental. O objetivo dessa sobreposição foi verificar a situação atual das condições de saneamento ambiental nas áreas de habitação popular.

Os mapeamentos gerados e as análises acerca deles estão apresentadas no subitem 5.3.5 do Capítulo 5.

4.2.3 Análises multicritério para avaliação ambiental de risco de ocorrência de movimentos de massa.

Como já explicitado no subitem 2.7 do Capítulo 2, a determinação dos diferentes níveis de risco de ocorrência de movimentos de massa e dos fatores que os

⁹³ O Mapa de Aglomerados subnormais identifica os setores censitários ocupados por unidades habitacionais em habitação populares.

condicionam, foi viabilizada por meio de análises multicritério, executadas no módulo de Avaliação Ambiental Direta, disponível no SAGA/UFRJ. Antes de realizar as análises multicritério propriamente ditas, alguns procedimentos precisaram ser seguidos, conforme descrição abaixo:

4.2.3.1 Conversão dos mapas temáticos digitais em formato *shape* (ARCGIS) para o formato próprio do SAGA/UFRJ.

A análise multicritério foi precedida pela construção de uma árvore de decisão (Figura 24), contendo os mapas temáticos digitais levados em consideração na avaliação de Risco de Ocorrência de movimentos de massa:

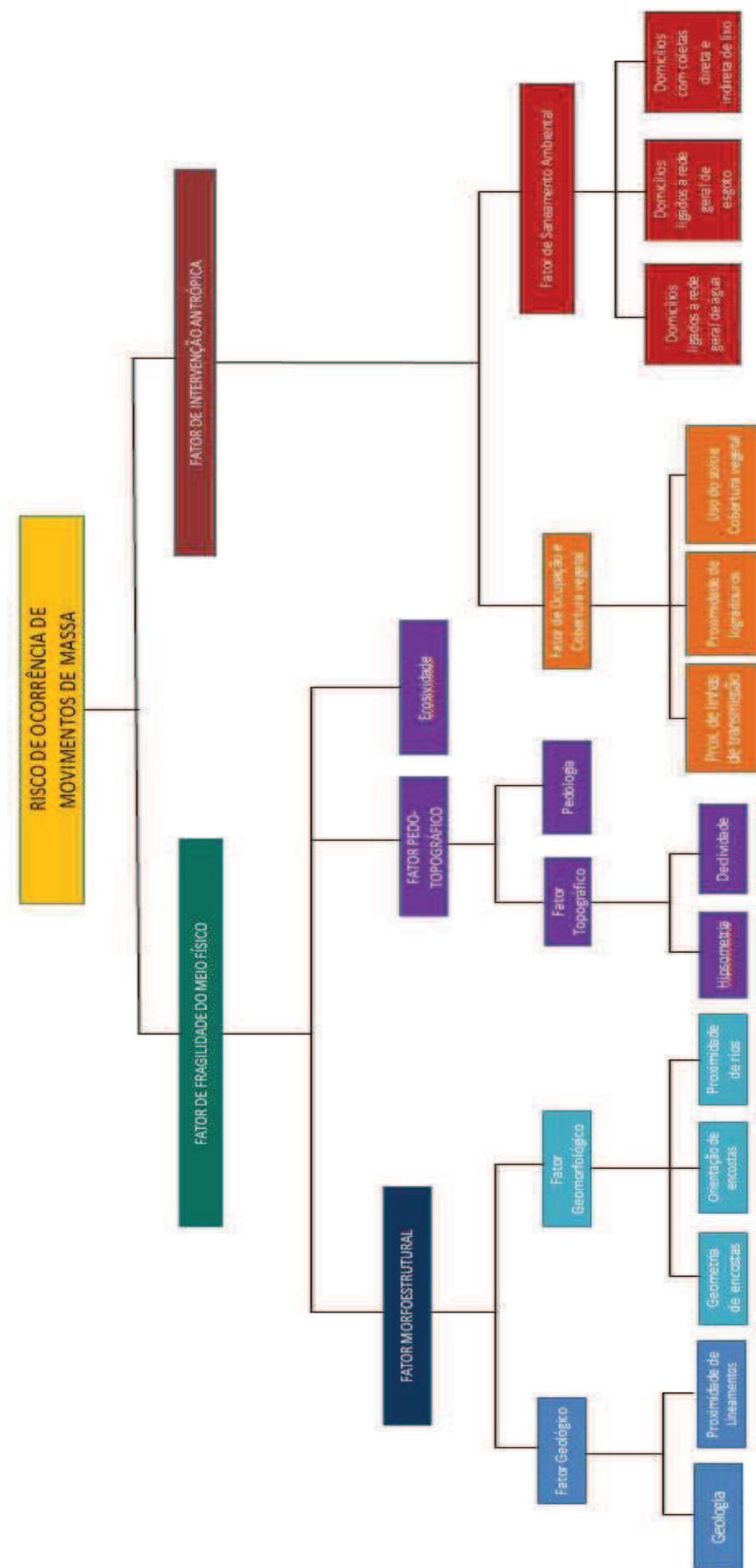


Figura 24 – Árvore de Decisão norteadora das análises de multicritério

Na parte inferior da Figura 24, estão os mapas temáticos digitais, que correspondem aos condicionantes ambientais considerados nas análises multicritério de diferentes fatores associados ao risco de movimentos de massa. Esses mapas temáticos digitais foram gerados por meio do ARCGIS 10, em formato vetorial.

Em um segundo momento, foram convertidos no ARCGIS (exportados para o formato tif não georreferenciado) e depois georreferenciados no formato matricial (*raster*) do SAGA/UFRJ. Tal procedimento foi necessário para viabilizar as análises multicritério do risco de ocorrência de movimentos de massa e de seus fatores condicionantes. O SAGA somente opera as avaliações com planos de informação em formato raster próprio (extensão *rs2*), por isso foi necessária a conversão de formatos. O passo a passo para essa conversão está descrito no APÊNDICE D.

4.2.3.2 Assinaturas Ambientais dos mapas temáticos digitais em formato *raster*

O procedimento de Assinatura Ambiental, inserido na proposta metodológica do SAGA/UFRJ (Figura 25) descrita no item 2.7.3 do Capítulo 2, foi realizado com objetivo de identificar as características ambientais correspondentes às áreas de cicatrizes de movimentos de massa – desencadeadas pelas chuvas em fevereiro de 1996 - e suas respectivas faixas de proximidade (*buffers*) de 100 metros (conforme COSTA, 2002) distribuídas pelas bacias hidrográficas abrangidas pela área de estudo (Figura 57). O cotejo dessas cicatrizes e respectivas faixas de proximidade de 100 metros com as características ambientais foi importante para se identificar quais dentre essas características representaram condicionantes para o desencadeamento de movimentos de massa na área de estudo. Além disso, a assinatura ambiental permitiu obter os valores em hectares das áreas abrangidas pelas características ambientais inseridas nas extensões das cicatrizes e respectivas faixas de proximidade de 100 metros.

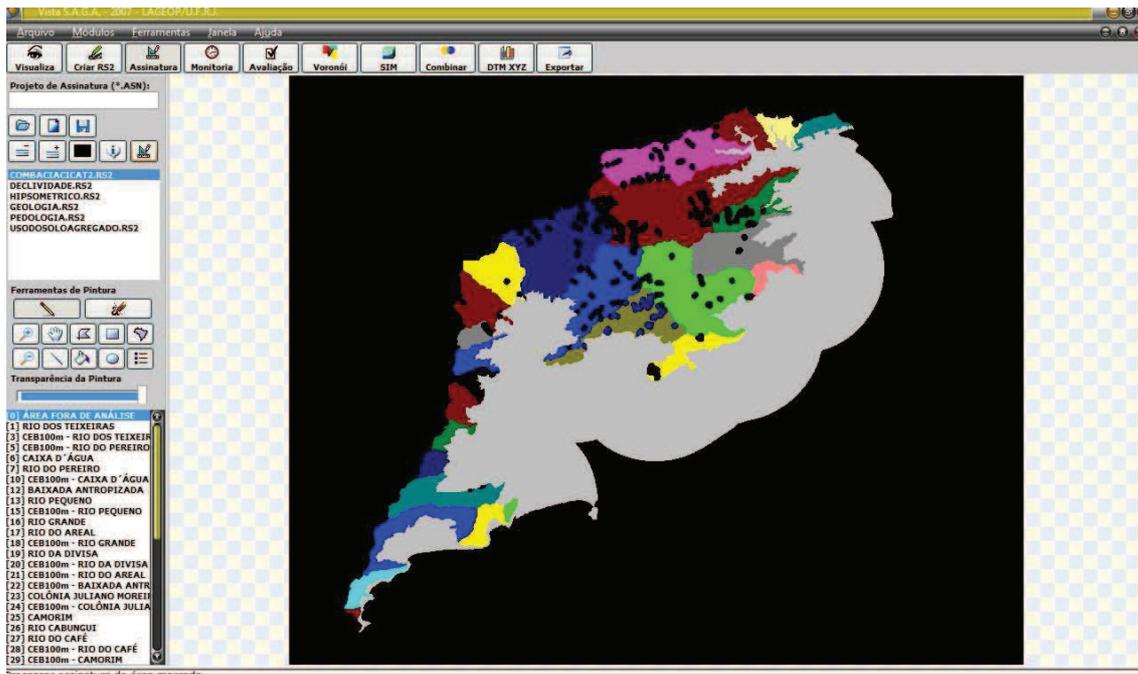


Figura 25– Tela do procedimento de Assinatura Ambiental do SAGA/UF RJ com as áreas a serem assinadas no interior da área de estudo marcadas em preto

Primeiramente, foi realizada a ferramenta “Combinar mapas”, disponível no SAGA/UF RJ (Figura 26).

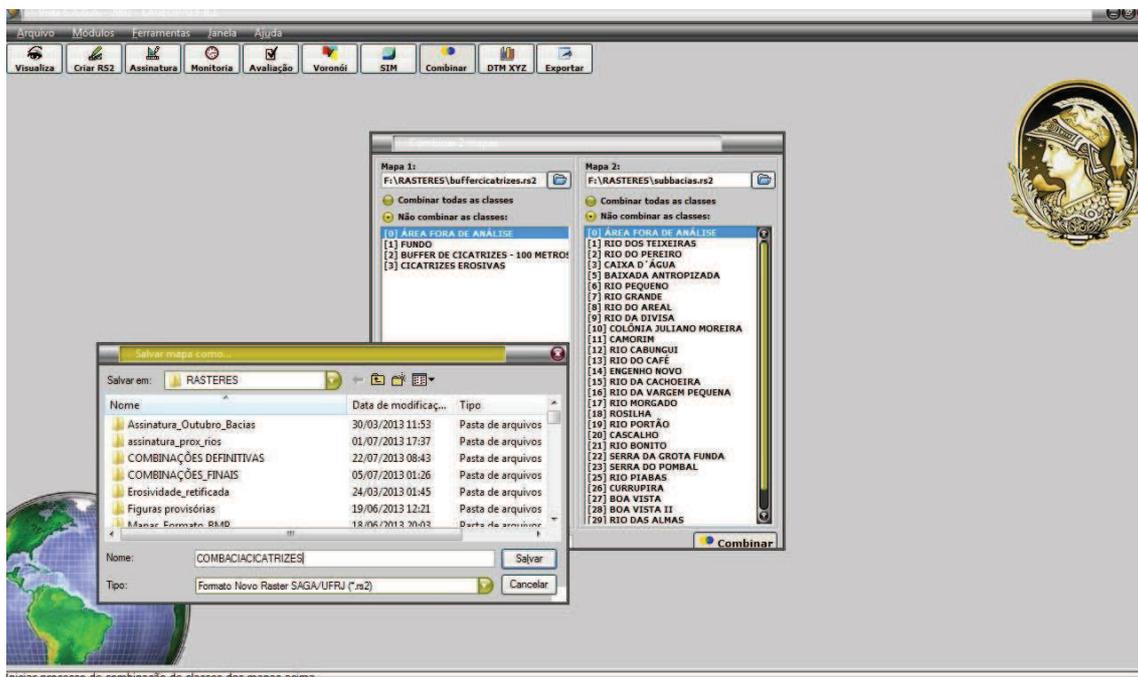


Figura 26 – Tela do procedimento de “Combinar mapas” do SAGA/UF RJ

Como o nome já sugere, essa ferramenta “Combinar mapas” viabiliza a combinação das legendas de dois mapas distintos para gerar um novo arquivo *raster*. Nesse caso específico, a legenda do arquivo *raster* resultante evidenciou as cicatrizes de movimentos de massa e respectivas faixas de proximidade de 100 metros distribuídas

por bacias hidrográficas (Figura 57). Desse modo, pôde-se observar o padrão de distribuição espacial dessas cicatrizes, muitas das quais foram desencadeadas próximas aos interflúvios, enquanto outras foram abertas em concavidades acentuadas, cuja geometria favorece a concentração de fluxos superficiais.

O arquivo *raster* resultante da referida combinação foi sobreposto⁹⁴ aos seguintes *rasteres*: declividade, hipsometria, geometria de encostas, orientação de encostas, geologia, pedologia, uso do solo e cobertura vegetal, erosividade, proximidade de lineamentos, proximidade de rios e proximidade de logradouros.

O tipo de Assinatura Ambiental executado no SAGA foi “*por categoria*” (neste caso, as categorias selecionadas e consideradas em conjunto foram as cicatrizes de movimentos de massa e respectivas faixas de proximidade de 100 metros). Esse procedimento foi realizado separadamente em cada uma das bacias hidrográficas inseridas na área de estudo. Os resultados obtidos foram arquivos em formato *txt*, nos quais estão dispostas as planimetrias em hectares (ha), em número de *pixels* e em valores percentuais das características ambientais correspondentes às extensões das categorias assinadas em cada bacia hidrográfica, como pode ser observado o exemplo no APÊNDICE E.

A análise dos arquivos em *txt* permitiu separar as bacias hidrográficas da área de estudo em três grupos, conforme os percentuais de suas extensões atingidos pelas cicatrizes de movimentos de massa e respectivas faixas de proximidade de 100 metros: o primeiro, formado por bacias hidrográficas onde não foram desencadeadas cicatrizes de movimentos de massa em fevereiro de 1996; o segundo, composto por bacias que tiveram de 2 a 10 % de suas áreas comprometidos pelas cicatrizes de movimentos de massa e respectivas faixas de proximidade de 100 metros; e o terceiro, no qual foram reunidas as bacias hidrográficas que mais foram atingidas pelas cicatrizes, as quais abrangeram mais de 10% das áreas totais das bacias.

As bacias do segundo e do terceiro grupos tiveram as proporções (em %) das características ambientais planimetradas na Assinatura Ambiental plotadas em 09 gráficos, gerados no Microsoft Excel. Os gráficos 03 a 11 são exemplos desses resultados. No eixo *x* foram dispostas as características ambientais e no eixo *y* os

⁹⁴ Devido à uma limitação quanto ao número de arquivos *rasteres* que podem ser sobrepostos concomitantemente no SAGA, a Assinatura Ambiental foi realizada com dois grupos diferentes de arquivos *rasteres* referentes às características ambientais.

percentuais das respectivas áreas em relação à extensão das cicatrizes de movimentos de massa e respectivas faixas de proximidade de 100 metros.

A análise dos gráficos possibilitou identificar as categorias das legendas de cada mapa temático digital incluído, as quais apareceram com maiores percentuais correspondentes à área assinada; em outras palavras, mostrou quais foram as categorias ambientais que caracterizam as áreas onde ocorreram em 1996 as cicatrizes de movimentos de massa e respectivas faixas de proximidade de 100 metros, comportando-se, a princípio, como condicionantes desses processos.

Com base nas análises dos gráficos e nas consultas feitas a especialistas dos conteúdos mapeados, foram atribuídos os pesos e notas, respectivamente, aos mapas temáticos digitais e às suas categorias nas legendas, considerando-se a sua maior ou menor relação com o desencadeamento de movimentos de massa.

4.2.3.3 Aplicação de análises multicritério por meio do módulo de Avaliação Ambiental do SAGA/UFRJ

Observando-se novamente a Figura 24, verifica-se que de dois a três condicionantes (mapas temáticos em formato *raster*) participaram de cada uma das análises multicritério⁹⁵ que resultaram nos mapas temáticos digitais dos fatores Geológico, Geomorfológico, Topográfico, de Ocupação e Cobertura Vegetal e de Saneamento Ambiental. Os dois primeiros, após nova avaliação ambiental, originaram o Fator Morfoestrutural. O Fator Topográfico, submetido à outra análise multicritério em conjunto com o Mapa de Pedologia, gerou o Fator Pedo-topográfico. Uma nova avaliação ambiental, considerando os fatores de Ocupação e Cobertura Vegetal e de Saneamento Ambiental, resultou no Fator de Intervenção Antrópica. Os fatores Morfoestrutural, Pedo-topográfico, analisados de modo integrado juntamente com o Mapa de Erosividade, originou o Fator de Fragilidade do Meio físico. Por fim, mais uma avaliação ambiental integrada foi realizada, considerando-se os fatores de Fragilidade do Meio físico e de Intervenção Antrópica, o que trouxe como resultado o mapa temático digital de Riscos de Ocorrência de Movimentos de Massa. Todos os fatores resultantes das avaliações ambientais executadas no SAGA/UFRJ representam mapas temáticos digitais no formato *raster* próprio (*rs2*).

⁹⁵ As análises multicritério foram realizadas por meio do módulo de Avaliação Ambiental do SAGA/UFRJ.

Para executar o módulo de Avaliação Ambiental Direta⁹⁶, foram analisados os gráficos gerados a partir do procedimento de Assinatura Ambiental (gráficos 3 a 11), o que permitiu aferir os pesos e as notas, respectivamente, aos mapas temáticos digitais e às categorias ambientais presentes nas suas legendas. O módulo de Avaliação Ambiental Direta foi aplicado para gerar todos os mapas *rasteres* de fatores (Figuras 42 a 50) e o mapa final com a distribuição espacial dos riscos de ocorrência de movimentos de massa (Figura 51).

4.2.3.3.1 Atribuição dos pesos aos mapas temáticos digitais na Avaliação Ambiental Direta dos Fatores condicionantes e do Risco de Ocorrência de movimentos de massa

Com base no Método *Delphi*, já explicitado no subitem 2.6.6 do Capítulo 2, os pesos, variando de 0 a 100 %, foram atribuídos aos mapas temáticos digitais, conforme o entendimento quanto à sua menor ou maior relevância em relação à construção de fatores capazes de desencadear os movimentos de massa.

A seguir, são apresentados os quadros com os pesos atribuídos aos mapas temáticos digitais nas avaliações ambientais diretas para geração dos mapas temáticos dos fatores por meio do SAGA/UFRJ (Quadros 7 a 16):

FATOR GEOLÓGICO	
Mapa Temático Digital	Peso (0 a 100 %)
Geologia	70
Proximidade de Lineamentos	30

Quadro 7 – Pesos atribuídos aos mapas temáticos digitais na Avaliação Ambiental Direta do Fator Geológico

FATOR GEOMORFOLÓGICO	
Mapa Temático Digital	Peso (0 a 100 %)
Geometria de Encosta	40
Orientação de Encosta	40
Proximidade de rios	20

Quadro 8 – Pesos atribuídos aos mapas temáticos digitais na Avaliação Ambiental Direta do Fator Geomorfológico

FATOR MORFOESTRUTURAL	
Mapa Temático Digital	Peso (0 a 100 %)
Fator Geológico	50
Fator Geomorfológico	50

Quadro 9 – Pesos atribuídos aos mapas temáticos digitais na Avaliação Ambiental Direta do Fator Morfoestrutural

⁹⁶ Para este o procedimento de Avaliação Ambiental Direta foram utilizados os mesmos mapas temáticos digitais considerados na Assinatura Ambiental.

FATOR TOPOGRÁFICO	
Mapa Temático Digital	Peso (0 a 100 %)
Declividade	60
Hipsometria	40

Quadro 10 – Pesos atribuídos aos mapas temáticos digitais na Avaliação Ambiental Direta do Fator Topográfico

FATOR PEDO-TOPOGRÁFICO	
Mapa Temático Digital	Peso (0 a 100 %)
Fator Topográfico	50
Pedologia	50

Quadro 11 – Pesos atribuídos aos mapas temáticos digitais na Avaliação Ambiental Direta do Fator Pedo-topográfico

FATOR DE FRAGILIDADE DO MEIO FÍSICO	
Mapa Temático Digital	Peso (0 a 100 %)
Fator Morfoestrutural	35
Fator Pedo-topográfico	35
Erosividade	30

Quadro 12 – Pesos atribuídos aos mapas temáticos digitais na Avaliação Ambiental Direta do Fator de Fragilidade do meio físico

FATOR DE OCUPAÇÃO E COBERTURA VEGETAL	
Mapa Temático Digital	Peso (0 a 100 %)
Proximidade de logradouros	25
Proximidade de linhas de transmissão	25
Uso do Solo e Cobertura Vegetal	50

Quadro 13 – Pesos atribuídos aos mapas temáticos digitais na Avaliação Ambiental Direta do Fator de Ocupação e Cobertura vegetal

FATOR DE SANEAMENTO AMBIENTAL	
Mapa Temático Digital	Peso (0 a 100 %)
Domicílios ligados à Rede Geral de Água	30
Domicílios ligados à Rede Geral de Esgoto	40
Domicílios com Coletas Direta e Indireta de Lixo	30

Quadro 14 - Pesos atribuídos aos mapas temáticos digitais na Avaliação Ambiental Direta do Fator de Saneamento ambiental

FATOR DE INTERVENÇÃO ANTRÓPICA	
Mapa Temático Digital	Peso (0 a 100 %)
Fator de Ocupação e Cobertura Vegetal	60
Fator de Saneamento Ambiental	40

Quadro 15 – Pesos atribuídos às bases digitais na Avaliação Ambiental Direta do Fator de Intervenção antrópica

RISCO DE OCORRÊNCIA DE MOVIMENTOS DE MASSA	
Mapa Temático Digital	Peso (0 a 100 %)
Fator Fragilidade do Meio Físico	50
Fator de Interferência Antrópica	50

Quadro 16 – Pesos atribuídos às bases digitais na Avaliação Ambiental Direta do Risco de Ocorrência de movimentos de massa

4.2.3.3.2 Atribuição das notas às categorias das legendas dos mapas temáticos digitais na Avaliação Ambiental Direta dos Fatores condicionantes e dos Riscos de Ocorrência de Movimentos de Massa.

As notas, variando de 0 a 10, foram atribuídas, a partir da aplicação do Método *Delphi*, às categorias das legendas dos mapas temáticos digitais, conforme o entendimento quanto à sua menor ou maior relevância em relação à construção de cada um dos fatores gerados. Deste modo, as categorias que receberam nota 10 (dez) foram aquelas consideradas condicionantes principais na composição dos referidos fatores. Por outro lado, as categorias com nota igual a 0 (zero), foram aquelas sem qualquer contribuição aos fatores gerados. As categorias que foram “bloqueadas” não receberam nota, e sim, um código “B”. Neste caso, essas categorias ficaram apenas visíveis nos

mapas de fatores, mas não participaram dos cálculos de média ponderada para a geração dos mesmos.

A seguir são apresentados os quadros com a discriminação das notas atribuídas às categorias das legendas dos mapas temáticos digitais, conforme sua relação com os fatores condicionantes da análise multicritério de risco de ocorrência de movimento de massa:

Fator Geológico (Figura 42 do Capítulo 5)

Mapa Geológico	
CATEGORIAS	NOTAS (0 a 10)
Granodiorito; quartzodiorito, e equivalentes gnaissificados, gnaisses básicos de metamorfismo e composição variáveis	6,0
Granito plutônico; aplitos, pegmatitos e granito hipoabissal, não mapeados	7,0
Série inferior; aplitos, pegmatitos, diabásios, metamorfisados; biotita(-hornblenda)-gnaisses graníticos; passando a hornblenda-biotita-gnaisses quartzodioríticos; anfibolitos; migmatitos	10,0
Área de ocorrência mista de microclina-gnaisses e plagioclásio-quartzo(-microclina)-biotita-granada-gnaisses, de coloração escura, (plagioclásio-gnaisses), com texturas: semifacoidal, ps; equigranular	8,0
Biotita-plagioclásio(-ortoclásio)-quartzo-granada gnaisses, passando a tipos ricos em: Kinzigito(granada, gg; silimanita+-cordierita, gs; cordierita+-silimanita, gc)passando a: quartzitos, q; gnaisses	9,0
Gnaisses da série inferior, e intrusões básicas e intermediárias, não separados	8,0
Dunas	0,0
Aluvião	0,0
Água	B
Não mapeada	B
Área fora de análise	B

Quadro 17 – Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa Geológico (Figura 12)

Mapa de Proximidade de lineamentos estruturais (100m)	
CATEGORIAS	NOTAS (0 a 10)
Proximidade dos lineamentos (100 m)	10,0
Fundo	5,0
Área fora de análise	B

Quadro 18 – Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa de Proximidade de lineamentos estruturais (Figura 31)

d) Fator Geomorfológico (Figura 43 do Capítulo 5)

Mapa de Geometria de encostas	
CATEGORIAS	NOTAS (0 a 10)
Área plana	0,0
Escarpa artificial	3,0
Escarpa natural	7,0
Talvegue	0,0
Topo de elevação	5,0
Encosta côncava convergente	10,0
Encosta côncava divergente	8,0
Encosta convexa convergente	9,0
Encosta convexa divergente	10,0
Área fora de análise	B

Quadro 19 – Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa de Geometria de encostas (Figura 13)

Mapa de Orientação de encostas	
CATEGORIAS	NOTAS (0 a 10)
Norte	8,0
Nordeste	8,0
Leste	5,0
Sudeste	10,0
Sul	10,0
Sudoeste	10,0
Oeste	5,0
Noroeste	8,0
Baixada Antropofizada	0,0
Área fora de análise	B

Quadro 20 – Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa de Orientação de encostas (Figura 30)

Mapa de Proximidade de rios	
CATEGORIAS	NOTAS (0 a 10)
0 a 10 m	4,0
10 a 20 m	5,0
20 a 30 m	7,0
30 a 50 m	7,0
50 a 100 m	8,0
> 100 m	10,0
Rios	B
Área fora de análise	B

Quadro 21 – Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa de Proximidade de rios (Figura 32)

c) Fator Topográfico (Figura 44 do Capítulo 5)

Mapa de Declividade	
CATEGORIAS	NOTAS (0 a 10)
0 – 3 %	0,0
3 – 8 %	2,0
8 – 20 %	4,0
20 – 45 %	7,0
45 – 75 %	10,0
75 – 100 %	10,0
> 100 %	10,0
Área fora de análise	B

Quadro 22 – Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa de Declividade (Figura 29)

Mapa Hipsométrico	
CATEGORIAS	NOTAS (0 a 10)
0 – 20 m	0,0
20 – 50 m	3,0
50 – 100 m	6,0
100 – 200 m	7,0
200 – 300 m	8,0
300 – 400 m	10,0
400 – 500 m	10,0
500 – 600 m	10,0
600 – 700 m	10,0
700 – 800 m	10,0
800 – 900 m	10,0
900 – 1025 m	10,0
Área fora de análise	B

Quadro 23 – Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa Hipsométrico (Figura 28)

d) Fator de Ocupação e Cobertura vegetal (Figura 45 do Capítulo 5)

Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal	
CATEGORIAS	NOTAS (0 a 10)
Afloramentos rochosos e depósitos sedimentares	10,0
Área de equipamentos e serviços urbanos	0,0
Áreas não edificadas	7,0
Áreas de exploração mineral	0,0
Áreas industriais	0,0
Áreas residenciais	8,0
Áreas sujeitas à inundação	0,0
Cultivo	9,0
Áreas de Habitação Popular	8,0
Loteamentos irregulares	7,0
Loteamentos regularizados	6,0
Reflorestamento	3,0
Restinga	0,0
Vegetação gramíneo-lenhosa	10,0
Vegetação arbóreo-arbustiva	8,0
Vegetação secundária	9,0
Lagoa do Camorim	B
Corpos hídricos	B
Área fora de análise	B

Quadro 24 – Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa de Uso do solo e Cobertura Vegetal (Figura 33)

Mapa de Proximidade linhas de transmissão	
CATEGORIAS	NOTAS (0 a 10)
Fundo	5,0
Proximidade de Linhas de Transmissão da Light (100m)	10,0
Proximidade de Linhas de Transmissão de Furnas (100m)	10,0
Área fora de análise	B

Quadro 25 – Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa de Proximidade de linhas de transmissão (Figura 35)

Mapa de Proximidade de logradouros	
CATEGORIAS	NOTAS (0 a 10)
20 m	10,0
50 m	8,0
100 m	6,0
200 m	4,0
Fundo	2,0
Área fora de análise	B

Quadro 26 – Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa de Proximidade de logradouros (Figura 34)

e) Fator de Saneamento ambiental (Figura 46 do Capítulo 5)

Mapa dos Domicílios ligados à rede geral de água por setor censitário (%)	
CATEGORIAS	NOTAS (0 a 10)
0%	0,0
1 – 15%	2,0
16 – 30%	3,0
31 – 50%	4,0
51 – 70%	6,0
71 – 85%	8,0
86 – 95%	9,0
96 – 100 %	10,0
Área fora de análise	B

Quadro 27 – Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa dos Domicílios ligados à rede geral de água por setor censitário (%) (Figura 37)

Mapa dos Domicílios ligados à rede geral de esgoto por setor censitário (%)	
CATEGORIAS	NOTAS (0 a 10)
0%	0,0
1 – 10 %	2,0
11 – 30 %	4,0
31- 50 %	6,0
51 - 75 %	8,0
76 - 95 %	9,0
96 – 100 %	10,0
Área fora de análise	B

Quadro 28 – Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa dos Domicílios ligados à rede geral de esgoto por setor censitário (%) (Figura 38)

Mapa de Domicílios com coletas direta e indireta de lixo por setor censitário (%)	
CATEGORIAS	NOTAS (0 a 10)
0 %	0,0
1 – 30 %	2,0
31 – 60 %	4,0
61 – 90%	6,0
91 – 95 %	8,0
96 – 100 %	10,0
Área fora de análise	B

Quadro 29 – Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa dos Domicílios com coletas direta e indireta de lixo por setor censitário (%) (Figura 39)

f) Fator Morfoestrutural (Figura 47 do Capítulo 5)

Mapa do Fator Geológico	
CATEGORIAS	NOTAS (0 a 10)
Nota 2	2,0
Nota 3	3,0
Nota 6	6,0
Nota 7	7,0
Nota 8	8,0
Nota 9	9,0
Água	B
Área não mapeada	B
Área fora de análise	B

Quadro 30 – Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa do Fator Geológico (Figura 42)

Mapa do Fator Geomorfológico	
CATEGORIAS	NOTAS (0 a 10)
Nota 1	1,0
Nota 2	2,0
Nota 3	3,0
Nota 4	4,0
Nota 5	5,0
Nota 6	6,0
Nota 7	7,0
Nota 8	8,0
Nota 9	9,0
Nota 10	10,0
Rios	B
Área fora de análise	B

Quadro 31 – Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa do Fator Geomorfológico (Figura 43)

g) Fator Pedo-topográfico (Figura 48 do Capítulo 5)

Mapa Pedológico	
CATEGORIAS	NOTAS (0 a 10)
Argissolos	10,0
Chernossolos	10,0
Latossolos	8,0
Planossolos	0,0
Podzol	0,0
Solos Aluviais	3,0
Solos Arenoquartzosos Profundo	0,0
Solos Glei	0,0
Solos Orgânicos	0,0
Afloramento de Rocha	9,0
Área Urbana	2,0
Manguezal	0,0
Água	B
Praia	B
Área fora de análise	B

Quadro 32 – Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa Pedológico (Figura 16)

Mapa do Fator Topográfico	
CATEGORIAS	NOTAS (0 a 10)
Nota 0	0,0
Nota 1	1,0
Nota 2	2,0
Nota 3	3,0
Nota 4	4,0
Nota 5	5,0
Nota 6	6,0
Nota 7	7,0
Nota 8	8,0
Nota 9	9,0
Nota 10	10,0
Área fora de análise	B

Quadro 33 – Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa do Fator Topográfico (Figura 44)

h) Fator de Fragilidade do meio físico (Figura 49 do Capítulo 5)

Mapa do Fator Morfoestrutural	
CATEGORIAS	NOTAS (0 a 10)
Nota 2	2,0
Nota 3	3,0
Nota 4	4,0
Nota 5	5,0
Nota 6	6,0
Nota 7	7,0
Nota 8	8,0
Nota 9	9,0
Nota 10	10,0
Água	B
Rios	B
Área não mapeada	B
Área fora de análise	B

Quadro 34 – Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa do Fator Morfoestrutural (Figura 47)

Mapa do Fator Pedo-topográfico	
CATEGORIAS	NOTAS (0 a 10)
Nota 0	0,0
Nota 1	1,0
Nota 2	2,0
Nota 3	3,0
Nota 4	4,0
Nota 5	5,0
Nota 6	6,0
Nota 7	7,0
Nota 8	8,0
Nota 9	9,0
Nota 10	10,0
Água	B
Área fora de análise	B

Quadro 35 – Notas atribuídas às categorias da legenda Mapa do Fator Pedo-topográfico (Figura 48)

Mapa de Erosividade	
CATEGORIAS	NOTAS (0 a 10)
500 – 530	7,0
530 – 550	8,0
550 – 570	9,0
570 – 590	9,0
590 – 610	10,0
610 – 630	10,0
Área fora de análise	B

Quadro 36 – Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa de Erosividade (Figura 40)

i) Fator de Intervenção antrópica (Figura 50 do Capítulo 5)

Mapa do Fator de Ocupação e Cobertura vegetal	
CATEGORIAS	NOTAS (0 a 10)
Nota 1	1,0
Nota 2	2,0
Nota 3	3,0
Nota 4	4,0
Nota 5	5,0
Nota 6	6,0
Nota 7	7,0
Nota 8	8,0
Nota 9	9,0
Nota 10	10,0
Corpos Hídricos	B
Lagoa do Camorim	B
Área fora de análise	B

Quadro 37 – Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa do Fator de Ocupação e Cobertura vegetal (Figura 45)

Mapa do Fator de Saneamento ambiental	
CATEGORIAS	NOTAS (0 a 10)
Nota 0	0,0
Nota 2	2,0
Nota 3	3,0
Nota 4	4,0
Nota 5	5,0
Nota 6	6,0
Nota 7	7,0
Nota 8	8,0
Nota 9	9,0
Nota 10	10,0
Área fora de análise	B

Quadro 38 – Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa do Fator de Saneamento ambiental (Figura 46)

j) Risco de Ocorrência de movimentos de massa⁹⁷ (Figura 51 do Capítulo

5)

Mapa do Fator de Fragilidade do meio físico	
CATEGORIAS	NOTAS (0 a 10)
Nota 3	3,0
Nota 4	4,0
Nota 5	5,0
Nota 6	6,0
Nota 7	7,0
Nota 8	8,0
Nota 9	9,0
Nota 10	10,0
Água	B
Rios	B
Área não mapeada	B
Área fora de análise	B

Quadro 39 – Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa do Fator de Fragilidade do meio físico (Figura 49)

Mapa do Fator de Intervenção antrópica	
CATEGORIAS	NOTAS (0 a 10)
Nota 1	1,0
Nota 2	2,0
Nota 3	3,0
Nota 4	4,0
Nota 5	5,0
Nota 6	6,0
Nota 7	7,0
Nota 8	8,0
Nota 9	9,0
Nota 10	10,0
Corpos hídricos	B
Lagoa do Camorim	B
Área fora de análise	B

Quadro 40 – Notas atribuídas às categorias da legenda do Mapa do Fator de Intervenção antrópica (Figura 50)

⁹⁷ Do Mapa de Risco de Ocorrência de movimentos de massa foi gerado um novo arquivo raster, que agregou as notas consideradas mais baixas – 2 a 6, deixando em destaque apenas as áreas que receberam notas 7 (risco moderado), 8 (risco alto) e 9 e 10 (riscos alto a altíssimo, representadas agregadas na legenda) (Figura 52 - Mapa das Áreas de Médio a Altíssimo Risco de Ocorrência de Movimentos de Massa).

4.2.4 Combinação entre mapas temáticos para consistir resultados e definir zoneamentos

Após a realização de todas as análises multicritério, que originaram os mapas de fatores e o mapa final de Risco de Ocorrência de Movimentos de Massa, era importante fazer a consistência desses resultados, isto é, avaliar se os mesmos eram coerentes e condizentes com os registros da Defesa Civil Municipal. Para isso, foram feitas algumas combinações entre mapas temáticos digitais, apresentadas a seguir:

4.2.4.1 Combinação entre os mapas temáticos digitais de Proximidade de cicatrizes de movimentos de massa (100m) e do Fator de Fragilidade do meio físico.

O objetivo desta combinação foi observar a correspondência espacial entre as localizações das cicatrizes de movimentos de massa ocorridos em fevereiro de 1996 (incluídos também as faixas de proximidade de 100 m) com os elevados graus de fragilidade do meio físico, estabelecidos pelas notas 8, 9 e 10 (Figura 59 Capítulo 5). Além disso, foi possível relacionar a localização dos pontos de ocorrência de movimentos de massa e de ameaças dessa ocorrência com a distribuição espacial das cicatrizes (sobrepostos ao mapa da combinação), de modo a observar se havia uma forte associação entre eles.

4.2.4.2 Combinação entre os mapas temáticos digitais de Proximidade de cicatrizes de movimentos de massa (100m) e do Fator de Intervenção antrópica.

O objetivo desta combinação foi observar a correspondência espacial entre as localizações das referidas cicatrizes de movimentos de massa e respectivas faixas de proximidade de 100 m com as notas do Fator de Intervenção Antrópica, de modo a observar a que grau de intervenção se pode associar as cicatrizes localizadas no limite do PEPB, onde a presença antrópica contribui para fragilizar ainda mais as condições naturais da área (Figura 60 Capítulo 5). Os pontos de ocorrência de movimentos de massa e de ameaças dessa ocorrência com a distribuição espacial das cicatrizes também foram sobrepostos a este mapa de combinação.

4.2.4.3 Combinação entre os mapas temáticos digitais de Proximidade de cicatrizes de movimentos de massa (100m) e de Risco de Ocorrências de movimentos de massa.

Essa combinação objetivou evidenciar as notas do Mapa de Risco Foi realizada a combinação espacial do mapa temático digital de Risco de Ocorrências de Movimentos de Massa correspondentes às cicatrizes de movimentos de massa e respectivas faixas de

proximidade de 100m (Figura 61). Do mesmo modo que as combinações anteriores (figuras 59 e 60 Capítulo 5), foi feita a sobreposição com os pontos de ocorrência de movimentos de massa e de ameaças dessas ocorrências, buscando-se observar se havia correspondência locacional entre os posicionamentos das cicatrizes com maiores notas de risco de ocorrência de movimentos de massa e dos registros dessas ocorrências por parte da DCM.

4.2.4.4 Combinação entre os mapas das Área de médio a altíssimo risco de ocorrência de movimentos de massa e de Uso do solo e Cobertura vegetal

A combinação do Mapa de Risco de Ocorrência de movimentos de massa com o Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal gerou um novo mapa *raster* (Figura 65), cuja legenda reuniu quarenta categorias (Figura 66). Foram realizadas ampliações deste mapa para visualizar, com maior detalhamento, cinco áreas consideradas exemplos mais críticos de diferentes usos em áreas de riscos mais elevados de ocorrência de movimentos de massa (figuras 67 a 71 do Capítulo 5). As figuras 72 e 73 (Capítulo 5) mostram ainda a possibilidade de visualizar em detalhe a distribuição dos registros de ocorrência de movimentos de massa e de ameaças de deslizamentos e desabamentos feitos pela DCM, discriminados por “tipo” (Figura 72) e por “ano” (Figura 73) . Tal viabilidade aumenta ainda mais o poder analítico quanto às áreas consideradas críticas à ocupação.

De modo a facilitar a leitura dos riscos de movimentos de massa associados aos diferentes usos do solo e coberturas vegetais, foi necessário fazer agregações das notas da legenda. Assim, foram reunidas em uma única legenda as notas 2 a 6, originando uma nova categoria denominada “risco baixo a médio”. As notas 7 a 10 foram agregadas, possibilitando identificar as áreas consideradas de risco elevado, que juntas passaram a ser denominadas “risco médio a altíssimo risco”. Essas duas agregações de notas foram combinadas às categorias de uso do solo e cobertura vegetal, permitindo observar o tipo de uso ao qual estão associadas as áreas com os maiores riscos de ocorrência de movimentos de massa (Figura 62 do Capítulo 5). A sobreposição com a linha que marca o início do PEPB (cota de 100 m) possibilitou identificar a extensão espacial de áreas no interior do parque, que, apesar de estar protegida, reúne condicionantes ambientais e circunstâncias de manejo que produzem riscos elevados de ocorrência de movimentos de massa. Além disso, no entorno do PEPB foi possível

reconhecer quais os usos que possivelmente estão relacionados aos maiores níveis de risco.

Às figuras discriminadas neste subitem foram incluídos os pontos de ocorrência de movimentos de massa e de ameaças de ocorrência dos mesmos, fornecidos pela Defesa Civil Municipal (DCM), além dos locais das licenças concedidas pela SMAC e pela SMU (figuras 63 e 64).

4.2.4.5 Combinação entre os mapas de Áreas de médio a altíssimo risco de ocorrência de movimentos de massa e de Restrições Legais para preservação da vegetação

Essa combinação foi realizada para viabilizar a visualização dos distintos níveis de risco de ocorrência de movimentos de massa – baixo a médio, médio, alto e alto a altíssimo – em áreas de preservação permanente (Figura 74 do Capítulo 5). Isso significa que, por exemplo, uma área de alto a altíssimo risco, se localizada em algum tipo de APP, torna-se prioritária para preservação e, a princípio, deveria ser incluída em futura zona de amortecimento. A sobreposição dos pontos de ocorrências de movimentos de massa e de ameaças de ocorrências dos mesmos serviu para evidenciar as áreas que justificam medidas de maior proteção.

4.2.4.6 Sobreposição e Combinação da Figura 74 com o Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal

Buscando-se visualizar a distribuição espacial das áreas de risco moderado ou de riscos mais elevados dentro ou fora de APP e UC com os diferentes tipos de cobertura vegetal adjacentes, foi realizada a sobreposição da Figura 74 com o Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal. Deste mapa foram destacadas apenas as áreas com algum tipo de cobertura vegetal, as áreas de cultivo (que em muitos trechos avançam sobre os limites do PEPB) e os afloramentos rochosos, devido ao risco de desprendimento de blocos fraturados. O propósito maior dessa sobreposição, por exemplo, é o de permitir observar a contiguidade das áreas de maiores riscos de ocorrência de movimentos de massa em relação às áreas de vegetação secundária e de cobertura vegetal arbóreo-arbustiva e, conseqüentemente, definir locais no entorno do PEPB que deveriam ter a vegetação florestal preservada. O resultado foi a Figura 75, na qual as áreas de risco baixo a médio passaram a ser nomeadas de risco moderado e as áreas de riscos médio, alto e alto a altíssimo foram agregadas e chamadas de áreas de riscos mais elevados. Esta figura permitiu que fossem identificadas as áreas de risco moderado ou de riscos

mais elevados dentro ou fora de APP e UC com os diferentes tipos selecionados de cobertura vegetal adjacentes, a partir do estabelecimento de três situações de áreas: Área de risco mais elevado em APP e UC; Área de risco mais elevado fora de APP e UC; e Área de Risco Moderado em APP e UC.

A Figura 75 representa as áreas de riscos moderado e mais elevado como um todo, sem discriminar os usos associados a cada uma delas. Com objetivo de garantir essa visibilidade, foi realizada a combinação entre a Figura 74 com o Mapa de Uso do Solo e Cobertura vegetal. O resultado desta combinação (Figura 76) possibilitou identificar que usos do solo estão vinculados a cada área de risco mais elevado, por exemplo. Com isso, o gestor público ao localizar na Figura 76 uma “Área de risco mais elevado em APP e UC não edificada” poderá decidir destiná-la à recomposição florestal, por exemplo. Deste modo, este mapa poderia servir como um instrumento de tomada de decisão pelos responsáveis pela gestão do PEPB, identificando as áreas de maior criticidade quanto ao risco de movimento de massa no seu entorno e definindo as melhores medidas e ações para evitar futuros danos ambientais.

4.3 Etapas realizadas em campo

As atividades realizadas em campo puderam contar com o uso de veículos de passeio da Divisão de Transporte – DITRAN, vinculada à Prefeitura dos Campi/UERJ. Especificamente, essas atividades referiram-se a:

a) visitas técnicas aos órgãos públicos para obtenção de diversos dados convencionais (planilhas eletrônicas, arquivos em formatos pdf e doc) e dados espaciais ou georreferenciados (arquivos de mapas digitais em formatos *shape* - próprio do ARCGIS - ou em *tiff*). A solicitação e liberação desses dados foram feitas mediante apresentação de ofícios institucionais, assinados pela Direção do Instituto de Geografia da UERJ. Durante essas visitas técnicas, buscou-se esclarecer dúvidas e conhecer de modo mais aprofundado e sistemático a rotina dos órgãos públicos e das secretarias municipais quanto à geração e ao tratamento dos dados e informações disponibilizados;

b) levantamento e consultas a referências em bibliotecas setoriais de universidades (UFRJ e UERJ) e de programas de pós-graduação (Fundação Getúlio Vargas) acerca dos principais temas tratados no arcabouço teórico-conceitual (Capítulo 2);

c) realização de trabalhos de campo em 05 de dezembro de 2011 e em 12 de julho de 2013, para fins de levantamentos fotográficos dos locais mapeados como de

médio e roteiro na área de estudo para registro fotográfico dos locais de maior concentração de ocorrências atendidas pela Defesa Civil no período de 2003 a 2011, bem como de suas adjacências. Foram identificadas as coordenadas geográficas, por meio de GPS Garmin 72 Map, dos locais fotografados e visitados. Essas coordenadas foram localizadas no Google Earth e o resultado foi exportado como um novo arquivo em formato *kmz*. Em seguida, esse arquivo foi aberto no ARCGIS e convertido para o formato *shp*, possibilitando a elaboração da Figura 77.

d) participação em reuniões ordinárias mensais e em reuniões extraordinárias junto ao Conselho Consultivo do Parque Estadual da Pedra Branca⁹⁸, principalmente para o acompanhamento das etapas desenvolvidas pelo Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ), responsável pela elaboração do Plano de Manejo do parque, em análise pelo INEA. Os resultados alcançados por esse acompanhamento estão reunidos e analisados no subitem 5.6.2 do Capítulo sobre Análise de Resultados.

e) participação na dinâmica denominada *Diagnóstico Rápido Participativo (DRP)*⁹⁹, juntamente com diferentes atores sociais envolvidos direta ou indiretamente com o PEPB. O IPÊ promoveu dois dias inteiros (17/08/2011 e 08/12/2011) para aplicar a técnica do DRP buscando obter o diagnóstico social, cultural, econômico e ambiental do parque. Além do levantamento de pontos negativos junto ao público presente, também foram identificados pontos positivos, feitas sugestões e avaliados possíveis soluções.

Durante as reuniões para realizar o DRP também foram apresentados e discutidos os critérios para uma sugestão de redelimitação do PEPB, incluindo os limites de zonas de Preservação e de Conservação, bem como a faixa de abrangência para se estabelecer uma Zona de Amortecimento no entorno da UC.

A apresentação detalhada acerca dos aspectos abordados, dos problemas e das soluções resultantes do DRP está detalhada no subitem 5.6.3 do Capítulo 5.

⁹⁸ O Conselho Consultivo do PEPB, do qual fazem parte 35 instituições, foi criado pela Portaria IEF/RJ/PR/N°269 de 17 de Dezembro de 2008 (INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS, 2012).

⁹⁹ O DRP consiste em um conjunto de técnicas e ferramentas que permite que as comunidades façam o seu próprio diagnóstico e a partir daí comecem a autogerenciar o seu planejamento e desenvolvimento. Desta maneira, os participantes poderão compartilhar experiências e analisar os seus conhecimentos, a fim de melhorar as suas habilidades de planejamento e ação. O DRP foi uma das ações estratégicas, utilizadas pelo IPÊ junto aos representantes de diferentes comunidades e segmentos vinculados direta ou indiretamente ao PEPB, para realizar o diagnóstico conjunto de problemas e dificuldades, bem como para apresentar propostas de soluções para os mesmos (INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS, 2012).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos por meio do desenvolvimento da pesquisa da tese. Primeiramente, são apresentados os resultados dos procedimentos adotados por meio do Geoprocessamento para elaboração dos mapas temáticos digitais básicos (gerados no ARCGIS, versão 10) que integraram os diferentes mapas de fatores, conforme a sua disposição na Árvore de Decisão (Figura 23). Em seguida, são apresentados e comentados os gráficos construídos a partir das Assinaturas Ambientais (Gráficos 3 a 11) realizadas no SAGA/UFRJ. Posteriormente, são apresentados e discutidos os nove mapas de fatores e o Mapa de Risco de Ocorrência de movimentos de massa, os quais foram gerados por meio de análises multicritério realizadas no Módulo de Avaliação Ambiental do SAGA/UFRJ (Figura 7). Ambos os procedimentos – Assinatura Ambiental e Avaliação Ambiental - foram explicitados no subitem 2.7.4 do Capítulo 2.

No capítulo também estão presentes os mapas elaborados (Figuras 53 a 58) para dar consistência e comprovar a confiabilidade dos resultados obtidos com a geração dos mapas de fatores. Mais especificamente, esses mapeamentos foram aqueles elaborados a partir de interpolações entre os endereços (ruas e números de porta) que constam das planilhas da Defesa Civil Municipal e da Secretaria Municipal de Urbanismo. Além desses mapas, também foram incluídos no capítulo os mapas derivados de combinações, realizadas separadamente, entre o mapa de Cicatrizes de movimentos de massa com os mapas de Fator de Fragilidade do meio físico (Figura 49), de Fator de Intervenção antrópica (Figura 50) e do Mapa de Risco de Ocorrência de movimentos de massa (Figura 51). Os referidos mapeamentos têm como propósito evidenciar as correspondências espaciais entre as cicatrizes e os níveis mais elevados de fragilidade do meio físico, de intervenção antrópica e de riscos de ocorrência de movimentos de massa.

Outro conjunto de mapas produzido diz respeito a novas combinações entre os mapas rasters gerados, as quais possibilitaram identificar as categorias de uso do solo em diferentes graus de riscos de ocorrência de movimentos de massa (combinação entre os mapas das Áreas de médio a altíssimo risco de ocorrência de movimentos de massa (Figura 52) e de Uso do Solo e Cobertura Vegetal (Figura 33), como também permitiram reconhecer em quais condições de riscos estão localizadas as APP e as UC (combinação entre os mapas das Áreas de médio a altíssimo risco de ocorrência de

movimentos de massa – Figura 52 e de Restrições Legais para preservação da vegetação – Figura 58). O resultado desta última combinação foi superposto às categorias de vegetação extraídas do Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal (Figura 33) para observar a relação de adjacência entre as áreas de maior risco de ocorrência de movimentos de massa com a vegetação secundária a ser preservada, respeitando a condição de contiguidade da vegetação. Do mesmo modo, também é possível identificar os locais onde as coberturas vegetais de porte arbóreo-arbustivo e de gramínea devam ser recompostas. De modo a dar visibilidade ao tipo de uso do solo e de cobertura vegetal existente nas áreas de risco mais elevado de ocorrência de movimentos de massa e de APP, foi realizada nova combinação entre a Figura 72 e o Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal (Figura 33). A distribuição espacial do resultado desta última combinação permitirá aos gestores do PEPB definir quais as áreas do entorno imediato do Parque serão incluídas ou excluídas da zona de amortecimento dessa UC.

Além disso, também é apresentada uma síntese dos debates ocorridos no âmbito das reuniões do Conselho Consultivo do PEPB que fundamentaram o Diagnóstico Rápido Participativo (DRP), cujos resultados foram sistematizados pelo Instituto IPÊ para elaboração da proposta de Plano de Manejo. Por meio dos debates na ocasião do DRP, foi possível conhecer os principais problemas e conflitos vividos pelas comunidades e associações do entorno do PEPB, bem como discutir e sugerir soluções para a área no entorno do PEPB, com base no reconhecimento de potencialidades.

O capítulo também traz fotos obtidas por meio dos levantamentos fotográficos feitos em trabalhos de campo com objetivo de verificar as formas de usos que não estão em conformidade com o SNUC e com o Código Florestal, além das características das áreas-fonte potenciais de remoção de solo, rochas, material intemperizado e lixo que se depositam nas encostas na baixada no seu entorno.

5.1 Mapas Temáticos Digitais para construção dos Mapas de Fatores

Neste item são apresentados todos os mapas temáticos digitais gerados que participaram das análises multicritério por meio do geoprocessamento para criação dos mapas de fatores.

5.1.1 Mapas derivados do Modelo Digital do Terreno (MDT): Hipsométrico, Declividade e Orientação de encostas

O Modelo Digital do Terreno foi gerado a partir do Mapa de Curvas de nível¹ e drenagem (Figura 27).

Sobre os arquivos digitais (em formato *shape*) de curva de nível (com equidistância de 5 metros) e de drenagem fornecidos pela Prefeitura, na escala original 1:10.000, foram realizados procedimentos de edição vetorial que corrigiram erros graves de vetorização, tais como: interrupção, cruzamento e sobreposição de curvas; interrupção, cruzamento e desarticulação de rios. Além disso, fez-se o recorte do referidos *shapes* a partir dos limites da área de estudo. O resultado pode ser observado na Figura 27, na qual estão evidenciadas as curvas concêntricas de menor valor (20 e 50 metros) na baixada. A partir da curva de nível de 100 metros, que marca o início do PEPB, foram mantidas as curvas com equidistância de 100 metros até a cota de 1.000 metros.

O MDT foi criado a partir da ferramenta 3D Analyst Tools, na opção *Raster Interpolation*, utilizando-se o interpolador *Topo to Raster*. A partir do MDT foram gerados novos mapeamentos que auxiliaram na caracterização o relevo da área e que representaram possíveis condicionantes ao processo de movimentos de massa, tais como os terrenos situados em maiores faixas altimétricas, de declives acentuados, com as geometrias côncavas convergentes ou cuja orientação facilitasse a ocorrência de chuvas orográficas, por exemplo. A seguir são comentados os mapas gerados a partir do MDT:

a) Mapa Hipsométrico

O Mapa Hipsométrico (Figura 28) foi gerado a partir das curvas de nível selecionadas em etapa anterior. As faixas altimétricas de menor valor – 0 - 20m e 20 - 50 m – referem-se à extensa Baixada de Jacarepaguá que se encontra urbanizada. A partir da cota de 100 m, é possível observar as variações topográficas até atingir a última classe que inclui o ponto culminante do maciço, o Pico da Pedra Branca, a 1.025 m. O entorno imediato do PEPB é marcado por altitudes que variam entre 20 a 100 metros.

Foi realizada uma análise multicritério deste mapa juntamente com o Mapa de Declividade (Figura 29) para compor o Fator Topográfico (Figura 44), descrito no subitem 5.3.3.

¹ O Mapa de Curvas de nível utilizado para geração do MDT possuía curvas de nível completas com equidistância de 5 em 5 metros na escala 1:10.000.

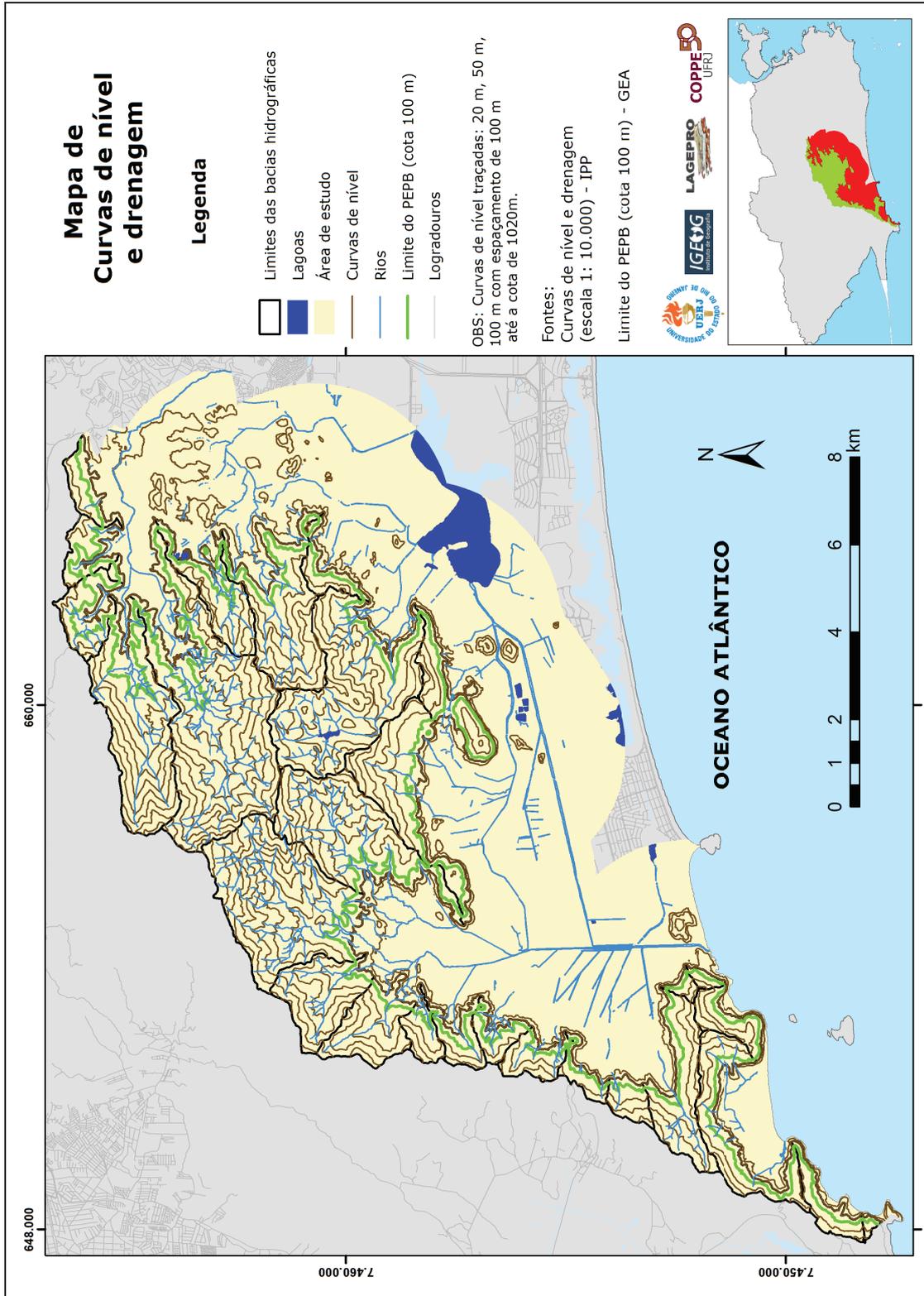


Figura 27 – Mapa de Curvas de nível e drenagem

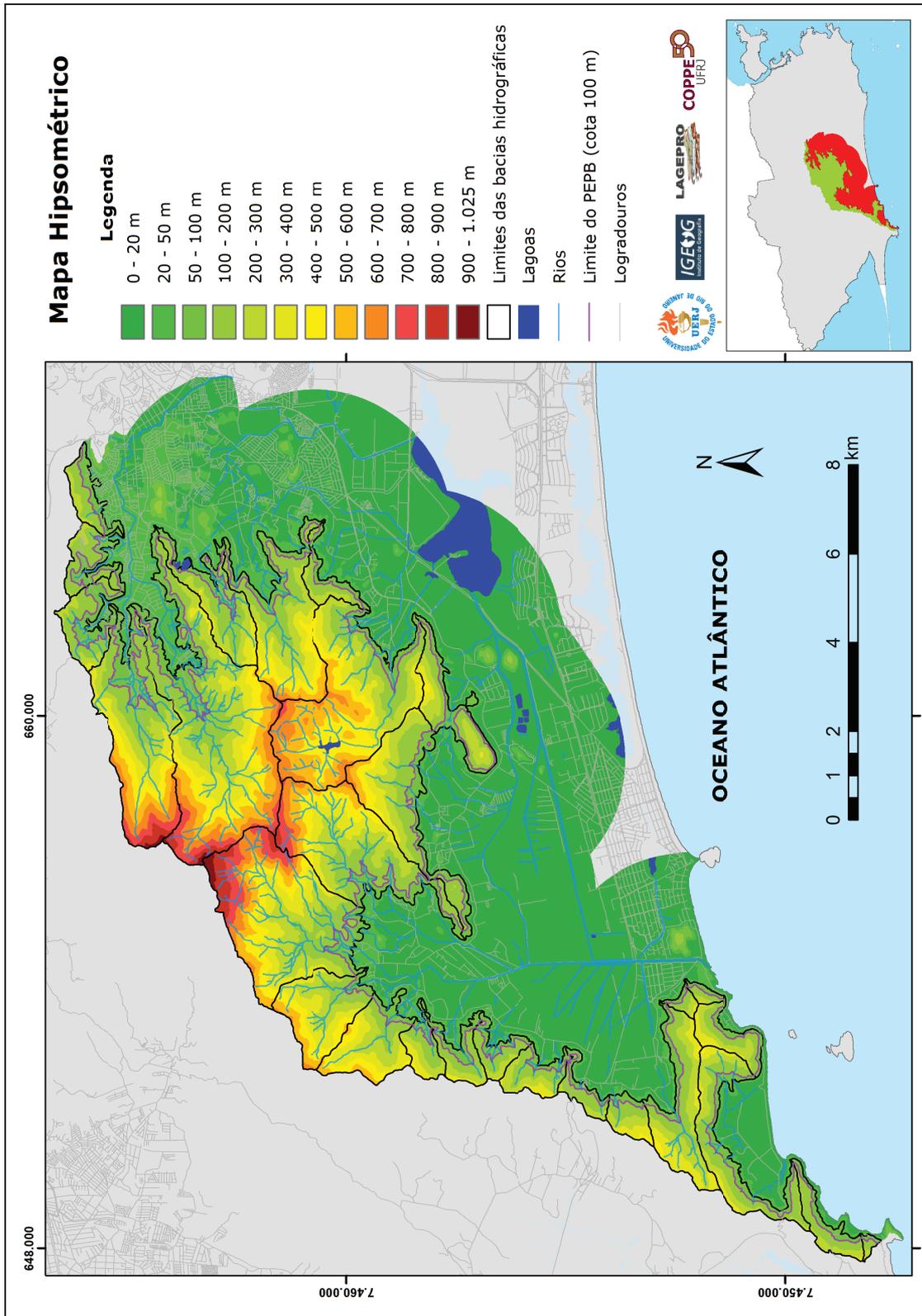


Figura 28 – Mapa Hipsométrico

b) Mapa de Declividade

As classes do Mapa de Declividade (Figura 29) foram determinadas segundo critério proposto por LEMOS; SANTOS (1996).

Em função da extensão da área de baixada abrangida na área de estudo, a classe de declive mais baixa – 0 a 3 % - corresponde a quase 38% da área toda a extensão do recorte espacial. Em seguida, a classe 45 a 75% tem forte expressão espacial, abrangendo 24% da área de estudo, seguida da classe 20 a 45%, com quase 17 %. As demais classes correspondem a percentuais menores do que 8% da área de estudo. A área do entorno imediato do PEPB possui declives predominantes entre 20 a 75%.

Foi realizada uma análise multicritério deste mapa juntamente com o Mapa Hipsométrico (Figura 27) para compor o Fator Topográfico (Figura 44), descrito no subitem 5.3.3.

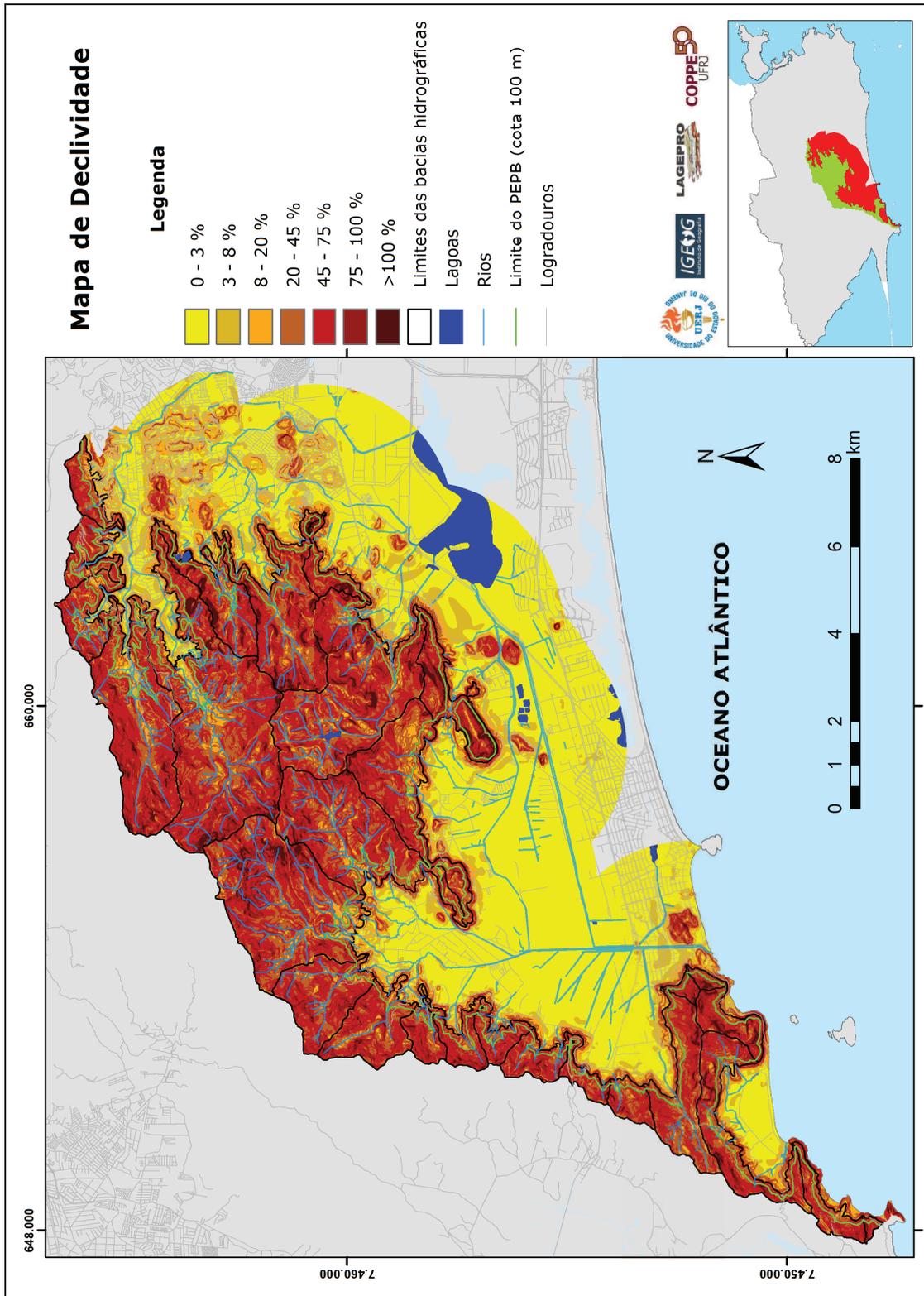


Figura 29 – Mapa de Declividade

c) Mapa de Orientação de encostas

A Figura 29 apresenta na legenda as direções para as quais as encostas estão voltadas, determinando as linhas de fluxo, que ajudam a compreender a hidrologia superficial de microbacias (FLORENZANO, 2008).

As encostas que têm direção predominantemente norte (noroeste, norte e nordeste) abrangem, somadas, 31% da área planimetrada, equivalendo, aproximadamente, a 2.482 ha. As encostas orientadas predominantemente para o sul (sudoeste, sul e sudeste) representam quase 51% do maciço a partir da cota de 50 m, correspondendo a 4.035 ha. As encostas orientadas para leste e para oeste, abrangem, respectivamente, 968 ha e 495 ha, que correspondem, nesta ordem, a 12% e 6% da área planimetrada.

Com base nessas mensurações, verifica-se que há predominância de encostas orientadas para o sul, que estão a barlavento e são mais úmidas, porque recebem ventos vindos do mar e sofrem a ocorrência de chuvas orográficas. As encostas voltadas para o norte estão a sotavento e são mais secas, ficando suscetíveis à ocorrência de incêndios, quando a vegetação está muito seca.

O Mapa de Orientação de Encostas, juntamente com os mapas de Geometria de encostas (Figura 13) e de Proximidade de rios (Figura 32), compuseram, por meio de análise multicritério, o Fator Geomorfológico (Figura 43), apresentado no subitem 5.3.2.

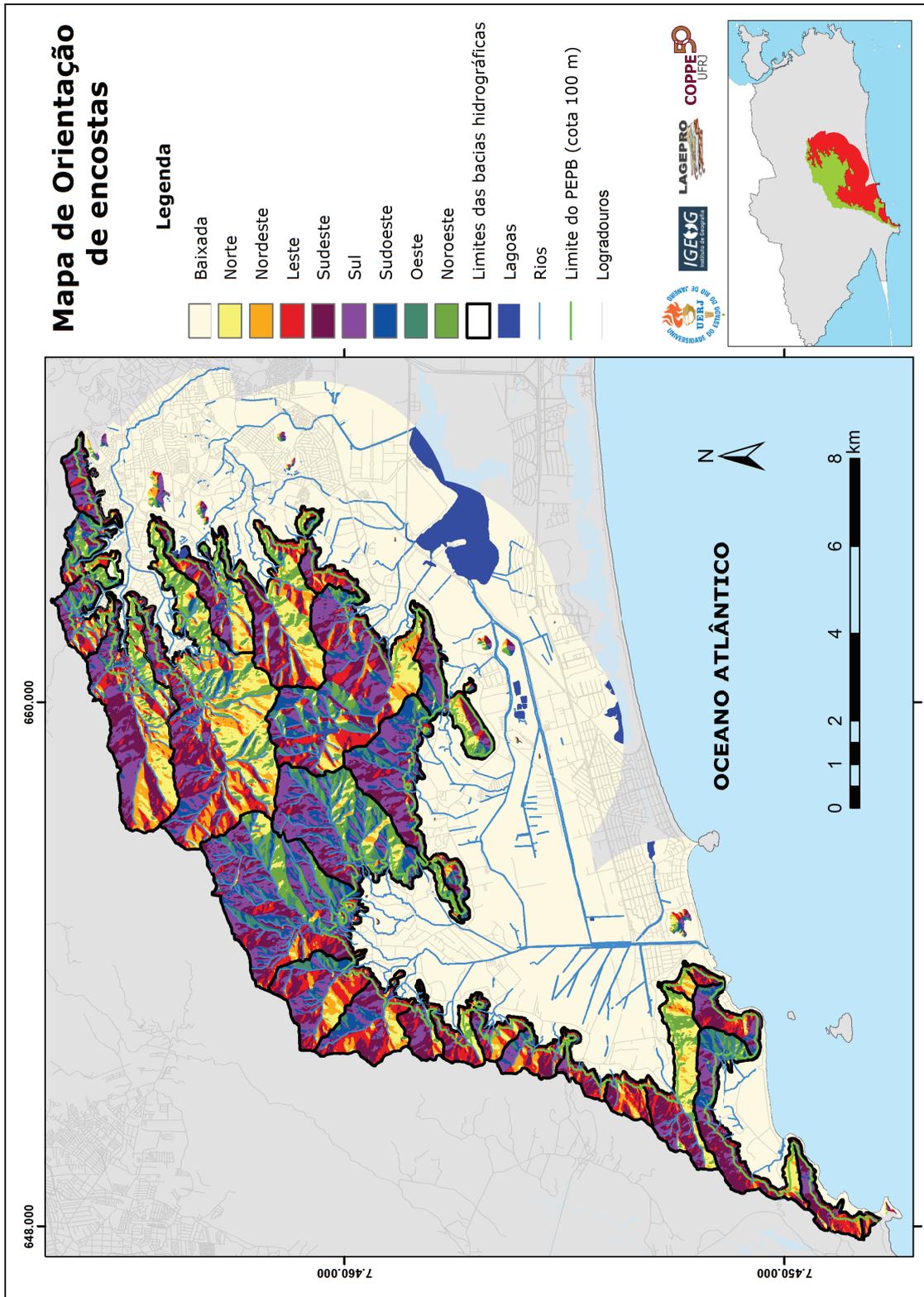


Figura 30 – Mapa de Orientação de encostas

5.1.2 Mapa de Proximidade de lineamentos estruturais

O Mapa de Proximidade de lineamentos estruturais (Figura 31) apresenta os principais lineamentos, que correspondem a falhas e fraturas regionais, em direção predominantemente nordeste-sudoeste, nas quais a drenagem principal das bacias do Rio Grande, do Rio do Café e do Rio da Divisa, por exemplo, está encaixada. A faixa de proximidade de 100 metros dos lineamentos estruturais foi estabelecida com base em COSTA (2002), entendendo-se que os terrenos adjacentes a esses lineamentos estariam sob sua influência e poderiam apresentar maior grau de fragilidade.

O Mapa de Proximidade de lineamentos estruturais, juntamente com o mapa Geológico (Figura 12), compôs, por meio de análise multicritério, o Fator Geológico (Figura 42), apresentado no subitem 5.3.1.

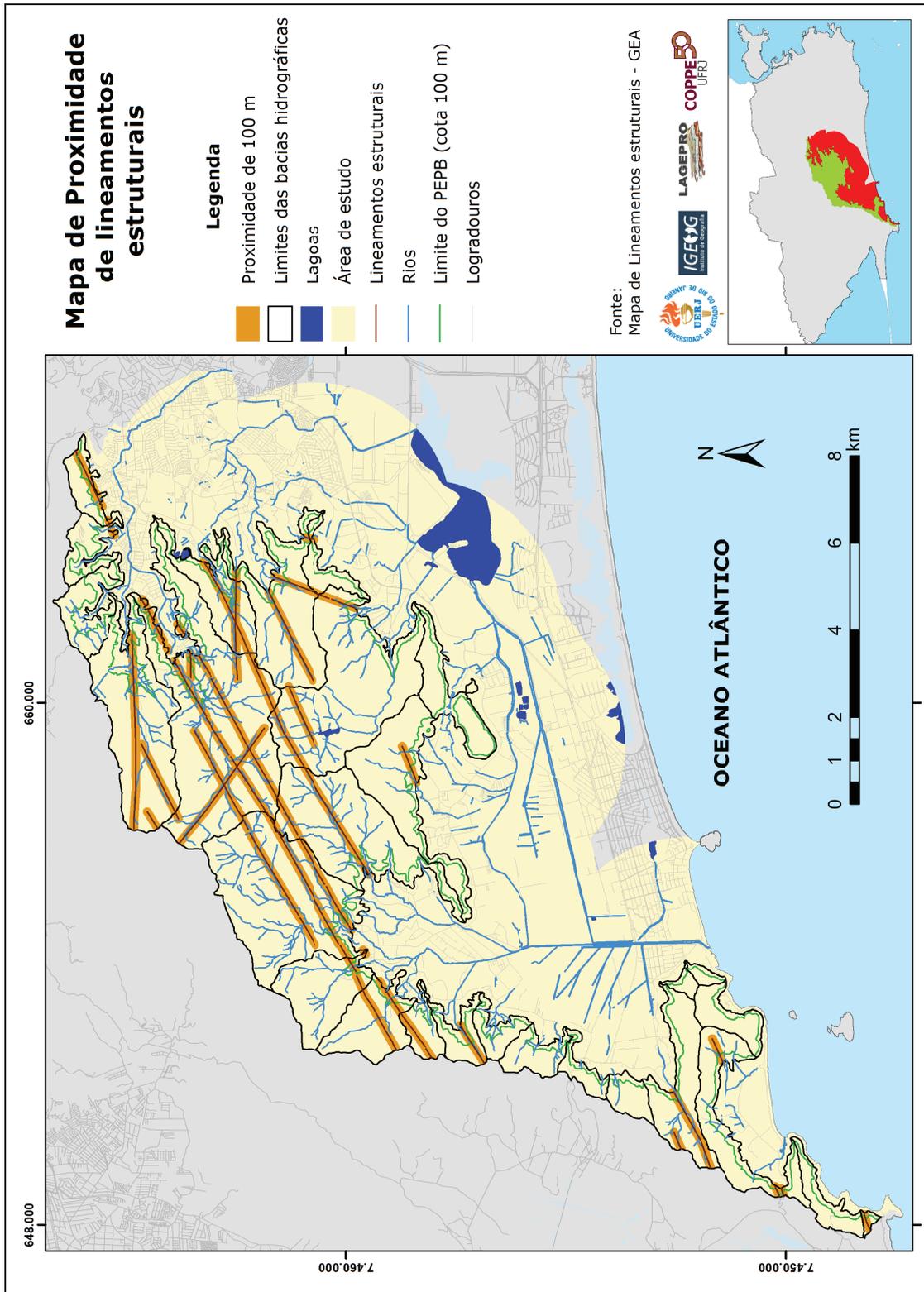


Figura 31 – Mapa de Proximidade de lineamentos estruturais

5.1.3 Mapa de Proximidade de rios

No Mapa de Proximidade de rios (Figura 32) foram estabelecidas as seguintes distâncias a partir dos rios: 0 a 10 m, 10 a 20 m, 20 a 30 m, 30 a 50 m, 50 a 100 m, > 100 m. As distâncias não foram muito grandes, em virtude das larguras dos rios, as quais não ultrapassam os 10 metros, principalmente se forem considerados os trechos dos rios no interior do PEPB e no seu entorno imediato até o início da baixada urbanizada. Na baixada, muitos trechos seguem retilinizados e canalizados, em especial nas áreas de terrenos embrejados, de difícil escoamento, onde é comum a abertura de canais artificiais para drenar a água que fica acumulada no solo encharcado.

Como é uma área em franca expansão urbana, optou-se por estabelecer um controle de limite máximo de 100 metros, o qual, a rigor, ultrapassa o que determina o próprio Código Florestal como faixa marginal de proteção (30 metros) de rios com até 10 metros de largura.

Quanto mais próximo do rio, mais intensos são os efeitos provocados pelos processos de erosão das margens pelo fluxo fluvial permanente com suas variações de regime (cheias e vazantes sazonais). O uso e a ocupação de terrenos em próximo aos rios comprometem o seu equilíbrio, instabilizam suas margens, intensificando aí o processo erosivo; conseqüentemente, aumentam o aporte de sedimentos e materiais por eles transportados, potencializam a ocorrência de estrangulamentos de curso e de transbordamentos, afetam a qualidade dos recursos hídricos, comprometem o equilíbrio das condições ambientais, do patrimônio e, principalmente, da vida dos habitantes das suas margens, entre outras conseqüências. Embora ocorram movimentos de massa originados do descalçamento das encostas pela erosão fluvial em suas margens, o fenômeno de maior ocorrência na área de estudo está associado a processos específicos das próprias encostas, como foi possível observar na Figura 32. Apesar dos rios comportarem-se passivamente à chegada e ao acúmulo de materiais vindos das encostas, suas calhas poderão ter suas águas temporariamente represadas, ganhando dimensões catastróficas para jusante nos períodos ou momentos de chuvas extremas. Por isso, as notas mais elevadas foram dadas às classes de maiores distâncias dos rios (CARVALHO; MACEDO; OGURA, 2007).

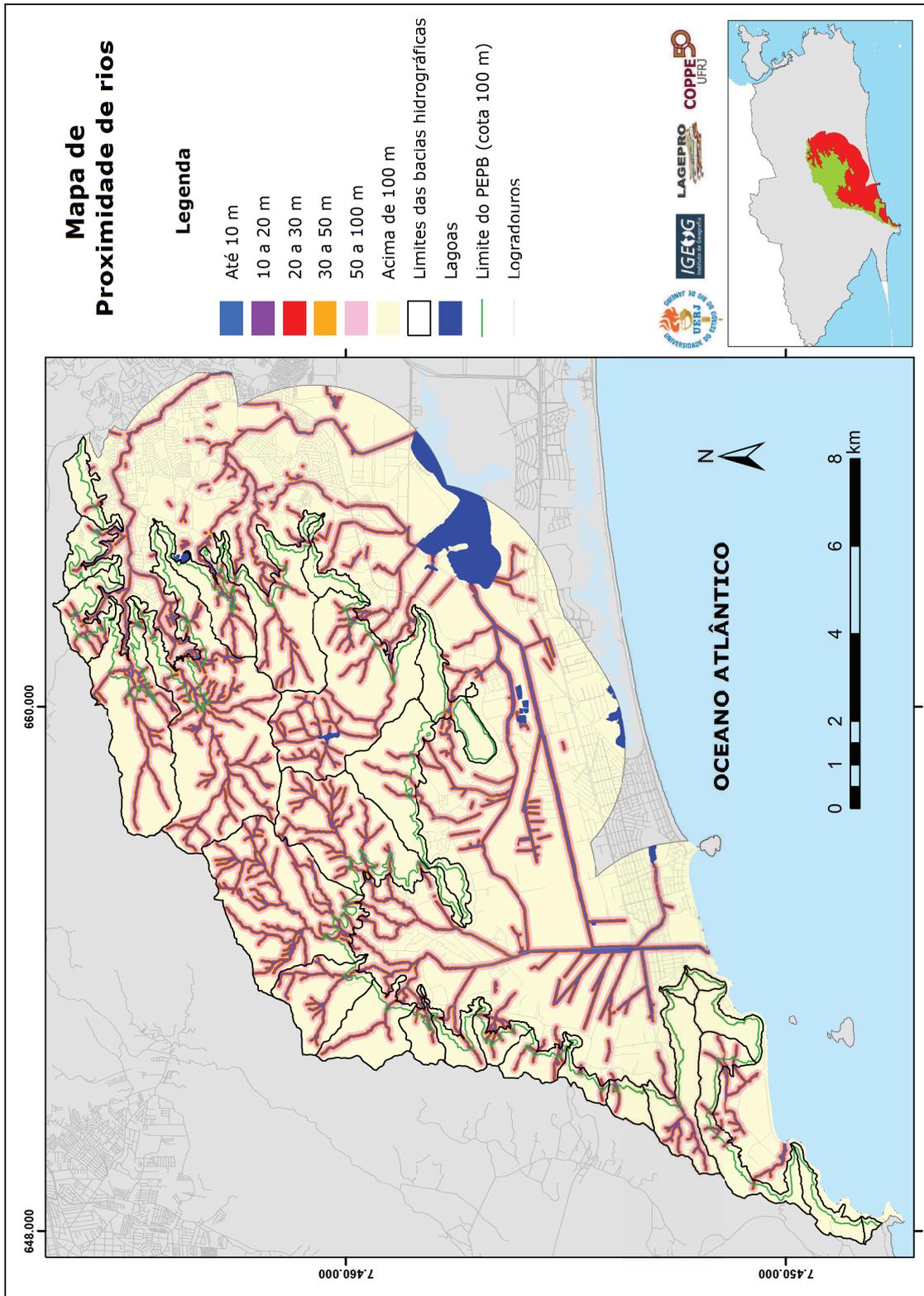


Figura 32 – Mapa de Proximidade de rios

O Mapa de Proximidade de rios, juntamente com os mapas de Orientação de Encostas (Figura 30) e de Geometria de Encostas (Figura 13), compuseram, por meio de análise multicritério, o Fator Geomorfológico (Figura 43), apresentado no subitem 5.3.2.

5.1.4 Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal

O Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal (Figura 33) representa um produto cartográfico que sintetiza as informações cartográficas relativas às categorias de uso do solo mapeadas nas áreas de baixada pelo IPP (2010) e às categorias relacionadas à cobertura vegetal delimitadas pela SMAC (2010). No mapa final de Uso do solo e Cobertura vegetal também foram incluídos os polígonos de áreas de habitação popular (favelas) e de loteamentos regularizados e irregulares, disponibilizados pela SMH (2011).

O mosaico ortorretificado com as composições coloridas das imagens de alta resolução (1 m²) do satélite IKONOS II, permitiu que pudessem ser visualizadas e digitalizadas novas áreas de cultivo ainda não cartografadas. Além dessas, foram realizadas correções e atualizações relativas às extensões dos polígonos de outras categorias espaciais.

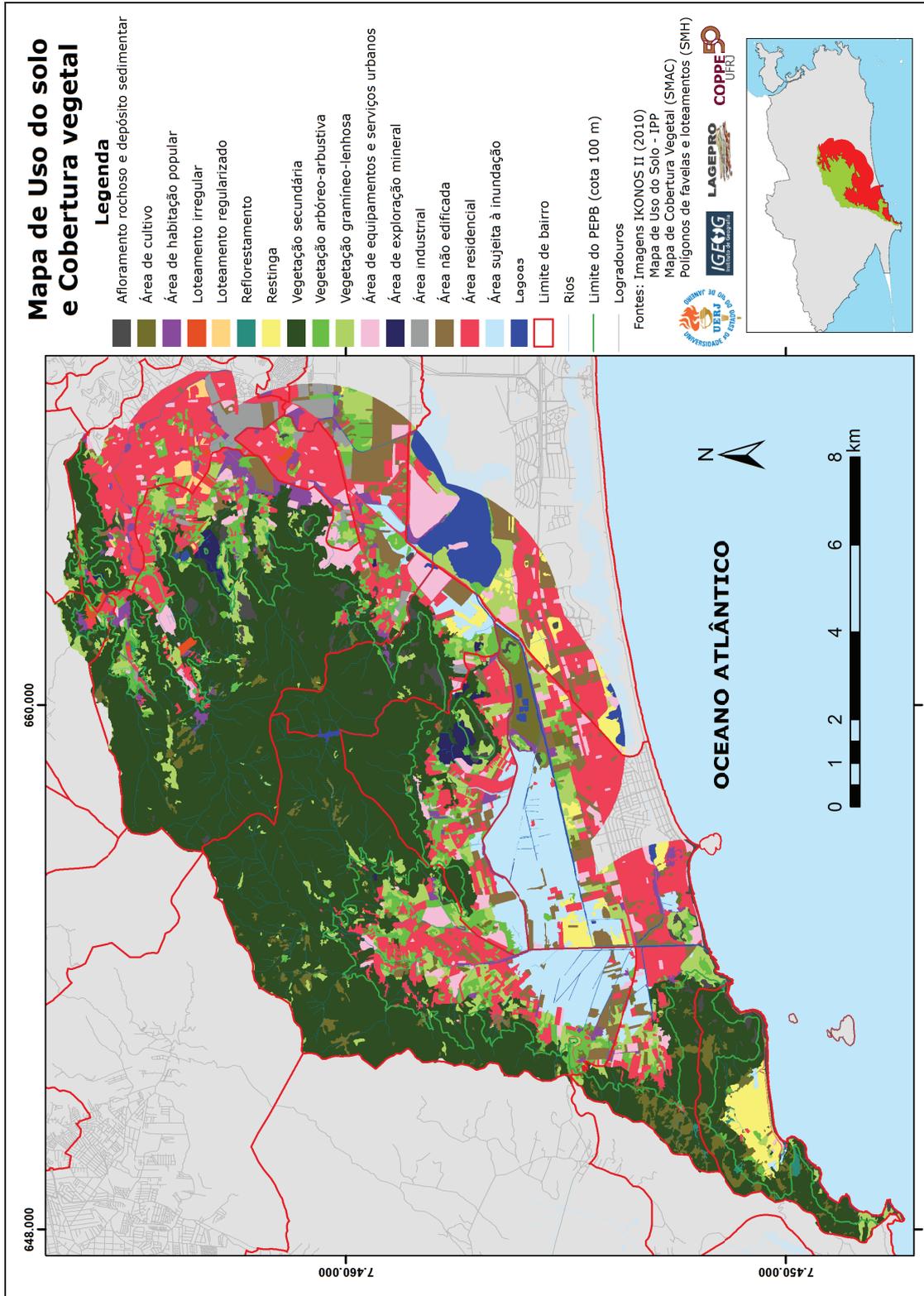


Figura 33 – Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal

A Figura 33 evidencia que, embora a ocupação residencial formal esteja presente quase que totalmente fora dos limites do PEPB (> 99 %), pode também ser identificada próxima ao Parque e, até mesmo, ultrapassando os seus limites. Após aplicação do procedimento de planimetria das áreas residenciais por bairros na área de estudo, observou-se que as áreas residenciais de extensão mais expressiva localizam-se nos bairros Recreio dos Bandeirantes, Taquara, Jacarepaguá, Vargem Grande, Barra da Tijuca e Curicica, como mostra o Quadro 41 a seguir:

BAIRRO	% DAS ÁREAS RESIDENCIAIS
Recreio dos Bandeirantes	31 %
Taquara	21 %
Jacarepaguá	16 %
Vargem Grande	12 %
Barra da Tijuca	10 %
Curicica	7 %
Demais bairros da área de estudo	3 %

Quadro 41 - Percentuais das áreas residenciais distribuídos por bairros

Na área de estudo, o avanço de áreas de habitação popular, onde reside a população de baixa renda em moradias caracterizadas pelo baixo construtivo, deu-se principalmente nos bairros de Jacarepaguá e do Recreio dos Bandeirantes, onde nas duas últimas décadas observou-se um intenso processo de ocupação residencial (acompanhada pela valorização dos terrenos por parte do setor imobiliário), demandando numerosa mão-de-obra para construção de novos condomínios. O Quadro 42 a seguir mostra os valores percentuais relativos à planimetria das áreas de habitação popular por bairros na área de estudo:

BAIRRO	% DAS ÁREAS DE HABITAÇÃO POPULAR
Jacarepaguá	44 %
Recreio dos Bandeirantes	23 %
Taquara	10 %
Vargem Grande	10 %
Curicica	6 %
Barra da Tijuca	3 %
Demais bairros da área de estudo	4 %

Quadro 42- Percentuais das áreas de habitação popular distribuídos por bairros

Portanto, aproximadamente, 44 % das habitações populares localizam-se em Jacarepaguá; em seguida, está o bairro do Recreio dos Bandeirantes, que abarca 23 % dessas habitações. Os bairros da Taquara e Vargem Grande concentram 10 % cada um.

Os loteamentos irregulares também cresceram ao longo dos últimos anos na área de estudo. O Quadro 43 mostra o resultado da planimetria das áreas de loteamentos irregulares distribuídos pelos bairros. Os bairros de Jacarepaguá, Recreio dos Bandeirantes e Taquara apresentam as maiores proporções desses loteamentos. Ressalta-se que a situação dos loteamentos clandestinos no Recreio dos Bandeirantes poderá agravar-se em face da inauguração, em junho de 2012, do túnel da Grota Funda, que liga esse bairro a Guaratiba. A SMH possui em seu sistema informatizado o controle daqueles loteamentos, que ainda irregulares, já deram entrada no processo de regularização e vem implementando as exigências para que isso aconteça.

BAIRRO	% DAS ÁREAS DE LOTEAMENTOS IRREGULARES
Jacarepaguá	33 %
Recreio dos Bandeirantes	23 %
Taquara	21 %
Vargem Grande	15 %
Curicica	5 %
Barra da Tijuca	3 %

Quadro 43 - Percentuais das áreas de loteamentos irregulares distribuídos por bairros

Deve-se atentar também para as áreas de cultivo - principalmente de banana - distribuídas dentro dos limites do PEPB, como também no seu entorno imediato. Do total das áreas cultivadas planimetradas, 54 % ocorrem dentro dos limites do Parque, evidenciando atividade agrícola em área que deveria estar preservada. Os percentuais

relativos às áreas de cultivo distribuem-se da seguinte forma pelos bairros inseridos na área de estudo (Quadro 44):

BAIRRO	% DAS ÁREAS DE CULTIVO
Recreio dos Bandeirantes	44 %
Grumari	22 %
Vargem Grande	20 %
Jacarepaguá	12 %
Demais bairros da área de estudo	2 %

Quadro 44- Percentuais das áreas de cultivo distribuídos por bairros

Nos bairros do Recreio dos Bandeirantes e de Grumari estão presentes as maiores extensões de terrenos cultivados, sendo que, principalmente neste último, a atividade do cultivo é praticada em áreas de encostas com declives acentuados (45 a 75 %). A vegetação secundária foi retirada para dar lugar aos pés de bananeira que avançam para dentro dos limites do PEPB. Tal situação desperta grande preocupação, devido ao desmatamento em área protegida e ao potencial desencadeamento de processos erosivos em encostas e de desequilíbrio hídrico no solo.

Os terrenos localizados no entorno imediato do Parque, com a vegetação secundária ainda preservada, representam áreas potenciais para serem incorporadas ao PEPB (no caso de se buscar fazer a redelimitação do Parque) ou de pertencerem à zona de amortecimento. As áreas cobertas pelos demais tipos de vegetação - arbóreo-arbustiva e gramíneo-lenhosa – ou, até mesmo, aquelas sem vegetação e sem ocupação efetiva, podem vir também a compor a zona de amortecimento do PEPB, como forma de proteger a UC, evitando que surjam novas áreas construídas nas adjacências do Parque e buscando formas de uso sustentáveis.

O Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal, juntamente com os mapas de Proximidade de logradouros (Figura 34) e de Proximidade de linhas de transmissão (Figura 35), compuseram, por meio de análise multicritério, o Fator de Ocupação e Cobertura vegetal (Figura 45), apresentado no subitem 5.3.4.

5.1.5 Mapa de Proximidades de logradouros

O Mapa de Proximidades de logradouros (Figura 34) define distâncias a partir dos logradouros mapeados em arquivo digital disponibilizado pelo IPP. As distâncias estabelecidas foram: até 20 m, de 20 a 50 m, de 50 a 100 m e de 100 a 200 m, considerando-se que, quanto maior a proximidade do logradouro, maior a possibilidade de alteração na vegetação existente e de expansão da área construída. Por outro lado, quanto maior for a distância do logradouro, menor será a influência do mesmo e da área construída adjacente em relação às características ambientais presentes.

Os bairros Vargem Grande, Jacarepaguá, Vargem Pequena e Recreio dos Bandeirantes possuem muitos logradouros no entorno do PEPB, onde condomínios de casas e prédios de baixo gabarito foram construídos nos últimos anos. Em Vargem Grande e Jacarepaguá observa-se o maior número de logradouros no entorno imediato do Parque, evidenciando as direções de expansão da área construída. Alguns desses logradouros foram abertos ou ampliados ao longo dos fundos dos vales de rios de sub-bacias como a do Rio Pequeno, a do Rio Grande e a da Divisa, em trechos de geometria côncava convergente, para onde convergem água, sedimentos e rochas vindos das porções mais elevadas do maciço. Portanto, em alguns logradouros há acúmulo de solos e rochas após movimentos de massa (comumente deslizamentos) que ocorrem, de modo recorrente, devido a chuvas intensas, mais frequentes entre os meses de dezembro a abril. Esse aspecto pode ser constatado nas figuras 53 e 54, as quais representam mapeamentos feitos a partir da espacialização dos registros de movimentos de massa pela Defesa Civil Municipal.

O Mapa de Proximidade de logradouros, juntamente com os mapas de Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal (Figura 33) e de Proximidade de linhas de transmissão (Figura 35), compuseram, por meio de análise multicritério, o Fator de Ocupação e Cobertura vegetal (Figura 45), apresentado no subitem 5.3.4.

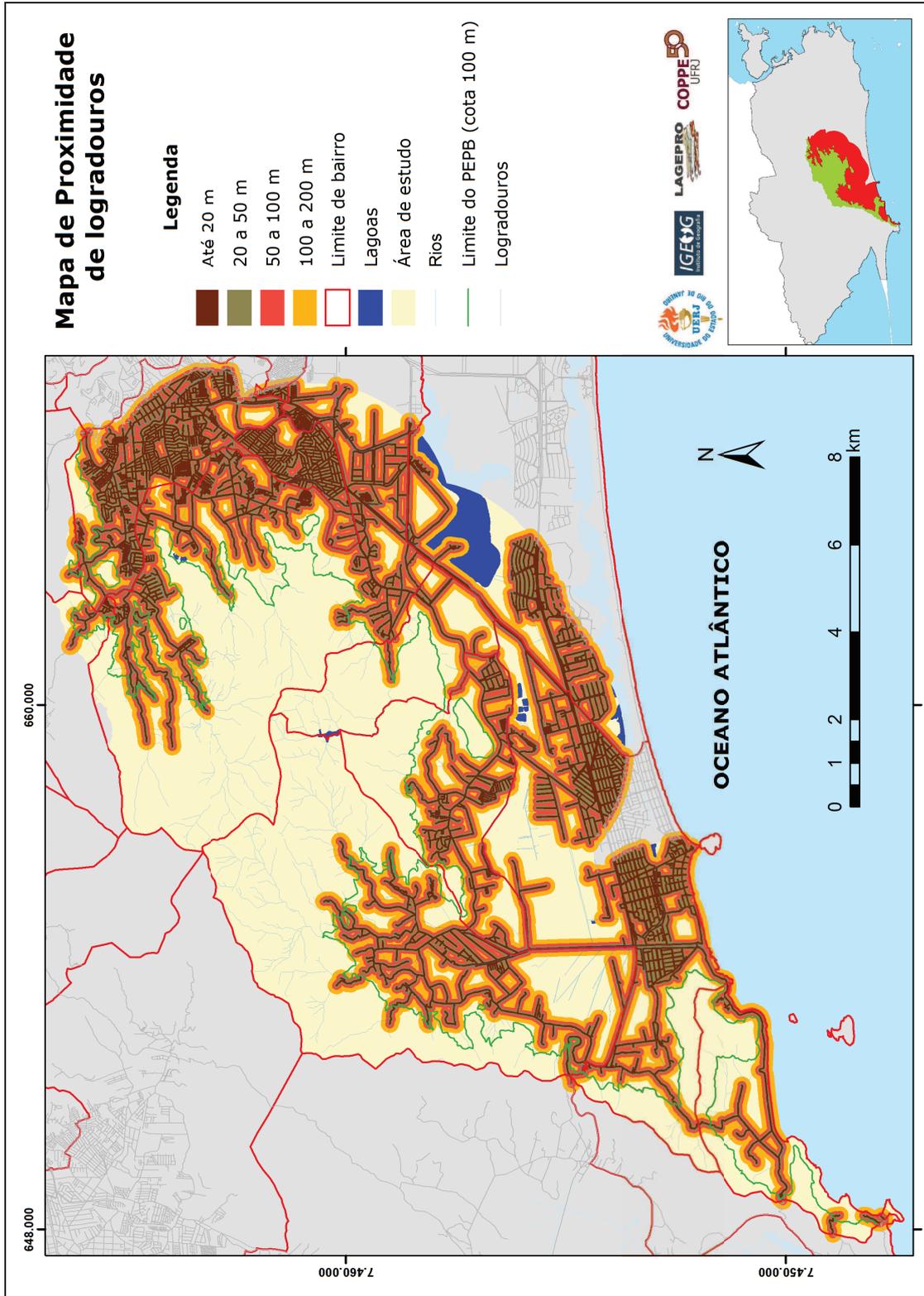


Figura 34 – Mapa de Proximidade de logradouros

5.1.6 Mapa de Proximidade de linhas de transmissão

O Mapa de Proximidade de linhas de transmissão (Figura 35) foi elaborado como um dos condicionantes do Fator de Ocupação e Cobertura vegetal (Figura 45), devido ao impacto que as linhas de transmissão impõem ao meio ambiente, considerando-se a extensão do corredor que deve ser desmatado para instalação das torres de alta tensão e da faixa de servidão. Para este mapa foi traçada a proximidade de 100 m das linhas de transmissão, considerando que os terrenos localizados em distância igual ou menor do que esta poderiam estar sujeitos a processos erosivos acelerados e a movimentos de massa, justamente pelo solo não possuir mais a proteção da vegetação arbórea pré-existente e pelas linhas cortarem terrenos com fortes declives.

De acordo com a Figura 35, os bairros por onde passa a linha de transmissão da Light são Realengo, Jardim Sulacap, Vargem Pequena, Recreio dos Bandeirantes e Jacarepaguá, sendo que neste último também está instalada a linha de transmissão de Furnas.

Deve-se ressaltar que ambas as linhas de transmissão cortam áreas antes cobertas por Floresta Secundária e que agora estão inseridas em uma unidade de conservação integral. Tal fato representa um exemplo de conflito territorial reconhecido no PEPB. Por outro lado, Furnas possui assento no Conselho Consultivo do Parque e, desde a homologação dos seus membros, faz-se presente nas reuniões, discutindo problemas e soluções.

O Mapa de Proximidade de linhas de transmissão, juntamente com os mapas de Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal (Figura 33) e de Proximidade de logradouros (Figura 34), compuseram, por meio de análise multicritério, o Fator de Ocupação e Cobertura vegetal (Figura 45), apresentado no subitem 5.3.4.

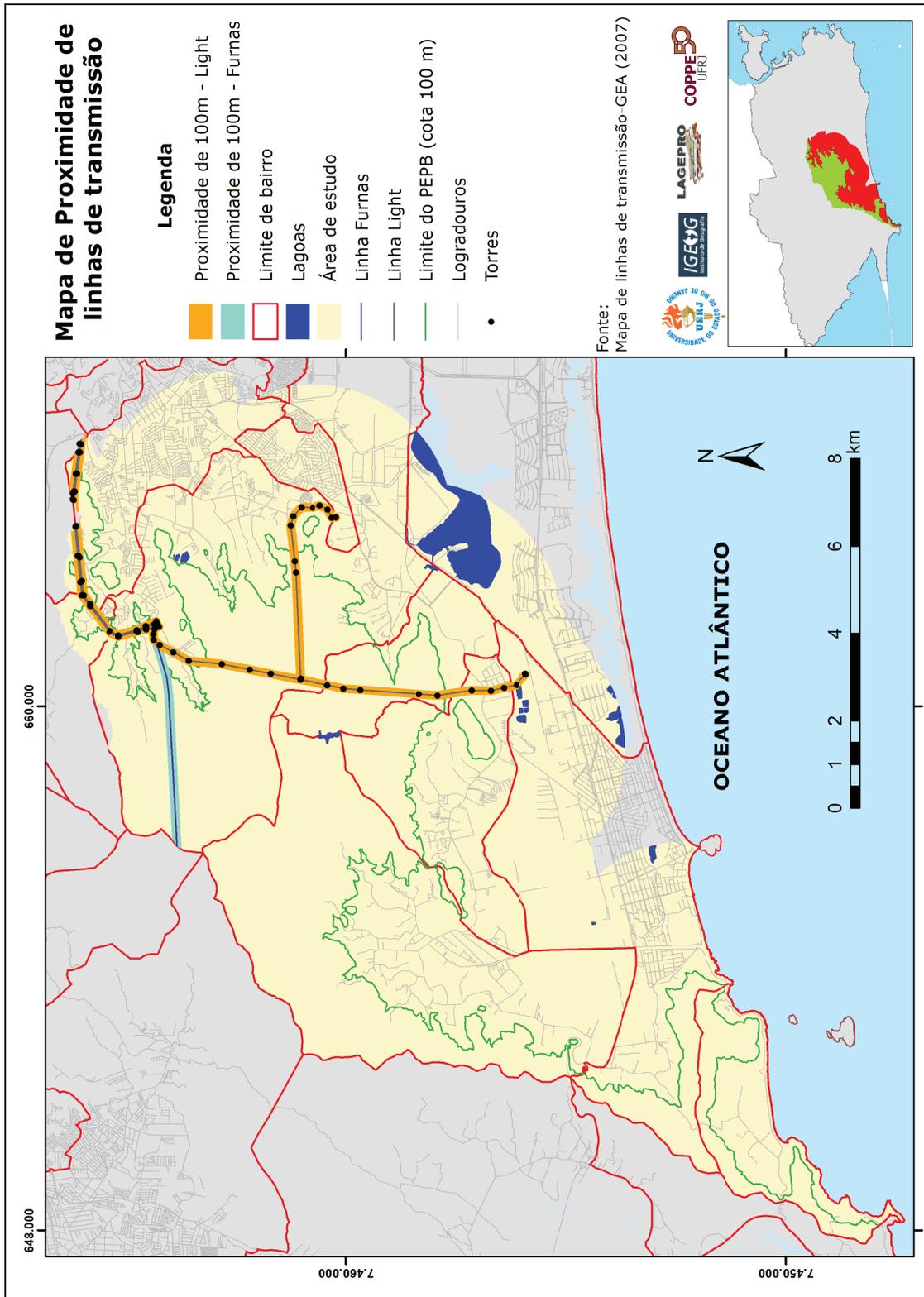


Figura 35 – Mapa de Proximidade de linhas de transmissão

5.1.7 Mapas Temáticos a partir de dados censitários – Aglomerados subnormais e de Saneamento ambiental (abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo)

Os mapas temáticos de Aglomerados subnormais e aqueles relacionados às condições de Saneamento ambiental (abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo) foram elaborados com base no Censo Demográfico de 2010, realizado pelo IBGE. Os dados referentes ao Saneamento ambiental foram mapeados considerando o setor censitário como a unidade espacial de agregação. Os mapas gerados (figuras 37,38 e 39) revelam os setores censitários cujos domicílios estão ligados às redes gerais de água e de esgoto e que têm acesso a serviço de coletas direta e indireta de lixo doméstico. Embora o Censo Demográfico tenha sido executado em 2010, a instituição começou a disponibilizar alguns dados coletados por domicílio somente no início de 2012, após realizar a consistência dos dados, de modo a garantir a sua confiabilidade.

Os mapas dos Domicílios ligados à rede geral de água por setor censitário (%) (Figura 37), dos Domicílios ligados à rede geral de esgoto por setor censitário (%) (Figura 38) e dos Domicílios com coletas direta e indireta de lixo por setor censitário (%) (Figura 39) foram em conjunto submetidos à análise multicritério e compuseram o Fator de Saneamento ambiental (Figura 46), apresentado no subitem 5.3.5.

Com base nos dados absolutos referentes ao saneamento ambiental extraídos da tabela de atributos do referido censo, foram calculados os valores relativos e, em seguida, definidos o número de classes e seus respectivos intervalos mínimos e máximos presentes nas legendas dos mapas, com base nas distribuições estatísticas nos histogramas. A seguir são apresentados e comentados os mapas gerados:

a) Mapa de Localização dos Aglomerados subnormais

A Figura 36 representa a distribuição espacial dos setores censitários formados por habitações populares², assim classificados pelo IBGE, na tabela de atributos do Censo Demográfico 2010, utilizando-se o ARCGIS 10.

Observa-se que setores censitários com habitações populares (aglomerados subnormais) estão presentes basicamente nas áreas de baixada em grande parte em Jacarepaguá, Taquara e Curicica. Essas áreas ficam sujeitas periodicamente a inundações e são desvalorizadas pelo mercado imobiliário formal. Outras

² Até o Censo Demográfico de 1991, os setores censitários formados por habitações populares típicas de comunidades de baixa renda eram classificados como Aglomerados Subnormais.

concentrações de habitações populares localizam-se nas encostas, em declives acentuados, nos bairros Jacarepaguá, Taquara e Realengo. Essas ocupações feitas sem planejamento e caracterizadas pelo baixo construtivo são vulneráveis ao desabamento e, em geral, situadas em áreas de maior risco de movimentos de massa, como pode ser observado na Figura 53, que mostra a distribuição espacial dos registros de movimentos de massa atendidos pela Defesa Civil Municipal.

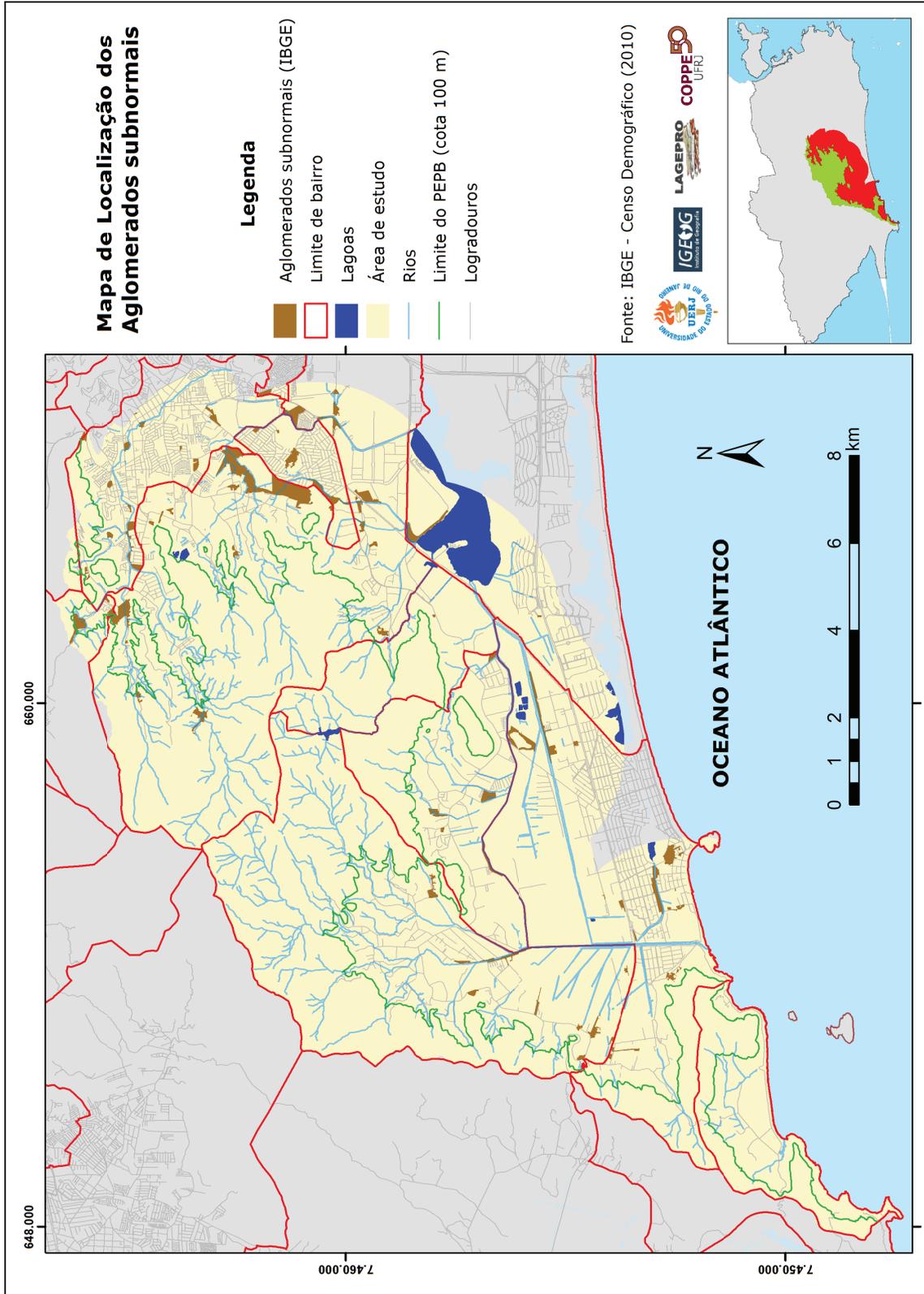


Figura 36 – Mapa de Localização dos Aglomerados subnormais

b) Mapa dos Domicílios ligados à rede geral de água por setor censitário (%)

O Mapa dos Domicílios ligados à rede geral de água por setor censitário (%) (Figura 37) mostra que os maiores percentuais de domicílios com abastecimento obtido pela rede geral de água da CEDAE – 86 a 95 % e 96 a 100% - estão concentrados em setores censitários situados na baixada urbanizada. Os setores mais próximos ao limite do PEPB (cota de 100 metros) possuem menores percentuais de domicílios ligados à rede de água da CEDAE, principalmente nos bairros Jacarepaguá, Grumari e Recreio dos Bandeirantes, onde são encontrados setores censitários nos quais apenas entre 1 a 15 % dos domicílios são abastecidos por água encanada. Em Vargem Grande e no Recreio dos Bandeirantes há muitos setores censitários inseridos nas classes 16 a 30% e 31 a 50% (em alguns casos correspondentes aos aglomerados subnormais), evidenciando que, embora sejam bairros que vêm sofrendo intenso e rápido processo de ocupação residencial de médio a alto padrão, isso não foi acompanhado pela expansão da rede de abastecimento de água.

Nos bairros Taquara, Jacarepaguá e Vargem Grande existem setores que avançam para dentro dos limites do PEPB e naqueles onde há menores percentuais de domicílios ligados à rede geral de água, não significa dizer que são desprovidos deste recurso, mas sim, que o obtêm por meio de captação (clandestina ou não) de rios que atravessam os terrenos (Foto 1). Tal fato se explica, em parte, pelas redes gerais de água e de esgoto atenderem eminentemente aos setores censitários localizados na baixada urbanizada. Os domicílios no interior do Parque ou no seu entorno imediato possuem nascentes e rios que cortam os terrenos e captam a água diretamente dos rios e das minas d'água.

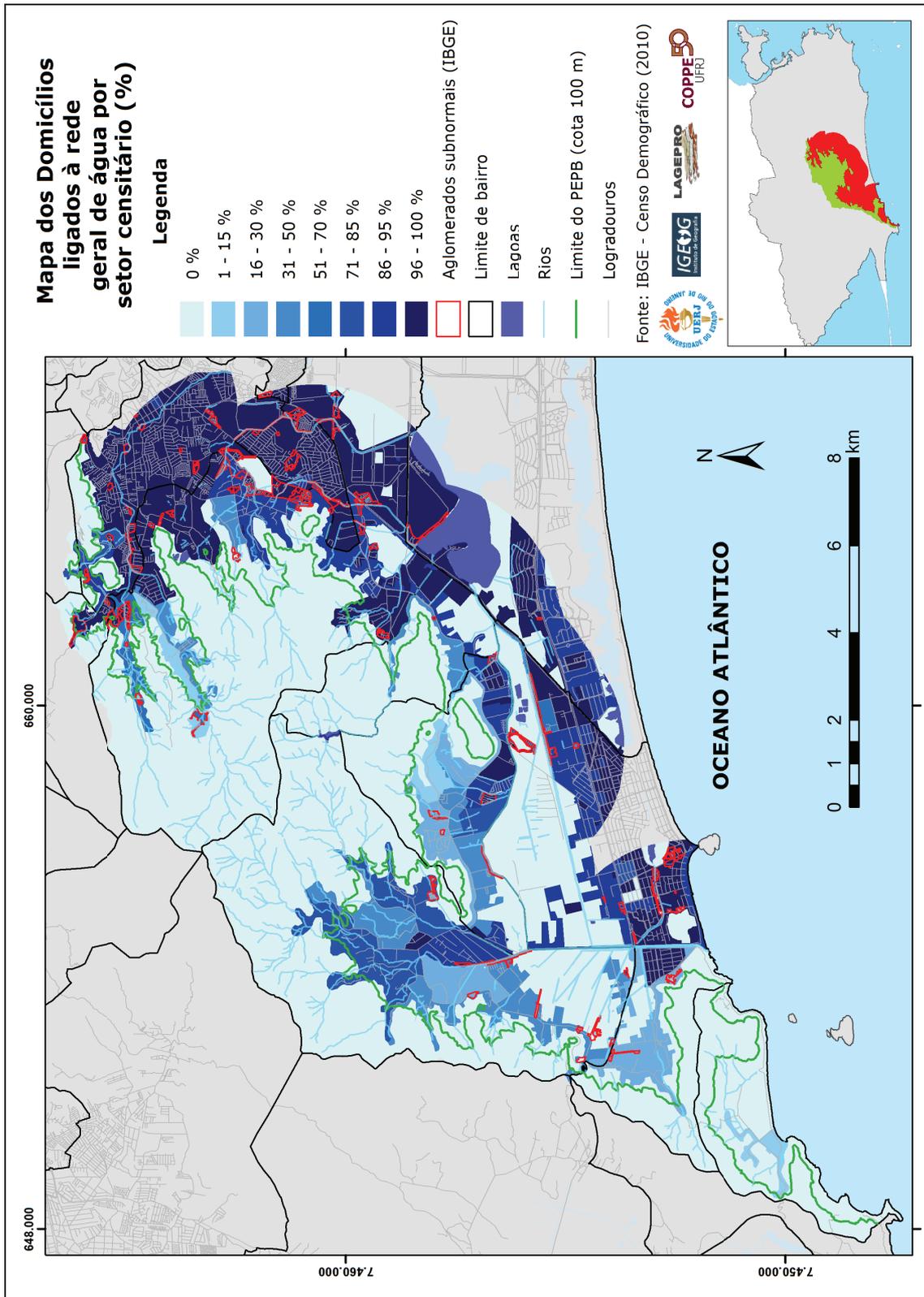


Figura 37 – Mapa dos Domicílios ligados à rede geral de água por setor censitário (%)

c) Mapa dos Domicílios ligados à rede geral de esgoto por setor censitário (%)

Em relação ao saneamento ambiental, o contexto do esgotamento sanitário é o que apresenta maior diversidade e desigualdade na área de estudo. O Mapa dos Domicílios ligados à rede geral de esgoto por setor censitário (%) (Figura 38) mostra a distribuição espacial dos percentuais de domicílios por setor censitário ligados à rede geral de esgoto da CEDAE.

Na baixada, onde a área urbanizada já está consolidada, predominam as classes de 76 a 95 % e de 96 a 100% de domicílios abastecidos pela rede da CEDAE. No entanto, os setores censitários localizados no entorno imediato do PEPB (alguns, inclusive, avançando além dos seus limites - da cota altimétrica de 100 metros) possuem percentuais mais baixos de domicílios ligados à rede da CEDAE – predomínio das classes 1 a 10 % e 11 a 30 % (principalmente em aglomerados subnormais em Jacarepaguá, nas bacias dos rios Grande e Pequeno e em Vargem Grande). Nesses casos, os domicílios podem utilizar fossa séptica ou não possuírem qualquer sistema de esgotamento sanitário, lançando, inclusive, os dejetos diretamente nos rios ou nos valões.

Depreende-se disso que o ritmo da expansão urbana, principalmente na vertente leste do Maciço da Pedra Branca, não vem sendo acompanhado pela implantação de equipamentos urbanos relacionados aos serviços de esgotamento sanitário. Tal fato constitui um dos maiores problemas encontrados na área – a falta de saneamento básico, que tende a ficar mais evidente em função da ocupação residencial crescente e acelerada, tanto de moradias licenciadas como as irregulares e clandestinas.

No PEPB essa situação é bem marcante, pois menos de 40% dos domicílios, em quase a totalidade do Parque, não conta com rede geral de esgoto (Figura 38), ao passo que há uma grande variação com relação aos percentuais de domicílios, por setores censitários, com o uso de fossa séptica (INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS, 2012)

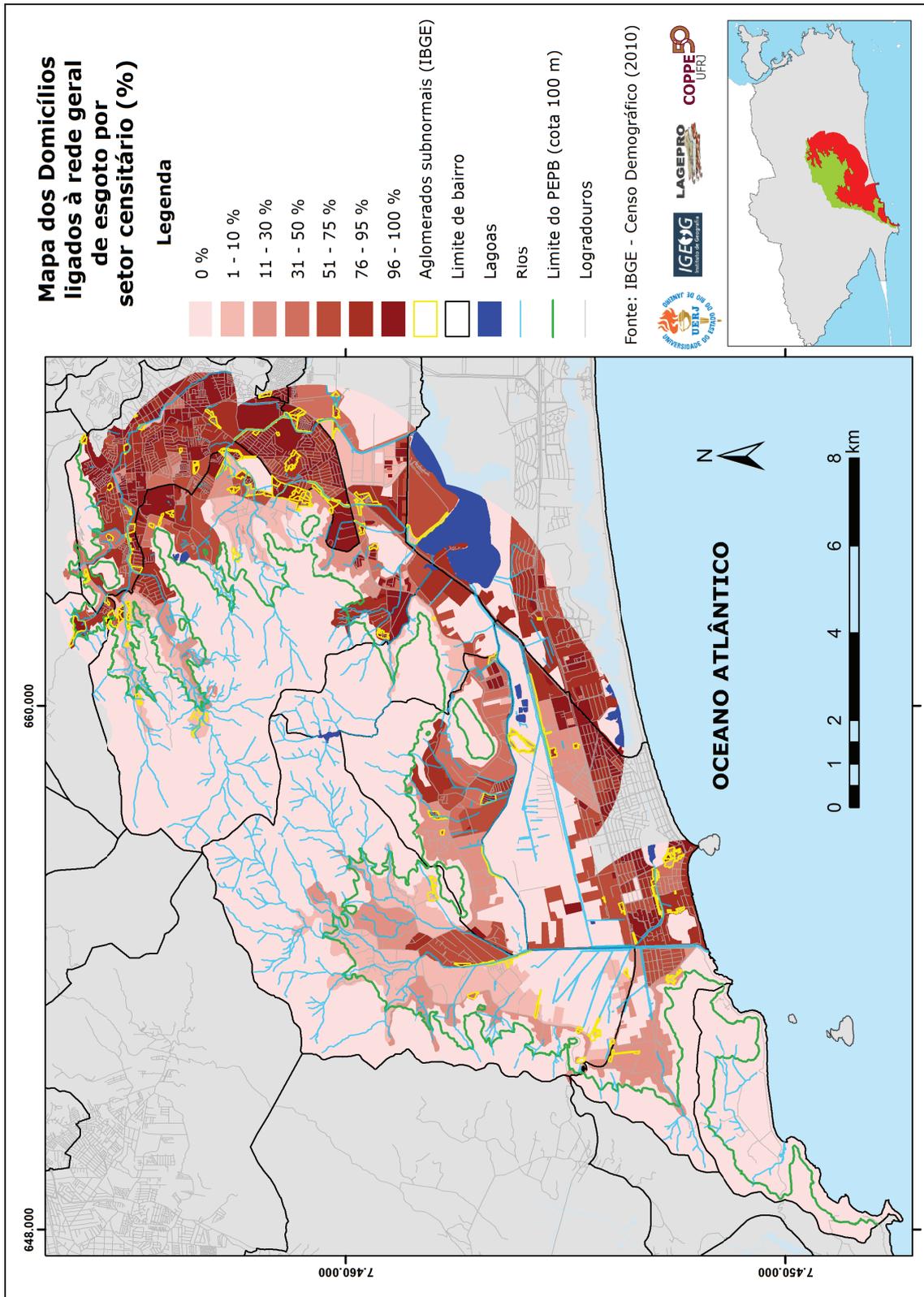


Figura 38 – Mapa dos Domicílios ligados à rede geral de esgoto por setor censitário (%)

d) Mapa dos Domicílios com coletas direta e indireta de lixo por setor censitário (%)

O Mapa dos Domicílios com coletas direta e indireta do lixo por serviço de limpeza urbana (Figura 39) mostra por classes percentuais os setores censitários cujos domicílios têm acesso a esse serviço. A coleta direta refere-se ao domicílio localizado em logradouro por onde passa o caminhão que faz a retirada do lixo domiciliar depositado nas vias em dias específicos da semana. No caso da coleta indireta, o caminhão não passa nas vias para recolher o lixo, cabendo ao morador retirar o lixo do domicílio e depositá-lo em caçambas colocadas em via próxima. Observa-se na Figura 39 que na área de estudo há um predomínio de setores censitários com mais de 96 % de seus domicílios servidos pelas coletas direta e indireta de lixo doméstico. Tal dado revela que a questão sobre a coleta de lixo na área não constitui um problema e que não é um aspecto diferenciador entre os setores censitários, muito pelo contrário, quanto a essa questão praticamente a totalidade dos domicílios tem acesso ao serviço de coleta de lixo residencial.

Os setores censitários com percentuais menores – 61 a 90 % de domicílios com coleta de lixo – correspondem a áreas de aglomerados subnormais, mapeadas pelo IBGE. Os moradores dos poucos domicílios que não são servidos pelas coletas direta e indireta de lixo doméstico podem dar outros destinos ao mesmo: queimam, enterram, jogam nos rios ou nos terrenos baldios. Qualquer um desses destinos compromete a qualidade ambiental dos locais já carentes desse serviço de limpeza urbana, devido à piora da qualidade do ar e da água, à potencial contaminação do lençol freático, ao aumento de roedores e insetos, em decorrência do acúmulo de restos de alimentos, à elevação do risco probabilidade de deslizamentos, em virtude do volume crescente de sacolas de lixo atiradas em terrenos. A alta concentração de sacolas de lixo, durante e após chuvas fortes ou moderadas de longa duração, ficam pesadas devido à retenção de água e, quando mobilizadas encosta abaixo, ganham um expressivo poder de arraste de sedimentos, rochas e lixo, agravando o problema dos deslizamentos.

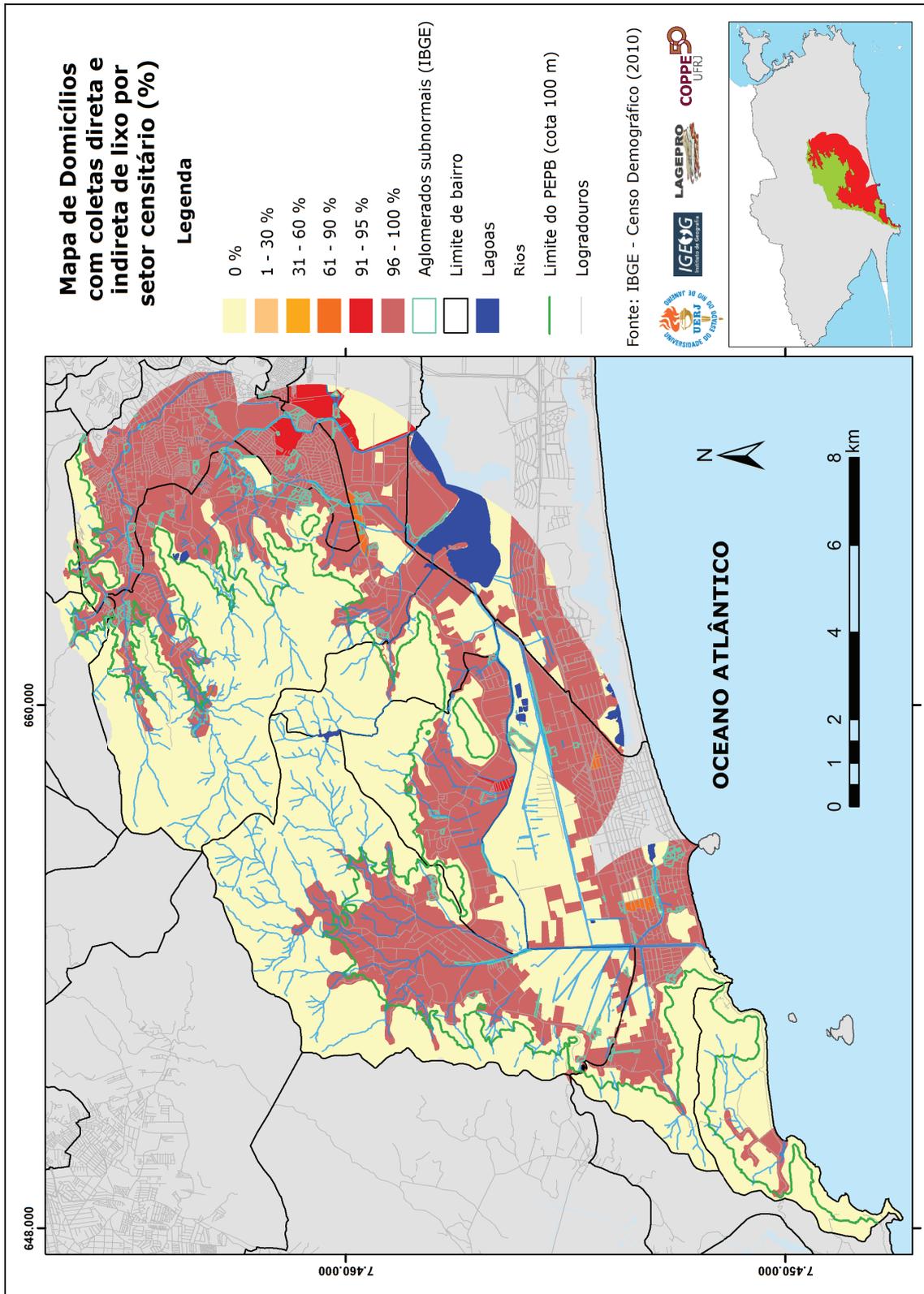


Figura 39 – Mapa dos Domicílios com coletas direta e indireta de lixo por setor censitário (%)

5.1.8 Mapa de Erosividade

O Mapa de Erosividade (Figura 40) referente à média total da chuva relativa aos meses de dezembro a abril do período de 1997 a 2011 (exceto dezembro de 1997) foi elaborado a partir da aplicação do modelo proposto por TOMMASELLI et al. (1997 *apud* SANTANA et al., 2006), explicitado no subitem 4.2.2.5.3 do Capítulo 4.

A legenda desse mapa é composta por seis classes de erosividade, conforme o sistema internacional, que variam de 500 a 630 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ (magajoule x milímetro de chuva por hectare por hora de chuva).

COSTA (2006) fez o mapeamento da erosividade para todo o Maciço da Pedra Branca, considerando os registros pluviométricos de todos os meses do ano do período de dados disponibilizado, até então, pelo Sistema Alerta-Rio. A autora, ao fim da análise, classificou as chuvas que incidem sobre grande parte do referido maciço como de média erosividade. A princípio, pode-se considerar que essa condição média anual possa evoluir para média a forte, se forem incluídos os índices médios de chuva do período de dezembro a abril, quando os volumes de chuvas são maiores. Estes podem aumentar a capacidade da chuva de causar erosão em uma área sem cobertura vegetal, como foi o caso, por exemplo das chuvas de março (351 mm) e abril (372 mm) de 2010 que provocaram processos erosivos no Maciço da Pedra Branca.

Deve-se ressaltar que a não existência de uma estação pluviométrica em posição altimétrica elevada, capaz de registrar as chuvas orográficas na vertente leste, voltada para os ventos úmidos oriundos do Oceano Atlântico, faz com que os valores pluviométricos sejam subestimados nas porções mais elevadas das encostas. Consequentemente, os valores de erosividade calculados também ficam abaixo do que realmente deveriam ser.

Observa-se na Figura 40 que a maior classe de erosividade – 610 a 630 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ – foi estabelecida nos bairros Grumari (principalmente por toda a área da Grota Funda), Recreio dos Bandeirantes (nos trechos das encostas) e Vargem Grande, porque estão localizados em bacias de drenagem voltadas para o Oceano Atlântico, de onde recebem ventos úmidos e, por isso, são áreas sujeitas a maiores índices pluviométricos, devido a chuvas orográficas e, consequentemente, são submetidas a maior erosividade.

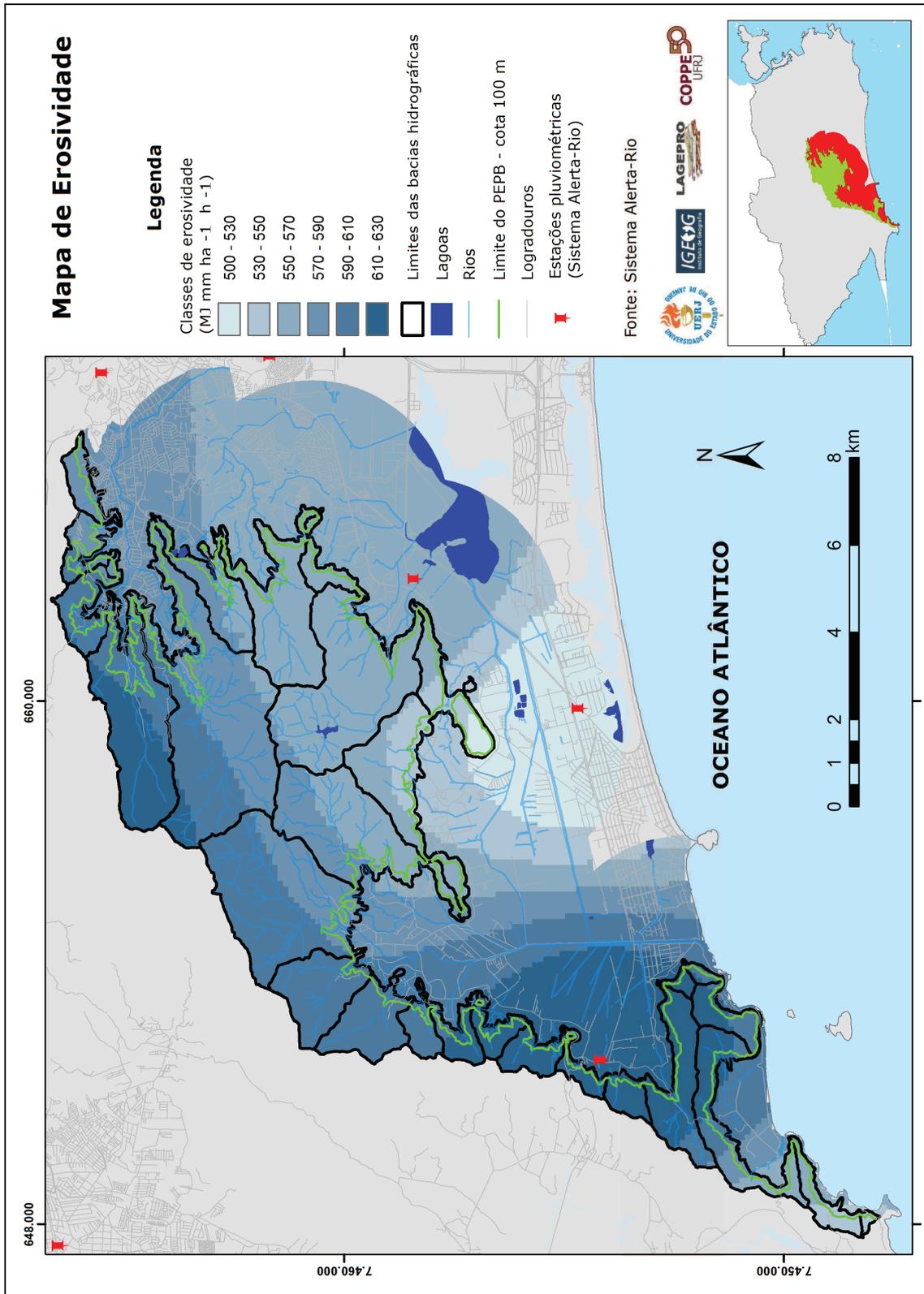


Figura 40 – Mapa de Erosividade

O modelo matemático que possibilitou calcular os valores de erosividade média mensal do período de janeiro de 1997 a abril de 2011, somente pôde ser executado após a realização dos procedimentos de levantamento dos registros pluviométricos das 32 estações que compõem o Sistema Alerta-Rio, de cálculo de acumuladas mensais de chuva e de distribuição espacial das acumuladas mensais na área de estudo por meio de interpolações a partir da aplicação do método de interpolação matemática IDW (*Inverse Distance Weighted* – Ponderação do Inverso da Distância). Esses procedimentos foram explicitados no subitem 4.1 do Capítulo 4. Os resultados obtidos por intermédio desses procedimentos são descritos a seguir e permitiram conhecer mais detalhadamente o comportamento médio pluviométrico na área de estudo durante os meses regularmente mais chuvosos do ano (dezembro a abril).

5.1.8.1 Análise de dados pluviométricos referentes ao período de dezembro de 1997 a abril de 2011

a) O comportamento médio das acumuladas mensais de chuva

Após a realização dos procedimentos metodológicos que constam do subitem 4.1 do Capítulo 4, foram obtidas 70 médias das acumuladas mensais históricas referentes aos meses de dezembro a abril do período 1997 a 2011, conforme mostra o Quadro 45. Essas médias foram calculadas para os pixels inseridos no polígono da área de estudo por meio do método de interpolação IDW, considerando-se as 32 estações do Sistema Alerta-Rio.

ANO	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR
1997	84				
1998	207	267	99	115	44
1999	78	139	99	131	44
2000	129	143	153	77	26
2001	251	49	46	104	42
2002	113	60	157	44	23
2003	92	437	6	260	103
2004	97	168	183	48	113
2005	164	164	82	227	124
2006	107	258	135	101	82
2007	228	93	119	21	99
2008	133	166	128	214	143
2009	373	182	93	108	106
2010	170	126	110	351	372
2011		87	34	141	134

Quadro 45 - Médias históricas de chuvas mensais (mm) considerando-se 70 valores interpolados para todos os pixels contidos na área de estudo.

Os três maiores valores totais mensais de chuva foram: 437 mm em Janeiro de 2003, 373 mm em Dezembro de 2009 e 372 mm em Abril de 2010. Chama-se a atenção para o fato do mês de março de 2010 ter atingido a média de 351 mm, também elevada. Deste modo, dois meses sucessivos, março e abril de 2010 apresentaram médias elevadas de acumuladas mensais. De acordo com os registros pluviométricos do Sistema Alerta Rio, em um período de 24 horas entre os dias 5 e 6 de abril de 2010, choveu, em média, de 150 a 300 milímetros nas diversas áreas da cidade do Rio de Janeiro, o que equivaleu a um volume maior do que o dobro normalmente registrado para este mês (Sistema Alerta Rio, 2012).

O Gráfico 2 a seguir representa o histograma com a distribuição das frequências relativas (%), as quais foram dispostas no eixo *y* e no eixo *x*, estão expostos os oito intervalos de classe das acumuladas médias mensais. O referido gráfico mostra uma distribuição bimodal, na qual as classes 56 a 110 mm e 111 a 165 mm contribuem cada uma com 29 % da frequência de acumuladas médias mensais de chuva. Logo em seguida, estão as classes 0 a 55 mm e 166 a 220 mm, que contribuem, respectivamente, com 17% e 10% da frequência. Os resultados indicam que 75% dos valores de acumuladas mensais de chuva na área de estudo estiveram abaixo de 165 mm no período de Dezembro de 1997 a Dezembro de 2011. Os valores das acumuladas mensais pluviométricas que alcançaram maiores volumes variaram de 386 to 440 mm e representam menos do que 2% das observações.

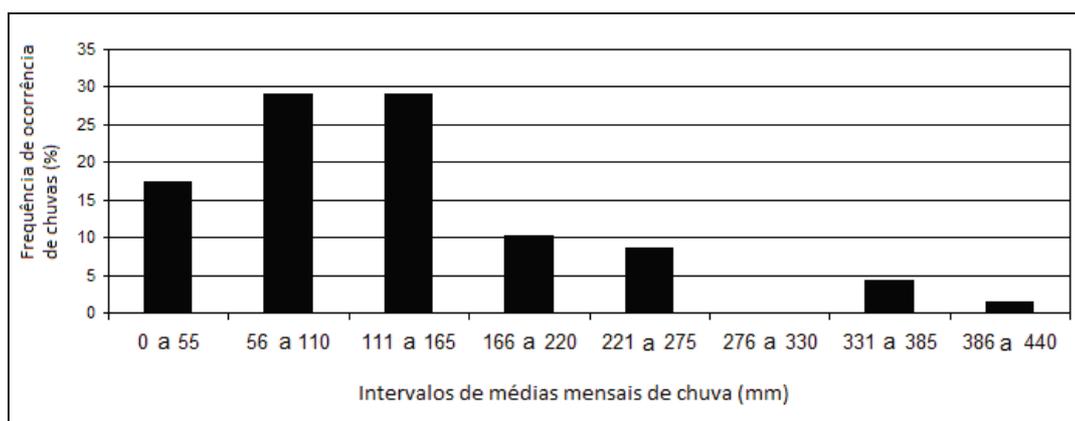


Gráfico 2 - Distribuição de frequência das acumuladas mensais de chuva

Os resultados dessas análises foram inseridos no artigo internacional intitulado *An Analysis of Monthly Rainfall and Its Relationship to the Occurrence of Mass Movement and Flooding in Pedra Branca Massif in the City of Rio de Janeiro, Brazil*, publicado em julho de 2013 no site da revista *Geographical Research* (RIBEIRO et al., 2013).

5.2 Resultados das Assinaturas Ambientais

Os gráficos 3 a 11 são os resultados finais do procedimento de Assinatura Ambiental “por categoria”, realizado no programa aplicativo SAGA/UFRJ, a partir do Mapa de Proximidade de cicatrizes de movimentos de massa (100m) (Figura 57). Essas assinaturas permitiram identificar as características ambientais predominantes que correspondem às áreas de cicatrizes de movimentos de massa (desencadeadas pelas chuvas em fevereiro de 1996) e suas respectivas faixas de proximidade (*buffers*) de 100 metros, distribuídas pelas bacias hidrográficas inseridas na área de estudo.

Os resultados das planimetrias obtidos em percentuais e em hectares com as assinaturas ambientais foram separados em três grupos, conforme os percentuais das extensões das bacias hidrográficas atingidas pelas referidas cicatrizes e respectivas faixas de proximidade: o primeiro grupo foi formado por bacias hidrográficas onde não foram desencadeadas cicatrizes de movimentos de massa; o segundo foi composto por bacias que tiveram de 2 a 10 % de suas áreas comprometidas pelas cicatrizes e faixas de proximidade de 100 metros; e o terceiro, reuniu as bacias hidrográficas que tiveram de 10 a 20 % da sua extensão inseridos dentro dos 100 metros das cicatrizes de movimentos de massa.

A análise dos gráficos evidencia as categorias ambientais que representaram, possivelmente, os condicionantes para o desencadeamento, em 1996, das cicatrizes de movimentos de massa e suas faixas de proximidade de 100 metros. No eixo *x* foram dispostas as características ambientais consideradas para as assinaturas e no eixo *y* os percentuais das respectivas áreas (medidas em hectares) em relação à extensão das cicatrizes de movimentos de massa e suas faixas de proximidade de 100 metros.

A seguir são apresentados e comentados os Gráficos 3 a 11, que mostram os resultados das assinaturas referentes ao terceiro grupo citado, sendo que cada linha representa uma bacia hidrográfica com 10 a 20 % da sua extensão areal inseridos nas faixas de proximidade de 100 metros das cicatrizes de movimento de movimentos de massa. As bacias hidrográficas desse grupo são: Rio Grande, Rio da Divisa, Rio Pequeno, Rio do Café, da Vargem Pequena.

a) Quanto aos tipos de litologia

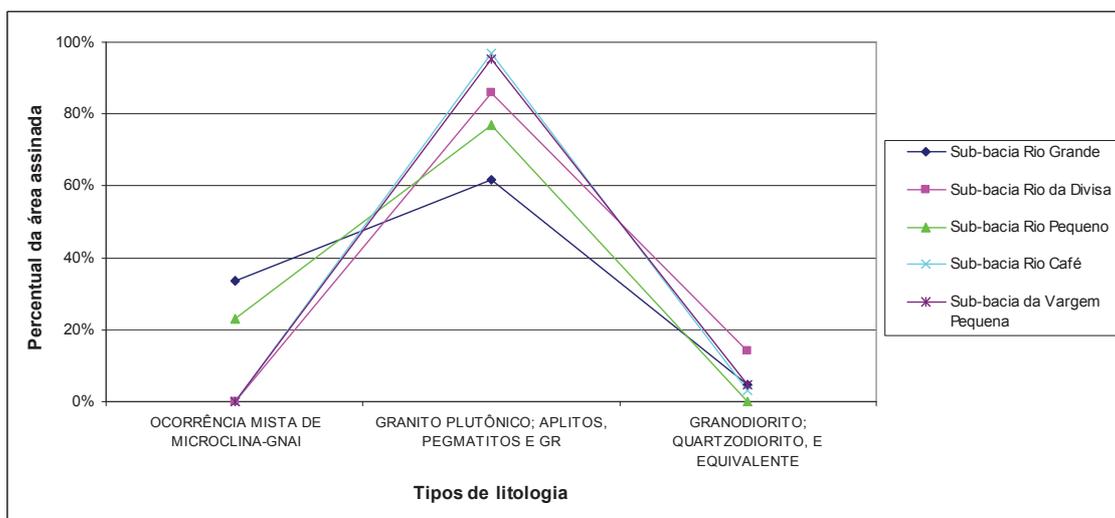


Gráfico 3 – Assinatura Ambiental das cicatrizes de movimentos de massa e faixas de proximidade de 100 metros em relação aos Tipos de litologia.

O Gráfico 3 mostra apenas as categorias de litologias que apresentaram valores diferentes de 0 %. Estas não foram introduzidas no gráfico, de modo a torná-lo mais limpo, claro e objetivo. Nas cinco bacias hidrográficas, a categoria da legenda do Mapa Geológico que apresentou alta correspondência espacial com as cicatrizes de movimentos de massa e suas faixas de proximidade de 100 metros foi “Granito Plutônico, Aplitos, Pegmatitos e Granito Hipoabissal”, sendo os percentuais distribuídos assim pelas bacias: Rio do Café (97 %), da Vargem Pequena (95 %), Rio da Divisa (86 %), Rio Pequeno (77 %) e Rio Grande (62 %). Nas bacias do Rio Grande e do Rio Pequeno foi encontrada relevante correspondência espacial das cicatrizes e faixas de proximidade de 100 metros com a categoria litológica “Ocorrência mista de microclina-gnaiss e plagioclásio-quartzo, biotita, granada, plagioclásio-gnaiss”, a qual ocupou, respectivamente, as extensões 34% e 23 % das referidas bacias.

b) Quanto aos tipos de solo

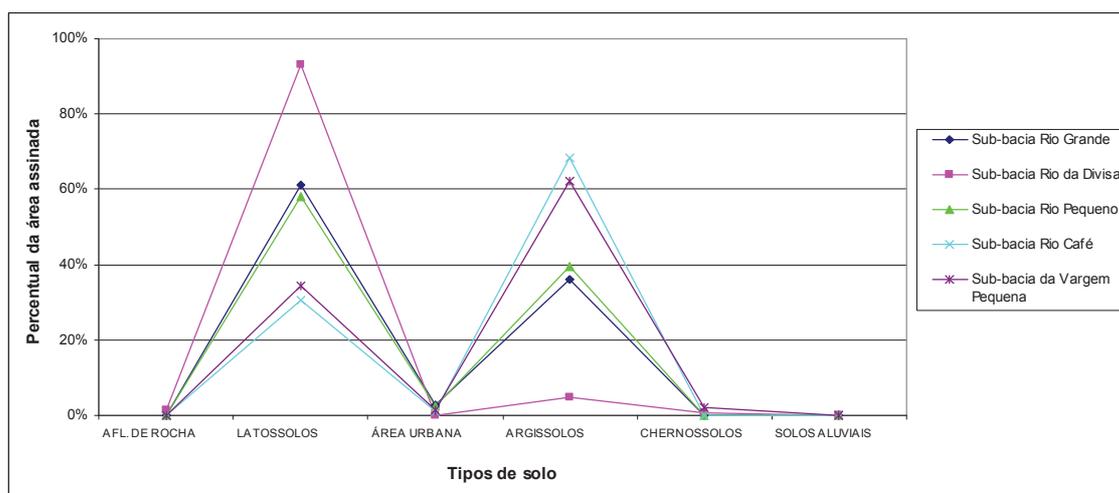


Gráfico 4 – Assinatura Ambiental das cicatrizes de movimentos de massa e faixas de proximidade de 100 metros em relação aos Tipos de solo.

Assim como no Gráfico 3, somente foram colocadas no Gráfico 4 as categorias de tipos de solo onde houve correspondência espacial com as cicatrizes desencadeadas em 1996 e suas faixas de proximidade de 100 metros. As duas categorias que se destacaram nas cinco bacias hidrográficas foram os solos Latossolo e Argissolo, sendo que o primeiro tipo é predominante nas bacias do Rio da Divisa (93 %), do Rio Grande (61 %) e do Rio Pequeno (58 %); o segundo tipo abrange 62 % e 68% das áreas correspondentes às cicatrizes e faixas de proximidade desencadeados nas bacias da Vargem Pequena e do Rio do Café, respectivamente.

As características intrínsecas dos solos Latossolo e Argissolo explicam, em parte, porque as cicatrizes de movimentos de massa foram desencadeadas em 1996 em áreas cobertas por eles. Como já mencionado no Capítulo 3, o Latossolo está presente no Maciço da Pedra Branca em altitudes superiores a 600 m e em forte declive. Essas circunstâncias topográficas impõem a necessidade de preservação ambiental dos solos e coberturas. Os Argissolos, chamados de solos com B textural, são propensos à erosão superficial hídrica e têm menor profundidade e proporções maiores de silte e de minerais pouco resistentes ao intemperismo, se comparados aos latossolos. O cultivo realizado em terrenos situados em declives muito fortes, torna os argissolos muito susceptíveis à erosão hídrica. Os Argissolos, por serem propensos a esse tipo de erosão, devem também ser destinados à preservação ambiental.

c) Quanto às classes altimétricas

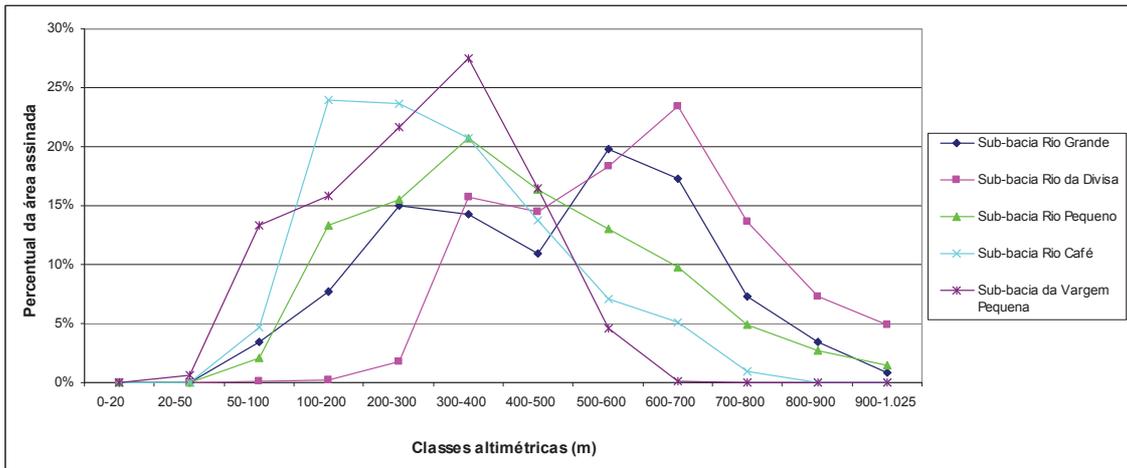


Gráfico 5 – Assinatura Ambiental das cicatrizes de movimentos de massa e faixas de proximidade de 100 metros em relação às Classes altimétricas.

Não houve predomínio de uma ou de duas classes altimétricas com relação aos locais onde foram desencadeadas as cicatrizes de movimentos de massa. Isto significa que as cicatrizes foram deflagradas em diferentes altitudes, como evidencia o Gráfico 5. No entanto, é possível deprender ao observar o gráfico que as áreas das cicatrizes de movimentos de massa e os faixas de proximidade foram deflagrados de forma espacialmente concentrada entre 100 a 700 metros.

d) Quanto à Declividade

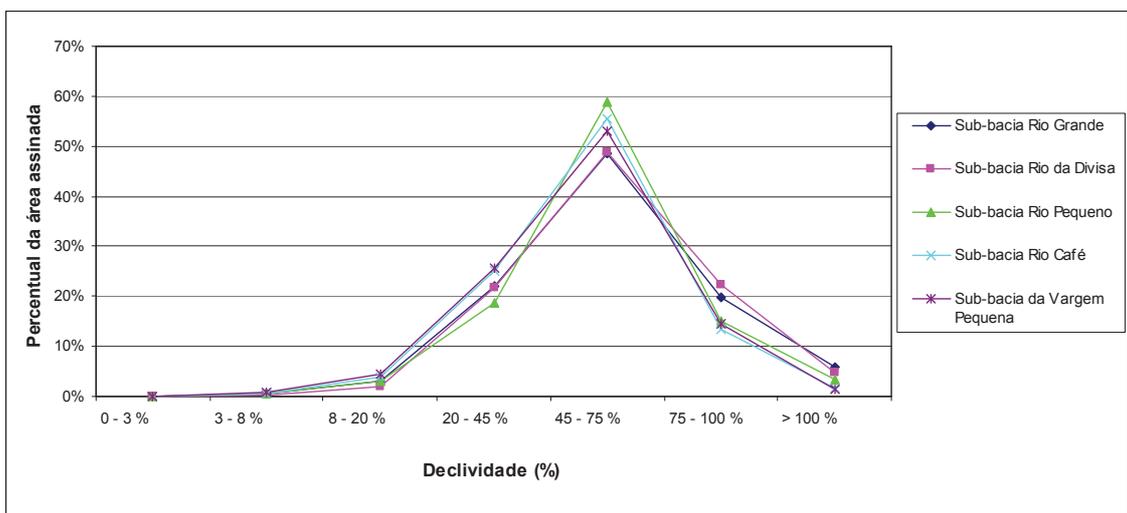


Gráfico 6 – Assinatura Ambiental das cicatrizes de movimentos de massa e faixas de proximidade de 100 metros em relação à Declividade.

Conforme mostra o Gráfico 6, a classe de declividade em que a maior parte das cicatrizes de movimentos de massa foi desencadeada varia de 45 a 75 % nas cinco bacias hidrográficas, o que comprova que os movimentos de massa de maior magnitude

não foram observados em encostas com os maiores declives. Observou-se que os terrenos atingidos, embora possuindo declives menos íngremes, localizam-se próximos aos lineamentos geológicos e às zonas de interflúvio, nas quais há a presença de afloramentos rochosos fraturados. Além disso, essas zonas são cobertas, principalmente, por argissolos e latossolos, que contribuem, em conjunto, para o desencadeamento dos movimentos de massa, especialmente nos períodos chuvosos (dezembro a abril).

e) Quanto à Orientação de encostas

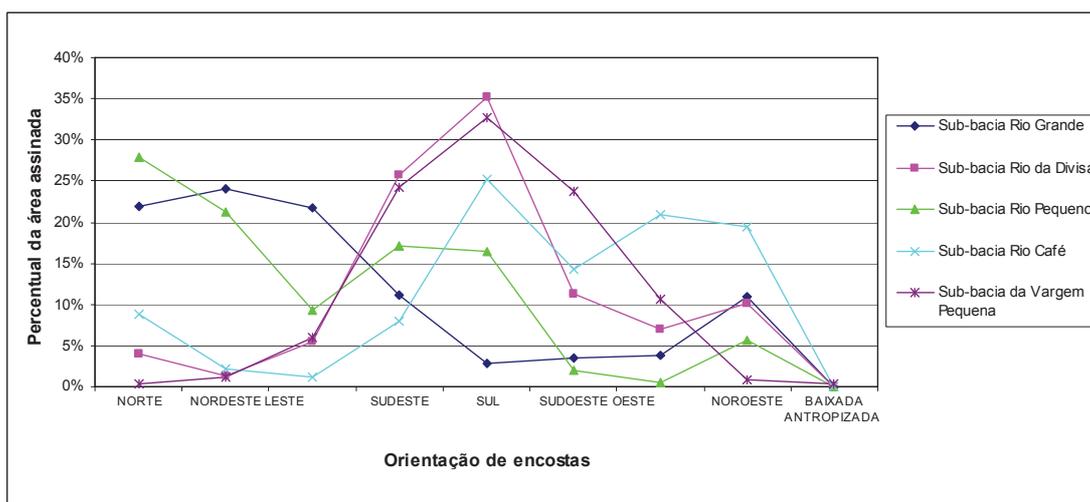


Gráfico 7 – Assinatura Ambiental das cicatrizes de movimentos de massa e faixas de proximidade de 100 metros em relação à Orientação de encostas.

Observando-se o Gráfico 7, verifica-se que, com exceção da bacia do Rio Grande, que é orientada para o nordeste e cujas encostas atingidas pelas cicatrizes são voltadas predominantemente para as direções norte (22 %), nordeste (24 %), noroeste (11%) e leste (22 %), as demais bacias apresentam correspondência com as áreas ocupadas pelas cicatrizes e faixas de proximidade (100m) em suas encostas voltadas para as direções sul, sudeste e sudoeste, principalmente nos casos das bacias do Rio da Divisa e da Vargem Pequena. O Gráfico 7 destaca, portanto, que as cicatrizes e faixas de proximidade (100m) correspondem espacialmente, em grande parte, às vertentes voltadas para o sul, sudeste e sudoeste, as quais sofrem os efeitos das chuvas orográficas, derivadas dos ventos úmidos que sopram do oceano.

f) Quanto à Erosividade

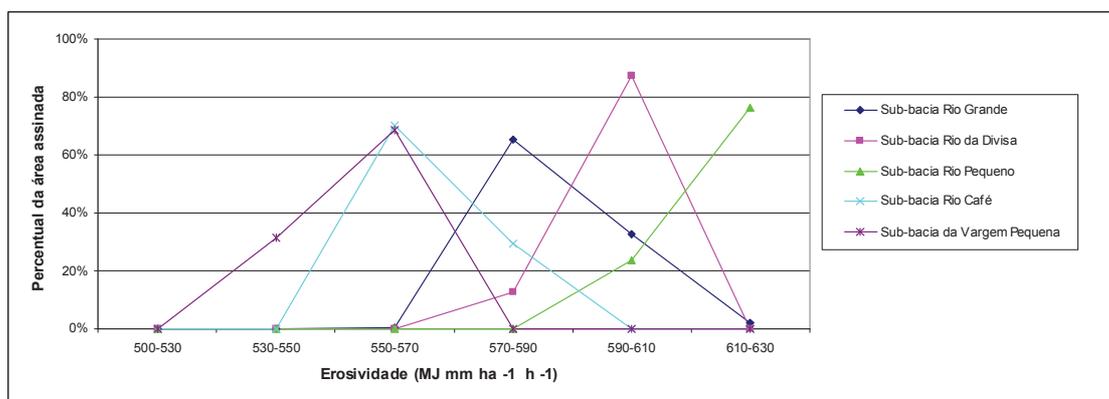


Gráfico 8 – Assinatura Ambiental das cicatrizes de movimentos de massa e faixas de proximidade de 100 metros em relação à Erosividade.

O Gráfico 8 revela que os índices de erosividade não são uniformes nas áreas afetadas pelas cicatrizes e faixas de proximidade (100m), as quais corresponderam a 76 % da classe mais alta (610 a 630 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹) na bacia do Rio Pequeno. Na classe imediatamente inferior (590 a 610 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹), as extensões das cicatrizes e faixas de proximidade (100m) atingiram predominantemente a 87% da bacia do Rio da Divisa. Na sequência, as mesmas correspondem a 65 % da bacia do Rio Grande em relação à classe 570 a 590 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹; a 70 % da bacia do Rio do Café e a 68 % da bacia da Vargem Pequena considerando a classe 550 a 570 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹; a 32 % da bacia da Vargem Pequena em relação à classe 530 a 550 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹. Não houve correspondência espacial das cicatrizes e faixas de proximidade (100m) com áreas submetidas ao índice de erosividade da classe 500 a 530 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹. De um modo geral, a extensão espacial onde foram desencadeadas cicatrizes de movimentos de massa é submetida a índices de erosividade classificados como médios a forte (500 a 750 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹).

g) Quanto à Geometria de encostas

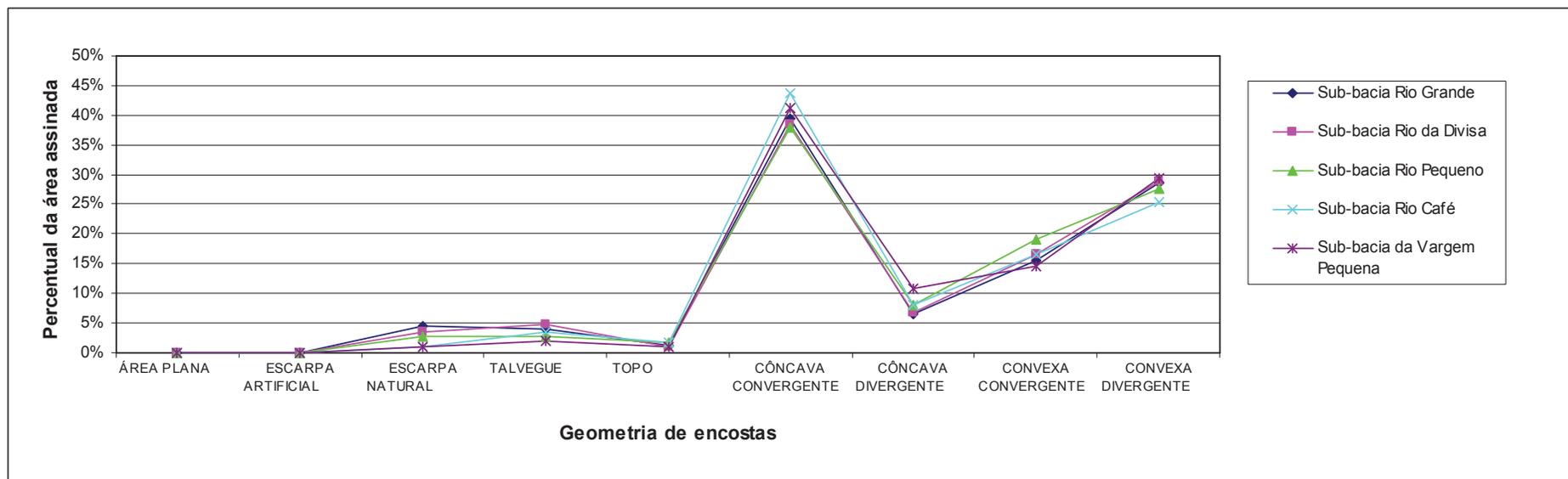


Gráfico 9 – Assinatura Ambiental das cicatrizes de movimentos de massa e faixas de proximidade de 100 metros em relação à Geometria de encostas.

Com relação às formas das encostas e às feições topográficas mapeadas pela Fundação GEORIO, observa-se no Gráfico 9 que as cicatrizes e faixas de proximidade (100m) foram desencadeadas em todas as cinco bacias, principalmente, em áreas de encostas com geometria Côncava Convergente. Esta geometria, conforme já mencionado, favorece a concentração de energia nos trechos côncavos, para onde convergem água e sedimentos, potencializando a erosão e o arraste de materiais (rocha, solo e lixo) em direção aos eixos de drenagem das bacias. Nas cinco bacias os percentuais correspondentes aos trechos de encostas com geometria Côncava Convergente, atingidos pelas cicatrizes e faixas de proximidade (100m), variaram de 38% a 43%. Os trechos Convexos Divergentes (dispersores de água e de sedimentos) e Convexo Convergentes tiveram suas extensões também atingidas de modo relevante, variando, respectivamente, os percentuais entre 25 a 29% e 15 a 19%.

As demais geometrias e as feições topográficas tiveram menos de 10% da extensão atingidos pelas cicatrizes de movimentos de massa e faixas de proximidade (100m) em 1996.

h) Quanto às categorias de Uso do solo e Cobertura vegetal

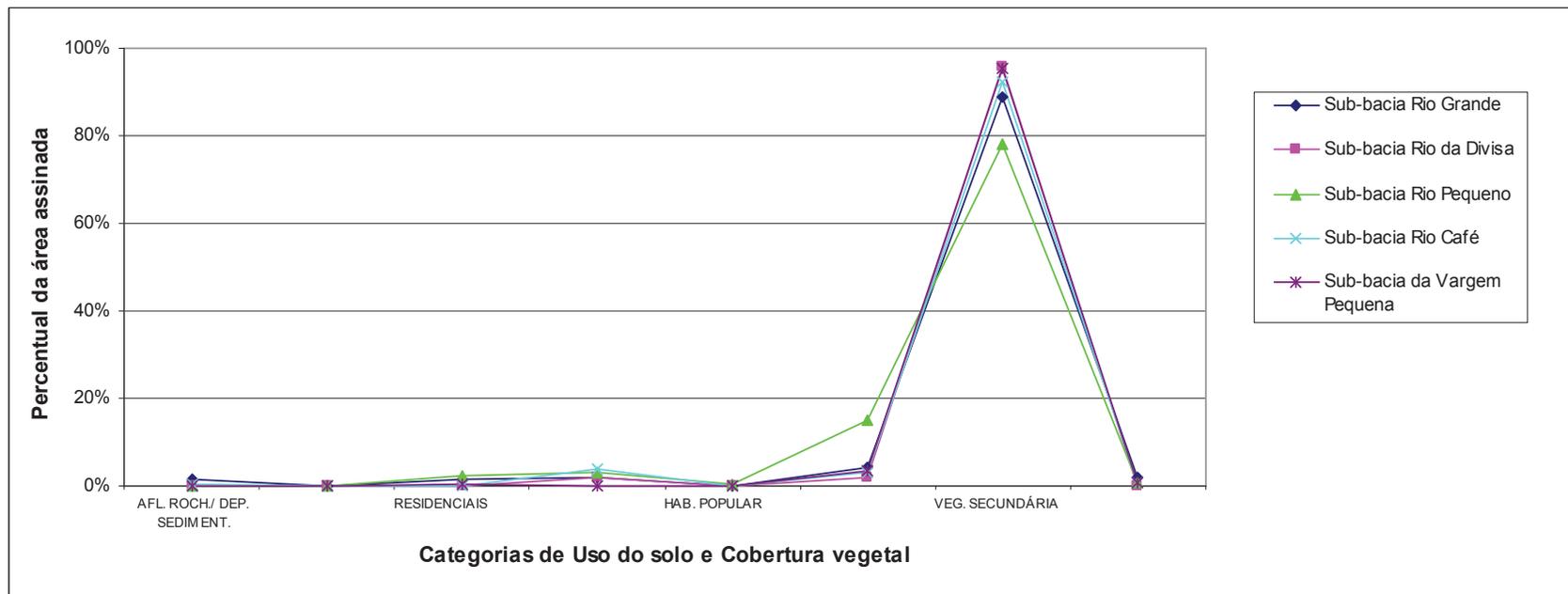


Gráfico 10 – Assinatura Ambiental das cicatrizes de movimentos de massa e faixas de proximidade de 100 metros em relação às categorias de Uso do solo e Cobertura vegetal.

O Gráfico 10 incluiu no eixo *x* apenas as categorias de Uso do solo e de Cobertura vegetal que apresentaram alguma correspondência espacial com as cicatrizes de movimentos de massa e os faixas de proximidade (100 m). Os elevados percentuais relativos à categoria “Vegetação Secundária” nas cinco bacias hidrográficas – Rio da Divisa (96 %), da Vargem Pequena (95 %), Rio do Café (92 %), Rio Grande (89 %) e Rio Pequeno (78 %) – destacam que as cicatrizes de movimentos de massa em 1996 foram desencadeadas em áreas cobertas por vegetação de floresta fechada, típica da Mata Secundária, que se encontra em diferentes estágios sucessionais. A assinatura expôs uma resposta confiável, pois, de fato, na ocasião foram deflagrados diversos deslizamentos em áreas florestadas, dentro dos limites do PEPB, como evidencia o trabalho de COSTA (2002). Os processos de movimentos de massa, principalmente deslizamentos e desmoronamentos, dependem da conjunção de fatores, como os que já foram comentados anteriormente: litologias menos resistentes, solos com horizonte B textural, declives acentuados, geometrias convergentes, volume pluviométrico elevado e concentrado, entre outros.

i) Quanto à Proximidade de rios

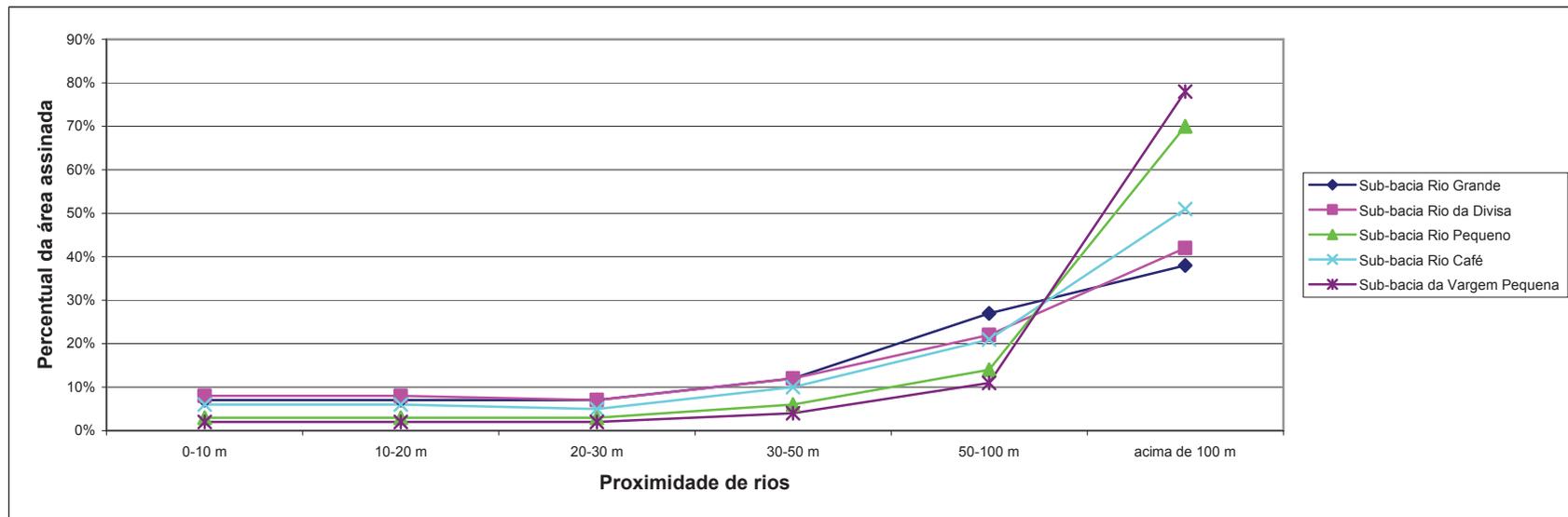


Gráfico 11 - Assinatura Ambiental das cicatrizes de movimentos de massa e faixas de proximidade de 100 metros em relação à Proximidade rios

O Gráfico 11 mostra a as frequências de cicatrizes de movimentos de massa em relação às distâncias dos rios. Observa-se que os maiores percentuais são encontrados em distâncias acima de 100 metros dos rios, evidenciando que são processos específicos de encostas.

Os gráficos construídos para o grupo formado por bacias hidrográficas que tiveram de 2 a 10 % de suas áreas comprometidas pelas cicatrizes e suas faixas de proximidade de 100 metros seguiram o mesmo padrão de comportamento dos gráficos inseridos neste subitem, o que deu maior consistência às correspondências espaciais evidenciadas.

A elaboração dos gráficos foi necessária e relevante, pois a sua análise, em conjunto com as informações obtidas com especialistas por meio do Processo *Delphi*, permitiu atribuir os pesos e as notas, respectivamente, aos mapas temáticos digitais e às categorias nas suas legendas para, por fim, processar as análises multicritério que resultaram nos diferentes mapas de fatores e no Mapa de Risco de Ocorrência de movimentos de massa, apresentados e discutidos a seguir.

5.3 Mapas dos Fatores e do Mapa de Risco de Ocorrência de movimentos de massa

A seguir são apresentados os mapas de fatores (Figuras 42 a 51) indicados na árvore de decisão (Figura 24), os quais foram resultantes do procedimento de Avaliação Ambiental (análise multicritério) realizado no software SAGA/UFRJ. Esses fatores, analisados de modo integrado, possibilitaram obter como resultado o Mapa de Risco de Ocorrência de movimentos de massa (Figura 51).

As legendas dos mapas de fatores e do Mapa de Risco de Ocorrência de movimentos de massa são representadas por notas que podem variar de 0 a 10. As áreas identificadas com a nota 0 (zero) são aquelas que reúnem características que não contribuem para o fator considerado ou que não têm relação com a ocorrência de movimentos de massa. As áreas que receberam notas altas – 8, 9 e 10 – são aquelas cujas características representadas nos mapas considerados nas análises multicritério possuem relevância na construção dos fatores ou comportam-se como condicionantes mais representativos para a ocorrência dos referidos processos.

De modo a facilitar o reconhecimento das notas nos mapas dispostos a seguir foi atribuída a mesma *palette* de cores para as notas de 0 a 10, como é mostrado na Figura 41 a seguir:



Figura 41 – *Paleta* de cores atribuídas às notas das legendas dos mapas de fatores e de risco de ocorrência de movimentos de massa.

Com isso, a *paleta* de cores das notas foram repetidas, na mesma ordem, em todos os mapas de fatores e no mapa final de risco. As proporções das áreas de cada nota variam de tema para tema mapeado, podendo haver predomínio de uma ou duas cores sobre outras.

Para cada mapa de fator obtido e para o mapa de Risco de Ocorrência de movimentos de massa foi gerado pelo SAGA/UFRJ um relatório com todas as combinações das categorias dos mapas temáticos considerados (em cada análise multicritério realizada), as quais, a partir dos pesos e notas atribuídos, originaram as notas finais das legendas. O APÊNDICE F mostra um exemplo do relatório de combinação de categorias gerado pelo Módulo de Avaliação Ambiental do SAGA/UFRJ.

As análises dos mapas a seguir foram feitas com base nas combinações entre categorias mapeadas que culminaram em notas elevadas (8, 9 e 10), de acordo com os relatórios gerados e na própria observação da distribuição espacial das notas de um modo geral.

5.3.1 Mapa do Fator Geológico

O Mapa do Fator Geológico (Figura 42) foi gerado a partir da análise multicritério, considerando-se os mapas temáticos de Geologia e de Proximidade de lineamentos estruturais (figuras 12 e 31).

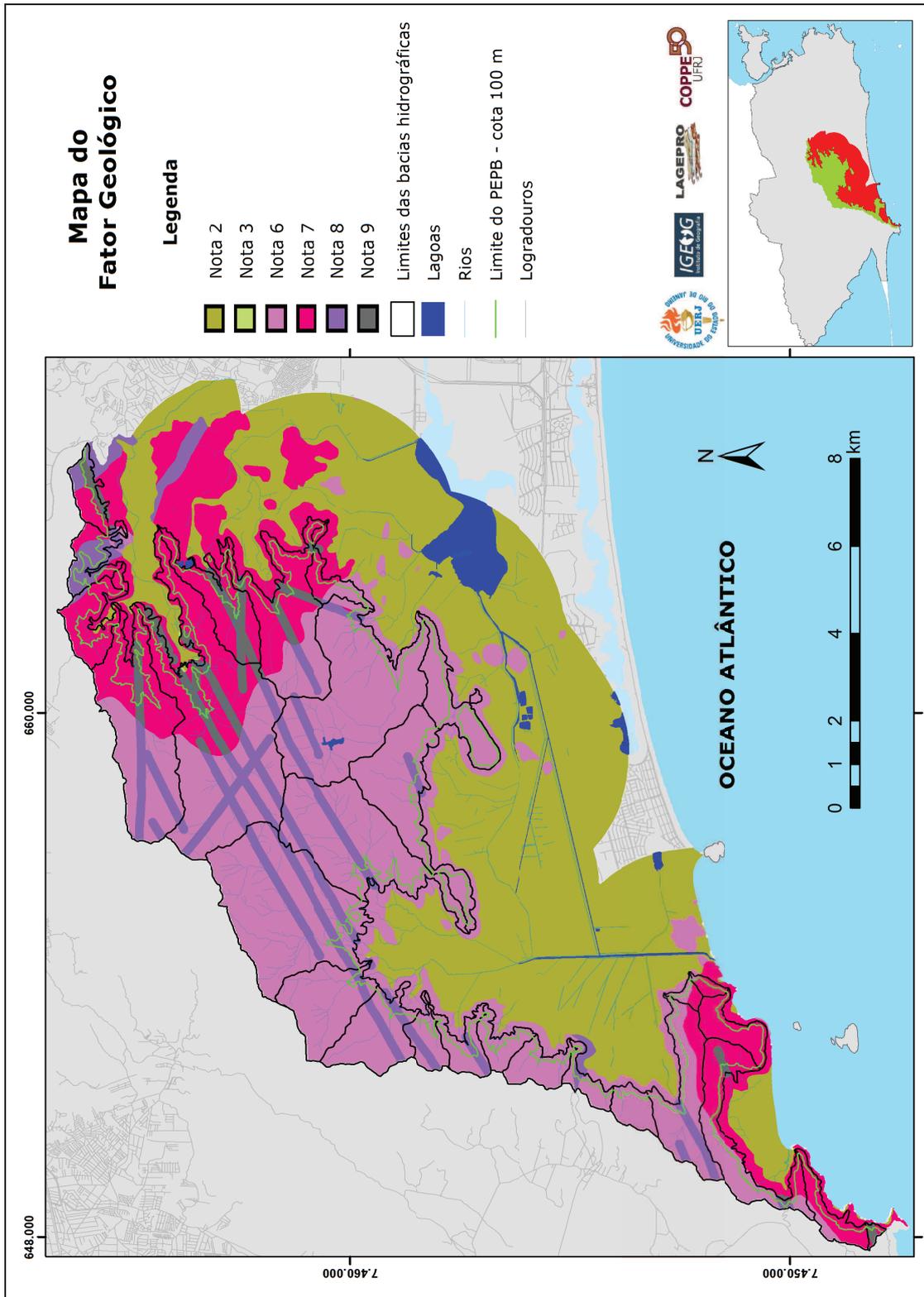


Figura 42 – Mapa do Fator Geológico

A observação da Figura 42 evidencia que a nota 6 predomina em termos de área abrangida e que a nota 7 tem marcada expressão espacial. A nota 6 corresponde a áreas situadas fora da proximidade de 100 metros dos lineamentos estruturais e compostas por Granito Plutônico; Aplitos, Pegmatitos e Granito Hipoabissal. A nota 7 corresponde a áreas situadas fora da proximidade de 100 metros dos lineamentos estruturais, predominantemente compostas por Área de Ocorrência Mista de Microclina-Gnaisses e Plagioclásio-Quartzo (Microclina)-Biotita-Granada-Gnaisses, de Coloração Escura, (Plagioclásio-Gnaisses), com Texturas: Semifacoidal, Ps; Equigranular.

As notas 8 e 9 correspondem às áreas situadas dentro da faixa de proximidade de 100 metros dos lineamentos estruturais nas áreas de Granito Plutônico; Aplitos, Pegmatitos e Granito Hipoabissal e de Ocorrência Mista de Microclina-Gnaisses e Plagioclásio-Quartzo (Microclina)-Biotita-Granada-Gnaisses, de Coloração Escura, (Plagioclásio-Gnaisses), com Texturas: Semifacoidal, Ps; Equigranular, respectivamente. Essa associação entre as categorias que compuseram as notas 8 e 9 no Mapa do Fator Geológico também está evidenciada no Quadro 46 a seguir.

Segundo os dados extraídos do relatório de combinações de categorias, as maiores notas finais obtidas foram 8 e 9, as quais resultaram, respectivamente, das seguintes combinações (Quadro 46):

Nota Final do Fator Geológico	Legenda	Categorias do Mapa de Geologia	Legenda	Classes do Mapa de Proximidades de Lineamentos	Legenda	Percentual de Contribuição da Combinação para a Nota Final
8		Granito Plutônico; Aplitos, Pegmatitos e Granito Hipoabissal		100 m		79 %
		Biotita-Plagioclásio(-Ortoclásio)-Quartzo-Granada Gnaisses, Passando a tipos ricos em: Kinzigito(Granada, Gg; Silimanita+-Cordierita, Gs; Cordierita+-Silimanita, Gc) passando a: Quartzitos, Gnaisses		Fundo		19 %
9		Área de Ocorrência Mista de Microclina-Gnaisses e Plagioclásio-Quartzo (Microclina)-Biotita-Granada-Gnaisses, de Coloração Escura, (Plagioclásio-Gnaisses), com Texturas: Semifacoidal, Ps; Equigranular		100 m		90 %

Quadro 46 – Distribuição das notas, classes e percentuais para composição da nota final do Fator Geológico.

Este resultado indicou que as áreas mais frágeis e mais suscetíveis à ocorrência de movimentos de massa são aquelas compostas pelas litologias mencionadas no Quadro 46 e inseridas na proximidade de 100 metros dos lineamentos estruturais. A litologia gnáissica com ocorrência de microclina (feldspato potássico) é menos resistente aos processos intempéricos e erosivos se comparada ao granito pertencente ao Batólito da Pedra Branca, que abrange 60 % da área do Maciço da Pedra Branca (Figura 12). Porém, dependendo de outras características ambientais, o granito pode vir a apresentar maior vulnerabilidade a tais processos erosivos, pois suas “características mineralógico-texturais (pórfiros de feldspato) (...) e estruturais (sistema interno de diaclasamento

ortogonal) a coloca numa condição bastante favorável ao intemperismo e erosão.” (COSTA, 1986; COSTA, 2002, p. 230).

Os lineamentos, representados principalmente por fraturas e/ou falhas “contribuem para a ação dos fatores climáticos (temperatura e precipitação) no processo de intemperização das rochas, somando-se à ação de suas estruturas internas (diáclases)” (COSTA, 2002, p.231). Portanto, quanto maior a proximidade a esses lineamentos, maior será a fragilidade do relevo e maior será a suscetibilidade de ocorrência de movimentos de massa.

5.3.2 Mapa do Fator Geomorfológico

O Mapa de Fator Geomorfológico (Figura 43) foi gerado a partir da análise multicritério, considerando-se os mapas temáticos de Geometria de encostas, Orientação de encostas e de Proximidade de rios (figuras 13, 30 e 32).

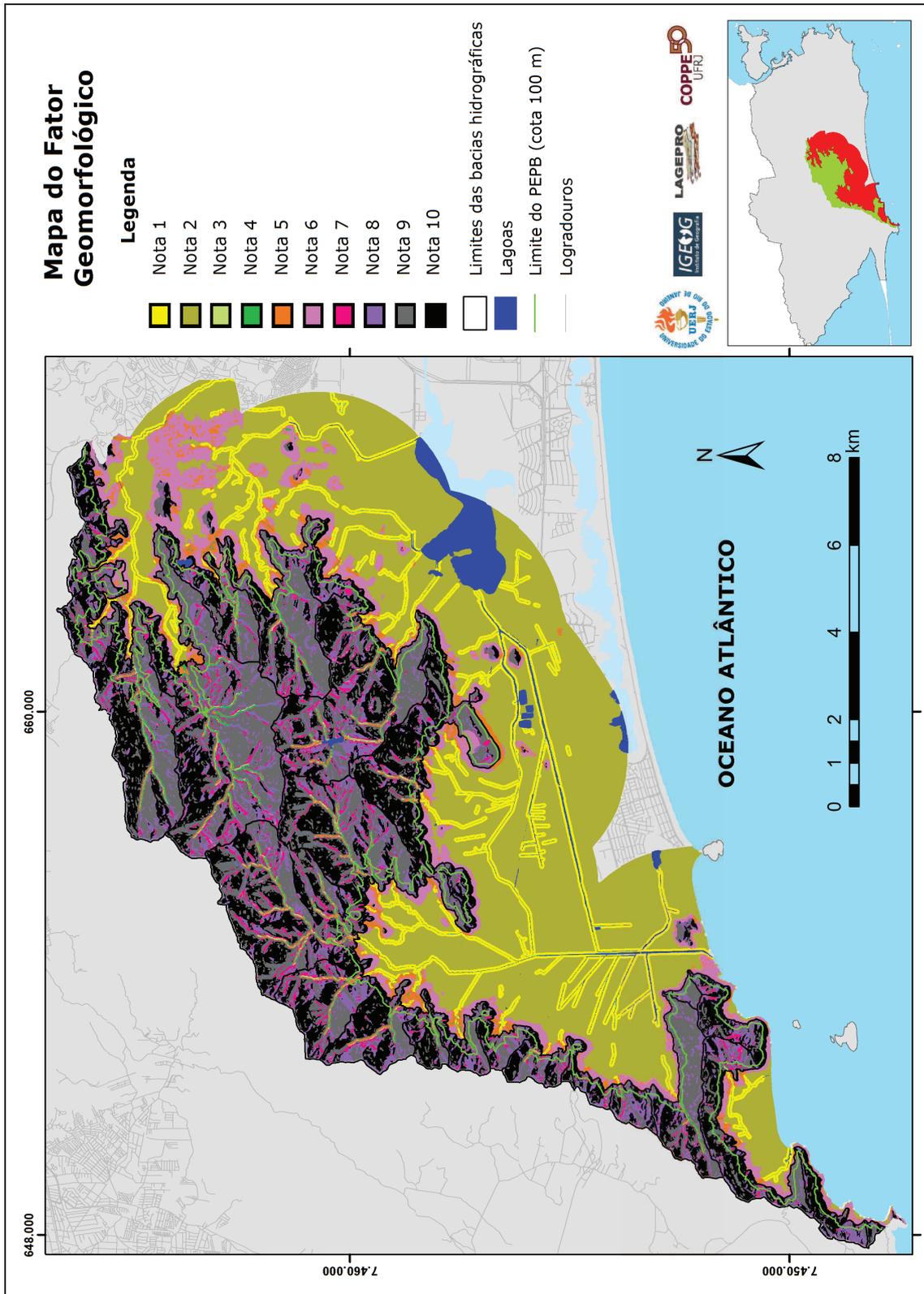


Figura 43 – Mapa do Fator Geomorfológico

As áreas em preto correspondem às encostas que receberam a nota 10. Estas estão voltadas para a direção predominantemente sul (agregando as direções sul, sudeste e sudoeste). Grande parte das cicatrizes foi desencadeada nessas encostas, principalmente nas bacias do Rio da Divisa, do Rio do Café, da Vargem Pequena e Rosilha, voltadas para o sul.

As encostas voltadas para a direção predominantemente norte receberam a nota 9, discriminada na cor cinza. Nas encostas direcionadas para o norte nas bacias do Rio Grande, do Rio Pequeno, do Areal e Colônia Juliano Moreira, foram desencadeadas diversas cicatrizes de movimentos de massa em 1996. A relação entre as categorias dos mapas que compuseram o Fator Geomorfológico pode ser observada no Quadro 47, a seguir, construído a partir dos dados extraídos do relatório de combinações de categorias, segundo o qual as maiores notas finais - 8, 9 e 10 - resultaram, respectivamente, das seguintes combinações:

Nota Final do Fator Geomorfológico	Legenda	Categorias do Mapa de Geometria de Encosta	Legenda	Categorias do Mapa de Orientação de Encostas	Legenda	Classes do Mapa de Proximidade de Rios	Legenda	Percentual de Contribuição da Combinação para a Nota Final
8	[Preto]	Côncava-convergente	[Preto]	Leste	[Laranja]	> 100 m	[Preto]	16 %
		Convexa-divergente		Leste		> 100 m		12 %
		Convexa-convergente		Leste		> 100 m		7 %
9	[Cinza]	Côncava-convergente	[Cinza]	Norte	[Roxo]	> 100 m	[Preto]	10 %
		Côncava-convergente		Nordeste		> 100 m		5 %
10	[Preto]	Côncava-convergente	[Preto]	Sul	[Preto]	> 100 m	[Preto]	16 %
		Côncava-convergente		Sudeste		> 100 m		15 %
		Convexa-divergente		Sudeste		> 100 m		14 %
		Convexa-divergente		Sul		> 100 m		11 %

Quadro 47 – Distribuição das notas, classes e percentuais para composição da nota final do Fator Geomorfológico.

As combinações que formaram a nota final 10 reforçam os resultados extraídos dos gráficos de assinatura. As encostas com geometrias côncavas convergentes e

convexas divergentes foram consideradas as mais suscetíveis à ocorrência de movimentos de massa: no primeiro caso, deve-se ao tipo de geometria que favorece a concentração de água, de materiais sólidos (sedimentos, fragmentos rochosos e lixo) e de energia nas concavidades; no segundo caso, relaciona-se às porções convexas, associadas aos trechos dos interflúvios, onde predominam regolito e saprolitos, pouco estruturados e instáveis. A orientação predominante sul das encostas contribuiu para a nota máxima, em virtude das mesmas estarem submetidas à entrada de ventos úmidos oriundos do oceano.

A classe de distância igual ou superior a 100 metros dos rios foi a categoria que contribuiu com percentuais mais expressivos para compor as notas 8, 9 e 10 do Fator Geomorfológico. Esse resultado ratifica o que foi apresentado no Gráfico 11, no qual as maiores frequências de movimentos de massa ocorreram em porções de encostas localizadas predominantemente em distância igual ou superior a 100 metros.

5.3.3 Mapa do Fator Topográfico

O Mapa de Fator Topográfico (Figura 44) foi gerado a partir da análise multicritério, considerando-se os mapas temáticos de Hipsometria e de Declividade (figuras 28 e 29).

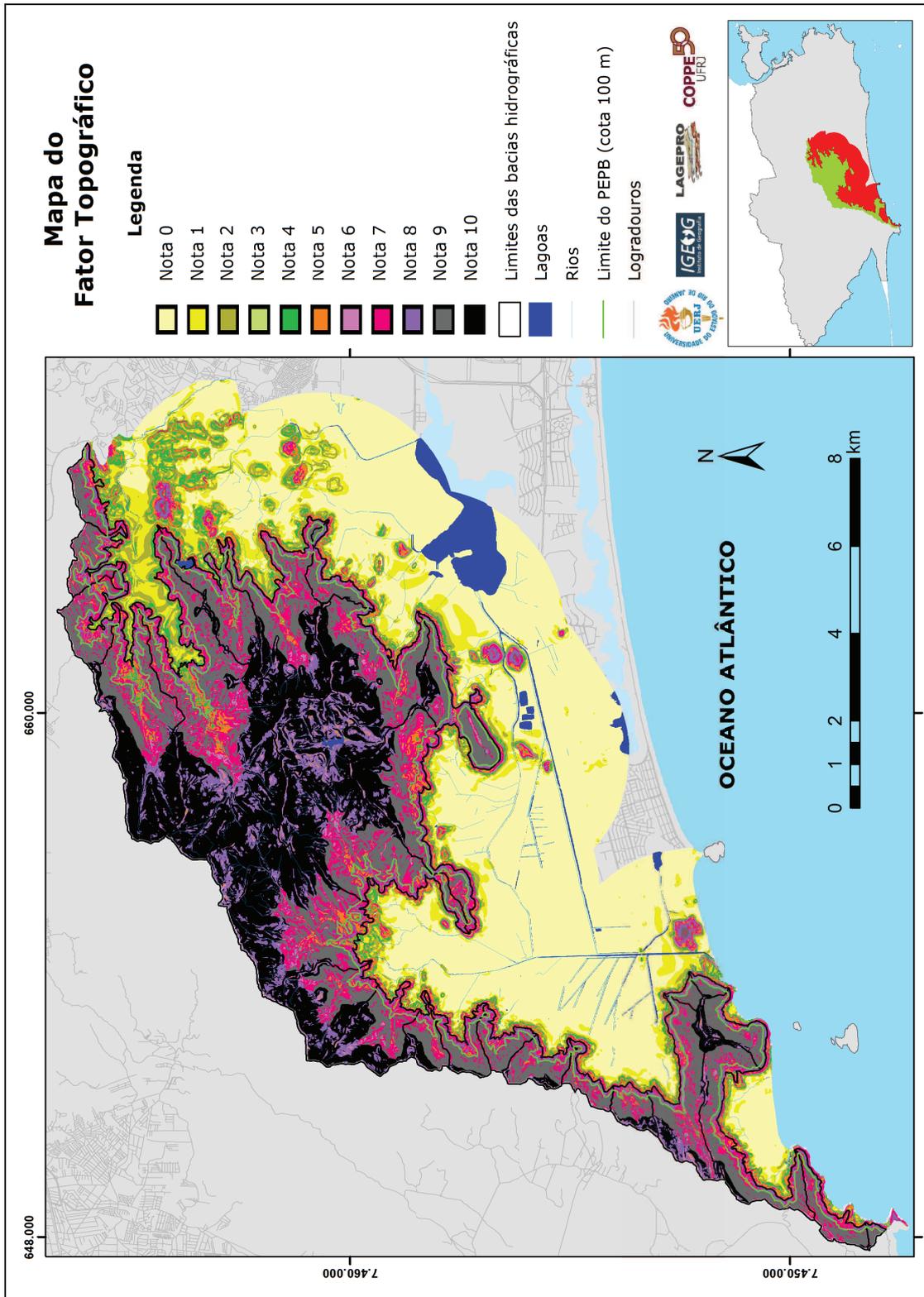


Figura 44 – Mapa do Fator Topográfico

A Figura 44 mostra a predominância da nota 10, em cor preta, nas áreas de maior declividade e nas maiores faixas altimétricas. A nota 9, identificada pela cor cinza, também tem marcada expressão espacial em todo o maciço, conforme é verificado também no relatório de combinações de categorias no Quadro 48. As maiores notas finais obtidas – 8, 9 e 10, resultaram, respectivamente, das combinações mais significativas mostradas a seguir:

Nota Final do Fator Topográfico	Legenda	Classes do Mapa de Hipsometria	Legenda	Classes do Mapa de Declividade	Legenda	Percentual de Contribuição da Combinação para a Nota Final
8		50 a 100 m		45 a 75 %		38 %
		300 a 400 m		20 a 45 %		22 %
		400 a 500 m		20 a 45 %		12 %
		500 a 600 m		20 a 45 %		9 %
9		100 a 200 m		45 a 75 %		44 %
		200 a 300 m		45 a 75 %		34 %
		100 a 200 m		75 a 100%		8 %
		200 a 300 m		75 a 100%		8 %
10		300 a 400 m		45 a 75 %		24 %
		400 a 500 m		45 a 75 %		17 %
		500 a 600 m		45 a 75 %		15 %
		600 a 700 m		45 a 75 %		8 %

Quadro 48 – Distribuição das notas, classes e percentuais para composição da nota final do Fator Topográfico.

O Quadro 48 indica que a nota 10 do Fator Topográfico refletiu a predominância da classe de declividade 45 a 75 % e a variação altimétrica entre 300 e 700m. Essa variação de faixas altimétricas também foi constatada no Gráfico 5 da Assinatura Ambiental quanto às Classes altimétricas. A nota 9 foi determinada mais por declives acentuados, embora as classes altimétricas fossem mais baixas, variando de 100 a 300m. Isso ocorreu porque na análise multicritério para definir o Fator Topográfico, o mapa de declividade teve um peso maior (60 %) do que o de hipsometria (40 %). A nota 8, por sua vez, foi resultado da combinação de faixas altimétricas mais elevadas, porém com declives menos acentuados, com exceção da classe altimétrica de 50 a 100 m com

declive entre 45 a 75 %, combinação esta que contribui com 38 % na composição dessa nota.

5.3.4 Mapa do Fator de Ocupação e Cobertura vegetal

O Mapa do Fator de Ocupação e Cobertura vegetal (Figura 45) foi gerado a partir da análise multicritério, considerando-se os mapas temáticos de Uso do solo e Cobertura vegetal, de Proximidade de logradouros, de Proximidade de linhas de transmissão e (figuras 33, 34 e 35).

A Figura 45 mostra o predomínio das notas 7 e 8, que correspondem, principalmente, às áreas ocupadas para fins residenciais (moradias formais, loteamentos irregulares e áreas de habitação popular) na baixada e nas encostas, podendo ultrapassar os limites do PEPB. A nota 9, em cor cinza, aparece de modo bem restrito, como pequenas manchas, ao longo da faixa de proximidade de 100 m das linhas de transmissão de eletricidade, associada à nota 10, em preto no mapa. A nota 9 aparece também ao longo de diversas vias na baixada urbanizada.

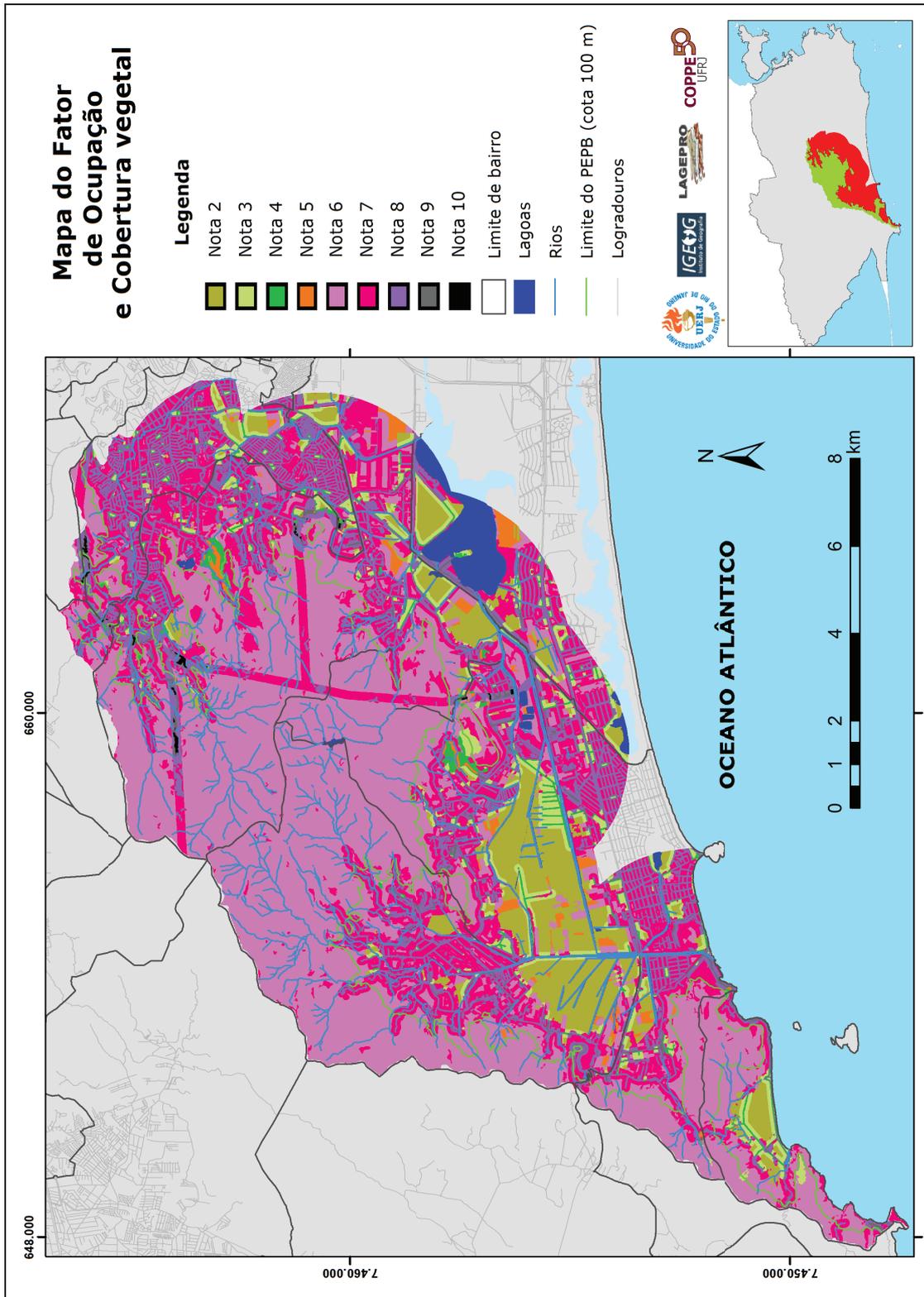


Figura 45 – Mapa do Fator de Ocupação e Cobertura vegetal

O Quadro 49 a seguir mostra as principais combinações que resultaram, respectivamente, nas notas finais 8, 9 e 10:

Nota Final do Fator de Ocupação e Cobertura Vegetal	Legenda	Categorias de Uso do Solo e Cobertura Vegetal	Legenda	Classes do Mapa de Proximidade dos Logradouros	Legenda	Classes do Mapa de Proximidade das Linhas de Transmissão	Legenda	Percentual de Contribuição da Combinação para a Nota Final
8		Área residencial		20 m		Fundo		50 %
		Vegetação gramíneo-lenhosa		100 m		Fundo		8 %
		Vegetação arbóreo-arbustiva		50 m		Fundo		8 %
9		Vegetação gramíneo-lenhosa		20 m		Fundo		66 %
10		Vegetação arbóreo-arbustiva		20 m		100m da Linha da Light		36 %
		Vegetação gramíneo-lenhosa		50 m		100m da Linha da Light		24 %
		Vegetação gramíneo-lenhosa		20 m		100m da Linha da Light		17 %
		Vegetação gramíneo-lenhosa		20 m		100m da Linha de Furnas		12 %
		Vegetação gramíneo-lenhosa		50 m		100m da Linha de Furnas		11 %

Quadro 49 – Distribuição das notas, classes e percentuais para composição da nota final o Fator de Ocupação e Cobertura vegetal.

A Nota 8 corresponde, principalmente, às áreas residenciais localizadas até 20 metros dos logradouros, que combinadas contribuíram com 50 % na composição dessa nota.

A Nota 9 foi, predominantemente (66%), resultado da combinação entre a categoria “vegetação gramíneo-lenhosa” com a distância de 20 metros dos logradouros, sujeitas, portanto, à interferência antrópica.

A Nota 10 foi resultado basicamente de combinações entre distâncias de 20 metros até 50 metros dos logradouros (sob maior interferência antrópica) com vegetação

rasteira (gramíneo-lenhosa) ou de porte menor (arbóreo-arbustiva), inseridas na faixa de 100 m de proximidade das linhas de transmissão da Light ou de Furnas.

Com base nas combinações obtidas, depreende-se que a proximidade dos logradouros e a proximidade das linhas de transmissão representaram fortes parâmetros para estabelecer as notas altas. As diferentes coberturas vegetais situadas próximas à essas duas categoriais espaciais sofrem, a princípio, influência da presença antrópica ou dos efeitos das suas ações. Ressalta-se que a Assinatura Ambiental do Mapa de Uso do Solo revelou que os movimentos de massa, mais especificamente, os deslizamentos ocorreram, em grande parte, em áreas cobertas por vegetação secundária.

5.3.5 Mapa do Fator de Saneamento ambiental

O Mapa do Fator de Saneamento ambiental (Figura 46) foi gerado a partir da análise multicritério, considerando-se os mapas temáticos dos Domicílios ligados à rede geral de água por setor censitário (%) (Figura 37), dos Domicílios ligados à rede geral de esgoto por setor censitário (%) (Figura 38) e dos Domicílios com coletas direta e indireta de lixo por setor censitário (%) (Figura 39).

De um modo geral, as notas finais mais elevadas, 8, 9 e 10, representadas na Figura 46, predominam na área da baixada por esta se encontrar extensamente urbanizada e em franco processo de expansão da área construída. Deste modo, os domicílios localizados nos terrenos mais baixos e valorizados contam com os serviços urbanos de abastecimento de água e de coleta de lixo, sendo que, conforme já mencionado, a rede de esgotamento sanitário não acompanhou o ritmo acelerado dos lançamentos imobiliários.

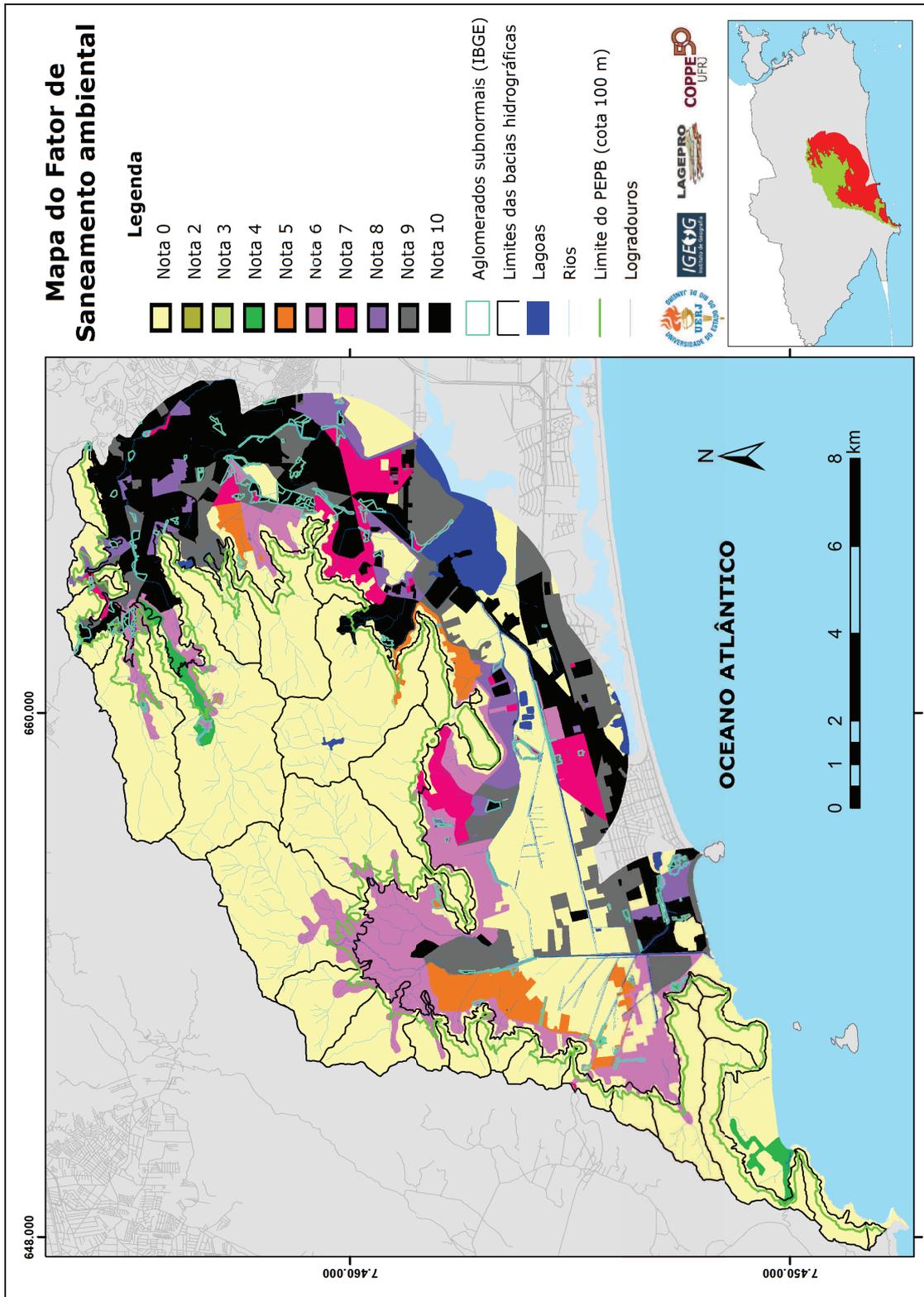


Figura 46 – Mapa do Fator de Saneamento ambiental

As notas 8, 9 e 10 resultaram, respectivamente, das seguintes combinações (Quadro 49):

Nota Final do Fator de Saneamento Ambiental	Le g e n d a	Classes do Mapa dos Domicílios com abastecimento pela rede geral de água	Le g e n d a	Classes do Mapa dos Domicílios ligados à rede geral de esgoto	Le g e n d a	Classes do Mapa dos Domicílios com coletas direta e indireta de lixo	Le g e n d a	Percentual de Contribuição da Combinação para a Nota Final
8		96 a 100 %		31 a 50 %		96 a 100 %		32 %
		86 a 95 %		31 a 50 %		96 a 100 %		30 %
		96 a 100 %		31 a 50 %		91 a 95 %		20 %
9		96 a 100 %		51 a 75 %		96 a 100 %		40 %
		86 a 95 %		51 a 75 %		96 a 100 %		32 %
		86 a 95 %		76 a 95 %		96 a 100 %		17 %
10		96 a 100 %		76 a 95 %		96 a 100 %		53 %
		96 a 100 %		96 a 100 %		96 a 100 %		47 %

Quadro 50 – Distribuição das notas, classes e percentuais para composição da nota final do Fator de Saneamento ambiental.

O Quadro 50 evidencia que, em relação à questão do saneamento ambiental na área, o destino dado ao esgotamento sanitário é o mais desigual, se comparado ao abastecimento de água e à coleta de lixo domiciliar. Observa-se que na coluna relativa ao esgoto, estão percentuais mais baixos que nas demais colunas, como é o caso do abastecimento de água tratada e encanada que atinge quase a totalidade dos domicílios, o mesmo valendo para a coleta de lixo. A classe de 31 a 50 % dos domicílios ligados à rede de esgoto acarretou a redução da nota para 8.

A nota 10 corresponde às áreas com maiores percentuais de domicílios com acesso às redes de água e de esgoto e aos serviços de coletas direta e indireta de lixo.

5.3.6 Mapa do Fator Morfoestrutural

No caso da geração de novos mapas de fatores a partir da análise multicritério entre outros mapas de fatores existentes - como é o caso dos mapas dos fatores Morfoestrutural, Pedo-topográfico, de Intervenção antrópica, de Fragilidade do meio físico e, por fim, do Mapa de Risco de Ocorrência de movimentos de massa - foram atribuídas as mesmas notas conforme essas apareciam nas legendas (0 a 10, por exemplo), mantendo-se as discriminações e diferenças internas obtidas, como mostram os quadros de notas no subitem 4.2.3.3.2 do Capítulo 4.

O Mapa de Fator Morfoestrutural (Figura 47) foi gerado a partir da análise multicritério, considerando-se os mapas dos fatores Geológico e Geomorfológico (figuras 42 e 43).

A Figura 47 revela que predomina na extensão do maciço a nota 8. As notas 9 e 10 restringem-se a manchas ao longo da extensão relativa à proximidade de 100 metros dos lineamentos estruturais.

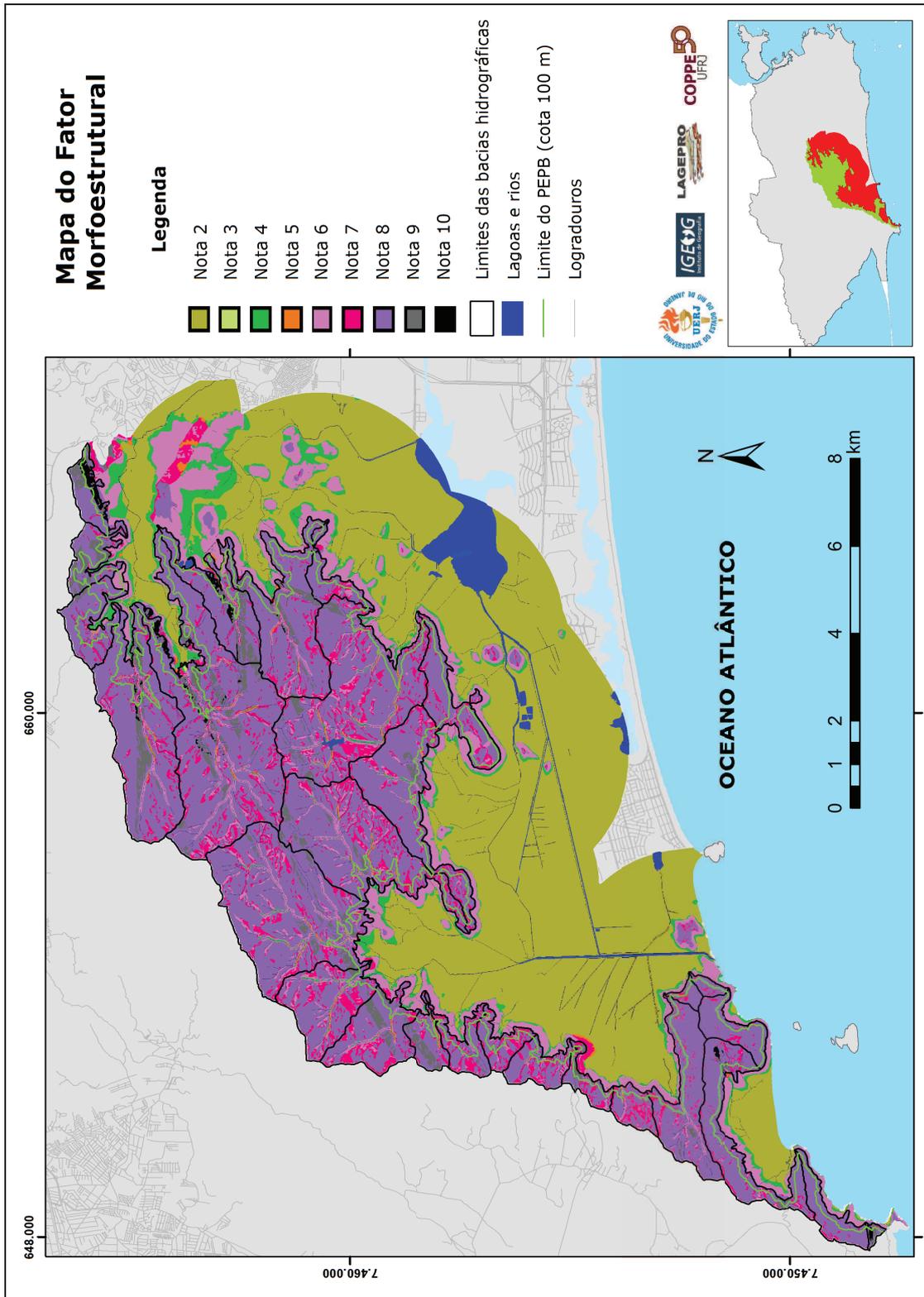


Figura 47 – Mapa do Fator Morfoestrutural

O Quadro 51 a seguir mostra as combinações de notas dos mapas dos fatores geomorfológico e geológico que resultaram nas notas 8, 9 e 10. Além disso, revela quais foram os percentuais de contribuição de cada combinação para as referidas notas finais. É importante lembrar que o Fator Morfoestrutural é resultado do procedimentos de avaliação ambiental dos fatores Geológico e Geomorfológico. Com isso, para o entendimento pleno das combinações do Quadro 51 é fundamental revisitar os quadros 46 e 47, bem como as considerações feitas em relação a eles.

Nota Final do Fator Morfoestrutural	Legenda	Nota do Fator Geomorfológico	Legenda	Nota do Fator Geológico	Legenda	Percentual de Contribuição da Combinação para a Nota Final
8	[Código]	10	[Código]	6	[Código]	29 %
		9	[Código]	6	[Código]	29 %
		9	[Código]	7	[Código]	12 %
		10	[Código]	7	[Código]	10 %
9	[Código]	10	[Código]	8	[Código]	62 %
		9	[Código]	9	[Código]	38 %
10	[Código]	10	[Código]	9	[Código]	100 %

Quadro 51 – Distribuição das notas, classes e percentuais para composição da nota final do Fator Morfoestrutural.

A nota 8 foi obtida por diferentes combinações. No entanto, as combinações das notas 10 e 6 e 9 e 6, referentes, respectivamente, aos fatores geomorfológico e geológico foram as que contribuíram com 29 % cada uma para a geração da nota 8. As notas 9 e 10 não tiveram muita variação quanto às combinações entre as notas dos fatores: a combinação entre as notas 10 e 8 dos respectivos fatores Geomorfológico e Geológico contribuiu para 62 % da nota 9. A nota final 10 do Fator Morfoestrutural foi 100 % resultado da combinação entre as notas 10 (Fator Geomorfológico) e 9 (Fator Geológico), ou seja, a nota final 10 está representando áreas que reúnem características como litologia predominantemente gnáissica e granítica, próxima a menos de 100 metros de lineamentos, afastada a mais de 100 metros dos rios, com encostas de geometrias côncava-convergente (concentração de energia, de água e de sedimentos) e convexa-divergente, próximas aos interflúvios e direcionadas para o sul, de onde entram ventos úmidos que provocam chuvas orográficas desse lado da encosta, predominantemente.

5.3.7 Mapa do Fator Pedo-Topográfico

O Mapa de Fator Pedo-Topográfico (Figura 48) foi gerado a partir da análise multicritério, considerando-se o Mapa Pedológico e o Mapa do Fator Topográfico (figuras 16 e 44).

A Figura 48 evidencia a distribuição da nota 10 nas áreas com predomínio da classe de declividade 45 a 75 %, com variação altimétrica entre 300 a 600 m (combinação que compôs a nota 10 do Fator Topográfico), recobertas por Argissolos. As notas 8 e 9 predominam nas faixas altimétricas acima de 600 m, em relevo forte ondulado, onde estão presentes os Latossolos, que podem estar associados a Cambissolos, e, neste caso, são indicados para preservação ambiental, de acordo com a descrição apresentada no Capítulo 3.

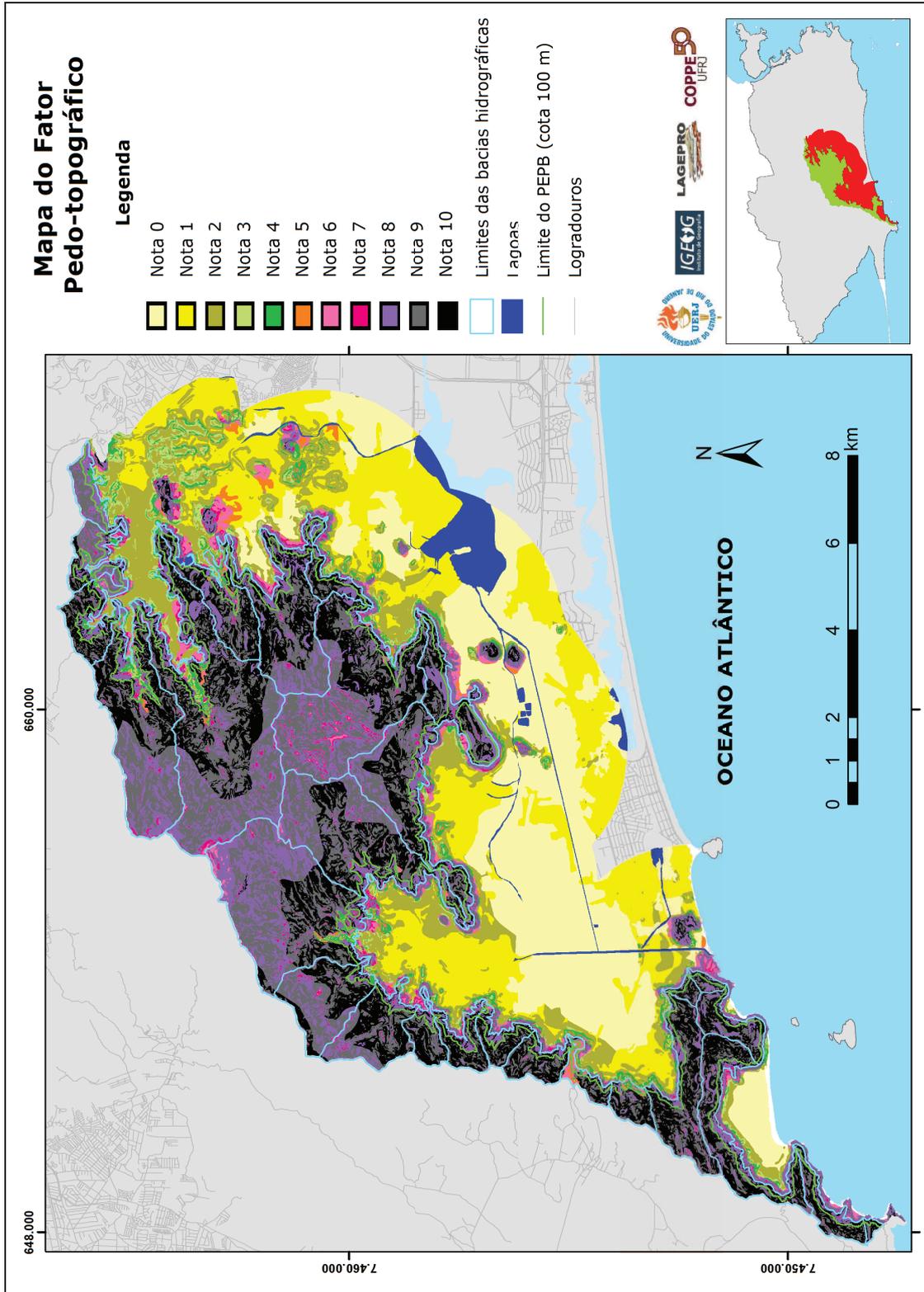


Figura 48 – Mapa do Fator Pedo-topográfico

As combinações mais expressivas que resultaram nas notas 8, 9 e 10 foram, respectivamente (Quadro 52):

Nota Final do Fator Pedo-topográfico	Legenda	Nota do Fator Topográfico	Legenda	Tipos de Solos	Legenda	Percentual de Contribuição da Combinação para a Nota Final
8	[Código]	7	[Código]	Argissolo	[Código]	24 %
		8	[Código]	Latossolo	[Código]	23 %
		6	[Código]	Argissolo	[Código]	19 %
		9	[Código]	Latossolo	[Código]	16 %
9	[Código]	8	[Código]	Argissolo	[Código]	60 %
		10	[Código]	Latossolo	[Código]	39 %
10	[Código]	9	[Código]	Argissolo	[Código]	20 %
		10	[Código]	Argissolo	[Código]	75 %

Quadro 52 – Distribuição das notas, classes e percentuais para composição da nota final do Fator Pedo-topográfico.

O Quadro 52 evidencia que 60 % da nota 9 foi resultado da combinação entre a nota 8 do Fator Topográfico e o tipo de solo Argissolo. A nota 10 resultou 75 % da combinação entre a nota 10 do Fator Topográfico com o solo Argissolo.

5.3.8 Mapa do Fator de Fragilidade do meio físico

O Mapa de Fator de Fragilidade do meio físico (Figura 49) foi gerado a partir da análise multicritério, considerando-se os mapas de Erosividade e dos fatores Morfestrutural e Pedo-topográfico (figuras 40, 47 e 48).

A Figura 49 evidencia o predomínio de notas 8 e 9 no Maciço da Pedra Branca, revelando que o mesmo possui, de um modo geral, um meio físico com fragilidade alta, explicada por um conjunto de condicionantes representados, em linhas gerais, por uma composição litológica predominantemente gnáissica e granítica, cortada por linhas de fratura, coberta por solos suscetíveis à erosão (como os argissolos), em condições de declives acentuados e de altimetria elevada.

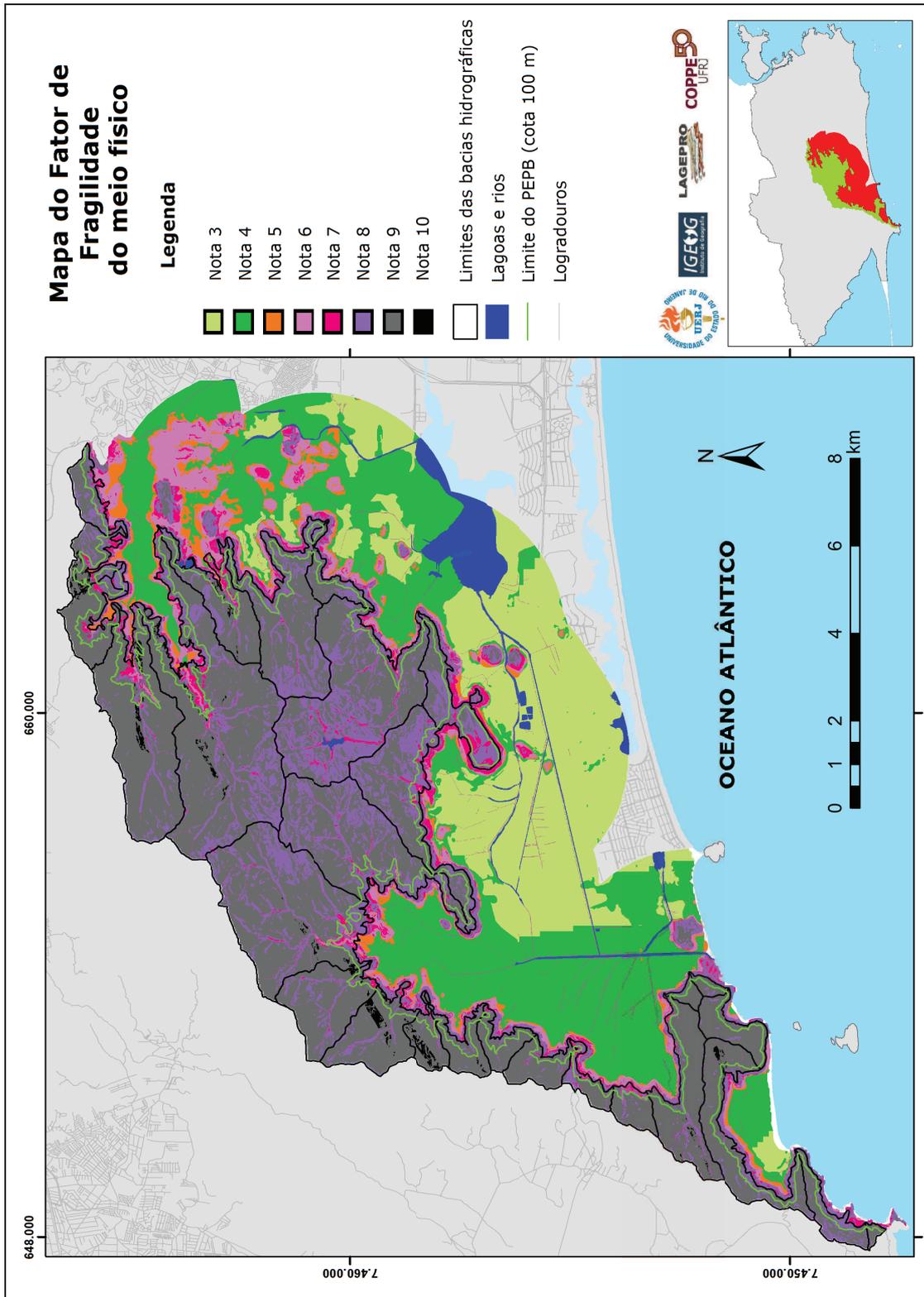


Figura 49 – Mapa do Fator de Fragilidade do meio físico

O Quadro 53 a seguir procura sintetizar a correspondência entre as três maiores notas finais do Fator de Fragilidade do meio físico com as combinações entre as notas das legendas dos mapas de fatores e as classes de erosividade que as compuseram, como também revela os percentuais que cada combinação contribuiu para originar as notas 8, 9 e 10 do Fator de Fragilidade do Meio Físico. Ressalta-se que para melhor entender o significado das combinações entre as notas do Quadro 53 é importante consultar novamente os quadros dos fatores Geológico (Quadro 46), Geomorfológico (Quadro 47) e Topográfico (Quadro 48), Morfoestrutural (Quadro 51) e Pedo-topográfico (Quadro 52).

Nota Final do Fator de Fragilidade do meio físico	Legenda	Nota do Fator Pedo-topográfico	Legenda	Nota do Fator Morfoestrutural	Legenda	Classes de Erosividade	Percentual de Contribuição da Combinação para a Nota Final
8		8		7		550 - 570	16 %
		8		8		570 - 590	14 %
		8		6		550 - 570	7 %
9		10		8		550 - 570	12 %
		9		8		590 - 610	11 %
		10		8		590 - 610	10 %
		10		8		590 - 610	9 %
		10		8		610 - 630	8 %
		9		8		570 - 590	8 %
10		10		9		590 - 610	64 %
		10		9		610 - 630	14 %
		10		10		570 - 590	11 %

Quadro 53 – Distribuição das notas, classes e percentuais para composição da nota final do Fator de Fragilidade do meio físico.

As notas 8, 9 e 10 do Mapa do Fator de Fragilidade do meio físico derivaram de muitas combinações entre as notas das legendas dos mapas de fatores considerados e as classes de erosividade (Quadro 53). A nota 10, por exemplo, resultou de combinações sem muitas variações, destacando que a combinação das notas 10 e 9 (referentes aos fatores Pedo-topográfico e Morfoestrutural, respectivamente) com a classe de 590 a 610 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ contribui em 64 % para essa nota. Neste caso, ao tentar reunir os condicionantes que contribuíram para a geração dos fatores considerados, pode-se

sintetizar o seguinte: as áreas caracterizadas como de maior fragilidade do meio físico (nota 10) correspondem ao predomínio de encostas côncavas-convergentes orientadas para o sul, formada por litologias gnáissicas e granítica próximas a lineamentos estruturais, cobertas por argissolos, em faixas altimétricas que variam de 300 a 700 metros, com declives de 45 a 75 %.

5.3.9 Mapa do Fator de Intervenção antrópica

O Mapa de Fator de Intervenção antrópica (Figura 50) foi gerado a partir da análise multicritério, considerando-se os mapas dos fatores de Ocupação e Cobertura vegetal e de Saneamento ambiental (figuras 45 e 46).

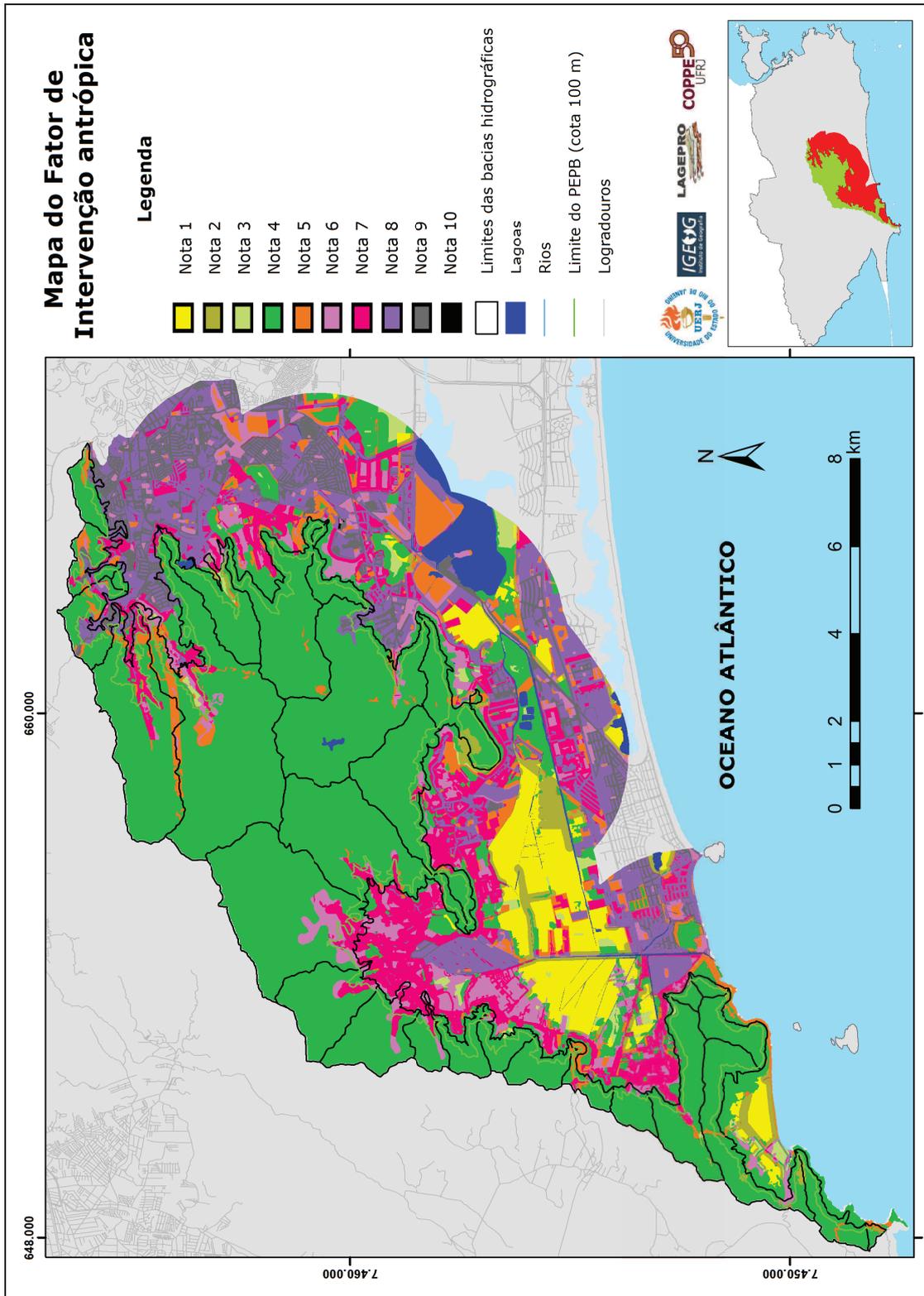


Figura 50 – Mapa do Fator de Intervenção antrópica

A Figura 50 destaca as maiores notas 8, 9 e 10 onde a ocupação urbanizada já está consolidada nos trechos dos bairros localizados em áreas de baixada. Os bairros Vargem Grande, Vargem Pequena e Recreio dos Bandeirantes têm trechos expressivos identificados pelas notas 6 e 7, principalmente, acompanhando ruas que se expandem no entorno do PEPB. Em Vargem Grande, por exemplo, observa-se que essas notas estão presentes em terrenos no interior do Parque. A distribuição espacial das notas na Figura 50 distingue áreas de ocupação residencial mais antiga e adensada, áreas de expansão e pressão antrópica mais recentes e áreas onde a interferência antrópica é muito baixa e quase nula, justamente nos terrenos inseridos nos limites da UC e nas áreas de terrenos alagadiços fora do PEPB.

As notas 8, 9 e 10 do Fator de Intervenção antrópica foram compostas pelas combinações entre as notas obtidas na composição dos fatores de Saneamento Ambiental e de Ocupação e Cobertura Vegetal. O Quadro 54 a seguir mostra as combinações mais expressivas que originaram as notas 8, 9 e 10:

Nota Final do Fator de Intervenção Antrópica	Legenda	Nota do Fator Ocupação e Cobertura Vegetal	Legenda	Nota do Fator de Saneamento Ambiental	Legenda	Percentual de Contribuição da Combinação para a Nota Final
8		7		10		36 %
		7		9		23 %
		8		9		19 %
		7		8		7 %
9		10		8		95 %
10		10		10		98 %

Quadro 54 – Distribuição das notas, classes e percentuais para composição da nota final do Fator de Intervenção antrópica.

O Quadro 54 ressalta as combinações que resultaram em quase 100 % das notas 9 e 10, considerando que o Fator Ocupação e Cobertura vegetal teve um peso superior (60 %) em relação ao Fator de Saneamento ambiental (40%).

5.3.10 Mapa de Risco de Ocorrência de movimentos de massa

O Mapa de Risco de Ocorrência de movimentos de massa (Figura 51) foi gerado a partir da análise multicritério, considerando-se os mapas dos fatores de Fragilidade do meio físico e de Intervenção antrópica (figuras 49 e 50).

A observação da Figura 51 evidencia a classe da nota 6 como predominante no PEPB e parte da área de baixada, pois, embora no Mapa de Fragilidade do meio físico prevalecessem as notas 8 e 9 no maciço, a nota 4 para a mesma área no Mapa de Intervenção antrópica contribuiu para gerar a nota 6 como resultado.

Em termos das áreas do entorno imediato do Parque, deve-se ressaltar que as notas 7 e 8, principalmente, e a nota 9, em menor proporção, são bastante expressivas nos bairros de Jacarepaguá, Camorim, Vargem Pequena e Vargem Grande. Esse aspecto é, em parte, um possível reflexo do avanço das ocupações sobre as encostas do maciço, tanto das licenciadas como daquelas irregulares e de invasões de terrenos. O aumento da pressão antrópica sobre essas áreas contribuiu para criar novas áreas de risco de movimentos de massa, ou ainda, para ampliá-las.

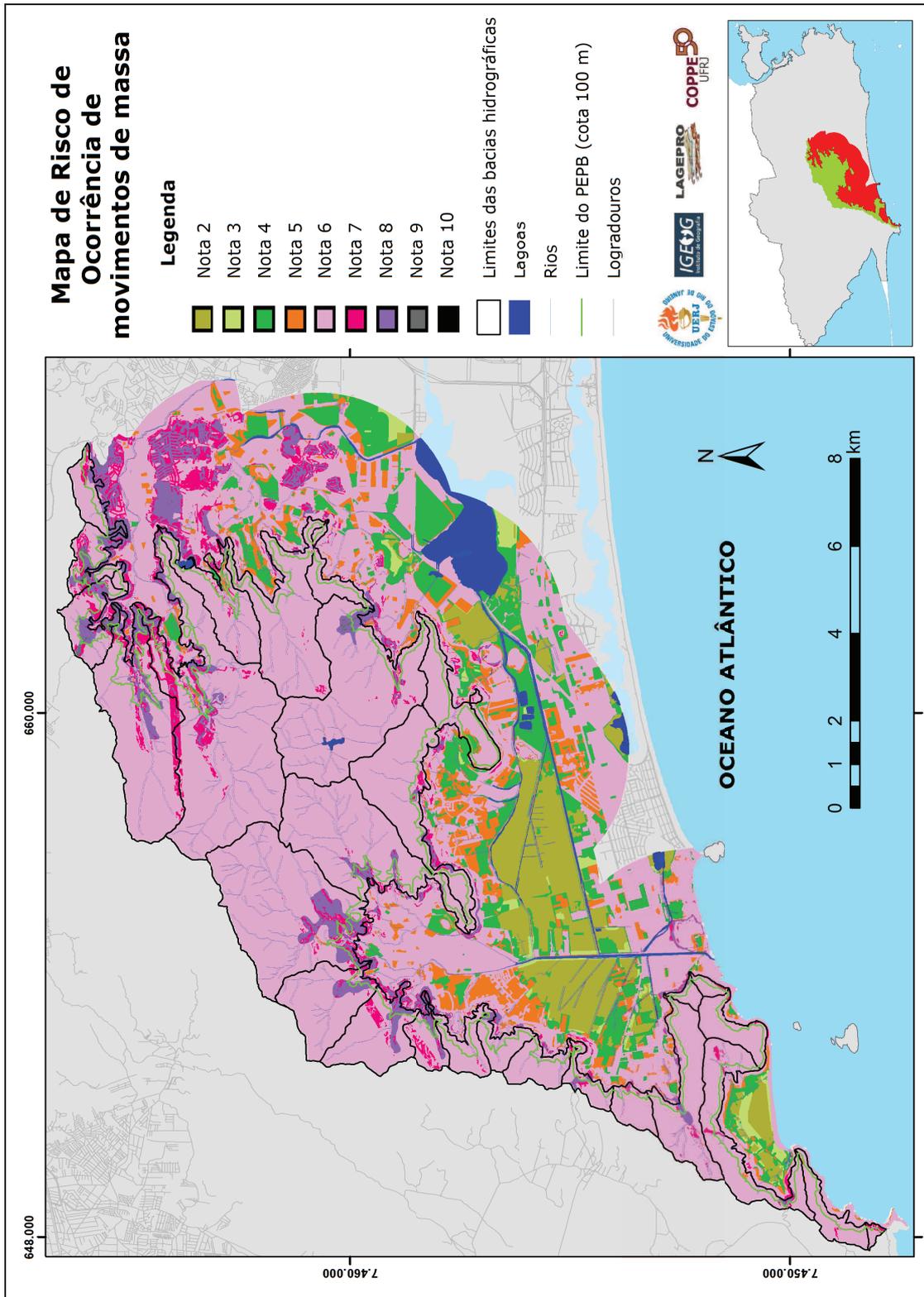


Figura 51 - Mapa de Risco de Ocorrência de movimentos de massa

Em um segundo momento, buscando-se visualizar melhor as áreas de médio a alto risco de ocorrência de movimentos de massa, fez a agregação das notas de 2 a 6, que representam extensões onde os riscos são menores. As notas mais elevadas continuaram discriminadas. O resultado foi um novo mapa intitulado Risco das Áreas de Médio a Altíssimo de Ocorrência de Movimentos de Massa (Figura 52).

Na Figura 52, as áreas de risco médio a alto de ocorrência de movimentos de massa, que incluem as notas 7, 8, 9 e 10, estão destacadas, possibilitando melhor observar as respectivas extensões ao longo das áreas adjacentes ao PEPB, especialmente nos bairros supracitados. Correspondem a trechos de encostas das bacias hidrográficas do Rio Pequeno, do Rio Grande, do Camorim e do Rio da Divisa. Essas áreas de médio a alto risco deveriam ser avaliadas para compor parte da Zona de Amortecimento.

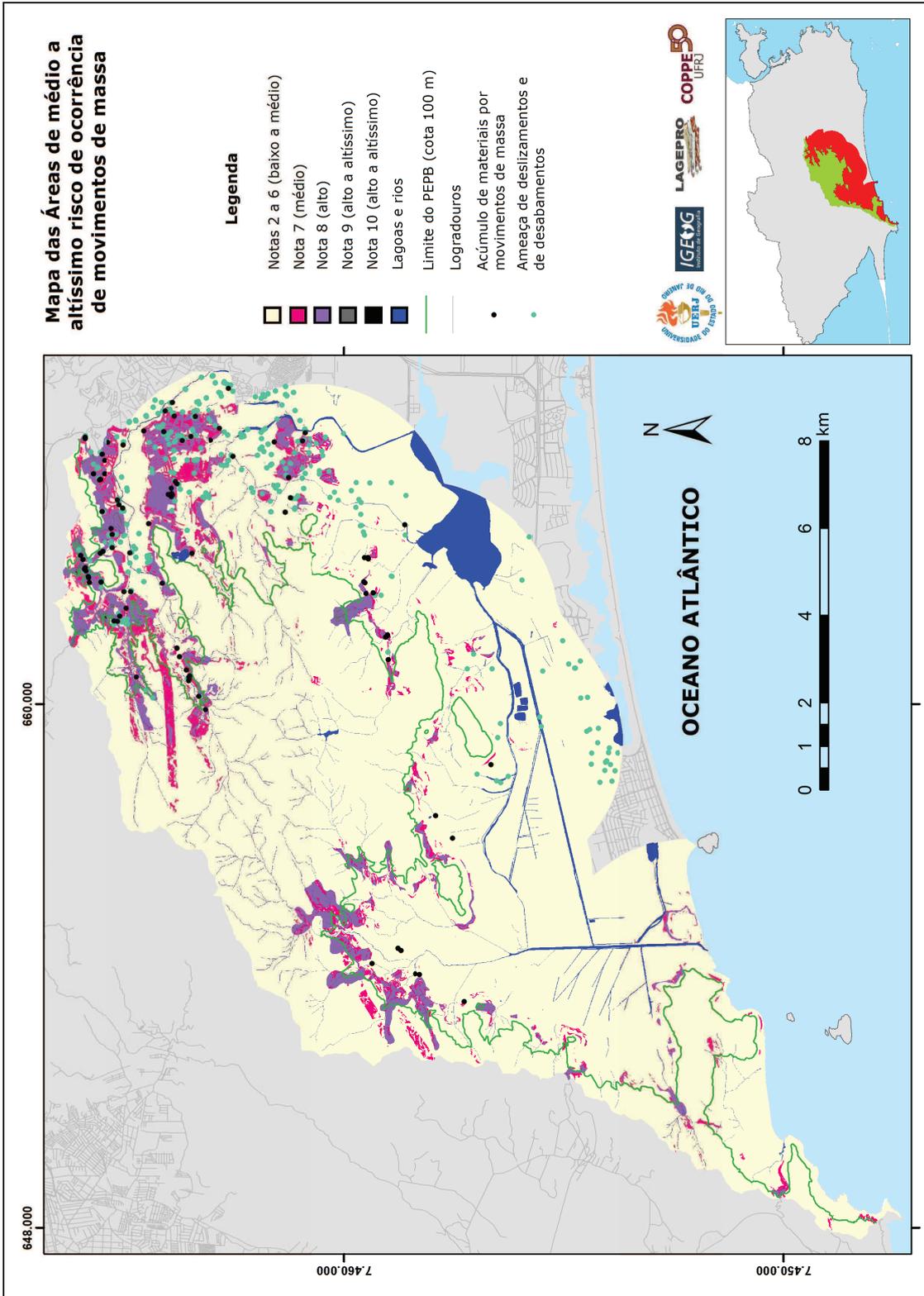


Figura 52 - Mapa das Áreas de médio a altíssimo risco de ocorrência de movimentos de massa

O Quadro 55 a seguir procura sintetizar a correspondência entre as três maiores notas finais do Risco de Ocorrência de movimentos de massa com as combinações entre as notas das legendas dos mapas dos fatores de Fragilidade do meio físico e de Intervenção Antrópica, como também revela os percentuais que cada combinação contribuiu para originar as notas 8, 9 e 10 de Risco de Ocorrência de movimentos de massa:

Nota Final do Risco de Ocorrência de movimentos de massa	Legenda	Nota do Fator de Fragilidade do Meio Físico	Legenda	Nota do Fator de Intervenção Antrópica	Legenda	Percentual de Contribuição da Combinação para a Nota Final
8	[Barra Verde]	6	[Barra Verde]	9	[Barra Verde]	19 %
		8	[Barra Verde]	7	[Barra Amarela]	19 %
		8	[Barra Verde]	7	[Barra Amarela]	16 %
9	[Barra Amarela]	8	[Barra Verde]	8	[Barra Verde]	14 %
		8	[Barra Verde]	8	[Barra Verde]	10 %
		9	[Barra Amarela]	9	[Barra Amarela]	96 %
10	[Barra Vermelha]	9	[Barra Amarela]	10	[Barra Vermelha]	59 %
		10	[Barra Vermelha]	9	[Barra Amarela]	41 %

Quadro 55 – Distribuição das notas, classes e percentuais para composição da nota final do Mapa de Risco de Ocorrência de movimentos de massa.

O Quadro 55 mostra que combinações variadas de notas dos fatores Fragilidade do meio físico e Intervenção antrópica culminaram na nota final 8 de Risco de Ocorrência de movimentos de massa. A nota final 9, por sua vez, foi resultado da contribuição de 96 % das notas 9 de ambos os fatores citados. A nota final 10 referente ao risco considerado também resultou de combinações específicas, como é possível perceber pelos percentuais de 59 % e 41% de contribuição dessas combinações.

As maiores notas finais de risco de movimentos de massa – 8, 9 e 10 – foram resultado, portanto, da reunião de condicionantes que respondem pela elevada fragilidade do meio físico, como já comentado, bem como das situações que mais pressionam os recursos naturais e mais afetam a qualidade ambiental, ou seja, onde a intervenção antrópica é mais incisiva.

5.4 Mapeamentos elaborados para consistência dos resultados

Os mapeamentos apresentados a seguir foram elaborados para atender a dois propósitos. O primeiro propósito foi dar consistência aos mapas de fatores e ao mapa de Risco de Ocorrência de movimentos de massa, todos gerados por análises multicritério, com o suporte do Geoprocessamento.

5.4.1 Mapas temáticos digitais com a distribuição espacial das ocorrências registradas pela Defesa Civil Municipal (DCM)

As figuras 53 e 54 representam, respectivamente, a distribuição espacial dos registros da Defesa Civil Municipal referentes aos locais das ocorrências dos movimentos de massa e das ameaças de ocorrência de deslizamentos e de desabamentos.

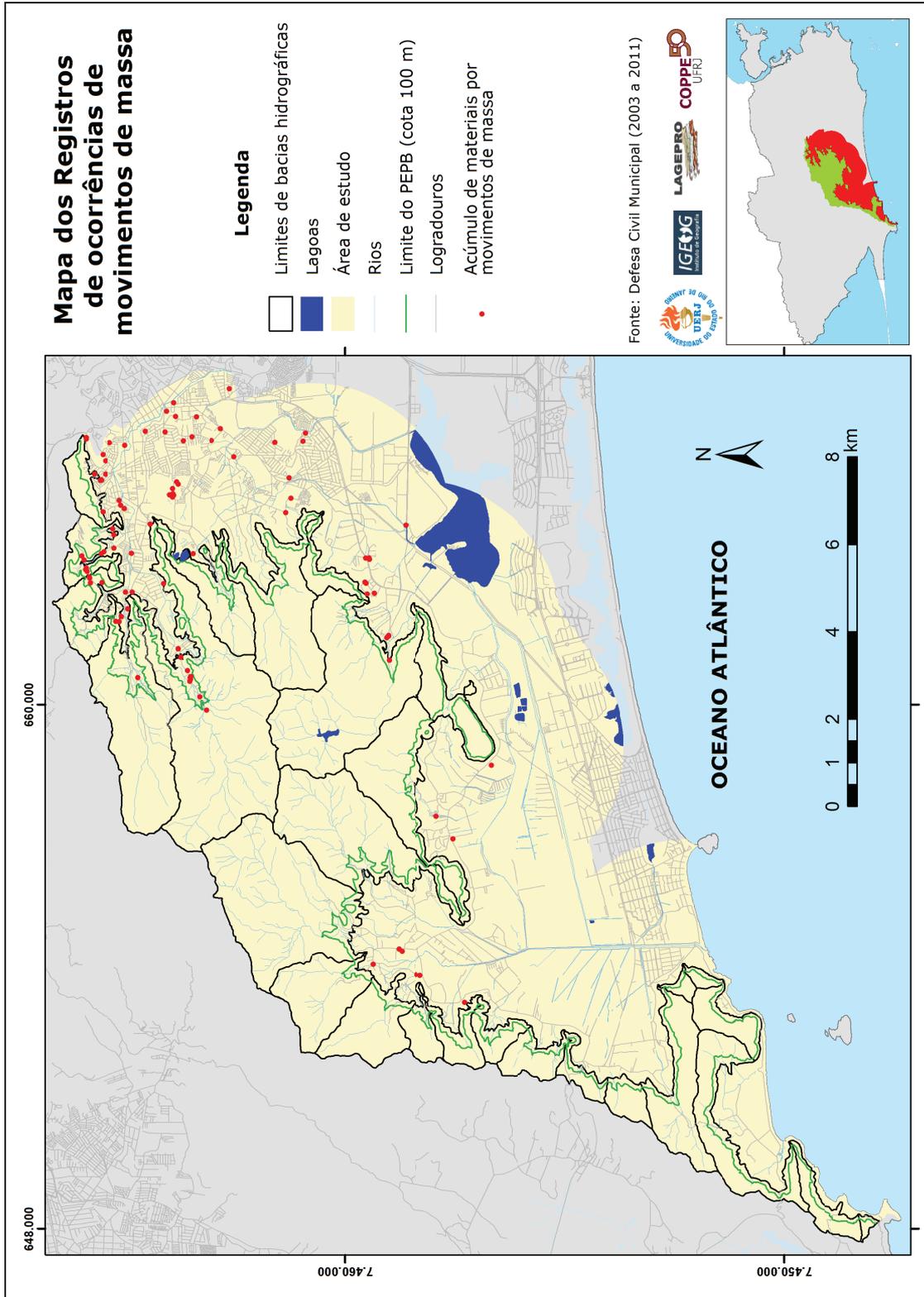


Figura 53 – Mapa dos Registros de ocorrências de movimentos de massa

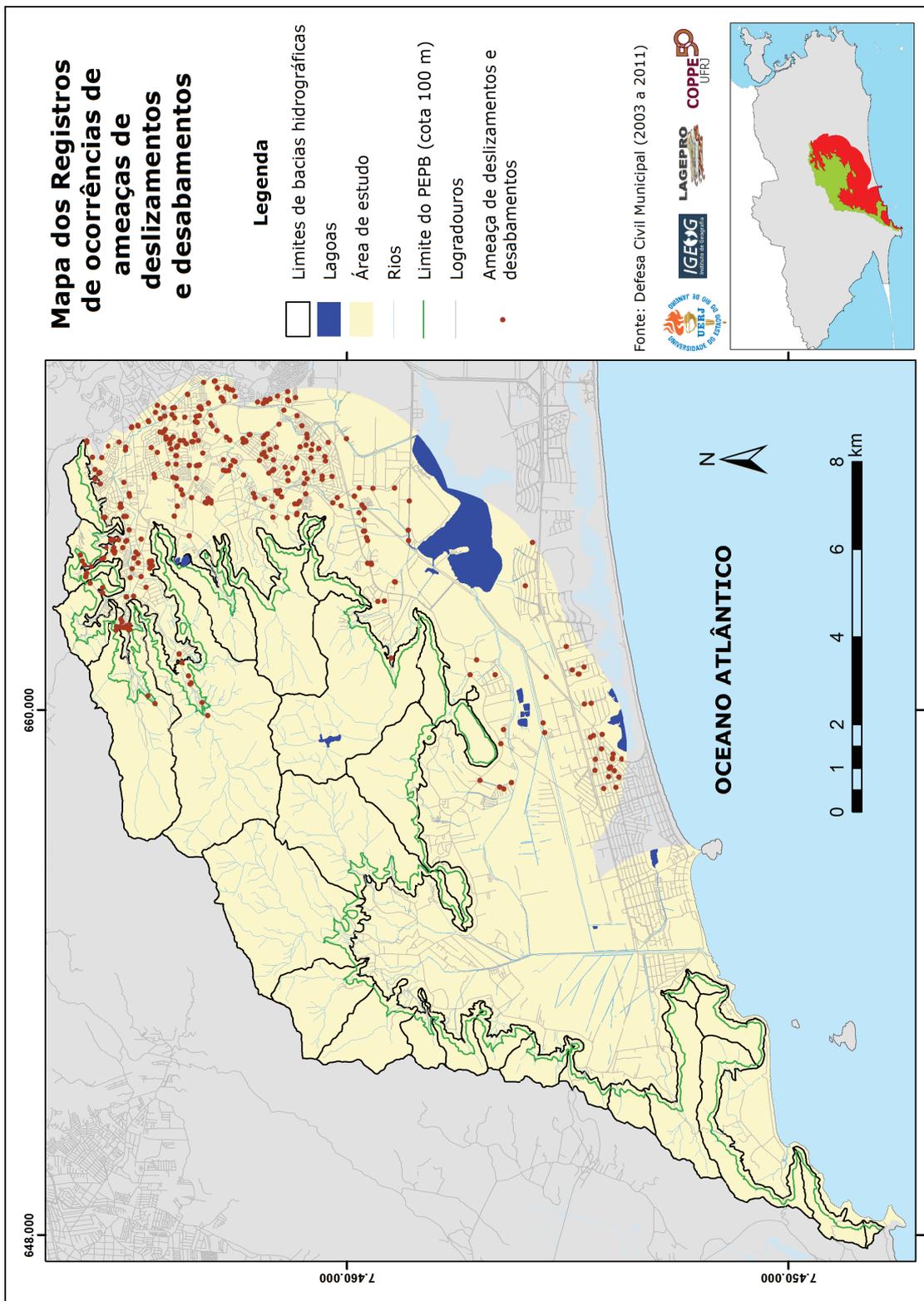


Figura 54– Mapa dos Registros de ocorrências de ameaças de deslizamentos e desabamentos

A Figura 53 mostra a distribuição espacial dos registros pontuais de ocorrências de movimentos de massa na área de estudo. Por meio da observação do arranjo espacial desses registros, verifica-se que há elevada concentração de pontos nos bairros da Taquara, Jacarepaguá e Curicica. Observam-se também registros relevantes em áreas próximas à borda do Maciço da Pedra Branca nos bairros de Vargem Grande e do Recreio dos Bandeirantes, onde nos últimos anos vem ocorrendo maior avanço de ocupações para atender à demanda residencial, principalmente. Grande parte das áreas de chegada de materiais (solo, rochas e lixo) em decorrência dos movimentos de massa é encontrada ao longo dos fundos de vale e/ou nas saídas das bacias hidrográficas da Caixa D'água, Rio do Pereiro, Rio dos Teixeiras, Rio Pequeno, Rio Grande, Rio Camorim, Rio da Vargem Pequena e Rio Cabugui. Do ponto de vista geomorfológico, nesses locais predomina a geometria côncava convergente, que favorece a concentração de água, de sedimentos, de fragmentos rochosos e de lixo, que passam a ser mobilizados em condição de maior energia cinética.

A Figura 54 apresenta a espacialização dos pontos onde a Defesa Civil Municipal registrou situações de ameaças de movimentos de massa e de desabamentos de imóveis. Observa-se comportamento semelhante ao da Figura 53 com uma elevada concentração de pontos nos bairros da Taquara, Jacarepaguá, Curicica e Recreio dos Bandeirantes. Um número expressivo de pontos está localizado ao longo dos fundos dos vales nos baixos cursos rios do Pereiro, Pequeno e Grande e também em trechos adjacentes ao Maciço, a partir da cota de 50 m. Provavelmente, os desabamentos podem estar associados a áreas onde são localizados os domicílios caracterizados pelo baixo construtivo.

As figuras 53 e 54 foram, posteriormente, sobrepostas ao Mapa das Áreas de Médio a Alto Risco de Ocorrência de movimentos de massa (Figura 52) e ao mapa deste combinado com o de Uso do Solo e Cobertura Vegetal (Figura 33) para verificar a proximidade entre as áreas definidas como de médio, de alto e de alto a altíssimo risco de movimentos de massa nas encostas com os pontos de chegada e de acúmulo de materiais mobilizados (solo, rocha, regolito e lixo), possibilitando associá-los a potenciais áreas-fonte.

Com base no comportamento das acumuladas mensais (entre janeiro de 1997 a abril de 2011), calculadas a partir dos índices de chuva extraídos das estações pluviométricas do Sistema Alerta-Rio, e na frequência dos registros de ocorrências de movimentos de massa (entre os meses de dezembro a abril – 1997 a 2011), atendidos

pela emergência da DCM, foi elaborado artigo científico (RIBEIRO et al., 2013) aceito e publicado *on line* no periódico *Geographical Research*. Um resultado importante mostrado nesse artigo foi destacar a forte correspondência entre volumes não tão alto de acumuladas mensais com frequências expressivas de ocorrência de movimentos de massa. O Gráfico 12 a seguir representa o histograma da distribuição das frequências de acumuladas mensais de movimentos de massa para cada classe do total pluviométrico de volumes mensais de chuva (eixo x).

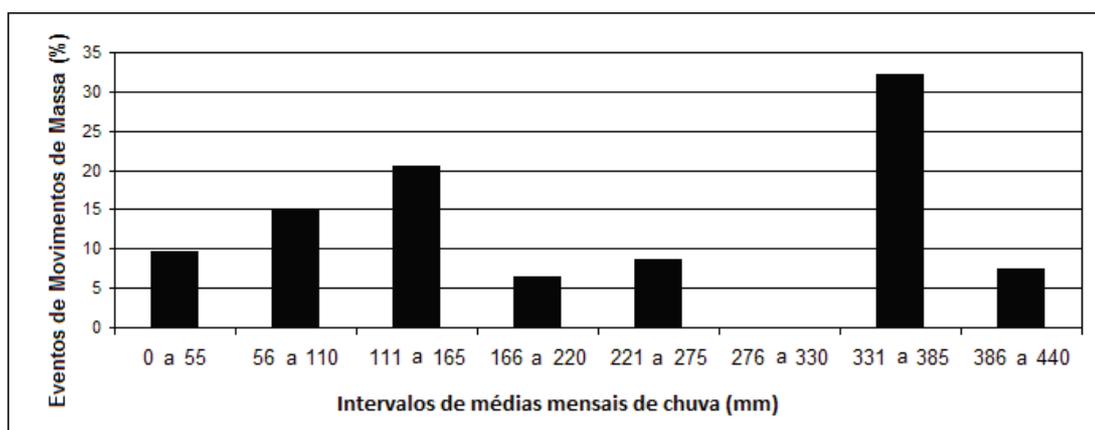


Gráfico 12 - Distribuição da frequência de movimentos de massa.

O Gráfico 12 indica que os elevados volumes acumulados mensais de chuva com valores entre 331 e 440 mm estavam associados e 40 % dos movimentos de massa na área de estudo. Apesar dos volumes acumulados mensais de chuva entre 0 a 55 mm apresentarem baixa frequência de ocorrência na área estudada, em torno de 17% (Gráfico 2, item 5.1.8.1 deste capítulo), eles estão associados a 10 % dos movimentos de massa. Os volumes acumulados mensais de chuva entre 56 a 110 mm e de 111 a 165 mm corresponderam a 35 % do total de movimentos de massa registrados. O Gráfico 12 revela que tanto os altos como os baixos volumes de acumuladas mensais de chuva são capazes de desencadear movimentos de massa na área de estudo.

5.4.2 Mapa de Licenças urbanísticas concedidas pela Secretaria Municipal de Urbanismo

Com objetivo de avaliar a evolução das ocupações na área de estudo, foi realizada a distribuição espacial das licenças urbanísticas concedidas pela Secretaria Municipal de Urbanismo (SMU), como mostra a Figura 55.

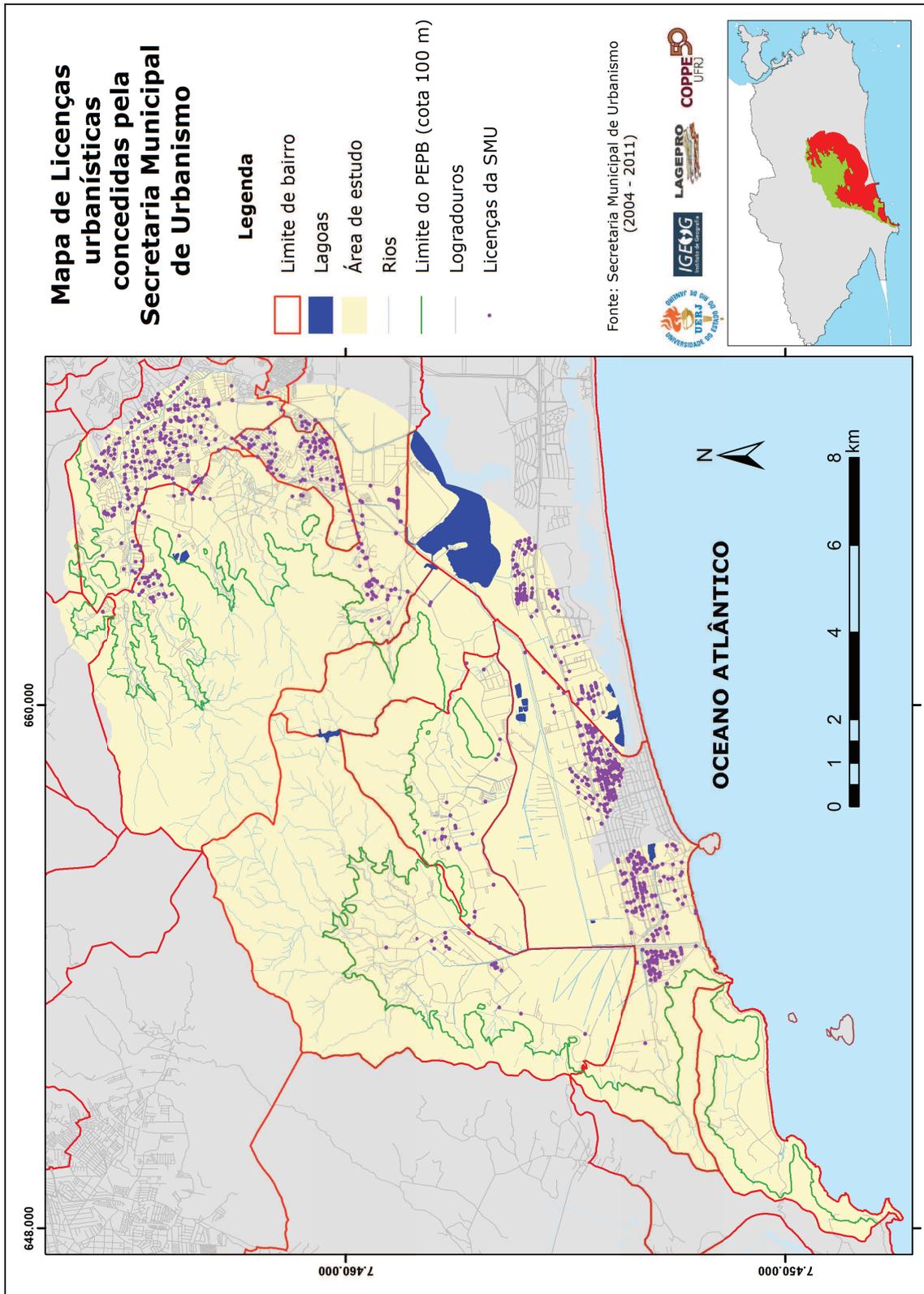


Figura 55 – Mapa de Licenças urbanísticas concedidas pela Secretaria Municipal de Urbanismo

A Figura 55 revela que a maior parte das licenças urbanísticas concedidas entre 2004 e 2011 destinadas à construção, principalmente de unidades residenciais, estão localizadas nos bairros da Taquara, Jacarepaguá, Curicica, Recreio dos Bandeirantes - em maior proporção – e Vargem Grande. Neste último, embora o número de licenças concedido seja menor, representa um exemplo de bairro que vem ganhando, nos últimos 10 anos, maiores investimentos de construtoras, deixando de ser ocupado eminentemente por sítios, chácaras e haras.

Destaca-se que nos bairros da Taquara e de Jacarepaguá existe um número maior de licenças concedidas em áreas próximas à cota de 50 metros do Maciço da Pedra Branca, evidenciando uma tendência de avanço para terrenos próximos ao PEPB.

Comparando-se localização das licenças urbanísticas com os pontos registrados pela Defesa Civil Municipal (Figuras 53 e 54), observa-se que muitas dessas licenças vêm sendo concedidas em locais próximos ou onde ocorreram movimentos de massa e onde foram registradas ameaças de deslizamentos e desabamentos.

5.4.3 Mapa de Licenças ambientais concedidas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente

Além da distribuição espacial das licenças urbanísticas da SMU, também foram espacializadas as licenças ambientais concedidas pela SMAC, representadas na Figura 56 a seguir:

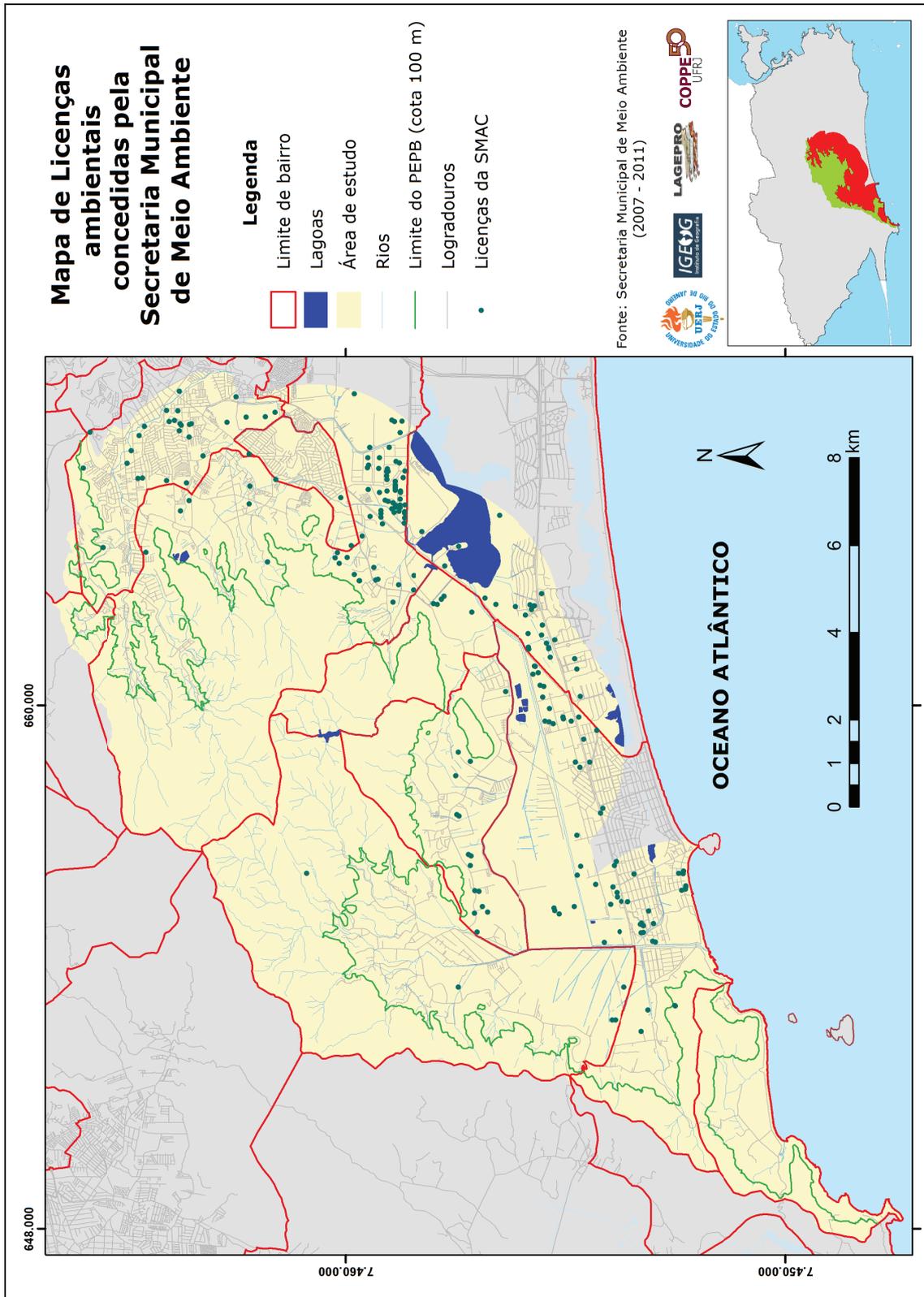


Figura 56 – Mapa de Licenças ambientais concedidas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente

Observando-se a Figura 56 verifica-se que o maior número de licenças ambientais foi concedido (entre 2007 a 2011) a empreendimentos lançados nos bairros da Taquara, Jacarepaguá e Recreio dos Bandeirantes, nos quais as pressões das construtoras, principalmente de prédios residenciais, foram e continuam sendo muito fortes.

Semelhante ao que ocorre com as licenças urbanísticas, algumas licenças ambientais concedidas pela SMAC localizam-se em alguns trechos no entorno do PEPB, próximo à cota de 50 m, demonstrando o avanço ocupacional em terrenos no entorno do PEPB. Além disso, verifica-se que parte dessas licenças vêm sendo concedidas próximo ou em locais onde já foram registradas ocorrências de movimentos de massa, de ameaças de deslizamentos e de desabamentos pela Defesa Civil Municipal.

As figuras 55 e 56 foram utilizadas em sobreposição ao Mapa da Combinação entre os mapas de Risco de Ocorrência de movimentos de massa e de Uso do solo e Cobertura vegetal (Figura 62), originando as figuras 63 e 63. O objetivo das sobreposições foi verificar se as licenças concedidas pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, por meio da SMU e da SMAC estão situadas em áreas de médio a altíssimo risco de ocorrência de movimentos de massa, ou então, adjacentes ou muito próximas a elas.

5.4.4 Mapa de Proximidade de cicatrizes de movimentos de massa (100m)

A partir do arquivo *shape* cedido pelo GEA (Grupo de Estudos Ambientais/IGEOG/UERJ), contendo a distribuição espacial das cicatrizes de deslizamentos desencadeadas em 1996, foi traçada uma faixa de proximidade de 100 m em relação a cada uma delas. Esse procedimento gerou o Mapa de Proximidade de cicatrizes de movimentos de massa (100 m) (Figura 57), as quais foram distribuídas por bacias hidrográficas. Esse mapa foi elaborado, utilizando-se a ferramenta *buffer* do ArcGis (versão 10) em relação às cicatrizes de movimentos de massa desencadeadas em fevereiro de 1996.

A proximidade de 100 metros das cicatrizes foi estabelecida, considerando que áreas localizadas dentro dessa faixa podem estar situadas em locais de maior fragilidade do meio físico (COSTA, 2002).

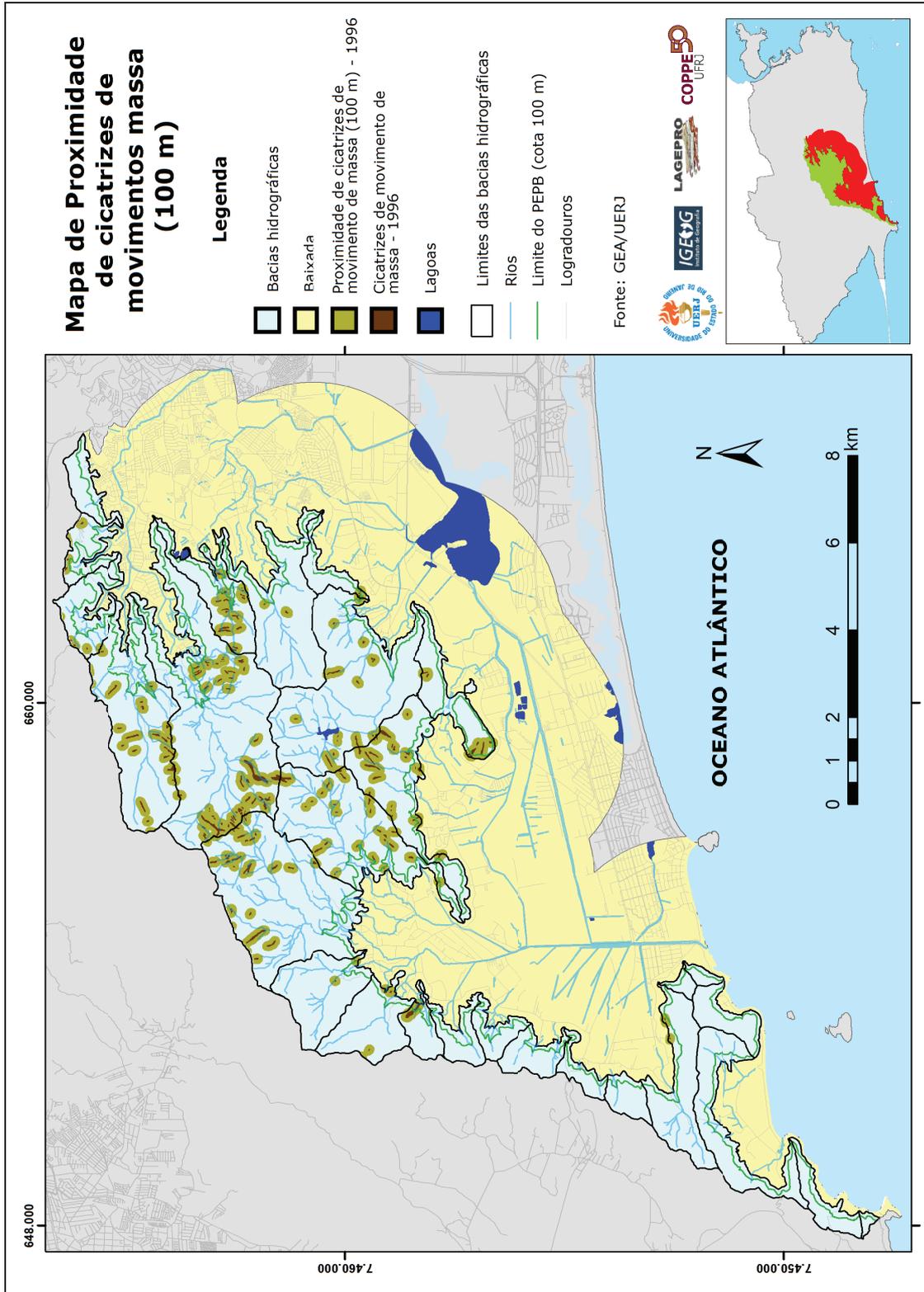


Figura 57 – Mapa de Proximidade de cicatrizes de movimentos de massa (100m)

Os diversos movimentos de massa, decorrentes de chuvas intensas de fevereiro de 1996, foram, em grande parte, desencadeados em áreas de floresta protegida dentro dos limites do PEPB, próximo aos interflúvios, como nos casos das bacias do rio Pequeno e do Rio Grande.

O Mapa de Proximidade de cicatrizes de movimentos de massa (100m) foi submetido ao procedimento de combinação de mapas (disponível no SAGA/UFRJ) com os mapeamentos dos fatores de Fragilidade do meio físico (Figura 49) e de Intervenção antrópica (Figura 50) e de Risco de Ocorrência de movimentos de massa (Figura 51). O objetivo desse procedimento foi, justamente, visualizar as condições de fragilidade do meio físico, as características das intervenções antrópicas e os diferentes graus de risco de ocorrência de movimentos de massa, especificamente nas áreas atingidas pelas referidas cicatrizes.

5.4.5 Mapa de Restrições Legais para preservação da vegetação

A Figura 58 a seguir apresenta a distribuição espacial do PEPB (acima da cota de 100 metros) e das categorias de APP existente na área de estudo, segundo o Código Florestal mais recente (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012):

- terrenos dentro de um raio de 50 metros das nascentes que estão fora dos limites do Parque (as demais estão dentro da UC e não foram representadas);
- terrenos nos topos dos morros;
- faixa marginal de 30 metros de cada margem dos rios com até 10 metros de largura;
- terrenos próximos a 30 metros de lagoas em áreas urbanas;
- áreas situadas em declive igual ou superior a 100 % (45°);
- áreas de mangues e de restingas.

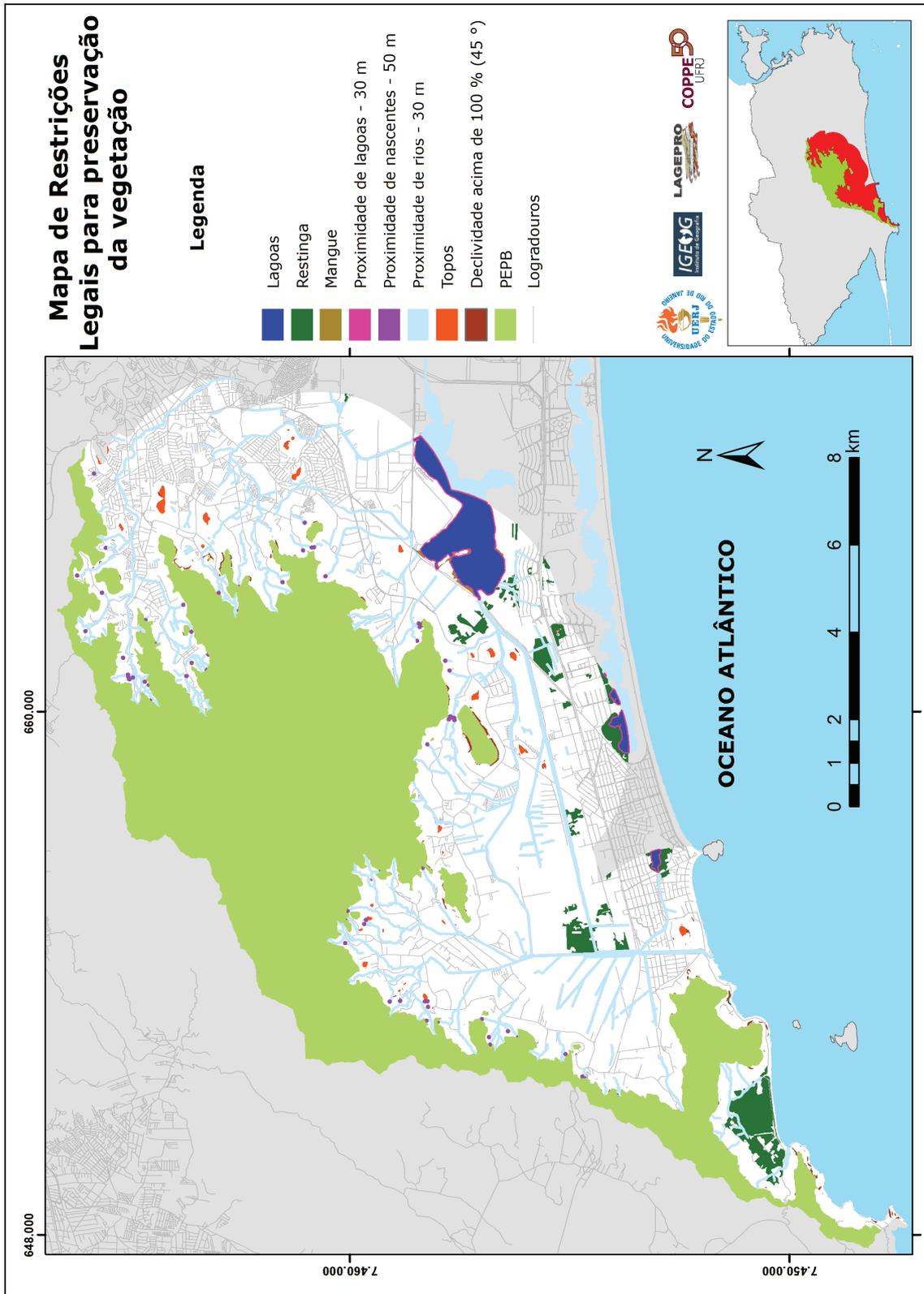


Figura 58 – Mapa de Restrições Legais para preservação da vegetação

Esse mapa foi elaborado com o propósito de realizar a combinação com o mapa das Áreas de médio a altíssimo risco de ocorrência de movimentos de massa (Figura 52). A partir dessa combinação, foi possível gerar um novo mapa, que evidencia a correspondência espacial das APP com as áreas de médio e de altíssimo risco de ocorrência de movimentos de massa (Figura 72).

Após a realização de um procedimento de assinatura ambiental, com objetivo de planimetrar as extensões das áreas protegidas inseridas na área de estudo, foram definidos os seguintes percentuais: o PEPB corresponde a 39 % do total da área assinada; os terrenos próximos a 30 metros de cada margem dos rios abrangem 6 %, seguido das áreas de restinga, que correspondem a 2 % e das áreas próximas a 30 metros das lagoas, que ocupam menos de 2 % da área. As demais categorias – proximidade de 50 metros de nascentes, áreas com declive igual ou superior a 100% e aquelas situadas em topos -, se somadas, não chegam a 1% do total da área de estudo.

5.5 Mapas derivados de combinações entre mapeamentos

Os subitens a seguir mostram os resultados derivados de combinações entre mapeamentos. Essas combinações possibilitaram confirmar áreas avaliadas como de médio a altíssimo risco de ocorrência de movimentos de massa, bem como permitiram definir áreas a serem incluídas na zona de amortecimento a ser criada para o PEPB. Em todos os mapas de combinação a seguir houve a sobreposição com os registros da DCM.

5.5.1 Mapa da Combinação entre os mapas de Proximidade de Cicatrizes de movimentos de massa (100 m) com Mapa do Fator de Fragilidade do meio físico

O mapa a seguir (Figura 59) é resultado da combinação entre o Mapa de Proximidade de Cicatrizes de Movimentos de Massa (100 m) (Figura 57) e o Mapa do Fator de Fragilidade do meio físico (Figura 49). Esse procedimento foi executado para facilitar a visualização da situação de fragilidade do meio físico, especificamente nas áreas onde ocorreram as cicatrizes de movimentos de massa em 1996, considerando uma faixa de 100 metros de proximidade delas.

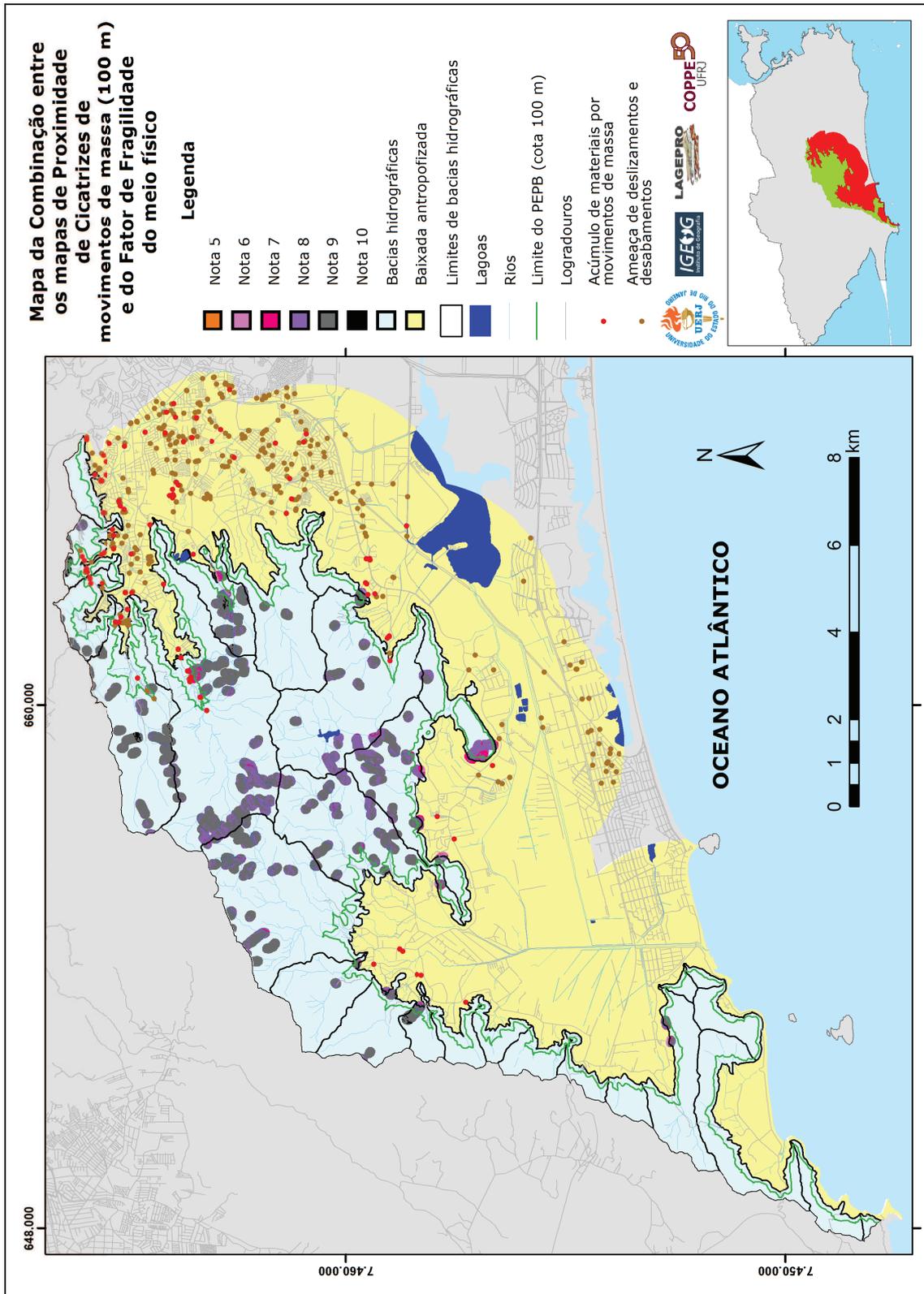


Figura 59 - Mapa da Combinação entre os mapas de Proximidade de Cicatrizes de movimentos de massa (100 m) com Mapa do Fator de Fragilidade do meio físico

Observa-se na Figura 59 que quase 97% das áreas de cicatrizes de movimentos de massa e os terrenos a 100 metros de proximidade são classificadas como alta (nota 8) e alta a altíssima (notas 9 e 10) fragilidade do meio físico. Em outras palavras, as cicatrizes de movimentos de massa foram desencadeadas em áreas que reúnem características geológicas (litologias e lineamentos estruturais), geomorfológicas, topográficas, pedológicas, hidrológicas e pluviométricas (já mencionadas), que tornam o meio físico mais frágil e suscetível à ocorrências de movimentos de massa.

5.5.2 Mapa da Combinação entre os mapas de Proximidade de Cicatrizes de movimentos de massa (100 m) e do Fator de Intervenção antrópica

O mapa a seguir (Figura 60) é resultado da combinação entre o Mapa de Proximidade de Cicatrizes de Movimentos de Massa (100 m) (Figura 57) e o Mapa do Fator de Intervenção antrópica (Figura 49). O objetivo desse procedimento foi verificar o grau de intervenção antrópica, especificamente nas áreas onde ocorreram as cicatrizes de movimentos de massa em 1996, considerando uma faixa de proximidade delas de 100 metros.

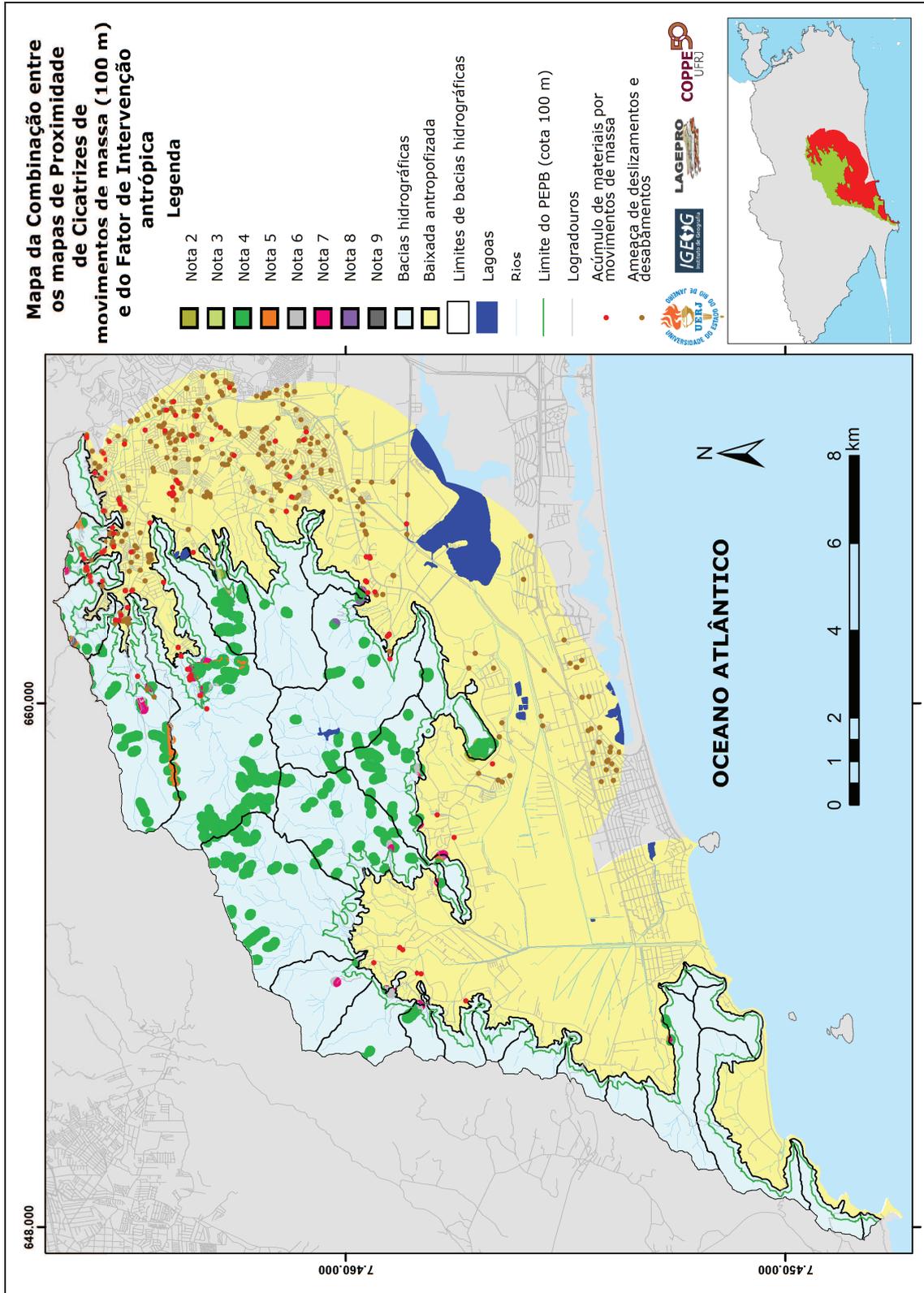


Figura 60 - Mapa da Combinação entre os mapas de Proximidade de Cicatrizes de movimentos de massa (100 m) e do Fator de Intervenção antrópica

A Figura 60 evidencia que quase 95% das áreas de cicatrizes de movimentos de massa e respectivas faixas de 100 metros de proximidade possuem a nota 4, o que confirma que tais cicatrizes foram desencadeadas basicamente em áreas de vegetação secundária. As cicatrizes localizadas em altitudes mais baixas e próximas às áreas ocupadas por residências formais ou por habitações populares apresentam notas que variam de 4 até 9, havendo, no entanto, predomínio das notas 5 a 7. A nota 5 pode ser observada na faixa de influência da linha de transmissão de eletricidade de Furnas.

As cicatrizes e faixas de proximidade de 100 metros, que apresentam notas mais elevadas de intervenção antrópica e que correspondem a áreas de elevada fragilidade do meio físico (se feita a comparação com a Figura 59), podem ser consideradas como as mais suscetíveis ao desencadeamento de movimentos de massa, caso novos processos venham a ocorrer na área de estudo.

5.5.3 Mapa da Combinação entre os mapas de Mapa de Proximidade de cicatrizes de movimentos de massa (100m) e de Risco de Ocorrência de movimentos de massa

A Figura 61 a seguir é resultado da combinação entre o Mapa de Proximidade de cicatrizes de movimentos de massa (100m) e o Mapa de Risco de Ocorrência de movimentos de massa. Esse procedimento objetivou verificar o grau do risco de ocorrência de movimentos de massa correspondentes às faixas de 100 metros no entorno das cicatrizes desses processos desencadeadas em 1996.

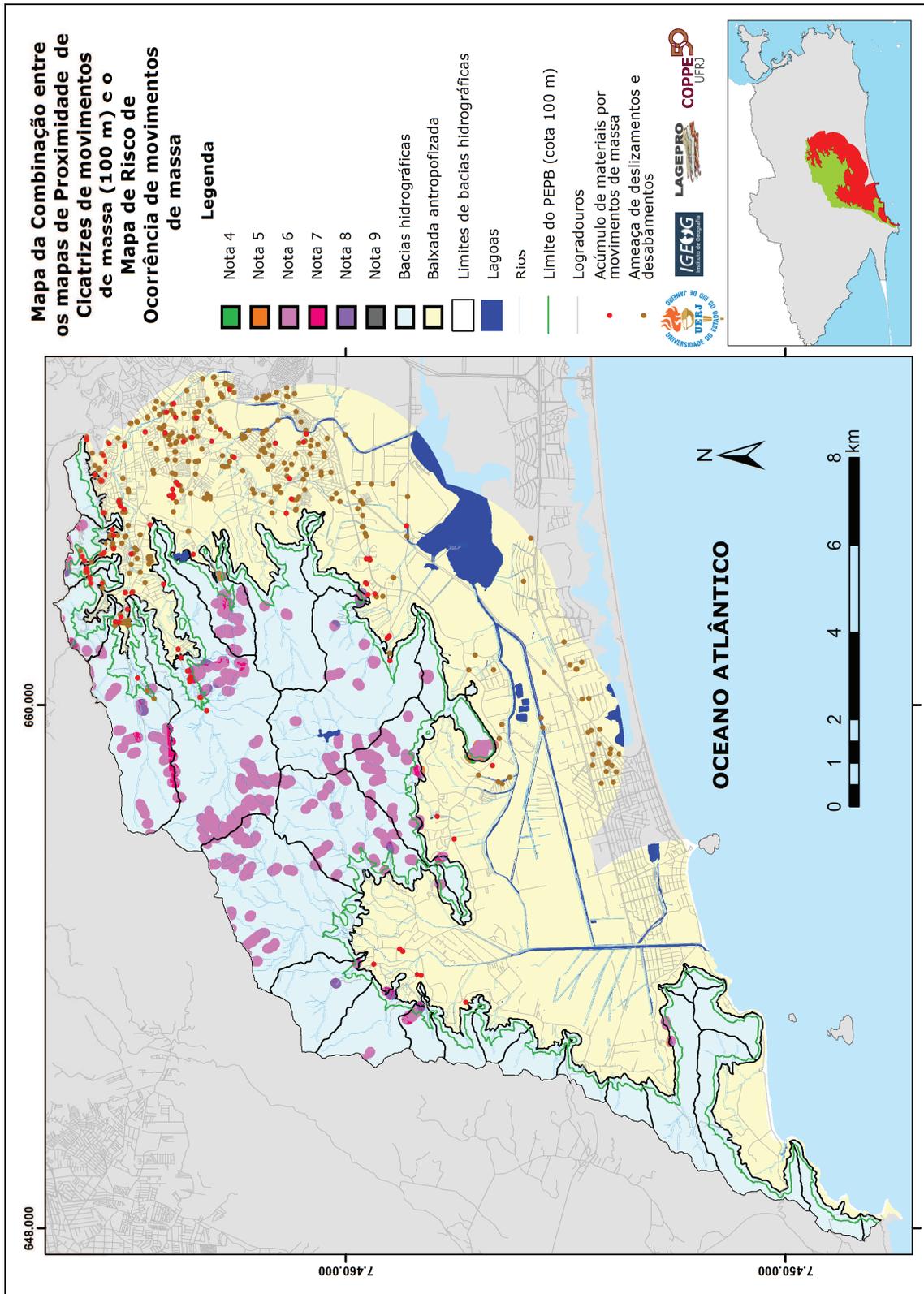


Figura 61 - Mapa da Combinação entre os mapas de Proximidade de Cicatrizes de movimentos de massa (100 m) e de Risco de Ocorrência de movimentos de massa

Observa-se que no alto do maciço e no interior do PEPB predomina a nota 6 relativa ao risco de ocorrência de movimentos de massa. As notas para esse risco foram determinadas por análise multicritério realizadas com os mapas dos fatores de Fragilidade do meio físico (Figura 49) e de Intervenção antrópica (Figura 9). Os condicionantes físicos (geologia, relevo, solos, pluviosidade, entre outros) explicam a fragilidade elevada de todo o maciço (notas 8 e 9 predominantemente); entretanto, a nota 4 para toda a área do Parque relativa ao Fator de Intervenção antrópica acarretou o resultado da nota 6 em relação ao risco de ocorrência de movimentos de massa em praticamente todo o maciço. As notas de risco de ocorrência de movimentos de massa aumentam em áreas sujeitas a maiores pressões antrópicas, o que ressalta a abordagem do risco de ocorrer tais processos ser também fruto de uma construção social.

5.5.4 Mapa da Combinação entre os mapas de Risco de Ocorrência de movimentos de massa e de Uso do solo e Cobertura vegetal (notas agregadas)

A Figura 62 é fruto da combinação entre os mapas das Áreas de Médio a Altíssimo Risco de Ocorrência de movimentos de massa (Figura 52) e de Uso do Solo e Cobertura Vegetal (Figura 33).

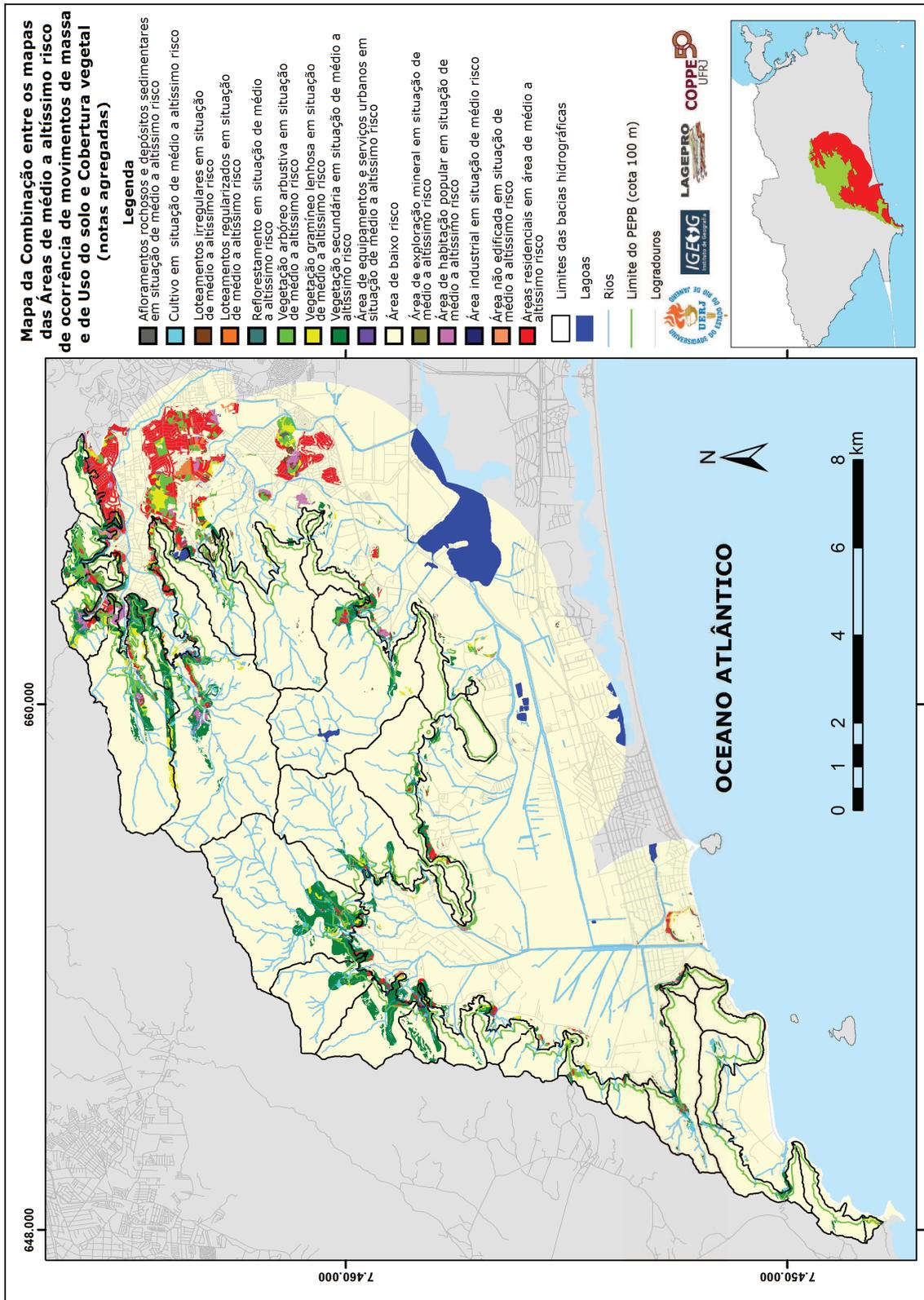


Figura 62 - Mapa da Combinação entre os mapas das Áreas de médio a altíssimo risco de ocorrência de movimentos de massa e de Uso do solo e Cobertura vegetal (notas agregadas)

A observação da Figura 62 possibilitou reconhecer os usos do solo e as coberturas vegetais que estão localizados em áreas de médio a altíssimo risco de ocorrência de movimentos de massa. As áreas de médio a altíssimo risco de ocorrência de movimentos de massa correspondem à agregação das notas 7 a 10 do mapa de risco. Essa agregação foi realizada para restringir a legenda e facilitar a leitura do mapa final. Por exemplo, as áreas mapeadas evidenciam a vegetação secundária localizada em terrenos com médio a altíssimo risco de movimentos de massa. Deste modo, é possível identificar os locais no entorno do PEPB que não devem ter a vegetação retirada, em função dos riscos elevados. Outras situações também podem ser verificadas, como áreas de habitação popular, de loteamento irregular ou residenciais construídas em área de risco elevado de ocorrência de movimentos de massa.

As áreas de risco elevado de ocorrência de movimentos de massa deveriam ser investigadas mais detalhadamente e incluídas na zona de amortecimento do PEPB, sendo que algumas delas, em função de maior situação de criticidade poderiam ser incorporadas ao PEPB, em caso de haver redelimitação da UC.

A sobreposição dos registros de ocorrências de movimentos de massa e de ameaças de deslizamentos e de desabamentos de imóveis à Figura 62 revela a forte correspondência entre as áreas classificadas como médio a altíssimo risco com os pontos onde, de fato, ocorreram movimentos de massa, muitas vezes de modo recorrente (Figura 63).

A Figura 64 representa a sobreposição das licenças urbanísticas e ambientais (concedidas, respectivamente, pela SMU e pela SMAC) à Figura 62. A observação da Figura 64, comparada à Figura 63, permite identificar que existem licenças que foram concedidas a empreendimentos construídos em terrenos localizados em áreas de médio a altíssimo risco de movimentos de massa, ou então, em terrenos próximos a essas áreas.

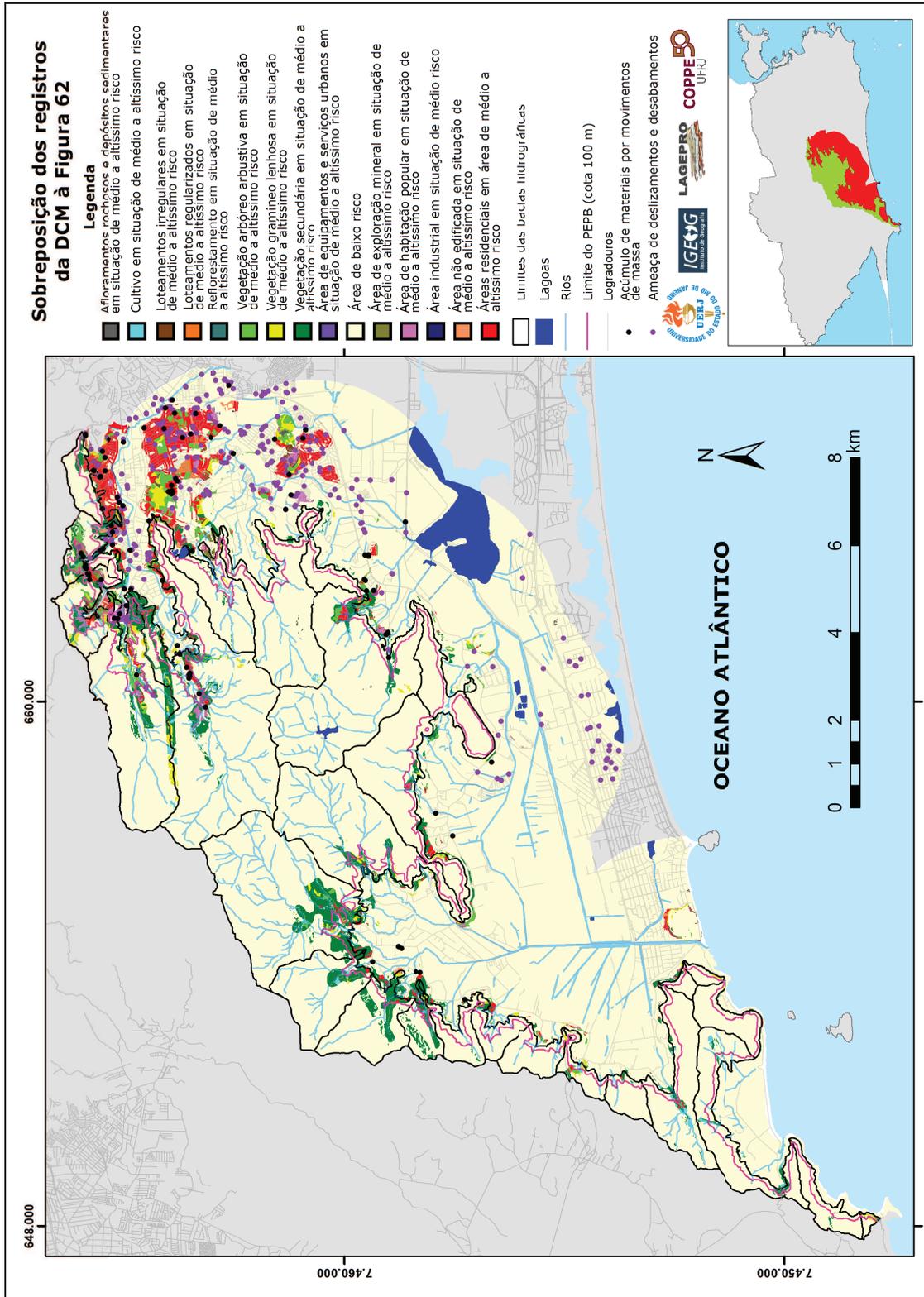


Figura 63 – Sobreposição dos registros da DCM à Figura 62

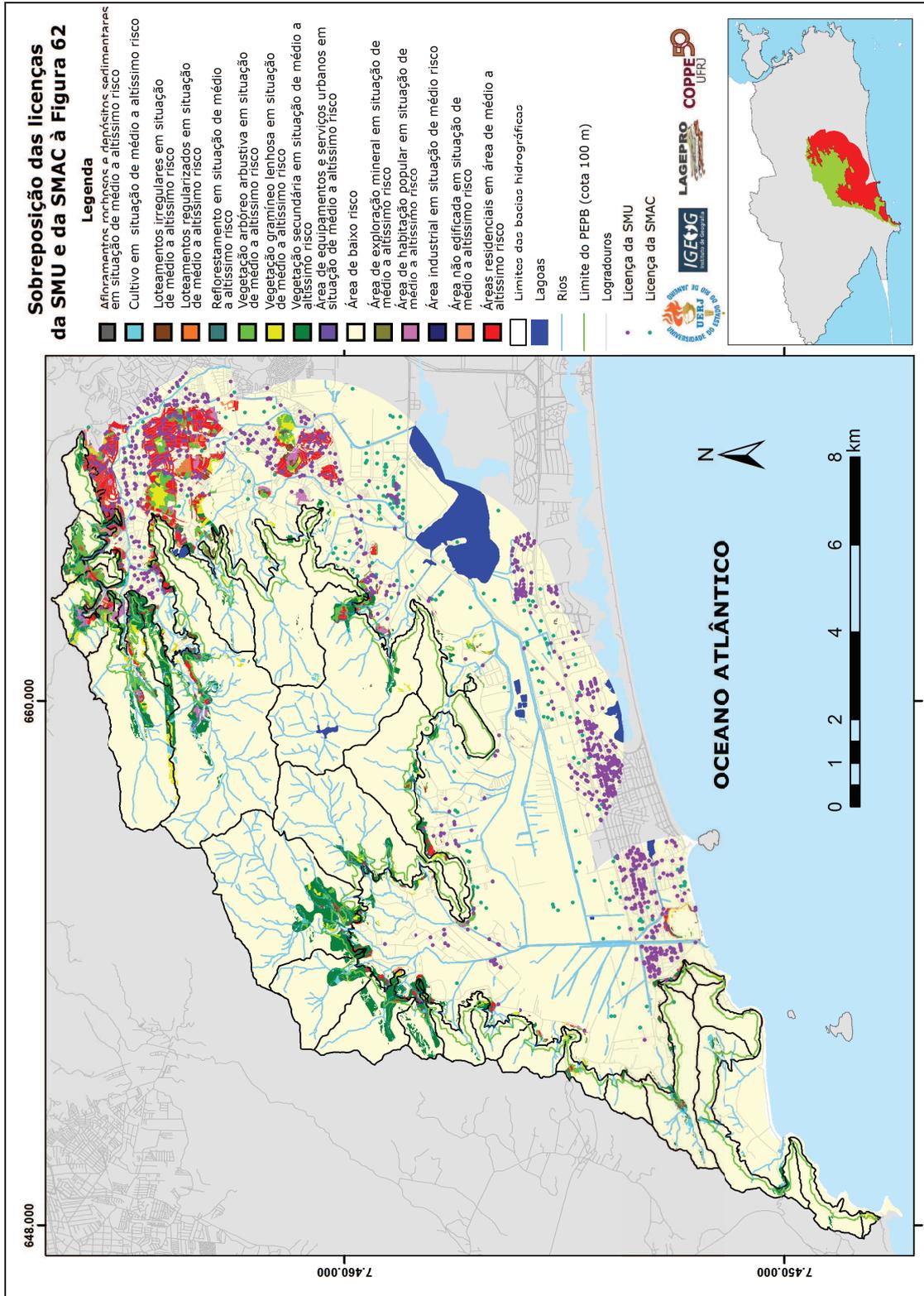


Figura 64 – Sobreposição das licenças da SMU e da SMAC à Figura 62

A Figura 65 a seguir mostra a mesma combinação sem haver agregação das notas 7 a 10 relativas ao Mapa de Risco de Ocorrência de movimentos de massa (Figura 51). Neste caso, as áreas com nota 7 foram consideradas de risco médio, as classificadas com nota 8 representam as áreas de risco alto e as notas 9 e 10 foram unidas para indicarem as áreas de risco alto a altíssimo de ocorrência de movimentos de massa.

Manter as notas separadas, entretanto, gerou um mapa com uma legenda de 40 itens, o que dificulta a sua leitura e representação em mapa impresso. Por outro lado, representa um mapa-síntese digital de análise importante, o qual se torna um relevante subsídio à tomada de decisão por parte do poder público. É exemplo de mapeamento não exatamente para ser visto e impresso, mas sim para integrar um banco de dados geográfico e ser incorporado a novas análises espaciais por meio de SIG. A Figura 66 a seguir mostra a legenda da Figura 65 em detalhe:

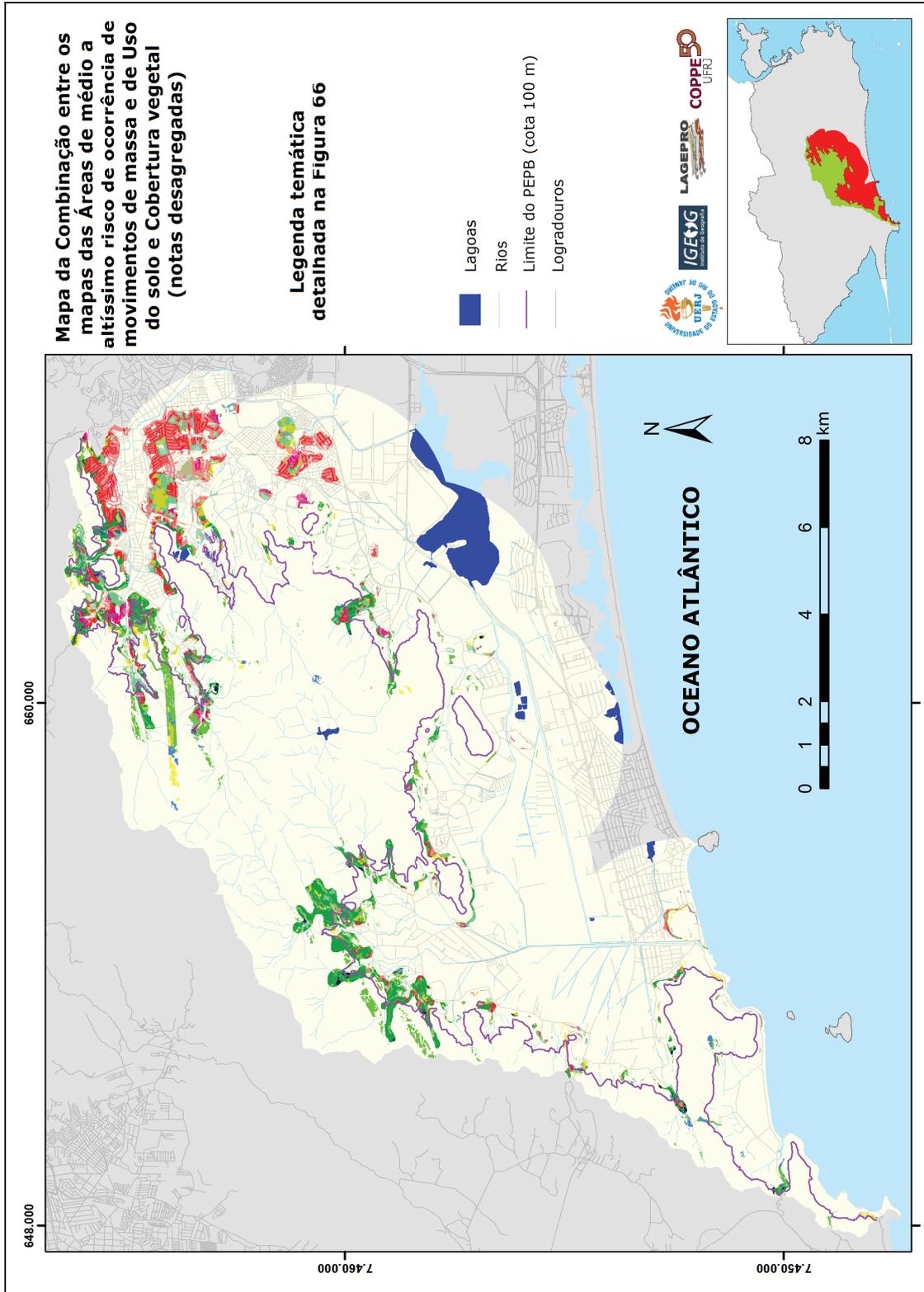


Figura 65 - Mapa da Combinação entre os mapas das Áreas de médio a altíssimo risco de ocorrência de movimentos de massa e de Uso do solo e Cobertura vegetal (notas desagregadas)

- AFLORAMENTOS ROCHOSOS E DEPÓSITOS SEDIMENTARES EM ÁREA DE ALTO A ALTÍSSIMO RISCO
- AFLORAMENTOS ROCHOSOS E DEPÓSITOS SEDIMENTARES EM ÁREA DE ALTO RISCO
- AFLORAMENTOS ROCHOSOS E DEPÓSITOS SEDIMENTARES EM ÁREA DE MÉDIO RISCO
- CULTIVO EM ÁREA DE ALTO RISCO
- CULTIVO EM ÁREA DE MÉDIO RISCO
- LOTEAMENTOS IRREGULARES EM ÁREA DE ALTO A ALTÍSSIMO RISCO
- LOTEAMENTOS IRREGULARES EM ÁREA DE ALTO RISCO
- LOTEAMENTOS IRREGULARES EM ÁREA DE MÉDIO RISCO
- LOTEAMENTOS REGULARIZADOS EM ÁREA DE ALTO RISCO
- LOTEAMENTOS REGULARIZADOS EM ÁREA DE MÉDIO RISCO
- REFLORESTAMENTO EM ÁREA DE ALTO RISCO
- REFLORESTAMENTO EM ÁREA DE MÉDIO RISCO
- VEGETAÇÃO ARBÓREO-ARBUSTIVA EM ÁREA DE ALTO A ALTÍSSIMO RISCO
- VEGETAÇÃO ARBÓREO-ARBUSTIVA EM ÁREA DE ALTO RISCO
- VEGETAÇÃO ARBÓREO-ARBUSTIVA EM ÁREA DE MÉDIO RISCO
- VEGETAÇÃO GRAMÍNEO-LENHOSA EM ÁREA DE ALTO A ALTÍSSIMO RISCO
- VEGETAÇÃO GRAMÍNEO-LENHOSA EM ÁREA DE ALTO RISCO
- VEGETAÇÃO GRAMÍNEO-LENHOSA EM ÁREA DE MÉDIO RISCO
- VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ÁREA DE ALTO A ALTÍSSIMO RISCO
- VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ÁREA DE ALTO RISCO
- VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ÁREA DE MÉDIO RISCO
- ÁREA DE BAIXO RISCO
- ÁREA DE EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS URBANOS EM ÁREA DE ALTO A RISCO
- ÁREA DE EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS URBANOS EM ÁREA DE MÉDIO RISCO
- ÁREAS DE EXPLORAÇÃO MINERAL EM ÁREA DE ALTO RISCO
- ÁREAS DE EXPLORAÇÃO MINERAL EM ÁREA DE MÉDIO RISCO
- ÁREAS DE HABITAÇÃO POPULAR EM ÁREA DE ALTO A ALTÍSSIMO RISCO
- ÁREAS DE HABITAÇÃO POPULAR EM ÁREA DE ALTO RISCO
- ÁREAS DE HABITAÇÃO POPULAR EM ÁREA DE MÉDIO RISCO
- ÁREAS INDUSTRIAIS EM ÁREA DE MÉDIO RISCO
- ÁREAS NÃO EDIFICADAS EM ÁREA DE ALTO RISCO
- ÁREAS NÃO EDIFICADAS EM ÁREA DE MÉDIO RISCO
- ÁREAS RESIDENCIAIS EM ÁREA DE ALTO A ALTÍSSIMO RISCO
- ÁREAS RESIDENCIAIS EM ÁREA DE ALTO RISCO
- ÁREAS RESIDENCIAIS EM ÁREA DE MÉDIO RISCO

Figura 66 – Legenda do Mapa da Combinação entre os mapas das Áreas de médio a altíssimo risco de ocorrência de movimentos de massa e de Uso do solo e Cobertura vegetal (notas desagregadas).

Buscando visualizar com mais detalhes as áreas derivadas das combinações na Figura 65, foram gerados mais cinco mapas que representam exemplos mais críticos de diferentes usos em áreas de alto e de altíssimo risco de ocorrência de movimentos de massa. Nesses cinco mapas foram sobrepostos os registros da Defesa Civil Municipal quanto aos pontos de ocorrência de movimentos de massa e de ameaças de deslizamentos e de desabamentos de imóveis. Foram sobrepostas também as licenças urbanísticas e ambientais concedidas pela SMU e pela SMAC. A seguir são apresentados os cinco mapas mencionados:

Na Bacia do Rio Grande é possível observar pontos de acúmulo de materiais decorrentes de movimentos de massa adjacentes a áreas residenciais de médio risco. Na Bacia do Rio Pequeno há concentração de pontos registrados pela DCM em áreas próxima a habitações populares em condição de alto risco de ocorrência de movimentos de massa. A Figura 67 chama a atenção para a localização de áreas residenciais e de habitação popular, ambas em situação de alto risco, em posições no interior do PEPB. Tal fato evidencia o avanço ocupacional de domicílios formais e informais para dentro dos limites dessa UC de proteção integral.

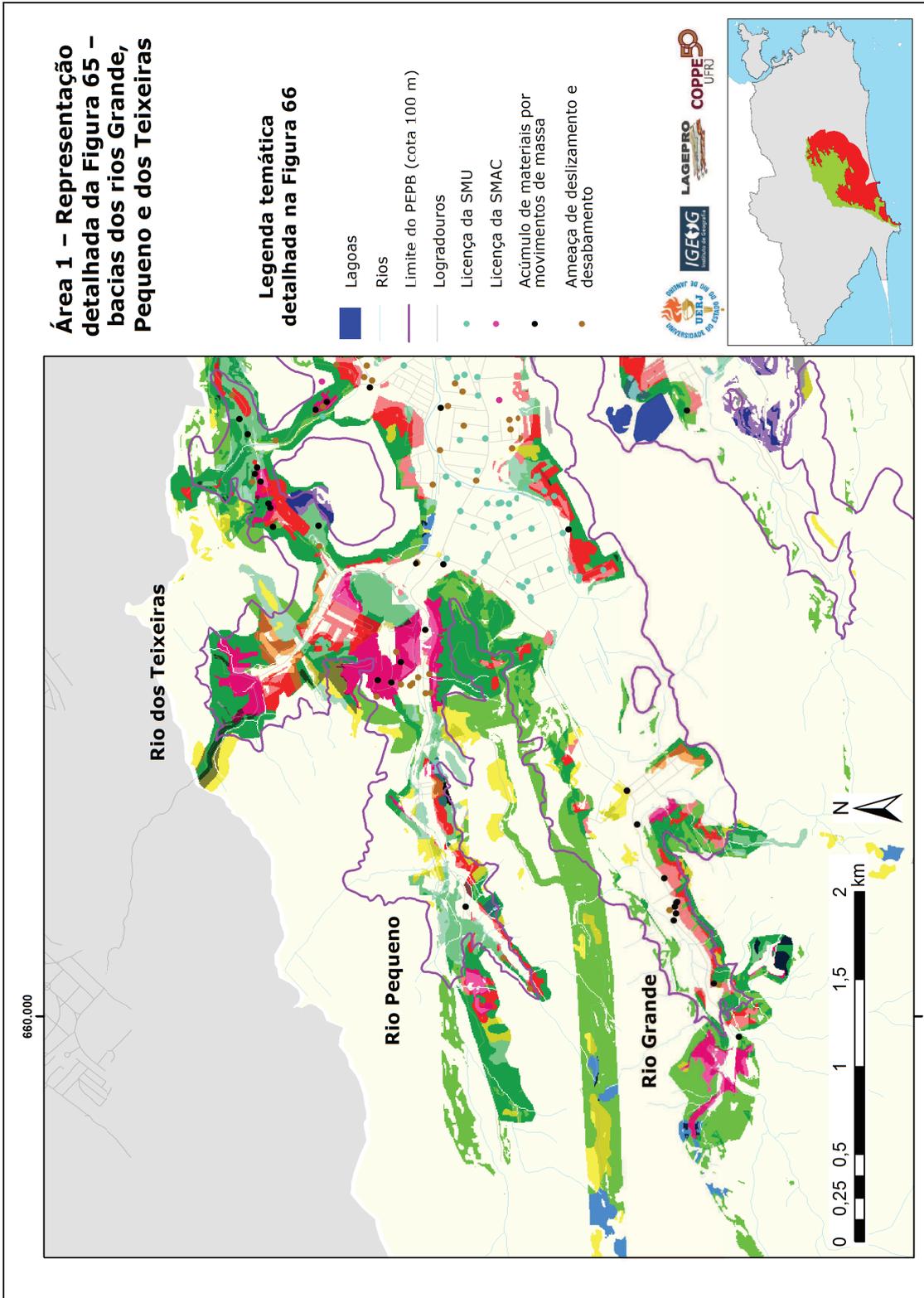


Figura 67 - Área 1 – Representação detalhada da Figura 65 – bacias dos rios Grande, Pequeno e dos Teixeira

Observa-se nas encostas (até aproximadamente 50 m) entre as bacias do Rio do Pereiro e da Caixa D'água, o domínio de áreas residenciais em situação de alto risco de ocorrência de movimentos de massa. Adjacentes a essa área estão os pontos de acúmulo de materiais após ocorrência de movimentos de massa. Chama-se a atenção para a concentração de licenças concedidas entre 2005 a 2011 localizadas nessas áreas classificadas como risco elevado.

Algumas ruas do bairro da Taquara, mapeadas como áreas de riscos médio e alto de ocorrência de movimentos de massa e onde foram feitos registros desses processos pela DCM no passado, sofreram ao longo dos anos ocupações por condomínios de alto padrão, cujas construções foram precedidas por terraplanagem e obras de estabilização de materiais. Embora muitas das ruas aí situadas sejam inclinadas, as construções foram realizadas conforme determinações de segurança de engenharia e arquitetura, tornando essas ruas atualmente mais seguras quanto à remoção de materiais em circunstância de chuvas fortes.

Área 2 – Representação detalhada da Figura 65 – bacias dos rios do Pereiro e Caixa D'água e trechos da Taquara

Legenda temática detalhada na Figura 66

- Lagoas
- Rios
- Limite do PEPB (cota 100 m)
- Logradouros
- Licença da SMU
- Licença da SMAC
- Acúmulo de materiais por movimentos de massa
- Ameaça de deslizamento e desabamento

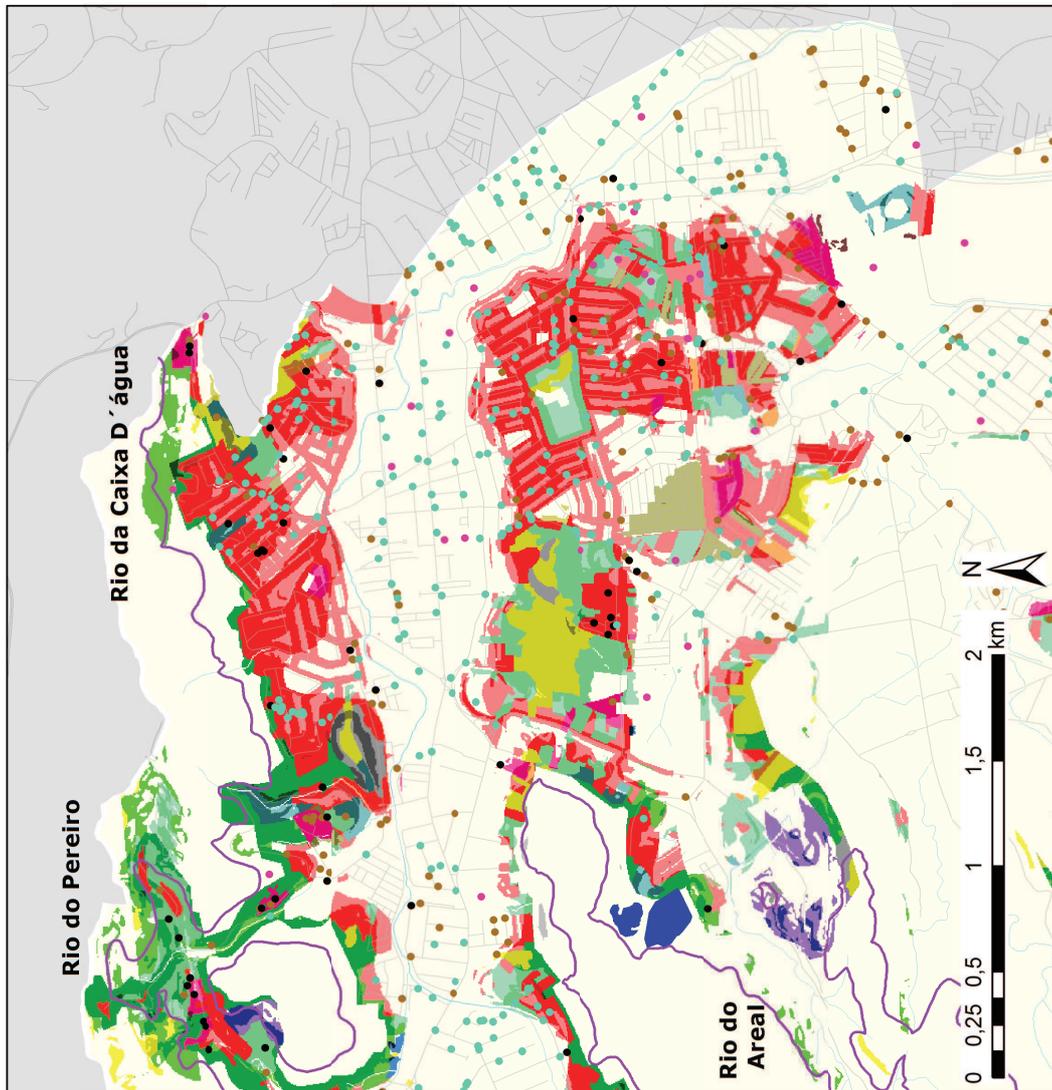
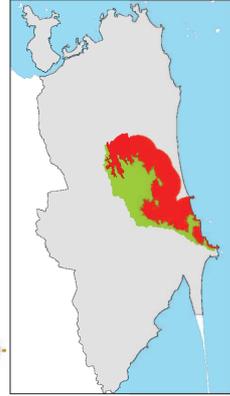


Figura 68 - Área 2 – Representação detalhada da Figura 65 – bacias dos rios do Pereiro e Caixa D'água e trechos da Taquara

A bacia do Rio Camorim é suscetível à ocorrência de movimentos de massa. Observa-se o predomínio da condição de alto risco e até de alto a altíssimo com relação aos usos residencial e de habitação popular, havendo proximidade dessas ocupações aos pontos de acúmulo de materiais mobilizados por movimentos de massa. As coberturas vegetais existentes na Área 3 – gramíneo-lenhosa, arbóreo-arbustiva e secundária – também estão situadas em áreas classificadas como de alto risco de ocorrência de movimentos de massa e, por isso, devem ser incluídas na zona de amortecimento, cabendo recompor com vegetação arbórea as extensões de vegetação gramíneo-lenhosa.

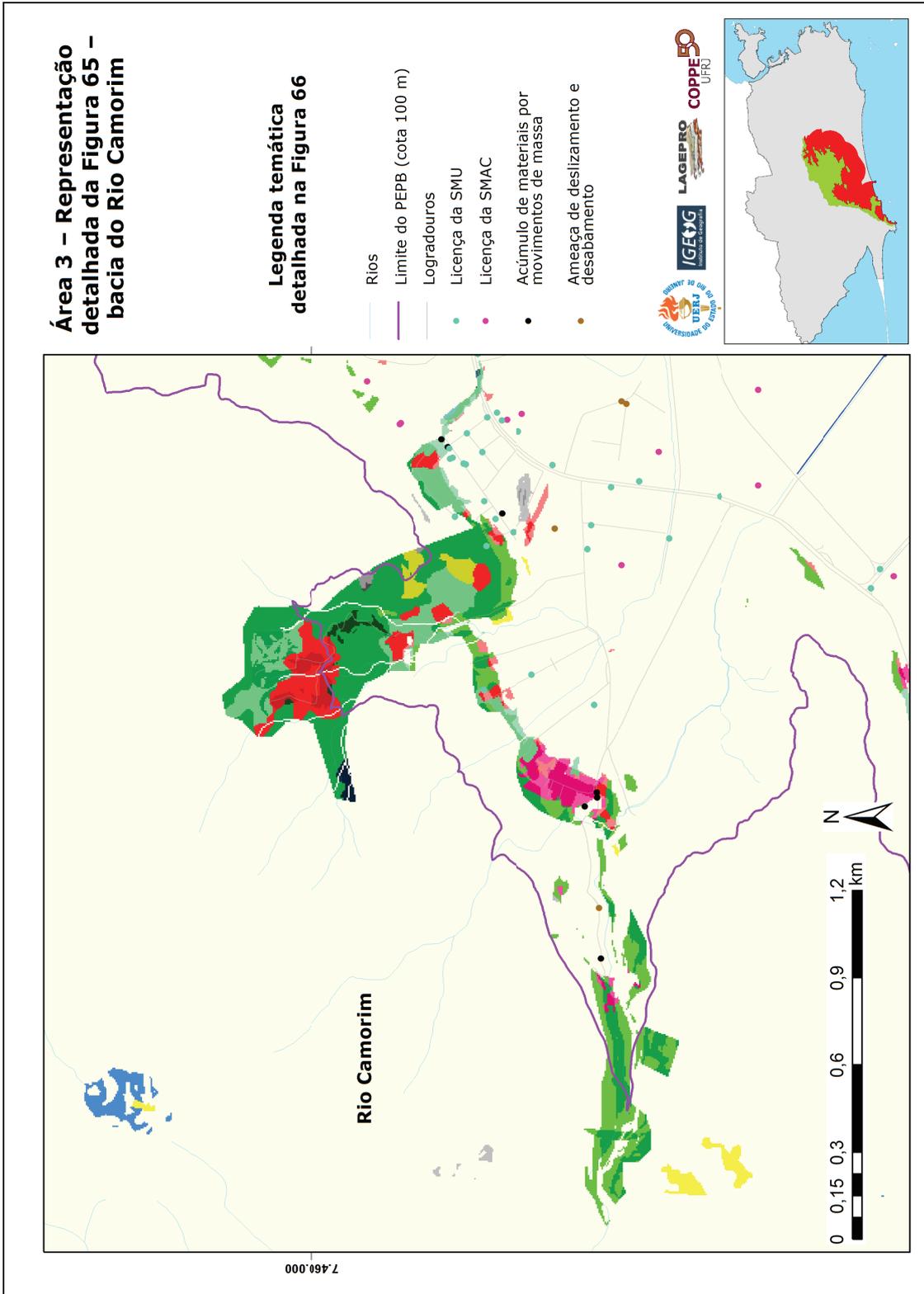


Figura 69 - Área 3 – Representação detalhada da Figura 65 – bacia do Rio Camorim

As bacias que compõem a Figura 70 fazem parte do bairro Vargem Grande, que vem sofrendo novos lançamentos imobiliários nas duas últimas décadas. Observa-se áreas em vermelho - as quais correspondem a áreas residenciais em situação de alto risco de ocorrência de movimentos de massa - em diferentes posições altimétricas no entorno da curva de nível de 100m, que marca o início do PEPB. Ressalta-se o predomínio nas encostas de vegetação secundária em situação de médio e de alto riscos de ocorrência de movimentos de massa. Além disso, é possível identificar também cultivos em situações de alto risco dentro dos limites do PEPB. A condição que varia de médio a alto risco nessas encostas impõe a necessidade de preservar a extensão de vegetação secundária existente no entorno do Parque. O avanço de novas ocupações ao longo dos anos é um aspecto preocupante no bairro Vargem Grande.

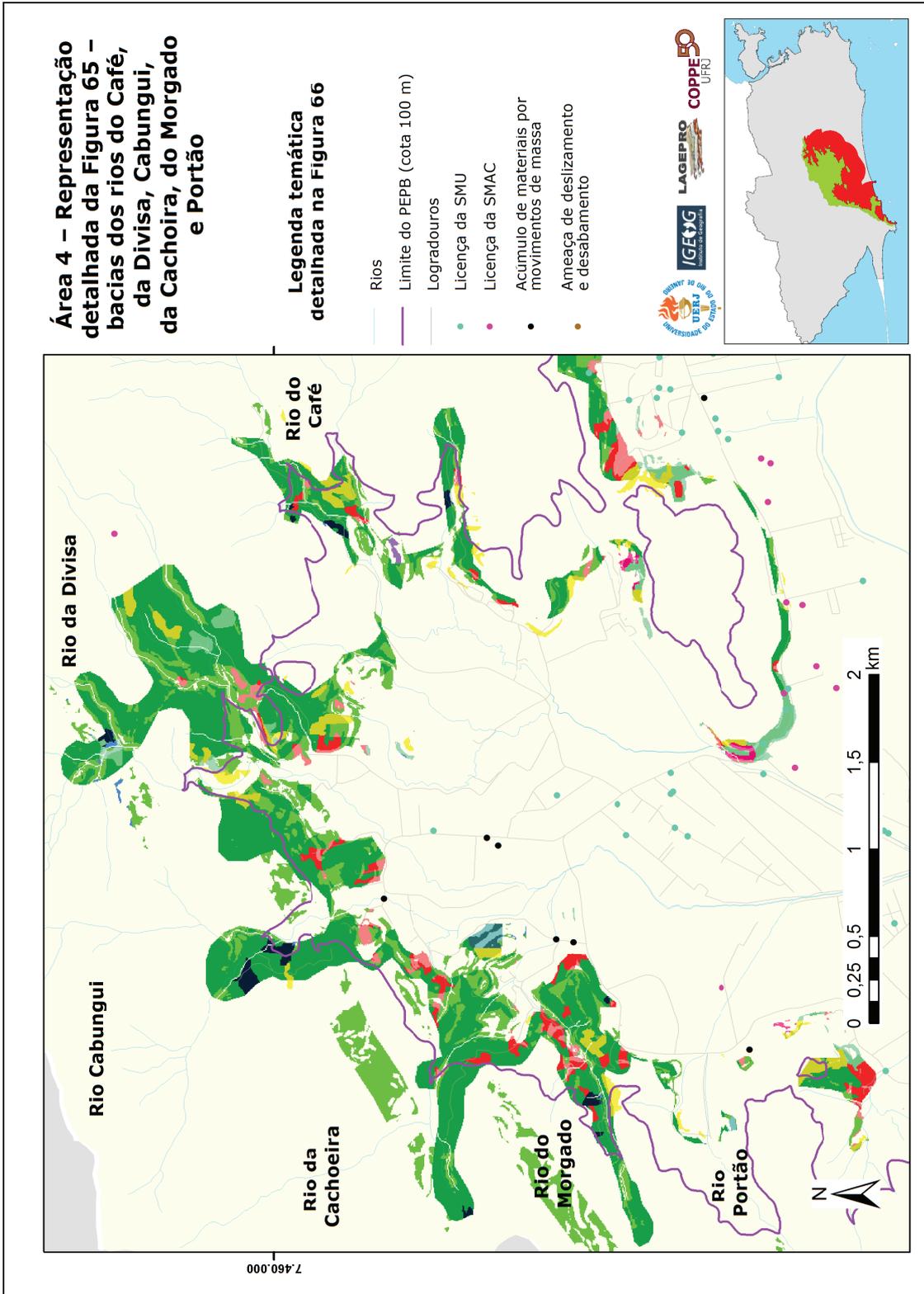


Figura 70 - Área 4 – Representação detalhada da Figura 65 – bacias dos rios do Café, da Divisa, Cabungui, da Cachoira, do Morgado e Portão

A quinta e última área da Figura 65 a ser vista detalhadamente, refere-se principalmente às bacias dos rios Piabas e Currupira. Na Bacia do Rio Piabas observa-se a presença expressiva de terrenos utilizados para cultivo no interior do PEPB, em situação de alto e de alto a altíssimo riscos de ocorrência de movimentos de massa. O mesmo acontece com a área residencial instalada dentro da UC em situação de alto risco. É necessário recuperar a área no interior da UC com usos incompatíveis com o propósito do Parque que é o de proteção integral à vegetação e aos ecossistemas. A área do entorno imediato, com a presença de vegetação secundária também localizada em situação de alto risco, deveria ser incorporada à zona de amortecimento.

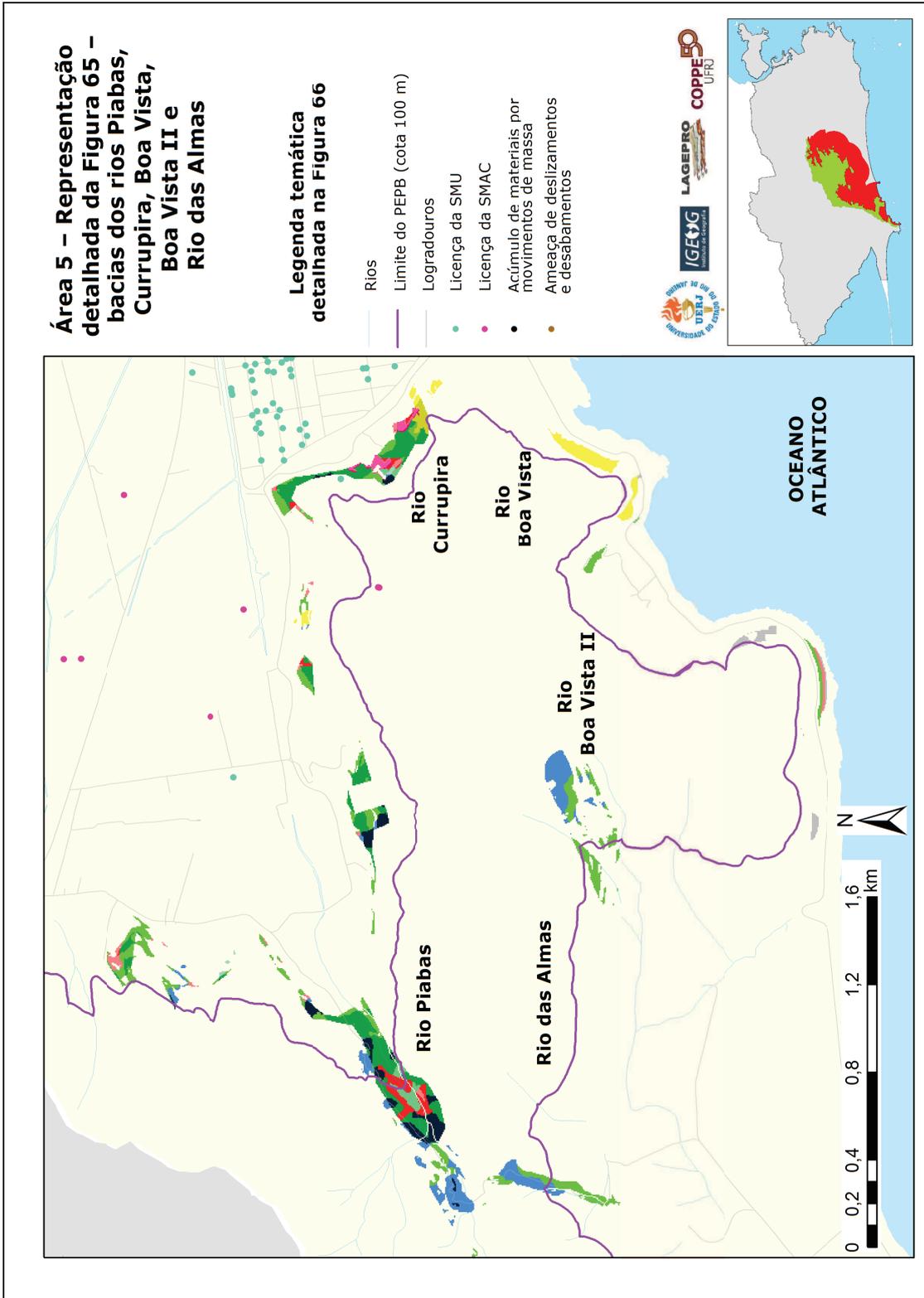


Figura 71 - Área 5 – Representação detalhada da Figura 65 – bacias dos rios Piabas, Currupira, Boa Vista, Boa Vista II e Rio das Almas

Como exemplo da possibilidade de ampliar ainda mais o poder analítico quanto às áreas consideradas críticas à ocupação, os registros de ocorrência de movimentos de massa da DCM foram sobrepostos à Figura 68 discriminando tais ocorrências por “tipo” e por “ano”, como mostram as figuras 72 e 73 (Capítulo 5) a seguir. Com isso, o tomador de decisão reúne informações mais específicas em torno do tipo e da recorrência dos movimentos de massa que aconteceram.

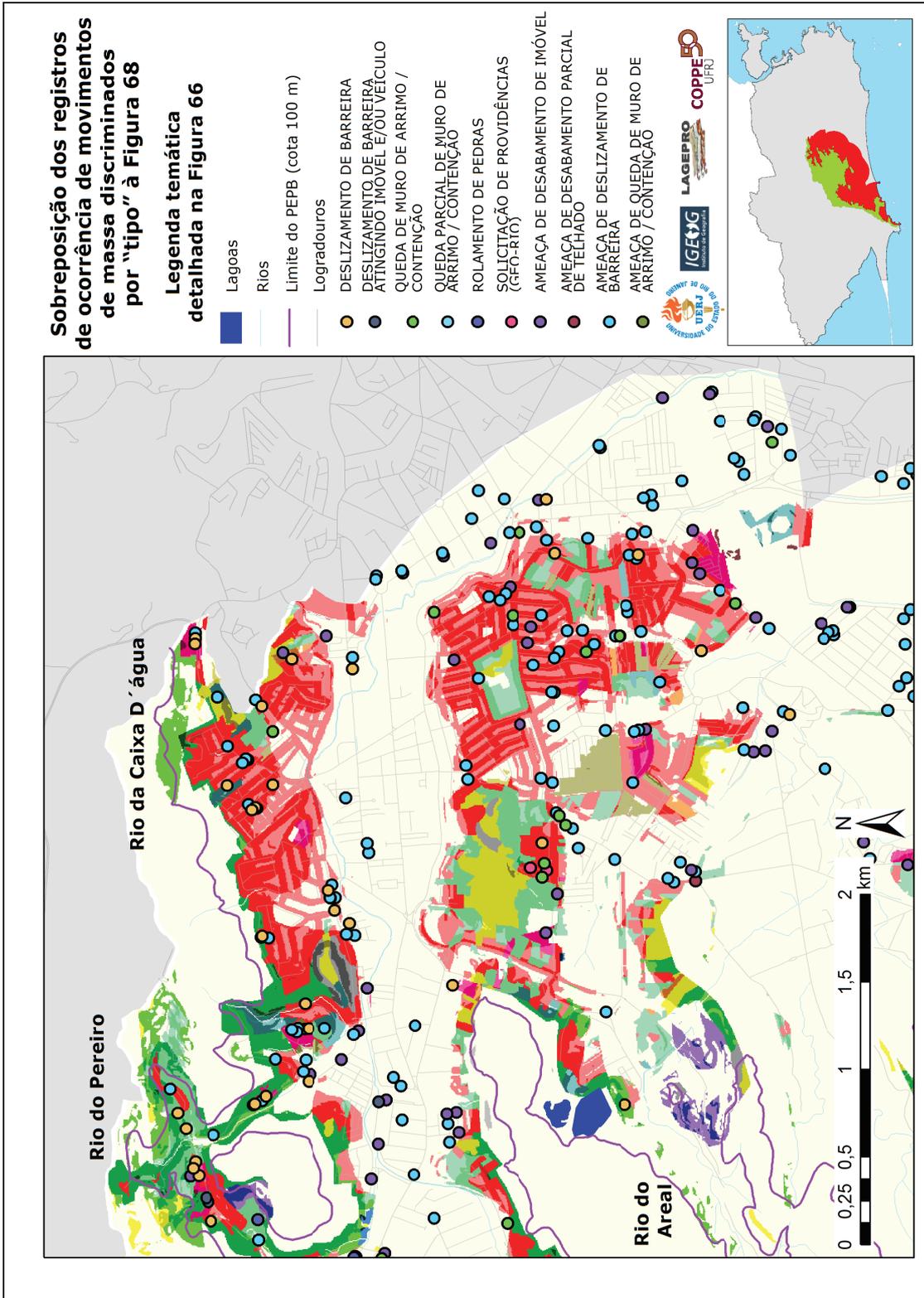


Figura 72 - Sobreposição dos registros de ocorrência de movimentos de massa discriminados por "tipo" à Figura 68

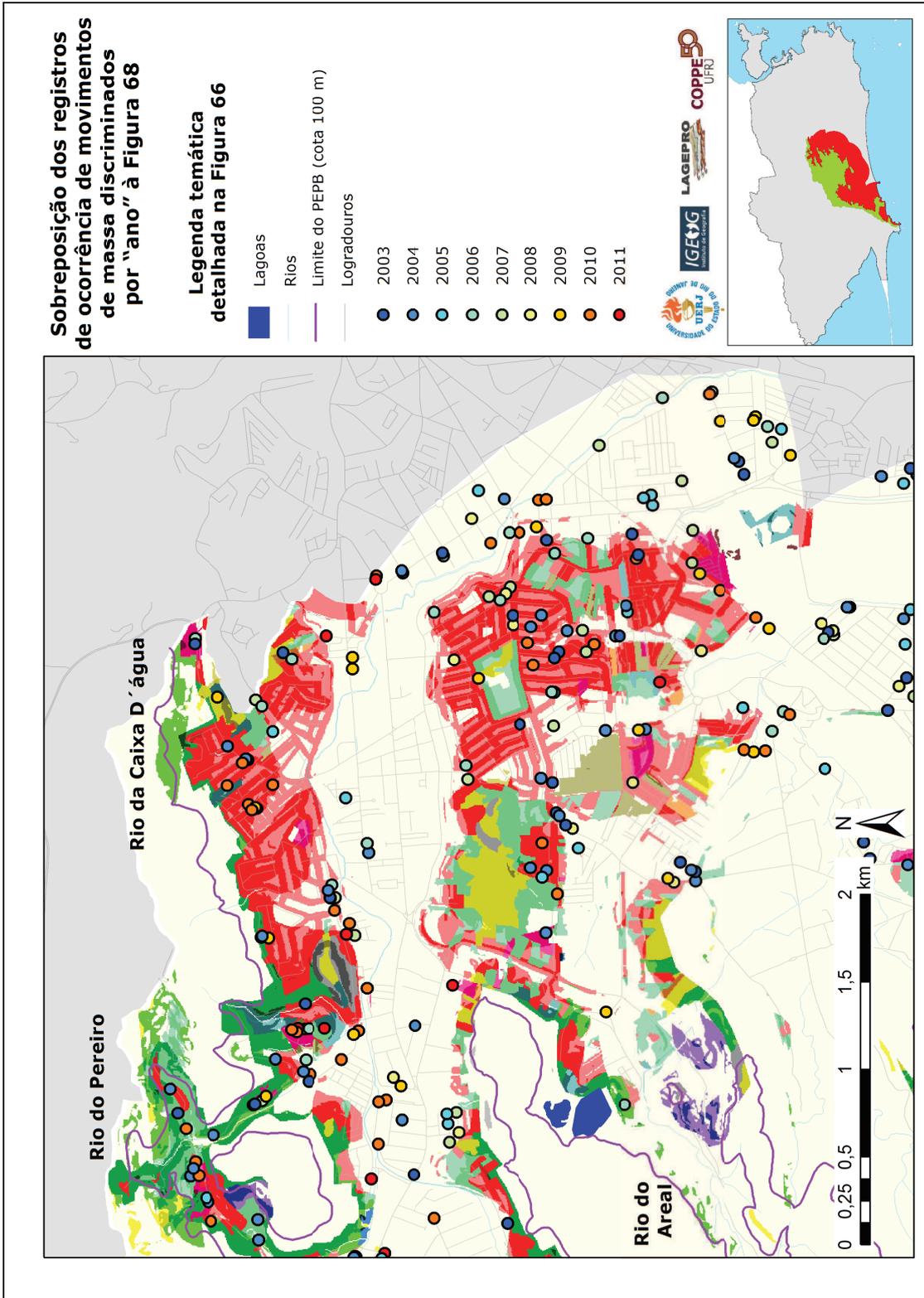


Figura 73 - Sobreposição dos registros de ocorrência de movimentos de massa discriminados por "ano" à Figura 68

5.5.5 Mapa da Combinação entre os mapas de Áreas de médio a altíssimo risco de ocorrência de movimentos de massa e de Restrições Legais para preservação da vegetação

A Figura 74 a seguir mostra o resultado da combinação entre os mapas das Áreas de Médio a Altíssimo Risco de Ocorrência de movimentos de massa (Figura 52) e de Restrições Legais para preservação da vegetação (Figura 58). No mapa são diferenciadas por tonalidades de cores as variadas situações de risco de ocorrência de movimentos de massa dentro e fora das APP e da UC, de modo a evidenciar as extensões das áreas protegidas que estão sob a condição de riscos mais elevados em relação a esses processos. Além disso, a variação de tonalidades permitiu observar a contiguidade abaixo da curva altimétrica de 100 metros em relação a essas áreas protegidas, contribuindo para identificar áreas no entorno imediato com potencial para a composição da zona de amortecimento do Parque, principalmente no caso daquelas que apresentam uma condição de risco elevado.

A Figura 74 mostra que a predominância da condição de risco baixo a médio de ocorrer movimentos de massa na área do PEPB e ao longo da faixa marginal de proteção de 30 metros dos rios mapeados. Observa-se que o padrão espacial de distribuição dos registros de ocorrência de movimentos de massa (DCM) apresenta forte correspondência com as áreas mapeadas como de médio, alto e altíssimo riscos. Estas áreas, quando inseridas em APP e na UC torna a sua preservação prioritária, não apenas pela imposição da lei, mas também pelo risco elevado de ocorrência de movimentos de massa. A ocupação indevida de terrenos sujeitos a esses riscos e localizados em APP e UC somente contribuem para aumentar os riscos existentes e construir novos.

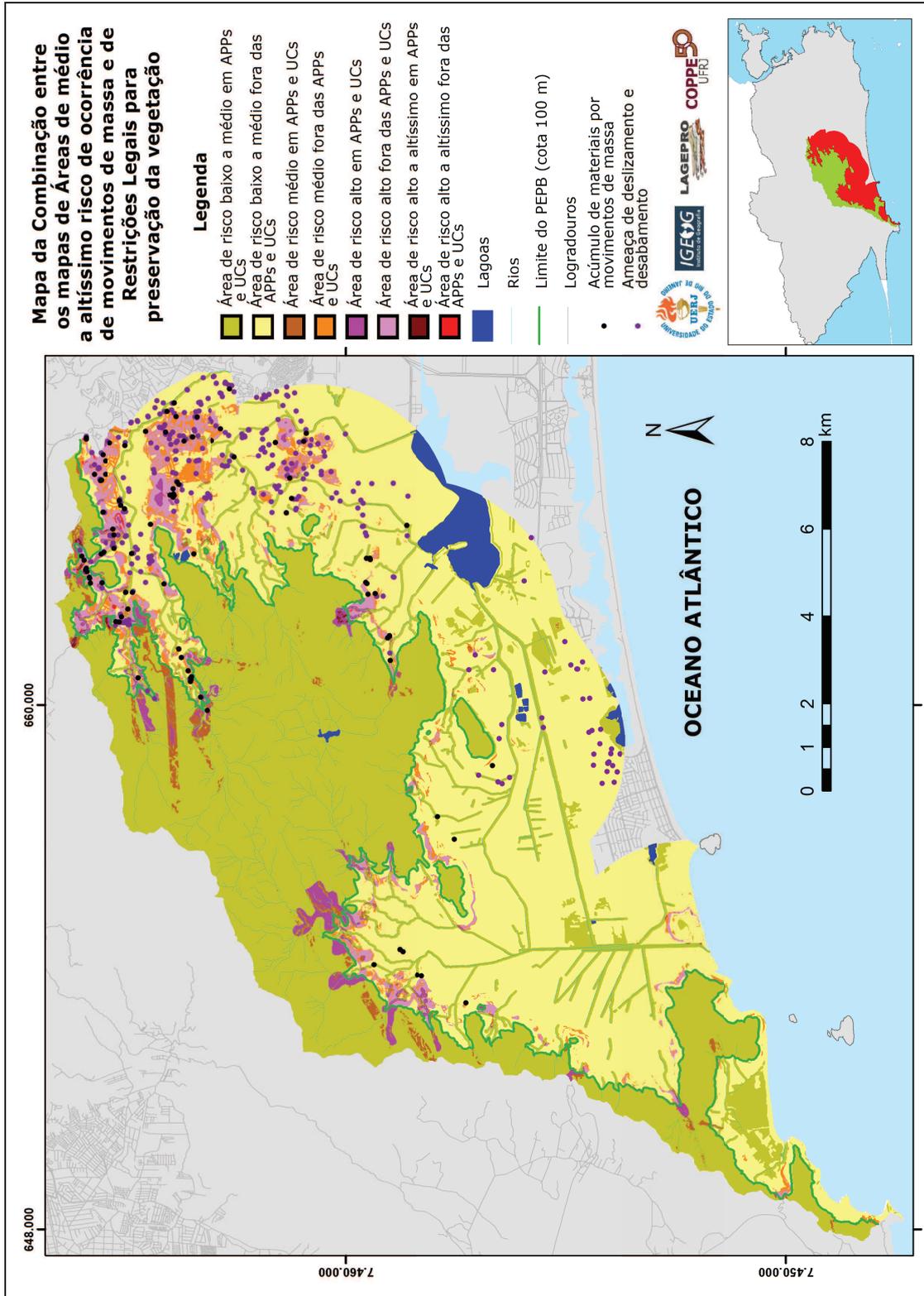


Figura 74 - Mapa da Combinação entre os mapas de Áreas de médio a altíssimo risco de ocorrência de movimentos de massa e de Restrições Legais para preservação da vegetação

5.5.6 Sobreposição da Figura 74 com o Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal (risco agregado)

A Figura 74 foi sobreposta ao Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal, no qual foram destacadas apenas as áreas com algum tipo de cobertura vegetal, como também as áreas de cultivo (que correspondem principalmente ao cultivo de banana que avança para a área do Parque) e de afloramentos rochosos, devido ao risco de desprendimento de blocos fraturados. O resultado foi a Figura 75, na qual as áreas de risco baixo a médio passaram a ser nomeadas de risco moderado e as áreas de riscos médio, alto e alto a altíssimo foram agregadas e chamadas de áreas de riscos mais elevados. A Figura 75 evidencia as áreas de risco moderado ou de riscos mais elevados dentro ou fora de APP e UC com os diferentes tipos de cobertura vegetal adjacentes.

A observação da Figura 75 permite, portanto, identificar três situações de áreas que, a princípio, apresentam potencial para sua incorporação à zona de amortecimento do PEPB:

1 – Área de risco mais elevado em APP e UC – esta categoria de área, dependendo das condições de uso, poderia ser incorporada à zona de amortecimento para acatar o SNUC e o próprio Código Florestal e para cumprir o que determinam os roteiros metodológicos do IBAMA (2002) e do INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (2011);

2 – Área de risco mais elevado fora de APP e UC – esta categoria de área pode ser incorporada à zona de amortecimento, com base no critério de inclusão de delimitação de zona de amortecimento, estabelecido nos roteiros metodológicos supracitados, que afirma que devem ser incluídas as áreas sujeitas a processos de erosão, de escorregamento de massa, que possam vir a afetar a integridade da UC” (IBAMA, 2002, pp. 96 e 97);

3 – Área de Risco Moderado em APP e UC – esta legenda indica áreas que apresentam riscos moderados de ocorrência de movimentos de massa em APP e em UC. Abrangem praticamente toda a extensão do PEPB. Aquelas áreas de risco moderado em APP no entorno do Parque também deveriam fazer parte da zona de amortecimento, segundo os referidos roteiros metodológicos. O próprio Código Florestal Brasileiro e o Plano Diretor da Cidade do Rio de Janeiro determinam a proteção das APP.

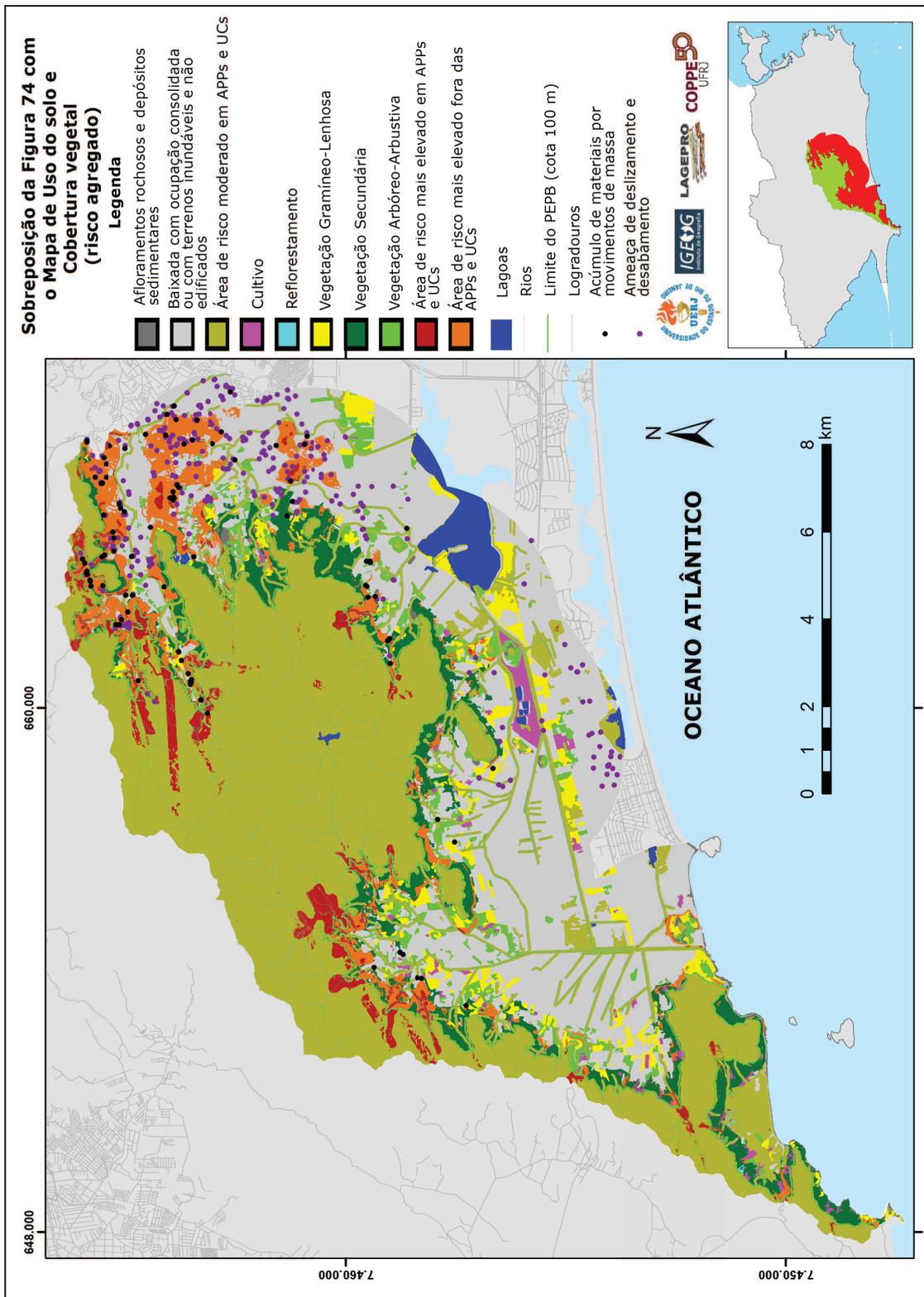


Figura 75 – Sobreposição da Figura 74 com o Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal (risco agregado)

Deste modo, as categorias de áreas 1, 2 e 3 mencionadas anteriormente possuem potencial para incorporação à zona de amortecimento que será definida mais detalhadamente a partir da implementação do plano de manejo do PEPB recentemente aprovado (junho/2013) pelo INEA.

As coberturas vegetais no entorno do Parque e adjacentes às categorias de áreas 1, 2 e 3, indicadas para compor a zona de amortecimento, permitem observar a contiguidade de áreas de vegetação secundária e de vegetação arbóreo-arbustiva, as quais devem ser mantidas preservadas. As áreas de vegetação gramíneo-lenhosa, contíguas às três categorias de áreas supracitadas, podem ser recomendadas para reflorestamento, principalmente se estiverem no entorno de afloramentos rochosos. Por fim, as áreas de APP no entorno do PEPB, situadas ou não em áreas de risco mais elevado de ocorrência de movimentos de massa, se estiverem ainda preservadas, possuem alto potencial de conectividade com a UC. Caso contrário, se tiverem sido degradadas ao longo do tempo, são indicadas para recomposição da cobertura vegetal. As áreas de risco mais elevado de ocorrência de movimentos de massa devem ser investigadas mais detalhadamente para que medidas e ações de contenção ou de minimização de riscos possam ser definidas para cada caso de forma de uso do solo presentes nessas áreas.

A Figura 75, portanto, representa um documento cartográfico gerado que pode vir a dar subsídio à tomada de decisão quanto à gestão ambiental do PEPB, a qual inclui a sua zona de amortecimento. Além disso, reúne informações importantes capazes de dar suporte às decisões de concessão de licenças urbanísticas e ambientais por parte das secretarias municipais de Urbanismo e de Meio Ambiente, já que, segundo a Constituição Federal, cabe ao ente político local determinar as normas de uso e ocupação do solo. Soma-se também a possibilidade da Figura 75 contribuir para melhor compreender a distribuição espacial de risco de movimentos de massa, servindo de apoio à Defesa Civil Municipal e à Fundação GEORIO, principalmente no controle das áreas a sofrerem intervenções com obras de engenharia civil para contenção de encostas e/ou queda de blocos e construção de muros de arrimo, tornando-se mais eficientes na minimização e/ou correção de desastres em áreas densamente ocupadas.

A Figura 75 fornece uma visão do conjunto de associações de níveis de risco de movimentos de massa presentes ou não em APP. No entanto, não permite visualizar os diferentes usos em cada condição de risco. Para obter essa resposta foi elaborada a Figura 76 a seguir.

5.5.7 Mapa da Combinação da Figura 74 com o Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal - áreas indicativas para a composição da zona de amortecimento.

A Figura 76 é resultado da combinação entre a Figura 74 e o Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal. Ela foi gerada para dar visibilidade aos diferentes usos do solo presentes, principalmente, nas áreas de risco mais elevado situadas em APP. Deste modo, será possível ao tomador de decisão observar, espacialmente, se nas áreas localizadas em APP que apresentam maior criticidade quanto à probabilidade de ocorrer movimentos massa, há, por exemplo, ocupações consolidadas, as quais, segundo IBAMA (2002) e INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (2011) não poderiam pertencer à zona de amortecimento, como é o caso de trechos nas bacias dos rios Grande, Pequeno e Pereiro, localizados nos bairros de Jacarepaguá e da Taquara. Por outro lado, nas bacias dos rios da Divisa, Cabungui e da Cachoeira são encontradas grandes extensões de área florestada em situação de riscos mais elevados, o que justifica a sua inclusão na zona de amortecimento do PEPB.

A Figura 76 discrimina, portanto, os diferentes usos e coberturas vegetais encontrados nas três categorias de áreas identificadas na Figura 75. Com isso, torna-se um instrumento de apoio a decisão mais completo, permitindo reconhecer facilmente incongruências como a presença de áreas de ocupação consolidada (condomínios formais, áreas de habitação popular e loteamentos irregulares) em APP, no interior da UC e em áreas classificadas como de riscos mais elevados de ocorrência de movimentos de massa. Diante dessa informação, caberá ao poder público investigar mais detalhadamente os condicionantes de movimentos de massa existentes no contexto espacial analisado, buscar investir em medidas estruturais para redução do risco de ocorrência desse processo, promover programas de educação ambiental, implementar reflorestamentos, desapropriar, entre outras possibilidades.

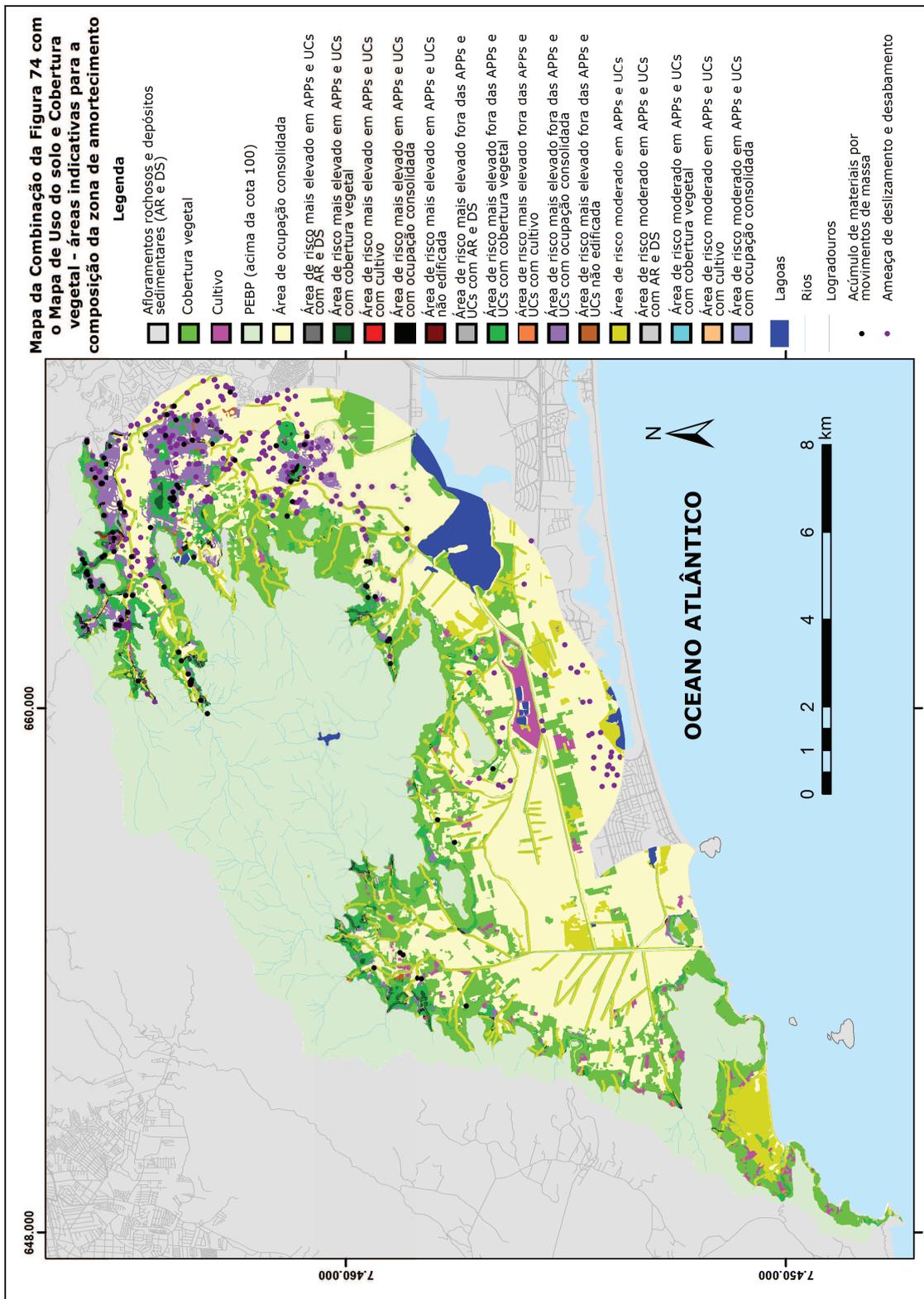


Figura 76 – Mapa da Combinação da Figura 74 com o Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal – áreas indicativas para composição da zona de amortecimento

5.6 Resultados das atividades realizadas em campo

Basicamente, as atividades de campo buscaram reunir dados e informações complementares, georreferenciados e convencionais, que contribuíssem para o entendimento do contexto ambiental e para o reconhecimento *in situ* de características físicas e de uso do solo e cobertura vegetal que pudessem ser relacionadas às áreas de riscos elevados de ocorrência de movimentos da massa definidas por análise multicritério para a área de estudo. Além disso, as atividades de campo permitiram identificar o tipo de cobertura vegetal contígua às áreas de maior risco de ocorrência de movimentos de massa: havendo predomínio de vegetação secundária deve-se buscar garantir a sua preservação, onde existe vegetação gramíneo-lenhosa, torna-se necessário implementar projetos de recomposição de estratos arbóreos, que ofereçam melhores condições de proteção do solo contra processos erosivos.

A seguir estão discriminados os propósitos e os resultados obtidos por meio das atividades de campo:

5.6.1 Visitas a órgãos públicos e a bibliotecas setoriais

A obtenção de muitos dados e informações georreferenciados e convencionais foram obtidos por meio de ofícios encaminhados aos órgãos públicos responsáveis, tais como o Instituto Pereira Passos, as secretarias municipais de Urbanismo, de Habitação e de Meio Ambiente e a Defesa Civil Municipal. Durante as visitas aos referidos órgãos públicos foram obtidos esclarecimentos quanto à geração, à operacionalização e ao processamento dos dados e das informações fornecidos por eles. De posse dos dados e informações, pôde-se dimensionar a carga de trabalho a ser investida na etapa de pré-processamento para as análises espaciais, já que alguns dados como, por exemplo, os registros de ocorrência de movimentos de massa foram fornecidos pela Defesa Civil Municipal na forma de planilhas eletrônicas do Excel, o que exigiu adotar procedimentos de geoprocessamento para plotar os endereços em um novo mapa digital, conforme foi explicado no subitem 4.2.2.4.1 do Capítulo 4.

Algumas referências bibliográficas, principalmente do setor jurídico, foram levantadas em bibliotecas setoriais como a da Fundação Getúlio Vargas e a da Faculdade de Direito da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Dissertações de Mestrado e Teses de Doutorado referentes às temáticas pertinentes às questões tratadas nesta tese e sobre a área de estudo pesquisada foram levantadas junto à biblioteca do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

5.6.2 Reuniões junto ao Conselho Consultivo do PEPB

Conforme já mencionado no Capítulo 2, o Conselho Consultivo do Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB) foi instituído pela PORTARIA IEF/RJ/PR/ N° 269 de 17 de dezembro de 2008, a qual foi publicada no diário oficial do Estado do Rio de Janeiro em 24 de dezembro de 2008. A formação do Conselho Consultivo do PEPB foi realizada para atender à uma exigência legal do SNUC. A composição do atual Conselho Consultivo encontra-se no ANEXO D.

A Universidade do Estado do Rio de Janeiro tem assento no Conselho Consultivo desde a sua formação original, sendo representada pelo Instituto de Geografia. A partir de julho de 2011 é iniciada a participação sistemática nessas reuniões, juntamente com as demais instituições e associações que compõem o referido Conselho.

Ao longo do período de julho de 2011 até agosto de 2013, foram realizadas reuniões do Conselho Consultivo, em média, de dois em dois meses. Nessas reuniões foram discutidas diversas questões ambientais, sociais e culturais referentes ao PEPB e a área de seu entorno imediato, juntamente com representantes do INEA, da direção da UC, além de representantes de órgãos públicos, comunidades, associações e universidades, como mostram as fotos 2 e 3.



Foto 2 - Reunião do Conselho Consultivo com representantes do INEA, de associações, cooperativas, comunidades e de ONGs na sede do PEPB – Núcleo Pau da Fome (Data 03/04/2012)



Foto 3 - Reunião do Conselho Consultivo do PEPB na sede (Núcleo Pau da Fome) em 06/06/2012.

5.6.3 Participação nas discussões e nas dinâmicas de grupo para elaboração da proposta do plano de manejo do PEPB

De 10 de agosto de 2011 até 16 de maio de 2013 foram realizadas reuniões do Instituto IPÊ (instituição responsável pela elaboração do plano de manejo, aprovado somente em junho de 2013) com do Conselho Consultivo e demais atores sociais interessados acerca da preparação do Plano de Manejo. Essas reuniões buscaram cumprir o item 2 do Art. 4º do Capítulo III, referente às atribuições do Conselho Consultivo do Parque Estadual da Pedra Branca, entre as quais está a de “Analisar,

discutir e propor modificações, desde a elaboração até a implementação do plano de manejo do PEPB, bem como suas revisões.”

A dinâmica da Oficina de Diagnóstico Rápido Participativo (DRP) é uma importante contribuição da sociedade civil organizada, de lideranças locais, de comunidades e de instituições que sejam representativas no âmbito regional e que possam colaborar de forma direta ou indireta na elaboração do Plano de Manejo de uma Unidade de Conservação. A Oficina de DRP tem como objetivo subsidiar a elaboração do Plano de Manejo com informações fornecidas pela sociedade civil local e regional, com base na vivência e experiência trazida por seus representantes, em muitos casos, através de gerações (INEA, 2010). Essas informações, geradas durante a elaboração de um plano de manejo, referem-se à apresentação do histórico de problemas ambientais, culturais e sociais, à identificação de potencialidades e à discussão de possíveis soluções.

Especificamente em relação ao contexto do plano de manejo do PEPB, foram realizadas quatro *Oficinas Locais* nos dias 10, 11, 12 e 15 de agosto de 2011, quando houve a participação de moradores, agricultores, comerciantes e outros atores sociais locais. Foram abordadas nesses encontros todas as temáticas consideradas relevantes pelo Instituto IPÊ no processo de construção do Plano de Manejo do PEPB. Foram estimuladas as percepções dos referidos atores sociais sobre essa Unidade de Conservação e discutidas as influências e as dinâmicas de interação existentes e desejadas, além do uso dos recursos e serviços para fins econômicos ou não. Nessas oficinas, o Instituto IPÊ procurou estimular a participação dos presentes, procurando avançar da perspectiva individual para a coletiva.

Após as *Oficinas Locais*, foram realizadas as *Oficinas Ampliadas* de DRP nos dias 16 e 17 de agosto de 2011. Essas oficinas contaram com a participação das instituições que fazem parte do conselho (inclusive a UERJ), de outras instituições que foram convidadas na ocasião, de representantes das comunidades que já haviam participado das oficinas locais anteriores e de outros atores sociais considerados estratégicos pelo Instituto IPÊ e pelos gestores do PEPB. As *Oficinas Ampliadas* foram realizadas com objetivo de gerar “elementos relevantes para a construção das propostas e planos de ação do Planos de Manejo, contemplando-se as relações interinstitucionais na esfera das parcerias e articulações existentes e necessárias” (INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS, 2012, p.1).

Desenvolvida com metodologia participativa, as Oficinas Ampliadas buscaram evidenciar fatores internos (pontos fortes e fracos) e fatores externos (oportunidades e ameaças) à UC, com objetivo de dar à equipe do Instituto IPÊ uma base de informações sobre a visão e a expectativa da sociedade local quanto ao PEPB e à sua área de entorno.

No dia 17 de agosto de 2011, a Oficina Ampliada de DRP foi conduzida por parte da equipe de profissionais do Instituto IPÊ, composta pela coordenadora do plano de manejo, pelo pesquisador responsável pelo diagnóstico socioeconômico do plano, além de dois consultores. Entre as instituições, associações e ONGs representadas estiveram presentes: SMAC, INEA (Diretoria de Biodiversidade e Áreas Protegidas), Furnas, Light, FIOCRUZ (Laboratório de Biodiversidade - PROFITO/Farmanguinhos), UFRRJ, UERJ, UFRJ (Programa EICOS), ONG *Work for World*, ONG GRAMA (Grupo de Ação em Meio Ambiente), Instituto Bioatlântica (Reflorestamento da Serra do Barata), Batalhão Florestal, além das seguintes associações ALCRI, AGROVARG, ALMACA, ALIFLOR, CIASA e CEPAG (ANEXO D), Associação de Moradores de Jacarepaguá, Associação de Moradores do Monte da Paz, Associação de Moradores da Bacia do Rio Grande. Também estiveram presentes sítiantes que cultivam e comercializam legumes, verduras e plantas medicinais, moradores do PEPB, que cultivam árvores frutíferas e moradores de Vargem Grande.

Segundo a equipe do Instituto IPÊ, para elaborar o plano de manejo do PEPB foi necessário conhecê-lo em sua totalidade. Para isso, a referida equipe visitou áreas em Campo Grande, em Vargem Grande e no Pau da Fome. Neste último local foram aplicados 250 questionários. Conforme os questionários juntamente com levantamentos realizados junto às associações, o Instituto IPÊ gerou uma estimativa de 1000 a 1100 moradias, 5000 a 10000 pessoas vivendo na área do Parque (IPÊ, 2012).

A dinâmica do DRP possibilitou ao Instituto IPÊ (que a coordenou), aos gestores do PEPB e a todos os participantes conhecer e discutir algumas questões relativas ao Parque e ao seu entorno próximo, tais como: aumento de pressões antrópicas em direção ao Parque nos últimos anos, perfil sociodemográfico, alternativas de moradia e de atividades econômicas mais sustentáveis, definição de uma zona de amortecimento, entre outros.

Especificamente em relação à zona de amortecimento, o plano de manejo não estabeleceu uma faixa de distância fixa, havendo, apenas uma proposta de traçado preliminar. O plano estabeleceu a necessidade de buscar uma interface com o poder

público municipal com a finalidade de sistematizar informações e de conter o avanço de ocupações formais e irregulares (loteamentos e favelas) na zona de amortecimento.

Ainda em relação à definição de limites da zona de amortecimento ou da própria UC, o plano de manejo considerou os seguintes caminhos: alteração dos limites do Parque (por meio da indenização de quem tem o título de propriedade com recursos do Fundo de Compensação Ambiental do Estado) e recategorização da área protegida. A mudança no desenho do PEPB deve levar em consideração o Mosaico Carioca, o Corredor Ecológico e o Reflorestamento.

O Instituto IPÊ realizou oficinas locais no Pau da fome, no Rio da Prata e em Vargem Grande, onde foram aplicados questionários junto às comunidades para fazer o levantamento de problemas, de conflitos e de soluções sob a ótica e a percepção das comunidades, que vivem diariamente essas realidades, em alguns casos ao longo de diferentes gerações. A seguir, estão listados os principais resultados quanto aos problemas e às soluções que foram considerados consenso nas referidas comunidades.

a) Em Vargem Grande:

Os problemas identificados relacionam-se à(s)/ao:

- ✓ Carência de Moradia;
- ✓ Carência de serviço de luz elétrica nas moradias;
- ✓ Dificuldade de acesso à água tratada;
- ✓ Insuficiência de vias de acesso;
- ✓ Falta de diálogo com o gestor do Parque;
- ✓ Intervenções deliberadas pelo poder público, sem ouvir as comunidades envolvidas, as quais querem participar da construção do processo de elaboração do plano de manejo;
- ✓ Receio quanto à segurança e continuidade daqueles que vivem dentro do PEPB e que são agricultores e tiram seu sustento da atividade;
- ✓ Invasão das pessoas na cachoeira;
- ✓ Doença de chagas/leishmaniose;
- ✓ Falta de escola e de atendimento médico.

Ainda segundo os questionários, a comunidade de Vargem Grande quer que sejam buscadas soluções nas seguintes direções:

- ✓ Permanência nos terrenos localizados dentro do PEPB, tirando o seu sustento;
- ✓ Melhoria do problema de saneamento ambiental;

- ✓ Apoio ao turismo com maior envolvimento de associações para tratar a questão;
- ✓ Apoio técnico à agroecologia (formação de cinturão verde agroecológico com cultivo, inclusive, de plantas medicinais);
- ✓ Pagamento por serviços ambientais;
- ✓ Cadastro atualizado dos moradores;
- ✓ Delimitação física do Parque, pois muitos moradores não conseguem visualizar se estão dentro ou fora do PEPB, por falta de cerca ou marcos físicos.

b) Em Pau da Fome:

Os problemas identificados relacionam-se à/ao(s):

- ✓ Falta de saneamento ambiental (1 em cada 5 casas tem fossa, sem coleta de lixo);
- ✓ Ponte em situação precária;
- ✓ Animais soltos.

A comunidade do Pau da Fome quer soluções nas seguintes direções:

- ✓ Necessidade de parceria entre o INEA e a comunidade, como a do Morro da Paz, pois esta ajuda na preservação, fiscalização, controle de incêndio e no destino final do lixo (promovem a coleta consciente);
- ✓ Solução para o problema do saneamento ambiental;
- ✓ Educação ambiental para aumentar a preservação;
- ✓ Instalação de portais de segurança;
- ✓ Substituição dos bananais, do pasto e dos animais (que causam impacto negativo) por cultivo de palmito, árvores frutíferas e ervas medicinais, os quais representam exemplos de estratégias adequadas para o Programa de reflorestamento;
- ✓ Artesanato para as crianças e para a população;
- ✓ Geração de alternativas de emprego (guarda-parque, por exemplo);
- ✓ Apoio ao turismo;
- ✓ Segurança/fiscalização para não haver crescimento populacional no entorno e na área do Parque (continuar residindo sem aumento de novas moradias);
- ✓ Redefinição dos marcos da Floresta Protetora da União para redefinir os limites do PEPB;
- ✓ Delimitar o PEPB por meio de portais;

- ✓ Alternativas para o transporte da produção (sem uso de animais).

Como resultado das discussões realizadas no âmbito das Oficinas Ampliadas, os Anexos B e C apresentam dois quadros-resumo construídos ao longo da dinâmica do DRP. O ANEXO B apresenta os principais problemas separados por temas que nortearam as discussões. O ANEXO C expõe, com base nas mesmas temáticas, as principais potencialidades do PEPB.

As temáticas consideradas para a construção dos dois Anexos B e C foram:

- Gestão;
- Situação Fundiária;
- Pesquisa e Monitoramento;
- Proteção e Fiscalização;
- Uso público;
- Pressões e ameaças;
- Infraestrutura e Equipamentos;
- Entorno/ Zona de Amortecimento;
- Aspectos Políticos

Tanto os problemas como as potencialidades foram levantados, construídos e sintetizados com base na participação coletiva nas oficinas locais e ampliadas. Nas oficinas ampliadas computou-se o peso ou o grau de importância que os participantes atribuíam para cada problema e para cada potencialidade.

A avaliação do ANEXO B possibilita destacar os seguintes resultados obtidos por meio da dinâmica do DRP:

a) quanto à temática “Gestão” foi dada prioridade para dois problemas em relação aos demais: a falta de planejamento orçamentário anual e de entendimento sobre quanto custa manter o PEPB (5); e a fragilidade de manter diálogo entre administração e moradores (3). Ao longo de quase quarenta anos de existência sem contar com um plano de manejo, o Parque não contou com o devido planejamento de demandas e faltou investimentos em infraestrutura e proteção. Isso fez com que diversos problemas acumulassem ao longo do tempo: invasões e construções indevidas, caça ilegal, desmatamento para cultivo de banana, entre outros. A distância entre os administradores e os moradores do Parque e do seu entorno imediato contribuiu para gerar muitos conflitos que existem até hoje;

b) quanto à temática “Situação Fundiária”, as questões que mais preocuparam aos participantes foram a falta de um plano de regularização fundiária para o PEPB (9) e a

inexistência de um cadastro dos moradores que vivem no interior e no entorno do Parque, cuja ocupação deveria ter maior controle (4). A regularização fundiária, embora seja um imenso desafio, é, acima de tudo, uma necessidade para se fazer o planejamento e o zoneamento do Parque e do seu entorno imediato. A administração até hoje não tem o conhecimento do número preciso de domicílios e de moradores que foi surgindo e crescendo dentro e no entorno da UC, o que traz dificuldades reais para o seu planejamento;

c) quanto à temática “Pesquisa e Monitoramento”, foi dado destaque para as dificuldades na incorporação de resultados de pesquisas científicas nas decisões relacionadas ao manejo da UC (4) e para a falta de um programa de monitoramento de longo prazo da biodiversidade e aspectos socioeconômicos do PEPB (4). Muitos projetos de pesquisa realizados no PEPB e no seu entorno imediato são cadastrados junto ao INEA e junto à administração do Parque. Os resultados das pesquisas são apresentados e cópias dos relatórios, monografias, dissertações e teses são entregues, porém, a própria inexistência de um plano de manejo que norteasse ações e medidas a serem implementadas, impediu ou dificultou que as propostas de solução para diversos problemas físicos, sociais ou culturais apresentadas pelos estudos fossem executadas. Não houve um devido acompanhamento dos efeitos na biodiversidade por conta dos desmatamentos e dos avanços das ocupações dentro do Parque e no seu entorno imediato;

d) quanto à temática “Proteção e Fiscalização”, foram priorizados dois problemas: limites da UC não reconhecíveis, pouco claros para os moradores e usuários (5); e a falta de definição de procedimentos para as ações de fiscalização de proteção (4). Muitos moradores que participaram do DRP alegaram que desconhecem quando estão ou não dentro dos limites do PEPB em diferentes partes ao longo do seu perímetro. O principal motivo para isso é a falta de indicadores físicos, como placas, marcos físicos, cercas, muros, entre outros exemplos. Os gestores da UC contra-argumentaram afirmando que a colocação de estruturas físicas ao longo de todo o perímetro é inviável economicamente e causam impactos, principalmente, à biodiversidade. Os moradores alegaram que a fiscalização do Parque é fraca, concentrada apenas nos núcleos e acessos principais. O restante do Parque não recebe o devido procedimento de fiscalização e segurança.

e) quanto à temática “Uso público”, duas prioridades foram destacadas: a falta de um programa de educação ambiental que seja abrangente, envolvendo todos os núcleos

do Parque (7) e a precariedade da infraestrutura e das condições de acesso, tanto para os fluxos de pessoas quanto para os visitantes (5). Muitos problemas como a deposição indevida ou queima do lixo, por exemplo, poderiam ser evitados ou minimizados se houvesse um programa de educação ambiental extenso e contínuo. Houve reclamações quanto à falta de indicações por meio de placas para facilitar o acesso, bem como a carência de banheiros e de locais com instalações para fazer lanches;

f) quanto à temática “Pressões e ameaças”, foram ressaltadas duas características: a presença de propriedades urbanas e rurais dentro da unidade (2) e a expansão urbana sobre as encostas (2). O uso de imagens de satélite de alta resolução espacial (1m²) recentes permite identificar a extensão de área construída (edificações) e ocupada (com campos de cultivo, por exemplo) dentro da UC e no seu entorno imediato. A expansão urbana sobre as encostas, caracterizadas por declives acentuados, vem ocorrendo nos últimos anos tanto por residências formais licenciadas, como também por loteamentos irregulares e clandestinos e por habitações populares, devido ao processo de favelização. Essas ocupações em encostas preocupam devido à possibilidade de geração de áreas de risco de movimentos de massa e ocorrência de novos episódios de deslizamentos durante o período chuvoso do ano;

g) quanto à temática “Infraestrutura e Equipamentos”, houve destaque para o problema da falta de infraestrutura dos postos avançados do Parque frente às necessidades de proteção, fiscalização, controle e monitoramento destas áreas, desde material humano, como os guardas-parque, como também equipamentos de comunicação, de transporte e de combate a princípio de incêndio, por exemplo (8);

h) quanto à temática “Entorno/ Zona de Amortecimento”, foram priorizados dois problemas: a especulação imobiliária e ocupações desordenadas e irregulares no entorno imediato do Parque (8) e o desconhecimento do significado da categoria Parque e das justificativas para a criação do PEPB, limites da UC não são reconhecidos pelos os moradores e usuários da UC (4). Novamente, assim como em relação à temática “Pressões e Ameaças”, os moradores participantes do DRP externaram forte preocupação em relação ao processo de ocupação em direção aos limites do PEPB nos últimos anos e sinalizaram com o desconhecimento, por parte de muitos moradores e ocupantes, quanto aos limites da UC e também quanto ao significado de unidade de conservação de proteção integral e as restrições impostas por lei por este tipo de área protegida;

i) quanto à temática “Aspectos Políticos”, foram ressaltados, principalmente pelos moradores e ocupantes do interior da UC e do seu entorno imediato, dois problemas: a indefinição sobre a situação das comunidades do PEPB (6) e a falta de articulação entre as esferas federal, estadual e municipal, assim como entre os poderes legislativo e executivo (4). A questão sobre o destino dos moradores do interior do Parque foi recorrente e representou a maior apreensão por parte de muitos participantes da DRP. Muitos são agricultores, sitiantes, que nasceram e cresceram em terrenos situados no interior do Parque, antes mesmo da sua criação em 1974. Vivem da agricultura, cuja colheita é vendida em feiras-livre da localidade. Externaram preocupação com a probabilidade de serem removidos, já que possuem forte relação de pertencimento com os locais de moradias e alegam, em sua defesa, que, ao longo de quase quarenta anos em que o PEPB não contou com o plano de manejo, representaram agentes de segurança, impedindo o avanço do desmatamento e os incêndios criminosos. Como o Parque não contava com guardas-parque para fazer a fiscalização e segurança de todo o perímetro da UC, a presença dos sitiantes e dos agricultores mais antigos inibia o avanço da população. Os moradores localizados no interior do Parque e no seu entorno imediato defendem a sua permanência no local, porque são profundos conhecedores dos acessos e das trilhas, têm interesse em proteger a área contra a caça e a prática de motocross, comum em alguns trechos.

A falta de articulação entre as esferas municipal, estadual e federal do poder público, segundo os participantes do DRP é flagrante e histórica. A ausência de técnicos da Prefeitura durante as dinâmicas de DRP locais e ampliadas ao longo das reuniões que as sucederam ficou evidenciada e reforçou o pensamento coletivo quanto a essa problemática. A presença ativa da Prefeitura seria fundamental, principalmente, para discutir a formação de uma zona de amortecimento da UC, já que cabe ao ente político local determinar as normas de uso e ocupação do solo urbano. Conforme já mencionado, o SNUC determina que a zona de amortecimento não deve ser urbanizada. Os usos dos terrenos no entorno próximo a uma UC devem ser restritos e sustentáveis. Somente por meio de uma estreita parceria entre a UC (no caso, da esfera estadual) e a Prefeitura seria possível manter uma zona de amortecimento de acordo com o seu propósito e conter as pressões sobre a UC.

A seguir serão apresentados as principais potencialidades vislumbradas pelos participantes dos DRPs locais e ampliados para o PEPB e o seu entorno imediato em relação às temáticas supracitadas:

a) quanto à temática “Gestão”, foram apontadas como principais potencialidades as oportunidades de recursos financeiros advindos do Fundo de Compensação Ambiental do Estado do Rio de Janeiro (4) e a prática da gestão participativa que vem avançando, tendo já formado o Conselho Consultivo e buscando o diálogo (ainda em construção) entre as organizações da sociedade civil e o INEA (4);

b) quanto à temática “Situação Fundiária”, os participantes consideraram que a disponibilidade de recursos financeiros provenientes do Fundo de Compensação Ambiental (13) poderá contribuir para implementar a regularização fundiária dos terrenos construídos e ocupados dentro do PEPB e no seu entorno imediato;

c) quanto à temática “Pesquisa e Monitoramento”, foram destacadas as seguintes potencialidades: o PEPB é uma área de fácil acesso, sendo uma das UC estaduais que mais recebe projetos de pesquisa (4); o INEA e os gestores do Parque têm estimulado a realização de pesquisas e de eventos científicos (5), assim como o estabelecimento de uma rede de instituições de ensino, pesquisa e extensão, formada por universidades como PUC-Rio, UFRJ, UERJ e Simonsen (4);

d) quanto à temática “Proteção e Fiscalização”, foi ressaltado que deveria ser estudada a possibilidade das comunidades do entorno de atuarem na proteção e na fiscalização da UC (10). Os participantes lembraram mais uma vez que, ao longo dos anos, a presença deles em diferentes trechos no entorno do Parque serviu como proteção contra às pressões sobre a unidade.

e) quanto à temática “Uso público”, os participantes reconheceram como uma potencialidade do PEPB a possibilidade deste se tornar um importante instrumento de sensibilização da sociedade com poder de alcance para um elevado número de pessoas e também de disseminação do conceito de conservação da natureza (6). Outra potencialidade ressaltada foi a oportunidade de promover o desenvolvimento local por meio da integração das comunidades na prestação de serviços aos visitantes da UC (3).

f) quanto à temática “Proteção da Biodiversidade e de recursos ambientais”, as duas mais importantes potencialidades destacadas foram: o reconhecimento da UC para a proteção do maior fragmento de floresta da cidade do Rio de Janeiro (mais de 60% da cobertura florestal do município), contribuindo para a estabilidade climática e ambiental (7); e a possibilidade de implantar programas de pagamento por serviços ambientais importantes como o *Produtor de água* (4), implementado pela Agência Nacional de Águas (ANA).

g) quanto à temática “Infraestrutura e Equipamentos”, os participantes reconheceram como aspectos positivos para a melhorar as condições físicas e operacionais na UC, principalmente, os investimentos recentes e crescentes na estruturação dos Núcleos (10) e também a criação de sub-sedes em bairros (3).

h) quanto à temática “Entorno/ Zona de Amortecimento”, embora a zona de amortecimento ainda careça de definição, há uma proposição para que o entorno do Parque abrigue um cinturão agroecológico futuramente. Uma vez implantado o cinturão agroecológico, poderão ser desenvolvidas atividades de geração de renda na área de agricultura familiar, com comunidades capacitadas em sistemas agroecológicos de produção, com uma rede de apoio técnico e institucional pela FIOCRUZ e ONGs (5). Uma outra potencialidade que mereceu destaque refere-se às possibilidades de alternativas de geração de trabalho, emprego e renda para as comunidades do entorno do Parque. Os moradores dessas comunidades poderiam trabalhar na produção de mudas, na restauração de espaços, como brigadistas e guias turísticos para prestar serviços disponibilizados a turistas, entre outros (4).

i) quanto à temática “Aspectos Políticos” foram ressaltados as três potencialidades seguintes: ampliação dos mercados, iniciativas e políticas para pagamentos por serviços ambientais, especialmente pelo uso da água (6); existência de políticas públicas e programas para a inserção dos produtos da agricultura familiar na merenda das escolas e creches (3); e existência de programas municipais de saúde pública e moradia que podem ser associados às demandas dos moradores da UC e entorno (4). São, portanto, exemplos de ações e de medidas políticas capazes de contribuir para a preservação da UC e do seu entorno, dando-lhes maior visibilidade e inserindo-lhes no contexto sociocultural da população vizinha.

Além das reuniões para a realização das dinâmicas para o Diagnóstico Rápido Participativo, também foram realizadas outras reuniões específicas, com a participação do Conselho Consultivo e de membros das comunidades, para discussão do plano de manejo, à medida em que este ia sendo estruturado pela equipe do Instituto IPÊ. A participação nesses encontros e o acompanhamento das discussões acerca do desenvolvimento do plano de manejo foram muito importantes para o entendimento do contexto ambiental do PEPB e do seu entorno imediato e para a identificação dos principais problemas relacionados às questões sociais, culturais, ambientais e ligadas à gestão da UC. Além disso, participar desses encontros foi fundamental para gerar parte das conclusões e recomendações apresentadas nesta tese.

A seguir são apresentadas fotos tiradas em reunião com o Conselho Consultivo e com os gestores do PEPB em 08 de agosto de 2011 para explicar como seriam realizadas as dinâmicas do Diagnóstico Rápido Participativo (fotos 4a e 4b):



Foto 4a – Vista parcial da reunião com os gestores do PEPB e com o Conselho Consultivo do Parque acerca do Diagnóstico Rápido Participativo realizado no dia 08/08/2011.



Foto 4b – Vista parcial da reunião com os gestores do PEPB e com o Conselho Consultivo do Parque acerca do Diagnóstico Rápido Participativo realizado no dia 08/08/2011

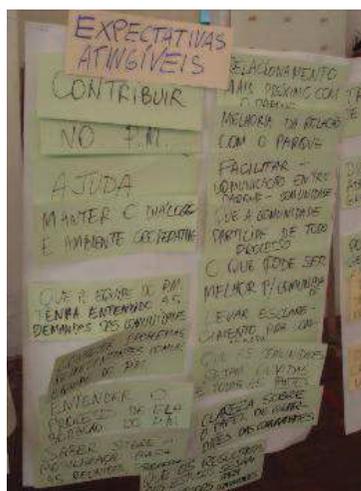
No dia 17 de agosto de 2011 foi realizada a dinâmica do Diagnóstico Rápido Participativo (DRP) ampliado com a participação de representantes do INEA, da diretoria do PEPB, de universidades, de ONGs, de Furnas, de diversas associações de moradores e cooperativas agrícolas, entre outros, como mostram as fotos 5 a 13 a seguir:



Foto 5 – Apresentação feita aos participantes presentes pelos consultores do Instituto IPÊ acerca do desenvolvimento da dinâmica do Diagnóstico Rápido Participativo em 17/08/2011.



Foto 6 – Vista parcial dos participantes presentes na reunião onde foi realizado o DRP ampliado (17/08/2011).



Fotos 7 – Exemplo de quadro construído no DRP, a partir da participação coletiva, que revela as expectativas passíveis de serem atingidas quanto à gestão participativa do PEPB (17/08/2011).



Fotos 8 – Exemplo de quadro construído no DRP, a partir da participação coletiva, que revela as expectativas que não são passíveis de serem atingidas quanto à gestão participativa do PEPB (17/08/2011).



Foto 9 – Colaboração com a montagem do quadro que contém a relação de problemas identificados no PEPB e em seu entorno imediato pelos participantes do DRP (17/08/2011).

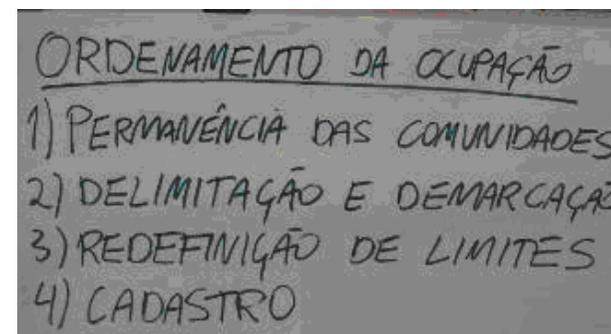


Foto 10 – Exemplo de quadro de sugestões apresentadas no DRP relativas à questão do ordenamento da ocupação de terrenos no interior do PEPB e no seu entorno imediato (17/08/2011).

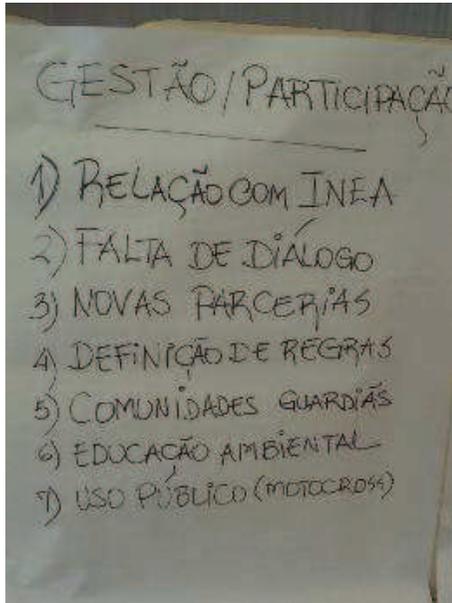


Foto 11 – Visão detalhada do quadro com algumas sugestões apresentadas no DRP relativas à questão da Gestão do PEPB.

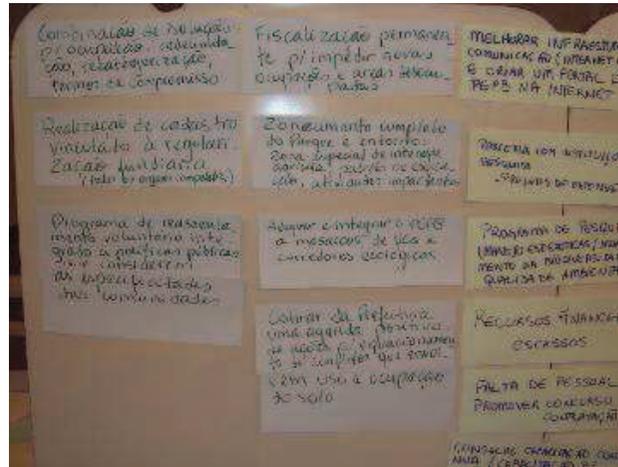


Foto 12 – Visão parcial do quadro que sintetizou algumas potencialidades do PEPB e da área adjacente identificadas pelos participantes durante o DRP.



Foto 13– Visão do esquema montado ao final do DRP, que mostra como cada instituição participante se posiciona quanto ao seu envolvimento com a realidade do PEPB

Após a dinâmica do DRP foram realizadas reuniões na sede do PEPB, no Núcleo Pau da Fome para discutir os módulos do plano de manejo que iam sendo produzidos pelo Instituto IPÊ (Fotos 14 a 17).



Foto 14 – Reunião em Furnas com o INEA, cooperativas e associações para discutir questões ambientais referentes ao plano de manejo em elaboração (14/09/2011).



Foto 15 - Reunião para discussão de módulos do Plano de manejo do PEPB em elaboração – Núcleo Pau da Fome na sede do PEPB (03/04/2012).



Foto 16 – Apresentação da equipe do Instituto IPÊ acerca da incorporação das sugestões dos participantes ao texto do plano de manejo (09/05/2012, Núcleo Pau da Fome).



Foto 17 – Representantes de diversos segmentos em reunião acerca das sugestões feitas ao texto do plano de manejo (09/05/2012), Núcleo Pau da Fome.

5.6.4 Trabalhos de campo para avaliação dos mapeamentos e para observação das áreas indicadas para inclusão na zona de amortecimento do PEPB

Além da participação nas reuniões ordinárias do Conselho Consultivo do PEPB e nas discussões acerca dos problemas e potencialidades das áreas do entorno próximo à unidade de conservação, coordenadas, respectivamente, pelos gestores do Parque e pelos técnicos do Instituto IPÊ, responsáveis pela elaboração do plano de manejo, foram realizados dois trabalhos de campo na área de estudo - nos dias 05/12/2011 e 12/07/2013 - para observação e levantamento fotográfico (Figura 77) dos locais onde ocorreram registros de movimentos de massa por parte da Defesa Civil Municipal e das áreas mapeadas como de risco elevado (categorias alto e alto a altíssimo) para ocorrência desses processos.

A Figura 77 indica o roteiro com os locais percorridos e fotografados em campo, em razão de situarem-se próximos aos pontos de acúmulo de materiais após a ocorrência de movimentos de massa registrados pela Defesa Civil Municipal. As fotos a seguir ilustram as condições físicas (relevo, solo, vegetação) e de uso do solo de alguns pontos selecionados, onde pode haver maior risco de ocorrência de movimentos de massa. As fotografias também revelam situações de ocupação que não estão de acordo com o que determina o Código Florestal Brasileiro.

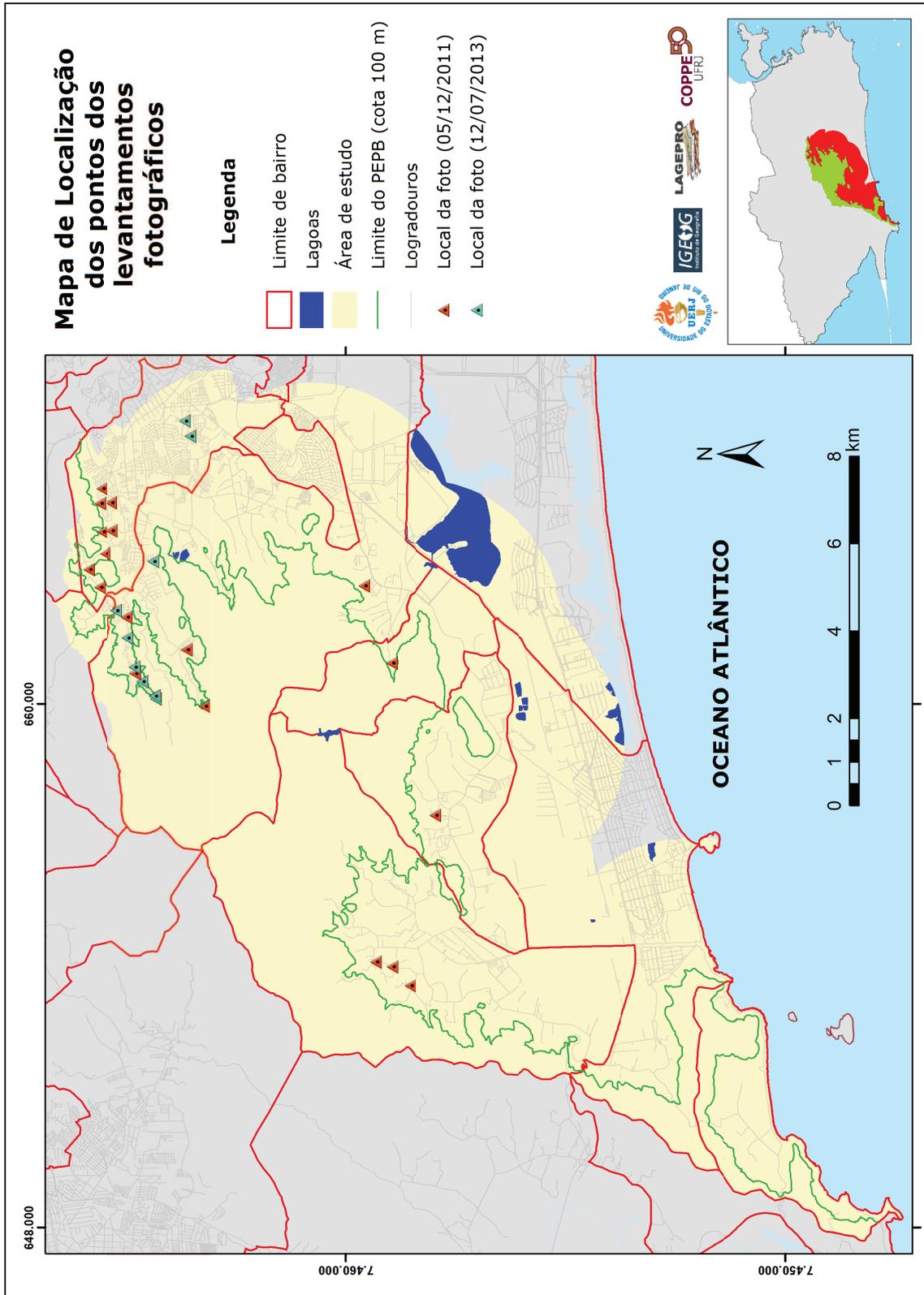


Figura 77 – Mapa de Localização dos pontos dos levantamentos fotográficos



Foto 18- Cobertura vegetal arbóreo-arbustiva com sinais de remoção parcial em encosta ao fundo do Condomínio Pousadas do Engenho, no bairro da Taquara (05/12/2011).



Foto 19 – Torres de linhas de transmissão cortando a vegetação secundária no bairro da Taquara (05/12/2011).



Foto 20 – Crescimento da ocupação no entorno das encostas do Maciço da Pedra Branca – Estrada do Engenho Velho, Taquara (05/12/2011).



Foto 21– Vista de frente de construções em condomínio irregular iniciado em 2011 na Estrada do Curumaú, Taquara. (05/12/2011).



Foto 22 – Vista por trás de condomínio irregular aterrado com o próprio material de corte na Estrada do Curumaú, Taquara. (05/12/2011)



Foto 23 – Visão parcial do condomínio irregular, instalado onde parte do que foi um açude se rompeu após as chuvas de 1996, hoje há instalado próximo à Rua Curumaú, Taquara (05/12/2011).



Foto 24 – Visão do final da Estrada do Curumaú, Taquara, com construções e acúmulo de lixo em via inclinada para onde converge a água pluvial (05/12/2011).



Foto 25 – Área de habitação popular em posição de topo com a vegetação degradada (05/12/2011)



Foto 26 – Área que sofreu corte expõe o material solo degradado, com cultivo de banana (05/12/2011).



Foto 27 – Habitação popular caracterizada pelo baixo construtivo e acúmulo de lixo em área de declive bastante acentuado, próximo à Estrada do Boiúna (05/12/2011).

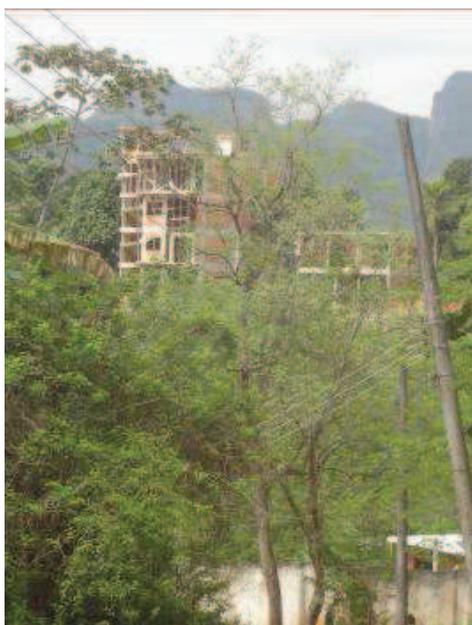


Foto 28 – Construção irregular de prédio de quatro andares, revelando averticalização da ocupação no entorno próximo ao PEPB. Boiúna, Taquara (05/12/2011).



Foto 29 – Vista parcial da Favela na Estrada Boiúna, revelando o avanço de habitações populares e de cultivo de banana (05/12/2011).

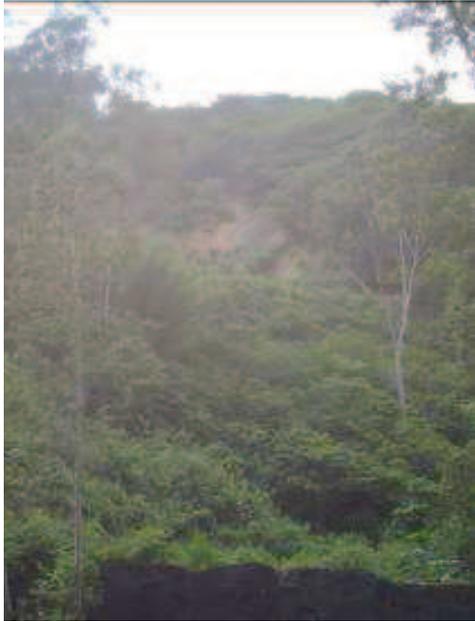


Foto 30 – Vista de antiga cicatriz aberta por movimento de massa desencadeado com as chuvas fortes de 1996, já parcialmente recomposta. (05/12/2011)..



Foto 31 – Vista parcial de plantação de bananas em encosta próxima à Estrada do Rio Pequeno (05/12/2011).



Foto 32 – Vista parcial da Favela do Rio Pequeno, na Rua Condor, em Jacarepaguá (05/12/2011).

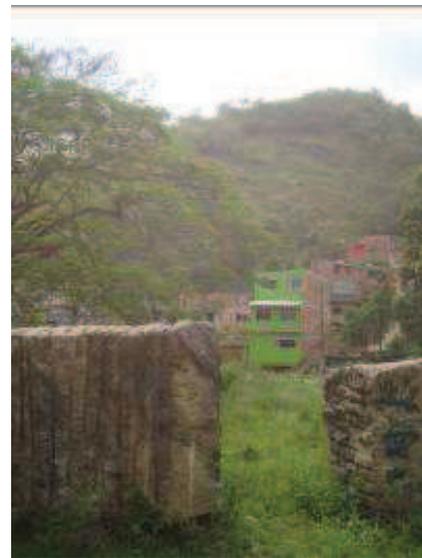


Foto 33 – Ocupações muito próximas às encostas do Maciço da Pedra Branca na Estrada do Camorim (05/12/2011).



Foto 34 – Avanço de ocupações residenciais no entorno do PEPB, na Rua Cláudio Jacoby, Vargem Pequena (05/12/2011).



Foto 35 - Avanço de ocupações residenciais no entorno do PEPB, na Estrada Pacuí, Vargem Grande (05/12/2011).



Foto 36 – Elevação com blocos fraturados, solos rasos e cobertos por vegetação rasteira. Cultivo de banana no sopé da elevação, próximo à Estrada dos Bandeirantes (05/12/2011).



Foto 37 – Vista da Rua Sargento Luiz da Silva, na Taquara, onde foram registrados pela DCM pontos de acúmulo de material por deslizamento em anos anteriores, antes das obras de terraplanagem e de contenção de materiais (12/07/2013).



Foto 38 – Rio em obras de canalização, próximo à Estrada do Rio Pequeno, com a colocação de estrutura física para proteger a margem contra erosão fluvial (12/07/2013).



Foto 39 – Avanço da ocupação residencial na Estrada Vale da Pedra Branca, bem próximo à cota altimétrica de 100 m (12/07/2013).



Foto 40 – Vista parcial das ocupações na Estrada Vale da Pedra Branca, que mostra construções de padrões diferenciados (12/07/2013).

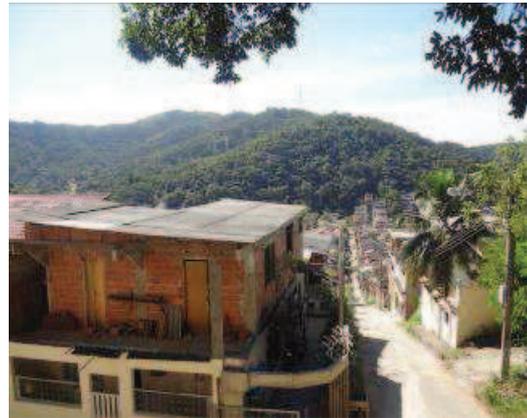


Foto 41 – Vista parcial das habitações populares em encosta atrás do Hospital Estadual Santa Maria, na estrada do Rio Pequeno, Taquara (12/07/2013).



Foto 42 – Área atrás do Hospital Estadual Santa Maria, onde houve deslizamento em 2012 que derrubou a grade que cercava o terreno (12/07/2013).



Foto 43 – Área no fundo do Hospital Estadual Santa Maria, onde observa-se o avanço ocupacional por habitações populares em direção ao terreno do hospital localizado em declive acentuado. (12/07/2013).



Foto 44 – Vista parcial de ocupação residencial adjacente a paredão rochoso fraturado e coberto por solos rasos com vegetação rasteira, Rua Sete Lagoas, Taquara (12/07/2013).

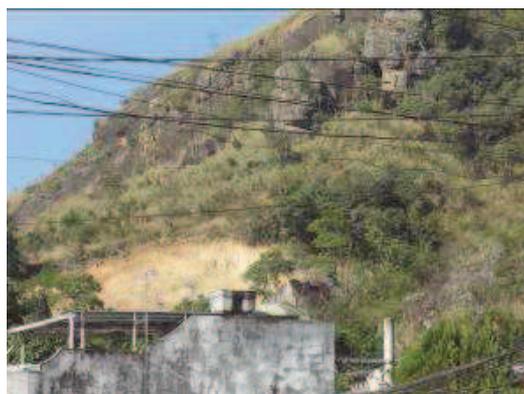


Foto 45 – Vista detalhada do corte na base da encosta formada por afloramento fraturado no final da Rua Sete Lagoas, gerando possivelmente maior instabilidade do material mineral e aumentando o risco de deslizamento (12/07/2013).

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este capítulo reúne as conclusões decorrentes dos diferentes resultados obtidos durante o desenvolvimento da pesquisa de tese. Esses resultados, gerados por meio das várias análises multicritério realizadas, representam diversos mapas, quadros, tabelas e gráficos, que buscaram fazer um diagnóstico ambiental da área de estudo. Além disso, permitiram comprovar a hipótese de trabalho estabelecida, bem como atenderam, de maneira satisfatória, aos objetivos gerais e específicos, que nortearam esta pesquisa de tese.

Essas análises multicritério corresponderam a procedimentos de avaliação ambiental baseados no uso de sistemas de informação geográfica (ARCGIS e SAGA/UFRJ), que conseguiram identificar áreas potenciais para serem inseridas em futura zona de amortecimento a ser definida para o PEPB a partir da implementação do primeiro plano de manejo, aprovado pelo INEA em junho de 2013.

Foram adotados dois critérios estabelecidos pelos roteiros metodológicos do IBAMA (2002) e do INEA (2010) para delimitação de uma zona de amortecimento de unidade de conservação: a inclusão de APP, enquanto áreas naturais preservadas que têm potencial de conectividade com a UC e a inserção de áreas sujeitas a processos de escorregamento de massa (chamados aqui de movimentos de massa), capazes de afetar a integridade da referida unidade.

A definição das áreas sujeitas a processos de movimentos de massa somente foi possível em decorrência de extenso inventário ambiental produzido, a partir de dados convencionais e espaciais. O processamento desses dados foi realizado por meio de sistemas de informação geográfica – ARCGIS e SAGA/UFRJ - e gerou uma importante base de dados georreferenciados, a ser colocada, posteriormente, à disposição do poder público (mais especificamente, aos gestores do PEPB e à Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro), da comunidade técnico-científica e da população de um modo geral.

Uma etapa primordial a ser cumprida, quando se pretende realizar análises espaciais para geração de mapeamentos de risco de movimentos de massa utilizando-se tecnologias do Geoprocessamento, é a construção de uma árvore de decisão, que corresponde à uma estrutura lógica para dar suporte à execução da Avaliação ambiental de risco por meio da média ponderada. Recomenda-se que a árvore de decisão deva ser criada associando-se dois a três temas relacionáveis que possam compor fatores, como mostra a árvore de decisão construída, representada pela Figura 24 do Capítulo 4. A

partir da construção de fatores apoiados em dois a três mapas temáticos, é possível ter um melhor controle das combinações entre pesos e notas que geraram as maiores notas de risco dentro do espaço classificatório. Em outras palavras, a árvore de decisão, dessa forma construída, consegue dar maior visibilidade à importância relativa dos temas (que representam os parâmetros ambientais) usados na sua construção.

A partir da base de dados georreferenciados gerada, segundo os temas estabelecidos na árvore de decisão, foi possível realizar os procedimentos de assinatura ambiental de áreas previamente conhecidas (cicatrices de deslizamentos e áreas com proximidade de 100 metros das mesmas), em decorrência do desencadeamento de movimentos de massa durante e após as chuvas intensas de fevereiro de 1996. Os dez gráficos gerados, a partir dos resultados das assinaturas, possibilitaram reconhecer as correspondências espaciais entre os locais onde foram desencadeadas as referidas cicatrizes e as categorias ambientais predominantes representadas nos mapas temáticos digitais.

Os resultados extraídos por meio da interpretação dos gráficos das assinaturas ambientais, somados às consultas feitas a especialistas dos temas mapeados (Método *Delphi*, viabilizaram as atribuições de pesos (aos mapas temáticos digitais) e de notas (às categorias espaciais representadas em cada um dos mapas temáticos digitais) feitas durante o procedimento de avaliação ambiental para geração dos mapas de fatores e do mapa final de Risco de Ocorrência de movimentos de massa, realizados no programa aplicativo SAGA/UFRJ. Cada mapa de fator e o mapa final de risco foi resultado da combinação entre mapas temáticos digitais, conforme a estrutura da árvore de decisão, como, por exemplo, no mapa do Fator de Ocupação e Cobertura Vegetal, que resultou da avaliação ambiental realizada com os mapas temáticos digitais de Proximidade de logradouros, Proximidade de linhas de transmissão e de Uso do solo e Cobertura vegetal.

A escolha do programa aplicativo SAGA/UFRJ para a realização dos procedimentos de análises multicritério para executar a metodologia de avaliação ambiental direta baseou-se nos relatórios gerados por esse programa (APÊNDICE F), os quais garantiram a visibilidade quanto a todas as combinações entre pesos e notas atribuídos. Deste modo, o pesquisador tem pleno controle quanto à participação (em %) de cada combinação contribuinte para a obtenção das notas finais. No caso específico desta tese, foi possível identificar quais foram as combinações entre as categorias

mapeadas que mais participaram da composição das notas consideradas mais elevadas – 8, 9 e 10.

Com relação à situação de fragilidade do meio físico na vertente leste do Maciço de Pedra Branca, observou-se que a área pode ser considerada suscetível à ocorrência de movimentos de massa, conforme mostrou a Figura 49 (revela o predomínio de notas elevadas – 8 e 9 – em praticamente toda a extensão da área acima da cota de 50m). A ocupação de áreas no interior do PEPB e no seu entorno imediato contribuiu e contribui no presente para aumentar ainda mais essa fragilidade, uma vez que impõe pressões altamente negativas à manutenção da integridade dos recursos naturais. Ações como desmatamentos, incêndios, cortes em encostas, construções inadequadas, entre outras, comprometem a estabilidade dos materiais assentados sobre as encostas e geram condições limitantes e críticas, que poderão acarretar dificuldades quanto ao efetivo planejamento da área legalmente protegida e de seu entorno imediato.

A distribuição espacial da pressão antrópica no entorno imediato do PEPB pôde ser constatada por meio do mapa do Fator de Intervenção Antrópica (Figura 50). Esse mapa evidenciou as intervenções antigas já consolidadas nos bairros como Jacarepaguá e Taquara, bem como mostrou também, em menor grau, porém com certa relevância, o avanço de ocupações em trechos expressivos no entorno imediato da UC, como é o caso dos bairros Camorim, Vargem Pequena e Vargem Grande.

A intervenção antrópica, praticamente inexpressiva em toda a extensão do interior do PEPB, fez com que a nota final do risco de ocorrência de movimentos nessa porção da área de estudo abaixasse para 6 (seis), colocando-o numa condição de risco moderado. Portanto, pode-se presumir que foram os aspectos físicos - aqueles relacionados à geologia, à geomorfologia, aos solos e à distribuição pluviométrica – que contribuíram efetivamente para o desencadeamento dos deslizamentos em fevereiro de 1996.

Esse aspecto aumenta ainda mais a preocupação quanto ao avanço ocupacional na área do entorno imediato do Parque, uma vez que tal fato pode agravar a condição de alta fragilidade do meio físico que a caracteriza. Deve-se ressaltar que esse avanço ocupacional não acontece somente por habitações populares, caracterizadas pelo baixo construtivo, mas também por moradias de médio a alto padrão e por empreendimentos comerciais e outros ligados à prestação de serviços.

Para garantir a representatividade dos resultados parciais e finais obtidos por meio do desenvolvimento da tese, foi feita a sobreposição dos produtos cartográficos gerados

por avaliação ambiental supracitados com os mapas de registros de ocorrências da DCM e de proximidade de cicatrizes erosivas. Esse procedimento mostrou forte correspondência locacional existente entre as áreas definidas como de moderado a elevado risco de ocorrência de movimentos de massa e os pontos identificados pela Defesa Civil Municipal como de acúmulo de materiais (rocha, solo, regolito, lixo, partes de construções em caso de desabamento de imóveis) provenientes das encostas acima, permitindo inferir que tais áreas (de médio a altíssimo risco) possam ser consideradas como prováveis áreas-fonte desses materiais.

Foi realizada também sobreposição dos mapas de fatores e do mapa final de risco de ocorrência de movimentos de massa com os pontos das licenças urbanísticas e ambientais concedidas, respectivamente, pela Secretaria Municipal de Urbanismo e pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente. O resultado dessa sobreposição mostrou a distribuição espacial do avanço ocupacional, principalmente, no entorno imediato do Parque, em locais, por vezes, próximos a áreas de preservação permanente e às áreas classificadas como de risco elevado de ocorrência de movimentos de massa. Isso revela a importância desse procedimento para a visualização do arranjo espacial das licenças concedidas pela Prefeitura e ressalta a necessidade de sua incorporação na rotina de concessão de licenciamentos.

Recomenda-se, portanto, que registros de ocorrência real do fenômeno estimado devem sempre ser buscados, pois servem para dar consistência ao mapeamento final de risco, uma vez que este representa áreas com maiores estimativas de ocorrência do fenômeno ou processo considerado na análise. Desta forma, o cotejo do referido mapeamento com o arranjo espacial dos registros pode ajudar a calibrar a avaliação ambiental realizada. Caso o resultado da avaliação ambiental gerada não seja satisfatório, outros pesos e notas podem ser experimentados na média ponderada. Sucessivas aproximações podem vir a ser executadas para ajustar as avaliações à realidade ambiental. No entanto, essa calibração deve ser realizada com critério, caso contrário, incorre-se no erro de moldar o modelo digital à uma dada realidade, quando, na verdade, o mesmo pode não estar bem estruturado ou o procedimento analítico adotado pode ser insuficiente, como alerta XAVIER-DA-SILVA (1999).

A experiência adquirida por meio das dinâmicas de Diagnóstico Rápido Participativo (DRP) e pela participação no Conselho Consultivo do PEPB revelou que a construção coletiva de diagnóstico ambiental possibilitou aprofundar o conhecimento sobre a área de estudo, não apenas com base em levantamento bibliográfico e em dados

e informações secundários, mas também em dados primários, gerados a partir dos olhares e percepções da população local, dos gestores da UC e dos demais pesquisadores. O Instituto de Pesquisas Ecológicas, durante a elaboração do plano de manejo, adotou a proposta das oficinas participativas, justamente porque as considera como momentos de construção coletiva, baseadas em técnicas e ferramentas que propiciam um ambiente construtivo e estimulante, de modo que os participantes assumam o papel de protagonistas e compartilhem suas percepções sobre os contextos atuais e suas visões de futuro.

A participação de diferentes atores sociais atuantes no PEPB e no seu entorno próximo – poder público estadual, universidades, instituições federais (FIOCRUZ e FURNAS), Organizações Não Governamentais, cooperativas de agricultores, associações de moradores, entre outros – possibilitou a análise conjunta dos problemas diagnosticados e, conseqüentemente, permitiu avaliar se as respostas dadas pelo poder público ao longo do tempo, vêm sendo eficientes e eficazes para sanar os problemas identificados.

Paralelamente, foi possível construir coletivamente propostas voltadas à gestão do PEPB e do seu entorno imediato, mostradas no ANEXO C. Essas propostas refletem o forte interesse da população, que mora no interior e no entorno da UC, em participar ativamente de sua gestão.

O conflito estabelecido entre a existência de moradias no interior do Parque e a necessidade do cumprimento da lei quanto à gestão de uma UC integral remonta à própria criação da UC em área da cidade que, na ocasião (1974), possuía perfil eminentemente rural e era habitada por sítiantes e populações tradicionais.

A população inserida no Parque e no seu entorno imediato se vê e se considera parceira da UC. Alega que, ao longo dos anos, tem trabalhado em prol da fiscalização, evitando invasões, denunciando caças ilegais, combatendo incêndios, recolhendo o lixo deixado por visitantes, entre outros exemplos de apoio. Assistiu ao longo dos anos à mudança do perfil de área rural para área urbanizada, como consequência da expansão urbana da cidade em direção à zona oeste. Principalmente nas duas últimas décadas, os terrenos próximos à UC vêm sofrendo intensas modificações das suas características naturais para ceder lugar às áreas residenciais de médio a alto padrão, como forma de atender à demanda por moradia de uma população crescente.

O rápido crescimento urbano, por meio de condomínios de médio e alto padrão nos terrenos de baixada, gerou milhares de empregos no setor da construção civil.

Conseqüentemente, paralelamente a esses loteamentos formais foram surgindo também loteamentos irregulares, loteamentos clandestinos (estes frutos de ação criminosa) e áreas de habitação popular (favelas) para abrigar as famílias dos trabalhadores empregados na construção dos referidos condomínios. Os loteamentos irregulares, clandestinos e as áreas de habitação popular não contavam com a infraestrutura mínima de saneamento ambiental e ocupavam terrenos ambientalmente frágeis, que não interessavam ao mercado imobiliário formal.

A demora na elaboração do plano de manejo para o PEPB impôs um custo alto à qualidade ambiental do município devido às pressões e avanços por sobre áreas consideradas inadequadas para ocupação, acarretando o aumento do risco e o acirramento dos conflitos já estabelecidos.

O processo acelerado e, por vezes desordenado, de ocupação no entorno do maciço e do PEPB alimentou antigos conflitos e gerou novos. De um lado estão os gestores do Parque, buscando saídas que garantam, de fato, uma UC de proteção integral, o que poderia vir a envolver, em alguns casos, a remoção ou desapropriação de famílias, e, de outro, moradores que não querem abrir mão de suas casas e de viver onde sempre viveram, pois desenvolveram um profundo sentimento de pertencimento. Neste caso, muitos desses moradores descendem de comunidades tradicionais que praticavam agricultura familiar antes mesmo da criação do Parque.

Atualmente, além dos problemas decorrentes das ocupações indevidas, antigas e atuais, as administrações da UC têm convivido com os conflitos associados com o tráfico de drogas e ações de grupos de milicianos.

Com base no exposto, entende-se que a região de inserção do PEPB caracteriza-se por um quadro de contrastes socioeconômicos e culturais de grande complexidade, considerados grandes desafios para a sua gestão.

No entanto, de acordo com os resultados do DRP há o reconhecimento que vem ocorrendo avanço em relação à prática da gestão participativa no PEPB. A existência de um Conselho Consultivo do Parque mais atuante e o diálogo em construção entre as organizações da sociedade civil, os gestores da UC e o INEA é um reflexo dessa maior aproximação entre os atores sociais envolvidos na gestão dessa unidade de conservação urbana.

A construção do extenso banco de dados geográfico possibilitou executar as diversas análises multicritério e combinações que resultaram em mapas temáticos de síntese. Estes, por sua vez, representam subsídios aos tomadores de decisão, não apenas

em relação à gestão do PEPB, principalmente no que tange à delimitação da zona de amortecimento ou à redelimitação da UC, mas também em relação às normas de uso e de ocupação (Plano Diretor e PEU), que balizam os processos de licenciamento para novas áreas construídas.

A observação do mapa de risco de ocorrência de movimentos de massa e da distribuição de registros desses processos no passado permitiria à Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro agir localmente nas áreas mais críticas, por meio de seus órgãos competentes – Fundação GEO-RIO, Sistema Alerta-Rio, secretarias de Obras e de Meio Ambiente, por exemplo – para investigar mais detalhadamente essas áreas quanto ao risco de ocorrência de movimentos de massa, à distribuição espacial de chuvas intensas ou moderadas por dias sucessivos, à definição de locais para implementação de obras de contenção de encostas e à seleção de terrenos desnudados ou de vegetação rasteira para serem reflorestados.

Entretanto, o processo de elaboração de diversas bases de dados georreferenciadas não foi trivial e detectou falhas nos bancos de dados convencionais e espaciais de instituições, os quais necessitaram de correção e de nova formatação.

Nesse sentido, foram feitas a seguir algumas considerações e recomendações quanto à qualidade e detalhamento dos dados espaciais e convencionais utilizados, que foram obtidos junto a órgãos públicos responsáveis e sobre os mapas que foram gerados durante a pesquisa.

Os mapas temáticos digitais de Geologia e de Pedologia oriundos, respectivamente, do DRM e da EMBRAPA, existem e estão disponibilizados apenas em escala de semi-detalle (1:50.000). A análise de risco de movimentos de massa em escala urbana e intra-urbana requer levantamentos geológicos (quanto à composição litológica e condição estrutural) e pedológicos (distribuição de solos e sua composição mineralógica e condição estrutural) realizados em maior detalhamento. Mesmo recorrendo a esses mapas temáticos em escala mais generalizada (1:50.000) em comparação à escala analítica e mapeamento da pesquisa de tese (1:10.000), foi possível atingir um resultado considerado satisfatório quanto à análise espacial de risco de ocorrência de movimentos de massa. No entanto, recomenda-se, dentro dessa questão, que sejam realizados levantamentos sistemáticos geológicos e pedológicos em maior nível de detalhe.

Dentro dessa perspectiva e reconhecendo a dificuldade para gerar mapeamentos geológicos e pedológicos em escalas sistemáticas maiores do que aquelas atualmente

disponíveis (1:50.000), recomenda-se que sejam estabelecidos convênios e parcerias da Fundação GEO-RIO com órgãos competentes, como a EMBRAPA e a CPRM, e com universidades, a exemplo do convênio do DRM com a UERJ e a UFRJ.

A INDE¹ - Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – representa um exemplo de iniciativa importante na organização, estruturação e disponibilidade de dados georreferenciados (geoespaciais) em diferentes escalas de análise e de mapeamento. A INDE originou-se com o propósito de catalogar, reunir e integrar diversos dados geoespaciais existentes em instituições governamentais que produzem e atualizam tais dados. Deste modo, os diversos dados poderão ser localizados, acessados, e processados por qualquer usuário com acesso a internet. Essa iniciativa promoverá avanços importantes aos trabalhos de mapeamentos e a pesquisas que executam análises espaciais.

Os arquivos espaciais georreferenciados em formato *shape* referentes às curvas de nível (equidistância de 5 m) e às linhas de drenagem (rede hidrográfica) cedidos pelo Instituto Municipal Pereira Passos (IPP), folhas topográficas na escala 1:10.000 (baseado em aerofotos de 1999), continham erros de vetorização, os quais, se não fossem corrigidos, poderiam dar origem a resultados incoerentes. Esses arquivos demandaram trabalhos de digitalização das referidas bases para que as mesmas fossem consideradas adequadas para aplicação nas análises multicritério.

Recomenda-se um esforço, por parte do setor de Cartografia e Geoprocessamento do IPP, para que sejam corrigidos e atualizados os arquivos digitais (em formato *shape*) de drenagem e de curvas de nível, de modo que o pesquisador possa realmente ter acesso a um produto cartográfico de melhor qualidade e possa gerar produtos também confiáveis derivados deles, como, por exemplo, os MDT (modelos digitais de terreno). A partir destes, poderiam ser gerados outros produtos cartográficos essenciais a uma análise integrada direcionada ao risco de ocorrência de movimentos de massa, como os mapeamentos de altimetria, de declividade, de orientação de encostas e de geometria de encostas.

Os dados cedidos pela Defesa Civil Municipal (DCM), considerados extremamente importantes como os pontos de ocorrência de deslizamentos, de quedas de blocos, de ameaças de desabamentos de imóveis, estavam apenas na forma de planilhas eletrônicas (em formato do Excel), a partir somente de 1997. A série histórica

¹ Informações disponíveis em < http://www.inde.gov.br/?page_id=40>

organizada foi considerada curta para análises, por exemplo, da ciclicidade de eventos e de processos dessa natureza. Se tais dados já existissem na forma de mapas digitais facilitaria o trabalho da própria instituição, bem como agilizaria a pesquisa científica baseada neles. O fato de não existirem ainda de modo espacializado, acarretou todo um esforço de georreferenciamento por meio de aplicativo desenvolvido no âmbito do convênio entre o Laboratório de Geoprocessamento da Faculdade de Geologia da UERJ (LABGIS) e o IPP, para poder gerar mapas de distribuição espacial desses registros. O trabalho de georreferenciamento completo (Personal Geocode e geração de arquivo kml no Google Earth) consumiu um período de quase seis meses.

Recomenda-se à DCM armazenar os dados das ocorrências atendidas por meio de aparelhos de GPS (de preferência, usando modelos mais modernos que tiram fotos georreferenciadas). O registro em cadernetas de campo deve continuar sendo obrigatório. Este registro, acompanhado das coordenadas UTM levantadas por GPS, evitaria um dispêndio grande de tempo e de recursos financeiros no trabalho de mapeamento e de monitoramento das ocorrências registradas. Os mapeamentos poderiam ser separados por tipologia de ocorrência, por exemplo. A análise desses mapas permitiria observar o arranjo espacial desses pontos e possibilitaria ao pesquisador ou ao tomador de decisão inferir sobre as possíveis áreas-fonte de rocha e solo em caso de movimentos de massa. Esses mapas sobrepostos a um outro, como o mapa de uso do solo e cobertura vegetal, facilitaria a identificação de prováveis usos impactantes que poderiam contribuir para aumentar a suscetibilidade à ocorrência de deslizamentos, por exemplo.

A capacitação de socorristas e bombeiros da DCM em relação ao manuseio e leitura do GPS e à elaboração de mapas a partir desses registros de campo, poderia ser realizada por meio de convênios ou parcerias com universidades.

Em relação aos registros pluviométricos que possibilitam o mapeamento da distribuição de chuvas, as quais representam um fator crucial para o desencadeamento de movimentos de massa, recomenda-se que o Sistema Alerta Rio estude a melhor localização para implantação de uma nova estação pluviométrica em porção elevada no Maciço da Pedra Branca, em encostas orientadas para o sul, principalmente. A inexistência de registros de chuvas em altitudes elevadas acarretou resultado subestimado na interpolação realizada com os dados disponíveis das trinta e duas estações pluviométricas em funcionamento do Sistema Alerta Rio. A nova estação sugerida permitiria conhecer os índices pluviométricos médios decorrentes das chuvas

orográficas nas encostas direcionadas para o sul, que recebem os ventos úmidos vindos do Oceano Atlântico. Uma solução viável seria a instalação dessa estação na Subsede do Camorim, onde existe um maior controle por parte dos gestores do PEPB (INEA) e poderia ser em parceria com a Fundação GEO-RIO, inserida ao Sistema Alerta Rio.

Os dados referentes às licenças urbanísticas concedidas para construção e/ou implementação de empreendimentos no município como um todo, assim como os registros da DCM, também estavam em formato convencional, em uma planilha eletrônica construída no Excel. Já os dados referentes às licenças ambientais, embora também tivessem sido disponibilizados como tabela de atributos, a mesma continha uma coluna com as coordenadas UTM de cada empreendimento licenciado. A SMAC exige que as coordenadas UTM sejam incorporadas ao projeto de construção na ocasião da solicitação da licença. Isso facilitou o mapeamento das licenças ambientais concedidas pela SMAC.

Os pontos referentes às licenças urbanísticas e ambientais deveriam ser plotados em arquivos digitais, separadas por tipo e por anos da concessão. Tal procedimento permitiria à Prefeitura e a especialistas ter a visibilidade quanto ao quadro evolutivo das ocupações, observando o adensamento e o seu posicionamento em relação ao entorno. Esse arquivo digital poderia ser sobreposto a outros mapas temáticos, até mesmo para dar suporte a novas concessões. Por exemplo, a sobreposição do mapa digital com a localização das licenças já concedidas com o mapa de uso do solo e cobertura vegetal ou com o mapa de risco de ocorrência de movimentos de massa, ou ainda, com o mapa de restrições legais à preservação da vegetação ou ao mapa de zoneamento urbano. Enfim, haveria diversas possibilidades de sobreposições e cruzamentos da informação espacial. Os produtos dessas sobreposições permitiriam ao poder público identificar se os locais dos novos empreendimentos estariam situados em áreas de risco de ocorrência de movimentos de massa ou se estariam previstos para serem instalados em terrenos que deveriam compor a zona de amortecimento do PEPB, aumentando ainda mais as pressões sobre ele e originando novos conflitos territoriais e impactos ambientais futuros.

Os órgãos públicos, embora cada vez mais incorporem o Geoprocessamento na produção de mapas digitais, de um modo geral, poderiam atuar de modo mais integrado e espacializar dados, até então, existentes no formato convencional. A perspectiva de execução de análises espaciais integradas deveria conduzir os procedimentos de gestão urbana e ambiental. Com isso, muitos dados que hoje estão apenas no formato

convencional, como as tabelas de atributos (formato Excel, por exemplo), poderiam ser georreferenciados.

De modo a amenizar as pressões no entorno do PEPB, é imprescindível a ação conjunta entre Estado e Município, além da comunicação entre o Plano de Manejo do PEPB e o Plano Diretor Municipal. Órgãos da mesma esfera política, como as secretarias municipais e de esferas diferentes (PCRJ e INEA), deveriam atuar de forma conjunta em relação ao estabelecimento de critérios ambientais para a escolha de novas áreas sujeitas a projetos de expansão urbana, concessão de novas licenças urbanísticas e ambientais, mapeamento de áreas de risco de deslizamento ou queda de blocos, definição de áreas para obras de contenção, seleção de áreas para reflorestamento, entre outras. Além disso, as decisões acerca de onde e como ocupar terrenos por novas áreas construídas, poderiam ser calcadas em conhecimentos científicos e em mapeamentos representativos.

A escala de análise adotada nesta pesquisa de tese foi 1:10.000, que é a escala de mapeamento sistemático disponível pelo IPP. É uma escala que permite realizar o mapeamento com relativo detalhe do município, porém análises de risco de ocorrência de movimentos de massa ou o zoneamento urbano requerem mapeamentos em escala de maior detalhe ainda.

A representação na escala 1:10.000, mostra as feições mapeadas segundo a relação 1cm no mapa representa 100 m no terreno real. Distâncias reais como 10 m, na referida escala, somente “aparecem” com a medida no papel de 1 mm. Isso significa que análises de distâncias menores do que 100 m dependem de escalas cartográficas maiores do que 1:10.000. Não se deve esquecer que, mesmo utilizando a ferramenta do *zoom* nos SIGs, isso representa apenas a ampliação da representação gráfica, não significando ganho ou incorporação de novas informações ao mapa digital.

Nesse sentido, a Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro deveria investir no setor de Cartografia e Geoprocessamento para que documentos cartográficos, em formato digital, em escalas maiores do que 1:10.000 possam ser produzidos sistematicamente e disponibilizados para a comunidade científica. Com isso, será possível elaborar novas análises espaciais, cujos mapeamentos derivados possam servir como subsídios para a tomada de decisão quanto ao planejamento territorial urbano e para a gestão ambiental da cidade, especialmente das áreas protegidas.

Esses mapeamentos sistemáticos em escalas maiores do que 1:10.000 serviriam de apoio ao monitoramento do processo de ocupação, tanto formal como irregular, como

suporte aos licenciamentos urbanístico e ambiental, como base sobre a qual poderiam ser lançados, com maior nível de precisão, os pontos/os registros de ocorrência de deslizamentos, de desabamentos, de rolamentos de blocos, entre outros. Além disso, permitiria melhor avaliar os avanços das ocupações em encostas em direção às áreas protegidas da cidade. Os mapeamentos em escalas mais detalhadas permitiriam também definir, com mais precisão, os limites da UC, estabelecer os marcos físicos do Parque sugeridos pelo DRP. Em casos de redelimitação ou de desapropriação, remoção, recategorização, a escala mais detalhada permitiria definir traçados com maior precisão e daria apoio aos trabalhos de campo.

Nessa direção, a aquisição e uso de imagens de satélite de alta precisão permitem o reconhecimento de alvos menores na área imageada, facilitando a elaboração de mapas mais detalhados. A resolução temporal dos satélites também tem evoluído, i.e., o número de dias para que a mesma área seja imageada vem diminuindo. Além disso, os custos de aquisição de imagens de alta resolução ortorretificadas também vêm sendo progressivamente reduzidos. Consequentemente, o uso de imagens sucessivas, facilitaria o trabalho de monitoramento da expansão das áreas construídas, possibilitando identificar rapidamente se tais construções estão localizadas em áreas protegidas, como alguma APP ou unidade de conservação de proteção integral. Neste caso especificamente, a interpretação de imagens de alta resolução permitiria visualizar as extensões das áreas ocupadas ou construídas dentro dos limites das UC. Esse mapeamento prévio facilitaria o trabalho de cadastro de moradores no interior do Parque, que também representa uma demanda dos moradores do local para realizar a regularização fundiária, conforme a dinâmica de DRP realizada. As imagens de alta resolução também possibilitariam identificar as áreas de plantio de bananas e de outros cultivos em área inserida no PEPB.

Com base nas considerações supracitadas, reconhece-se que o uso do Geoprocessamento (do Sensoriamento Remoto no caso do Uso do solo e cobertura vegetal, do GPS para dados inferidos em campo e do SIG para as análises espaciais) permitem o manuseio e interação de grande quantidade de dados convencionais e espaciais, e pode contribuir para a sua periódica atualização, de maneira rápida e eficiente, produzindo informações com alto nível de precisão e confiabilidade. Tal fato é de extrema relevância, especialmente quando se trata de uma Unidade de Conservação em área urbana como o PEPB, sujeita à intensa e progressiva pressão antrópica e a problemas ambientais derivados.

De acordo com os levantamentos bibliográficos e com diversos dados levantados durante a pesquisa, ficou evidenciado que muitos dos problemas observados atualmente no PEPB e no seu entorno imediato resultam de um histórico de políticas públicas que nunca se preocuparam, efetivamente, em consolidar os territórios dos Parques por meio de ações administrativas e operacionais no campo da regularização fundiária, fiscalização e ações educativas, entre outras.

Na presente tese, os procedimentos metodológicos adotados para delimitar a zona de amortecimento (ZA) do PEPB basearam-se, entre outros aspectos, em dois critérios estabelecidos pelo IBAMA (2002) e pelo INEA (2010).

No entanto, concluiu-se que não há, no contexto da cidade do Rio de Janeiro e, particularmente, na Zona Oeste, como estabelecer uma faixa contígua de ZA no PEPB, situado em um contexto intensamente urbanizado, com as encostas no entorno das áreas protegidas sofrendo diversas pressões antrópicas, com grandes variações de uso e de cobertura vegetal.

Embora não tenha sido possível estabelecer uma faixa contígua para uma ZA no PEPB, foi possível indicar áreas prioritárias para serem inseridas na mesma. Essas áreas prioritárias somente foram possíveis de serem estabelecidas devido aos diversos levantamentos de dados de diferentes naturezas, fontes e escalas, aos mapeamentos derivados desses dados e às análises espaciais multicritério que culminaram no Mapa de Risco de Ocorrência de movimentos de massa (Figura 51).

O cruzamento do mapa da combinação entre risco de ocorrência de movimentos de massa e APP com o mapa de uso do solo e cobertura vegetal foi fundamental, pois possibilitou observar a contiguidade de áreas verdes em proximidade às áreas críticas, sujeitas a esses processos físicos, como é possível observar na Figura 62, principalmente, nos bairros de Jacarepaguá, Taquara, Camorim e Vargem Grande. Essas áreas verdes contíguas seriam prioritárias quanto a futuras recomposições da vegetação, dentro da proposta do Mosaico Carioca e do Corredor Verde.

A consolidação de muitas dessas ocupações bem próximas ao PEPB e em alguns trechos avançando para além dos seus limites, deixaria de fora da proposição da zona de amortecimento, em um primeiro momento, os terrenos já ocupados. No entanto, os níveis médios e elevados de riscos de ocorrência de movimentos de massa, associados a áreas que supostamente deveriam estar preservadas (APP), fazem com que tais ocupações possam ser revistas ou alvos de diagnósticos ou ainda de planos de ação para minimização do risco e para recomposição vegetal, como é observado no bairro da

Taquara. Nesses casos, recomenda-se a redefinição dos atuais limites do Parque, após investigação mais detalhada e aproveitamento dos dados já disponíveis. Para isso, algumas áreas deverão ser excluídas da UC ou sofrer recategorização de manejo, particularmente aquelas fortemente degradadas e com maiores problemas fundiários.

Em trechos onde há predomínio de floresta preservada (Figura 76), recomenda-se que se mantenham íntegros, por meio da sua incorporação aos limites do PEPB ou que sejam incorporadas à zona de amortecimento. Uma vez fazendo parte da zona de amortecimento da UC, caberá ao gestor da unidade e à própria Prefeitura planejarem usos restritos mais sustentáveis, que possam funcionar como proteção, em conformidade com a Lei nº 9985/2000 (Lei do SNUC).

Ressalta-se que o próprio Conselho Consultivo propõe que os gestores da UC estudem a possibilidade de implementação de nova categoria de manejo - a Reserva de Agrobiodiversidade – que serviria como mecanismo para a preservação da pequena agricultura posta em prática por populações tradicionais ou nativas no PEPB e no seu entorno imediato.

O PEPB por ser uma UC urbana, rica em recursos naturais, intensamente manejada no passado e cujo território ainda necessita de grandes investimentos em ações de reflorestamento e de manutenção de seus limites, traz enormes desafios para a sua gestão, já que a isenção da ocupação humana pode ser considerado um equívoco. A gestão do PEPB necessariamente deverá envolver a preservação e a motivação da cultura das populações tradicionais ali já existentes, fazendo também um trabalho de conscientização ambiental, uma vez que foram e ainda são esses habitantes aqueles que historicamente apoiaram a fiscalização ao longo dos anos, colaborando para a diminuição da pressão urbana sobre os recursos naturais da UC. O Conselho Consultivo do PEPB entende que a agricultura praticada historicamente nesta área deve ser considerada como paisagem cultural da cidade e importante atividade socioeconômica e geradora de vínculos territoriais.

Reforça-se que, após a implementação da ZA do PEPB, será necessário instituir formas de planejamento e de gestão, que contribuam para conter as pressões antrópicas sobre o sistema natural da UC, que minimizem os conflitos territoriais existentes com as populações tradicionais e que, ao mesmo tempo, possibilitem o sustento econômico das mesmas. As medidas sugeridas a seguir baseiam-se nos resultados alcançados, nas reuniões realizadas no âmbito do Conselho Consultivo do PEPB e em estudos pretéritos realizados nesta UC:

a) estabelecimento de um Acordo de Cooperação Técnica entre o INEA e a as secretarias municipais de Urbanismo, de Habitação e de Meio Ambiente para acompanhamento na elaboração dos PEUs e nas concessões de licenças para construção de novos empreendimentos ou para a sua ampliação;

b) aumento da fiscalização oficial do PEPB e a inserção da população local no controle efetivo da expansão urbana para o interior e no entorno imediato da área protegida;

c) regulação de uso e de ocupação do solo, de forma associada ao licenciamento e fiscalização para essas áreas, com consultas à administração do PEPB, prevendo, se necessário, ajustes na legislação de uso e ocupação do solo, com sugestão de tipologias urbanísticas associadas a densidades mais adequadas (com formas de ocupação mais sustentáveis) para o entorno imediato do PEPB;

d) definição de áreas de interesse ambiental (além daquelas do entorno imediato, já sugeridas para proteção) que visem à qualificação do mosaico do entorno do PEPB (áreas de baixada, lagoas, entre outros), devendo existir restrições para a apropriação das mesmas;

e) elaboração de laudos de especialistas em campo (entre as diversas esferas de órgãos públicos que trabalhem em parceria) para os casos das áreas classificadas como de moderado a elevado risco de ocorrência de movimentos de massa, principalmente em relação às áreas sobre as quais incidam políticas de regularização fundiária;

f) recomposição da vegetal em áreas degradadas no interior e no entorno do Parque, principalmente aquelas classificadas como de moderado a elevado risco de ocorrência de movimentos de massa e situadas em APP. Recomenda-se que tal recomposição seja feita prioritariamente em áreas contíguas à cobertura vegetal, visando, inclusive, à manutenção do patrimônio genético;

g) proposição de alternativas econômicas sustentáveis que venham a substituir o cultivo da banana, considerado degradante ao meio ambiente. Nas reuniões do Conselho Consultivo foi sugerida a substituição do cultivo da banana por outros ecologicamente compatíveis e economicamente rentáveis, como, por exemplo, os cultivos de palmito, de plantas medicinais, de mudas de espécies nativas para reflorestamento, entre outros. Há mais de dez anos COSTA (2002) também sugeriu a substituição do cultivo de banana pela agrosilvicultura;

h) em reuniões do Conselho Consultivo foi sugerido que se busque pela inclusão da população local em atividades e projetos realizados no PEPB, tais como programas

de capacitação, de geração de renda e desenvolvimento social e de fortalecimento dos vínculos entre comunidades locais com a administração do Parque e com este território protegido. Nessa direção, COSTA (2002) já havia feito uma sugestão, ainda válida e pertinente atualmente, que foi a necessidade de fomento ao ecoturismo e ao lazer controlado nas áreas de maior potencial para essa atividade, com aproveitamento da mão-de-obra local;

i) criação de Programa de Educação Ambiental, direcionado para a conservação dos recursos naturais da UC, disseminando na população residente atividades capazes de minimizar situações de riscos e de degradação.

O conhecimento adquirido com esta pesquisa de tese representa mais uma contribuição para a gestão de uma unidade de conservação urbana complexa, o PEPB. Os resultados obtidos não representam a finitude de levantamentos e da caracterização da área do entorno do Parque. Pelo contrário, colocam-se como ferramentas a serem apropriadas durante a implementação do Plano de Manejo, recém aprovado. A partir dos resultados aqui apresentados, novos estudos em escala de maior detalhe serão necessários para que mais dados e informações específicos possam ser gerados para subsidiar as tomadas de decisão em direção à uma melhor qualidade ambiental do município do Rio de Janeiro. Tal fato é de grande relevância, principalmente, se forem consideradas as modificações na mobilidade e as obras de infraestrutura da cidade, particularmente nos bairros do entorno do PEPB, que deverão ser implantadas para a Copa do Mundo de 2014 e para a Olimpíada de 2016.

Deve-se ressaltar que os procedimentos metodológicos propostos e adotados na área de estudo podem ser replicados para outras unidades de conservação, as quais precisam delimitar as suas zonas de amortecimento, como também em circunstância de revisão do plano de manejo, o que pode demandar a redelimitação das mesmas, ou então, dos limites dos próprios parques.

A perspectiva adotada nesta tese considerou as áreas sujeitas a movimentos de massa e as APP como critérios balizadores para a definição das áreas indicativas para inclusão em futura zona de amortecimento do PEPB. Novas análises espaciais podem ser produzidas e sugeridas, considerando outros critérios estabelecidos pelo IBAMA (2002) e pelo INEA (2010). Os resultados permitirão maiores refinamento e detalhamento das informações geográficas mapeadas, possibilitando melhor definir as zonas de amortecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. de A. A cidade, a montanha e a floresta. In: ABREU, M. de A. (Org.) **Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esportes, Departamento Geral de Documentação e Informação Cultural, Divisão de Editoração, 1992. Cap. 4, p. 54-103.

ABREU, S. F. O Distrito Federal e seus Recursos Naturais. **Biblioteca Geográfica Brasileira**. Rio de Janeiro, IBGE. 1957. 14:46-63.

ACSELRAD, H. Ambientalização das Lutas Sociais - o caso do movimento por Justiça Ambiental. **Estudos Avançados**, São Paulo, v 24, n. 68, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142010000100010&lng=en&nrm=iso> Acesso em: 10 jan 2011.

ADGER, N. W. Social vulnerability to climate change and extremes in coastal Vietnam. **World Development**, v. 27, n. 2, p. 249–269, 1999.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Sala de Situação**, Brasília, DF: ANA, 2012. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/saladesituacao/saladesituacao.aspx>> Acesso em: 06 ago. 2012.

ALVES, H. P. da F. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. **Revista Brasileira de Estudos Populacionais**, v. 23, n.1, p. 43-59, jan. / jun. 2006.

AMORIM, R. C. F. et al. **Avaliação de dois métodos de espacialização da precipitação pluvial para o Estado de Alagoas**. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/14-683beddf6f8eeb51b0fe2176fecb36ee.pdf>> Acesso em: 03 fev. 2012.

AMARAL, C. P. do. **Escorregamentos no Rio de Janeiro: Inventário, Condicionantes Geológicas e Redução do Risco**. 1996. 269 p. Tese (Doutorado) - Departamento de Engenharia Civil, PUC-Rio, Rio de Janeiro, 1996.

AMARO, A. Consciência e cultura do risco nas organizações. **Territorium**, n. 12, p. 5-9, 2005.

ÂNGELO, J. R. **(Re) Produção do Espaço Urbano de Juiz de Fora - MG e Distribuição Espacial da Tuberculose**. 2008. 126 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2008.

ARAÚJO, E. C. de Preservação ambiental de cidades: uma tradução jurídica e urbanística do Estatuto das Cidades. **Cadernos Metrópole/Observatório das Metrópoles**, v. 19, p. 67-79, 2008.

ARAÚJO, M. A. R. **Unidades de Conservação no Brasil: da República à Gestão de Classe Mundial**. Belo Horizonte: SEGRAC, 2007. 272 p

ARONOFF, S. **Geographic Information Systems: A Management Perspective**. Ottawa: WDL Publications, 1995. 249 p

BECKER, B. [Prefácio do livro]. In: GUERRA, A. J. T., Coelho, M. C. N. (Org.) **Unidades de conservação: abordagens e características geográficas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. p. 17–19.

BENSUSAN, N. **Conservação da Biodiversidade em áreas protegidas**. Rio de Janeiro: Ed. da FGV, 2006. 176 p

BERNARDES, N. Notas sobre a ocupação humana da montanha no Estado da Guanabara. In: ABREU, M. de A. (Org.) **Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esportes, Departamento Geral de Documentação e Informação Cultural, Divisão de Editoração, 1992. Cap. 8, p. 259-284.

BRASIL. Decreto nº 84.017, de 21 de setembro de 1979. Aprova o Regulamento dos Parques Nacionais Brasileiros. 1979. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/D84017.htm>. Acesso em: 22 jul 2012.

_____. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 22 jul 2012.

_____. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, Senado, 1988.

_____. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm>. Acesso em: 20 jul. 2012.

_____. Decreto nº 3.179, de 21 de setembro de 1999. Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D3179.htm>. Acesso em: 13 out 2012.

_____. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm>. Acesso em: 22 jul 2010.

_____. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm>. Acesso em: 20 jul 2012.

_____. Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009. Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas; altera o Decreto-Lei nº 3.365, de 21 de junho de 1941, as Leis nºs 4.380, de 21 de agosto de 1964, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 8.036, de 11 de maio de 1990, e 10.257, de 10 de julho de 2001, e a Medida Provisória nº 2.197-43, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L11977.htm#art47ii>. Acesso em: 22 jul 2012.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 245, de 11 de julho de 2011. Reconhece o Mosaico Carioca. 2011. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/mosaicos/portaria-carioca.pdf>>. Acesso em: 15 mar 2013.

_____. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nºs 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. 2012ª. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm#art24>. Acesso em: 18 fev 2013.

_____. Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. 2012b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12727.htm>. Acesso em: 02 mai 2013.

BRAUN, B. S. **Comunidade de moluscos em córregos impactados da Macrobaçia das Lagoas Costeiras de Jacarepaguá, RJ**. 2005. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

BREDARIOL, C.; VIEIRA, L. **Cidadania e Política Ambiental**, Rio de Janeiro: Record, 1998.

BUENO, N. P. E. Unidades de Conservação - caracterização e relevância social, econômica e ambiental: um estudo acerca do Parque Estadual Sumaúma. **Revista Eletrônica Aboré**, p. 1-14, mar. 2007.

BUMPASS, L. What's Happening to the Family? Interactions Between Demographic and Institutional Change. **Demography**, v. 27, n. 4, p. 483-498, nov. 1990.

CÂMARA, G., MEDEIROS, J. S. de. **Geoprocessamento em Projetos Ambientais**. 2. ed., São José dos Campos: INPE, 1998. 424 p.

CANNON, S. H., ELLEN, S. Rainfall conditions for abundant debris avalanches in the San Francisco Bay region. **California Geology**, v. 38, p. 267–272, 1985.

CARDINALI M. et al. Rainfall induced landslides in December 2004 in south-western Umbria, central Italy: types, extent, damage and risk assessment. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, v. 6, p. 237–260, 2006.

CARTIER, R. et al. Vulnerabilidade social e risco ambiental: uma abordagem metodológica para avaliação de injustiça ambiental. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 25, n. 12, p. 2695-2704, dez. 2009.

CASTRO, A. L. C. **Manual de Desastres: desastres naturais**. Brasília, DF: Ministério da Integração Nacional, 2003. 174 p.

CASTRO JÚNIOR, E., COUTINHO, B. H. , FREITAS, L. E. de. Gestão da biodiversidade e áreas protegidas. In: GUERRA, A. J. T.; Coelho, M. C. N. (Org.). **Unidades de Conservação: abordagens e características geográficas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. p. 26-65.

CARVALHO, C. S.; GALVÃO, T. (Org.). **Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais**. Brasília, DF: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 2006. 111 p.

CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S. de; OGURA, A. T. (Org.). **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Brasília, DF: Ministério das Cidades; São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2007. 176 p.

CARVALHO, S. N. de. Estatuto da Cidade: aspectos políticos e técnicos do plano diretor. **São Paulo em Perspectiva**, v. 15, n. 4, p. 130–135, 2001.

CENTRO DE INFORMAÇÕES E DADOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Índice de Qualidade dos Municípios – Verde (IQM-Verde)**. Rio de Janeiro: CIDE, 2000. 80 p.

CENTRO DE INFORMAÇÕES E DADOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Índice de Qualidade dos Municípios – Verde II (IQM-Verde II)**. Rio de Janeiro: CIDE, 2003. 156 p.

CERRI, L. Riscos geológicos associados a escorregamentos na Região Metropolitana de São Paulo. In: SEMINÁRIO DOS PROBLEMAS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO, 1992, São Paulo. **Anais...**São Paulo: ABAS/ABGE/ SBG, 1992. p. 209-225.

CHERLIN, A. Going to extremes: family structure, children's well-being, and social science. **Demography**, v. 36, n. 4, p. 421-428, nov., 1999.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: E. Blücher, 1980.

CIFUENTES, M. A.; IZURIETTA, A.; FARIA, H. H. **Medición de la efectividad del manejo de áreas protegidas**. Turrialba: WWF, UICN & GTZ, 2000. 105 p.

CINTRA, D. P., OLIVEIRA, R. R., REGO, L. F. G. Classificação de estágios sucessionais florestais através de imagens Ikonos no Parque Estadual da Pedra Branca, RJ". In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007. p. 1627-1629.

COE J. A. et al. Probabilistic Assessment of Precipitation-Triggered Landslides Using Historical Records of Landslide Occurrence. **Environmental & Engineering Geoscience**, v. 10, n. 2, p. 103–122, May 2004.

COELHO, M. C. N. (Org.) **Unidades de conservação: abordagens e características geográficas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. p. 231-265.

COELHO NETO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a Geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (Org.) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p. 93-148.

CONCEIÇÃO, R. S. DA et al. Indicadores de infraestrutura de saneamento no Parque Estadual da Pedra Branca (RJ): subsídios ao desenvolvimento do ecoturismo em bases sustentáveis. **Olam: Ciência & Tecnologia** (Rio Claro. Online), v. 11, , n. 2, jul./dez., p. 31-55, 2011. Disponível em <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/olam/index>> Acesso em 08 janeiro 2012.

CONCEIÇÃO, R. S.; DORNELLES, L. M. A. Reflexões sobre a função ambiental das APPs frente à expansão urbana nos municípios de Duque de Caxias e Magé, Baixada Fluminense – RJ. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM MEIO URBANO, 2., 2012, Natal. **Abordagens, conflitos e perspectivas nas cidades brasileiras: anais...**, Natal: ANPUR, 2012. p. 1-17.

CONFALONIERI, U. E. C. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. **Revista Terra Livre**, São Paulo, ano 19, v. 1, n. 20, jan. / jul., p. 193-204, 2003.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução nº 428, de 17 de dezembro de 2010. Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências. 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=641>>. Acesso em: 18 jul. 2012.

COSTA, A. J. S. T. da. **Os caminhos da Exclusão Hidrológica no Rio de Janeiro (RJ)**. 2010. 200 p. Tese (Doutorado) - IFCH/Nepam, Unicamp, Campinas, 2010.

COSTA, N. M. C. da. **Geomorfologia Estrutural dos Maciços Litorâneos do Rio de Janeiro**. 1986. 112 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1986.

COSTA, N. M. C. da. **Análise do Parque Estadual da Pedra Branca por Geoprocessamento: Uma Contribuição ao seu Plano de Manejo**. 2002. 317 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

COSTA, N. M. C. da et al. Potencial de Erodibilidade das Bacias Hidrográficas do Maciço da Pedra Branca – RJ. In: MARAFON, G. J.; RIBEIRO, M. F. **Estudos de Geografia Fluminense.**, Rio de Janeiro: Infobook, 2001. Cap. 4, p. 153 -170.

COSTA, N. M. C. da; COSTA, V. C. da. Turismo Ecológico e Educação Ambiental no Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), Município do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Geográfica do Instituto de Pesquisa de Geografia e História (OEA)**, México, v. 1, n. 138, p. 71-87, 2006.

COSTA, N. M. C. da; COSTA, V. C. da; SANTOS, J. P. C. dos Definição e Caracterização de Áreas de Fragilidade Ambiental, com Base em Análise Multicritério, em Zona de Amortecimento de Unidades de Conservação. In: ENCUENTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 12., 2009, Montevideo. **Caminando en una América Latina en transformación**. Montevideo: EGAL, 2009.

COSTA, V. C. **Propostas de Manejo e Planejamento Ambiental de Trilhas Ecoturísticas: Um Estudo no Maciço da Pedra Branca – Município do Rio de Janeiro (RJ)**. 2006. 325 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

CUCCHI, F. et al. Intrinsic vulnerability assessment of Sette Comuni Plateau aquifer (Veneto Region, Italy). **Journal of Environmental Management**, London, v. 88, n. 4, p. 984–994, Sept. 2008.

CUTTER, S. Vulnerability to environmental hazards. **Progress in Human Geography**, v. 20, n. 4, p.529-539, Dec. 1996.

DAGNINO, R.S.; CARPI JR., S. Risco Ambiental: Conceitos e Aplicações. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v. 2, n. 2, p. 50-87, jul. /dez. 2007.

DAI F.C.; LEE C.F. Landslide characteristics and slope instability modeling using GIS, Lantau Island. **Geomorphology**, Hong Kong, v. 42, p. 213–228, 2002.

DAUPHINÉ, A. **Risques et catastrophes: Observer, spatialiser, comprendre, gérer**. Paris: A. Colin, 2001. 288 p.

DE MARTONNE, E. Problèmes Morphologiques du Brésil Tropical Atlantique. In: **Annales de Géographie**. Paris, 1940. p.106-29.

DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (Estado do Rio de Janeiro). **Folhas Vila Militar e Santa Cruz**. Rio de

Janeiro: DRM, 1982. Carta Geológica. Escala: 1:50.000.

DERECZYNSKI, C. P.; OLIVEIRA, J. S. de; MACHADO, C. O. Climatologia da precipitação no município do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 24, n. 1, p. 24–38, 2009.

DESCHAMPS, M. V. **Vulnerabilidade socioambiental na região metropolitana de Curitiba/PR**. 2004. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

DIOS, C. B.; MARÇAL, M. dos S. Legislação ambiental e a gestão de unidades de conservação: o caso do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba – RJ. In: GUERRA, A. J. T.; COELHO, M. C. N. (Org.) **Unidades de conservação: abordagens e características geográficas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. Cap. 5, p. 173-199.

DUNNE, T. Models of runoff processes and their significance. In: ASSEMBLY OF MATHEMATICAL AND PHYSICAL SCIENCES (U.S.). Geophysics Study Committee. **Scientific basis of water-resource management**. Washington, D.C.: National Academy Press, 1982. p. 17-30.

EASTMAN, J. R. **IDRISI Selva – Guia para SIG y Procesamiento de Imágenes: Manual Version 17**. 2011. Disponível em <<http://clarklabs.org/products/spanish-manual.cfm>> Acesso em 3 Maio 2012.

ERSKINE, W. D. River metamorphosis and environmental change in the Macdonald Valley, New South Wales, since 1949. **Australian Geographical Studies**, v. 24, n. 1, p. 88–107, Apr. 1986.

FAN-CHIEH Y. et al. Landslides and Rainfall Characteristics Analysis in Taipei City during the Typhoon Nari Event. **Natural Hazards**, v. 37, n. 1, p. 153-167, 2006. DOI: 10.1007/s11069-005-4661-0.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. do. Movimentos de Massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (Org.) **Geomorfologia e Meio Ambiente...**, Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 1996. Cap. 3, p. 123-194.

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, 160 p.

FRANCISCO, C. N. **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**. 1995. 226 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

FREITAS, M. M. DE et al. A influência dos remanescentes agro-pastoris do maciço da Pedra Branca na dinâmica hidrológica das encostas. In: OLIVEIRA, R. R. (Org.) **As marcas do homem na floresta: história ambiental de um trecho urbano de Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: Ed. PUC-RIO, 2005. Cap. 4, p. 143-164.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil) **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica: período 1995-2000**. São Paulo: INPE, 2002. Relatório Final.

FUNDAÇÃO GEO-RIO. **Mapa de Susceptibilidade ao Escorregamento**. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/mapa_risco> Acesso em . 01 out. 2009.

FUNDAÇÃO GEO-RIO Cartografia de risco quantitativo a escorregamentos em setores de assentamentos precários na cidade do Rio de Janeiro – Plano Municipal de Redução de Riscos. Rio de Janeiro: GEO-RIO, 2005. Disponível em: <<http://obras.rio.rj.gov.br/downloads/dl395-1.zip>> Acesso em: 16 fev. 2010.

FURIAN, S.; BARBIERO, L.; BOULET, R. Organisation of the soil mantle in tropical southeastern Brazil (Serra do Mar) in relation to landslides processes. **Catena (Cremlingen)**, Amsterdam, v. 38, n. 1, p. 65-83, 1999.

GALIANA-MARTÍN, L.; KARLSSON, O. Development of a Methodology for the Assessment of Vulnerability Related to Wildland Fires Using a Multi-Criteria Evaluation. **Geographical Research**. v. 50, n. 3, p. 304–319, Aug. 2012.

GEOAMBIENTE. **Mapeamento da Cobertura Vegetal e do Uso das Terras no Município do Rio de Janeiro no ano de 2010**. Relatório Técnico – Maciço da Pedra Branca. Abril, 2011.

GIRARDI, G. Gastos no País com desastres crescem 15 vezes em 6 anos. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 17 ago. 2012. Disponível em <<http://www.estadao.com.br/noticias/impreso,gastos-no-pais-com-desastres-crescem-15-vezes-em-6-anos-,917834,0.htm>>. Acesso em 20 ago. 2012.

GUANABARA (Estado). Lei Estadual nº 2.377, de 28 de junho de 1974. Cria o Parque Estadual da Pedra Branca e dá outras providências. 1974. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/legislacao/docs/2377.doc>>. Acesso em: 22 jul. 2013.

GUERRA, A. T. **Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1987. 446 p.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 2. ed., Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. Cap. 4, p. 149–209.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Degradação Ambiental. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B (Org.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**., Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. Cap. 7, p. 337-379.

GUERRA, A. J. T. O início do Processo Erosivo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 15-55.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. E. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. São Paulo: E. Blücher, 1984.

GUIMARÃES, J. P. Competência Constitucional dos Municípios em Matéria Ambiental. In: COUTINHO, R.; ROCCO, R. (Org.). **O direito ambiental das cidades**. Rio de Janeiro: DP&A, 2004. p. 67-83.

HANSEN, A. Landslide hazard analysis. In: BRUNSDEN, D.; PRIOR, D. B. (Ed.), **Slope Instability**. New York: J.Wiley, 1984. p. 523 - 604.

HEILBRON, M.; VALERIANO, C. M.; BESSA, M. P. Litoestratigrafia, evolução tectonometamórfica e magmatismo no Pré-Cambriano do setor sudeste do município do Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 3, 1993, Rio de Janeiro. **Atas...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia, 1993. p. 174-179.

HEILBRON, M. et al. Orogênese brasileira no seguimento central da Faixa Ribeira, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 249-266, 1995.

HOGAN, D. J. A relação entre população e ambiente: Desafios para a demografia. In: TORRES, H G; COSTA, H. **População e meio ambiente: debates e desafios**. São Paulo: Senac, 2000. p. 21-52.

HORTA, C. et al. Parque Estadual da Pedra Branca: a maior floresta urbana protegida do Brasil. In: IRVING , M; GIULIANI, G. M.; LOUREIRO, C. F. B. (Org.) **Parques estaduais do Rio de Janeiro: construindo novas práticas para a gestão**. São Carlos: Ed. RiMa, 2008, p 97-105.

HROMADKA II, T. V.; HROMADKA III, T. V.; PHILLIPS, M. Use of Rainfall Statistical Return Periods to Determine Threshold for Mass Wasting Events. **Environmental & Engineering Geoscience**, v. 16, n. 4, p. 343–356, Nov. 2010.

HUETTNER, M. Risks and opportunities of REDD+ implementation for environmental integrity and socio-economic compatibility. **Environmental Science & Policy**, v. 15, n. 1, p. 4-12, Jan. 2012.

IBAMA. **Roteiro Metodológico de Planejamento voltado para Parques Nacionais, Reservas Biológicas e Estações Ecológicas**. Brasília, 2002. 136 p.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>>. Acesso em: 02 fev. 2012.

IBGE. **Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 125 p.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (RJ). **Roteiro Metodológico para Elaboração de Planos de Manejo Parques Estaduais, Reservas Biológicas, Estações Ecológicas**. Disponível em: <www.inea.rj.gov.br>. Acesso em: 22 nov. 2011.

INSTITUTO MUNICIPAL DE URBANISMO PEREIRA PASSOS (Rio de Janeiro, RJ). **Indicadores Ambientais da Cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2005. 178 p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (SP). **Ocupação de Encostas**. São Paulo, 1991. (Publicação IPT, n. 1831).

INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS.. IPÊ-. Levantamento Preliminar para o Diagnóstico para o Plano de Manejo do Parque Estadual da Pedra Branca. São Paulo (SP), 2012 (Cópia preliminar impressa).

INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis Summary for Policy Makers**. 2007. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/>>. Acesso em: 10 out. 2009.

IRVING , M; GIULIANI, G. M.; LOUREIRO, C. F. B. (Org.) **Parques estaduais do Rio de Janeiro: construindo novas práticas para a gestão**. São Carlos: Ed. RiMa, 2008, 147 p.

JAKOB, A. A. E.; YOUNG, A. F. **O uso de métodos de interpolação espacial de dados nas análises sociodemográficas**, Disponível em: <http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2006/docspdf/ABEP2006_388.pdf> Acesso em 17 jun 2012.

JOURDAN, P. **Caracterização do Regime de Ventos Próximo à Superfície na Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. 2007. 62 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Meteorologia) - Departamento de Meteorologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

KALIPENI, E. Health and disease in southern Africa: a comparative and vulnerability perspective. **Social Science & Medicine**, v. 50, n. 7-8, p. 965-983, Apr. 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0277953699003482>>. Acesso em: 04 mar. 2010.

LAMEGO, A. R. O Homem e a Guanabara. Biblioteca Geográfica Brasileira. Rio de Janeiro, IBGE, 5, Série A Livros, 1948. 408p.

LEE, S. Soil erosion assessment and its verification using the Universal Soil Loss Equation and Geographic Information System: a case study at Boun, Korea. **Environmental Geology**, v. 45, p. 457-465, 2004.

LEPSCH, I. F. **Solos: formação e conservação**. São Paulo: Melhoramentos, 1993. 157 p.

LIEBER, R. R; LIEBER, N. S. R. O conceito de risco: Janus reinventado. In: MINAYO, M. C. S. (Org.). **Saúde e Ambiente Sustentável: estreitando nós**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2002.

LIMA e SILVA, P. P.; GUERRA, A. J. T.; DUTRA, L. E. D. Subsídios para avaliação econômica de impactos ambientais. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Org.) **Avaliação e perícia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Russel, 1999.

LUMBRERAS, J. F.; GOMES, J. B. V. **Mapeamento pedológico e interpretações úteis ao planejamento ambiental do Município do Rio de Janeiro**. Sergipe: Embrapa Tabuleiros Costeiros; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004.

MACHADO, P. A. L. Áreas Protegidas: a Lei nº 9985/2000. In: BENJAMIN, A. H. **Direito ambiental das áreas protegidas: o regime jurídico das Unidades de Conservação**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2001. p. 249 - 317.

MAIO, C. R. Evolução geomorfológica do Maciço da Pedra Branca. Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, UERJ, 1978. 125p. il. Monografia (graduação) IGEO UERJ.

MARANDOLA JUNIOR, E.; HOGAN, D. J. Riscos e Perigos: o estudo geográfico dos natural hazards. In: ENCONTRO TRANSDISCIPLINAR SOBRE ESPAÇO E POPULAÇÃO, 1., 2003, Campinas. **Anais...**, Campinas: Nepo/Abep, 2003. CD-ROM.

MARANDOLA JUNIOR, E.; HOGAN, D. J. Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 7, n. 2, p. 95-110, 2004a.

MARANDOLA JUNIOR, E.; HOGAN, D. J. O risco em perspectiva: tendências e abordagens. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 2., 2004, Indaiatuba. **Anais...**, Indaiatuba: ANPPAS, 2004b. CD-ROM.

MARANDOLA JUNIOR, E.; HOGAN, D. J. Vulnerabilidade: esboço para uma discussão conceitual. In: SEMINÁRIO SOBRE QUESTÃO AMBIENTAL URBANA: EXPERIÊNCIAS E PERSPECTIVAS, 1., 2004, Brasília. **Anais...**, Brasília: Neur/Ceam, 2004c. CD-ROM.

MARANDOLA JUNIOR, E.; HOGAN, D. J. Vulnerabilidade e riscos: entre a Geografia e a Demografia. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS DA ABEP, 14. 2004, Caxambu. **Anais...**, Caxambu: Abep, 2004d. CD-ROM.

MARANDOLA JUNIOR, E.; HOGAN, D. J. Vulnerabilidades e riscos: entre Geografia e Demografia. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 22, n.1, p. 29-53, jan./jul, 2005.

MARCELINO, E. V. **Desastres Naturais e Geotecnologias: conceitos básicos**. Santa Maria: INPE/CRS, 2007. 20 p. (Caderno Didático, n. 1).

MARCUZZO, F. F. N.; ANDRADE, L. R. DE; MELO, D. C. R. (2011) Métodos de Interpolação Matemática no Mapeamento de Chuvas do Estado do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Geografia Física**, n. 4, p. 793-804, 2011. Disponível em: <www.ufpe.br/rbgfe>. Acesso em: 5 mai. 2012.

MARICATO, E. Metrôpoles desgovernadas. **Estudos Avançados**, São Paulo , v. 25, n. 71, Abril. 2011 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142011000100002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 17 Ago. 2012..

MARQUES, J.S. **A Participação dos Rios no Processo de Sedimentação da Baixada de Jacarepaguá**. Rio Claro, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, 1990. 433p. il. Tese (doutorado) IGCE UNESP.

MCCARTY, L.S.; POWER, M. Approaches to developing risk management objectives: an analysis of international strategies. **Environmental Science & Policy**, v. 3, n. 6, p. 311-319, Dec. 2000.

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, p.55-73, 1968.

MENDONÇA, F. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, n. 10, p. 139-148, 2004.

MENDONÇA, J. F. B. **Solo: substrato da vida**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 129 p.

MENDONÇA-SANTOS, M. de L. et al. **Correlação pedológico-geotécnica do município do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009, 42 p.

MILANO, M. S. Unidades de Conservação: Técnica, Lei e Ética para a Conservação da Biodiversidade. In: BENJAMIN, A. H. **Direito ambiental das áreas protegidas: o regime jurídico das Unidades de Conservação**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2001. p. 3–41.

MINDER, J. R.; ROE, G. H.; MONTGOMERY, D. R. Spatial patterns of rainfall and shallow landslide susceptibility. **Water Resources Research.**, v.45, n. 4, Apr. 2009. DOI:10.1029/2008WR007027.

MOSAICO CARIOCA. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em <http://mosaico-carioca.blogspot.com.br/p/pnt_04.html>. Acesso em 12 jul 2012.

MOSER, C. The Asset Vulnerability Framework: Reassessing Urban Poverty Reduction Strategies. **World Development**, London, v. 26, n. 1, 1998.

MOTA, J. A. **O Valor da Natureza: Economia e política dos recursos ambientais**. Rio de Janeiro: Garamond, 2006, 200 p.

MOURA, A. C. M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. Belo Horizonte: Ed. da Autora, 2003. 294 p.

MOURA, A. C. M. Reflexões Metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em análise de multicritério. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE

SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, p. 2.899-2.906. Disponível em <<http://www.cgp.igc.ufmg.br/#>> Acesso em: 19 ago 2011.

MOURA, J. R. da S.; COSTA, V. C. da . Parque Estadual da Pedra Branca: o desafio da gestão de uma unidade de conservação em área urbana. In: GUERRA, A. J. T.;

NAME, L. dos P. M. Análise da ocupação proposta pelo PEU das Vargens tendo como foco densidades, infraestruturas e condições ambientais. **Arquitextos**, São Paulo, v. 10, jan. 2010. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/10.116/3382>>. Acesso em: 06 ago.2011.

NASCIMENTO, J. A. S. do. **Vulnerabilidade a eventos climáticos extremos na Amazônia Ocidental: uma visão integrada na bacia do rio Acre**. 2011. 285 p. Tese (Doutorado) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

OLIVEIRA, C. A. de ; SANTOS, C. J. F. Florestas Urbanas: normas de uso e ocupação do solo para proteção de unidade de conservação nas cidades. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 5, set. / out. 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0034-76122010000500005>> Acesso em 16 outubro 2011.

OLIVEIRA, R. R. de (Org.). **As marcas do homem na floresta: história ambiental de um trecho urbano de mata atlântica**. Rio de Janeiro: Ed. PUC-Rio, 2005. 232 p.

ORTIGÃO, J. A. R.; SAYÃO, A. (Coord.). **Manual técnico de encostas**. Rio de Janeiro: GEO-RIO, 1999. 4 v.

PAULA, L.T.; MARANDOLA JUNIOR, E.; HOGAN, D. J. Os Riscos do Vale: Análise preliminar da vulnerabilidade ambiental no São Bernardo. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 15., 2006, Caxambu. **Anais...** Caxambu: Abep, 2006.

PENHA, H. M. Geologia do Maciço da Pedra Branca, RJ. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 56, p. 355-356, 1984.

PEREIRA, E.C.; SOUZA, M. R. Interface entre Risco e População. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 15., 2006, Caxambu. **Anais...** Caxambu: Abep, 2006.

PINA, J. H. A.; SANTOS, D. G. **Qualidade Ambiental Urbana, Qualidade de Vida e Unidades de Conservação: o caso do Parque do Sabiá e do Parque Victório Siquierolli em Uberlândia**. Minas Gerais, Brasil. Disponível em: <http://egal2009.easyplanners.info/area07/7329_Pina_Jose_Hermano_Almeida.pdf> Acesso em: 02 maio 2011.

PORTAL BRASIL. **Desenvolvimento Sustentável: Áreas Protegidas**. **Revista Brasilis**. 2001. Disponível em: <<http://revista.brasil.gov.br/especiais/rio20/desenvolvimento-sustentavel/>> Acesso em: 14 fev 2013.

PORTAL BRASIL. **Brasil é líder global na criação de áreas protegidas**. Disponível em:

<<http://www.brasil.gov.br/cop10/panorama/o-que-o-brasil-esta-fazendo/brasil-e-lider-global-na-criacao-de-areas-protegidas>> Acesso em: 03 jun. 2013.

PORTO JUNIOR, R. **Petrologia das Rochas Graníticas das Serras da Pedra Branca e Misericórdia, Município do Rio de Janeiro**. 1993. 145 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 1993.

POWER, M.; MCCARTY, L.S. Risk-cost trade-offs in environmental risk management decision-making. **Environmental Science & Policy**, v. 3, n. 1, p. 31-38, Febr. 2000.

REBELO, F. **Riscos naturais e acção antrópica**. Coimbra: Imprensa da Universidade, 2003.

REINFIELDS, I.; NANSON, G. C. Torrents of Terror: the August 1998 Storm and the Magnitude, Frequency and Impact of Major Floods in the Illawarra Region of New South Wales. **Australian Geographical Studies**. v. 39, n. 3, p. 335-352, Nov. 2001.

RIBEIRO, M. F. **Análise da Qualidade de Vida por meio do Geoprocessamento na “Grande Tijuca”, Município do Rio de Janeiro (RJ)**. 2000. Monografia (Especialização em Geoprocessamento) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

RIBEIRO, M. F.; TRIANE, B. P.; COSTA, N. M. C. da. Zoneamento de Bacias Urbanas com base em processos hidrológicos e erosivos: uma aplicação no Maciço da Pedra Branca – RJ. In: NUNES, R. T. S.; FREITAS, M. A. V. de; ROSA, L. P. (Org.). **Vulnerabilidade dos recursos hídricos no âmbito regional e urbano**. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. p. 111 – 139.

RIBEIRO, et al. An Analysis of Monthly Rainfall and Its Relationship to the Occurrence of Mass Movement and Flooding in Pedra Branca Massif in the City of Rio de Janeiro. **Geographical Research**, versão *on line*, 2013 **Disponível em:** <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1745-5871.12015/abstract>> Acesso em 20 jul 1013

RIO DE JANEIRO (RJ). **Lei Complementar nº 111, de 1º de fevereiro de 2011**. Dispõe sobre a Política Urbana e Ambiental do Município, institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município do Rio de Janeiro e dá outras providências. 2011. Disponível em: <<http://mail.camara.rj.gov.br/APL/Legislativos/contlei.nsf/bff0b82192929c2303256bc30052cb1c/cdd6a33fa14df524832578300076df48?OpenDocument>>. Acesso em: 22 jul. 2013.

RIO DE JANEIRO (RJ). Secretaria de Estado do Ambiente; INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (RJ). **O Estado do Ambiente: Indicadores Ambientais do Rio de Janeiro - 2010**. Rio de Janeiro: SEA/INEA, 2011. 160 p.

RIO DE JANEIRO (RJ). Secretaria Municipal de Habitação. **Senado aprova financiamento internacional de US\$ 150 milhões para obras do Programa Morar**

Carioca. 2012. Disponível em <<http://www.rio.rj.gov.br/web/smh/exibeconteudo?article-id=2606065>>. Acesso em 16 mar. 2012.

RIO DE JANEIRO (RJ). Prefeitura. **Sistema Alerta Rio**. 2012. Disponível em <<http://www0.rio.rj.gov.br/alertario/>> Acesso em 05 mar. 2012.

ROCHA, C. H. B. R. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora: Ed. do Autor, 2000. 220 p.

RODRIGUES, A. M. Estatuto da Cidade: função social da cidade e da propriedade. Alguns aspectos sobre população urbana e espaço. **Cadernos Metrópole**, n. 12, p. 9-25, jul./ dez. 2004.

RODRIGUES, J. E. R. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação**. São Paulo: Ed. Revista dos Tribunais, 2005.

RUELLAN, F. A. Evolução Geomorfológica da Baía de Guanabara e Regiões Vizinhas. **Revista Brasileira de Geografia**, IBGE. Rio de Janeiro, ANOVI, 4:445-508. 1944.

SANTANA, N. M. P. de; CASTRO, S. S. Índices de Erosividade das chuvas para a Alta Bacia do Rio Araguaia (GO/MT). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA/REGIONAL, 6. 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CEGRAF, 2006. v. 1, p. 1-11.

SANTOS, A. A. de M; COSTA, A. J. S T.; RIBEIRO, M.F. A Hidrogeomorfologia como instrumento no planejamento do uso In: ENCONTRO DE ESTUDOS SOBRE O MEIO AMBIENTE, 3., 1991, Londrina. **Anais...** Londrina: UEL/UEM/UNESP, 1991.

SANTOS, A. A. de M.; RIBEIRO, M. F.; COSTA, A, J, S. T. da. Desenvolvimento local e vulnerabilidade socioambiental. **Políticas Ambientais**, v. 7, n. 22, p. 6- 9, 1999.

SANTOS, A. A. de M.; RIBEIRO, M. F.; COSTA, A, J, S. T. da. Efeitos da Urbanização na Hidrologia de superfície. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 3., 1989, NovaFriburgo. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 1989.

SANTOS, S. B. et al. Os moluscos límnicos do Parque Estadual da Pedra Branca: O que nos dizem sobre os rios? In: ENCONTRO CIENTÍFICO PARQUE ESTADUAL DA PEDRA BRANCA, 1., 2009, Rio de Janeiro. **Ciência para Gestão ou Gestão para a Ciência?: anais...** Rio de Janeiro: INEA, 2009. CD-ROM.

SATHLER, E. Síntese Fundiária do Parque Estadual da Pedra Branca. In: ENCONTRO CIENTÍFICO PARQUE ESTADUAL DA PEDRA BRANCA, 1., 2009, Rio de Janeiro. **Ciência para Gestão ou Gestão para a Ciência?: anais...** Rio de Janeiro: INEA, 2009. CD-ROM.

SCHÄFFER, W. B. et al. **Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco: O que uma coisa tem a ver com a outra**. Brasília, DF: MMA, 2011. 96 p. Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro.

- SILVA, A. de B. **Sistemas de Informações Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. Campinas: Ed. Unicamp, 1999.
- SILVA, L. F. da. **Solos Tropicais: aspectos pedológicos, ecológicos e de manejo**. São Paulo: Terra Brasilis, 1995. 137 p.
- SILVA, M. V. A auditoria na proteção das unidades de conservação situadas em áreas urbanas. Disponível em <<http://dspace.universia.net/bitstream/2024/171/1/artigo.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2011.
- SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. **Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas**. São Paulo: Ed. RiMa 2003. 140 p.
- SILVEIRA, C. T. da. **Análise digital do relevo na predição de unidades preliminares de mapeamento de solos: integração de atributos topográficos em sistemas de informações geográficas e redes neurais artificiais**. 2010. Tese (Doutorado) - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010, 153 p.
- SMU – Secretaria Municipal de Urbanismo. Disponível em <<http://www.rio.rj.gov.br/web/smu/exibeconteudo?article-id=2800015>> Acesso em 12 fev. 2012
- SOUSA E SILVA, L.; TRAVASSOS, L. Problemas ambientais urbanos: desafios para a elaboração de políticas públicas integradas. **Cadernos Metrópole/Observatório das Metrópoles**. São Paulo, n. 19, p. 27-47, 2008.
- TEIXEIRA, A. L. et al. **Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica**. Rio Claro: Ed. do Autor. 1992. 220 p.
- TOBIN, G. A.; MONTZ, B. E. **Natural hazards: explanation and integration**. New York: Guilford, 1997. 388 p.
- TORRES, H. G. A demografia do risco ambiental. In: TORRES, H. G.; COSTA, H.(Org.). **População e meio ambiente: debates e desafios**. São Paulo: Senac, 2000. p. 53-73.
- TUCCI, C. E. M. **Impactos da variabilidade climática e do uso do solo sobre os recursos hídricos**. Brasília: ANA, 2002. 150 p. Estudo preparado como contribuição da ANA – Agência Nacional de Águas para a Câmara Temática sobre Recursos Hídricos do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, Maio 2002.
- UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAM. Bureau for Crisis Prevention and Recovering Reducing Disaster Risk: a challenge for development. New York: UNDP, 2004. 146 p.
- VALLEJO, L. R.; CAMPOS, R. DE M.; SANTOS JÚNIOR, W. M. Parque Estadual da Pedra Branca (RJ): caracterização, gestão e conflitos territoriais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 6., 2009, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2009a.

VALLEJO, L. R.; CAMPOS, R. DE M.; SANTOS JÚNIOR, W. M. Contribuição ao estudo dos conflitos territoriais no Parque Estadual da Pedra Branca. In: ENCONTRO CIENTÍFICO PARQUE ESTADUAL DA PEDRA BRANCA, 1., 2009, Rio de Janeiro. **Ciência para Gestão ou Gestão para a Ciência??: anais...** Rio de Janeiro: INEA, 2009b. CD-ROM.

VAN WESTERN, C.J.; VAN ASCH, T.W.J.; SOETERS, R. Landslide hazard and risk zonation: why is it still so difficult? **Bulletin of Engineering Geology and the Environment**, v. 65, p. 167–184, 2006. DOI: 10.1007/s10064-005-0023-0.

VASQUES, P. H. R. Relatório do NIMA – Núcleo Interdisciplinar do Meio Ambiente. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em <<http://www.nima.puc-rio.br/index.php>> Acesso em: 18 set. 2011.

VEIGA, T. C. Comunicação oral. Disciplina “Planejamento Urbano”, Curso de Especialização em Geoprocessamento – CEGEOP, “Lato Sensu”, Rio de Janeiro: UFRJ/IGEO/PPGG, 1999.

VEYRET, Y.; RICHEMOND, N. M. de. Definições e Vulnerabilidades do Risco. In: Veyret, Y (Org.). **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007, pp. 25-46.

VIANNA, A. de R. B.; CARVALHO, C. A.; SERPA, C. B. **Projeto de Ação local Integrado - Tijuca, Andaraí, Grajaú, Vila Isabel, Alto da Boa Vista, Praça da Bandeira e Maracanã**: Relatório de Trabalho – Caracterização e possibilidades de ação. Rio de Janeiro: Agenda Social Rio, 1998, 64 p.

VIEIRA, S. **Crescimento da Metrópole e Pressão sobre as Áreas Protegidas**: Vertente leste do Maciço da Pedra Branca - Um Estudo de Caso. 1999. 47 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

VIEIRA, A. M. B. **Sistema de Classificação de Cobertura e Uso da Terra**: uma abordagem em múltiplos níveis. 2005. 205 p. Tese (Doutorado) Departamento de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 2005.

VIO, A. P. A. Zona de amortecimento e corredores ecológicos. In: BENJAMIN, A. H. **Direito ambiental das áreas protegidas**: o regime jurídico das Unidades de Conservação. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2001. p. 348-360.

VITALLI, P. De L.; ZAKIA, M. J. B.; DURIGAN, G. Considerações sobre a legislação correlata à zona-tampão de unidades de conservação no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 12, n. 1, p. 67-82, jan. / jun., 2009.

WATTS, M.; BOHLE, H. G. The space of vulnerability: the causal structure of hunger and famine. **Progress in Human Geography**, Manchester, v. 17, n. 1, p.43-67, 1993.

WEI, E.C.; MCGUINNESS, J.L. **Reciprocal distance squared method**: a computer technique for estimating areal precipitation. Illinois: Agricultural Research Service, Department of Agriculture, 1973. 30 p. Repport ARS-NC-8.

WISNER, B., 2001. Marginality and vulnerability. **Applied Geography**, v. 18, n. 1, Jan. 1998. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em 15 junho 2011

XAVIER-DA-SILVA, J. **Análise Ambiental**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1987.196 p.

XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento e Análise Ambiental. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 54, n. 3, p. 47–61, 1992.

XAVIER-DA-SILVA, J. **Geoprocessamento para Análise Ambiental**. Rio de Janeiro: Ed. do Autor, 2001. 228 p.

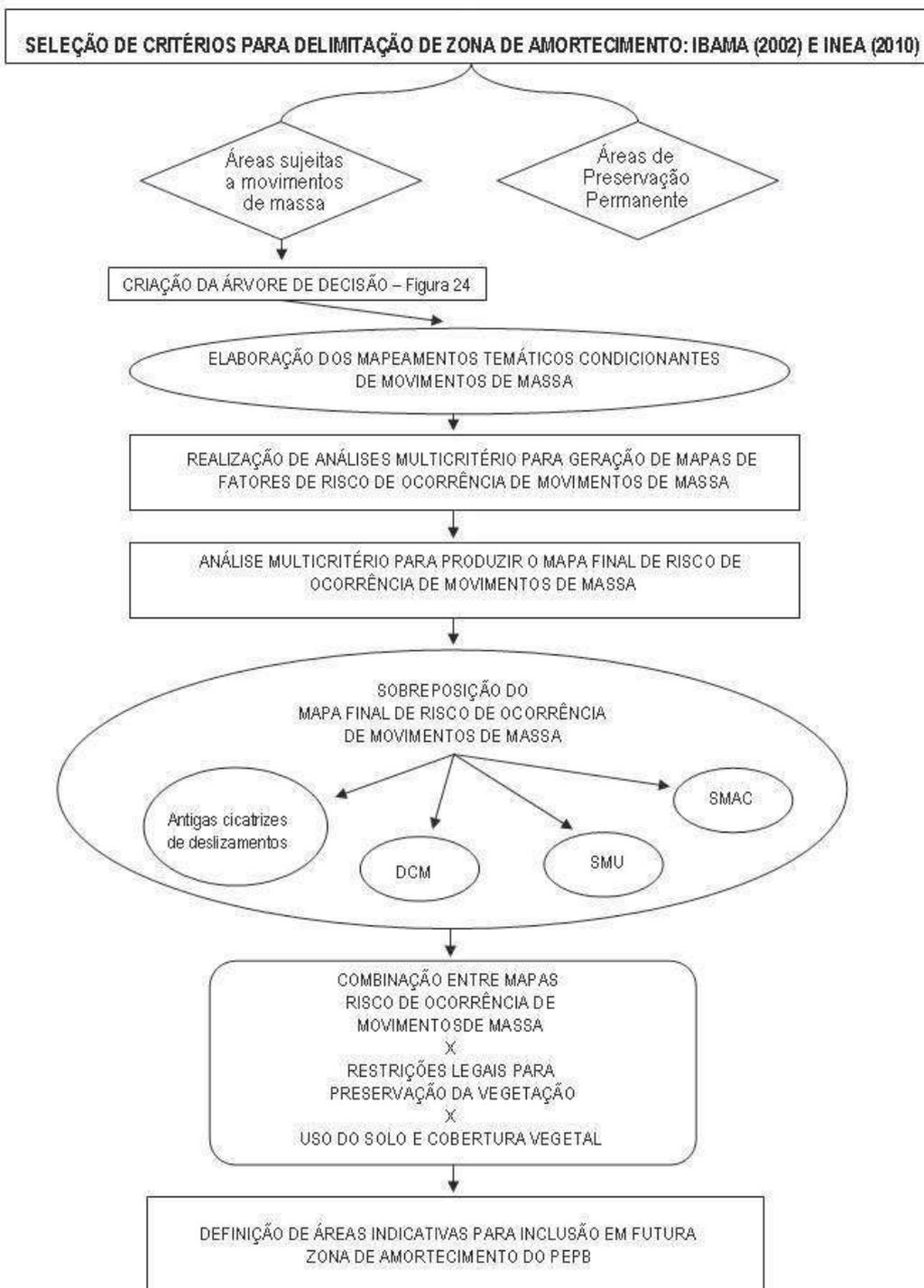
XAVIER-DA-SILVA, J.; CARVALHO FILHO, L. M. Sistema de Informação Geográfica: uma proposta metodológica. In: TAUKE-TORNISIELO, S. M. et al. **Análise ambiental: estratégias e ações**. São Paulo: Fundação Salim Farah Maluf, 1995. 381 p.

XAVIER-DA-SILVA, J. et al. **Curso de Especialização em Geoprocessamento: Unidades Didáticas**. Rio de Janeiro: LAGEOP, 1999. Unidade 95, v. 4.

YU, FAN-CHIEH et al. Landslides and Rainfall Characteristics Analysis in Taipei City during the Typhoon Nari Event. **Natural Hazards**, v. 37, n. 1, p. 153- 167, 2006. DOI: 10.1007/s11069-005-4661-0.

APÊNDICE A

Esquema simplificado da proposta metodológica para definição de áreas indicativas para compor a zona de amortecimento do PEPB



APÊNDICE B

Parâmetros criados pelo *Personal Geocode* durante o procedimento de georreferenciamento dos endereços

(Da coluna J até a coluna O)

Observar principalmente os resultados presentes nas colunas J, K, e L, as quais são:

J – “Geocodificado” – pode ser “T” (True) ou “F” (False);

K – “Validado” – pode ser “T” (True) ou “F” (False);

L - “Grau” – revela se houve alinhamento dos parâmetros e, com isso, se o georreferenciamento foi acertado. **O valor máximo é 150. Se for inferior a 50, o georreferenciamento deve ser descartado. Se for igua a -1, o endereço não foi geocodificado corretamente, ou seja, o ponto pode estar em qualquer lugar no mapa.**

As colunas “BI” e “MI” significam, respectivamente, “Bairro Intercepta” e “Método de Inferência”.

Na coluna BI podem ser encontrados os seguintes resultados:

BI (“Bairro Intercepta” – o aplicativo verificou se o ponto está no bairro atribuído);

BA – “Bairro Adjacente”;

NC – “Não encontrado”.

Na coluna MI podem ser encontradas as seguintes respostas:

NP (“Número de Porta” – o aplicativo encontrou o número de porta, a construção em si);

NPI (“Número de Porta Interpolado” - o aplicativo encontrou o número de porta por meio de interpolação);

V (“Via” - o aplicativo encontrou apenas a via);

I (“Indeterminado).

APÊNDICE C

Procedimentos para aplicar a ferramenta *join* do ArcGis nos arquivos da malha censitária e da tabela de atributos (formato *xls* convertido a partir de arquivo *csv*).

Para contornar a dificuldade quanto à execução da ferramenta *join* do Arcgis, a qual permite que o pesquisador consiga associar devidamente a malha censitária digital à tabela de atributos – dados referentes ao perfil socioeconômico da população residente (mais particularmente, idade, grau de instrução, nível salarial) e ao tipo de domicílio (casa ou apartamentos particulares) com acesso a serviços ambientais (redes de água e esgotamento sanitário e coletas direta e indireta de lixo) - foi preciso executar os seguintes passos:

- 1 – abrir o Microsoft Excel, carregar o arquivo *csv* no e salvá-lo em formato *xls*;
- 2 – abrir o Microsoft Access, criar um novo banco de dados. Clicar em “Dados Externos” para importar os dados do arquivo *xls*. Clicar em <Procurar>, em seguida em <Avançar>. Escolher a opção “Duplo” em “Tipo de Dado”, em seguida <Avançar> e <Concluir>;
- 3 – Clicar na tabela importada com o botão direito e escolher <Modo Design>. Retirar acentos e reduzir os tamanhos dos campos. Em “Cod. Setor” escolher a opção “Texto” e salvar em seguida.
- 4 – Exportar o arquivo criado no Microsoft Access para o formato *xls*.
- 5 – Abrir o ArcGis e utilizar a ferramenta *join* com a nova tabela *xls* criada.
- 6 – Exportar o arquivo criado por meio da ferramenta *join* como um novo shape.

APÊNDICE D

Passo a passo para conversão de planos de informação em formato *shape* (ARCGIS) para o formato *rs2* (SAGA/UFRJ)

No aplicativo ARCGIS, após serem gerados e adicionados os arquivos *shapes* selecionados para as análises multicritério de avaliação ambiental de riscos de movimentos de massa e de inundação, foi estabelecida uma escala do mapa, segundo a qual foi possível visualizar o mapa por inteiro na tela do computador.

No caso da área de estudo, a escala estabelecida foi 1:100.000, com uma resolução espacial de 5 metros¹. Para garantir essa resolução espacial, foi calculada a resolução de vídeo em 508 dpi (*dots per inches*).

Ainda no ARCGIS, foi gerado um novo *shape*, no qual foi vetorizado apenas um único ponto cujas coordenadas UTM ($x = 7453571\text{m}$ e $y = 657115\text{m}$, correspondente a posição $X=4189$; $Y= 2282$; DIMENSÃO 5350 X 4329) serviriam como referência espacial para garantir a sobreposição de todos os planos de informação no SAGA, bem como possibilitariam os testes de *Assinatura Ambiental* e de *Avaliação Ambiental Direta* (de riscos e potenciais).

Uma vez adicionados todos os planos de informação, cada um deles foi sendo ativado na janela de visualização e, em seguida, exportado para o formato *tiff*, clicando na barra de ferramentas em <File> e depois em <Export Map>. Na janela que abre foi colocado o valor 508 no campo <Resolution> e atribuído um nome para cada arquivo *tiff* criado.

No SAGA, selecionou-se a opção Criar RS2, a qual dá acesso ao *Módulo de criação de arquivos Raster/SAGA*. Em seguida, clicou-se em <Imagem> na barra de ferramentas e depois em <Abrir>. Na janela que se abre, selecionou-se o arquivo *tiff* desejado. Com o arquivo *tiff* aberto, clicou-se novamente em <Imagem> e, posteriormente, em <Georreferenciar mapa>. Foi dado o *zoom* no ponto vetorizado e no pixel superior esquerdo escolhido foi atribuída a coordenada UTM já mencionada.

O passo seguinte foi clicar em <Raster> na barra de ferramentas e, então, em <Novo>. Após isso, clicar novamente em <Raster> e em <Auto classificar legendas>. O mapa que estava sendo convertido abriu com a legenda diferenciada apenas por cores (cor1, cor2, cor3 e, assim, sucessivamente), tendo sido necessário fornecer o significado de cada categoria representada por meio de duplo clique, que possibilitou renomeá-la. Após renomear todas as categorias do mapa, clicou-se em <Raster> e em <Salvar como> para salvar o novo raster criado.

Na opção <Visualiza> na barra de ferramentas, o usuário pode agregar legendas iguais, clicando com o botão direito do *mouse*. Além disso, também pode alterar ou corrigir os nomes dados às categorias mapeadas.

Após gerar todos os arquivos *rasteres*, o usuário já pode realizar os procedimentos de diagnósticos e de prognósticos disponíveis na proposta metodológica do SAGA.

¹ A resolução de 5 metros foi calculada considerando-se a escala original de 1:10.000 das bases cartográficas e uma precisão cartográfica 0,5 mm da referida escala.

APÊNDICE E

Exemplo de resultado do procedimento de Assinatura Ambiental “por categoria”

Resultado da assinatura do mapa COMBACIACICAT2.rs2

Cat. - Legendas	Total Pixels	Total Ha	Pixels Asn.	Área Asn. Ha	% Área Asn.	% Categoria
0 - ÁREA FORA DE ANÁLISE	16268279	40670,6975	0	0,0000	0,0000%	0,0000
1 - RIO DOS TEIXEIRAS	67719	169,2975	0	0,0000	0,0000%	0,0000
3 - CEB100M - RIO DOS TEIXEIRAS	5313	13,2825	0	0,0000	0,0000%	0,0000
5 - CEB100M - RIO DO PEREIRO	4948	12,3700	0	0,0000	0,0000%	0,0000
6 - CAIXA D'ÁGUA	39439	98,5975	0	0,0000	0,0000%	0,0000
7 - RIO DO PEREIRO	43258	108,1450	0	0,0000	0,0000%	0,0000
10 - CEB100M - CAIXA D'ÁGUA	8	0,0200	0	0,0000	0,0000%	0,0000
12 - BAIXADA ANTROPIZADA	3723164	9307,9100	0	0,0000	0,0000%	0,0000
13 - RIO PEQUENO	204017	510,0425	0	0,0000	0,0000%	0,0000
15 - CEB100M - RIO PEQUENO	50119	125,2975	0	0,0000	0,0000%	0,0000
16 - RIO GRANDE	376330	940,8250	0	0,0000	0,0000%	0,0000
17 - RIO DO AREAL	67355	168,3875	0	0,0000	0,0000%	0,0000
18 - CEB100M - RIO GRANDE	91800	229,5000	91800	229,5000	100,0000%	100,0000
19 - RIO DA DIVISA	282433	706,0825	0	0,0000	0,0000%	0,0000
20 - CEB100M - RIO DA DIVISA	53458	133,6450	0	0,0000	0,0000%	0,0000
21 - CEB100M - RIO DO AREAL	28774	71,9350	0	0,0000	0,0000%	0,0000
22 - CEB100M - BAIXADA ANTROPIZADA	9198	22,9950	0	0,0000	0,0000%	0,0000
23 - COLÔNIA JULIANO MOREIRA	183635	459,0875	0	0,0000	0,0000%	0,0000
24 - CEB100M - COLÔNIA JULIANO MOREIRA	5092	12,7300	0	0,0000	0,0000%	0,0000
25 - CAMORIM	301583	753,9575	0	0,0000	0,0000%	0,0000
26 - RIO CABUNGUI	114617	286,5425	0	0,0000	0,0000%	0,0000
27 - RIO DO CAFÉ	194570	486,4250	0	0,0000	0,0000%	0,0000
28 - CEB100M - RIO DO CAFÉ	50930	127,3250	0	0,0000	0,0000%	0,0000
29 - CEB100M - CAMORIM	33476	83,6900	0	0,0000	0,0000%	0,0000
30 - ENGENHO NOVO	33941	84,8525	0	0,0000	0,0000%	0,0000
31 - RIO DA CACHOEIRA	91911	229,7775	0	0,0000	0,0000%	0,0000
32 - CEB100M - RIO CABUNGUI	3217	8,0425	0	0,0000	0,0000%	0,0000
33 - RIO DA VARGEM PEQUENA	124071	310,1775	0	0,0000	0,0000%	0,0000
34 - CEB100M - RIO DA VARGEM PEQUENA	41545	103,8625	0	0,0000	0,0000%	0,0000
35 - CEB100M - ENGENHO NOVO	1695	4,2375	0	0,0000	0,0000%	0,0000
36 - CEB100M - RIO DA CACHOEIRA	5438	13,5950	0	0,0000	0,0000%	0,0000
38 - RIO MORGADO	30949	77,3725	0	0,0000	0,0000%	0,0000
39 - CEB100M - RIO MORGADO	5405	13,5125	0	0,0000	0,0000%	0,0000
41 - ROSILHA	69033	172,5825	0	0,0000	0,0000%	0,0000
42 - RIO PORTÃO	42777	106,9425	0	0,0000	0,0000%	0,0000
43 - CEB100M - ROSILHA	11700	29,2500	0	0,0000	0,0000%	0,0000
45 - CASCALHO	35045	87,6125	0	0,0000	0,0000%	0,0000
46 - RIO BONITO	45626	114,0650	0	0,0000	0,0000%	0,0000

47 - SERRA DA GROTA FUNDA	26237	65,5925	0	0,0000	0,0000%	0,0000
49 - SERRA DO POMBAL	32814	82,0350	0	0,0000	0,0000%	0,0000
51 - RIO PIABAS	119833	299,5825	0	0,0000	0,0000%	0,0000
52 - CURRUPIRA	10951	27,3775	0	0,0000	0,0000%	0,0000
53 - CEB100M - RIO PIABAS	2258	5,6450	0	0,0000	0,0000%	0,0000
55 - BOA VISTA	10108	25,2700	0	0,0000	0,0000%	0,0000
56 - BOA VISTA II	48690	121,7250	0	0,0000	0,0000%	0,0000
57 - RIO DAS ALMAS	121075	302,6875	0	0,0000	0,0000%	0,0000
59 - S7O JOAQUIM DA MANTIQUEIRA	41026	102,5650	0	0,0000	0,0000%	0,0000
61 - GUARATIBA LESTE	5290	13,2250	0	0,0000	0,0000%	0,0000
Total	23160150 (57900,3750)		91800 (229,5000)			

Resultado da assinatura do mapa PEDOLOGIA_CORRIGIDO.rs2

Cat. - Legendas	Total Pixels	Total Ha	Pixels Asn.	Area Asn. Ha	% Area Asn.	% Categoria
0 - AREA FORA DE ANÁLISE	16293323	40733,3075	0	0,0000	0,0000%	0,0000
1 - MANGUEZAL	268	0,6700	0	0,0000	0,0000%	0,0000
2 - ARGISSOLOS	2373066	5932,6650	33088	82,7200	36,0436%	1,3943
3 - AREA URBANA	1811219	4528,0475	2669	6,6725	2,9074%	0,1474
4 - SOLOS ORG7NICOS	817507	2043,7675	0	0,0000	0,0000%	0,0000
6 - AFLORAMENTO DE ROCHA	88886	222,2150	41	0,1025	0,0447%	0,0461
7 - LATOSSOLOS	942886	2357,2150	56002	140,0050	61,0044%	5,9394
8 - AREIA	150721	376,8025	0	0,0000	0,0000%	0,0000
9 - CHERNOSOLOS	49709	124,2725	0	0,0000	0,0000%	0,0000
10 - SOLOS GLEI	19526	48,8150	0	0,0000	0,0000%	0,0000
11 - PODZOL	195020	487,5500	0	0,0000	0,0000%	0,0000
12 - SOLOS ALUVIAIS	174773	436,9325	0	0,0000	0,0000%	0,0000
13 - SOLOS ARENOQUARTZOSOS PROFUNDOS	115464	288,6600	0	0,0000	0,0000%	0,0000
14 - PLANOSSOLOS	127782	319,4550	0	0,0000	0,0000%	0,0000
Total	23160150 (57900,3750)		91800 (229,5000)			

Resultado da assinatura do mapa erosividade_corrigido-fim.rs2

Cat. - Legendas	Total Pixels	Total Ha	Pixels Asn.	Area Asn. Ha	% Area Asn.	% Categoria
0 - AREA FORA DE ANÁLISE	16276478	40691,1950	0	0,0000	0,0000%	0,0000
1 - 500 - 530	527059	1317,6475	0	0,0000	0,0000%	0,0000
2 - 530 - 550	522896	1307,2400	0	0,0000	0,0000%	0,0000
3 - 550 - 570	2272069	5680,1725	219	0,5475	0,2386%	0,0096
4 - 570 - 590	1347408	3368,5200	59835	149,5875	65,1797%	4,4407
5 - 590 - 610	1300107	3250,2675	29809	74,5225	32,4717%	2,2928
6 - 610 - 630	914133	2285,3325	1937	4,8425	2,1100%	0,2119
Total	23160150 (57900,3750)		91800 (229,5000)			

APÊNDICE F
Exemplo de Relatório de combinação de categorias para construção do Fator Geológico gerado pelo
Módulo de Avaliação Ambiental do SAGA/UFRJ.

Relatório de Combinações

Combinações que originaram a nota final: 002

Comb. Legendas	Nota	Peso	Produto	Pixels (Ha)	% Nota
% área do mapa final					
1 [001] FUNDO	5	30	1,50		
1 [003] ALUVIÃO	0	70	0,00 = 1,50	2519456 (6298,640000)	90,716
10,878					
2 [001] FUNDO	5	30	1,50		
2 [004] DUNAS	0	70	0,00 = 1,50	257852 (644,630000)	9,284 1,113

Combinações que originaram a nota final: 003

Comb. Legendas	Nota	Peso	Produto	Pixels (Ha)	% Nota
% área do mapa final					
1 [002] BUFFER DE LINEAMENTOS ESTRUTURAI	10	30	3,00		
1 [003] ALUVIÃO	0	70	0,00 = 3,00	630 (1,575000)	100,000
0,003					

Combinações que originaram a nota final: 006

Comb. Legendas	Nota	Peso	Produto	Pixels (Ha)	% Nota
% área do mapa final					
1 [001] FUNDO	5	30	1,50		
1 [008] GRANITO PLUTÔNICO; APLITOS, PEGMATITOS E	7	70	4,90 = 6,40	2082827 (5207,067500)	94,670
8,993					
2 [001] FUNDO	5	30	1,50		
2 [009] GRANODIORITO; QUARTZODIORITO, E EQUIVALE	6	70	4,20 = 5,70	111159 (277,897500)	5,052 0,480
3 [001] FUNDO	5	30	1,50		
3 [010] MICROCLINA-OLIGOCLÁSIO ANDESINA-QUARTZO-	7	70	4,90 = 6,40	6107 (15,267500)	0,278 0,026

Combinacões que originaram a nota final:		007					
Comb.	Legendas	Nota	Peso	Produto	Pixels (Ha)	% Nota	
% área do mapa final							
1	[001] FUNDO	5	30	1,50			
1	[005] ÁREA DE OCORRÊNCIA MISTA DE MICROCLINA-G	8	70	5,60 = 7,10	899076 (2247,690000)	77,503	
	3,882						
2	[001] FUNDO	5	30	1,50			
2	[007] GNAISSES DA SÉRIE INFERIOR, E INTRUSÕES	8	70	5,60 = 7,10	260600 (651,500000)	22,464	
	1,125						
3	[002] BUFFER DE LINEAMENTOS ESTRUTURAI	10	30	3,00			
3	[009] GRANODIORITO; QUARTZODIORITO, E EQUIVALE	6	70	4,20 = 7,20	383 (0,957500)	0,033	0,002
Combinacões que originaram a nota final:		008					
Comb.	Legendas	Nota	Peso	Produto	Pixels (Ha)	% Nota	
% área do mapa final							
1	[001] FUNDO	5	30	1,50			
1	[006] BIOTITA-PLAGIOCLÁSIO (-ORTOCLÁSIO) -QUARTZ	9	70	6,30 = 7,80	85514 (213,785000)	18,970	
	0,369						
2	[002] BUFFER DE LINEAMENTOS ESTRUTURAI	10	30	3,00			
2	[008] GRANITO PLUTÔNICO; APLITOS, PEGMATITOS E	7	70	4,90 = 7,90	354087 (885,217500)	78,549	
	1,529						
3	[001] FUNDO	5	30	1,50			
3	[011] SÉRIE INFERIOR; APLITOS, PEGMATITOS, DIA	10	70	7,00 = 8,50	11184 (27,960000)	2,481	0,048
Combinacões que originaram a nota final:		009					
Comb.	Legendas	Nota	Peso	Produto	Pixels (Ha)	% Nota	
% área do mapa final							
1	[002] BUFFER DE LINEAMENTOS ESTRUTURAI	10	30	3,00			
1	[005] ÁREA DE OCORRÊNCIA MISTA DE MICROCLINA-G	8	70	5,60 = 8,60	140412 (351,030000)	90,050	
	0,606						
2	[002] BUFFER DE LINEAMENTOS ESTRUTURAI	10	30	3,00			
2	[006] BIOTITA-PLAGIOCLÁSIO (-ORTOCLÁSIO) -QUARTZ	9	70	6,30 = 9,30	4387 (10,967500)	2,814	0,019

3	[002] BUFFER DE LINEAMENTOS ESTRUTURAI	10	30	3,00		
3	[007] GNAISSES DA SÉRIE INFERIOR, E INTRUSÕES	8	70	5,60 = 8,60	11127 (27,817500)	7,136 0,048

Temas que fizeram parte desta Avaliação:

Arquivo	Peso	Título	Autor
bufferlineamentos.rs2	30		
geologia.rs2	70		

Arquivo:	bufferlineamentos.rs2		
Autor	Data	Resolução	Peso
	19/7/12	5	30

Categ.	Legendas	Notas
0	ÁREA FORA DE ANÁLISE	BLOQUEADA
1	FUNDO	5
2	BUFFER DE LINEAMENTOS ESTRUTURAI	10

Arquivo:	geologia.rs2		
Autor	Data	Resolução	Peso
	21/7/12	5	70

Categ.	Legendas	Notas
0	ÁREA FORA DE ANÁLISE	BLOQUEADA
1	NÃO MAPEADA	BLOQUEADA
2	ÁGUA	BLOQUEADA
3	ALUVIÃO	0
4	DUNAS	0
5	ÁREA DE OCORRÊNCIA MISTA DE MICROCLINA-GNAISSES E PLAGIOCLÁSIO-QUARTZO (-MICROCLINA) -BIOTITA-GRANADA-GNAISSES, DE COLORAÇÃO ESCURA, (PLAGIOCLÁSIO-GNAISSES), COM TEXTURAS: SEMIFACOIDAL, PS; EQUIGRANULAR8	
6	BIOTITA-PLAGIOCLÁSIO (-ORTOCLÁSIO) -QUARTZO-GRANADA GNAISSES, PASSANDO A TIPOS RICOS EM: KINZIGITO (GRANADA, GG; SILIMANITA+-CORDIERITA, GS; CORDIERITA+-SILIMANITA, GC) PASSANDO A: QUARTZITOS, Q; GNAISSES9	
7	GNAISSES DA SÉRIE INFERIOR, E INTRUSÕES BÁSICAS E INTERMEDIÁRIAS, NÃO SEPARADOS8	

8 GRANITO PLUTÔNICO; APLITOS, PEGMATITOS E GRANITO HIPOABISSAL, NÃO MAPEADOS7
9 GRANODIORITO; QUARTZODIORITO, E EQUIVALENTES GNAISSIFICADOS, GNAISSES BÁSICOS DE METAMORFISMO E
COMPOSIÇÃO VARIÁVEIS6
10 MICROCLINA-OLIGOCLÁSIO ANDESINA-QUARTZO-BIOTITA-GRANADA-GNAISSES, LEUCOCRÁTICOS (MICROLINA-GNAISSES),
COM TEXTURAS: FACOIDAL, MF; SEMIFACOIDAL, MS; LAMINAR, ML; MIGMATÍTICA, MM7
11 SÉRIE INFERIOR; APLITOS, PEGMATITOS, DIABÁSIOS, METAMORFISADOS; BIOTITA(-HORNBLENDA)-GNAISSES
GRANÍTICOS; PASSANDO A HORNBLENDA-BIOTITA-GNAISSES QUARTZODIORÍTICOS; ANFIBOLITOS; MIGMATITOS10

Mapa Resultante

FATOR GEOLÓGICO

Arquivo: F:\RASTERES\ASSINATURA_OUTUBRO_BACIAS\AVALIAÇÃO AMBIENTAL\FATOR_GEOLOGICO_FEV.RS2

Autor	Data	Resolução
MARTA RIBEIRO	6/2/13	5

ANEXO A

Índices Lineares e Areais das Micro-Bacias Hidrográficas, por Vertentes no Maciço da Pedra Branca – RJ

Índices	Nº de Segmentos de Canais	Perímetro (Km)	Área (Km ²)	Dd (Km de rios por Km ²)	Dh (rios por Km ²)	Cm (m ²)	Ic (Km ²)	Eps (Km)
Bacias Hidrogr. (Vertente Leste)								
Guaratiba Leste (I)	3	2,6	0,40	1,75	7,50	0,57	0,74	0,29
Bacia (I-A)	1	2,2	0,13	3,08	7,60	0,33	0,33	0,16
São João da Mantiqueira (II)	8	7,6	1,07	2,15	6,54	0,47	0,23	0,23
Rio das Almas (III)	14	15,2	3,13	1,47	4,15	0,68	0,17	0,34
Boa Vista (IV)	8	5,8	1,17	2,22	5,98	0,45	0,44	0,23
Bacia (IV-A)	4	2,2	0,25	3,20	16,00	0,31	0,64	0,16
Currupira (V)	5	2,3	0,28	3,61	14,28	0,28	0,67	0,14
Rio Piabas (VI)	38	11,6	7,24	1,48	3,17	0,68	0,68	0,34
Bacia (VI-A)	15	3,2	0,75	4,67	12,00	0,21	0,92	0,11
Bacia (VI-B)	10	4,8	0,63	3,81	14,2	0,26	0,34	0,13
Rio Bonito (VII)	19	6,0	1,05	3,24	11,40	0,31	0,37	0,15
Cascalho (VIII)	6	5,0	0,79	2,66	6,32	0,36	0,40	0,19
Rio Portão (IX)	13	7,8	1,38	1,96	6,52	0,51	0,29	0,26
Rio Morgado (X)	11	5,2	1,19	2,35	5,88	0,43	0,55	0,21
Rio da Cachoeira (XI)	17	5,2	2,13	2,54	4,69	0,39	0,99	0,01
Rio Cabungui (XII)	24	8,0	3,04	2,57	4,93	0,39	0,60	0,20
Rio da Divisa (XIII)	66	13,4	9,07	2,97	3,85	0,34	0,63	0,17
Rio do Café (XIV)	44	14,6	6,82	2,08	1,61	0,48	0,40	0,24
Rio Vargem Pequena (XV)	16	13,0	4,32	1,44	2,77	0,69	0,32	0,35
Rosilha (XVI)	6	11,0	2,28	0,79	1,75	1,27	0,24	0,01
Rio Camorim (XVII)	50	16,6	6,96	2,40	5,46	0,42	0,32	0,21
Engenho Novo (XVIII)	28	15,9	5,75	1,60	4,00	0,63	0,29	0,31
Bacia (XVIII-A)	6	5,0	0,69	1,16	8,70	0,86	0,35	0,43
Rio do Areal (XIX)	10	11,5	3,95	0,81	1,77	1,24	0,38	0,61
Rio Grande (XX)	84	24,0	13,72	2,14	4,51	0,47	0,30	0,23
Rio Pequeno (XXI)	28	16,0	6,64	1,64	3,16	0,61	0,33	0,31
Rio Teixeira (XXII)	11	8,2	1,83	2,08	5,46	0,48	0,34	0,24
Bacia (XXII-A)	2	1,5	0,12	3,33	18,66	0,30	0,67	0,15
Rio Boiunas (XXIII)	3	7,0	1,28	1,09	1,56	0,92	0,33	0,39
Caixa D'água (XXIV)	5	6,8	1,01	1,98	4,95	0,51	0,28	0,25

Fonte: Extraída de COSTA (2002, p. 106).

ANEXO B

QUADRO RESUMO DAS PRINCIPAIS PROBLEMÁTICAS DO PEPB		
TEMA	PROBLEMÁTICA	PESO
Gestão	Diálogo entre administração e moradores fragilizado.	3
	Recursos humanos insuficientes em todas as frentes.	2
	Embora haja recursos para projetos e outras demandas, faltam recursos para custeio da UC, prejudicando o desenvolvimento de atividades corriqueiras.	1
	Falta de Planejamento Orçamentário Anual e de uma compreensão sobre quanto custa manter o PEPB.	5
	Ausência de sistema de internet e comunicação via rádio.	0
	Ausência de procedimentos de registro de atividades e arquivo de informações.	1
	Núcleos e postos avançados não apresentam limites geográficos claros e, com exceção do Núcleo Pau da Fome, que é mais estruturado, não contam com equipamentos e infraestruturas adequadas para atender às demandas da UC.	0
	Inexistência de processos de avaliação da eficácia do manejo da UC.	1
	Falta de planejamento de longo, médio e curto prazos para gestão apoiada pelo Conselho Consultivo.	1
Situação Fundiária	Estimativas de ocorrência de aproximadamente 1095 moradias e 5000 moradores no interior do PEPB.	0
	Inexistência de um cadastro dos moradores que vivem no interior e no entorno do parque e ausência de controle sobre a dinâmica de ocupação do entorno.	4
	Grande número de posses e propriedades com titulação da terra incerta.	0
	Existência de comunidades de baixa renda dominadas por milícia ou tráfico no interior da UC.	0
	Falta de um plano de regularização fundiária para UC.	9
Pesquisa e Monitoramento	Apesar do grande número de pesquisas, em comparação com outras UCs estaduais, faltam estudos sobre a maioria dos grupos da fauna e da flora.	0
	As pesquisas não são igualmente distribuídas na UC, com concentração em áreas como Pau da Fome, Camorim e Colônia Juliano Moreira.	1
	Falta segurança para os pesquisadores realizarem suas atividades no interior da UC.	0
	Falta de um programa de monitoramento de longo-prazo da biodiversidade e aspectos socioeconômicos do PEPB.	4
	Poucas pesquisas aplicadas e que subsidiem o manejo da área.	1
	Inexistência de infraestrutura para apoio a pesquisadores como laboratórios e alojamentos.	0
	Pouco conhecimento dos funcionários em relação às pesquisas e aos locais utilizados para as atividades, o que, ocasionalmente, resulta em conflitos de uso dessas áreas.	0
	Fiscalização precária nas áreas selecionadas para pesquisa, o que leva à alteração do ambiente, prejudicando os resultados.	0
	Dificuldades na incorporação de resultados de pesquisas científicas nas decisões relacionadas ao manejo da UC.	4
	Inexistência de processos de avaliação da eficácia do manejo da UC.	2
Falta de inventário que caracterize a biodiversidade do PEPB, considerando todos os seus aspectos.	1	

Proteção e Fiscalização	Equipe de fiscalização e estrutura disponível insuficiente.	2
	Limites da UC não reconhecíveis, pouco claros para os moradores e usuários.	5
	Falta definição de procedimentos para as ações de fiscalização de proteção.	4
	Número de pessoas na equipe com autonomia para realizar os autos de constatação muito reduzido.	0
	Concentração dos esforços de proteção e fiscalização exclusivamente voltados à prevenção e ao combate a incêndios.	1
Uso público	Ausência de controle e monitoramento dos impactos da visitação	3
	Atividade turística acontecendo de forma desordenada, gerando poucos benefícios para a Unidade e para as comunidades que se relacionam com o parque.	0
	Infraestrutura e condições de acesso precários, tanto para os fluxos de pessoas quanto para os visitantes.	5
	Trilhas existentes não precederam os estudos necessários para subsidiar sua implantação e nem contam com manejo adequado.	1
	Funcionários em número e capacitação insuficiente para o adequado acompanhamento das atividades de uso público e orientação dos visitantes.	1
	Indisponibilidade do serviço de guia/condução para acompanhamento de visitantes.	0
	Ausência de trilhas interpretativas e número reduzido de trilhas bem sinalizadas, em geral em mau estado de conservação, com grande número de trilhas secundárias.	0
	Pouca divulgação do PEPB na mídia.	1
	Falta de um programa de educação ambiental que seja abrangente, envolvendo todos os núcleos do parque.	7
Pressões e ameaças	Presença de grande número de espécies exóticas e invasoras da fauna e da flora.	0
	Elevada percentagem da área com cobertura vegetal em estágio inicial de sucessão (campos e pastagens).	0
	Presença de propriedades urbanas e rurais dentro da unidade.	2
	Existência de moradores em áreas de risco geológico-geomorfológico.	1
	Áreas de cultivo agrícola no interior do parque.	0
	Poluição e contaminação do solo e dos mananciais dentro e no entorno do parque por inexistência de infraestrutura de saneamento adequada.	5
	Desmatamento.	0
	Caça e captura de exemplares da fauna para manutenção em cativeiro.	1
	Risco de erosão e de movimento de massa em diversas áreas do PEPB.	0
	Perda da qualidade dos recursos hídricos.	1
	Diminuição da quantidade de água por captações (regulares ou irregulares)	1
	Diversas estradas e vias que cortam o território do parque.	0
	Existência de um grande número de trilhas sem o devido manejo e muitas localizadas nos locais mais conservados da UC.	0
	Linhas de transmissão no interior da UC.	0
	Exploração irregular de blocos e afloramentos rochosos	1
	Expansão urbana sobre as encostas	2
Manifestações religiosas causando problemas ao PEPB como incêndios e acúmulo de lixo.	0	

	Presença de animais domésticos e de criação.	0
	Focos de incêndio frequentes que se propagam na área.	1
	Existência de áreas sob influência de tráfico e milícia.	0
Infraestrutura e Equipamentos	Falta de infraestruturas de apoio para o uso público (lanchonetes, banheiros, playgrounds, estacionamento, loja de <i>souvenirs</i> , centro de visitantes em todos os núcleos).	1
	Falta de um sistema de sinalização de adequado.	1
	Infraestrutura dos Postos Avançados do parque frente às necessidades de proteção, fiscalização, controle e monitoramento destas áreas.	8
	Inexistência de sistema de comunicação adequado entre os núcleos e postos avançados da UC e entre a UC e INEA ou outras instituições.	2
Entorno/ Zona de Amortecimento	Associações e organizações comunitárias com baixa organização social e atuação frágil.	0
	Ausência de alternativas de renda para as comunidades, com jovens desinteressados por atividades de agricultura, turismo e mobilização comunitária.	0
	Especulação imobiliária e ocupações desordenadas e irregulares no entorno imediato do Parque.	8
	Existência de comunidades de baixa renda dominadas por tráfico ou milícias que dificultam as ações de fiscalização e de combate à incêndio na UC.	0
	Falta sinalização para indicar acessos da UC.	0
	Desconhecimento do significado da categoria Parque e das justificativas para a criação do PEPB, limites da UC não são reconhecidos pelos os moradores e usuários da UC.	4
	Inexistência de serviços de alimentação, hospedagem, estacionamento, entre outros nas proximidades dos principais acessos da UC.	0
	Ausência de projetos de integração da UC com a comunidade local.	1
Aspectos Políticos	Pouco envolvimento da Prefeitura Municipal na gestão do Parque e na fiscalização e ordenamento do entorno.	2
	Falta de articulação entre as esferas federal, estadual e municipal, assim como entre os poderes legislativo e executivo.	4
	Ausências de linhas de crédito e de financiamento específicas para as atividades de geração de renda no entorno do parque.	0
	Baixo número de instituições parceiras frente ao potencial da área.	0
	Existência de áreas de alta vulnerabilidade à violência urbana.	0
	Indefinição sobre a situação das comunidades do PEPB.	6

ANEXO C

QUADRO RESUMO DAS PRINCIPAIS POTENCIALIDADES DO PEPB		
TEMA	POTENCIALIDADE	PESO
Gestão	Equipe técnica integrada, a despeito das fragilidades existentes.	0
	Integra o Mosaico Carioca, podendo criar oportunidades de intercâmbio de recursos e experiências.	0
	Oportunidades de recursos financeiros advindos do Fundo de Compensação Ambiental.	4
	Previsão de implantação do Sistema Integrado de Gerenciamento que deverá permitir maior compreensão quanto ao custeio da UC.	2
	Conselho atuante, aberto ao diálogo e em busca de alternativas para os problemas de UC.	2
	Boa articulação e diálogo entre administração da UC e o INEA.	1
	A prática da gestão participativa está avançando, com a existência do conselho consultivo e o diálogo em construção entre as organizações da sociedade civil e o INEA.	4
Situação Fundiária	Disponibilidade de recursos financeiros provenientes do Fundo de Compensação Ambiental.	13
Pesquisa e Monitoramento	Área de fácil acesso, uma das UCs estaduais que mais recebe projetos de pesquisa do estado	4
	Estímulo a realização de pesquisa científica com iniciativas como o Encontro Científico do Parque Estadual da Pedra Branca.	5
	Rede de instituições de ensino e pesquisa, como PUC-Rio, UFRJ, UERJ e Simonsen que realizam pesquisas e atividades de educação.	4
Proteção e Fiscalização	Presença do SEGPAR/PEPB com um corpo de 22 guardas-parque que atuam na prevenção e no combate a incêndios na UC.	1
	Possibilidades das comunidades de atuarem na proteção e na fiscalização.	10
	Possibilidade de articulação com as outras esferas para otimização da fiscalização.	2
Uso público	Localizado em uma cidade com muito apelo turístico e em local de fácil acesso.	1
	Apresenta inúmeras áreas com beleza cênica.	1
	Possui diversos atrativos naturais e histórico-culturais.	0
	Grande potencial para o desenvolvimento de atividades de educação ambiental.	0
	Grande potencial para ecoturismo e esportes de aventura (escalada, rapel, montanhismo, etc...).	1
	Visitação parcialmente consolidada nos núcleos do Pau da Fome, Camorim e Piraquara, podendo ser ampliadas para outras regiões.	1
	Possibilidades de geração de receita para o Parque, por meio de estratégias integradas de uso público.	0
	Possibilidade de tornar-se um importante instrumento de sensibilização da sociedade e alcançar um vasto número de pessoas, disseminando conceitos de conservação da natureza.	6
Oportunidade de promoção do desenvolvimento local por meio da integração da comunidade na prestação de serviços aos visitantes da UC.	3	

Proteção da Biodiversidade e de recursos ambientais	Protege um importante fragmento de Mata Atlântica, um bioma ameaçado, considerado <i>hotspot</i> de biodiversidade.	2
	Protege o maior fragmento de floresta da cidade do Rio de Janeiro (mais de 60% da floresta existentes na cidade), contribuindo para a sua estabilidade ambiental e climática	7
	Mais de 45% das espécies botânicas registradas para o parque apresentam algum grau de endemismo e uma é endêmica para a Unidade. 11% de todas as espécies registradas também sofrem algum grau de ameaça.	0
	Quanto à fauna, o PEPB também contribui para proteger espécies de aves e mamíferos que sofrem algum grau de ameaça. Existem 35 espécies endêmicas.	0
	Importante produtor de água, com possibilidade de remuneração por esse serviço ambiental.	4
	Contribui para a mitigação dos efeitos das chuvas de grande intensidade nas baixadas (controle de enxurradas).	0
	Protege áreas de encosta diminuindo os riscos de acidentes devido à ocupação humana.(?)	0
Infraestrutura e Equipamentos	Boa estrutura da sede do Pau da Fome.	0
	Realização de investimentos recentes na estruturação dos Núcleos.	10
	Criação de sub-sedes em bairros.	3
Entorno	Atividades de geração de renda na área de agricultura familiar, com comunidades capacitadas em sistemas agroecológicos de produção, com uma rede de apoio técnico e institucional pela FIOCRUZ e ONGS.	5
	Agricultores já comercializam seus produtos nos bairros vizinhos, em feiras locais e feiras orgânicas do Rio de Janeiro. Há grande proximidade entre áreas de produção e locais de comercialização, com enorme demanda destes produtos nos bairros no entorno do PEPB.	0
	Comunidades que vivem dentro e no entorno dispostas a serem parceiras na fiscalização e apoio à gestão do parque.	0
	Esforço das comunidades para se organizarem e formalizarem seus órgãos representativos.	0
	Empresas existentes no entorno, potencialmente parceiras para a UC.	2
	Iniciativas e possibilidades de alternativas de geração de trabalho, emprego e renda para as comunidades do entorno do parque, como produção de mudas, restauração, contratação de brigadistas, serviços disponibilizados a turistas e etc,..	4
	Existência de comunidades não adensadas representa possibilidades de aplicação de políticas públicas específicas para o ordenamento territorial.	2
Aspectos Políticos	Ampliação dos mercados, iniciativas e políticas para pagamentos por serviços ambientais, especialmente pelo uso da água.	6
	Existência de políticas públicas e programas para a inserção dos produtos da agricultura familiar na merenda das escolas e creches.	3
	Existência de programas municipais de saúde pública e moradia que podem ser associados às demandas dos moradores da UC e entorno.	4

ANEXO D

Portaria/INEA/DIBAP N° 27 de 10 de outubro de 2012

SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE

DIRETORIA DE BIODIVERSIDADE E ÁREAS PROTEGIDAS

ATO DO DIRETOR

PORTARIA/INEA/DIBAP N° 27 DE 10 DE OUTUBRO DE 2012

ESTABELECE A COMPOSIÇÃO DO CONSELHO CONSULTIVO DO PARQUE ESTADUAL DA PEDRA BRANCA.

O DIRETOR DE BIODIVERSIDADE E ÁREAS PROTEGIDAS DO INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE - INEA/RJ, no uso de suas atribuições, que lhe confere o Decreto n° 41.628, de 12 de janeiro de 2009, e

CONSIDERANDO:

a Lei Federal n° 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, regulamentada pelo Decreto n° 4.340, de 22 de agosto de 2002, que define as competências dos conselhos de unidade de conservação, e - a Portaria IEF-RJ n° 260/2008, que estabelece diretrizes e procedimentos para composição e funcionamento dos Conselhos das Unidades de Conservação administradas pelo Instituto Estadual do Ambiente -INEA/RJ, órgão sucessor do extinto IEF/RJ,

RESOLVE:

Art. 1° - Estabelecer a composição do Conselho Consultivo do Parque Estadual da Pedra Branca, com a finalidade de contribuir com ações voltadas à sua proteção e efetiva implantação.

Art. 2° - O Conselho terá a participação de representantes dos seguintes órgãos públicos e entidades da sociedade civil:

I - Instituto Estadual do Ambiente - INEA,

II - Associação Ambientalista Aliança da Floresta - ALIFLOR,

III - Associação dos Agricultores Orgânicos da Pedra Branca - AGROPRATA,

IV - Associação dos Agricultores Orgânicos de Vargem Grande -AGROVARGEM,

V - Associação dos Lavradores e Criadores de Jacarepaguá - ALCRI -JPA,

- VI - Associação de Moradores da Comunidade Alto do Camorim -AMALCA
- VII - Associações de Moradores e Amigos do Rio Pequeno -AMARP,
- VIII - Associação Mundial de Amor e Proteção Ambiental do Planeta -AMAPAP
- IX - Associação de Moradores do Monte da Paz,
- X - Antares Educacional S.A - Universidade Veiga de Almeida - UVA, XI - Centro de Estudos e Pesquisas e Ações de Guaratiba - CEPAG, XII - Centro Integrado de Ação Social e Ambiental Realengo/Barata -CIASA,
- XIII - Federação das Associações de Favelas do Estado do Rio de Janeiro - FAFERJ,
- XIV - Federação de Montanhismo do Estado do Rio de Janeiro - FEMERJ,
- XV - Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ,
- XVI - FURNAS - Centrais Elétricas S.A.,
- XVII - Instituto Bioatlântica - IBIO,
- XVIII - Instituto Cultural e Ecológico Lagoa Viva,
- XIX - K2FS Sistemas e Projetos Ltda.,
- XX - LIGTH-Serviços de Eletricidade S/A,
- XXI - Grupo de Ação Pró Ambiente Jardim Praia da Beira Mar Grama – ONG GRAMA,
- XXII - Ordem dos Advogados do Brasil - OAB - RJ 32ª Subseção,
- XXIII - I Organização Civil para Desenvolvimento nos Assentamentos da Reforma Agrária-OCDARA,
- XXIV - Pastoral do Meio Ambiente,
- XXV - Secretaria Municipal de Meio Ambiente da Cidade do Rio de Janeiro - SMAC,
- XXVI - Sociedade Caátyba de Preservação Ambiental e Cultural,
- XXVII. Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ - Instituto de Geografia,
- XXVIII - Universidade Federal do Rio de Janeiro - Museu Nacional, XXIX - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ,
- XXX - Associação Trabalho para o Mundo Brasil - Work for World Brasil,

Parágrafo Único - O Conselho Consultivo será presidido pelo Chefe do Parque Estadual da Pedra Branca.

Art. 3º - O mandato dos conselheiros será de (02) dois anos, renovável por igual período.

Parágrafo Único - As atividades exercidas pelos conselheiros não serão remuneradas, sendo consideradas de relevante interesse público.

Art. 4º - As atribuições dos membros, a organização e forma de funcionamento do Conselho Consultivo do Parque Estadual da Pedra Branca, serão fixados em Regimento Interno, a ser aprovado pelos seus membros, no prazo de 120 (cento e vinte dias), contados da publicação desta Portaria.

Art. 5º - Toda e qualquer proposta de alteração na composição do Conselho deverá ser registrada em Ata de Reunião e submetida à análise do INEA-RJ.

Art. 6º - Esta Portaria entrará em vigor na data de sua publicação.

Rio de Janeiro, 10 de outubro de 2012