



**Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica & Escola de Química
Programa de Engenharia Ambiental**

Dennis Rodrigues da Silva

**ANÁLISE DE RISCO ASSOCIADO A MOVIMENTOS DE MASSA UTILIZANDO
INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS PARA ÁREA CENTRAL DO MUNICÍPIO DE
ANGRA DOS REIS - RJ**

Rio de Janeiro

2017



UFRJ

Dennis Rodrigues da Silva

**ANÁLISE DE RISCO ASSOCIADO A MOVIMENTOS DE MASSA
UTILIZANDO INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS PARA ÁREA CENTRAL
DO MUNICÍPIO DE ANGRA DOS REIS - RJ**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Marcos Barreto de Mendonça

**Rio de Janeiro
2017**

Rodrigues da Silva, Dennis.

Análise de Risco Associado a Movimento de Massas para Área Central do Município de Angra dos Reis - RJ / Dennis Rodrigues da Silva. – 2017.

177f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química, Programa de Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro, 2017.

Orientador: Marcos Barreto de Mendonça

1. Risco. 2. Vulnerabilidade. 3. Movimentos de Massa. 4. Dados Censitários. 5. Mapeamento. I. Mendonça, Marcos Barreto de. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica e Escola de Química. III. Título



**ANÁLISE DE RISCO ASSOCIADO A MOVIMENTOS DE MASSA UTILIZANDO
INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS PARA ÁREA CENTRAL DO MUNICÍPIO DE
ANGRA DOS REIS - RJ**

Dennis Rodrigues da Silva

Orientador: Marcos Barreto de Mendonça

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental

Presidente, Prof Marcos Barreto de Mendonça, Doutor, UFRJ

Eduardo Gonçalves Serra, Doutor, UFRJ

José Antônio Sena do Nascimento, Doutor, IBGE

Silvia Midori Saito, Doutora, CEMADEN

Rio de Janeiro
2017

À Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Nestes momentos tristes os quais até alguns ingratos a submetem, não posso esquecer-me de onde vim e onde conheci essa temática de riscos, hoje meu campo profissional.

AGRADECIMENTOS

A tod@s os companheir@s do IBGE com quem venho convivendo há quase quatro anos. Em especial agradeço a: Marco Antônio por ter me chamado para entrevista do projeto; Claudio pela coordenação do projeto e por viabilizar a disponibilidade dos dados da pesquisa; Camilla por também compartilhar junto a coordenação do projeto; a tod@s @s **pesquisadores** que passaram pelo projeto, em especial a: Gustavo, Fred, Pilar pela convivência mais longa.

Ao meu orientador Marcos Barreto de Mendonça. Em um momento onde eu tinha dúvidas de que estava no programa correto, o nosso encontro deu partida a este trabalho que estamos finalizando com muito esforço, paciência, discussões.

Ao CEMADEN por dar oportunidade de, mais uma vez, eu me reencontrar com esta temática de riscos.

À Defesa Civil de Angra dos Reis, na figura de Fábio Júnior e Pedro França que gentilmente dedicaram tempo para que eu pudesse conhecer melhor a gestão de risco da cidade.

Por fim, rendo homenagens e meu amor a uma pessoa que hoje eu chego às vezes a confundir a importância dela em minha vida frente a presença inquestionável que meus pais e meu irmão têm: Thais, aqui também você se faz presente!

Parágrafo 198 - "A política e a economia tendem a culpar-se reciprocamente a respeito da pobreza e da degradação ambiental. Mas o que se espera é que reconheçam os seus próprios erros e encontrem formas de interacção orientadas para o bem comum. Enquanto uns se afanam apenas com o ganho económico e os outros estão obcecados apenas por conservar ou aumentar o poder, o que nos resta são guerras ou acordos espúrios, onde o que menos interessa às duas partes é preservar o meio ambiente e cuidar dos mais fracos. (...)"

Parágrafo 13 – "(...) A humanidade possui ainda a capacidade de colaborar na construção da nossa casa comum. Desejo agradecer, encorajar e manifestar apreço a quantos, nos mais variados sectores da actividade humana, estão a trabalhar para garantir a protecção da casa que partilhamos. Uma especial gratidão é devida àqueles que lutam, com vigor, por resolver as dramáticas consequências da degradação ambiental na vida dos mais pobres do mundo. Os jovens exigem de nós uma mudança; interrogam-se como se pode pretender construir um futuro melhor, sem pensar na crise do meio ambiente e nos sofrimentos dos excluídos."

Papa Francisco - Encíclica "Laudato Sí" - maio de 2015

RESUMO

Rodrigues da Silva, Dennis. ANÁLISE DE RISCO ASSOCIADO A MOVIMENTOS DE MASSA UTILIZANDO INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS PARA ÁREA CENTRAL DO MUNICÍPIO DE ANGRA DOS REIS - RJ. Rio de Janeiro, 2016. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

Esta dissertação consiste analisar o risco associado a movimentos de massa considerando todos os seus componentes (perigo, vulnerabilidade e exposição), utilizando como fonte de dados: as estatísticas do censo 2010, realizado sob a menor unidade de coleta de dados censitários utilizada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), a face de quadra; o mapeamento de setores de Suscetibilidade a movimentos de massa, apresentado por COPPETEC (Fundação Coordenação de Projetos Pesquisas e Estudos Tecnológicos). A área de estudo da pesquisa consiste na área central do município de Angra dos Reis – RJ, região que convive constantemente com ameaças de movimentos de massa. Foram desenvolvidos métodos para: elaboração de uma nova base que possibilitasse a associação entre setores de Suscetibilidade e dados censitários (faces de quadra e setores censitários), permitindo a formulação de indicadores para componentes de risco; desenvolvimento de indicadores socioambientais para estimar vulnerabilidade e exposição da população exposta; definição de matrizes que associam as componentes de vulnerabilidade, exposição e perigo para a estimação do risco. Foram aplicados diferentes procedimentos para estimar as componentes de risco (vulnerabilidade utilizando análise fatorial e médias ponderadas; exposição utilizando número de moradores e densidade demográfica) e diferentes matrizes de risco (combinação entre a exposição da população e os perigos existentes; combinação entre vulnerabilidade, exposição das populações e perigos existentes). Os resultados indicaram que os procedimentos adotados para a análise de risco foram satisfatórios. A utilização de faces de quadras permitiu que houvesse um maior detalhamento da análise de riscos, principalmente nas componentes de vulnerabilidade e exposição. A componente vulnerabilidade foi importante, pois confirmou sua influência na definição dos graus de risco e, conseqüentemente, para a gestão em redução ao risco de desastres.

Palavras-chave: Risco; Vulnerabilidade; Movimento de Massa; Dados Censitários; Mapeamento.

ABSTRACT

Rodrigues da Silva, Dennis. ANÁLISE DE RISCO ASSOCIADO A MOVIMENTOS DE MASSA UTILIZANDO INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS PARA ÁREA CENTRAL DO MUNICÍPIO DE ANGRA DOS REIS - RJ. Rio de Janeiro, 2016. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

This dissertation consists of analyzing the risk associated with mass movements considering all its components (danger/hazard, vulnerability and exposure), using as data source: 2010 census statistics, carried out under the smallest census data collection unit used by IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics), the face of the court; the mapping of sectors of susceptibility to mass movements, presented by COPPETEC (Coordination Foundation for Research Projects and Technological Studies). The research area is located in the central area of the municipality of Angra dos Reis - RJ, a region that constantly coexists with threats of mass movements. Methods were developed to create a new base that would allow the association between susceptibility and census data (faces of court and census tracts), allowing the formulation of indicators for risk components; development of socio-environmental indicators to estimate vulnerability and exposure of the exposed population; definition of matrices that associate the components of vulnerability, exposure and danger for the estimation of risk. Different procedures were applied to estimate risk components (vulnerability using factor analysis and weighted averages, exposure using number of inhabitants and demographic density) and different risk matrices (combination of population exposure and existing hazards; combination of vulnerability, exposure populations and hazards). The results indicated that the procedures adopted for the risk analysis were satisfactory. The use of faces of court allowed a greater detail of the risk analysis, especially in the components of vulnerability and exposure. The vulnerability component was important because it confirmed its influence on the definition of degrees of risk and, consequently, on management in disaster risk reduction.

Keyword: Risk; Vulnerability; Mass Moviments; Census Data; Mapping.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Principais Agentes e Causas dos Escorregamentos (Fonte: Augusto Filho, 2001)	31
Quadro 2: Tipos de Risco (Fonte: VEYRET, 2007, organizado por ALMEIDA, 2010)	45
Quadro 3: Critérios para Determinação do Grau de Risco (Fonte: NOGUEIRA, 2002)	57
Quadro 4: Óbitos no estado do Rio de Janeiro Provocados por Desastres Naturais entre 1991 a 2012 (Fonte: UFSC/CEPED, 2013b)	79
Quadro 5: Valores de Correspondência da Suscetibilidade dos SSs	88
Quadro 6: Grupo de Variáveis que Compõem a Vulnerabilidade no Presente Trabalho (Fonte: Almeida, 2010 - adaptado)	100
Quadro 7: Variáveis Disponíveis no Censo 2010 Utilizadas no Presente Trabalho	102
Quadro 8: Tabela com as Variáveis do Censo 2010 Dimensão de Vulnerabilidade e Pesos	105
Quadro 9: Variáveis Usadas para o Cálculo do Índice de Vulnerabilidade por Análise Fatorial	109
Quadro 10: Matriz de Correlação dos Grupos Variáveis	111
Quadro 11: Tabela de Extração das Somas dos Quadrados das Cargas	112
Quadro 12: Matriz de Cargas Fatoriais dos Fatores por Variável Original	113
Quadro 13: Valores de Referência para o Fatiamento dos Graus de Vulnerabilidade	115
Quadro 14: Valores de Referência para o Fatiamento dos Graus de Exposição	116
Quadro 15: Valores de Referência para o Fatiamento dos Graus de Perigo	116
Quadro 16: Distribuição dos setores de perigo por graus de perigo	123
Quadro 17: Setores de Perigo de BATERES Classificados por Graus de Exposição Calculados por Número de Moradores	127
Quadro 18: Setores de Perigo Classificados por Graus de Exposição Calculados por Densidade Demográfica	129
Quadro 19: Renda Média Per Capita dos Moradores em Domicílios Particulares Permanentes por Salário Mínimos (Fonte: IBGE)	132
Quadro 20: Distribuição de SP, População e Área Segundo os Graus de Vulnerabilidade por Média Ponderada	136

Quadro 21: Distribuição de SP, População e área Segundo os Graus de Vulnerabilidade Referente ao Desenvolvimento Socioeconômico	138
Quadro 22: Distribuição de SPs, População e área Segundo os Graus de Vulnerabilidade Referente ao Fator Saneamento Básico.....	139
Quadro 23: Distribuição de SP, População e área Segundo os Graus de Vulnerabilidade Referente ao Fator Coesão Social.....	141
Quadro 24: Distribuição de SP, População e Área Segundo os Graus de Vulnerabilidade por Análise Fatorial.....	143
Quadro 25: Distribuição dos SPs, População e Área Segundo a Classificação de Risco (perigo e exposição) a Desastres.....	145
Quadro 26: Distribuição de SPs, População e Área Segundo a Classificação de Conseqüências (vulnerabilidade por médias ponderadas).....	146
Quadro 27: Distribuição de SPs, População e Área Segundo a Classificação de Risco (perigo e consequência) a Desastres (vulnerabilidade por médias ponderadas)	149
Quadro 28: Distribuição de SPs, População e Área Segundo a Classificação de Conseqüências (vulnerabilidade por análise fatorial)	151
Quadro 29: Distribuição de SP, População e Área Segundo a Classificação de Risco (perigo e consequência) a Desastres (vulnerabilidade por análise fatorial)	153
Quadro 30: Distribuição dos SPs, População e Área Segundo a Classificação de Risco (perigo e exposição) a Desastres.....	155
Quadro 31: Distribuição de SPs, População e Área Segundo a Classificação de Conseqüências (vulnerabilidade por médias ponderadas).....	157
Quadro 32: Distribuição de SPs, População e Área Segundo a Classificação de Risco (perigo e consequência) a Desastres (vulnerabilidades por médias ponderadas).....	159
Quadro 33: Distribuição de SPs, População e Área Segundo a Classificação de Conseqüências (vulnerabilidade por análise fatorial)	161
Quadro 34: Distribuição de SPs, População e Área Segundo a Classificação de Risco (perigo e consequência) a Desastres (vulnerabilidade por análise fatorial) ..	163

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Número de desastres ocorridos no mundo de 1970 a 2016. (Fonte: EM-DAT/CRED, 2016).....	27
Figura 2: Total de pessoas mortas em desastres naturais reportados de 1970 a 2016 por continentes (Fonte: EM-DAT/CRED, 2016).....	28
Figura 3: Total de pessoas afetadas em desastres naturais reportados de 1970 a 2016 por continentes (Fonte: EM-DAT/CRED, 2016).....	28
Figura 4: Danos econômicos provocados por desastres naturais reportados de 1970 a 2016 (Fonte EM-DAT/CRED).....	29
Figura 5: Correlação chuva e ruptura de taludes ocorridos em Serra do Mar, Cubatão – SP (Fonte: CHAVES, 2016))	32
Figura 6: Esquema representando um deslizamento rotacional, e uma fotografia evidenciando uma paisagem onde há deslizamento rotacional (Fonte: http://goo.gl/1EHP4H)	34
Figura 7: Esquema representando um deslizamento translacional, e uma fotografia evidenciando uma paisagem onde há deslizamento translacional (Fonte: http://www.aquafluxus.com.br/quando-a-terra-vem-abaixo/)	35
Figura 8: Esquema representando um rastejo à esquerda, e uma fotografia evidenciando uma paisagem onde há rastejo (Fonte: Gullo, 2015)	35
Figura 9: Esquema representando um fluxo de detritos ou corridas à esquerda, e uma fotografia evidenciando uma paisagem onde houve fluxo de detritos ou corridas (Fonte: http://www.meioambiente.pro.br/baia/mov.htm).....	36
Figura 10: Esquema representando uma queda, e uma fotografia evidenciando uma paisagem onde há este fenômeno (Fonte: http://goo.gl/90kU3j).....	37
Figura 11: Evolução das abordagens de vulnerabilidade (Fonte: BIRKMANN, 2006b. Versão traduzida em SAITO, 2011)	48
Figura 12: Quadro esquemático que mostra os princípios, estrutura e processo na gestão de riscos, de acordo com a ISO 31000 (Fonte: ISO, 2009a. Versão traduzida em http://gerenciandoriscosemprojetos.com/gerenciar-riscos-com-a-norma-nbr-iso-31000).....	50
Figura 13: Ciclo de gestão de proteção e Defesa Civil (Fonte: UFSC/CEPED, 2014)	53
Figura 14: Localização de Angra dos Reis e da área de estudo	59

Figura 15: Geomorfologia da área de estudo.....	63
Figura 16: Declividade da área de estudo	64
Figura 17: Solos presentes na área de estudo –levantamento feito por abordagem geotécnica (Fonte: COPPETEC, 2012).....	66
Figura 18: Vegetação e uso do solo da área de estudo	69
Figura 19: Evolução da população residente no município de Angra dos Reis (Fonte: IBGE, 2016).....	75
Figura 20: Pirâmide etária de Angra dos Reis, estado do Rio de Janeiro e Brasil (Fonte: cid@des/IBGE, 2016)	76
Figura 21: Registros de desastres por ano e evento em Angra dos Reis - RJ (2000 a 2014) (Fonte: UFSC/CEPED, 2013b; S2ID, 2016 –organizado pelo autor)	78
Figura 22: Fluxograma de trabalho	82
Figura 23: Mapa de suscetibilidade da área central de Angra dos Reis.....	83
Figura 24: Mapa de Suscetibilidade em áreas habitadas.....	85
Figura 25: Setores censitários disponíveis para área de estudo e município de Angra dos Reis	87
Figura 26: Faces de quadra disponíveis para área de estudo e município de Angra dos Reis	87
Figura 27: Mapa de suscetibilidade em áreas habitadas	89
Figura 28: Mapa mostrando a disposição entre setores de suscetibilidade, setores censitários e faces de quadra.....	90
Figura 29: Polígonos da BATER feitos para o caso apresentado na Figura 28	92
Figura 30: Exemplo da construção de um polígono da BATER para área de estudo.....	94
Figura 31: Padrão de numeração de um polígono da BATER	95
Figura 32: Setores de Suscetibilidade ponderados por média espacial, tendo por referência as BATERES.....	97
Figura 33: Tabela “DePara” que faz a correspondência entre as feições censitárias e os polígonos da BATER	99
Figura 34: Espaço tridimensional de variáveis e elipsoide de dados.	108
Figura 35: Gráfico p-dimensional dos dados trabalhados na pesquisa	112
Figura 36: Matriz risco com as componentes perigo e exposição	118
Figura 37: Matriz consequências com os componentes vulnerabilidade e exposição	118
Figura 38: Matriz risco com as componentes perigo e consequências	119

Figura 39: BATERES feitas para área de estudo	120
Figura 40: Mapa de perigo de movimentos de massa.....	122
Figura 41: Mapa de exposição da população em números de moradores.....	124
Figura 42: Demonstração dos diferentes padrões construtivos e localização na área de estudo	126
Figura 43: Mapa de exposição da população por densidade demográfica	128
Figura 44: Vulnerabilidade física por setores de perigo	130
Figura 45: Vulnerabilidade econômica por setores de perigo	131
Figura 46: Renda da população residente <i>per capita</i>	133
Figura 47: Vulnerabilidade social por setores de perigo.....	134
Figura 48: Mapa de vulnerabilidade calculada por médias ponderadas.....	135
Figura 49: Mapa do fator desenvolvimento socioeconômico calculado por análise fatorial	137
Figura 50: Mapa do fator saneamento básico calculado por análise fatorial.....	138
Figura 51: Mapa do fator coesão social calculado por análise fatorial	140
Figura 52: Mapa da vulnerabilidade calculada por análise fatorial.....	142
Figura 53: Mapa de risco com os componentes exposição (número de moradores) e perigo	144
Figura 54: Mapa de consequências (vulnerabilidade por médias ponderadas)	146
Figura 55: Mapa de risco com os componentes perigo e consequências (vulnerabilidade por médias ponderadas)	148
Figura 56: Mapa de consequências (vulnerabilidade por análise fatorial).....	150
Figura 57: Mapa de risco com os componentes perigo e consequências (vulnerabilidade por análise fatorial).....	152
Figura 58: Mapa de risco com os componentes exposição (densidade demográfica) e perigo	154
Figura 59: Mapa de consequências (vulnerabilidade por médias ponderadas)	156
Figura 60: Mapa de risco com os componentes perigo e consequências (vulnerabilidade por média ponderada).....	158
Figura 61: Mapa de consequências (vulnerabilidade por análise fatorial).....	160
Figura 62: Mapa de risco com os componentes perigo e consequências (vulnerabilidade por análise fatorial).....	162

LISTA DE SIGLAS

BATER - Base Territorial Estatística de Risco

CEMADEN – Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais

CGEO – Coordenação de Geografia/IBGE

COPPETEC - Fundação Coordenação de Projetos Pesquisas e Estudos Tecnológicos

CONPDEC - Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil

CSN - Companhia Siderúrgica Nacional

DI - Diretoria de Informática/IBGE

ECLAC - Economic Commission for Latin America and the Caribbean

EM-DAT/CRED - Emergency Events Database of Centre for Research on the Epidemiology of Disasters

EMBRATUR - Empresa Brasileira de Turismo

FEMA - Federal Emergency Management Agency

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH - Índice de Desenvolvimento Humano

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

IPCC – International Panel on Climate Change

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

IUGS-WGL - União Internacional de Geociências

MDE - Modelo Digital de Terreno

PIB - Produto Interno Bruto

PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra Domiciliar

PNPDEC - Política Nacional de Proteção e Defesa Civil

RRD – Redução de Riscos de Desastres

S2ID - Sistema Integrado de Informações sobre Desastres

SEA-RJ – Secretaria de Estado do Ambiente do Rio de Janeiro

SIG – Sistemas de Informações Geográficas

SINPDEC - Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil

SP – Setor de Perigo

SPC - Slope Position Classification

SS - Setor de Suscetibilidade

TEBIG - Terminal da Baía de Ilha Grande/PETROBRÁS

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UNISDR - United Nations International Strategy for Disaster Reduction

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
1.1 – APRESENTAÇÃO DO TEMA DA PESQUISA	18
1.2 - OBJETIVOS.....	22
1.2.1 – Objetivos Específicos	22
1.3 – ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	22
2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	24
2.1 – DESASTRES “NATURAIS”	24
2.2 – MOVIMENTOS DE MASSA	31
2.2.1 – Deslizamentos	33
2.2.1.1 – Deslizamento Rotacional	34
2.2.1.2 – Deslizamento Translacional.....	34
2.2.2 – Rastejo (creep)	35
2.2.3 –Corridas	35
2.2.4 – Quedas de Blocos de Rocha	36
2.3 – GESTÃO DE RISCOS DE DESASTRES.....	37
2.3.1 – De Respostas a Desastres a Gestão de Riscos: A Evolução em Defesa Civil	37
2.3.2 –Conceitos e Métodos de Aplicação em Gestão de Riscos a Desastres Naturais	41
2.3.2.1 – Os Conceitos	41
2.3.2.2 – Métodos e Formas para Avaliar o Risco.....	45
2.3.3 – Processos de Gestão de Risco	49
2.3.4 – Mapeamento de Áreas de Risco para Movimentos de Massa	54
3 – ÁREA DE ESTUDO.....	59
3.1- DESCRIÇÃO PRELIMINAR.....	59

3.2 – CONDICIONANTES FÍSICOS	60
3.2.1 – Geologia	60
3.2.2 – Geomorfologia	61
3.2.3 - Solos	65
3.2.4 – Clima	67
3.2.5 – Vegetação e Uso do Solo	67
3.3 – CONDICIONANTES SOCIAIS DA ÁREA	70
3.3.1 – Evolução Socioespacial	70
3.3.2 – Evolução e Perfil Populacional	75
3.4 – HISTÓRICO DE AMEAÇAS – OS REGISTROS DE DESASTRES	77
4 - METODOLOGIA	81
4.1 - FLUXOGRAMA GERAL DOS PROCEDIMENTOS ADOTADOS	81
4.2 - PROCEDIMENTOS DE AGREGAÇÃO DE DADOS.....	81
4.2.1 – Mapeamento de Setores de Suscetibilidade	81
4.2.2 – Mapeamento Censitário do IBGE	84
4.2.3- Atribuição de Valores de Graus de Suscetibilidade	88
4.2.4 - Associação dos Mapeamentos Censitários e de Suscetibilidade (BATER)	89
4.2.5 - Dissolução e Ponderação dos Setores de Suscetibilidade por BATER	96
4.2.6- Correspondência entre BATER e Feições Censitárias	99
4.3 – PROCEDIMENTOS DE TABULAÇÃO DAS VARIÁVEIS DO CENSO 2010.	99
4.4 – PROCEDIMENTOS DE CÁLCULOS DE INDICADORES DE VULNERABILIDADE.....	104
4.4.1 - Médias ponderadas	104
4.4.2 - Análise Fatorial	108
4.5 – PROCEDIMENTOS DE ESPACIALIZAÇÃO DOS COMPONENTES DE RISCO.....	114

4.6 – PROCEDIMENTOS DE CÁLCULO DE INDICADORES DA EXPOSIÇÃO	114
4.7 – PROCEDIMENTOS DE MATRIZES DE RISCO	115
4.7.1 – Fatiamento	115
4.7.2 – Matrizes	117
4.7.2.1 - Matriz Risco Perigo e Exposição (P x E)	117
4.7.2.2 - Matriz Risco Perigo e Consequências (P x C)	118
5 – RESULTADOS E ANÁLISES	120
5.1 – MAPEAMENTO DA BASE TERRITORIAL ESTATÍSTICA DE RISCOS (BATER)	120
5.2.1 – Perigo	122
5.2.2 – Exposição	123
5.2.2.1 – Exposição por Número de Moradores	123
5.2.2.2 – Exposição por Densidade Demográfica	127
5.2.3 – Vulnerabilidade	129
5.2.3.1 – Vulnerabilidade por Médias Ponderadas	129
5.2.3.2 – Vulnerabilidade por Análise Fatorial	136
5.3 – OS MAPAS DE RISCO	143
5.3.1 – Mapas de Risco Utilizando a Exposição por Número de Moradores	143
5.3.1.1 – Mapa Resultante da Matriz de Risco Perigo e Exposição	143
5.3.1.2 – Mapa Resultante da Matriz de Risco Perigo e Consequências (Vulnerabilidade e Exposição)	145
5.3.1.2.1 – Mapa de risco resultante do cálculo da vulnerabilidade por médias ponderadas	145
5.3.1.2.2 – Mapa de risco resultante do cálculo da vulnerabilidade por análise fatorial	149
5.3.2 – Mapas de Risco Utilizando a Exposição por Densidade Demográfica	153

5.3.2.1 – Mapa de Risco Resultante da Associação entre Perigo e Exposição	153
5.3.2.2 – Mapa de Risco resultante da associação entre Suscetibilidade e Consequências (Vulnerabilidade e Exposição)	155
5.3.2.2.1 – Mapa de risco resultante do cálculo da vulnerabilidade por médias ponderadas.....	155
5.3.2.2.2 – Mapa de risco resultante do cálculo da vulnerabilidade por análise fatorial	159
5.4 – ANÁLISES GERAIS	163
6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	167
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	170

1. INTRODUÇÃO

1.1 – APRESENTAÇÃO DO TEMA DA PESQUISA

Alguns autores atestam que vivemos na sociedade de risco (BECK, 1992; TAYLOR-GOOBY e ZINN, 2006; ZINN, 2008). Define-se risco como "incertezas, possibilidades, chances ou probabilidade de eventos muitas vezes com consequências de algumas atividades ou políticas" (TAYLOR-GOOBY e ZINN, 2006). Esta sociedade é de risco porque os desenvolvimentos empreendidos por essa sociedade, através das revoluções industriais, trouxeram mais riscos ao conjunto da sociedade. Por mais que se desenvolvam novas técnicas, mais riscos serão gerados, seja por conta da criação de ameaças em si, seja porque as percepções de risco aumentam. Não à-toa que alguns autores consideram o risco como uma construção social vinda da percepção (VEYRET, 2007; ZINN, 2008).

Se essa sociedade cria esses riscos, mesmo quando está tentando eliminá-los, o que representa uma situação contraditória, tem-se, então, uma sociedade reflexiva, de acordo com o sociólogo Anthony Giddens (GOES, 2015). Dessa forma, o conhecimento sobre ameaças e seus riscos às vezes avança menos no sentido de garantir uma maior segurança para a sociedade, do que trazer mais incertezas e inseguranças. Talvez seja por isso que as companhias de seguro são as mais lucrativas no mundo? E que discursos de terror e de perigo externo, gerando xenofobias e discriminações, estejam reemergindo, garantindo maior repressão ao dia a dia das populações? O fato é que o momento histórico no qual se está vivendo, tratada pelas ciências sociais como pós-modernidade, vem trazendo mais incertezas.

Os riscos podem estar associados a diversas fontes. Como exemplo, tem-se: a insegurança de não se ter mais emprego, pois a evolução técnica pode ser uma ameaça a uma profissão; a inundação que pode afetar todo o tráfego, evitando a circulação de veículos; o rompimento de uma barragem, afetando comunidades, recursos e serviços ambientais, como aconteceu no ano de 2015 em Mariana (MG).

Das incertezas que são postas atualmente, tem-se aquelas relacionadas, até mesmo, aos fenômenos vindos da natureza. De acordo com Oliveira (2011) um dos estudos da Secretaria Nacional de Assuntos Estratégicos da Presidência da República em 2005 dizia que as mudanças percebidas no clima poderiam trazer alguns danos para o país: alteração das áreas de agricultura, prejudicando o setor;

perdas de serviços ambientais importantes para o bem estar da sociedade; secas em áreas úmidas; intensificação de eventos extremos (chuvas, ventanias) em partes do país. Tendo a intensificação das chuvas, há a perspectiva de que inundações e movimentos de massa possam se intensificar. Percebe-se que há a preocupação dos governos com as mudanças climáticas, após muitas advertências do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (International Panel on Climate Change – IPCC, 2014). Esses alertas sobre as mudanças no clima são coincidentes com o aumento de registros de desastres ditos naturais.

Os ditos desastres naturais, que estão associados a eventos naturais (terremotos, secas, inundações e movimentos de massa), vêm sendo questionados quanto ao serem classificados como naturais: seja pela hoje reconhecida interferência das atividades humanas ao clima; seja pelo processo social de exposição de populações às ameaças; seja porque as atividades humanas facilitam com que esses eventos se transformem em ameaças e então evoluam para desastres (por exemplo, ao se realizarem cortes em taludes; na impermeabilização do solo, dificultando a infiltração das águas no solo; ao não haver um planejamento de ocupação do espaço, fazendo com que pessoas morem em lugares perigosos ou que sejam instaladas infraestruturas nesses lugares perigosos). Mesmo havendo esse questionamento, o meio técnico-científico vem tratando os riscos e desastres como se ainda fossem naturais, no que diz respeito a sua nomenclatura.

Um dos motivos para que a humanidade tenha que conviver com riscos a desastres naturais se justifica pelo ambiente construído pelas sociedades nos últimos anos, principalmente nos últimos cinquenta anos, com o aumento das áreas urbanas, que concentram maior número de pessoas e bens por área. O ambiente urbano contribui para o aumento de desastres por alguns motivos: menor percepção dos riscos, quando naturais (VEYRET, 2007); maior exposição de pessoas em um único local; exposição de população mais vulnerável em locais mais susceptíveis a ameaças; novos riscos criados pelo ambiente urbano, pela maior intervenção humana na paisagem.

Este quadro também se agrava no Brasil, que desde a década de 1970 passou a ter a maior parte da sua população em áreas urbanas, chegando hoje a 85% da sua população de 204 milhões de habitantes em áreas urbanas (IBGE, 2016); mas se urbanizou sem promover um ambiente urbano adequado a sua população. Problemas de transporte, acesso à saúde e bem estar e também a áreas

seguras quanto a desastres ditos naturais foram as consequências dessa urbanização acelerada (SANTOS, 2008), criando populações expostas e vulneráveis a diversos tipos de ameaças.

O entendimento das exposições às quais determinados grupos são submetidos e suas respectivas vulnerabilidades é importante para entendermos os níveis de riscos pelos quais essas populações passam. As vulnerabilidades se referem às características e circunstâncias de uma comunidade que a torna sujeita a sofrer danos associados a uma determinada ameaça (UNISDR, 2009). Um grupo que não tenha, por exemplo, moradias resistentes a ventanias ou chuvas de granizo serão mais vulneráveis fisicamente a desastres do que outro grupo que tenha essas casas preparadas. Já a exposição é a situação onde essas populações estão submetidas a essa ameaças. Comunidades ou bens que estejam em várzeas de rios que constantemente transbordam estão mais expostos do que aqueles em áreas mais distantes dessas várzeas. A combinação desses dois fatores, vulnerabilidade e exposição, com as ameaças definem os riscos de comunidades e objetos a desastres.

É possível que um risco não se converta em desastres? Fazendo com que diminuam as vulnerabilidades e a exposição das populações e objetos, e mitigar e/ou prevenir os efeitos das ameaças é possível reduzir os riscos e evitar desastres. A convivência com esses riscos é possível através da identificação, análise, avaliação e promoção de ações para realizar prevenção e/ou mitigação dos mesmos.

Uma das formas de conhecer os riscos é através de indicadores socioambientais que expressem seus componentes (ameaças, vulnerabilidades, exposições). A necessidade de indicadores¹, que são compostos por reunião de dados primários e estatísticas, para avaliar a situação de risco de determinados locais, se justifica porque é uma das formas para se operacionalizar um conceito teórico através de valores quantitativos (JANUZZI, 2001, *apud* CARVALHO E BARCELOS, 2010). Muitos trabalhos no Brasil e no mundo usam indicadores socioambientais para gerenciamento de riscos (ALMEIDA, 2010; BIRKMANN,

¹ Indicadores, segundo Carvalho e Barcelos (2010), podem ou não serem estatísticas. O sinal vermelho no trânsito indica que a rua está fechada para trânsito, o quê não é uma estatística. O número de pessoas determinado local é uma estatística que indica quantas pessoas estão nesse local. Para que este indicador seja uma estatística, é necessário: a repetição desse indicador em outros locais e períodos de tempo; demonstrar os mesmos resultados obtidos; serem coletados sistematicamente.

2006a; OLIVEIRA, 2011; SAITO, 2011). No entanto, existe um desafio de se combinar dados sociais com dados de fenômenos da natureza, pois ambos se manifestam no espaço e são levantados de formas diferentes.

Outro desafio posto é de como estimar as componentes de risco, principalmente a vulnerabilidade através dos indicadores disponíveis. Tendo diversas dimensões, se faz necessária a busca e construção de indicadores que representem de forma mais completa as vulnerabilidades. Como, por enquanto, não existem estatísticas que definam diretamente as diferentes dimensões da vulnerabilidade, essas são normalmente estimadas através de dados estatísticos indiretos (BIRKMANN, 2006a).

No Brasil, apesar de existir legislação e conhecimento, não tem se verificado sucesso para evitar, mitigar e prevenir os desastres. Os desastres mais marcantes e recentes nos últimos anos (exemplo: região serrana fluminense em 2011 e rompimento de barragem em Mariana, bacia do Rio Doce, Minas Gerais) mostram essa situação quanto à gestão de riscos de desastres.

O conhecimento de quais áreas estão sob risco, de acordo com a escala de ação do órgão público competente, é um importante instrumento para ação em políticas públicas que evitem ou mitiguem novos desastres como os citados anteriormente. Muitos órgãos públicos, às vezes, não têm os instrumentos adequados para dar respostas a essas ameaças, ou mesmo trabalham com instrumentos e métodos que não são mais efetivos nas respostas a ameaças. O mapeamento de áreas de risco é um instrumento básico para gestão de riscos de desastres. Ao identificar as áreas e seus graus de risco, podem ser definidas quais medidas a serem tomadas.

O Ministério das Cidades e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) (2007) têm incentivado a elaboração de mapeamentos de áreas de risco, apesar de poucos municípios ainda contarem com esse instrumento. Angra dos Reis (localizado na região sul do estado do Rio de Janeiro), que consiste na área de estudo desta dissertação, conta com um mapeamento solicitado pela Secretaria do Ambiente do Estado do Rio de Janeiro (SEA-RJ -COELHO NETTO *et al*, 2014) de risco e suscetibilidade a movimentos de massa para o gerenciamento de risco municipal. No entanto, este mapeamento de risco realizado não contempla a componente de risco vulnerabilidade de acordo com o que será abordado nesta dissertação. Em um município onde há uma diferenciação socioespacial e a convivência com risco a

movimento de massas é constante, o mapeamento de risco deve considerar a vulnerabilidade como componente do mesmo.

Angra dos Reis, de acordo com o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (UFSC e CEPED, 2013), é o quinto município em número de desastres associados a eventos naturais e também o quinto em número de óbitos em decorrência a esses eventos no período de 1991 a 2012. É muito importante para este município, que tem sua importância no território nacional devido a sua localização estratégica entre as duas principais metrópoles do país, garantindo a instalação de grandes empreendimentos no município, ter instrumentos de gestão para lidar com as incertezas vidas dos desastres associados a fenômenos naturais.

1.2 - OBJETIVOS

Analiar o risco associado a movimentos de massa, considerando todos os seus componentes - perigo, vulnerabilidade e exposição - a partir de indicadores a serem construídos.

1.2.1 – Objetivos Específicos

- Construir um mapeamento que permita a associação de dados estatísticos ao mapeamento de suscetibilidade a ser usado neste trabalho;
- Definição de metodologias para aferir perigo, vulnerabilidade e exposição de comunidades expostas a movimentos de massa;
- comparar o mapa de risco resultante da metodologia desenvolvida com o mapa de risco não considerando a vulnerabilidade.

1.3 – ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação é dividida em sete capítulos. O primeiro capítulo é esta introdução, onde se faz uma breve contextualização do tema da dissertação e são apresentados seus objetivos.

O segundo capítulo traz a revisão bibliográfica. Nessa revisão bibliográfica são tratados os conceitos importantes para esta pesquisa. Contextualização dos conceitos de desastres, movimentos de massa, vulnerabilidade, exposição, risco, gerenciamento de riscos e mapeamentos são explicados, além de serem mostrados como esses conceitos são instrumentalizados.

O terceiro capítulo trata de uma descrição da área de estudo. São tratadas as características do ambiente físico e socioespacial existentes na área central do município de Angra dos Reis. Também é feita uma descrição dos últimos desastres que ocorreram no município.

O quarto capítulo trata da metodologia utilizada para alcançar os objetivos tratados, sendo detalhados os métodos de cálculo, processamentos de dados, técnicas de mapeamento utilizadas que serviram para realizar a análise de risco aqui objetada.

O quinto capítulo mostra os resultados obtidos na análise, que são exibidos por cada componente de risco (perigo, exposição e vulnerabilidade), e por diferentes métodos de aferir o risco. Ao fim deste capítulo são feitas breves análises dos resultados obtidos: o que permitem mostrar; os padrões e distribuição espaciais desses resultados; propostas de ações.

Por fim, o sexto capítulo trata das considerações finais a respeito desta pesquisa e futuros encaminhamentos para próximos estudos.

2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão tratados os fundamentos e pontos que embasaram esta dissertação. As seções estão divididas em três partes: desastres “naturais” e uma contextualização sobre desastres; movimentos de massa e os tipos destes; a gestão de riscos nos seguintes aspectos: histórico, os conceitos, os processos e instrumentos aplicados na gestão de riscos de desastres.

2.1 – DESASTRES “NATURAIS”

O planeta Terra convive com diversas forças exercidas pelo seu geossistema que interagem com processos tecnológicos e sociais. Desses eventos e processos, alguns podem trazer benefícios à humanidade, como podem trazer danos e prejuízos. Por exemplo, uma usina atômica gera energia para prover eletricidade a muitos locais; chuvas são fundamentais para o ciclo hidrológico, que fornece água para humanidade; o comércio entre diferentes grupos e locais cria receitas para países e outros recortes territoriais. Quando eventos acabam criando danos ou prejuízos aos grupos expostos, configura-se então um desastre.

Desastre é um conceito polissêmico, provavelmente por ser de interesse de muitos profissionais e perfis (governantes, sociedade civil, setores produtivos, cientistas, religiosos etc). De acordo com a United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR) (2009), “O desastre é uma séria interrupção do funcionamento de uma comunidade ou sociedade envolvendo perdas e impactos, humanos, materiais, econômicos ou ambientais generalizados, os quais excedem a capacidade da comunidade afetada ou sociedade para lidar com a situação, utilizando os seus próprios recursos.”. Esta definição explica claramente o desastre, mas não como ele pode ser criado. De acordo com a Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC) (2014) ao se referir especificamente a desastres naturais, define como a combinação de dois fatores: um evento natural que é capaz de desencadear uma série de processos que podem criar danos e perdas; e quando os elementos expostos estão vulneráveis a esses eventos.

Considerando essa definição da ECLAC (2014), entende-se que existem tipos de desastre. Kobiyama *et al* (2006) classificam os desastres por alguns parâmetros: intensidade; evolução; duração; origem. A intensidade diz respeito quanto aos danos que o desastre proporciona ao local, seja em termos de Produto Interno Bruto (PIB)

e/ou número de afetados. A evolução diz respeito ao tempo de construção dos desastres, podendo o desastre ser súbito –tal qual um tsunami-, ou gradual –tal qual uma seca. A duração é em relação ao tempo que o evento que provoca o desastre acontece, sendo ele episódico –como exemplos são citados terremotos, tsunamis, explosões em fábricas-, e os crônicos, como erosões do solo. Percebe-se que o autor (KOBAYAMA *et al*, 2006) quando menciona os parâmetros de evolução, duração e origem está se referindo ao evento e não ao desastre como é entendido no presente trabalho.

Desses parâmetros de classificação, a origem é o parâmetro mais utilizado para diferenciar um desastre de outros. Esse parâmetro diz respeito sobre qual a fonte do evento que provoca danos a um grupo. Os tipos de desastres de acordo com a origem são, de acordo com a divisão utilizada pelo Emergency Events Database do Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (EM-DAT/CRED) (2016): Desastres Naturais e Desastres Tecnológicos.

Os desastres tecnológicos seriam associados a tecnologia empregada em determinado local e atividade, como explosões e vazamentos de plantas industriais; acidentes por meios de transportes; mal funcionamento de infraestruturas tecnológicas (dutos, redes de eletricidade). Esses eventos atingindo grupos expostos e bens vulneráveis são classificados como desastres tecnológicos.

Já os desastres denominados de naturais estão relacionados a fenômenos naturais de ordem geofísica (movimentos de massas, terremotos), meteorológica (tempestades, chuvas de granizo), hidrológica (inundações, ressacas), climatológica (secas, queimadas), biológica (epidemias, pragas de insetos), e mesmo extraterrestres (chuvas de meteoros).

De acordo com Nogueira (2002), é possível classificar as perdas e danos em decorrência de desastres naturais de forma direta ou indireta. As formas diretas seriam:

- “sobre a vida humana, expresso em número de mortos e feridos”;
- “sobre bens privados, públicos e coletivos, expresso em prejuízos a edificações, instalações industriais e comerciais, infraestrutura urbana, equipamentos públicos e danos ao meio ambiente”.

Já as formas indiretas, de acordo com Nogueira (op. cit.), seriam:

- “interrupção de funcionamento dos transportes, dos serviços públicos e dos meios de informação”;

- “impactos relacionados à imagem desfavorável de um local, propriedade ou empreendimento sujeitos a escorregamentos, como a desvalorização de bens, a redução de impostos arrecadados pela desvalorização de propriedades ameaçadas ou atingidas por escorregamentos e a desmotivação de investimentos”;
- “alteração nas atividades do comércio e da indústria como consequência da queda de produção”;
- “geração de gastos de reabilitação e reconstrução; com remoção, em caráter provisório ou definitivo dos moradores dos locais afetados para alojamentos provisórios e/ou obtenção e construção de novas moradias para relocações definitivas; execução, nas áreas afetadas, de obras emergenciais para impedir novas ocorrências de escorregamentos; execução de obras de remediação, etc”;
- “perda de produtividade de terras agrícolas”;
- “custos para prevenir ou mitigar futuros danos por escorregamentos”;
- “custos referentes a mobilização de organizações de defesa civil”;
- “efeitos adversos sobre a qualidade da água superficial - efeitos secundários, como inundações”;
- “perda de produtividade humana devido a ferimentos ou morte”.

Os desastres ditos naturais vêm crescendo com o passar dos anos. Os motivos para esse crescimento são: os desastres estão sendo mais reportados, mesmo que haja ainda uma deficiência nesse expediente por parte de alguns países (WORLD BANK, 2012; UNISDR, 2015); influência das mudanças climáticas (IPCC, 2014), onde à medida que as temperaturas aumentam, alterando todo o quadro climático conhecido, criam implicações como eventos extremos, alterando a distribuição dos impactos dos mesmos; urbanização e algumas de suas características negativas, como segregação socioespacial, urbanização acelerada e mal planejada, e a densidade das áreas urbanas, todos esses conteúdos da urbanização aumentando a exposição de pessoas e bens em áreas ambientalmente sensíveis. Essa constatação é possível de ser confirmada com os dados fornecidos pelo EM-DAT/CRED, mostrados na Figura 1.

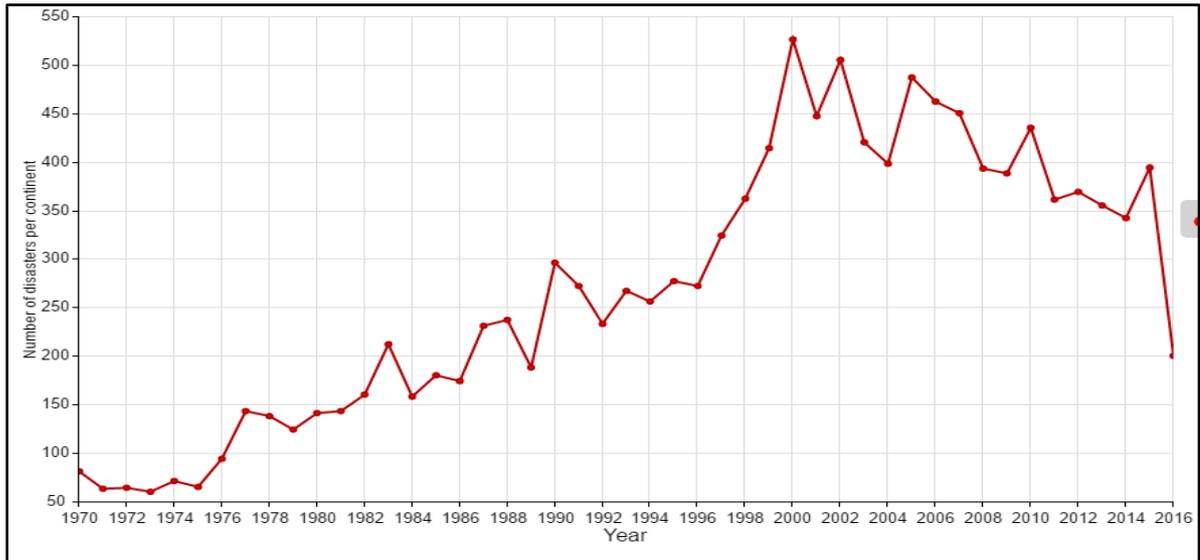


Figura 1: Número de desastres ocorridos no mundo de 1970 a 2016. (Fonte: EM-DAT/CRED, 2016)

De maneira geral, pode-se dizer que desde os anos 1970 há uma crescente nos números de desastres reportados, sendo mais pronunciado a partir de 1996, confirmando as razões apresentadas anteriormente. Porém, percebe-se uma tendência de queda a partir do ano 2001/2004.

Perda de vidas e interrupção das atividades nas sociedades são as faces mais dramáticas e diretas que os desastres podem proporcionar. De acordo com os dados disponíveis pelo EM-DAT/CRED (2016), o número de pessoas atingidas também vêm aumentando. Nas Figuras 2 e 3 pode-se ver dados de pessoas mortas e afetadas² por desastres, agora separados por continentes.

² De acordo com o EM-DAT (2016) pessoas afetadas são as que requerem assistência imediata durante uma situação de emergência. Mesmo havendo esta definição o próprio EM-DAT alerta que há ambiguidades, diferentes critérios e métodos de estimação dos números dispostos no banco de dados.

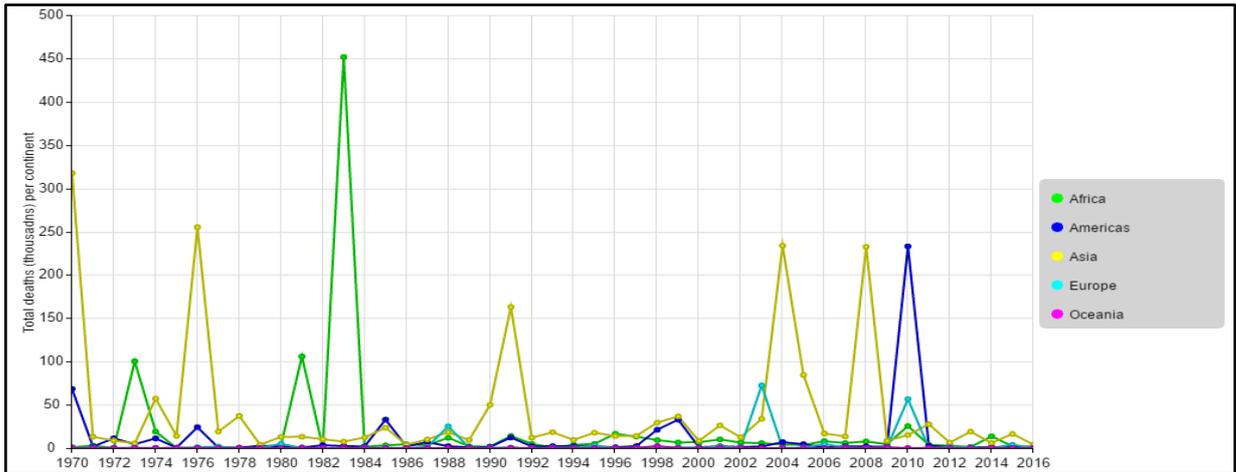


Figura 2: Total de pessoas mortas em desastres naturais reportados de 1970 a 2016 por continentes (Fonte: EM-DAT/CRED, 2016)

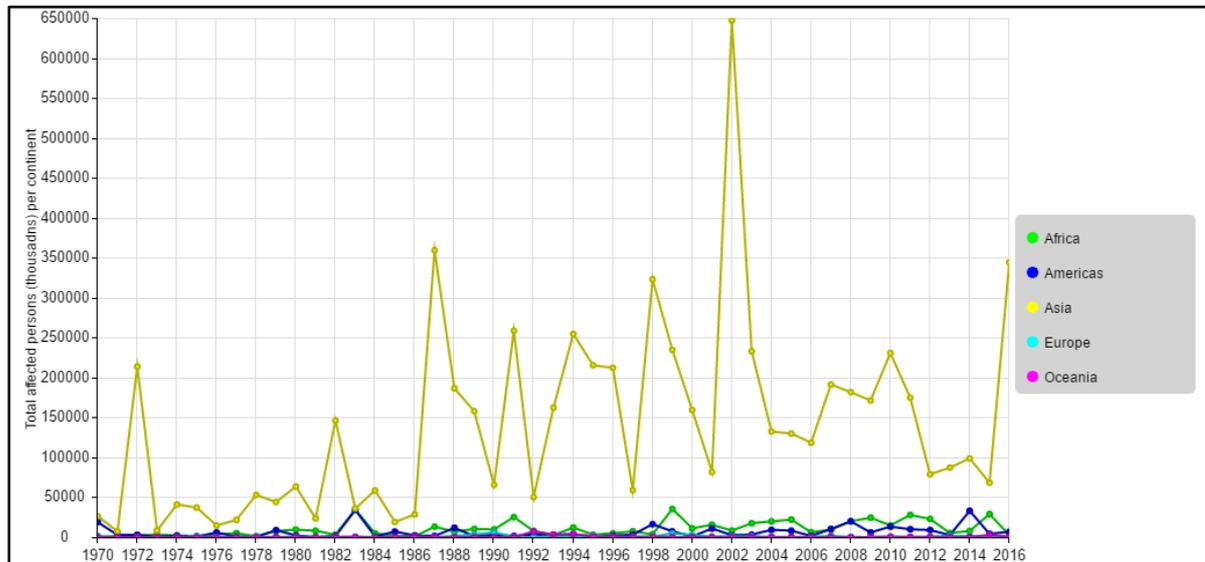


Figura 3: Total de pessoas afetadas em desastres naturais reportados de 1970 a 2016 por continentes (Fonte: EM-DAT/CRED, 2016)

Nos dois gráficos sobressaem os números relativos à Ásia como o continente com mais mortes e pessoas afetadas por desastres. Ásia é o continente mais populoso no mundo com 4,4 bilhões de pessoas em 2015 e 2,1 bilhões em 1970 (UN, 2016), o que contribui para apresentar números maiores de pessoas afetadas. África também se destaca no gráfico da Figura 2. Há um pico em 2010 para as Américas, provavelmente registrando o megadesastre do terremoto no Haiti.

Além dessas diferenças de população, esses continentes também são os mais vulneráveis a desastres. Isso é possível ser observado ao comparar os gráficos

das Figuras 2 e 3, registrando que esses dois continentes são os que têm os maiores números de mortos e afetados, sendo maior para Ásia. Ressalta-se, ainda, que apesar da população da África, de 1,1 bilhão de habitantes (UN, 2016) ser muito menor que a da Ásia, aquele continente apresenta picos de mortos bastante elevados chegando a ultrapassar até mesmo o da Ásia no ano de 1983.

De acordo com o World Bank (2012), desde 1980, 9% dos desastres reportados ocorrem em países de baixa renda, mas 48% das mortes ocorridas em desastres naturais nesse período aconteceram nesses mesmos países. África e Ásia são os continentes que mais concentram países com baixa renda.

Danos e perdas que os desastres ditos naturais proporcionam às sociedades afetam bastante os gestores públicos, comunidades e outros. Em relatório preparativo para o Marco de Sendai, o World Bank (2012) aponta que desastres provocaram perdas de até 380 bilhões de dólares em 2011, criando problemas como mobilização para recuperação das atividades, paralizações das atividades produtivas, desemprego e outros problemas econômicos em decorrência de desastres. Na Figura 4 são observados os danos estimados em dólares americanos corrigidos para valores de 2014.



Figura 4: Danos econômicos provocados por desastres naturais reportados de 1970 a 2016 (Fonte EM-DAT/CRED)

Mesmo os valores dos danos estando em uma crescente, acompanhando a tendência do aumento dos números de desastres reportados, percebe-se três grandes picos: 1995, 2005 e 2011. Esses picos estão relacionados aos desastres de Kobe-Japão (terremoto), Nova Orleans-Estados Unidos (furacão), e leste do Japão (tsunami e terremoto) respectivamente, ou seja, em cidades de países desenvolvidos. Veyret (2007) diz que em países desenvolvidos os danos econômicos são maiores do que em países em desenvolvimento ou de baixa renda, onde o número de pessoas afetadas e de mortos é maior do que nos países desenvolvidos. Esta situação decorre porque nos países desenvolvidos há mais infraestruturas e bens de maior valor agregado em seus territórios, além de uma economia mais complexa do que a dos outros países no que diz respeito a infraestrutura (Ibidem). Quanto ao número de mortes ser maior em países em desenvolvimento ou pobres isto se deve a maior vulnerabilidade e exposição das populações desses países às ameaças (VEYRET, 2007; WORLD BANK, 2012; IPCC, 2014).

De acordo com o World Bank (2012), eventos ocorridos num determinado local podem afetar outros lugares que não estão contíguos ou próximos a esses eventos. Como exemplo é lembrado a erupção de um vulcão na Islândia em 2010, que provocou transtornos no tráfego aéreo de toda Europa.

Mesmo aceitando que suas origens podem ser de eventos naturais, deve-se questionar a adjetivação de “naturais” ao se tratar desses desastres. De acordo com Castro (1999, *apud* Kobiyama *et al*, 2006), quase todos os desastres recebem uma influência antrópica. Ao permitir expor pessoas e infraestruturas em locais mais susceptíveis a eventos tais como inundações, movimentos de massa etc, e/ou contribuir para a deflagração desses eventos ao, por exemplo, alterar uma encosta, percebe-se que a participação antrópica pode transformá-los em ameaças, essas sim provocando os desastres. Outro exemplo, uma inundação, movimento de massa ou outro evento se torna desastre se o mesmo se transforma em ameaça quando houver grupos ou objetos expostos, estes não tendo recursos para suportarem essas ameaças.

Marchezini (2009), ao descrever diferentes compreensões sobre desastres e relacioná-las com a questão dos desabrigados em decorrência destes, alega que os eventos podem ser considerados prenúncios de uma situação de crise, mas não os responsáveis pelos desastres. Os desastres acontecem quando as vulnerabilidades

construídas na estrutura da sociedade se expressam fortemente nesses momentos de crises, causando consequências às comunidades atingidas. Para exemplificar, Marchezini (2009) cita problemas das pessoas que são desabrigadas em decorrências das chuvas que provocam deslizamentos ou inundações. O desastre não está apenas no instante da chuva, mas continua quando essas pessoas, que no durante o evento ou logo no pós-evento estão protegidas nos abrigos, com o passar do tempo passam a não saber se vão retornar aos seus lares.

No Brasil, dentre as ameaças catalogadas pelo Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (UFSC/CEPED, 2013a), os movimentos de massa são as que mais ocorrem na região sudeste do país e a segunda que mais provoca mortes.

2.2 – MOVIMENTOS DE MASSA

De acordo com Christofolletti (1980) movimentos de massa (ou movimentos do regolito) são “todos os movimentos gravitacionais que promovem a movimentação de partículas ou partes do regolito (massas) pela encosta abaixo”.

De acordo com Guidicini e Nieble (1976), os principais agentes e causas (modos de atuação dos agentes) podem ser sumarizados de acordo com o que é exposto no Quadro 1.

Quadro 1 Principais Agentes e Causas dos Escorregamentos (Fonte: Augusto Filho, 2001)

AGENTES			CAUSAS		
Predisponentes	Efetivos		Internas	Externas	Intermediárias
	Preparatórios	Imediatos			
Complexo geológico, morfológico e climático-hidrológico; gravidade, calor solar, vegetação.	Pluviosidade, erosão pela água e vento, congelamento e degelo, variação de temperatura, dissolução química, ação de fontes e mananciais, oscilação do nível de lagos e marés e do lençol freático, ação de animais e humana, inclusive desflorestamento	Chuvas intensas, fusão do gelo e neves, erosão, terremotos, ondas, vento, ação do homem.	Efeito das oscilações térmicas; redução dos parâmetros de resistência por intemperismo.	Mudanças na geometria do sistema; efeitos de vibrações; mudanças naturais na inclinação das camadas.	Elevação do nível piezométrico em massas homogêneas; elevação da coluna d'água em descontinuidades; rebaixamento rápido do lençol freático; erosão subterrânea retrogressiva (<i>piping</i>); diminuição do efeito da coesão aparente.

Considerando que o Quadro 1 envolve todos os agentes e causas que se relacionam com os processos geomorfológicos, é possível apontar a chuva como o principal agente efetivo, considerando o clima tropical predominante nas áreas de encosta no Brasil. As chuvas contribuem para a deflagração dos movimentos de massa ao elevarem as poropressões (pressão do fluido nos vazios do solo) que, por sua vez, reduzem a resistência ao cisalhamento do solo (Ibidem). Desta forma, ter informação quanto à pluviosidade é muito importante para o gerenciamento de riscos a movimentos de massas. Para tal, normalmente é avaliada a correlação entre pluviosidade e ocorrência de deslizamentos. Muitos autores brasileiros propuseram modelos que relacionam escorregamentos e pluviosidade. Tatizana *et al* (1987 *apud* CHAVES, 2016) propôs um modelo (Figura 5) que foi testado em Cubatão, no estado de São Paulo.

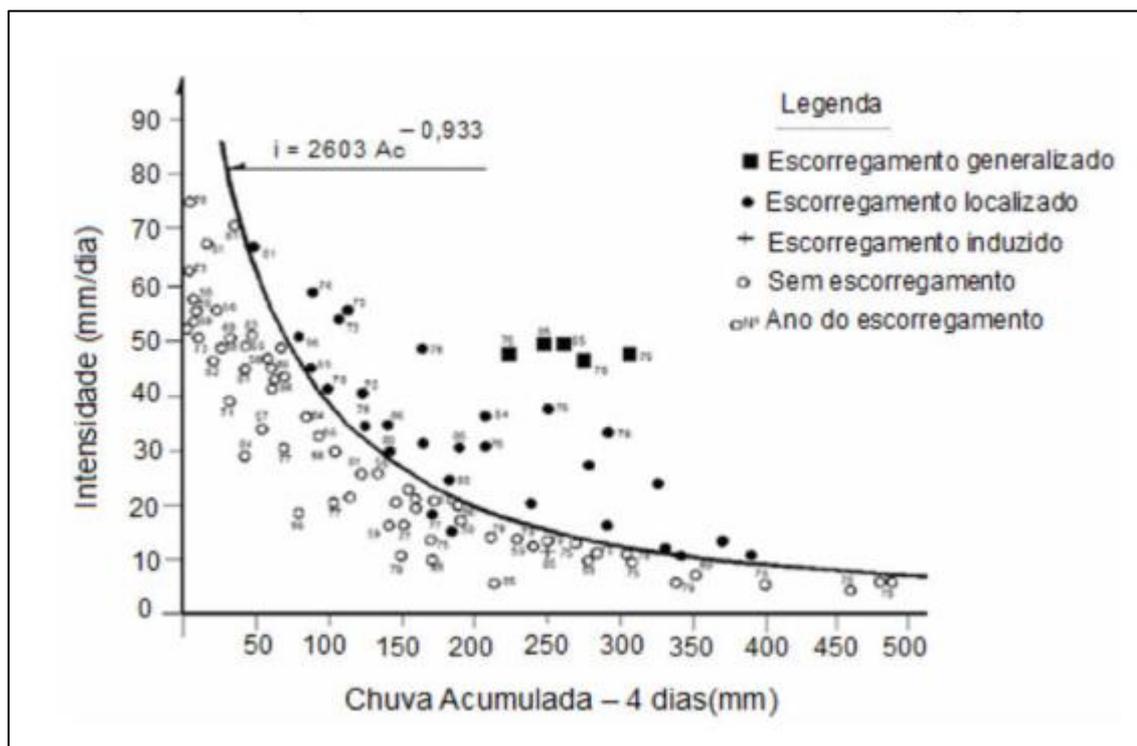


Figura 5: Correlação chuva e ruptura de taludes ocorridos em Serra do Mar, Cubatão – SP (Fonte: CHAVES, 2016))

Entre as causas externas para indução de movimentos de massa, destacam-se as alterações da geometria do sistema encosta pelo homem, comumente percebidas no Brasil. As causas intermediárias também têm participação antrópica importante quando, por exemplo, é alterado escoamento superficial das águas.

De acordo com Augusto Filho e Virgili (1998, *apud* NOGUEIRA, 2002) as principais ações antrópicas que contribuem para induzirem os movimentos de massa são:

- remoção de cobertura vegetal;
- lançamento e concentração de águas servidas (esgotos);
- vazamentos nas redes de abastecimento de água e esgoto;
- execução de cortes em taludes, com geometrias inadequadas no que diz respeito a altura e inclinação;
- execução deficiente de aterros (compactação, geometria e fundação);
- lançamento de lixo e entulho nas encostas;
- vibrações nas encostas por tráfego de veículos e explosões.

Os tipos de movimentos de massa existentes, segundo Augusto Filho (2001) são: **deslizamento; rastejo (creep); corridas; quedas**. Serão explicados com detalhes os movimentos de massa que ocorrem na área de estudo, conforme COPPETEC (2012).

2.2.1 – Deslizamentos

Também conhecidos como escorregamentos, carregando volume de massa bem definido em grandes e pequenas quantidades, apresentando superfície de ruptura bem definidas, de duração curta, com o centro de gravidade se deslocando para cima e fora do talude (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2008). De acordo com Castro (2003) intervenções antrópicas nas encostas já citadas por Augusto Filho e Virgili (1998, *apud* NOGUEIRA, 2002), colaborando com a embebição dos solos estão entre as causas dos deslizamentos, que ocorrem de costume nos meses chuvosos.

Deslizamentos se subdividem em três tipos: em cunha, rotacionais, e translacionais. Serão explicados os dois últimos, pois estes foram os mapeados para área de estudo em COPPETEC (2012).

2.2.1.1 – Deslizamento Rotacional

São movimentos rotacionais, em função das superfícies de deslizamento em curvas (Figura 6). Ocorrem em materiais e horizontes de solos mais ou menos homogêneos (AUGUSTO FILHO, 2001).

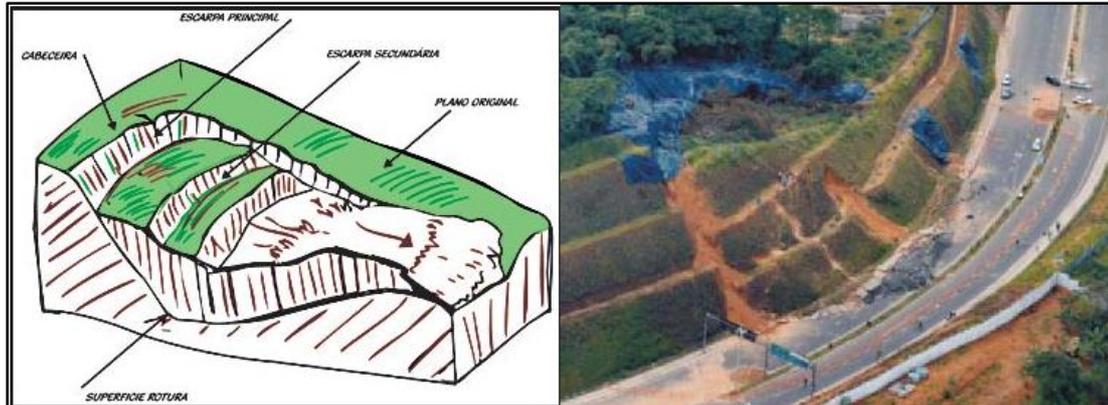


Figura 6: Esquema representando um deslizamento rotacional, e uma fotografia evidenciando uma paisagem onde há deslizamento rotacional (Fonte: <http://goo.gl/1EHP4H>)

2.2.1.2 – Deslizamento Translacional

Diferente dos deslizamentos rotacionais, deslizamentos translacionais apresentam movimento prioritariamente paralelo a superfície do talude (Figura 7). Estes movimentos ocorrem em encostas com camadas de materiais diferentes entre si relativamente paralelas, com planos de fraquezas e descontinuidades resultantes da composição do horizonte do solo (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2008). Este tipo de escorregamento é o mais frequente nas regiões serranas brasileiras e estão muito relacionadas a altas pluviosidades diárias (PINHO, 2016).

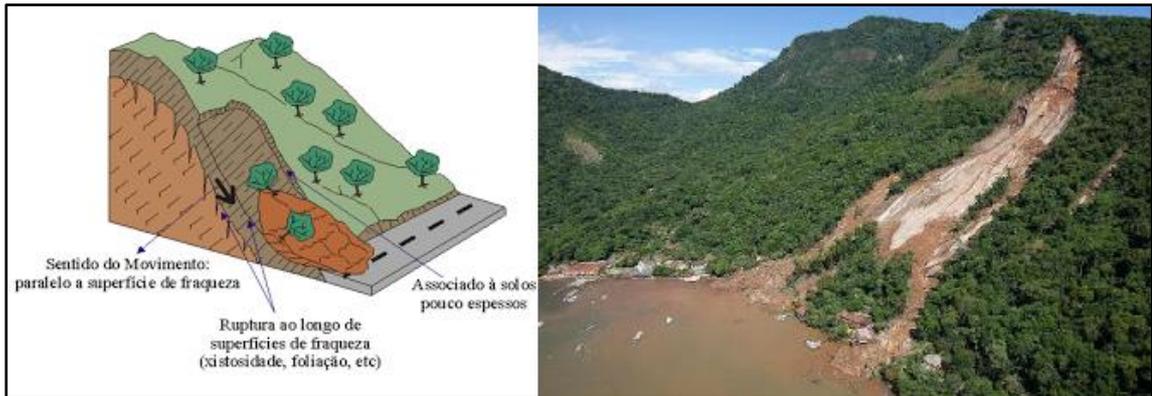


Figura 7: Esquema representando um deslizamento translacional, e uma fotografia evidenciando uma paisagem onde há deslizamento translacional (Fonte: <http://www.aquafluxus.com.br/quando-a-terra-vem-abaixo/>)

2.2.2 – Rastejo (creep)

São movimentos com velocidades muito baixas (cm/ano) e decrescentes em relação direta com a profundidade; imperceptíveis a olho nu, mobilizando qualquer tipo de material (solo, rocha ou ambos) (AUGUSTO FILHO, 2001; MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2008). O rastejo é perceptível ao observar árvores, muros e postes inclinados; desalinhamento de ruas asfaltadas e ferrovias. Na Figura 8 são exibidos como é o rastejo e uma paisagem onde há o rastejo.

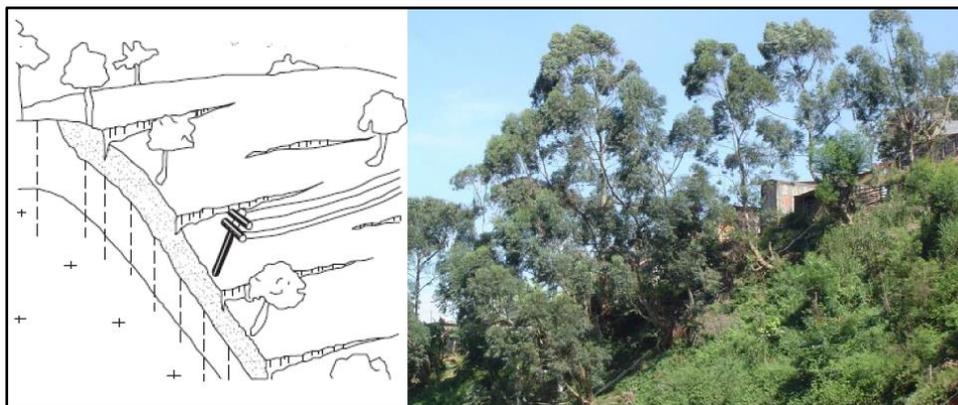


Figura 8: Esquema representando um rastejo à esquerda, e uma fotografia evidenciando uma paisagem onde há o rastejo (Fonte: Gullo, 2015)

2.2.3 –Corridas

Diferente do rastejo e de deslizamento, corridas, também conhecidas por fluxo de lama ou detritos, são deslocamentos muito mais rápidos, onde é possível

ver uma semelhança a um fluxo de líquido viscoso, mobilizando solo, rochas, detritos e água (CHRISTOFOLETTI, 1980; AUGUSTO FILHO, 2001). As corridas são geradas em terrenos pouco consolidados que recebem um aporte de material de drenagem, sendo misturados com grandes volumes de água infiltrada, formando a massa semifluida que se comporta como líquido viscoso (CASTRO, 2003). Na Figura 9 são exibidos um esquema e uma foto deste tipo de movimento de massa.

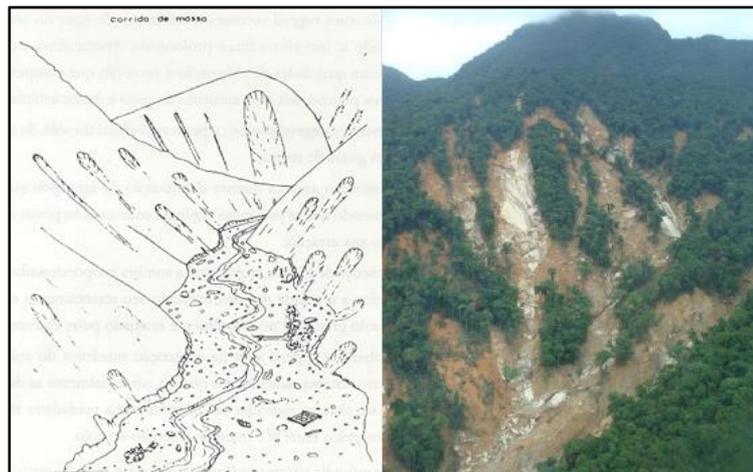


Figura 9: Esquema representando um fluxo de detritos ou corridas à esquerda, e uma fotografia evidenciando uma paisagem onde houve fluxo de detritos ou corridas (Fonte: <http://www.meioambiente.pro.br/baia/mov.htm>)

2.2.4 – Quedas de Blocos de Rocha

São movimentos do tipo queda livre podendo alcançar altas velocidades (Figura 10). Essas quedas ocorrem quando materiais rochosos de volumes variados se destacam das encostas muito íngremes, podendo alcançar altas distâncias e muita energia. É um tipo de movimento que está muito relacionado às condições litológicas e estruturais do terreno.

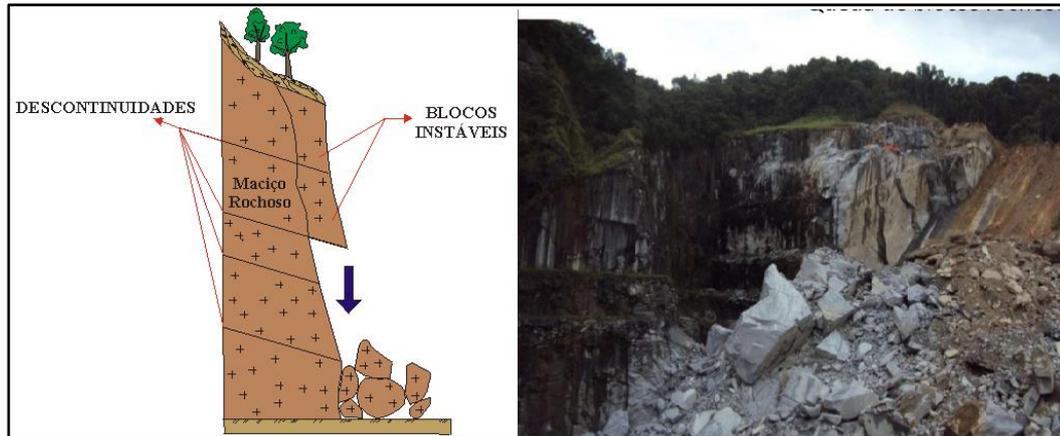


Figura 10: Esquema representando uma queda, e uma fotografia evidenciando uma paisagem onde há este fenômeno (Fonte: <http://goo.gl/90kU3j>)

2.3 – GESTÃO DE RISCOS DE DESASTRES

Por muito tempo acreditou-se que movimentos de massas matando pessoas, inundações trazendo prejuízos para populações e outros eventos, que na verdade são ameaças que trazem perigos, fossem apenas acasos. Com o passar dos anos foi admitido que ações da sociedade são responsáveis por esses desastres. Por outro lado, as ameaças que proporcionam desastres ao serem administradas, e futuramente, tendo uma visão de gestão, podem ser mitigadas.

Cabe explicar a evolução da noção de gestão de riscos, para em seguida explicar os conceitos e os instrumentos que auxiliam no objetivo de fazer com que as sociedades convivam e sejam mais resilientes a perigos, evitando que esses se convertam em desastres.

2.3.1 – De Respostas a Desastres a Gestão de Riscos: A Evolução em Defesa Civil

Defesa Civil sempre teve como objetivo amparar a população vulnerável de ameaças (SANTOS, 2006). Inicialmente essa preocupação de evitar que a população estivesse vulnerável a esses perigos e ameaças tinha relação com as guerras. Os governos se preocupavam em tempos de guerra com as populações e estruturas expostas a ataques bélicos, ou seja, estavam preocupados em responder as ameaças.

Com o fim dos grandes conflitos bélicos, particularmente Segunda Guerra Mundial, ainda houve a ocorrência de outras ameaças que acarretavam em

desastres. Grandes inundações, terremotos, problemas em plantas industriais também ameaçavam a vidas das pessoas e de infraestruturas expostas a essas ameaças. A partir da década de 1970, mais especificamente nos Estados Unidos, em 1979 a Federal Emergency Management Agency (FEMA) adota uma abordagem mais sistemática e estruturada para resposta a desastres não apenas de caráter bélico, mas também de desastres de ameaças naturais e tecnológicas. Adotado e recomendado pelas Nações Unidas, a abordagem americana é uma evolução, de resposta de desastres a administração de desastres (Ibidem).

Para chegar a essa evolução houve uma preocupação já em 1927. Marandola Jr e Hogan (2004) explicam que perdas de infraestrutura e transtornos às comunidades já eram preocupações do governo norte americano. Com consultas aos corpos de engenheiros foram buscadas soluções técnicas para evitar e contornar essas enchentes. No entanto, com o dispêndio excessivo de verbas para essas obras, a recorrência de inundações em lugares previstos e a ocorrência em locais não previstos, outros profissionais de outras formações (geógrafos, planejadores urbanos, psicólogos, agrônomos dentre outros) foram chamados para pensar formas de adaptação a essas ameaças. Com essas contribuições, especialmente a dos geógrafos, foi possível enxergar que os perigos associados a inundações e outros eventos estavam além dos fenômenos em si, mas, sim, na relação homem e natureza (MARANDOLA JR E HOGAN, 2004).

No que diz respeito à resposta a desastres, o Brasil também foi levado a mudar a sua abordagem para além de Defesa Civil em tempos de guerra. Com o desastre relacionado a fortes chuvas no Rio de Janeiro em 1966, o governo do vigente estado da Guanabara criou o Plano Diretor de Defesa Civil, como resposta a futuros desastres (SANTOS, 2006). Este plano diretor é considerado por Santos (op. cit) um marco na mudança de abordagem em Defesa Civil no Brasil, pois de resposta a desastres a abordagem passa a ser de administração de desastres.

A noção de administração de desastres acompanha os princípios de administração, que segundo Chiavaneto (1996, *apud* SANTOS, 2006) é “processo de planejar, organizar, dirigir e controlar o uso de recursos a fim de alcançar os objetivos”. Desta forma, entende-se que são usados os recursos disponíveis para evitar perdas e danos a sociedade através do processo administrativo, que é de planejar, organizar, dirigir e controlar.

Com uma maior preocupação com ações preventivas, ao invés de ações de respostas, observou-se uma evolução da administração dos desastres: a gestão de risco a desastres.

De acordo com Santos (2006) a gestão de risco, surgida com mais força na Conferência Hemisférica para a Redução de Riscos – Cúpula das Américas em 2001, a gestão de riscos

Diferentemente do constante na administração de desastres que se focava, teoricamente, na redução de desastres, a gestão de riscos executa o manejo dos riscos (ameaça/vulnerabilidade) proporcionados pelo cenário de ocorrência dos eventos adversos. Dessa forma, o nexos causal, ou seja, a relação causa/efeito dos desastres podem ser melhor identificados, modificados e, com o seu manejo mais otimizado, atenuados. (SANTOS, 2006)

A consolidação desta visão de gerenciamento de risco foi alcançada no Marco de Hyogo para Ação de 2005, hoje atualizado e mais incrementado no Marco Sendai. Marco de Sendai é um documento que foi finalizado e aceito pelos países participantes da Terceira Conferência Mundial sobre a Redução do Risco de Desastres, realizada em março de 2015 (UN, 2015). O objetivo do Marco de Sendai, que vigorará até 2030, é

Prevenir novos riscos de desastres e reduzir os riscos de desastres existentes, através da implementação medidas econômicas, estruturais, jurídicas, sociais, de saúde, culturais, educacionais, ambientais, tecnológicas, políticas e institucionais integradas e inclusivas que previnam e reduzam a exposição a perigos e a vulnerabilidade a desastres, aumentar a preparação para resposta e recuperação, e, assim, aumentar a resiliência (UN, 2015)

O Marco de Sendai conta com sete metas que abordam: redução de mortalidade; redução do número de pessoas afetadas por desastres; redução das perdas econômicas; redução de danos a infraestruturas; incrementar o número de países que contam com estratégias de redução de riscos e desastres; cooperação internacional entre os países para que os mais vulneráveis alcancem os objetivos do Marco de Sendai; e aumentar o acesso das pessoas aos sistemas de alerta de perigos.

Para alcançar o objetivo e as metas, o Marco Sendai propõe quatro ações prioritárias para os Estados signatários. Essas prioridades são (UN, 2015):

- compreender os riscos de desastres: compreensão dos riscos de desastres através da gestão de riscos de desastres, focando nas dimensões da vulnerabilidade, capacidade de resposta, exposição das pessoas e dos bens, e as características das ameaças do entorno;
- fortalecer a governança de risco de desastres para gerenciar o risco: garantir a governança de risco em todas as esferas de ação e em todos os setores, garantir a coerência entre as políticas, marcos, legislações e leis das diferentes escalas de ações (governamentais e de outros setores da sociedade), para garantir a participação do setor público e privado na busca de soluções e ações na gestão de riscos;
- investir na redução de risco de desastres para resiliência: investimentos públicos e privados para que ações estruturais e não-estruturais para aumentar a resiliência cultural, sanitária, social e econômica das pessoas, comunidades, países e meio ambiente. Assim é possível até mesmo impulsionar a inovação, crescimento econômico e geração de empregos;
- melhoria na preparação para desastres a fim de providenciar uma resposta eficaz e de “reconstruir melhor” no que diz respeito a recuperação, reabilitação e reconstrução: é necessário reforçar a preparação para dar respostas eficazes em casos de desastres, e garantir que há condições necessárias para uma recuperação efetiva. A fase de reconstrução é uma oportunidade para “reconstruir melhor” através da integração de medidas de redução de riscos de desastres. Mulheres e pessoas deficientes tem que ser empoderadas para promover enfoques baseados em equidade de gênero e acessibilidade durante as fases de resposta e reconstrução.

Ao analisar o Marco Sendai, percebe-se que há uma preocupação em perseguir uma visão transdisciplinar de gerenciamento de riscos, não pensá-lo como algo à margem ou inédito no planejamento de cidades, mas como estruturador das ações de planejamento. Para o Brasil, Nogueira (2002) diz que o gerenciamento de risco não pode negligenciar a gestão urbana, já que as áreas urbanas são os locais mais expostos a riscos. Esta concepção de gerenciamento de riscos é vigente no Brasil nos marcos legais da Política Nacional de Prevenção e Defesa Civil, instituída

pela Lei 12.608 de 2012 como atualização das políticas de 1994 e 2007 (BRASIL, 2012).

Esta concepção de gerenciamento de riscos, que inclui o conceito de risco, envolve outros como vulnerabilidade, ameaça, perigo e exposição, são detalhados a seguir.

2.3.2 – Conceitos e Métodos de Aplicação em Gestão de Riscos a Desastres Naturais

Os conceitos utilizados na gestão de risco são: risco, ameaça, perigo, exposição e vulnerabilidade. Nesta seção serão explicados os conceitos e quais os métodos utilizados para estimar e/ou criar indicadores para cada um deles.

2.3.2.1 – Os Conceitos

Suscetibilidade é um conceito que vem das cartas geotécnicas, como é possível ver em autores que tratam do tema (AUGUSTO FILHO, 2001; NOGUEIRA, 2002; FELL *et al*, 2008; CASCINI, 2014). De acordo com esses autores, a suscetibilidade é probabilidade de ocorrência de processos naturais ou induzidos de movimentos de massa. A suscetibilidade, muito associada aos mapeamentos geotécnicos, indicará quais são os tipos de movimentos de massa que irão ocorrer e a probabilidade de ocorrerem, não considerando a frequência desses eventos.

Perigo, de acordo com Ministério das Cidades (2008) se refere a probabilidade de um fenômeno ou condição potencial para causar uma consequência desagradável. Esse conceito de perigo considera que não basta apenas o fenômeno ser identificado, é necessário haver um prognóstico das áreas a serem atingidas pelo movimento de massa (FELL *et al*, 2008).

Ameaça, de acordo com Mattedi e Butzke (2001), é a combinação de exposição das atividades humanas a um evento (natural, tecnológico) que traga danos e prejuízos a esse mesmo grupo.

Percebe-se então uma falta de unanimidade entre os conceitos ameaça, perigo e suscetibilidade. Enquanto alguns autores consideram que perigo equivale a Suscetibilidade (IUGS-WGL, 1997 *apud* AUGUSTO FILHO, 2001; EINSTEIN, 1997 *apud* AUGUSTO FILHO, 2001), outros já consideram que perigo é equivalente a

ameaça (RODRIGUES-CARVALHO, 1998 *apud* NOGUEIRA, 2002; FELL *et al*, 2008).

A leitura de alguns autores faz entender que existe uma diferença entre ameaça e perigo. Alguns autores dizem que ameaça é a incerteza de ocorrer o perigo, considerando perigo o equivalente a Suscetibilidade (EINSTEIN, 1997, *apud* NOGUEIRA, 2002). Outros autores dizem que ameaça, relativa ao processo que causa perdas e danos, é a mesma coisa que perigo, mas sendo uma medida probabilística deste perigo (CARDONA, 1996, *apud* NOGUEIRA, 2002).

Veyret (2007) já faz uma diferenciação entre ameaça (tratada como *álea*³ pela autora) e perigo. Enquanto que a ameaça é o evento que pode trazer danos e prejuízos para atividades humanas, o perigo seria “as consequências objetivas de uma *álea* (ameaça) sobre um indivíduo, grupo de indivíduos, sobre a organização do território ou meio ambiente”. Verifica-se que Veyret (2007) inverte o que Cardona (1996, *apud* NOGUEIRA, 2002) disse, dando ao perigo o caráter de medição, enquanto que ameaça seria o evento em si. Tanto que é citado que perigo e *álea* são sinônimos em riscos industriais, pois a *álea* (ameaça) já é caracterizada trazendo perigos.

Um dos motivos para não unanimidade do conceito reside na ausência de uma palavra que traduza *hazard* escorreitamente em português e outras línguas latinas. Até mesmo há uma “confusão” do termo na própria língua inglesa (MARANDOLA JR E HOGAN, 2004).

Aneas de Castro (2000, *apud* MARANDOLA JR e HOGAN, 2003), Fell *et al* (2008) e Veyret (2007) fornecem definições mais aplicáveis da tradução de *hazard*. Para estes, perigo e ameaça são conceitualmente semelhantes, consistindo nos eventos (naturais ou tecnológicos) que trazem perdas e danos a um conjunto, ambos podendo ser mensuráveis, com perigo tendo características mais mensuráveis e ameaça como um qualificador do evento. Já Suscetibilidade, principalmente em movimentos de massa, está relacionado a probabilidade de ocorrer e descreve o mecanismo pelo qual vai acontecer o fenômeno.

³ *Álea* é a tradução do francês para o português de *hazard* pelos tradutores de Veyret (2007). Em português, *álea* está relacionada a risco, sorte ou azar na literatura de direito administrativo (Melo, 2004)

Exposição, de acordo com IPCC (2014), é a população, estruturas, bens, ecossistemas, serviços ambientais e patrimônios culturais que podem ser afetados pelas ameaças.

Vulnerabilidade é o conceito mais recente utilizado na gestão de risco a desastres (VILAGRAN DE LEÓN, 2006; MARCHEZINI, 2009), sendo discutido e trazido para a temática de desastres naturais a partir da década de 1980. Vulnerabilidade é um conceito que começou a ser mais trabalhado quando o entendimento de construir comunidades mais resilientes passa a ser uma medida importante para diminuir os riscos, evitando desastres.

Vulnerabilidade, de acordo com as Nações Unidas (2009) são as características e as circunstâncias de uma comunidade, sistema ou bens que os fazem susceptíveis a sofrerem perdas e danos devido a uma ameaça.

Para Wilches-Chaux (1993) existem várias dimensões da vulnerabilidade: natural, física, econômica, social, política, técnica, ideológica, cultural, educacional e ecológica.

Birkmann (2006b) afirma que a vulnerabilidade ajudou a entender melhor a temática de desastres naturais. Segundo Cardona (2004, apud BIRKMANN, 2006b), o conceito de vulnerabilidade auxiliou num melhor entendimento dos outros conceitos (risco, desastres e *hazards*). Antes da emergência do conceito de vulnerabilidade, os estudos em riscos naturais eram voltados aos *natural hazards*, de acordo com Almeida (2010), ou seja, a preocupação era maior com as ameaças e perigos, resultando em soluções baseadas prioritariamente em ações estruturais⁴.

Há situações em que diferentes locais são submetidos às mesmas ameaças, mas as consequências sofridas são diferenciadas devido as vulnerabilidades diferentes em uma escala intralocal. Exemplos disso são dados por Gamba e Ribeiro (2012). Ao analisar a vulnerabilidade socioambiental em São Paulo, os autores atestam que a segregação socioespacial, em decorrência da especulação imobiliária ocorrida na cidade, aumenta a vulnerabilidade de parte da população que não tem acesso ao mercado imobiliário, pois além de procurar áreas com restrições, devido a alta Suscetibilidade em relação a movimentos de massa, elas ainda não detêm capital social e humano para sobrepujar a essa situação.

⁴ Ações estruturais, segundo UFSC e CEPED (2012) são obras de engenharia que tentam mitigar os efeitos adversos das ameaças.

Veyret (2007) lembra que a urbanização acelerada na América Latina a partir da década de 1970 fez com que aumentassem as vulnerabilidades das populações.

Um importante ponto a destacar é não confundir pobreza com vulnerabilidade. De acordo com Canon (2002, *apud* Saito, 2011), pobreza é uma medida do momento, enquanto que a vulnerabilidade é uma medida preditiva, ou seja, que o grupo é vulnerável em relação a algo que vai vir acontecer. Apesar de a vulnerabilidade reforçar a pobreza e vice-versa, é possível que grupos que não são pobres sejam vulneráveis. Anazawa (2012) analisando a vulnerabilidade socioambiental no litoral paulista fez diversos perfis de vulnerabilidade, onde casas de alto padrão construtivo apresentavam indicadores de vulnerabilidade altos, pois não havia tratamentos urbanísticos (saneamento básico principalmente) satisfatórios.

Pode-se então concluir que estar vulnerável é estar exposto a uma ameaça, apresentando uma fragilidade perante, chegando ao extremo de não ter meios de enfrentar o momento de crise (VEYRET, 2007).

Entendendo cada um dos componentes, fica mais fácil entender o que representa o risco. Segundo UNISDR (2009) risco é a combinação das probabilidades de um evento acontecer e suas consequências negativas.

Ressalta-se que Veyret (2007) aborda a questão da percepção de risco, tornando-o um objeto social, existindo apenas a um grupo social por meio de percepções e indícios. Por exemplo, o que é risco para uma população que está morando próxima a uma usina nuclear, para os técnicos desta mesma usina a percepção pode ser completamente diferente.

Veyret (*op.cit*) classifica os riscos que são gerenciados a partir de uma dimensão espacial, ou seja, que lidam com as relações entre o ambiente natural e ambiente construído, conforme o Quadro 2.

Ameaças, perigo, Suscetibilidade, exposição e vulnerabilidade acabam sendo indicadores do risco. Para trabalhar com risco, convencer gestores públicos responsáveis pelas políticas que se estendem a um território (município, estado, país), é necessário que o risco seja avaliável (VEYRET, *op cit*). A seguir serão apresentados métodos e formas de se obter os valores das variáveis que compõem o risco.

Quadro 2: Tipos de Risco (Fonte: VEYRET, 2007, organizado por ALMEIDA, 2010)

Tipos de riscos		Definições, características, exemplos
Riscos Ambientais	Riscos Naturais	Riscos pressentidos, percebidos e suportados por um grupo social ou um indivíduo sujeito à ação possível de um processo físico natural; podem ser de origem litosférica (terremotos, desmoronamentos de solo, erupções vulcânicas), e hidroclimática (ciclones, tempestades, chuvas fortes, inundações, nevascas, chuvas de granizo, secas); apresentam causas físicas que escapam largamente à intervenção humana e são de difícil previsão.
	Riscos Naturais agravados pelo Homem	Resultado de um perigo natural cujo impacto é ampliado pelas atividades humanas e pela ocupação do território; erosão, desertificação, incêndios, poluição, inundações etc.
Riscos Tecnológicos		Distinguem-se em poluição crônica (fenômeno perigoso que ocorre de forma recorrente, às vezes lenta e difusa) e poluição acidental (explosões, vazamento de produtos tóxicos, incêndios).
Riscos Econômicos, geopolíticos e sociais		Riscos atrelados à divisão e ao acesso a determinados recursos (renováveis ou não), que podem se traduzir em conflitos latentes ou abertos (caso das reservas de petróleo e água); podem ser ainda de origem nas relações econômicas na agricultura (insegurança alimentar), causas da globalização (crises econômicas), insegurança e violência em virtude da segregação socioespacial urbana, riscos a saúde (epidemias, fome, poluição, consumo de drogas etc.).
Outros tipos de riscos	Ex.: Riscos maiores	A compreensão do risco também depende da escala de análise; o risco maior é assim considerado quando o custo de recuperação e o número de perdas humanas são relevantemente elevados para os poderes públicos e seguradores; os riscos maiores correspondem a eventos de baixa frequência e grande magnitude e consequências (ex.: Chernobyl, Seveso, Bhopal, Katrina, etc.); há ainda exemplos de "territorialização" dos riscos, como é o caso específico dos riscos urbanos, em razão da complexidade e da multidimensionalidade de atores e variáveis das cidades.
	Ex.: Riscos urbanos	

2.3.2.2 – Métodos e Formas para Avaliar o Risco

Alguns métodos são propostos para fazer a avaliação do risco. A ISO 31010:2009 (ISO, 2009b) indica uma série de procedimentos e técnicas para realizar essas medições que também são utilizadas em análise de riscos naturais, como análise multicritério, matrizes de consequência e probabilidades, índices de risco, *delphi*, árvores de decisões, método *bow-tie*, entre outros.

Na literatura que aborda especificamente riscos a desastres ditos naturais, muitos autores hoje utilizam uma fórmula para o cálculo do risco. Apresentada por diversos autores (SMITH e PENTLEY, 2009; IPCC, 2014) uma das fórmulas utilizadas é exposta na Equação 1.

$$\text{Risco} = \text{Ameaça} \times \text{Vulnerabilidade} \times \text{Exposição} \quad (\text{Eq 1})$$

Esta equação é um desdobramento de outras fórmulas que consideram as ameaças as causas, vulnerabilidade e exposição como consequências. É possível observar na relação de equações de riscos feitas por Nogueira (2002) e Gullo (2015) que muitas vezes as causas são relacionadas às ameaças, e as consequências relacionadas a exposição e vulnerabilidade.

Birkmann (2006b) levanta que há certa divergência entre autores quanto a exposição. Para alguns a exposição é intrínseca a vulnerabilidade e está dentro dela, enquanto que outros a colocam fora da vulnerabilidade, a tratando como mais um componente para avaliar o risco. De acordo com o IPCC (2014) a interseção entre os indicadores ameaça, vulnerabilidade e exposição é o risco, pois sem uma das variáveis -uma ameaça, elementos expostos e esses elementos tendo certa vulnerabilidade- não há o risco.

Indicadores, utilizados em gestão de risco (ALMEIDA, 2010; BIRKMANN, 2006a; OLIVEIRA, 2011; SAITO, 2011), são medidas que apontam informações relevantes a um fenômeno particular ou um substituto dessa medida, segundo McQueen e Noak (1998, apud CARVALHO e BARCELOS, 2010). Os indicadores podem vir de estatísticas, originados de dados primários sobre determinado tema, que por fim podem ser transformados em índices⁵; e de dados que não sejam estatísticas, como exemplos dados de mapas temáticos.

Carvalho e Barcelos (2010) ao discutirem sobre indicadores de sustentabilidade, recomendam que estes tenham um princípio para que eles sejam representativos das condições e tendências de um determinado tema. Os autores apresentam propriedades desejáveis que um indicador tem que ter, baseado em Januzzi (2001). As propriedades desejáveis em um indicador são: relevância; validade; confiabilidade; cobertura; sensibilidade; especificidade; custo-efetivo; inteligibilidade; comunicabilidade; factibilidade para obtenção; periodicidade na atualização; desagregabilidade; historicidade; comparabilidade.

Utilizando como exemplo a taxa de analfabetismo do Brasil de 10,4% em 2006, Carvalho e Barcelos (*op cit*) explicam essas propriedades. A taxa de analfabetismo é relevante para políticas públicas em educação; tendo uma série histórica (historicidade) é possível dizer que o analfabetismo está diminuindo, e por

⁵ Índice é um indicador que agrega outros indicadores, sintetizando ao máximo os dados (CARVALHO e BARCELOS, 2010). Geralmente os índices mais conhecidos (IDH, por exemplo) variam de valores de 0 a 1.

ter série histórica isso significa que é um dado atualizado (periodicidade na atualização), representando a realidade (sensibilidade).

10,4% é uma taxa boa comparando com a série histórica brasileira, mas é ruim comparando com outros países. É possível dizer isso porque o dado é comparável (comparabilidade) com os dados dos outros países. Para combater esse analfabetismo é preciso saber onde estão esses analfabetos. Se esse indicador puder ser segmentado pode melhorar a tomada de decisão (desagregabilidade), e tendo cobertura para todo Brasil os tomadores de decisão poderão realizar uma política nacional (cobertura).

Por ser uma estatística levantada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), órgão reconhecido mundialmente, o dado terá confiabilidade. A reputação e a estrutura da instituição garante que o indicador tenha factibilidade e custo-efetivo. Por fim, todos sabem o que é ser analfabeto, isso diz respeito a comunicabilidade do indicador. Às vezes o conceito de analfabetismo pode ser contestado por algum especialista em alfabetização, pondo em questão a validade do indicador.

Para realizar de forma quantitativa a avaliação do risco é necessário antes conhecer esses valores para os seus componentes e respectivos indicadores (Suscetibilidade, ameaça, perigo, vulnerabilidade, exposição).

Obter indicadores de suscetibilidade, perigo e ameaça, implica em análises que requerem mapeamento, pois esses componentes lidam com temas que estão relacionados com dados de estado da natureza e de estruturas (uso do solo, vegetação, geomorfologia, geologia, rotas de fuga). Feitas essas análises com esses planos de informação, são feitas atribuições qualitativas ou quantitativas do grau de Suscetibilidade, perigo ou ameaça que existe em determinado local (FELL *et al*, 2008).

Os indicadores de vulnerabilidade e exposição exigem primeiramente tratar os dados de forma que eles representem de fato o que é desejável. A construção de indicadores que abarquem todas essas dimensões de vulnerabilidade trazidas por Wilches-Chaux (1993) são um desafio posto ao público que estuda indicadores e estatísticas para desastres naturais (BIRKMANN, 2006a). Ter acesso a dados que apontam, por exemplo, vulnerabilidade ideológica, requer uma criatividade para se desenvolver indicadores que vão representar essa vulnerabilidade. Já outros tipos

de vulnerabilidade, como a econômica, são mais factíveis, pois existem estatísticas que são produzidas usando esse tema.

Quanto a que tipos de dados podem ser usados para se ter um indicador de vulnerabilidade e exposição, isto dependerá da abordagem que será utilizada para medir esses indicadores, principalmente a vulnerabilidade. Birkmann (2006b) admitindo que não há ainda uma consolidação do conceito de vulnerabilidade, cada tipo de definição pode definir quais tipos de dados, estatísticas e indicadores podem ser usados. Na Figura 11 é mostrado um esquema onde o autor mostra a evolução das abordagens do conceito de vulnerabilidade, que também determinam que grupos orientam e quais tipos de indicadores são necessários para se avaliar a vulnerabilidade.

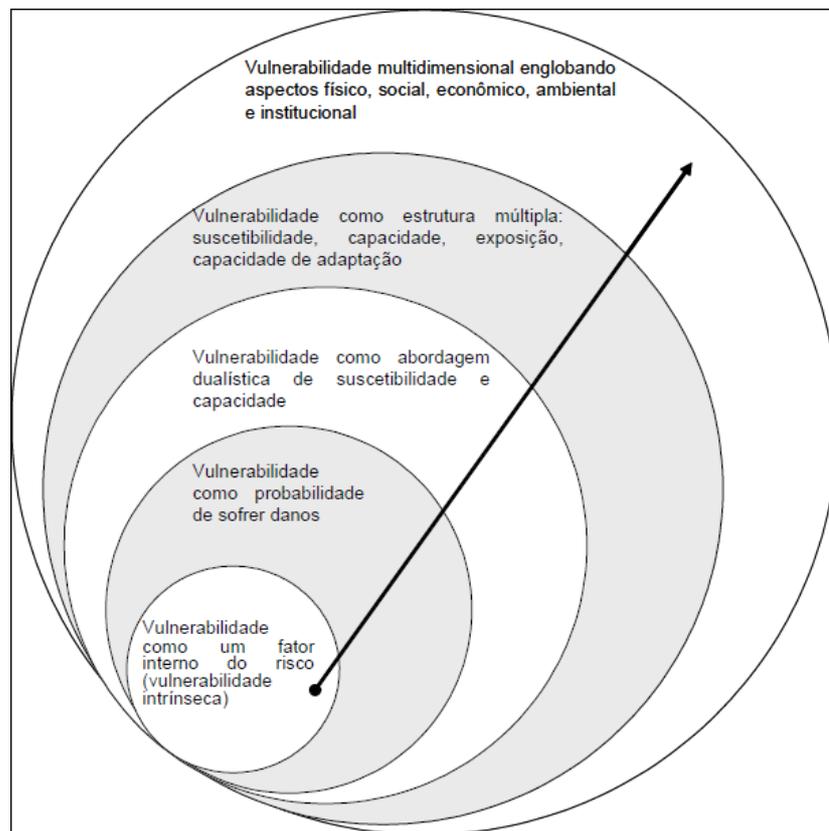


Figura 11: Evolução das abordagens de vulnerabilidade (Fonte: BIRKMANN, 2006b. Versão traduzida em SAITO, 2011)

Esta evolução não quer dizer que uma abordagem foi ultrapassada em detrimento de outra, mas que a visão seguinte incorporou os elementos da abordagem anterior e ampliou o entendimento de vulnerabilidade –não à-toa que

uma abordagem engloba a outra na Figura 11. A primeira abordagem entende a vulnerabilidade como fator interno do risco, ou seja, que a vulnerabilidade é intrínseca aos grupos expostos às suscetibilidades⁶; a segunda abordagem trata da vulnerabilidade como a probabilidade de se sofrer danos, que seria orientada a observar as perdas que os grupos expostos podem ter.

A terceira abordagem para vulnerabilidade é a de entendê-la como uma relação dual entre suscetibilidade e capacidade de resposta; que a vulnerabilidade nesta abordagem vai se referir a quanto uma comunidade está exposta a uma probabilidade de danos e perdas e capacidade que essa comunidade tem de se recuperar dessa perda. A quarta abordagem trata da vulnerabilidade como uma estrutura múltipla que contempla Suscetibilidade, capacidade de resposta e capacidade de adaptação. A partir desta abordagem a vulnerabilidade tem um entendimento de que não apenas os fatores físicos contam, mas outros fatores de ordem socioeconômica e preditiva, considerando as mudanças climáticas, contam para medir a vulnerabilidade.

A quinta e última abordagem é a mais abrangente, que está muito relacionada com os conceitos de desenvolvimento sustentável e sustentabilidade por incluir diversas esferas: física, ambiental, econômica, social, institucional.

Chang *et al* (2015) apresenta várias avaliações de vulnerabilidade à mudanças climáticas realizadas no Brasil, boa parte das abordagens utilizam dados do IBGE para basear suas avaliações de vulnerabilidade e para diferentes escalas (local, regional). Já Birkmann (2006a) mostra além dessas escalas citadas anteriormente, apresenta avaliações nacionais e globais.

Por fim, Bollin e Hidajat (2006) colocam que para cada tipo ameaça, há um significado diferente para utilização de indicadores.

2.3.3 – Processos de Gestão de Risco

Como caminho para uma consolidação dos conceitos, categorias e métodos relacionados à gestão de riscos, em 2009 foi lançada a série ISO 31000, que trata de recomendações às organizações lidarem com riscos. Dentro dos documentos que tratam de riscos, os documentos mais conhecidos são a ISO 31000:2009(E), que

⁶ O autor desta dissertação percebe que Birkmann (2006b) tem um entendimento diferente do conceito susceptibilidade. Susceptibilidade para Birkmann (*op cit*) se refere a uma medida de sensibilidade que os elementos expostos têm em relação a uma ameaça ou perigo.

trata especificamente de princípios, marcos e processos relacionados à gestão de riscos, e a ISO 31010:2009, que trata dos métodos a serem utilizados na avaliação de riscos, etapa dentro dos processos da gestão de riscos. Na Figura 12 é exibido o esquema representado as seções da gestão de risco de acordo com a ISO 31000.

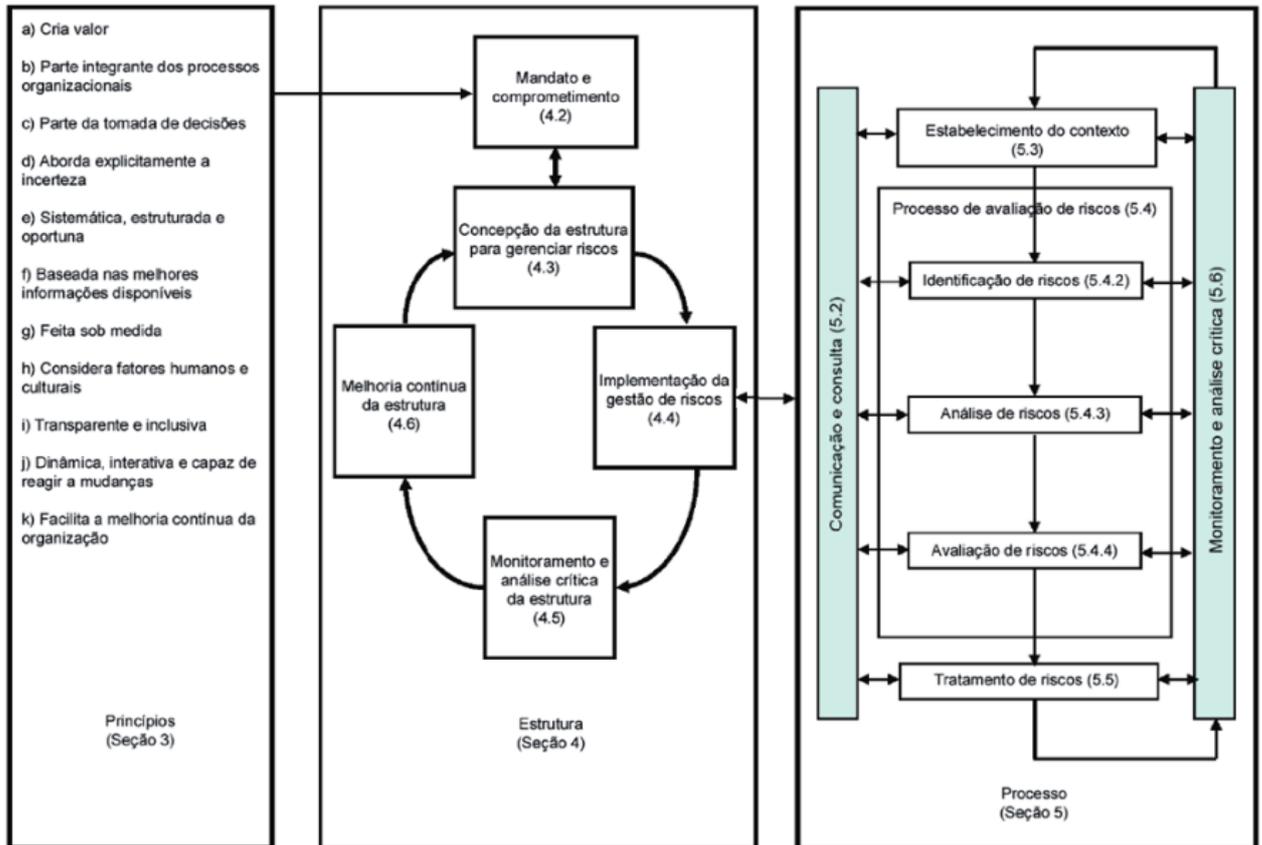


Figura 12: Quadro esquemático que mostra os princípios, estrutura e processo na gestão de riscos, de acordo com a ISO 31000 (Fonte: ISO, 2009a. Versão traduzida em <http://gerenciandoriscosemprojetos.com/gerenciar-riscos-com-a-norma-nbr-iso-31000>)

Das três seções da gestão de risco, aqui nesta pesquisa é detalhada a seção de processo de implantação da gestão de riscos. O processo de implantação da gestão e riscos trata especificamente da “aplicação sistemática de políticas, procedimentos e práticas de gestão para as atividades de comunicação, consulta, estabelecimento do contexto, e na identificação, análise, avaliação, tratamento, monitoramento e análise crítica dos riscos” (ISO, 2009a). A seguir serão detalhadas as etapas do processo de gestão de riscos pela ISO 31000:2009(E).

- Comunicação e consulta: etapa onde é feito o compartilhamento de informações e levantamento de colaborações as partes interessadas

(governo, sociedade, empresa etc). Planos de comunicação que coloquem todos a par das etapas do processo de gerenciamento de riscos são importantes de serem implementados desde o início do processo;

- Monitoramento e Análise Crítica: checagem e vigilância regulares das etapas dentro do processo de gestão de riscos. Esta etapa, tal qual a comunicação e consulta, é realizada em conjunto com todas as etapas do processo de gerenciamento de risco;
- Estabelecimento do Contexto: é o processo onde são estabelecidas as metas e objetivos, os parâmetros, os atores envolvidos e critérios a serem considerados no gerenciamento do risco;
- Avaliação de Risco: em inglês como “Risk Assessment”⁷, é a etapa onde se trata tecnicamente dos riscos, onde eles serão identificados, analisados e estimados. Dentro desta etapa existem três subetapas:
 - identificação de risco: onde são apontados e identificados quais são os riscos existentes;
 - análise de risco: onde são avaliadas as causas e consequências dos riscos, e já são feitos alguns encaminhamentos para a fase seguinte a da estimação do risco;
 - estimação do risco: onde são feitas as tomadas de decisões, baseadas nas recomendações feitas na etapa anterior, de análise do risco.
- Tratamento do Risco: etapa onde serão feitas tentativas de eliminar as causas, pensar nas consequências, ou mesmo tomar medidas para conviver com os riscos.

Na literatura que trata de riscos naturais já se percebe uma utilização dos conceitos e da estrutura de gerenciamento de riscos utilizados na ISO 31000:2009(E) (SMITH e PENTLEY, 2009; CASCINI, 2014), sendo a União Internacional de Geociências (IUGS-WGL) percussora no desenho do método análogo ao da ISO 31000 (IUGS-WGL,1997; *apud* NOGUEIRA, 2002). As etapas da gestão de risco para desastres naturais já são aplicadas, ainda que não exista uma emissão de certificação ISO, e em determinadas organizações –no caso de

⁷ Há problemas de tradução entre as versões em inglês e português. A palavra “Avaliação” é repetida para conceitos diferentes. Enquanto que *Risk Assessment* é traduzido como Avaliação de Risco, *Risk Evaluation* também é traduzido como Avaliação de Risco. Aqui se adotará a tradução livre de *Risk Evaluation* para Estimação de Risco.

desastres ditos naturais em órgãos de Estado-, não haja os instrumentos para realização desse processo.

Um dos documentos que regulamenta a ação dos governos e demais organizações para redução de desastres naturais no Brasil é a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC). Sendo atualizada em 2012, no formato da Lei Nº 12.608 de 10 de abril de 2012 (BRASIL, 2012), a PNPDEC propõe cinco tipos de ações no ciclo de gestão de riscos: prevenção, mitigação, preparação, resposta e reconstrução. Essas ações podem ser divididas em duas abordagens: de gestão de risco de desastres (prevenção, mitigação e preparação), quando o foco é controle permanente dos fatores de risco de desastres, integrado ao desenvolvimento sustentável; gerenciamento dos desastres (respostas e reconstrução), quando o foco é o planejamento, coordenação e execução das ações, desenvolvendo-se capacidade de resposta para diminuir perdas e danos decorrentes dos impactos dos eventos (UFSC/CEPED, 2014). Detalhadamente, essas ações respondem a:

- Prevenção e mitigação⁸: Ambas as ações são semelhantes e tem as mesmas competências, de realizar a avaliação de riscos. A diferença entre essas ações é que a prevenção congrega procedimentos que tentam impedir os desastres, enquanto que mitigação tenta mitigar os efeitos de um futuro desastre, reconhecendo que determinados eventos são inevitáveis (UFSC/CEPED, 2012);
- Preparação: com os cenários já conhecidos nas fases de preparação e mitigação, a preparação reúne ações de tratamento do risco, provendo as estruturas, salvaguardas e procedimentos para um futuro cenário de resposta;
- Resposta: ações nos momentos da eclosão do desastre. Procedimentos de primeiros socorros, resgate às vítimas, restabelecimento de serviços básicos estão dentro dessas ações de resposta;
- Reconstrução: ações para restabelecer a normalidade antes dos desastres. Reconstrução de infraestruturas públicas, restabelecimento de serviços públicos são exemplos de ações de reconstrução.

As ações do PNPDEC acontecem dentro de um ciclo de gestão de proteção e defesa civil, onde as ações não podem ser vistas de forma estanque, mas sim de

⁸ Não fica muito clara a diferença entre as duas ações no PNPDEC. Alguns países colocam a prevenção relacionada única e exclusivamente a atentados (Estados Unidos).

forma articulada entre elas. Este ciclo de gestão de defesa civil é exposto na Figura 13.

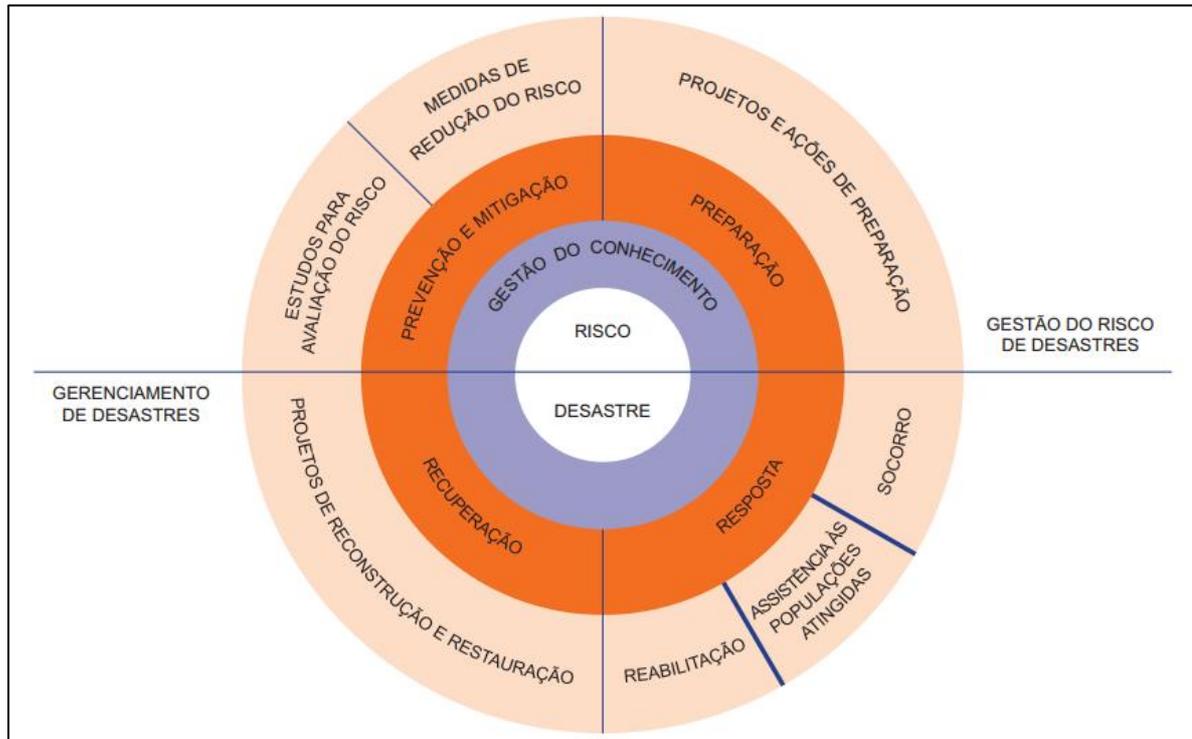


Figura 13: Ciclo de gestão de proteção e Defesa Civil (Fonte: UFSC/CEPED, 2014)

A PNPDEC determina que todas as esferas de governo tenham atribuições, mas que não sejam os únicos atores a executar ações em defesa civil. Os governos também são os responsáveis em coordenar e incentivar os demais grupos da sociedade civil para participar das ações de gestão e gerenciamento de riscos (ONGs, empresas, universidades, centros de pesquisas etc). Estes são organizados dentro do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), que agrega as seguintes estruturas:

- Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC)⁹;
- órgão central, definido em ato do Poder Executivo federal, com a finalidade de coordenar o sistema;
- órgãos regionais estaduais e municipais de proteção e defesa civil;
- órgãos setoriais das três esferas de governo.

⁹ CONPDEC é o órgão colegiado integrante do Ministério da Integração Nacional compostos por representantes da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Municípios e da sociedade civil organizada, incluindo-se representantes das comunidades atingidas por desastre, e por especialistas de notório saber. (BRASIL, 2012).

O PNPDEC estabelece diferentes papéis às esferas de governo. Mesmo tendo funções similares e complementares -quanto a execução do PNPDEC, identificação de áreas de risco, criação de planos defesa civil-, existem diferenças nas atribuições das três esferas. Os estados e municípios que decretam os estados de calamidade pública e estado de emergência, enquanto que a União elabora os parâmetros para que se façam esses decretos. A União também é responsável por atribuições mais científicas, como promover estudos e mobilizar a comunidade científica para ações. Os municípios são responsáveis por atribuições técnicas, como possíveis remoções de moradores, vistorias dos locais sob suspeita e em risco, organizar o Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC), também conhecido como Plano de Contingência.

Dentro das atribuições de todas as esferas do governo, o mapeamento das áreas de riscos é um ponto importante dentro da avaliação de risco. A seguir são feitas considerações de como são feitos esses mapeamentos.

2.3.4 – Mapeamento de Áreas de Risco para Movimentos de Massa

Mapeamento de áreas risco é um importante instrumento não apenas na gestão de risco, mas para o planejamento urbano e demais políticas públicas. Mapas de áreas de risco, além de permitirem localizar os riscos, suscetibilidades, perigos e vulnerabilidades, permitem conhecer suas graduações, caso as variáveis de risco tenham uma classificação e não se restrinjam apenas em apontar os locais de riscos.

Por outro lado, Veyret (2007) alerta que ao apontar áreas de risco em mapas há a “afirmação do risco”. Isto pode gerar conflitos de ordem política e social entre técnicos, gestores e população, criando até mesmo efeitos indiretos de marginalização de lugares, apontados por Nogueira (2002). Mesmo que a cartografia seja aceita pela população, caso uma área que não foi apontada como de risco seja afetada por um desastre, é gerada novamente a desconfiança entre população, técnicos e gestores. Por isso é de tamanha importância os trabalhos de percepção de risco e mapeamentos participativos, que colocam a população como agente ativo na gestão de risco.

Para realização de mapas de risco é necessário o domínio dos conceitos relacionados à gestão de riscos. De acordo com Einstein (1988, *apud* AUGUSTO

FILHO,2001), há cinco níveis de mapeamentos, e cada um desses níveis são relacionados com os conceitos presentes em gestão de riscos.

- Nível 1 – Mapas de Estado da Natureza (*state-of-nature maps*): são aqueles que apresentam os dados sem interpretação, também podendo ser entendidos como mapas temáticos (geológico, topográfico, dados de precipitação, etc.);
- Nível 2 – Mapas de Suscetibilidade ou de Tipologia ou Inventário de Escorregamentos (*landslide danger maps*): são aqueles que devem indicar os principais e mais prováveis tipos e mecanismos de movimentos de massa que podem ocorrer na área mapeada (escorregamentos de solo, rocha, quedas, corridas, etc.). De acordo com Fell *et al* (2008) estes mapas não mostram as frequências desses eventos;
- Nível 3 – Mapas de Perigo de Escorregamento (*landslide hazard maps*), que devem apresentar as probabilidades dos tipos de escorregamento identificados no mapa de suscetibilidade (nível 2). Para tipos de instabilização simples (escorregamentos de solo ou rocha, por exemplo), o autor afirma que estas probabilidades podem ser estimadas com base na análise da frequência de deflagração destes processos em função de fatores condicionantes ou controladores, tais como, pluviometria, terremotos, propriedades do solo e rocha, geometria das encostas, etc.;
- Nível 4 – Mapas de risco (*risk maps*): são aqueles que combinam o perigo de escorregamento com as perdas potenciais (danos potenciais em um determinado período de tempo);
- Nível 5 – Mapas de gerenciamento: mapas onde devem ser apresentadas as medidas de mitigação mais adequadas aos tipos e níveis de risco identificados, orientar a implantação de sistemas de monitoramento e emergência e locais para execução de investigações complementares.

O Ministério das Cidades (2008) faz algumas tratativas quanto ao mapeamento de áreas de riscos para encostas. No que diz respeito aos métodos de mapeamento há a divisão entre zoneamento de riscos e cadastramento de riscos. Nos zoneamentos são determinados setores onde há o agrupamento de moradias em um determinado setor de acordo com o seu risco; já o cadastramento o risco é

avaliado de forma pontual, casa por casa, descrevendo as características da moradia.

Quanto aos critérios de análise de risco são adotados os métodos quantitativos e qualitativos. Os métodos quantitativos serão apoiados por banco de dados, sistemas de informações geográficas (SIG), sistemas GPS em uma análise probabilística; já os métodos qualitativos não há cálculos probabilísticos, há a interpretação do especialista, apoiado na experiência e em outros insumos (FELL *et al*, 2008). Em ambos os métodos, considerar os eventos passados traz indicativos para futuros eventos, como afirma Fell *et al* (2008).

A escala é muito importante de ser observada nesses mapeamentos de risco. Dependendo da escala adotada é possível um determinado tipo de ação em gerenciamento de risco (CASCINI, 2014). O Ministério das Cidades (2008) baseado em relatório da ONU sugere as seguintes escalas e usos respectivos:

- maior do que 1:2.000: projetos de estabilização de encostas;
- escala de projeto (de 1:2.000 a 1:12.000): microzoneamento para regulamentação de construções e planejamento detalhado de uma área;
- escala de detalhe (1:24.000 a 1: 12.000): microzoneamento voltado para planejamento urbano e análise de vulnerabilidade;
- escala regional (1:24.000 a 1:250.000): macrozoneamento visando planejamento regional e alertas;
- escala nacional (menor do que 1:250.000): macrozoneamento de riscos visando o planejamento do uso do solo a longo prazo.

Ministério das Cidades e o IPT (2007) recomendam um roteiro metodológico para mapeamento de riscos de encostas. Considerando que esse roteiro considera na análise de risco as variáveis Suscetibilidade e exposição, o roteiro é estruturado em oito passos:

- identificação das moradias: levantamento de endereço, número de pessoas, material de construção das moradias;
- caracterização do local: verificação da distância em relação do talude, os materiais do talude, inclinação dos taludes;
- água: perguntas sobre como é escoada a água e a origem das águas;
- vegetação: verificar se há vegetação e qual o tipo de vegetação existente no local;

- sinais de movimentação (feições de instabilidade): se há sinais, indícios e evidências de um possível movimento de massa;
- tipos de processos de instabilização esperados: determinar através das informações coletadas até aqui quais são os tipos de movimentos de massa que podem ocorrer;
- determinação de grau de risco: estimar qual é o grau de risco do local. Baseado em uma metodologia utilizada nos mapeamentos feitos pela Prefeitura de São Paulo e IPT, e que é adotada em boa parte dos mapeamentos realizados no Brasil. A graduação de risco proposta dividida em quatro níveis: R1 (risco baixo); R2 (risco médio); R3 (risco alto) R4 (risco muito alto). A descrição detalhada de cada grau de risco está exposta no Quadro 3.

Quadro 3: Critérios para Determinação do Grau de Risco (Fonte: NOGUEIRA, 2002)

R1 (risco baixo)	<p>Não se observa(m) evidência(s) de instabilidade.</p> <p>Não há indícios de desenvolvimento de processo de instabilização.</p> <p>Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período de um ano.</p>
R2 (risco médio)	<p>Observa-se a presença de alguma(s) evidência(s) de instabilidade, porém incipiente(s).</p> <p>Processo de instabilização em estágio inicial de desenvolvimento.</p> <p>Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas no período de um ano.</p>
R3 (risco alto)	<p>Observa-se a presença de significativa(s) de evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.).</p> <p>Processos de instabilização em desenvolvimento.</p> <p>Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas no período de um ano.</p>
R4 (risco muito alto)	<p>As evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, rachaduras em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamentos, presença de depósito instável de lixo a montante, feições erosivas, proximidade da moradia em relação à margem do córrego, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número e/ou magnitude.</p> <p>Processo de instabilização em adiantado estágio de desenvolvimento.</p> <p>Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas no período de um ano.</p>

- necessidade de remoção: levantamento de informações quanto ao número de casas e pessoas a serem removidas quando as informações levantadas no mapeamento indicam a necessidade de remoção.

Percebe-se que esta metodologia, muito utilizada nos planos de contingência do país, utiliza como componentes para avaliar o risco exposição dos elementos expostos, suscetibilidade, e considerando apenas a vulnerabilidade física por uma única variável: o material de construção das casas.

3 – ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo desta pesquisa está localizada na área central do município de Angra dos Reis. Este capítulo faz uma descrição do município e, quando possível, da área de estudo em específico, a depender da disponibilidade de dados e informações sobre os recortes citados. Mesmo com essa limitação, acredita-se que para alguns tópicos a serem trabalhados neste capítulo é mais adequado uma análise em nível municipal do que em outro de maior detalhe.

3.1- DESCRIÇÃO PRELIMINAR

Angra dos Reis é um município localizado na região sul fluminense do estado do Rio de Janeiro. A área de estudo é delimitada pelas bacias de drenagem na área central de Angra dos Reis, tendo por seu limite à montante a linha de cumeada da bacia, e à jusante a cota de 10 metros de altitude em relação ao nível do mar (COPPETEC, 2012).

Essa área foi escolhida por já ter sido contemplada com o mapeamento de Suscetibilidade e de risco associado a movimentos de massa finalizado em 2012 (COPPETEC, 2012); pela possibilidade de obtenção de bases deste mapeamento e de dados censitários; e pela gravidade do problema de movimentos de massa na área. A área de estudo está no distrito sede do município, e mostrada na Figura 14.

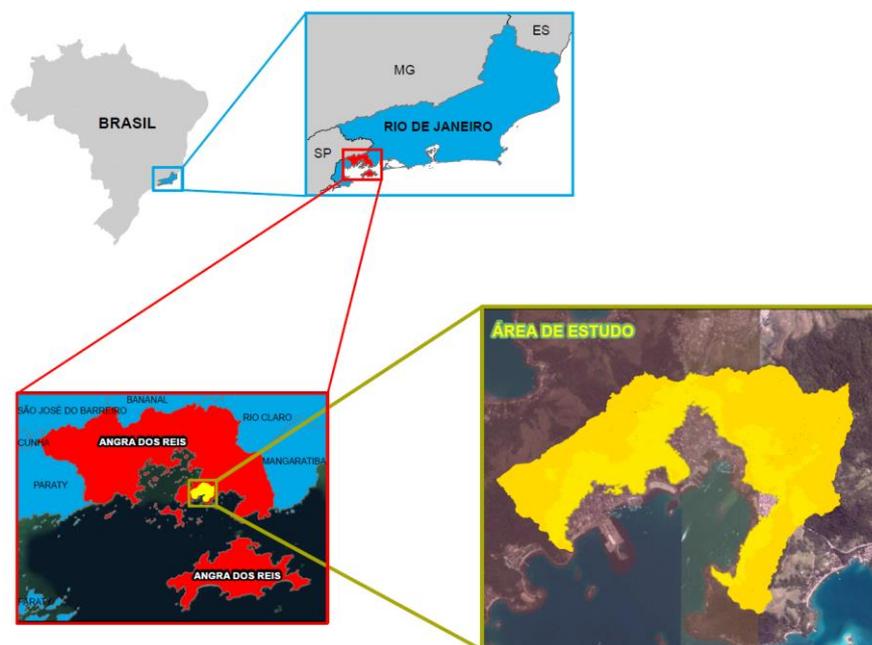


Figura 14: Localização de Angra dos Reis e da área de estudo

O município de Angra dos Reis tem área territorial de 825,082 km² (incluindo tanto sua área continental, tanto a parte insular do município), onde vivem 191.504 habitantes, segundo estimativa do IBGE (2016), 169.511 habitantes em 2010 (IBGE, 2010), sendo subdividida em seis distritos: Angra dos Reis (distrito sede); Abraão (Ilha Grande); Cunhambebe; Jacuecanga; Mambucaba; Praia de Araçatiba (Ilha Grande).

Angra dos Reis tem 60.009 habitantes em aglomerados subnormais¹⁰ (favelas) de acordo com IBGE (2010), o que representa 30% de moradores nessa condição.

O distrito sede de Angra dos Reis é o distrito mais povoado, com 67.474 habitantes, correspondendo a 40% da população. Destes habitantes do distrito sede, 29.899 habitantes vivem na área de estudo, representando 17% da população de Angra dos Reis.

3.2 – CONDICIONANTES FÍSICOS

As condicionantes físicas dizem respeito às condições do terreno que Angra dos Reis e a área de estudo propiciam para o objeto desta pesquisa. As condições do terreno são analisadas pelos seguintes temas: geologia; geomorfologia; solos; clima; vegetação e uso do solo.

3.2.1 – Geologia

De acordo com Eletronuclear (2005), as rochas presentes em Angra dos Reis estão relacionadas ao Cinturão Costeiro ou Faixa do Ribeira. Essa faixa é de formação pré-cambriana, contendo granitóides, gnaisses graníticos e migmatitos, demonstrando a existência de metamorfismos de contato nas rochas existentes no local. As rochas locais fazem parte de três agrupamentos: Complexo Juiz de Fora; Complexo Paraíba do Sul; e Complexo e Arco Magmático Rio Negro.

Os eventos de evolução geológica ocorridos no local têm um intervalo de tempo de um bilhão de anos. Dento desse intervalo destacam-se eventos de metamorfismos de alto e médio grau, migmatização e deformação de rochas em

¹⁰ Aglomerados subnormais, segundo IBGE (2014) “conjunto de unidades habitacionais, localizadas em áreas urbanas, de ocupação ilegal da terra, (...), e que apresenta pelo menos uma das seguintes características: padrão urbanístico assimétrico das vias de circulação e do tamanho e forma dos lotes; carência de serviços públicos essenciais, como rede de esgoto, rede de água, energia elétrica e iluminação pública.”.

decorrência de dobras e falhas (ELETRONUCLEAR, 2005). Do final do terciário até o quaternário ocorreram depósito de talus e colúvios, depósitos flúvio-marinhos e sedimentos costeiros devidos a sucessivas oscilações climáticas e do nível do mar.

Coelho Netto *et al* (2014) delinearão a relação entre os aspectos geológico-geotécnicos com a tipologia dos eventos de movimento de massa. Segundo Coelho Netto *et al* (*op cit*), as rochas presentes na área de estudo fazem parte de cinturões da era proterozoica, com predominância de rochas metamórficas, principalmente biotita ortognaisse migmatítico, e intrusões graníticas pré-cambrianas. São os ortognaisses que dão origem a saprólitos (solos residuais jovens) presentes na área de estudo, com baixa condutividade hidráulica. Essas áreas de ortognaisses, por conta da sua baixa condutividade hídrica, são as mais propícias a deslizamentos rotacionais em declividades acima de 20°, e de rastejos e fluxos de detritos em fundos de vales com declividades de até 20°. Já as intrusões graníticas, presentes em menor quantidade no local, dão origem a solos com boa condutividade hídrica, mas podem propiciar deslizamentos rotacionais em declividades acima de 35° (COELHO NETTO *et al*, 2014).

A estrutura geológica da área de estudo tem a sua importância no que diz respeito a instabilidade das encostas no local, devido as foliações metamórficas com angulações entre 30 e 60 graus com orientação NE, N e NO.

3.2.2 – Geomorfologia

O município de Angra dos Reis está em uma área onde a escarpa da Serra do Mar está em contato com o Oceano Atlântico. Devido a isso, ocorre que o divisor de águas está muito próximo à planície costeira, impedindo a formação de grandes bacias hidrográficas, ocorrendo pequenas bacias com grande amplitude altimétrica e grande ruptura de declive ao chegar às planícies costeiras locais (FRANCISCO, 2004).

Vertentes e vales tendem a ser bastante alongados e aprofundados, com forte influência de agentes externos, notadamente água, devido à precipitação abundante no conjunto fisiográfico local (PROJETO RADAMBRASIL, 1982). A origem dessa formação resulta de tectonismos locais, dobramentos, falhamentos e remobilização de blocos. As poucas áreas planas existentes em Angra dos Reis se devem a

poucos períodos de sedimentação, que concorreram com algumas transgressões marinhas que o local passou do terciário ao pleistoceno (DE SOUZA, 2003).

Especificamente na área de estudo predominam áreas de média encosta, com presença de alguns topos de encosta, seja na borda norte da área de estudo, seja em divisores dentro da área de estudo. Neste recorte há o que disse Francisco (2004) para o município: a presença de pequenos canais de drenagem por serem bacias com cabeceiras muito próximas às pequenas planícies litorâneas. Na Figura 15 observa-se a disposição da geomorfologia na área de estudo, feita baseada na *Slope Position Classification* (SPC), metodologia proposta por Weiss (2001, *apud* COELHO NETTO *et al*, 2014) realizada através de um modelo digital de terreno (MDE) utilizado por COPPETEC (2012) para realizar o mapa de Suscetibilidade e risco para o município de Angra dos Reis.

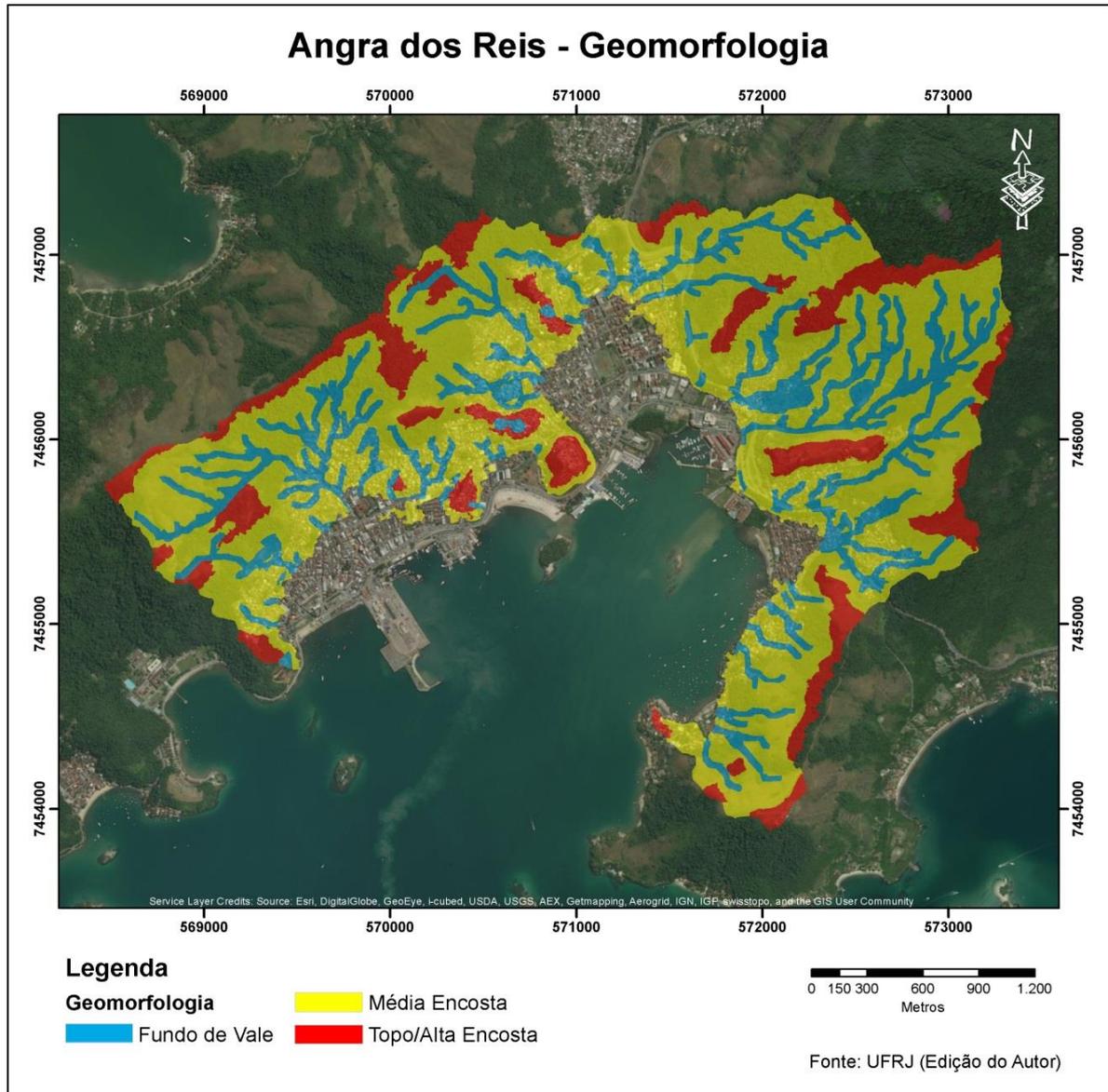


Figura 15: Geomorfologia da área de estudo

De acordo com o mapa da Figura 15, as áreas de fundo de vale são as mais baixas; as de média encosta são áreas onde existem baixas e médias encostas; e topo/alta encostas são as áreas mais altas.

As declividades existentes na área de estudo são predominantemente de 20 a 35°. Há também muitas áreas com declividades acima de 35°, mas não recebendo tantas construções quanto às classes inferiores. Na Figura 16 são exibidas as declividades da área de estudo.

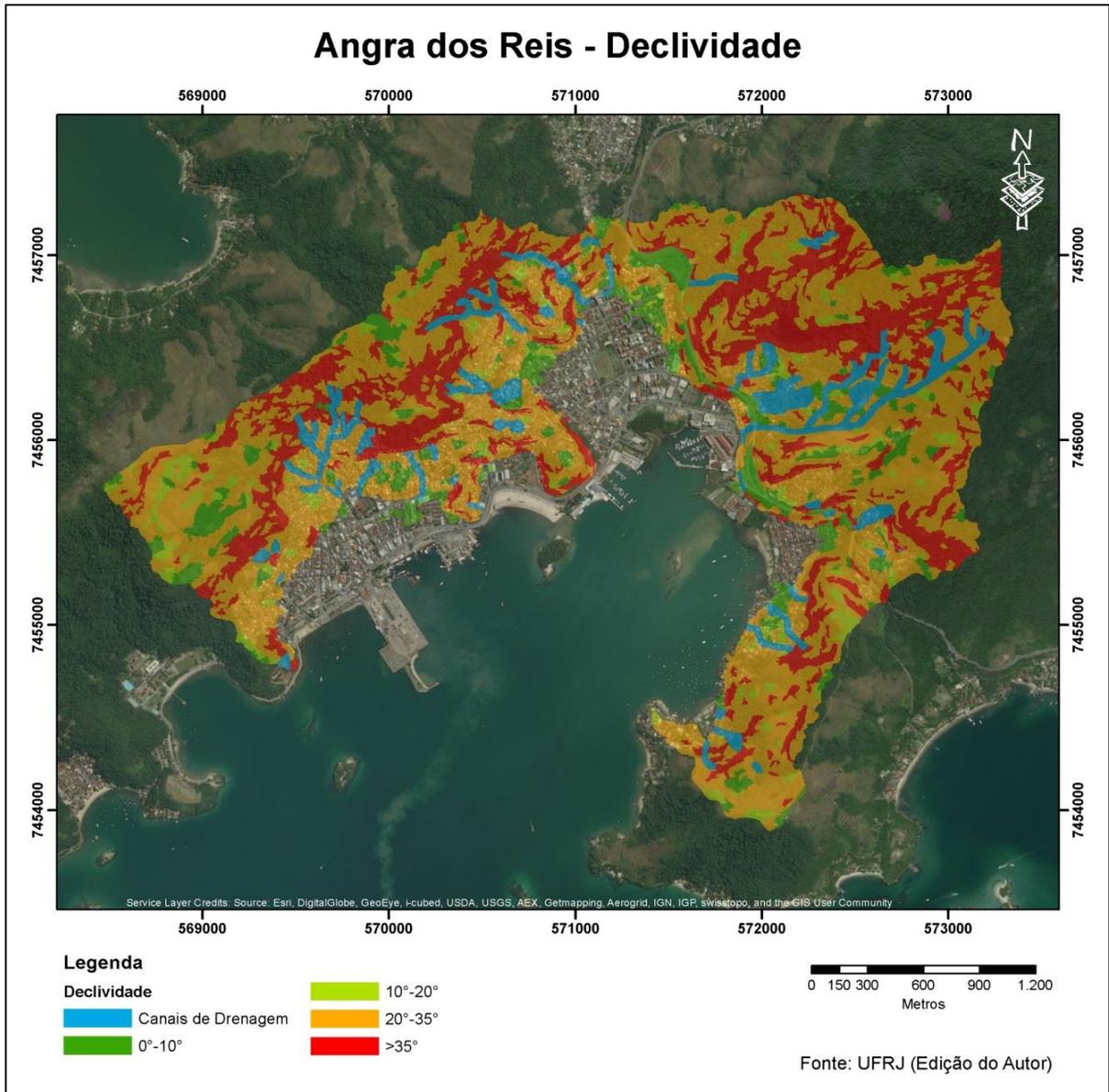


Figura 16: Declividade da área de estudo

Conforme Coelho Netto *et al* (2014) os canais de drenagem e fundos de vale existentes na área de estudo favorecem o fluxo de detritos devido a amplitude desses. Observa-se, ainda, que as áreas com declividade acima de 35° facilitam a ocorrência de deslizamentos. As áreas de depósito de colúvio na área de estudo também são muito propícias a deslizamentos rotacionais, mesmo as que estão abaixo da cota 10°.

3.2.3 - Solos

Quanto a pedologia, Destri (2008) mapeou o município de Angra dos Reis indicando predominância de cambissolos, seguidos por neossolos e latossolos. Os cambissolos são solos superficiais, em estado inicial de formação, não hidromórficos, proporcionando fácil intemperização dos minerais. Por sua vez, os neossolos são solos mais incipientes do que os cambissolos, tanto que não há presença de argilas, mas predominância de rochas e areias (LEPSCH, 2010).

Cambissolos e Neossolos são encontrados em áreas com declividades altas, o que ocorre com bastante frequência na área de estudo. De acordo com Lepsch (2010) esses solos são pouco profundos, e por essa característica e sua habitual presença em encostas e áreas íngremes, é preferível que não se proponha atividades agrícolas para esses locais. Acredita-se que construções em áreas onde há esses solos precisam atentar para pouca profundidade dos mesmos.

Pode se confirmar a existência desses solos na área de estudo. COPPETEC (2012) fizeram um mapeamento de solos a partir de uma abordagem geotécnica, a partir do qual foi elaborado o mapa da Figura 17.

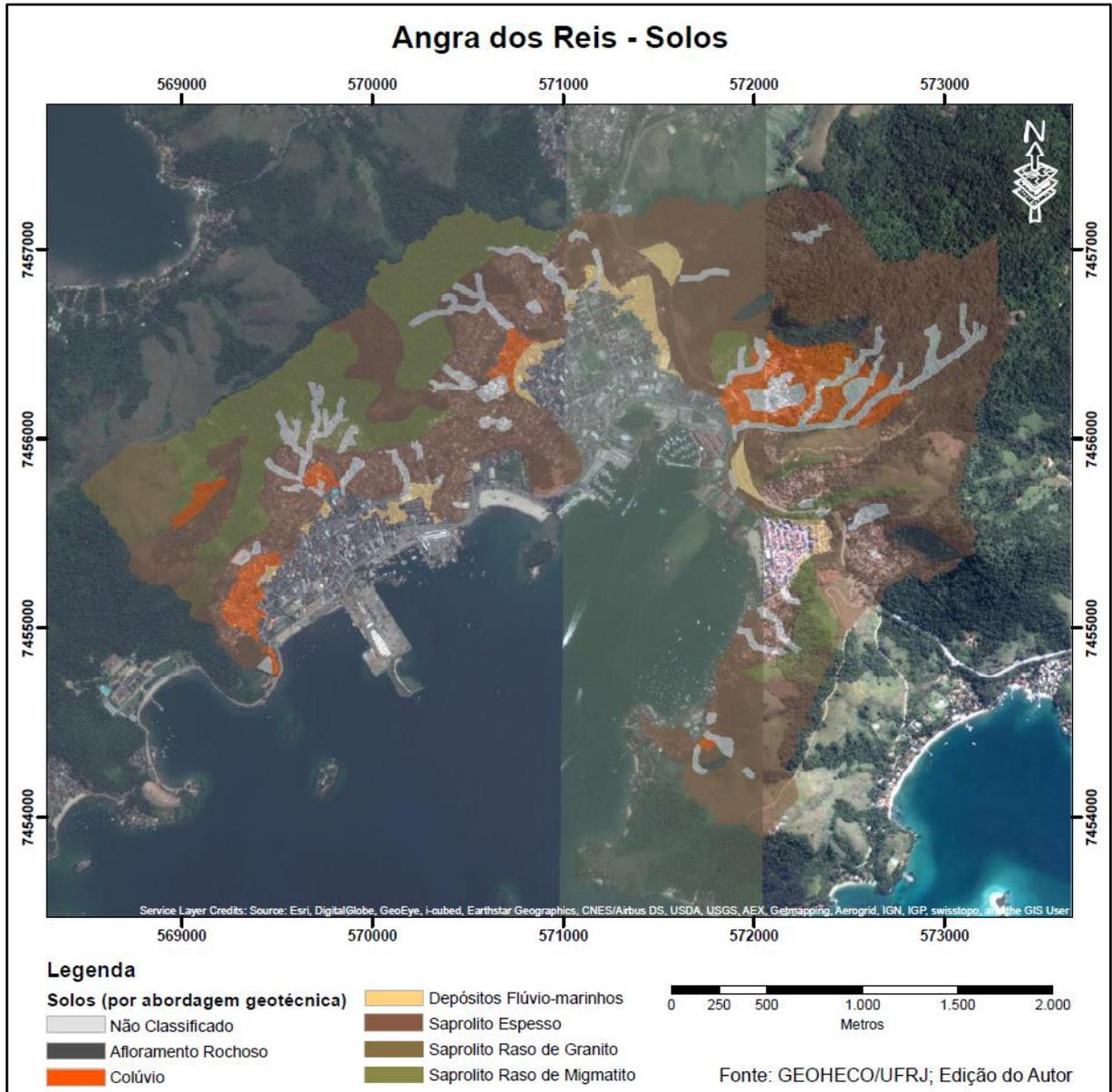


Figura 17: Solos presentes na área de estudo –levantamento feito por abordagem geotécnica (Fonte: COPPETEC, 2012)

Ao que é exposto no mapa da Figura 17, observa-se a predominância de saprolitos, encontrados em solos do tipo neossolos e cambissolos, confirmando as indicações do mapeamento pedológico de Destri (2008). Observa-se também a presença de depósitos flúvio-marinhos, que se estendem até a linha de 10 metros de elevação do terreno, área que não está incluída na área de estudo (COELHO NETTO *et al* 2014).

3.2.4 – Clima

Angra dos Reis está sob o clima tropical quente superúmido, principalmente nas baixadas costeiras e encostas voltadas pro mar, caracterizado por tempos quentes e quase sem seca, mesmo no período de inverno. Uma característica marcante nesse município são as chuvas orográficas, que contribuem em muito para grandes registros pluviométricos locais. Essas chuvas orográficas, segundo Francisco (2004), são provocadas pelas frentes polares que, ao se encontrarem com as barreiras do relevo local, provocam essas chuvas. Essa característica da fisiografia local confere, segundo Destri (2008), índices pluviométricos amazônicos¹¹ em determinadas partes do município, como para área central, localização da área de estudo. Em outras áreas mais distantes da costa, dentro do Parque Nacional da Bocaina, há períodos de estiagem no verão, de acordo com técnicos da Defesa Civil municipal. Devido a esses períodos de estiagem vêm ocorrendo queimadas, criando assim outra ameaça ao município.

De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (2016), dentro das normais climatológicas¹² para o município, a temperatura média anual é de 23,1°C, com média de 25,9°C no mês de janeiro, 20,7°C no mês de junho. As precipitações médias são de 1883,6 milímetros acumulados anualmente, com acumulados de 241 milímetros para janeiro e 74,3 milímetros para o mês de junho. Assim sendo, percebe-se que o período de verão é o mais propício para movimentos de massas que dependem da ação da água para a ocorrência desses eventos.

3.2.5 – Vegetação e Uso do Solo

A vegetação do município de Angra dos Reis é predominantemente de Floresta Ombrófila Densa, que ocupa 82% da área continental do município (FRANCISCO, 2004), pertencente ao bioma Mata Atlântica. De acordo com IBGE (2012) as florestas ombrófilas refletem bastante as condições tropicais locais de temperaturas elevadas e alta precipitação, com poucos dias de seca. As condições orográficas e climáticas garantem as características da vegetação presente no local,

¹¹ Ao se referir aos índices pluviométricos do município de Angra dos Reis como “amazônicos”, Destri (2008) quis dizer que os níveis de chuva em Angra são similares aos da região amazônica brasileira, onde são registrados índices acima de 2000 milímetros.

¹² Normais climatológicas, segundo a Organização Meteorológica Mundial são os “valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas” (INMET, 2016)

com o agravante de que o município de Angra dos Reis tem as vertentes do relevo local com forte insolação e recebendo ventos que vêm do mar, confirmando as condições de pluviosidade e altas temperaturas locais.

De acordo com Destri (2008) há também formações de manguezais e vegetações xeromórficas, localizadas mais próximas às terras baixas do município.

Cerca de 87% da área do município de Angra dos Reis tem restrições de uso, relacionadas a: criação do Parque Nacional da Serra da Bocaina; estabelecimento de terra indígena; demarcação de áreas de preservação permanentes e reservas legais, de acordo com o Código Florestal Brasileiro; legislações municipais relativas ao parcelamento urbano e de demandas do plano diretor municipal (FRANCISCO, 2004).

COPPETEC (2012) fez um mapeamento de vegetação e uso do solo local da área de estudo, representado pela Figura 18.

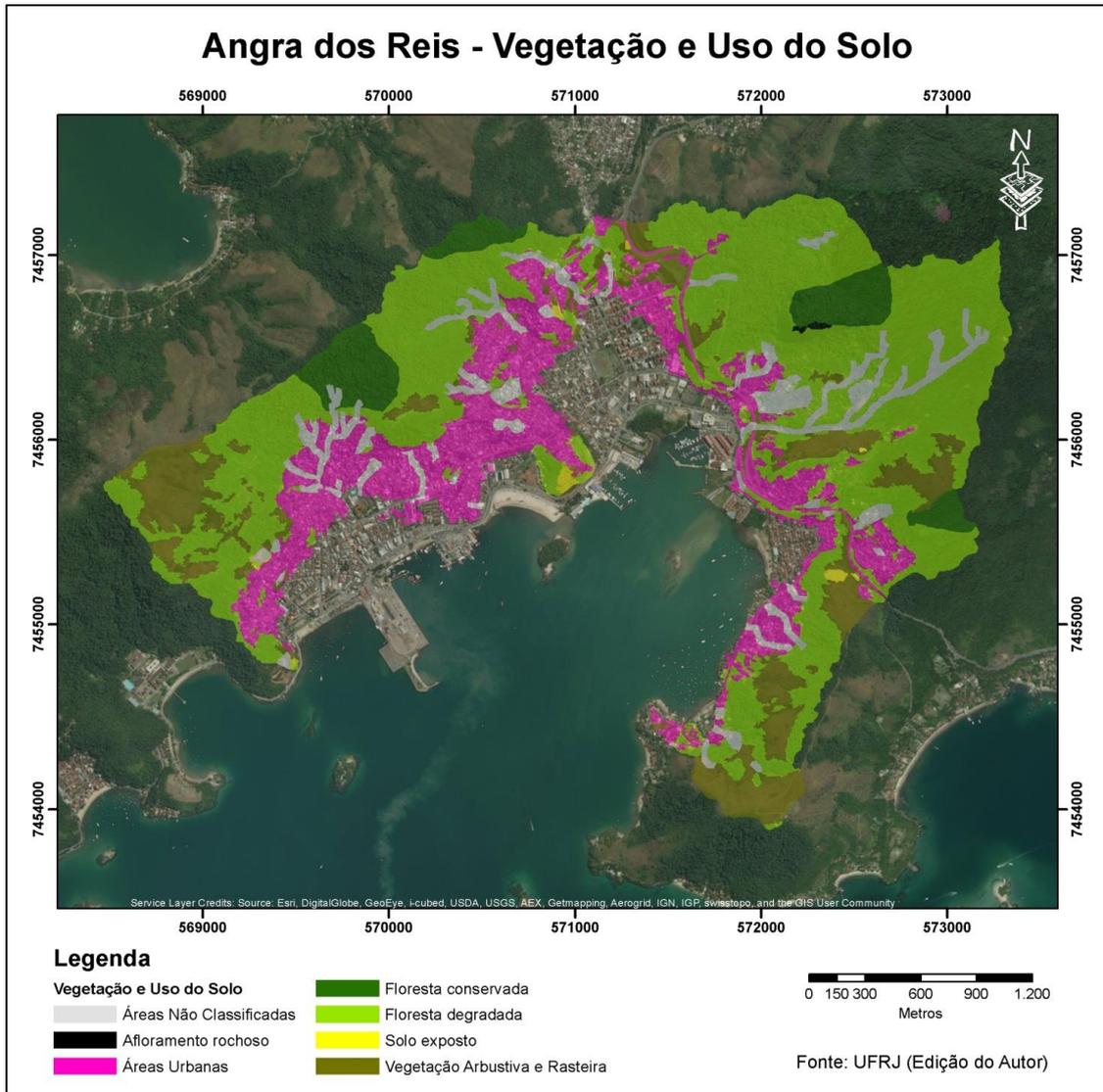


Figura 18: Vegetação e uso do solo da área de estudo

É mostrado no mapa da Figura 18 que a área de estudo tem predominância de vegetação, principalmente à montante das vertentes. Dentre as classes de vegetação há mais vegetação degradada.

As classes floresta degradada, solo exposto, vegetação arbustiva e rasteira são as que mais fazem aumentar o grau de Suscetibilidade a movimentos de massa, de acordo com COPPETEC (2012). Aquelas classificadas como afloramento rochoso são propícias a movimentos de blocos rochosos. De acordo com Coelho Netto *et al* (2014) mesmo em áreas de vegetação conservada há fatores que favorecem possíveis eventos perigosos, tais como árvores mortas, que contribuem para incêndios florestais.

3.3 – CONDICIONANTES SOCIAIS DA ÁREA

Muito da configuração espacial hoje existente em Angra dos Reis e na área de estudo deve-se a diversos fatores construídos ao longo do tempo, como demandas políticas, a posição do município frente às demandas nacionais e locais.

Nesta seção faz-se uma abordagem sobre a evolução socioespacial e evolução populacional que permite Angra dos Reis ter sua configuração espacial.

3.3.1 – Evolução Socioespacial

Sítio favorável às demandas de alhures, mas não tão favorável para o estabelecimento de uma grande aglomeração local. Com essa contradição se desenvolveu o município de Angra dos Reis, muito por conta do seu porto. Com poucas áreas planas e com elevações bem próximas ao mar, mas com uma baía de águas protegidas por ilhas, Angra dos Reis evolui sempre em contato com os acontecimentos e respondendo às demandas econômicas do Brasil, no entanto se deparando com as suas questões locais.

Angra dos Reis, vila erigida em 1502 com a chegada dos portugueses em Ilha Grande, passou a ter como sítio principal a área que hoje é a área central do município a partir de 1624 (MACHADO, 1995). A sua localização entre as capitanias de São Tomé e São Vicente (hoje abrangidas pelos estados do Rio de Janeiro e São Paulo) e próximas do conhecido como “Caminho Velho”, que ligava a Baía de Ilha Grande ao planalto paulista, tornaram Angra dos Reis uma alternativa aos altos impostos cobrados no ciclo do ouro, atribuindo ao porto uma função de contrabando (Ibidem).

Com a decadência do ciclo do ouro, após um interregno onde pequenas produções regionais garantiam fluxos de mercadoria ao porto de Angra dos Reis, a lavoura de cana-de-açúcar local e das regiões dos vales dos Rios Piraí e Paraíba do Sul garantiam a prosperidade do município. Não apenas a cana-de-açúcar, mas a produção de aguardente, utilizada como moeda de troca no tráfico de escravos, garantiram um protagonismo ao Porto de Angra dos Reis (Ibidem).

Além da produção regional de cana de açúcar, o ciclo do café, enquanto foi forte na província do Rio de Janeiro, garantiu tanta prosperidade a Angra dos Reis que de vila foi promovida a cidade em 1835. De acordo com Machado (1995), Francisco (2004) e Telles (2002), essas lavouras foram as que começaram com o

desmatamento das encostas florestadas na cidade. No entanto, Francisco (*op cit*) alega que a instabilidade dos solos, à época já percebida, não favorecia a produção cafeeira no município, não tendo então tanta prosperidade para esse gênero.

Com a construção da estrada de ferro ligando Rio de Janeiro a São Paulo (1858), passando pela Baixada Fluminense e Vale do Paraíba; a proibição do tráfico negreiro (1850), com conseqüente abolição da escravidão (1888); e a decadência da produção cafeeira da província do Rio de Janeiro, preterida pela produção paulista, Angra dos Reis passou por quase cem anos de estagnação e decadência (MACHADO, 1995). Com efeito, a cidade esvaziou em população e em recursos; as antigas lavouras de café e cana de açúcar foram abandonadas, onde posseiros passaram a cultivar banana e outros gêneros para subsistência; e ocorreu a recuperação da mata nas encostas (*Ibidem*), uma vez que a atividade de lavoura intensiva foi interrompida. Essa situação fundiária acarretaria em conflitos a partir de 1970, com a turistificação do município (TELLES, 2002).

Angra dos Reis começa uma recuperação através de algumas decisões tomadas em outros lugares, mas que se materializam no município, como a construção do Colégio Naval (1914) e a construção de uma estrada de ferro (1932) que ligava o porto de Angra dos Reis com a produção de trigo do sul de Minas Gerais (MACHADO, 1995). No entanto, só com a construção da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) em 1940, a estrada de ferro permite com que Angra dos Reis volte a prosperar. A necessidade de carvão mineral, que vem de Santa Catarina, faz com que o porto volte a ter constante circulação (TELLES, 2002).

Com a implantação do Estaleiro Verolme em 1959 –atualmente conhecido como Estaleiro Brasfels- Angra dos Reis consolida um novo ciclo de prosperidade, atraindo populações de outros lugares. Os atributos do porto (águas profundas e protegidas); proximidade da CSN (fornecedora de aço); e estar entre as principais cidades do país (Rio de Janeiro e São Paulo) foram fatores determinantes para localização desse estaleiro em Angra dos Reis. É então percebido o papel de indústria de base desempenhada pela CSN, pois, além de produzir aço, ela movimentava outros setores de regiões próximas, que se relacionam direta ou indiretamente com ela.

Outro empreendimento que também foi fundamental para a expansão de Angra dos Reis foi a construção da rodovia BR-101/Rio-Santos. Antes desta estrada a cidade tinha ligação rodoviária com outros municípios pela RJ-155 (FRANCISCO,

2004), que margeia a estrada de ferro. Antes da BR-101 os distritos municipais se comunicavam apenas por vias marítimas ou estradas precárias (TELLES, 2002). A BR-101/Rio-Santos, dessa forma, foi responsável pela integração e conexão entre os distritos de Angra dos Reis.

Se por um lado a rodovia trouxe o benefício de interligar os diferentes bairros e distritos da cidade, por outro a rodovia exemplifica a mazela de planejamento urbano existente não apenas em Angra dos Reis, mas em várias cidades brasileiras por onde passa essa rodovia. Evidência desse fato é a utilização da BR-101 como via urbana em muitos municípios brasileiros, quando na verdade ela deveria ser uma rodovia (Ibidem).

A construção da BR-101/Rio Santos está concatenada com um projeto de tornar o litoral sul fluminense e norte de São Paulo uma área para turismo de alto padrão. Esse plano está estruturado dentro do Projeto Turis¹³ (TELLES, 2002; FRANCISCO, 2004). Estando em um contexto de ditadura, onde decisões políticas eram tomadas de cima para baixo e sem diálogo e negociação, o Projeto Turis e a construção da BR-101/Rio-Santos despertaram a especulação imobiliária em Angra dos Reis, com isso criando conflitos por espaço na cidade.

Com a construção de outros empreendimentos, como as usinas nucleares de Angra 1 (início da construção em 1972), Angra 2 (início da construção em 1981) e Angra 3 (retomada das obras em 2010 e ainda em construção); Terminal da Baía de Ilha Grande (TEBIG) da Petrobrás (inaugurado em 1977); e diante de poucas áreas disponíveis na cidade por conta de sua condição fisiográfica, muitas disputas de terra foram acentuadas na cidade, determinando a localização de certos aglomerados populacionais na cidade e mesmo localização de estabelecimentos comerciais.

De acordo com Francisco (2004), 25% dos conflitos de terras registrados no estado do Rio de Janeiro tinham como local Angra dos Reis nos anos de 1970. Por sua vez, Telles (2002) afirma que no contexto do Projeto Turis, o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), órgão responsável pela questão fundiária, estava hierarquicamente abaixo da Empresa Brasileira de Turismo

¹³ Projeto Turis (Plano de Aproveitamento Turístico), elaborado pela empresa francesa Scet International e apresentado pela EMBRATUR em fevereiro de 1973, pretendia equacionar o problema turístico do litoral Rio-Santos, propondo um plano diretor para região. Este projeto propugnava “um planejamento normativo global, com estudos e normas de ocupação que integrassem as construções aos ambientes e às destinações turísticas, visando a maximização da rentabilidade de toda a região aliada a uma implementação adequada”. (Siqueira, 2016).

(EMBRATUR), responsável pelo Projeto Turis. Assim pode-se julgar que o quê foi pensado para Angra dos Reis atendia uma demanda turística, prioritariamente.

Em um contexto de turistificação e construção de grandes empreendimentos, a especulação imobiliária cresceu no município. Assim, muitas das terras que estavam com posseiros na década de 1970 foram reivindicadas pelos seus antigos proprietários. Em função disso, as populações de antigos posseiros ou de trabalhadores dos empreendimentos que eram contruídos em Angra dos Reis foram buscar moradias em áreas *non aedificandi* do município, tais como encostas, várzeas dos rios, manguezais dentre outros. Em algumas situações, e devido ao pouco espaço disponível no município, até mesmo construções de alto padrão se expandiram para áreas *non aedificandi* (TELLES, 2002), criando dessa forma exposição de populações em áreas susceptíveis a ameaças.

A sobreposição de funções no município (porto, estaleiro, turismo, agricultura de subsistência etc), em que a relação é de conflito entre esses setores, contribuiu para outros efeitos no espaço da cidade, a saber: encarecimento do solo urbano; urbanização precária, pois os aglomerados urbanos não são contíguos, encarecendo o provimento de infraestruturas de saneamento básico e transportes; supressão de funções primitivas, como a pesca que foi prejudicada por sucessivos aterros na orla da cidade (MACHADO, 1995), desencadeando problemas para prover alternativas aos pescadores; degradação ambiental de determinados ecossistemas (restingas, manguezais); criação de áreas suscetíveis ambientalmente.

Os empreendimentos erigidos em Angra dos Reis guardam as seguintes características de implantação de grandes empreendimentos, segundo Ribeiro (1987, *apud* MACHADO, 1995): gigantismo; isolamento; caráter temporário.

- gigantismo, por se tratar de empreendimento de grande magnitude, envolve muita mão-de-obra, capitais, uma teia de decisões hierárquicas de alta patente, geralmente distantes do local onde esses empreendimentos estão sendo implantados;
- isolamento, pois os locais onde são implantados esses empreendimentos são territórios à parte, que têm a sua própria lógica e normas, desconsiderando as normas do local, criando dessa forma conflitos e distúrbios de diversas ordens (social, ambiental, político);
- caráter temporário se deve a esse movimento intenso de mão-de-obra que ocorre apenas durante a implantação do projeto. Após a implantação e

construção do empreendimento, quando ele efetivamente passa a funcionar, há um esvaziamento do movimento de mão de obra, ficando apenas uma parcela dos recursos que foram necessários.

Essas características são vistas nos empreendimentos que foram construídos em Angra dos Reis (DE SOUZA, 2003), criando e acentuando mais ainda os problemas de urbanização precária e segregação espacial existente em Angra dos Reis. Quando um empreendimento cessa a sua construção, os trabalhadores não conseguem manter o emprego na operação desses, pois não estão qualificados para funções que esse empreendimento desempenhará após o início de suas operações. Sem assistência ou alternativas, as chances desses trabalhadores ficarem marginalizados aumentam. O fato dos empreendimentos criarem “territórios independentes” (Ibidem) criam problemas de disputas por terras com outros setores (condomínios, turismo, pescadores etc) (TELLES, 2002).

Sendo Angra dos Reis uma cidade e lugar onde a tomada de decisão vem de outros lugares (sedes de grandes empresas, Governo Federal entre outros), visando uma melhoria na fluidez de negócios em escala regional e nacional, mas que deixa reflexos no espaço local da cidade, tais como crescimento populacional, desenvolvimento de outras funções que trazem divisas para o município, mas que causam alguns problemas na cidade, Angra dos Reis conviveu historicamente com esses movimentos interescales. De Área de Segurança Nacional, proclamada em 1969 (DE SOUZA, 2003) –onde as decisões eram sempre tomadas em alto escalões da burocracia do Governo Federal à época do governo centralizador dos militares e tecnocratas-, para atual condição de município que discute, por exemplo, seu plano diretor para pensar ações que lidam com essas complexidades existentes no município (TELLES, 2002).

Angra dos Reis ainda conviverá com conflitos entre diferentes setores. No entanto, há o diálogo onde existem até pontos de convergência entre atores com interesses divergentes (por exemplo, quando o setor turístico e moradores são aliados em questões contra os empreendimentos industriais visando a preservação ambiental, também disputam entre si pela questão fundiária local) (DE SOUZA, 2003).

Essa evolução socioespacial do município de Angra dos Reis faz entender melhor como a paisagem observada pode ser construída em um dos lugares de maior fluxo turístico do estado do Rio de Janeiro. Com belezas naturais conhecidas

internacionalmente; empreendimentos importantes para economia brasileira em um espaço urbano onde há uma urbanização precária, o espaço construído em Angra dos Reis proporciona riscos de desastres, com alguns lugares privilegiados em detrimento de outros no que diz respeito a resiliência a riscos.

3.3.2 – Evolução e Perfil Populacional

Angra dos Reis era uma cidade com população rarefeita que começou a ter grandes aportes a partir da criação dos empreendimentos relatados no item anterior. Na Figura 19 é exibido o gráfico com a evolução populacional de Angra nos cinco últimos censos demográficos do IBGE.

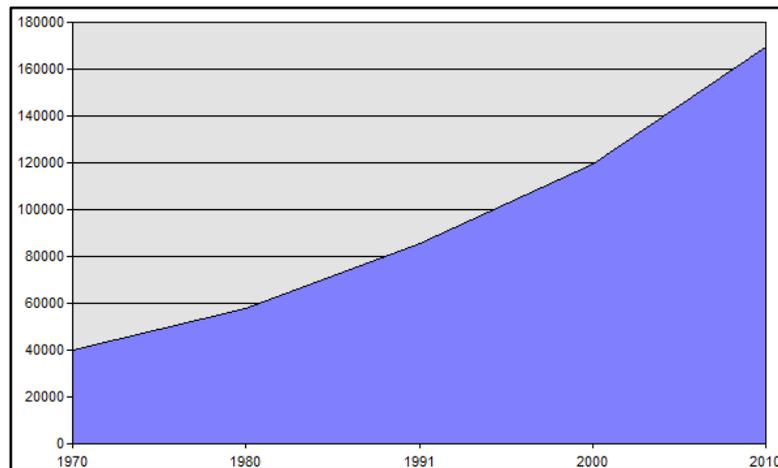


Figura 19: Evolução da população residente no município de Angra dos Reis (Fonte: IBGE, 2016)

Observa-se que desde a década de 1970 o município segue em uma crescente, chegando a quadruplicar a sua população entre os cinco últimos censos demográficos. Esse movimento ascendente coincide com a promoção de Angra dos Reis como um ponto importante para gestão do território brasileiro através de empreendimentos portuários e energéticos. De acordo com Francisco (2004) a desaceleração do crescimento populacional em outras regiões do estado do Rio de Janeiro, principalmente na região metropolitana do Rio de Janeiro a partir da década de 1960, coincide com as taxas crescentes de crescimento populacional da Região da Baía de Ilha Grande, indicando uma migração para o município de Angra dos Reis nos últimos quarenta anos.

Observando a pirâmide etária de Angra dos Reis, é perceptível que a estrutura populacional, no que se refere a sexos e idades, é semelhante a estrutura existente no Brasil e Rio de Janeiro. As pirâmides etárias são exibidas na Figura 20.

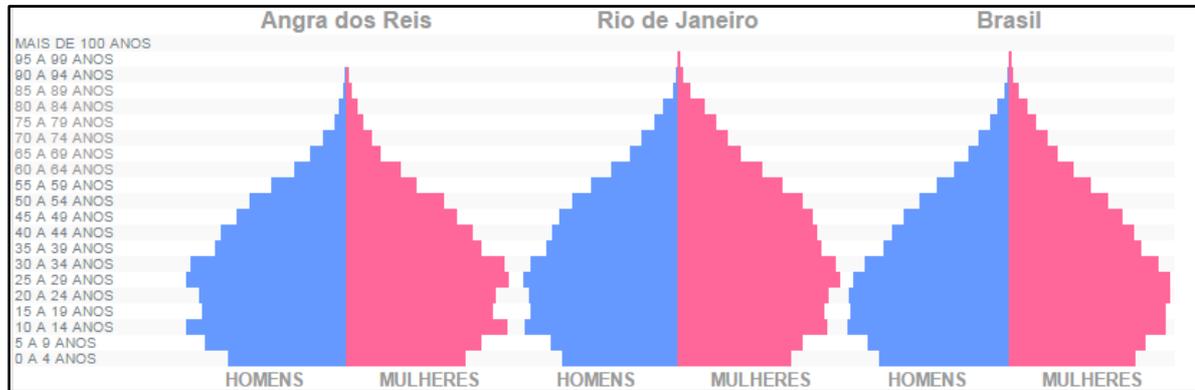


Figura 20: Pirâmide etária de Angra dos Reis, estado do Rio de Janeiro e Brasil
(Fonte: cid@des/IBGE, 2016)

Percebe-se que as estruturas das pirâmides de Angra dos Reis e do Brasil são semelhantes, tendo proporcionalmente menos idosos do que o estado do Rio de Janeiro. No entanto o bônus demográfico¹⁴ de Angra dos Reis é ligeiramente maior frente a pirâmide do estado do Rio de Janeiro, mas menor comparado com Brasil. No que se refere a gerenciamento de risco, isso demonstra que há a necessidade de maior atenção para idosos e crianças, faixas etárias mais vulneráveis em desastres.

O Índice de Desenvolvimento Humano¹⁵ (IDH) de Angra dos Reis, segundo PNUD (2016) é de 0,724, sendo classificado como IDH alto, próximo ao IDH muito alto (a partir do valor 0,8). No entanto, o valor de IDH do município não revela as desigualdades socioespaciais existentes no município.

De acordo com análises realizadas por Melo (2011), que verificou a dinâmica socioespacial de Angra dos Reis através de indicadores construídos tendo como base estatística o censo demográfico de 2010, há muitas áreas precárias de serviços e recursos no município, frente a outras áreas que não têm essa situação. Essa

¹⁴ Bônus demográfico é a situação quando a população economicamente ativa (PEA- população entre 15 e 65) é maior do que a população dependente (0 a 14 e maior que 65 anos).

¹⁵ O IDH é uma medida resumida do progresso em longo prazo em três dimensões básicas do desenvolvimento humano: renda; educação; saúde –respectivamente tentando representar com essas dimensões básicas: nível de vida digno; conhecimento e vida longa e saudável. O objetivo da criação do IDH foi o de oferecer um contraponto a outro indicador muito utilizado, o Produto Interno Bruto (PIB) per capita, que considera apenas a dimensão econômica do desenvolvimento. Sendo um índice, os seus valores variam de 0 a 1, e o ranqueamento é classificado em: baixo (0 a 0,555), médio (0,556 a 0,699); alto (0,700 a 0,799); muito alto (0,800 a 1) (PNUD, 2016).

constatação fica evidente na paisagem da parte continental do município, com residências de padrão construtivo extremamente elevado em determinadas áreas, principalmente em condomínios, e áreas com padrão construtivo bastante precário, tais quais as áreas de aglomerados subnormais, localizadas em grande parte nas encostas. Essa desigualdade socioespacial reflete na vulnerabilidade intraurbana que influencia as magnitudes das potenciais consequências dos desastres, como aqueles associados a movimentos de massa, condicionando, portanto, os diferentes graus de risco das áreas que constituem a cidade.

3.4 – HISTÓRICO DE AMEAÇAS – OS REGISTROS DE DESASTRES

Na Figura 21 é exposto um gráfico relatando os desastres reportados pelo Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (UFSC/CEPED, 2013b) e informações complementadas por consultas ao arquivo digital do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID¹⁶), mantido pela Defesa Civil Brasil. Cabe lembrar que o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais abrange o intervalo de 1991 a 2012. Desta forma foram complementados dados de 2013 a 2014 através de buscas no S2ID.

¹⁶ O S2ID “integra diversos produtos da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil - SEDEC, com o objetivo de qualificar e dar transparência à gestão de riscos e desastres no Brasil, por meio da informatização de processos e disponibilização de informações sistematizadas dessa gestão.” (BRASIL, 2017). O arquivo digital utilizado para o levantamento de desastres ocorridos em Angra se baseia em dados de: Notificação Preliminar de Desastre (NOPRED); Avaliação de Danos (AVADAN); Decreto municipal ou estadual de estado de emergência ou calamidade pública; Formulário de Informações sobre Desastres (FIDE, que veio a substituir os dois primeiros documentos a partir de 2012); notícias de jornal; relatório de danos e outros documentos. O arquivo digital guarda esses dados para todos os municípios brasileiros de 1940 a 2014. Para Angra dos Reis, de 1940 a 2014 foram registrados 27 documentos a partir de 2002.

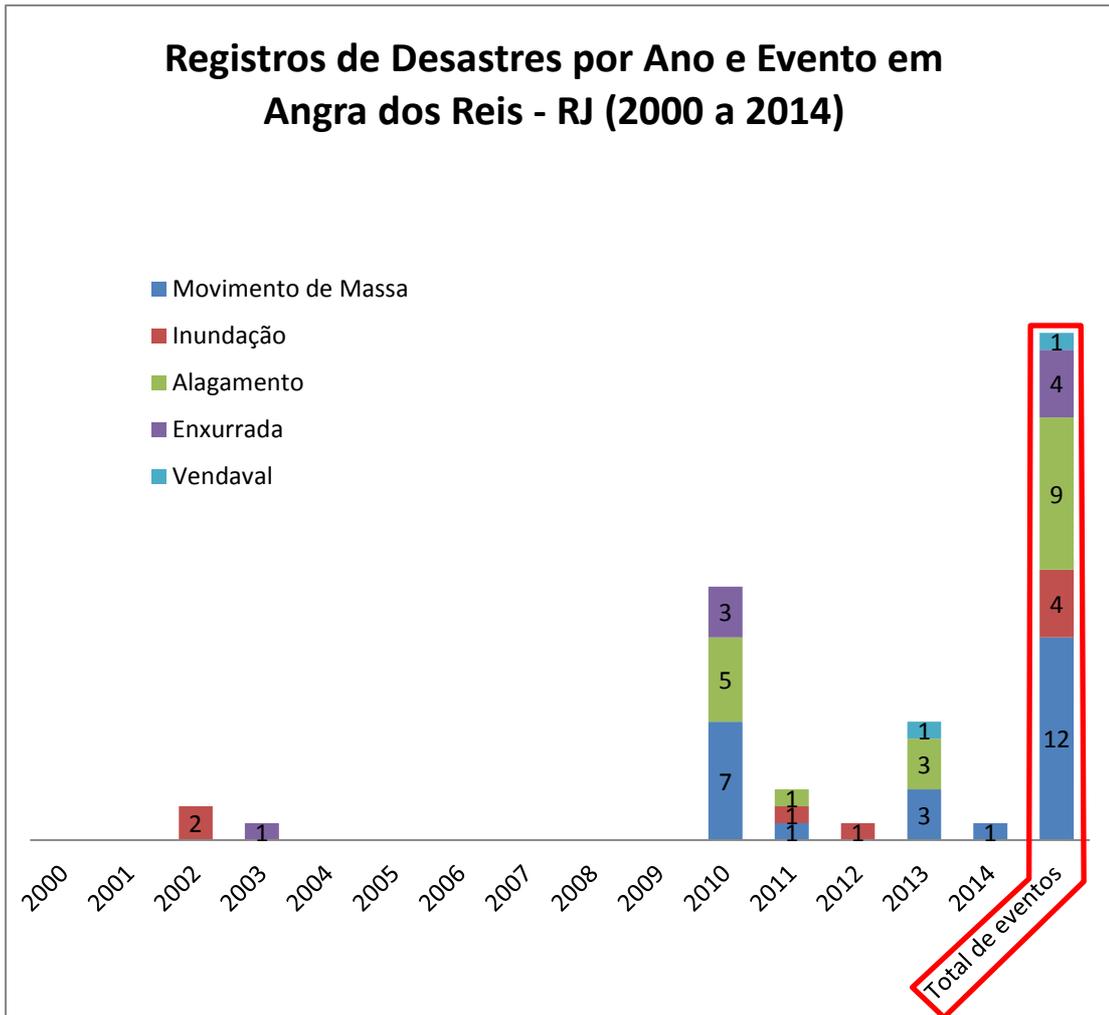


Figura 21: Registros de desastres por ano e evento em Angra dos Reis - RJ (2000 a 2014) (Fonte: UFSC/CEPED, 2013b; S2ID, 2016 –organizado pelo autor)

Todos os desastres registrados pelo S2ID para Angra dos Reis mostram que quase todos os desastres ocorridos têm relação com questão hidrometeorológica, exceto caso haja algum movimento de massa do tipo queda, tombamento e rolamento de blocos. Os dados confirmam que os movimentos de massa são as ameaças predominantes na cidade, com um total de 12 eventos de 30 todos os desastres somados. Os anos que não houveram desastres provocados por movimentos de massas foram os anos de 2002, 2003, 2012 e 2014, provocados por inundação, enxurrada e vendaval.

No ano de 2010 registrou-se o maior número de desastres ocorridos, com um total de 15 desastres –metade dos desastres registrados de 2000 a 2014. Uma explicação para este número discrepante, desconsiderando outros aspectos de gerenciamento de risco, é observada em Melo (2010, *apud* UFSC/CEPD, 2013b).

Relatando o boletim de informações climáticas do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC-INPE), o autor diz que houve um aumento de convergência de umidade no período devido a formação de um centro de baixa pressão junto ao litoral do sudeste brasileiro e formação de vórtice ciclônico na média e baixa troposfera¹⁷. Além disso, houve a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul¹⁸. Com esses fatores, ocorrem muitas chuvas com altos índices pluviométricos, facilitando a ocorrência de desastres em locais que não estivessem preparados para essa situação.

Angra dos Reis está entre os municípios com mais eventos, e é um dos municípios que têm mais vítimas em decorrências dos desastres, de acordo com Atlas Brasileiros de Desastres Naturais no estado do Rio de Janeiro. No Quadro 4 mostra o total de óbitos em desastres naturais de 1991 a 2012, de acordo com o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais.

Quadro 4: Óbitos no estado do Rio de Janeiro Provocados por Desastres Naturais entre 1991 a 2012 (Fonte: UFSC/CEPED, 2013b)

Município	Mesorregião	Mortos
Nova Friburgo	Centro Fluminense	440
Teresópolis	Metropolitana do Rio de Janeiro	412
Niterói	Metropolitana do Rio de Janeiro	334
Petrópolis	Metropolitana do Rio de Janeiro	209
Angra dos Reis	Sul Fluminense	87
Rio de Janeiro	Metropolitana do Rio de Janeiro	63
São Gonçalo	Metropolitana do Rio de Janeiro	27
Sapucaia	Centro Fluminense	23
Duque de Caxias	Metropolitana do Rio de Janeiro	12
Magé	Metropolitana do Rio de Janeiro	7

Cabe lembrar que os municípios que estão com maior número de registro do que Angra dos Reis passaram por desastres muito mais severos (Morro do Bumba – Niterói; Megadesastre na região Serrana – Petrópolis, Teresópolis, Nova Friburgo, São José do Vale do Rio Preto), com movimentos de massas por quase todo o

¹⁷ Troposfera é uma das camadas da atmosfera, onde acontece a maioria dos eventos meteorológicos e climáticos.

¹⁸ Zona de Convergência do Atlântico Sul é uma área de nebulosidade ao serem observadas por imagens de satélite, que se formam no sul da Amazônia até o sul do Brasil em uma orientação noroeste-sudeste. É o principal mecanismo responsável por chuvas no sudeste entre a primavera e verão.

território das cidades. Mesmo assim, esses números mostram que Angra dos Reis é uma cidade que convive não apenas com eventos e ameaças, mas também com desastres, acarretando em perdas e danos para população e para infraestrutura local.

4 - METODOLOGIA

4.1 - FLUXOGRAMA GERAL DOS PROCEDIMENTOS ADOTADOS

Os procedimentos adotados nas diferentes etapas para o cálculo e mapeamento dos indicadores de perigo, exposição e vulnerabilidade, de forma a determinar o zoneamento de risco associado a movimentos de massa para área central do município de Angra dos Reis estão ilustrados no fluxograma da Figura 22.

Existem os seguintes grupos de procedimentos que compõem o estudo: agregação dos dados; tabulação das variáveis do Censo Demográfico 2010 do IBGE; cálculos de indicadores de vulnerabilidades; espacialização dos dados das componentes de risco; cálculos de indicadores da exposição; produção de matrizes de risco. Com esses seis grupos de procedimentos, realizados na sequência em que foram citados, obtêm-se duas formas de estimativa de risco a deslizamentos na área central de Angra dos Reis: o risco considerando as causas (perigo) e consequências (aqui consideradas as componentes exposição e vulnerabilidade) ($R=C(p) \times C(e \times v)$); e o risco considerando perigo e exposição ($R=P \times E$).

Com procedimentos que combinam técnicas quantitativas e qualitativas, resultando em diversos produtos intermediários, a seguir é explicado cada um desses grupos de processos.

4.2 - PROCEDIMENTOS DE AGREGAÇÃO DE DADOS

O procedimento consiste em rotinas de trabalho com dois mapeamentos: o mapeamento de setores de Suscetibilidade, realizado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPETEC, 2012; COELHO NETTO *et al*, 2014), e o mapeamento censitário do IBGE. A seguir serão descritos os processos e os insumos que estão relacionados com esses dois mapeamentos.

4.2.1 – Mapeamento de Setores de Suscetibilidade

O mapeamento de setores de suscetibilidade teve por objetivo analisar a propensão de ocorrência de diferentes fenômenos de movimentos de massa na área central do município de Angra dos Reis. Este mapeamento foi requisitado pela Secretaria de Estado do Ambiente do Rio de Janeiro (SEA-RJ), com o fim de subsidiar as autoridades municipais com uma ferramenta que oriente o ordenamento do uso do solo

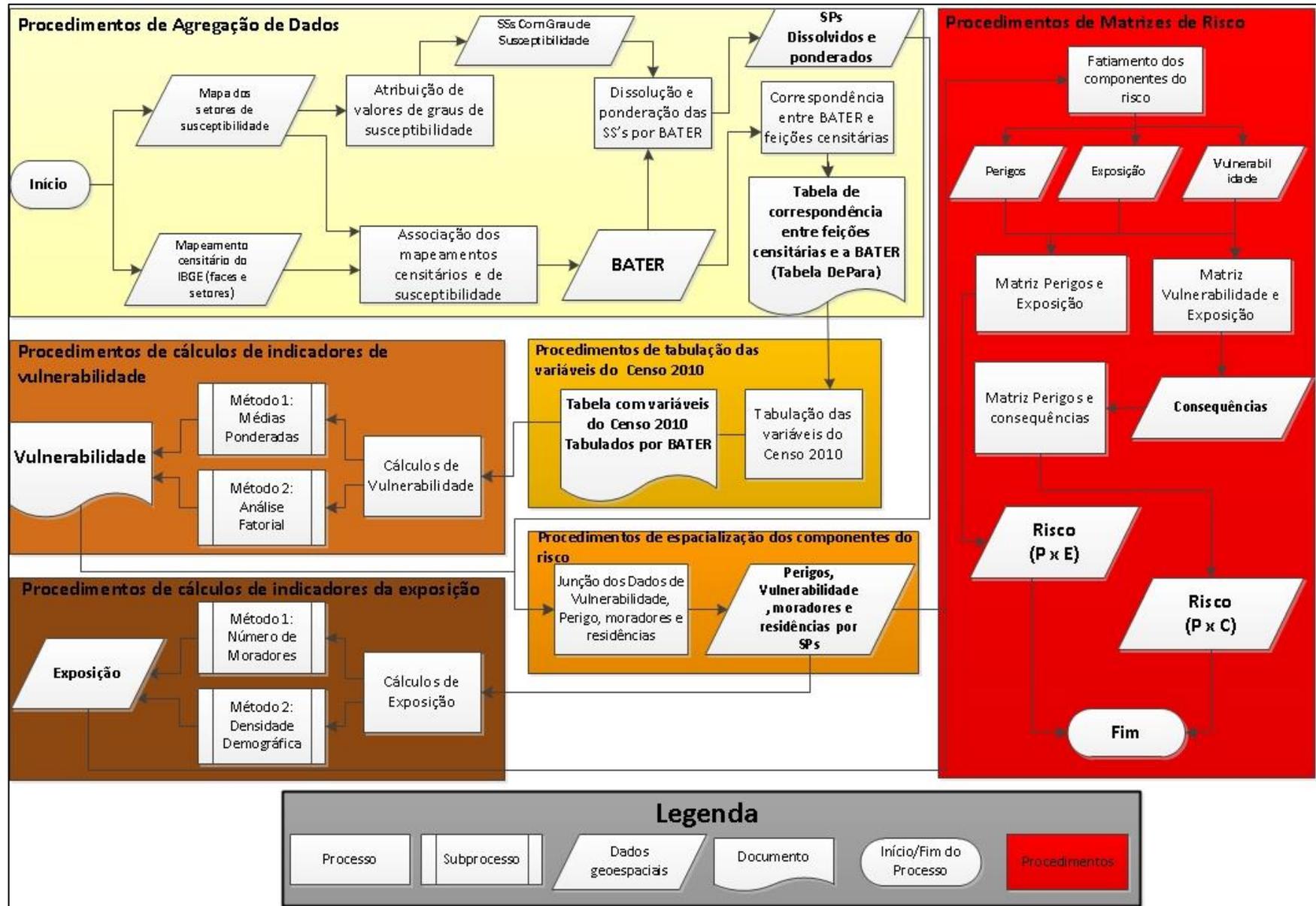


Figura 22: Fluxograma de trabalho

local (COELHO NETTO *et al*, 2014). Conforme Coelho Netto *et al* (2014), avaliou-se a probabilidade de ocorrência de movimentos de massas, considerando os efeitos das relações entre a hidrogeomorfologia, aspectos geológicos-geotécnicos, vegetação e uso do solo, trabalhando com planos de informações relacionados aos aspectos do terreno anteriormente citados.

O mapeamento oferece atributos¹⁹ de probabilidade de movimentos de massa e o tipo mecanismo que tem chance de ocorrer no local. Cada um dos polígonos do mapeamento que reúne uma característica específica dos atributos acima citados é chamado de setor de Suscetibilidade (SS).

O mapeamento foi feito na escala de 1:5000, permitindo que as menores porções mapeadas em campo e representadas no mapa sejam no mínimo de 10 metros, devido ao erro gráfico ser de 0,2mm.

O mapa pode ser observado na Figura 23

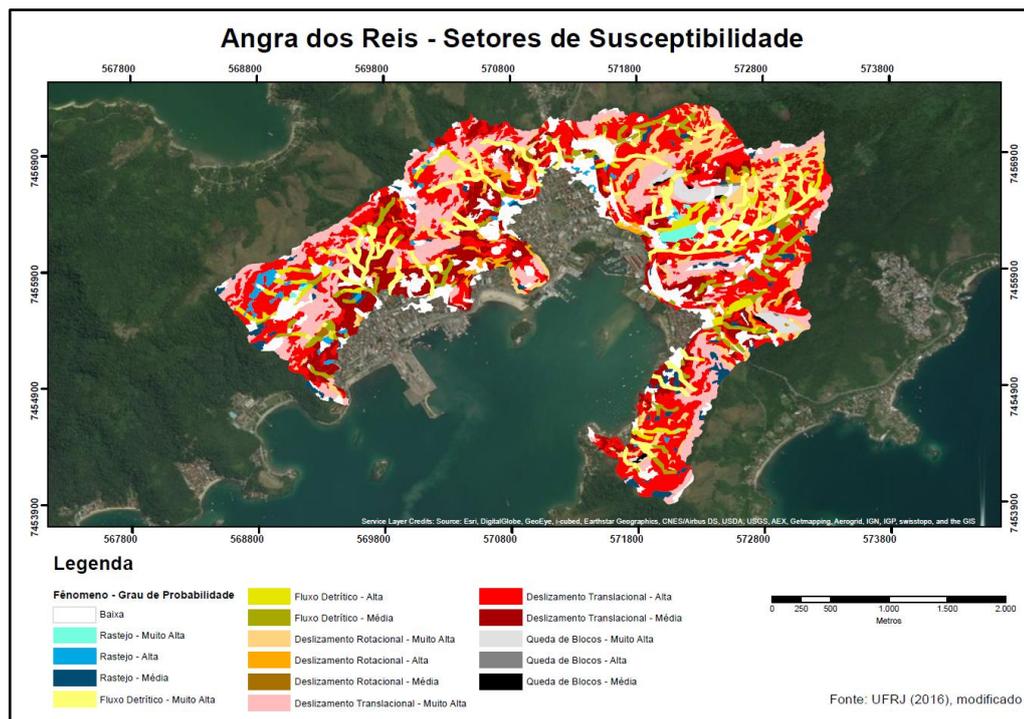


Figura 23: Mapa de suscetibilidade da área central de Angra dos Reis

Considerando que o objetivo da presente pesquisa é avaliar o risco, limitando-se, em áreas habitadas, foram selecionados apenas os setores onde há

¹⁹ Atributos são as propriedades, a descrição, das características de um registro dentro de uma tabela ou banco de dados. Por exemplo, em uma tabela de relação de estados brasileiros, no registro Rio de Janeiro o atributo Capital estará registrado Rio de Janeiro (capital do estado do Rio de Janeiro).

construções. Para fazer essa seleção realizou-se a edição dos dados, utilizando o *software* ArcGIS 10.3 e imagens de satélites fornecidas pelo mesmo *software* do ano de 2016. As imagens de satélite são fornecidas quando o *software* está conectado à INTERNET. As áreas mapeadas pelo trabalho de COPPETEC (2012) que não tinham habitações foram excluídas, permanecendo apenas áreas habitadas.

Em algumas situações houve a necessidade de particionar os SSs originais, porque os dados estavam agregados por tipo de movimento de massa analisado, independente de haver ou não contiguidade ou adjacência entre os polígonos que representassem os SSs. Isto quer dizer que SSs que têm os mesmos atributos de probabilidade e de tipo de movimento de massa, mas que poderiam estar em posições antípodas na área de estudo e sem conexão, estavam no arquivo original como um único registro de SS apenas porque tinham a mesma classificação de atributos. A edição dos dados também teve a função de aprimorar o dado no sentido de tornar os polígonos das SSs singulares entre eles. Desta forma, os SSs a serem tratados nesta pesquisa estão indicados na Figura 24.

Verificou-se que a área envolvida na análise do risco das áreas habitadas totaliza 196,53 hectares estendida por 870 setores de Suscetibilidade, representando trinta por cento da área do mapeamento realizado pela UFRJ (646,2 hectares).

4.2.2 – Mapeamento Censitário do IBGE

O mapeamento censitário do IBGE é um instrumento de referência da instituição, para auxiliar sua equipe na operacionalização da coleta e produção de dados estatísticos nas pesquisas estruturais, tais como o Censo Populacional, Pesquisa Nacional por Amostra Domiciliar (PNAD), entre outras. É através deste mapeamento que também são solicitadas as estatísticas desta pesquisa, usando a codificação de cada feição desse mapeamento para fazer a solicitação.

O mapeamento censitário do IBGE consiste em mapear as áreas integrantes do território brasileiro e transformá-las em unidades de coletas de informações estatísticas a serem utilizadas no planejamento das pesquisas. Abrangendo diferentes níveis de mapeamento, ou seja, diferentes extensões territoriais, os menores níveis são os setores

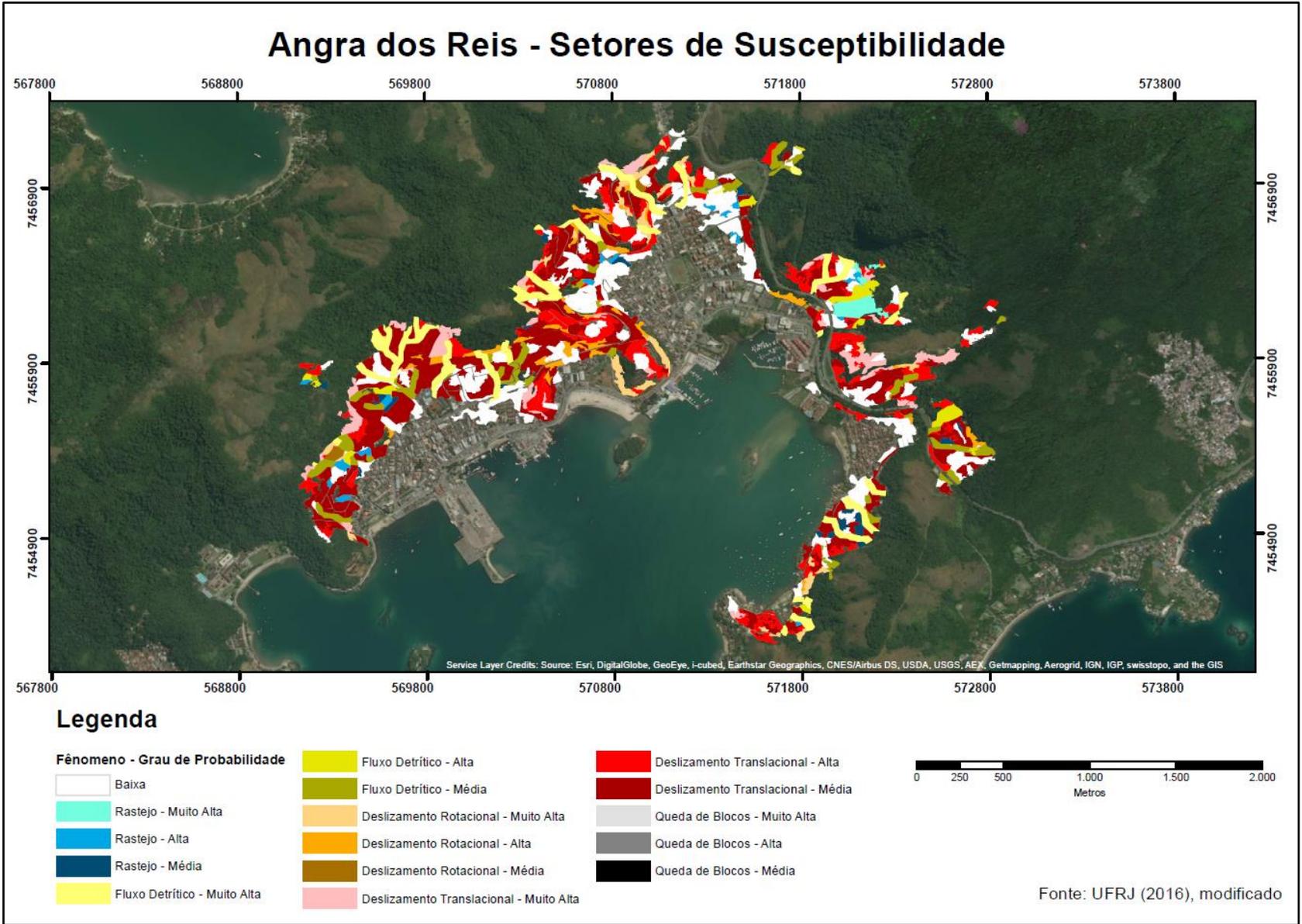


Figura 24: Mapa de Suscetibilidade em áreas habitadas

censitários e as faces de quadra, que passaram a ser unidades de coleta de informações censitárias a partir do Censo 2010.

O setor censitário, de acordo com IBGE (2014a) é “a menor porção de área em que o Território Nacional é fragmentado para fins de coleta estatística do IBGE. (...) cuja dimensão está relacionada com sua extensão e com o número de domicílios ou de estabelecimentos agropecuários nela existentes”. Os setores censitários são basicamente de dois tipos: setores censitários urbanos e setores censitários rurais. Essa divisão respeita a delimitação de perímetro urbano, estabelecida pela prefeitura municipal.

Geralmente, por conta do desenvolvimento territorial local, os setores censitários urbanos costumam ser menores e densamente populosos, diferente dos setores censitários rurais, que são mais extensos e menos populosos. Essa diferenciação também determina a escala do mapeamento, sendo menor para áreas rurais e maior para áreas urbanas. Na área de estudo analisada na pesquisa há apenas setores urbanos, uma vez que a área de estudo está completamente dentro do perímetro urbano.

As faces de quadra, que correspondem a outro nível de mapeamento censitário, são os lados/perímetros das quadras, que por sua vez são áreas retangulares em áreas urbanas (IBGE, 2014a). As faces de quadra podem ser compostas por ruas e outros tipos de vias urbanas (avenidas, estradas de ferro etc), cursos d'água, linha de cumeada²⁰ de morros e montanhas. As faces de quadra foram introduzidas no levantamento do último Censo Demográfico de 2010, sendo elas o menor nível de mapeamento e unidade de coleta dos dados censitários. A soma dos dados estatísticos presentes nas faces de quadra que estão presentes dentro de um setor censitário é igual ao valor dos dados apresentados dentro de um setor censitário. Dessa forma, a face de quadra permite um maior detalhamento para diversos tipos de análises socioestatísticas.

Mesmo fazendo parte do mapeamento censitário do IBGE, as faces de quadra não são utilizadas para divulgação dos dados censitários, sendo ainda os setores censitários as menores unidades de divulgação dos dados do Censo 2010.

As Figuras 25 e 26 mostram a disposição dos setores censitários e das faces de quadra presentes na área de estudo.

²⁰ – Linha de cumeada é a linha divisória que separa as vertentes de uma elevação ou de um conjunto de elevações (morro, montanha etc)

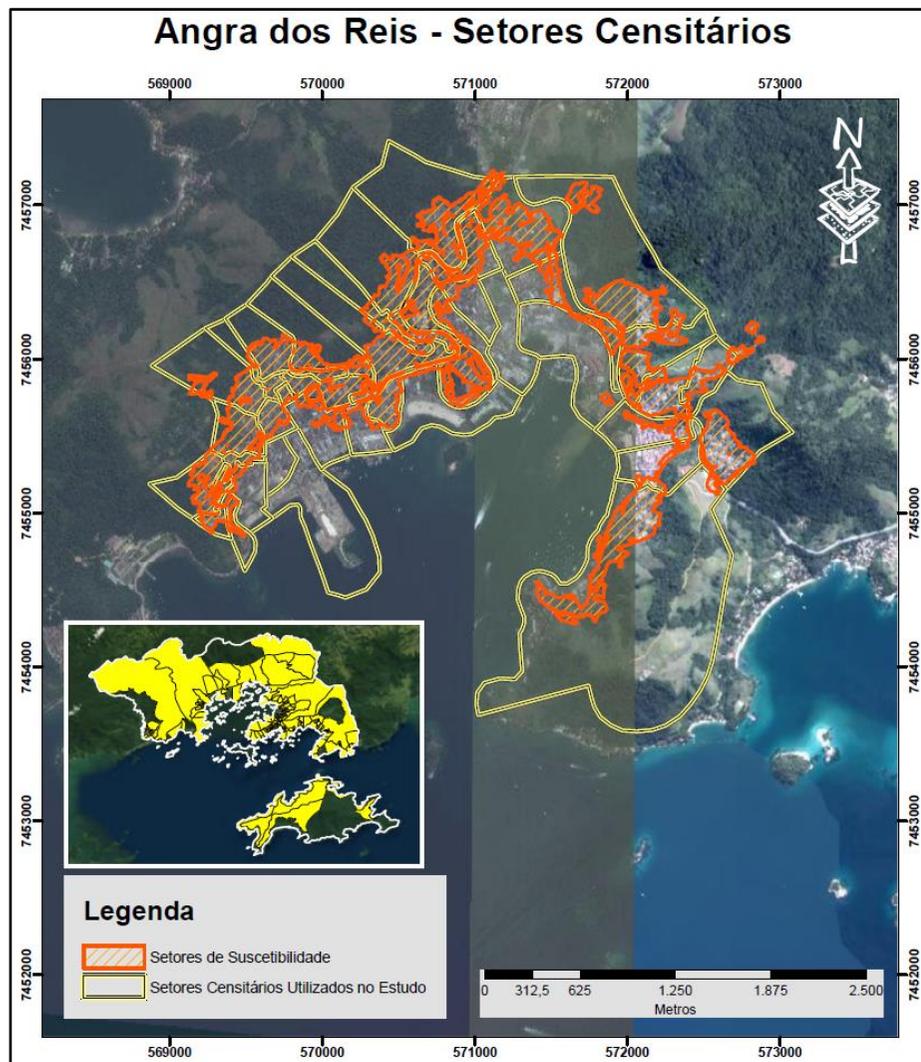


Figura 25: Setores censitários disponíveis para área de estudo e município de Angra dos Reis

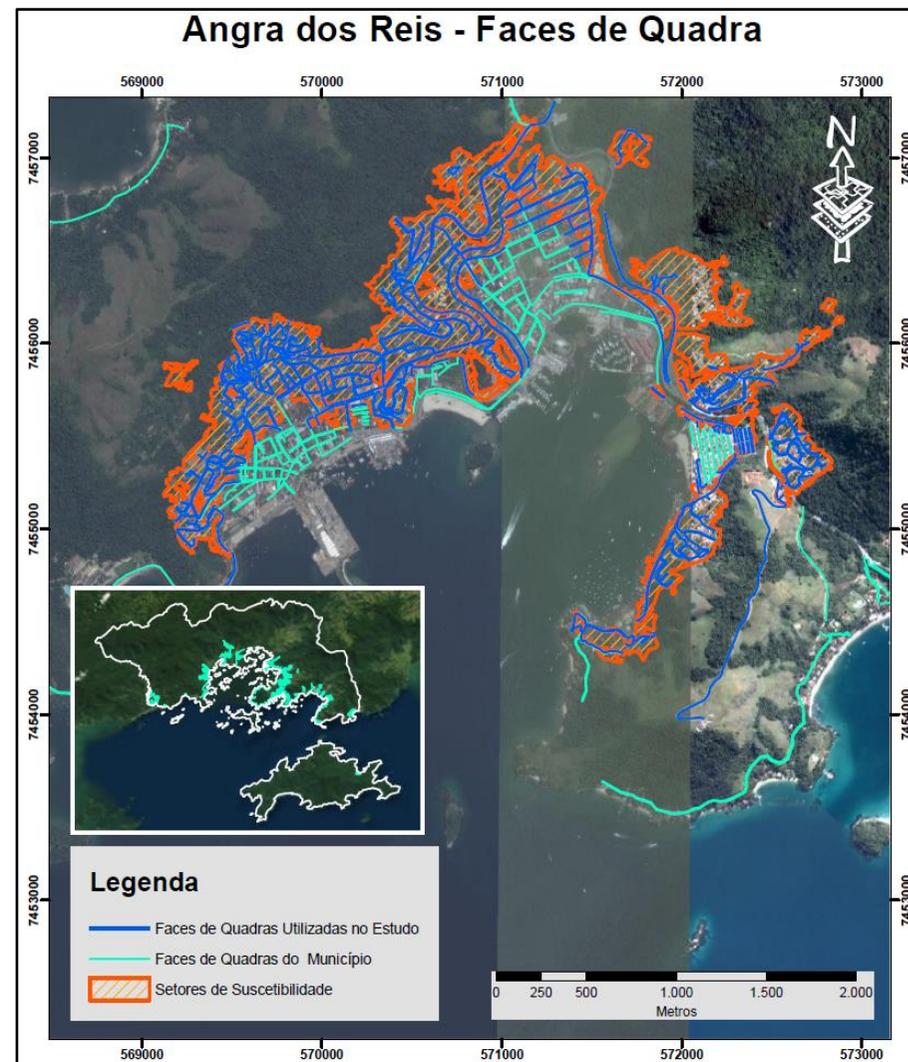


Figura 26: Faces de quadra disponíveis para área de estudo e município de Angra dos Reis

Os dados do mapeamento censitário do IBGE (setores e faces de quadra) foram cedidos pela Diretoria de Informática (DI), por intermédio da Coordenação de Geografia (CGEO), ambos setores do IBGE. A cessão dos dados foi possível também porque o autor desta dissertação trabalhou na instituição.

Não houve necessidade de realizar qualquer procedimento de edição no material cedido, ou seja, ajustes nesses dados. Dessa forma, esses dados serviram como referência para solicitação das variáveis estatísticas e os seus valores para áreas pesquisadas neste estudo.

4.2.3- Atribuição de Valores de Graus de Suscetibilidade

COPPETEC (2012), como visto nas Figuras 23 e 24, atribui aos SSs quatro valores qualitativos de probabilidade a movimentos de massa: baixo, médio, alto e muito alto. Baseando-se nessa graduação, foram atribuídos valores quantitativos de graus de Suscetibilidade, tendo em vista a necessidade de tratar esses dados de forma quantitativa em procedimentos futuros.

Foi utilizado o *software* ArcGIS 10.3 para realizar este procedimento, que consistiu em selecionar os setores classificados pelos valores qualitativos atribuídos a cada um e, em seguida, reclassificá-los por valores quantitativos, conforme o Quadro 5.

Quadro 5: Valores de Correspondência da Suscetibilidade dos SSs

Valores Atribuídos	
Qualitativo	Quantitativo
Baixo	0,25
Médio	0,5
Alto	0,75
Muito Alto	1

Após a realização dessa classificação, o mapeamento dos SSs na área de pesquisa ficou da forma como está exibida no mapa da Figura 27.

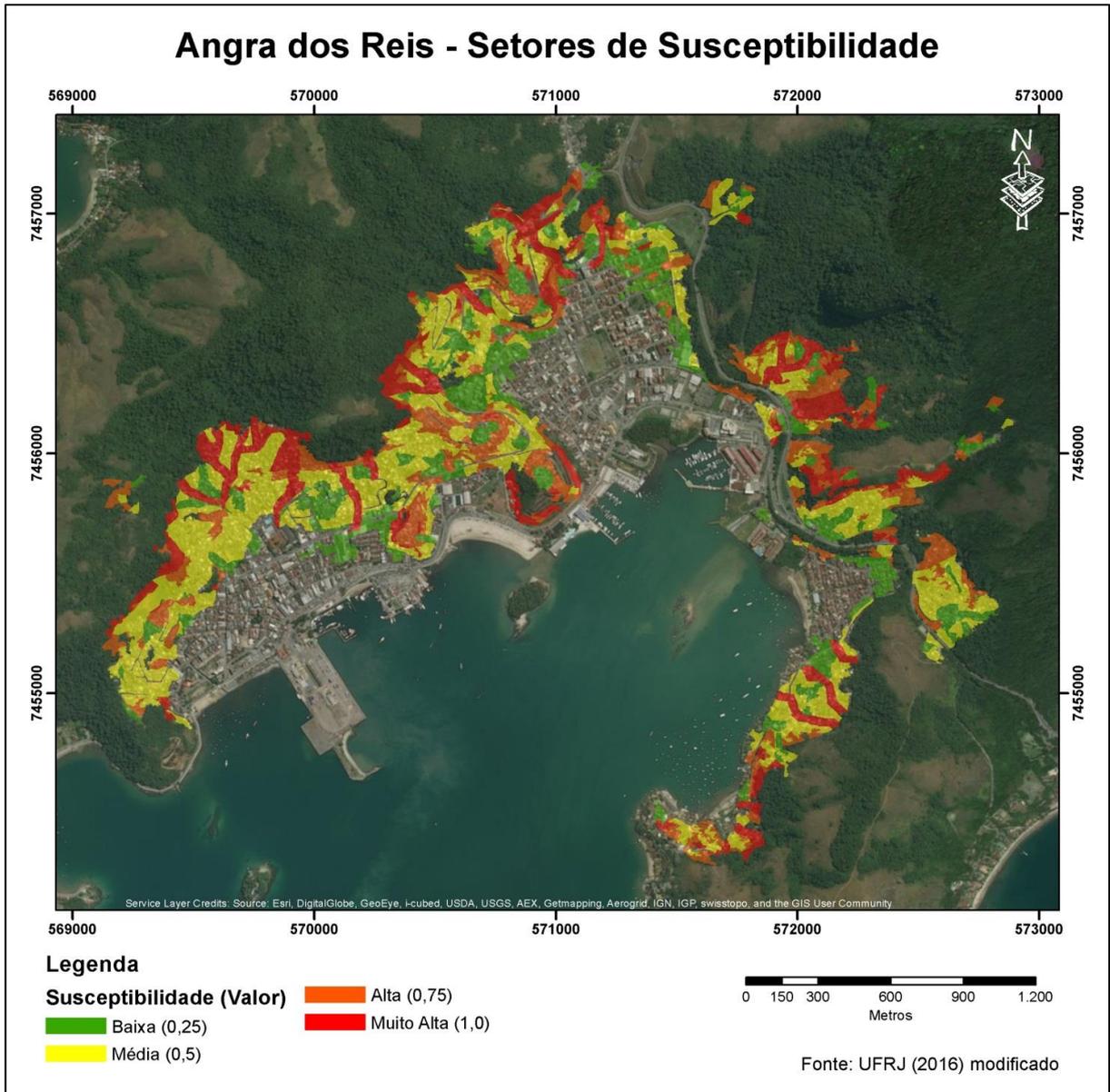


Figura 27: Mapa de susceptibilidade em áreas habitadas

4.2.4 - Associação dos Mapeamentos Censitários e de Suscetibilidade (BATER)

A associação dos mapeamentos censitários e de Suscetibilidade consiste em criar uma base que permita a junção entre o mapeamento de setores de Suscetibilidade e o mapeamento censitário do IBGE. Essa junção é necessária para que se possa atribuir os valores das variáveis estatísticas do Censo aos setores de susceptibilidade.

Há, entretanto, uma incompatibilização espacial entre os mapeamentos dos SSS e o mapeamento censitário. Este foi o primeiro obstáculo a ser superado para que se pudesse realizar um mapeamento de risco, pois depende de obter-se as

variáveis estatísticas para calcular os indicadores das componentes exposição e vulnerabilidade –que junto com suscetibilidade, de onde é possível medir a componente perigo, permitirão o conhecimento dos graus de risco na área de estudo. As feições de ambos os mapeamentos (dos SSs e censitário) não são coincidentes, uma vez que os fenômenos relacionados a suscetibilidade são resultantes de processos comandados pela dinâmica física do terreno; e o mapeamento censitário obedece a demandas do processo social, seguindo diretrizes técnicas do IBGE para demarcá-los. A Figura 28 ilustra essa situação.

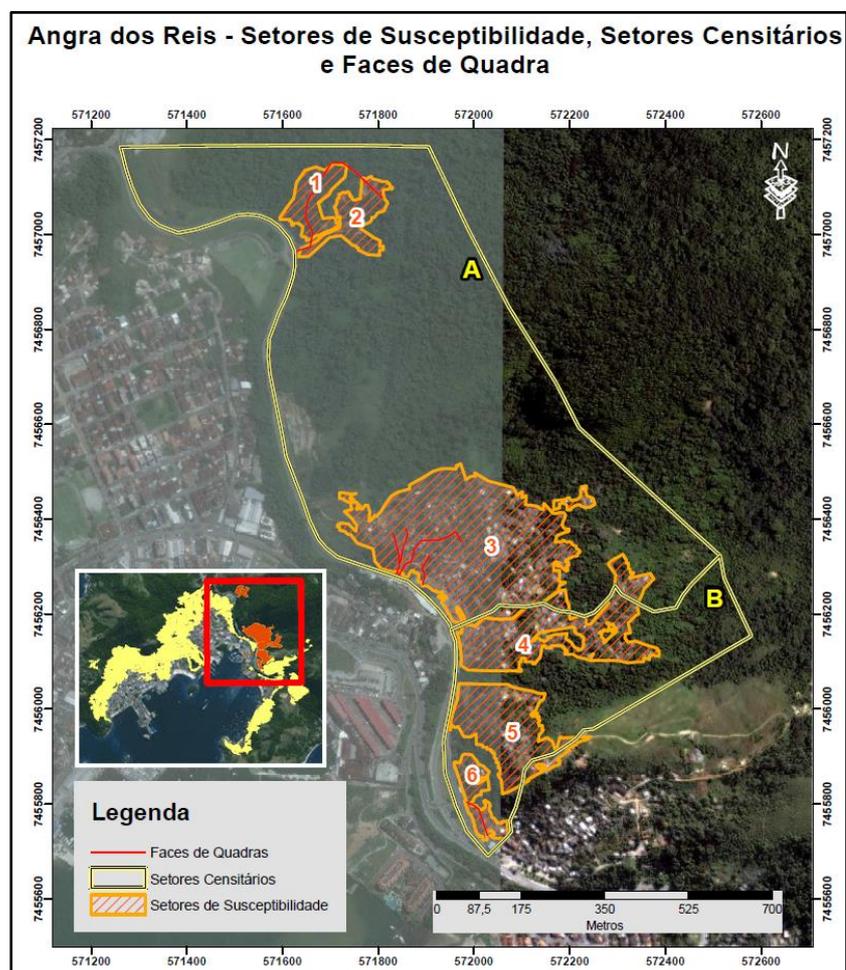


Figura 28: Mapa mostrando a disposição entre setores de suscetibilidade, setores censitários e faces de quadra

Na Figura 28 é possível observar dois setores censitários (A e B), SSs (1,2,3,4,5,6), e seis faces de quadras. Dentro do setor censitário A existem dois agrupamentos de SSs (1 e 2 ao norte, 3 ao sul e parte do SS 4 também ao sul dentro do setor censitário A), cada um com características diferentes quanto ao

padrão construtivo de casas, onde o agrupamento de casas sob os SSs 1 e 2 têm um padrão construtivo superior em relação ao do agrupamento de casas sob os SSs 3 e 4, podendo ser esta uma evidência da diferença de indicadores socioeconômicos.

Uma associação dos dados estatísticos desse setor censitário A com esses agrupamentos de setores de Suscetibilidade (1,2 e 3,4) poderia ocasionar uma falácia ecológica²¹. No entanto, com a existência de faces de quadra é possível fazer uma associação mais adequada a cada agrupamento de SSs, uma vez que cada um tem uma ou grupos de face de quadra na mesma localização dos setores de Suscetibilidade.

Outro problema a ser considerado é visto na parte mais ao sul da Figura 28. Entre os dois setores censitários é possível ver que o SS 4 está dividido entre os dois setores censitários A e B, além de não haver uma face de quadra.

Para ambas as situações relatadas anteriormente é necessário criar uma correspondência para associação de dados censitários aos dados de Suscetibilidade, pois através de operações de SIGs não é possível fazer as associações diretas e automatizadas entre os dois mapeamentos que contemple as duas situações expostas.

Como solução para este obstáculo, foi criada a Base Territorial Estatística de Risco (BATER). A BATER (IBGE, 2014b), desenvolvida no contexto do acordo de cooperação técnica entre o IBGE com o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), consiste em um novo mapeamento que permitirá a associação entre esses dois mapeamentos (censitário e de suscetibilidade) para que se possam associar as variáveis dos dados estatísticos aos de suscetibilidade.

O mapeamento da BATER realizado no âmbito do acordo técnico CEMADEN/IBGE utilizou como mapeamento de risco os dados fornecidos por diversos órgãos (CPRM, institutos estaduais de geotecnia, prefeituras), compilados pelo CEMADEN, e foi realizado para o monitoramento de cerca de 857 municípios brasileiros. Para esta pesquisa foram feitos polígonos da BATER exclusivamente

²¹ Falácia ecológica é a atribuição equivocada de características gerais para indivíduos, principalmente quando essa correspondência não é factível. Ver Longley *et al*, 2013.

para a área de estudo²², utilizando os dados de que constam no mapeamento de suscetibilidade feito pela UFRJ (COELHO NETTO *et al*, 2014), e utilizando o mapeamento censitário do IBGE para o município de Angra dos Reis, o mesmo utilizado no acordo técnico CEMADEN/IBGE, seguindo a metodologia sugerida pelo IBGE (2014b). A Figura 29 apresenta como os polígonos da BATER foram feitos para situação relatada e ilustrada na Figura 28.

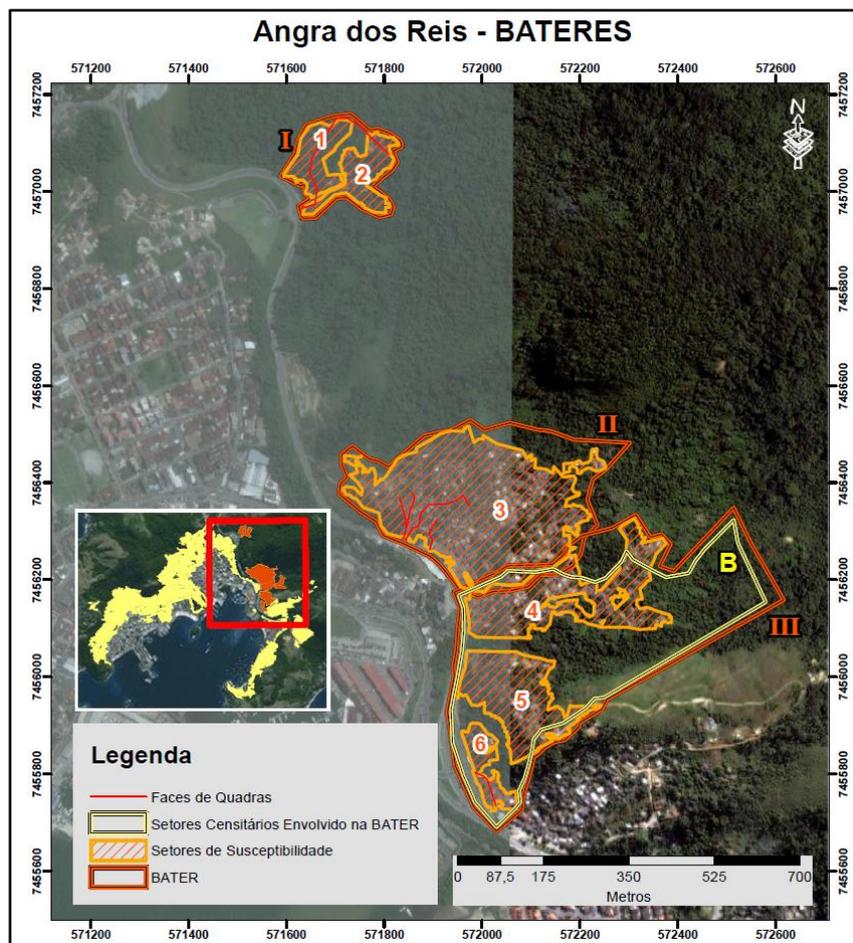


Figura 29: Polígonos da BATER feitos para o caso apresentado na Figura 28

Para os SSs 1 e 2 foi criada a BATER I, que terá variáveis estatísticas relacionadas às faces de quadra existentes nestepolígono da BATER. Mesmo sendo contíguos, os SSs 3 e 4 ficaram em polígonos diferentes. Enquanto que o SS 3 está associado no polígono da BATER II, tendo dados estatísticos relacionados às faces

²² O município de Angra dos Reis também é monitorado pelo CEMADEN, e conta com a parceria da Defesa Civil municipal. Diferente da BATER realizada nesta dissertação, a BATER realizada no âmbito do acordo técnico CEMADEN/IBGE utilizou dados de risco, levantados pela CPRM e compilados pelo CEMADEN.

de quadra, o SS 4 foi agregada no polígono da BATER III, junto com os SSs 5 e 6, sendo essa BATER III associada ao setor censitário B, assim tendo os dados estatísticos desse setor censitário.

Baseando-se nos procedimentos adotados pelo IBGE (2014b), o polígono da BATER é “menor área possível resultante da interseção da área de risco²³ com as feições (do mapeamento) censitárias que mais se aproximam dos seus limites.” (Ibidem). Para mapear um polígono da BATER é necessário a observação de alguns detalhes. Segundo o IBGE (Ibidem), para construção da BATER é necessário se observar:

- “Os polígonos da BATER devem conter completamente as feições²⁴ censitárias e áreas de risco (setores de Suscetibilidade) selecionadas.” Apenas dessa forma é possível a associação dos dados censitários aos setores de Suscetibilidade, porque desta forma que se consegue obter a correspondência entre as feições censitárias contidas nos polígonos da BATER;
- “uma feição censitária ou uma área de risco (setores de Suscetibilidade) não pode estar contida em mais de uma BATER.”. Se não for desta forma, um SS pode ter valores de variáveis estatísticas duplicadas e não relacionadas à área onde ele foi interpretado;
- “Quando a face de quadra extrapola os limites da área de risco (setores de Suscetibilidade) utiliza-se o padrão de densidade e o padrão de construção como critério de generalização”. Densidade aqui se refere à distribuição de moradias numa determinada área. Isto significa que para ser coerente com o dado que será incluído no SS, a extensão da face de quadra tem que ter o mesmo padrão construtivo e de densidade para que possa ser considerado num mesmo polígono da BATER;
- “As características da topografia como a forma do relevo, direcionamento das vertentes e o grau de declividade devem ser consideradas na definição dos limites da BATER.”. Ou seja, para se demarcar um polígono da BATER que agrupará certos SSs, por exemplo em um morro, se esses SSs estiverem em vertentes diferentes é recomendado que se faça um

²³ Os dados que representam susceptibilidade em IBGE (2014b) são escritos e chamados de área de risco.

²⁴ Feições é a forma comumente utilizada em geotecnologias (CAD, SIG) para se referir aos desenhos (polígonos, linhas e pontos) que representam um objeto retratado do mundo real.

único polígono da BATER com os respectivos SSs de cada vertente do morro, dependendo da disponibilidade de dados censitários;

- “Quando duas ou mais áreas de risco próximas apresentarem semelhança de densidade ou de padrão construtivo, elas podem ser agrupadas numa única BATER.”, mesmo que existam SSs com diferentes graus de Suscetibilidade;
- “Para garantir o sigilo estatístico, a BATER tem uma dimensão mínima de modo a englobar pelo menos cinco domicílios e vinte moradores”. Respeitando a privacidade dos entrevistados que cederam as suas informações.

O mapeamento da BATER foi gerado em escala grande, ou seja, com denominador da fração de escala de número baixo, pois acompanhou a escala disponível no mapeamento de suscetibilidade da área de estudo.

Na Figura 30 destaca-se uma BATER mapeada onde todos esses princípios acima citados estão presentes.

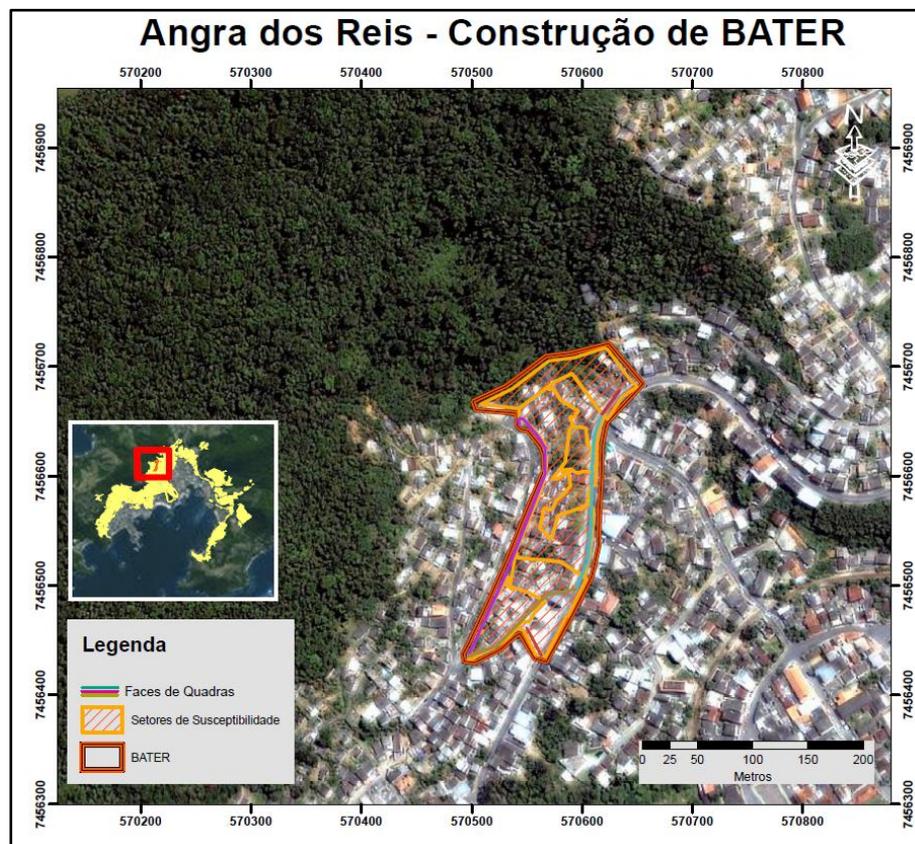


Figura 30: Exemplo da construção de um polígono da BATER para área de estudo

Na Figura 30 é exibido um mapa que destaca um polígono da BATER que apresenta os detalhes que são importantes de serem observados para sua construção. Apenas uma face de quadra não tinha o mínimo de cinco domicílios e vinte moradores (a face de cor rosa no extremo sul do polígono da BATER tem três domicílios e onze moradores), logo ela não poderia ser usada isoladamente para construir um polígono da BATER; então esse SS foi incorporado esse polígono da Figura 30, junto às outras faces de quadra e SSs. As faces de quadra selecionadas e os SSs estão inteiramente incluídos neste polígono da BATER. Todos os SSs estão na mesma vertente, pois o divisor de águas dessa vertente está na curva da rua ao norte e percorre por lugares com os mesmos padrões construtivos e de densidade, além de estarem em declividades semelhantes.

Esse processo foi realizado por edição no *software* ArcGIS 10.3, utilizando como subsídios *Google Earth* – para observar a orientação das vertentes -, o mapeamento censitário do IBGE, e os setores de Suscetibilidade, produzidos pela UFRJ.

Além da delimitação dos polígonos da BATER, foi necessário fazer um sistema de codificação de cada polígono, para que fosse possível um controle dos SSs que pertencem a cada polígono da BATER – servindo para o processo “dissolução e ponderação dos SSs por BATER”-, além de servir como uma referência para o processo “correspondência entre BATER e feições censitárias”. A codificação seguiu o mesmo sistema de codificação que o IBGE usa para codificar as feições censitárias, distritos, municípios, estados, seguindo o padrão de numeração mostrado na Figura 31.



Figura 31: Padrão de numeração de um polígono da BATER

Além da codificação das feições, a tabela de atributos dos dados que contém os polígonos da BATER tem outros campos:

- ORIGEM: qual tipo de feição do mapeamento censitário foi usada para delimitar o polígono da BATER;
- NUM: número de SSs contidos no polígono da BATER correspondente;

- **ACURÁCIA:** um indicador qualitativo e interpretativo da adjacência entre as feições censitárias e os SSs a serem englobados no polígono da BATER. Essa avaliação é baseada na interpretação apoiada em imagens de satélite disponíveis no *software* ArcGIS 10.3. Os níveis de acurácia são: regular, boa, ótima;
- **OBS:** observações caso haja alguma excepcionalidade na feição criada.

Essas informações contidas nas tabelas de atributos são importantes para possíveis revisões na base.

A construção da BATER permite a sequência dos próximos procedimentos: “Dissolução e ponderação dos SSs por BATER” e “Correspondência entre BATER e feições censitárias”. Esses dois processos resultam respectivamente nos produtos “SPs dissolvidas e ponderadas” e “Tabela de correspondência entre feições censitárias e a BATER (Tabela De - Para)” respectivamente.

Os polígonos da BATER não serão usados para fins de representação gráfica na análise de risco. Nesta pesquisa, a BATER é apenas um instrumento para que se possam associar os dados estatísticos censitários aos Setores de Perigo (SP), pois estes são criados através de agregação dos SSs sob um mesmo código de BATER; e como referência desses SPs nos cálculos de vulnerabilidade e exposição.

4.2.5 - Dissolução e Ponderação dos Setores de Suscetibilidade por BATER

Esta fase consiste em dois objetivos: atribuir nos respectivos SSs contidos em um determinado polígono de BATER o seu código; e diluir os SSs contidos em um polígono de BATER dentro de uma única feição, tendo como base o seu código de BATER, obtendo então um grau de perigo através de média espacial. O resultado deste processo é a criação de uma nova geometria, os Setores de Perigo (SP)

Os valores dos indicadores de vulnerabilidade e exposição são registrados por código de BATER na tabela de variáveis estatísticas, mas a exibição gráfica desses valores será através dos SPs, também registrados por código de BATER, que exibirão graficamente o grau de risco das localidades na área de estudo.

Os SSs submetidos a este processo passam a ser chamados de Setores Perigo (SP) por alguns motivos. Primeiro para não haver equívocos de interpretação entre BATER, SSs do mapeamento de suscetibilidade, e as feições a serem geradas aqui neste processo; segundo porque conceitualmente, como foi explicado na seção

2.3.2.1 desta dissertação, suscetibilidade descreve o mecanismo de movimento de massa, e essa descrição é perdida quando há essa diluição dos SSs sob um mesmo número de BATER em uma feição, criando então o SP; terceiro porque mesmo que fosse possível associar a cada SS os dados censitários, seria mais difícil para monitoramento de ações em gestão de riscos, pois os SSs ficam com área muito reduzida.

Sabe-se que, por exemplo, rastejo e corridas são processos diferentes e o ideal seria não tratá-los de forma igual agrupando-os em um mesmo polígono. No entanto, por considerar neste trabalho que está tratando-se de probabilidades e ocorrência de eventos, manteve-se a concepção de Setores de Perigo apontando a probabilidade de ocorrência de ameaças.

A Figura 32 ilustra as fases deste processo, a delimitação dos polígonos da BATER, os SSs antes de serem diluídos sob o mesmo código de BATER e o resultado obtido, os Setores de Perigo.

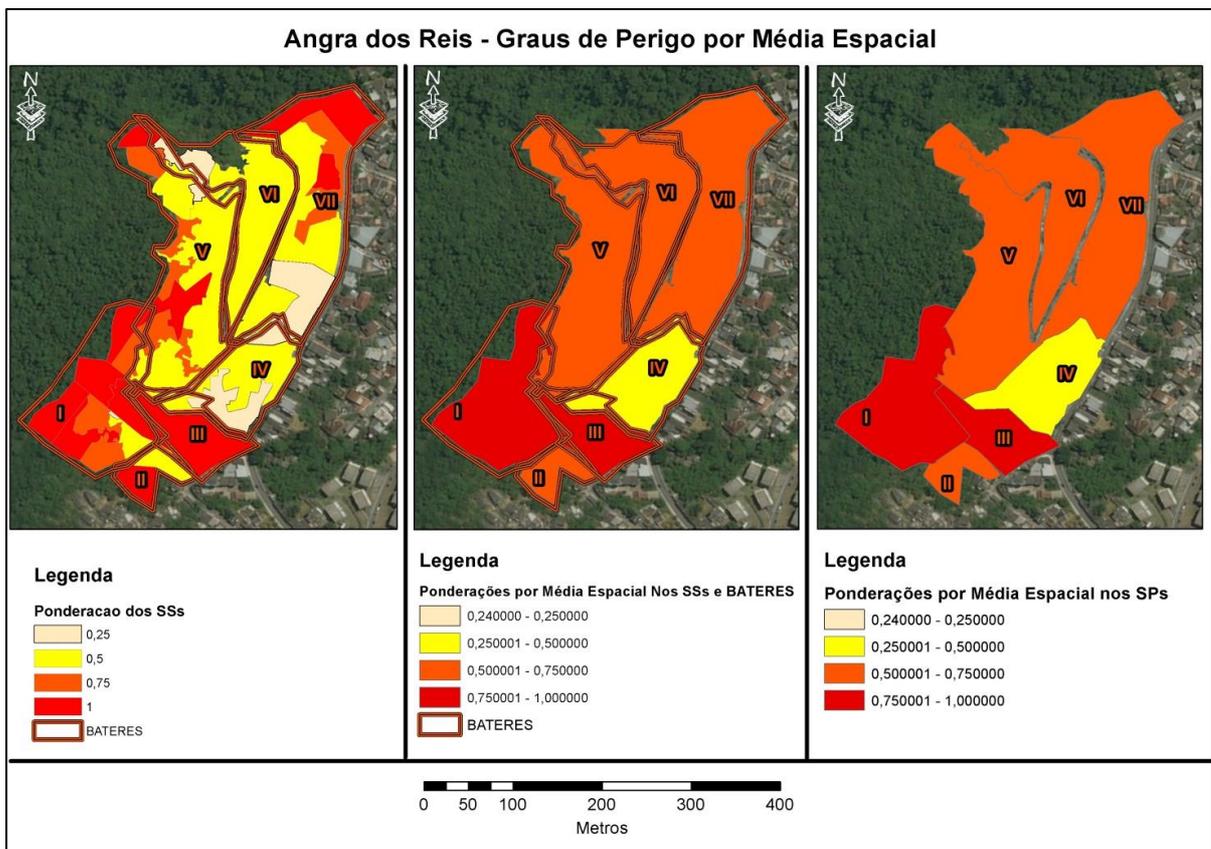


Figura 32: Setores de Suscetibilidade ponderados por média espacial, tendo por referência as BATERES

Observa-se que os polígonos de BATER, identificados por algarismos romanos, contêm diversos SSs. Neste momento os SSs têm o seu valor de suscetibilidade determinado no procedimento de “atribuição dos graus de suscetibilidade”, descrito na seção 4.2.3. Inicialmente se atribui a esses SS's o código da BATER que os contêm. Após esse procedimento é feita a média espacial que com a função de diluir os SSs contidos em um polígono da BATER, criando o SP, e atribuir um grau de perigo, oriundo do grau de suscetibilidade dos SSs, nos SPs.

Os procedimentos nessa etapa foram realizados no *software* ArcGIS 10.3, utilizando os dados dos SSs graduados quantitativamente no processo “Atribuição de Valores de Graus de Suscetibilidade”.

Para atribuir o código de BATER nos SSs foi efetuada a operação de junção de atributos das tabelas por referência espacial (*spatial join* no ArcGIS 10.3); isto é, os SSs que estavam completamente contidos em uma feição de BATER herdaram seus atributos, sendo o código da BATER o mais imprescindível, pois com esse atributo é possível realizar a diluição dos SSs em um SP. Com esta operação realizada, foi possível calcular o grau de perigo para todos os SSs diluídos sob um código de BATER, que serão transformados em SP através da média espacial.

A média espacial aplicada neste estudo procurou para cada código de BATER o seu grau de perigo considerando duas variáveis: a ponderação anteriormente atribuída na fase “Atribuição de valores de graus de Suscetibilidade” e o tamanho da área de cada SS sob o mesmo polígono da BATER. A fórmula aplicada para esta média espacial é exibida na Equação 2.

$$SP = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\text{Área do SSi}}{\text{Soma das áreas de SSi na BATER}} * \text{Grau de Suscetibilidade} \quad (\text{Eq 2})$$

No *software* ArcGIS 10.3 esta média espacial é feita em duas fases: a primeira é fazendo as operações de divisão e multiplicação entre as variáveis anteriormente citadas contidas na tabela de atributos do arquivo de SSs usando o “*field calculator*”, que faz contas entre os campos de atributos. Em seguida, a somatória dessas operações é feita através da ferramenta *dissolve*, que dilui os polígonos de SSs contidos em um polígono da BATER, transformando-os em um único polígono, que será o SP.

4.2.6- Correspondência entre BATER e Feições Censitárias

O resultado deste processo é uma tabela de correspondência, aqui chamada de “Tabela DePara” (IBGE, 2014b), fundamental para que seja possível obter, junto à DI do IBGE, os dados das variáveis estatísticas selecionadas para os cálculos dos indicadores de vulnerabilidade e exposição. Esta tabela consiste em correlacionar os códigos dos polígonos da BATER com os códigos das feições censitárias (faces de quadra e setores) do mapeamento censitário do IBGE. A Figura 33 mostra uma parte dessa tabela de correspondência.

	A	B	C	D	E
1	MUNICIPIO	GEOCODIGO_MUN	GEOCODIGO_SETOR	GEOCODIGO_FACE	GEOCODIGOBATER
2	Angra dos Reis	3300100	330010005000003	330010005000003003003	33001000006
3	Angra dos Reis	3300100	330010005000003	330010005000003004002	33001000057
4	Angra dos Reis	3300100	330010005000003	330010005000003004004	33001000057
5	Angra dos Reis	3300100	330010005000003	330010005000003006003	33001000057
6	Angra dos Reis	3300100	330010005000004	330010005000004002001	33001000003
7	Angra dos Reis	3300100	330010005000004	330010005000004002002	33001000006
8	Angra dos Reis	3300100	330010005000005	330010005000005001001	33001000005

Figura 33: Tabela “DePara” que faz a correspondência entre as feições censitárias e os polígonos da BATER

Para produção desta tabela foi realizado procedimento parecido com o utilizado na fase anterior. No ambiente do *software* ArcGIS 10.3 foi feita uma operação de junção de atributos das tabelas por referência espacial (*spatial join* no ArcGIS 10.3). O comando solicitado foi de considerar todas as feições censitárias completamente contidas nos polígonos da BATER correspondente. Como resultado é gerado um arquivo de correspondência entre os atributos de ambos planos de informação (feições censitárias e BATER), para depois ser feita a formatação necessária e solicitada pela DI-IBGE.

4.3 – PROCEDIMENTOS DE TABULAÇÃO DAS VARIÁVEIS DO CENSO 2010

A escolha das variáveis do Censo 2010 para este trabalho foi baseada em outros estudos citados na revisão bibliográfica (ALMEIDA, 2010; ANAZAWA, 2012; SAITO, 2011; BOLIN e HIDAJAT, 2006, OLIVEIRA, 2011; IBGE, 2014b; SENA, 2015).

As variáveis disponíveis para solicitação podem ser de duas formas: resultados da amostra e resultados do universo (IBGE, 2010). Mesmo com algumas

variáveis que seriam importantes para cálculo da vulnerabilidade (tipo de material de construção da residência, posse de veículos etc), neste estudo foi possível usar apenas os dados do universo, pois não existem resultados da amostra²⁵ adequados e disponíveis para área de estudo.

As variáveis do censo foram agrupadas de acordo com os seguintes grupos de variáveis: eletricidade, água, esgotamento sanitário, lixo, tipo de propriedade da moradia, salários mínimos²⁶ (renda), idade dos moradores, alfabetização e tipo de moradias.

Alguns fatores determinam se a pessoa ou comunidade é mais ou menos vulnerável. O Quadro 6 relata o grupo de variáveis de vulnerabilidade trabalhada aqui no estudo, a justificativa para utilizá-la e a influência de desempenho do grupo de variáveis em relação ao aumento e diminuição da vulnerabilidade.

Quadro 6: Grupo de Variáveis que Compõem a Vulnerabilidade no Presente Trabalho (Fonte: Almeida, 2010 - adaptado)

Grupo de Variáveis	Justificativa	Desempenho
<p>Eletricidade Esgotamento Sanitário Água Lixo</p>	<p>Perda de sistemas de esgotos, pontes, água, comunicações, e infraestrutura de transporte, compõem o potencial de perdas por um desastre. A perda de infraestrutura pode estabelecer um peso financeiro intransponível sobre pequenas comunidades em que há carência de recursos financeiros para a reconstrução. Fonte: Heinz Center for Science, Economics, and the Environment (2000) e Platt (1995).</p>	<p>Menos infraestrutura = maior vulnerabilidade</p>
<p>Idades</p>	<p>Idades extremas afetam ou dificultam quando dos momentos de evacuação de áreas sob eventos perigosos. Os pais perdem tempo e dinheiro quando as creches são afetadas; os idosos têm a mobilidade comprometida ou as dificuldades de mobilidade aumentam o peso dos cuidados, diminuindo a resiliência. Fonte: Cutter, Mitchell, e Scott (2000), O'Brien e Mileti (1992), Hewitt (1997), e Ngo (2001).</p>	<p>Idades dependentes (i<14 e i>60) = maior vulnerabilidade</p>

²⁵ Amostra é uma parte do universo (população total) que tenta representar os dados estatísticos como se fossem equivalentes ao universo.

²⁶ Salário mínimo no período de realização das entrevistas do Censo 2010: R\$ 510,00

Alfabetização (Educação)	A educação está ligada ao status socioeconômico; quanto maior o tempo de estudos, maior é o ganho em expectativa de vida; pouca educação limita a habilidade de compreender avisos de advertência ou alarmes, e acessar informações de recuperação. Fonte: Heinz Center for Science, Economics, and the Environment (2000).	maior alfabetização = menor vulnerabilidade
Tipo de Moradia/Coesão Social	Para dispersão e evacuação de pessoas, a concentração de pessoas é um dado crucial. No momento de pós-desastre residências que propiciam uma convivência de vizinhança proporciona uma maior solidariedade entre os moradores	Maior adensamento = mais vulnerável
Tipo de Propriedade da Moradia	Pessoas que alugam imóveis o fazem porque são residentes temporários ou não têm recursos financeiros para adquirir imóvel próprio. Eles frequentemente carecem de acesso a informação sobre ajuda financeira durante a recuperação. Em casos mais extremos, os inquilinos possuem pouca opção de abrigo quando alojamentos se tornam inabitáveis ou custam muito caro para os seus recursos. Fonte: Heinz Center for Science, Economics, and the Environment (2000) e Morrow (1999)..	Moradores em casas alugadas = mais vulneráveis
Renda	A habilidade de absorver perdas e realçar a resiliência aos impactos dos perigos. A riqueza permite as comunidades absorver e se recuperar das perdas mais rapidamente devido ao seguro, redes de segurança sociais. Fontes: Cutter, Mitchell, e Scott (2000), Burton, Kates, and White (1993), Blaikie et al. (1994), Peacock, Morrow, e Gladwin (1997, 2000), Hewitt (1997), Puente (1999), e Platt (1999).	Maior renda = menos vulnerável

As variáveis relacionadas a exposição são necessárias para subsidiar os cálculos dos indicadores das vulnerabilidades, e para quantificar a exposição dos elementos expostos, neste estudo os moradores na área de estudo. As variáveis solicitadas foram número de moradores e número de domicílios.

Baseado no conhecimento adquirido e na disponibilidade dos dados existentes no Censo 2010, as variáveis disponibilizadas e utilizadas para o presente estudo estão exibidas no Quadro 7.

Quadro 7: Variáveis Disponíveis no Censo 2010 Utilizadas no Presente Trabalho

GRUPOS DE VARIÁVEIS	Eletricidade	<p>Domicílios particulares permanente com energia elétrica de companhia distribuidora</p> <p>Domicílios particulares permanente com energia elétrica de companhia distribuidora com medidor de uso exclusivo do domicílio</p> <p>Domicílios particulares permanente com energia elétrica de companhia distribuidora com medidor comum a mais de um domicílio</p> <p>Domicílios particulares permanente com energia elétrica de companhia distribuidora sem medidor</p> <p>Domicílios particulares permanente com energia elétrica de outra fonte</p> <p>Domicílios particulares permanentes sem energia elétrica</p>
	Água	<p>Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água por rede geral de distribuição</p> <p>Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água por poço ou nascente na propriedade</p> <p>Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água por poço ou nascente fora da propriedade</p> <p>Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água por carro pipa</p> <p>Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água por água da chuva armazenada em cisterna</p> <p>Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água por água da chuva armazenada de outra forma</p> <p>Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água por rios, açudes, lagos ou igarapés</p> <p>Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água por outras formas de abastecimento</p>
	Esgotamento Sanitário	<p>Domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvia</p> <p>Domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário via fossa séptica</p> <p>Domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário via fossa rudimentar</p> <p>Domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário via vala</p> <p>Domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário via em rio, lago ou mar</p> <p>Domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário via outro escoadouro</p> <p>Domicílios particulares permanentes que não tinham banheiro ou sanitário</p>
	Lixo	<p>Domicílios particulares permanente com lixo coletado</p> <p>Domicílios particulares permanente com lixo coletado por serviço de limpeza</p> <p>Domicílios particulares permanente com lixo coletado em caçamba por serviço de limpeza</p> <p>Domicílios particulares permanente com lixo queimado na propriedade</p> <p>Domicílios particulares permanente com lixo queimado enterrado</p> <p>Domicílios particulares permanente com lixo jogado em terreno baldio ou logradouro</p> <p>Domicílios particulares permanente com lixo jogado em rio, lago ou mar</p>

	Domicílios particulares permanente com outor destino do lixo
Razão de Dependência	<p>Número de moradores em domicílios particulares permanentes com idade menor que 1 ano</p> <p>Número de moradores em domicílios particulares permanentes com idade de 1 a 5 anos</p> <p>Número de moradores em domicílios particulares permanentes com idade de 6 a 14 anos</p> <p>Número de moradores em domicílios particulares permanentes com idade de 15 a 59 anos</p> <p>Número de moradores em domicílios particulares permanentes com idade de 60 a 69 anos</p> <p>Número de moradores em domicílios particulares permanentes com idade de 70 anos ou mais</p>
Escolaridade	<p>Moradores de 5 anos ou mais de idade em domicílios particulares permanentes, alfabetizadas, com idade de 5 a 9 anos</p> <p>Moradores de 5 anos ou mais de idade em domicílios particulares permanentes, alfabetizadas, com idade de 10 a 14 anos</p> <p>Moradores de 5 anos ou mais de idade em domicílios particulares permanentes, alfabetizadas, com idade de 15 a 19 anos</p> <p>Moradores de 5 anos ou mais de idade em domicílios particulares permanentes, alfabetizadas, com idade de 20 a 29 anos</p> <p>Moradores de 5 anos ou mais de idade em domicílios particulares permanentes, alfabetizadas, com idade de 30 a 39 anos</p> <p>Moradores de 5 anos ou mais de idade em domicílios particulares permanentes, alfabetizadas, com idade de 40 a 49 anos</p> <p>Moradores de 5 anos ou mais de idade em domicílios particulares permanentes, alfabetizadas, com idade de 50 a 59 anos</p> <p>Moradores de 5 anos ou mais de idade em domicílios particulares permanentes, alfabetizadas, com idade de 60 anos ou mais</p>
Tipo de Moradia/Coesão Social	<p>Moradores em domicílios particulares permanentes do tipo casa</p> <p>Moradores em domicílios particulares permanentes do tipo casa de vila ou em condomínio</p> <p>Moradores em domicílios particulares permanentes do tipo apartamento</p>
Tipo Propriedade da Moradia	<p>Domicílios particulares permanentes próprios e quitados</p> <p>Domicílios particulares permanentes próprios em aquisição</p> <p>Domicílios particulares permanentes alugados</p> <p>Domicílios particulares permanentes cedidos por empregador</p> <p>Domicílios particulares permanentes cedidos de outra forma</p> <p>Domicílios particulares permanentes em outra condição de ocupação (não são próprios, alugados, nem cedidos)</p>
Renda	<p>Moradores em domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal domiciliar per capita até 1/4 de salário mínimo</p> <p>Moradores em domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de 1/4 a 1/2 salário mínimo</p> <p>Moradores em domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de 1/2 a 1 salário mínimo</p> <p>Moradores em domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de 1 a 2 salários mínimos</p> <p>Moradores em domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de 2 a 3 salários mínimos</p> <p>Moradores em domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de 3 a 4 salários mínimos</p> <p>Moradores em domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal domiciliar per capita maior que 5 salários mínimos</p> <p>Moradores em domicílios particulares permanentes sem rendimentos</p>
Exposição	<p>Número de domicílios particulares permanentes ocupados</p> <p>Número de moradores em domicílios particulares permanentes</p>

A solicitação dessas variáveis foi possível com o envio da tabela “DePara” para a DI-IBGE. Como resultado do processamento de dados do IBGE criaram-se tabelas com as variáveis solicitadas, com os valores já somados por registro de BATER.

4.4 – PROCEDIMENTOS DE CÁLCULOS DE INDICADORES DE VULNERABILIDADE

Com as variáveis registradas por BATER em uma tabela formato nativo do *software* Microsoft Excel (*.xls), foi possível realizar os cálculos de dos indicadores de vulnerabilidade. Foram utilizados dois métodos para fazer o cálculo dos indicadores: o método de médias ponderadas e o método de análise fatorial.

4.4.1 - Médias ponderadas

No método de médias ponderadas foram realizados os seguintes passos:

- Agrupamento das variáveis por tipo de vulnerabilidade;
- Atribuição de pesos para cada variável do Censo 2010 dentro de cada grupo de variáveis de vulnerabilidade;
- Cálculo dos indicadores das vulnerabilidades.

A subdivisão por tipo de vulnerabilidade seguiu orientações de alguns autores (SAITO, 2011; BOLIN e HIDAJAT, 2006, OLIVEIRA, 2011; BIRKMANN, 2006b), tendo sido escolhidos para este estudo três tipos: vulnerabilidade física, vulnerabilidade econômica e vulnerabilidade social.

- Vulnerabilidade física se refere à qualidade, disponibilidade e existência de infraestruturas públicas que beneficiam a comunidade e as suas residências. A vulnerabilidade física foi avaliada a partir das variáveis relativas a eletricidade, água, esgotamento sanitário, e coleta de lixo. Esses grupos de variáveis foram escolhidos pois julga-se que as moradias podem ser mais resilientes quando esses serviços públicos são oferecidos em boas condições;
- Vulnerabilidade econômica é relativa a capacidade resiliente dos moradores no que se refere a condições econômicas, admitindo aqui que economia é uma dimensão importante para ser mais ou menos vulnerável (BIRKMANN, 2006b). Os grupos de variáveis escolhidos para avaliar a vulnerabilidade econômica são: tipo de propriedade da moradia, e renda;

- Vulnerabilidade social tenta compreender as relações de solidariedade existentes dentro do conjunto de moradores, para compreender se, enquanto grupo, esses moradores podem ser mais ou menos vulneráveis. Os grupos de variáveis escolhidos foram: idade dos moradores por faixas, alfabetização, e tipo de moradia/coesão social.

Após esse agrupamento por tipos de vulnerabilidade onde cada variável se enquadrava, foram feitas as atribuições dos pesos que cada variável do Censo 2010, dentro dos grupos de variáveis de vulnerabilidade. Esses pesos foram atribuídos seguindo recomendações realizadas em trabalhos já realizados por outros autores (BOLIN e HIDAJAT, 2006; SENA, 2015).

Os pesos foram atribuídos de 0 a 1, onde quanto mais próximo de 1 mais aquela variável do censo colabora para maior vulnerabilidade. O Quadro 8 apresenta variáveis do Censo 2010 utilizadas no estudo, os grupos de variáveis, o tipo de vulnerabilidade, e os seus respectivos pesos dentro dos grupos de variáveis de vulnerabilidade.

Quadro 8: Tabela com as Variáveis do Censo 2010 Dimensão de Vulnerabilidade e Pesos

Tipo de Vulnerabilidade	Grupo de Variáveis	Variável Censo 2010	Peso
Física	Eletricidade	Domicílios particulares permanente com energia elétrica de companhia distribuidora	0,2
		Domicílios particulares permanente com energia elétrica de companhia distribuidora com medidor de uso exclusivo do domicílio	0,2
		Domicílios particulares permanente com energia elétrica de companhia distribuidora com medidor comum a mais de um domicílio	0,2
		Domicílios particulares permanente com energia elétrica de companhia distribuidora sem medidor	0,2
		Domicílios particulares permanente com energia elétrica de outra fonte	0,2
		Domicílios particulares permanentes sem energia elétrica	0,6
	Água	Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água por rede geral de distribuição	0,2
		Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água por poço ou nascente na propriedade	0,4
		Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água por poço ou nascente fora da propriedade	0,6
		Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água por carro pipa	0,4
		Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água por água da chuva armazenada em cisterna	0,6
		Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água por água da chuva armazenada de outra forma	0,6

		Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água por rios, açudes, lagos ou igarapés	0,8
		Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água por outras formas de abastecimento	0,8
	Esgotamento Sanitário	Domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial	0,2
		Domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário via fossa séptica	0,4
		Domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário via fossa rudimentar	0,6
		Domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário via vala	0,8
		Domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário via em rio, lago ou mar	0,8
		Domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário via outro escoadouro	0,8
		Domicílios particulares permanentes que não tinham banheiro ou sanitário	0,8
	Lixo	Domicílios particulares permanente com lixo coletado por serviço de limpeza	0,2
		Domicílios particulares permanente com lixo coletado em caçamba por serviço de limpeza	0,2
		Domicílios particulares permanente com lixo queimado na propriedade	0,4
		Domicílios particulares permanente com lixo queimado enterrado	0,6
		Domicílios particulares permanente com lixo jogado em terreno baldio ou logradouro	0,8
		Domicílios particulares permanente com lixo jogado em rio, lago ou mar	0,8
		Domicílios particulares permanente com outro destino do lixo	0,8
Social	Razão de Dependência	Razão entre a o número de pessoas dependentes (0-14<i>i</i>60) e pessoas entre 15 e 59 anos	
	Analfabetismo	Razão, a partir das idades expostas ao analfabetismo (>5), entre a população analfabeta e alfabetizada	
	Tipo de Moradia/Coezã o Social	Moradores em domicílios particulares permanentes do tipo casa	0,4
		Moradores em domicílios particulares permanentes do tipo casa de vila ou em condomínio	0,2
		Moradores em domicílios particulares permanentes do tipo apartamento	0,4
Econômica	Tipo Propriedade da Moradia	Domicílios particulares permanentes próprios e quitados	0,6
		Domicílios particulares permanentes próprios em aquisição	0,8
		Domicílios particulares permanentes alugados	0,9
		Domicílios particulares permanentes cedidos por empregador	0,2
		Domicílios particulares permanentes cedidos de outra forma	0,4
		Domicílios particulares permanentes em outra condição de ocupação (não são próprios, alugados, nem cedidos)	0,5
	Renda	Moradores em domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal domiciliar per capita até 1/4 de salário mínimo	0,8
	Moradores em domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de 1/4 a 1/2 salário mínimo	0,7	

Moradores em domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de 1/2 a 1 salário mínimo	0,6
Moradores em domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de 1 a 2 salários mínimos	0,5
Moradores em domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de 2 a 3 salários mínimos	0,3
Moradores em domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de 3 a 4 salários mínimos	0,2
Moradores em domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal domiciliar per capita maior que 5 salários mínimos	0,1
Moradores em domicílios particulares permanentes sem rendimentos	0,9

O valor de cada grupo de variável de vulnerabilidade para um determinado polígono da BATER foi calculado como a média ponderada dos pesos (Equação 3)

$$\text{Valor do Grupo de Variável da BATER} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\text{Valor da variável do Censo 2010 na BATER} * \text{peso}}{\text{Soma dos domicílios ou moradores existentes na BATER}} \quad (\text{Eq 3})$$

Apenas os grupos de variáveis de vulnerabilidade “razão de dependência” e “analfabetismo” não usaram essa fórmula. Seus valores foram obtidos de acordo com o que está escrito no Quadro 8 para esses grupos de variáveis.

O cálculo de cada tipo da vulnerabilidade foi executado por média aritmética simples entre os grupos de variáveis de vulnerabilidade de cada BATER, como expresso na Equação 4.

Tipo de Vulnerabilidade

$$= \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Valor do grupo de variáveis de vulnerabilidade}}{\text{número de grupo de variáveis de vulnerabilidade}} \quad (\text{Eq 4})$$

Por fim, o índice de vulnerabilidade geral foi calculado pela média aritmética simples de cada dimensão em cada BATER. A Equação 5 mostra o cálculo realizado para obter a vulnerabilidade por BATER.

$$\text{Vulnerabilidade Por Médias} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Valor do tipo de vulnerabilidade}}{\text{número de grupo de tipos de vulnerabilidade}} \quad (\text{Eq 5})$$

4.4.2 - Análise Fatorial

A análise fatorial, método utilizado por Almeida (2010) para calcular indicadores de vulnerabilidade, consiste em uma redução de variáveis de um determinado banco de dados, através da substituição de uma quantidade de variáveis por uma quantidade menor de fatores ou índices, que são as combinações lineares das variáveis originais que estejam entre si correlacionadas (ROGERSON, 2012). Pode-se entender também que a análise fatorial seria uma forma de “resumir” muitas colunas de variáveis de uma tabela de dados, incluindo valores redundantes, por outra tabela de dados com menos colunas – agora chamadas fatores - que representam o comportamento dos dados da tabela anterior.

Para entender melhor o cálculo por este método, considere variáveis X_n em um espaço tridimensional e o conjunto de dados representados no gráfico da Figura 34.

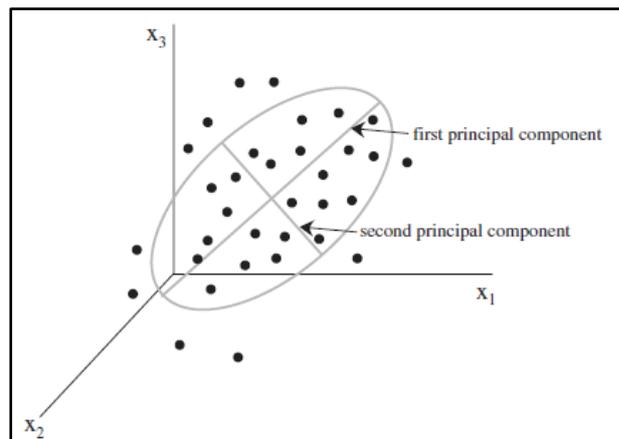


Figura 34: Espaço tridimensional de variáveis e elipsoide de dados.

As variáveis originais seriam os eixos X_n do espaço tridimensional exposto na Figura 34, os pontos seriam os dados observados dentro deste espaço tridimensional. A maior parte dos dados está contida dentro de um elipsoide que apresenta dois eixos perpendiculares, estando em contato com os pontos, que são os dados observados nos eixos X_n em cada variável original. Esses eixos perpendiculares são os fatores ou as componentes principais que representam maior parte dos dados contidos no espaço tridimensional determinado pelas três variáveis originais. Desta forma, esses fatores podem ser utilizados como “novas variáveis”, substituindo as variáveis originais.

Os eixos serem perpendiculares mostra que esse conjunto de dados que orbita em ambos os eixos não está correlacionado. Pensando em casos extremos, se o elipsoide fosse muito estreito e alongado isso representaria que as variáveis originais poderiam ser quase que totalmente representadas por um único fator, ou uma “nova variável”, pois haveria apenas espaço para um único eixo nessa geometria. Por outro lado, caso o elipsoide na verdade fosse uma esfera, isso representaria que todas as variáveis originais não são correlacionadas, que não há redundância entre elas.

Para a realização da análise fatorial com componentes principais foi utilizada a mesma base de dados do método de médias ponderadas; porém, em vez de usar todas as variáveis relacionadas a cada grupo de variáveis de vulnerabilidade expostas no Quadro 7, foram utilizadas apenas as variáveis do Censo 2010 que propiciam maior vulnerabilidade a população, baseado na explicação dos grupos de variáveis no quadro 6 e nos pesos dados as variáveis para aplicação do método por médias ponderadas.

As variáveis selecionadas, os grupos de variáveis e as suas respectivas siglas utilizadas na operacionalização dos dados, estão no Quadro 9.

Quadro 9: Variáveis Usadas para o Cálculo do Índice de Vulnerabilidade por Análise Fatorial

Grupo de Variáveis (Sigla)	Variável Censo 2010
Eletricidade (Eletro)	Domicílios particulares permanentes sem energia elétrica
Água (Água)	Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água por água da chuva armazenada em cisterna Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água por água da chuva armazenada de outra forma Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água por rios, açudes, lagos ou igarapés Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água por outras formas de abastecimento
Esgotamento Sanitário (Esgoto)	Domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário via fossa rudimentar Domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário via vala Domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário via em rio, lago ou mar Domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário via outro escoadouro Domicílios particulares permanentes que não tinham banheiro ou sanitário
Lixo (Lixo)	Domicílios particulares permanente com lixo queimado enterrado Domicílios particulares permanente com lixo jogado em terreno baldio ou logradouro Domicílios particulares permanente com lixo jogado em rio, lago ou mar

	Domicílios particulares permanente com outor destino do lixo
Razão de Dependência (IdadeVulne)	Razão entre a o número de pessoas dependentes (0-14<i>i</i><60) e pessoas entre 15 e 59 anos
Analfabetismo (Analfabetos)	Razão, a partir das idades expostas ao analfabetismo (<i>i>5</i>), entre a população analfabeta e alfabetizada
Tipo de Moradia/Coesão Social (M153(Apart))	Moradores em domicílios particulares permanentes do tipo apartamento
Tipo Propriedade da Moradia (CasaPosse)	Domicílios particulares permanentes próprios e quitados Domicílios particulares permanentes próprios em aquisição Domicílios particulares permanentes alugados
Renda (Renda)	Moradores em domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal domiciliar per capita até 1/4 de salário mínimo Moradores em domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de 1/4 a 1/2 salário mínimo Moradores em domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de 1/2 a 1 salário mínimo Moradores em domicílios particulares permanentes sem rendimentos

Para o caso estudado no presente trabalho, pretendeu-se reduzir a quantidade de variáveis através da análise fatorial. Para tal, o processo de cálculo foi realizado no *software* SPSS 23 que contém uma rotina de análise fatorial. Para que se chegue aos fatores (novos grupos de variáveis) são produzidos alguns produtos intermediários para que seja possível uma boa interpretação dos dados produzidos. Os produtos são:

- Matriz de correlação das variáveis originais;
- Gráfico do espaço p-dimensional;
- Tabela de variâncias;
- Matriz de cargas fatoriais

A matriz de correlação dos grupos de variáveis originais mostra a relação existente entre as mesmas. Quanto maior a correlação entre as variáveis, maior a probabilidade de que elas formem fatores. No Quadro 10 é mostrada a matriz de correlação das variáveis originais utilizadas neste processo

Quadro 10: Matriz de Correlação dos Grupos Variáveis

	Eletro	Agua	Esgoto	Lixo	CasaPosse	Renda	IdadeVulne	Analfabetos	M153(Apart)
Correlation Eletro	1,000	,462	,265	,002	,607	,743	,735	,793	-,048
Agua	,462	1,000	,771	,163	,427	,643	,601	,598	-,103
Esgoto	,265	,771	1,000	,191	,363	,524	,507	,362	-,044
Lixo	,002	,163	,191	1,000	,027	,085	,075	,087	-,089
CasaPosse	,607	,427	,363	,027	1,000	,859	,892	,658	,151
Renda	,743	,643	,524	,085	,859	1,000	,991	,878	-,123
IdadeVulne	,735	,601	,507	,075	,892	,991	1,000	,856	-,070
Analfabetos	,793	,598	,362	,087	,658	,878	,856	1,000	-,151
M153(Apart)	-,048	-,103	-,044	-,089	,151	-,123	-,070	-,151	1,000

Quanto mais valores próximos a “1” houver no cruzamento das variáveis nesta matriz de correlação, maior é a correlação entre essas variáveis (ROGERSON, 2012; IBM CORP, 2013). Desta forma, percebe-se que a maior correlação entre os grupos de variáveis se dá com o grupo de variável razão de dependência (“IdadeVulne”), em que pode-se concluir que quanto maior a razão de dependência, maior chance da população ser analfabeta, com acesso precário a eletricidade, não tendo propriedade definitiva da casa, com pouca renda. Essa conclusão é possível de ser feita, pois esses grupos de variáveis relacionados a essas características mostraram valores maiores em relação aos outros grupos de variáveis ao se correlacionarem com o grupo de variável razão de dependência (IdadeVulne).

A tabela de variâncias demonstra quais e quanto são os fatores a serem utilizados na seção de extração das somas dos quadrados das cargas fatoriais (*extraction sums of squared loadings*). Essa tabela representa a descrição do plano p-dimensional, exemplificado na Figura 35, agora com valores que descrevem esse gráfico.

Na Figura 35 pode-se observar o gráfico p-dimensional dos grupos de variáveis utilizados neste estudo e os fatores criados; e no Quadro 11 a tabela que descreve analiticamente o que é apresentado no gráfico p-dimensional dos dados aqui trabalhados.

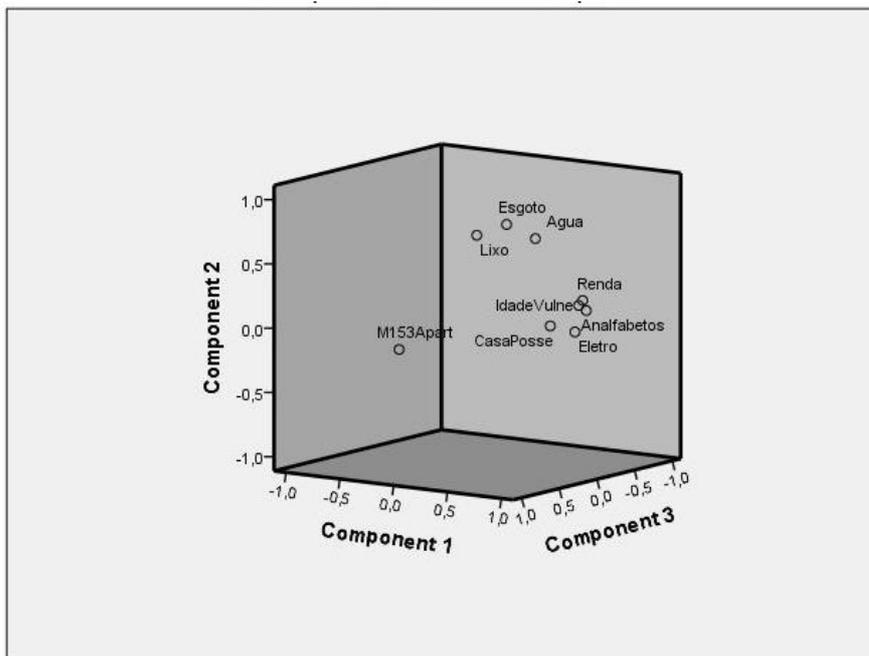


Figura 35: Gráfico p-dimensional dos dados trabalhados na pesquisa

Quadro 11: Tabela de Extração das Somas dos Quadrados das Cargas

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4,972	55,241	55,241	4,972	55,241	55,241	4,483	49,815	49,815
2	1,272	14,132	69,373	1,272	14,132	69,373	1,716	19,063	68,878
3	1,031	11,460	80,833	1,031	11,460	80,833	1,076	11,955	80,833
4	,847	9,409	90,242						
5	,459	5,095	95,336						
6	,218	2,428	97,764						
7	,150	1,670	99,434						
8	,045	,504	99,938						
9	,006	,062	100,000						

Na coluna *components* são exibidos os grupos de variáveis originais utilizados, transformados até este estágio em componentes. Todos os três conjuntos de colunas apresentados nessas tabelas mostram os autovalores dos componentes principais (extensão dos eixos no gráfico p-dimensional), a porcentagem de variância de cada componente, e a variância cumulativa da componente. O primeiro grupo de colunas, chamado *Initial Eigenvalues*, mostra esses valores para todas as componentes desta transformação.

Segundo Rogerson (2012), quanto maior o autovalor (extensão do eixo no gráfico p-dimensional) – no Quadro 11 mostrado como *Total* em cada grupo de colunas- maior a correlação entre as componentes e as variáveis originais; e os fatores que explicam os dados têm que ter autovalores maiores do que 1. Desta

forma, como podemos observar no Quadro 11 no conjunto de colunas *extraction sums of squared loadings*, as três primeiras componentes explicam em 80,83% a variabilidade dos dados, ao observar que a porcentagem dos dados retratados pelas três componentes está representada na coluna *% Cumulative*. A partir daqui, pode-se chamar essas componentes de fatores, que vão explicar os dados iniciais dos nove grupos de variáveis.

A interpretação do que cada fator representa é obtida na matriz de cargas fatoriais. Esta tabela para os dados aqui trabalhados pode ser vista no Quadro 12:

Quadro 12: Matriz de Cargas Fatoriais dos Fatores por Variável Original

	Component		
	1	2	3
Eletro	,854	-,002	-,076
Água	,530	,701	-,013
Esgoto	,347	,810	,108
Lixo	-,115	,641	-,155
CasaPosse	,860	,094	,260
Renda	,946	,256	-,046
IdadeVulne	,948	,227	,012
Analfabetos	,897	,156	-,165
M153(Apart)	-,049	-,078	,968

Quanto maiores os valores (as cargas fatoriais) dentro de um determinado componente, maior é o peso de representatividade do grupo de variáveis originais nesse fator, logo esses grupos de variáveis podem ser representados por esse fator. Dessa forma, pode-se interpretar que no fator 1 eletricidade, tipo de propriedade, renda, razão de dependência e analfabetismo são mais representativos; no fator 2 esgotamento sanitário, coleta de lixo, e acesso a água são os mais representativos; já para o fator 3 tipo de moradia/coesão social fica isolado como o único grupo de variável representativo. Pode-se nomear esses fatores, baseado na relação temática entre eles. Aqui neste trabalho decidiu-se nomeá-los da seguinte forma:

- Fator 1: vulnerabilidade relacionada a **desenvolvimento socioeconômico**, representando variância de 55,2% dos dados;
- Fator 2: vulnerabilidade relacionado a **saneamento básico**, representando variância de 14,1% dos dados;
- Fator 3: vulnerabilidade relacionado a **coesão social**, representando 11,4% da variância dos dados.

O índice de vulnerabilidade calculado por este método é finalizado com uma média simples entre o valor dos três fatores para cada setor de Suscetibilidade, como mostrado na Equação 6.

$$\text{Vulnerabilidade Por Análise Fatorial} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Valores dos Fatores}}{\text{Número de fatores}} \quad (\text{Eq 6})$$

Os parâmetros utilizados no *software* SPSS 23 para fazer a análise fatorial estão em Rogerson (2012)

4.5 – PROCEDIMENTOS DE ESPACIALIZAÇÃO DOS COMPONENTES DE RISCO

Os indicadores de vulnerabilidade para ambos os tipos de cálculo (média ponderada e análise fatorial), e os grupos de variáveis que dão os valores de exposição foram adicionados na tabela dos dados de SP, constituindo um único dado geoespacial –mas ainda sem os resultados das matrizes de risco. Este procedimento foi feito, tendo como referência o código das BATERES registrado em cada SP e na tabela onde foram feitos os cálculos de vulnerabilidade, no *software* ArcGIS 10.3, usando o procedimento *Join Tables*, que usa como referência o código dos polígonos da BATER nos dois dados (tabela com dados de vulnerabilidade e dados dos SPs).

Assim, os dados de vulnerabilidade, variáveis de exposição e graus de perigo estão representados graficamente na tabela de atributos dos SPs.

4.6 – PROCEDIMENTOS DE CÁLCULO DE INDICADORES DA EXPOSIÇÃO

Nesta pesquisa foram utilizadas duas formas para representar a exposição da população da área central do município de Angra dos Reis: número de moradores e densidade demográfica.

O número de moradores é soma do total de moradores dentro de cada SP. Esse dado de soma de moradores vem da variável “Número de moradores em domicílios particulares permanentes”, disponível na tabela de variáveis fornecida pela DI-IBGE, referenciada por código de BATER, que também é o código de cada SP.

A densidade demográfica aproveita a soma do total de moradores e faz um cálculo com a área do SP. A densidade demográfica foi calculada no software ArcGIS 10.3, utilizando a operação “*field calculator*”. O cálculo utilizado para a densidade demográfica nas SPs é exposto na Equação 7.

$$\text{Densidade Demográfica por SP} = \frac{\text{Total de moradores por SP}}{\text{Área da SP}} \quad (\text{Eq 7})$$

Feito o cálculo da exposição, agora é possível estimar os graus de risco, pois todas as componentes e indicadores de riscos estão estimadas.

4.7 – PROCEDIMENTOS DE MATRIZES DE RISCO

Os graus de risco foram definidos de duas formas diferentes com o objetivo de comparação, a saber: risco considerando o cruzamento entre perigo e exposição ($R = P \times E$) e risco considerando o cruzamento perigo e consequência, que por sua vez resulta do cruzamento entre vulnerabilidade e exposição ($R = P \times C$). Todos esses resultados são gerados por matrizes bidimensionais, método de análise de risco recomendado pela ISO 31010:2009 (ISO, 2009).

4.7.1 – Fatiamento

Antes de executar as matrizes foi necessário fazer o que foi chamado aqui de fatiamento, ou seja, classificar valores qualitativos dos indicadores das componentes de risco.

O fatiamento para a componente vulnerabilidade foi feito de acordo com os valores expostos no Quadro 13.

Quadro 13: Valores de Referência para o Fatiamento dos Graus de Vulnerabilidade

Gradação Vulnerabilidade		
Grau	Análise Fatorial	Média
Baixo	-0,438686 a 0,070100	0 a 0,4
Médio	0,070101 a 1,090235	0,41 a 0,7
Alto	1,090236 a 3,961670	0,71 a 1

As classes para o fatiamento dos indicadores da vulnerabilidade foram separadas em três: baixa, média, alta. O agrupamento dos indicadores de vulnerabilidade calculados por análise fatorial foi baseado na metodologia feita por Almeida (2010), onde os SPs foram agrupados pelo método *Natural Breaks*²⁷. Já os indicadores calculados por médias ponderadas foram agrupados baseados em sugestão do autor junto com o orientador.

Para os dados de exposição também foi utilizado o mesmo processo de agrupamento por classes utilizado para os dados de vulnerabilidade por análise fatorial, a distribuição em *Natural Breaks*, em ambos os métodos de cálculo de exposição. Da mesma forma que a vulnerabilidade foi calculada por dois modos, a exposição também foi medida de duas formas diferentes. A classificação dos indicadores da exposição utilizando os dois métodos está no Quadro 14.

Quadro 14: Valores de Referência para o Fatiamento dos Graus de Exposição

Gradação Exposição		
Grau	Número de Moradores	Densidade Demográfica
Baixo	0 a 326	4,6 a 69,01 hab/há
Médio	327 a 828	69,02 a 175,86 hab/há
Alto	829 a 2280	175,87 a 485,6 hab/há

Os indicadores de perigo foram fatiados de acordo com a classificação de Suscetibilidade usada no trabalho de COPPETEC (2012) e dos resultados dos SPs criados pela agregação dos SSs ponderados na seção 4.2.3 (Atribuição de Valores de Graus de Suscetibilidade) desta dissertação, gerando então uma distribuição por intervalos iguais, onde esses intervalos são de 0,25. O fatiamento está indicado no Quadro 15.

Quadro 15: Valores de Referência para o Fatiamento dos Graus de Perigo

Gradação Perigo	
Grau	Valor
Baixo	0 a 0,25
Médio	0,250001 a 0,5
Alto	0,50001 a 0,75
Muito alto	0,750001 a 1

²⁷ *Natural Breaks* ou quebras naturais de Jenks é um agrupamento de dados por classes aparentemente naturais, através de saltos relativamente grandes de distribuição de valores (Longley *et al*, 2013).

O fatiamento foi feito através de seleção dos SPs com os respectivos valores, repetindo essa operação para cada componente de risco, utilizando o *software* ArcGIS 10.3.

4.7.2 – Matrizes

As informações relacionadas aos riscos são produzidas a partir das seguintes componentes de risco: perigo, exposição e vulnerabilidade. Essas componentes de risco foram confrontadas (ou cruzadas) por meio de matrizes de risco, recomendados para realizar análise de risco de acordo com a ISO 31010:2009 (ISO, 2009).

Os procedimentos operacionais para os cruzamentos nas matrizes P x E e P x C foram executados no *software* ArcGIS 10.3, através de operação de bancos de dados que combinam as classificações qualitativas das componentes de risco obtidas na fase de fatiamento.

Em teoria de banco de dados relacional o resultado da combinação de duas colunas de atributos é considerado um produto cartesiano, ou seja, uma multiplicação que resulta em um produto (RIBEIRO *et al*, 2009). Conceitualmente, neste trabalho trata-se o risco como produto qualitativo de suas componentes, o que condiz com o que é prática corrente em análise de riscos.

A graduação de risco é a mesma utilizada em COPPETEC (2012) e pelo Ministério das Cidades e IPT (2007): baixo, médio, alto e muito alto. Dos resultados dessas matrizes de riscos sairão os dados para os mapeamentos de risco.

4.7.2.1 - Matriz Risco Perigo e Exposição (P x E)

A matriz de risco que combina os valores qualitativos dos indicadores obtidos na fase de fatiamento das componentes perigo e exposição (P x E) está organizada conforme a Figura 36.

Matriz Risco (P x E)		Perigo (causas)			
		Baixo	Médio	Alto	Muito alto
Exposição	Baixo	Baixo	Médio	alto	muito alto
	Médio	Baixo	Médio	Alto	muito alto
	Alto	Médio	Alto	muito alto	muito alto

Figura 36: Matriz risco com as componentes perigo e exposição

4.7.2.2 - Matriz Risco Perigo e Consequências (P x C)

A matriz de risco que combina perigo e consequências foi executada em duas fases: a primeira, a das consequências, combinando as componentes vulnerabilidade e exposição; e a segunda, a do risco, que combina consequências e perigo.

A fase de consequências é a associação dos valores qualitativos das componentes de risco vulnerabilidade e exposição. Pode-se entender as consequências como efeitos que incidirão na população em decorrência dos desastres. Na Figura 37 é exibida a matriz consequências e seus resultados.

Matriz Consequências		Vulnerabilidade		
		Baixo	Médio	Alto
Exposição	Baixo	Baixo	Médio	Médio
	Médio	Baixo	Alto	muito alto
	Alto	Médio	Alto	muito alto

Figura 37: Matriz consequências com os componentes vulnerabilidade e exposição

Para a obtenção do grau de risco são combinados os resultados da matriz de consequências (C) com a classificação do fatiamento da componente perigo (P). A matriz risco (P x C) é exibida na Figura 38.

Matriz Risco (P x C)		Causas (Perigo)			
		Baixo	Médio	Alto	muito alto
Consequências	Baixo	Baixo	Baixo	Médio	Médio
	Médio	Baixo	Médio	Alto	Alto
	Alto	Médio	Alto	muito alto	muito alto
	Muito alto	Médio	Alto	muito alto	muito alto

Figura 38: Matriz risco com as componentes perigo e consequências

5 – RESULTADOS E ANÁLISES

Os resultados da aplicação da metodologia para a elaboração dos mapas de risco da área de estudo serão apresentados e analisados da seguinte maneira: mapeamento da BATER; descrição e análise de cada componente do risco; descrição e análise das matrizes de risco; análise geral dos resultados.

5.1 – MAPEAMENTO DA BASE TERRITORIAL ESTATÍSTICA DE RISCOS (BATER)

O mapeamento da BATER para a área de estudo como é exposto na Figura 39.

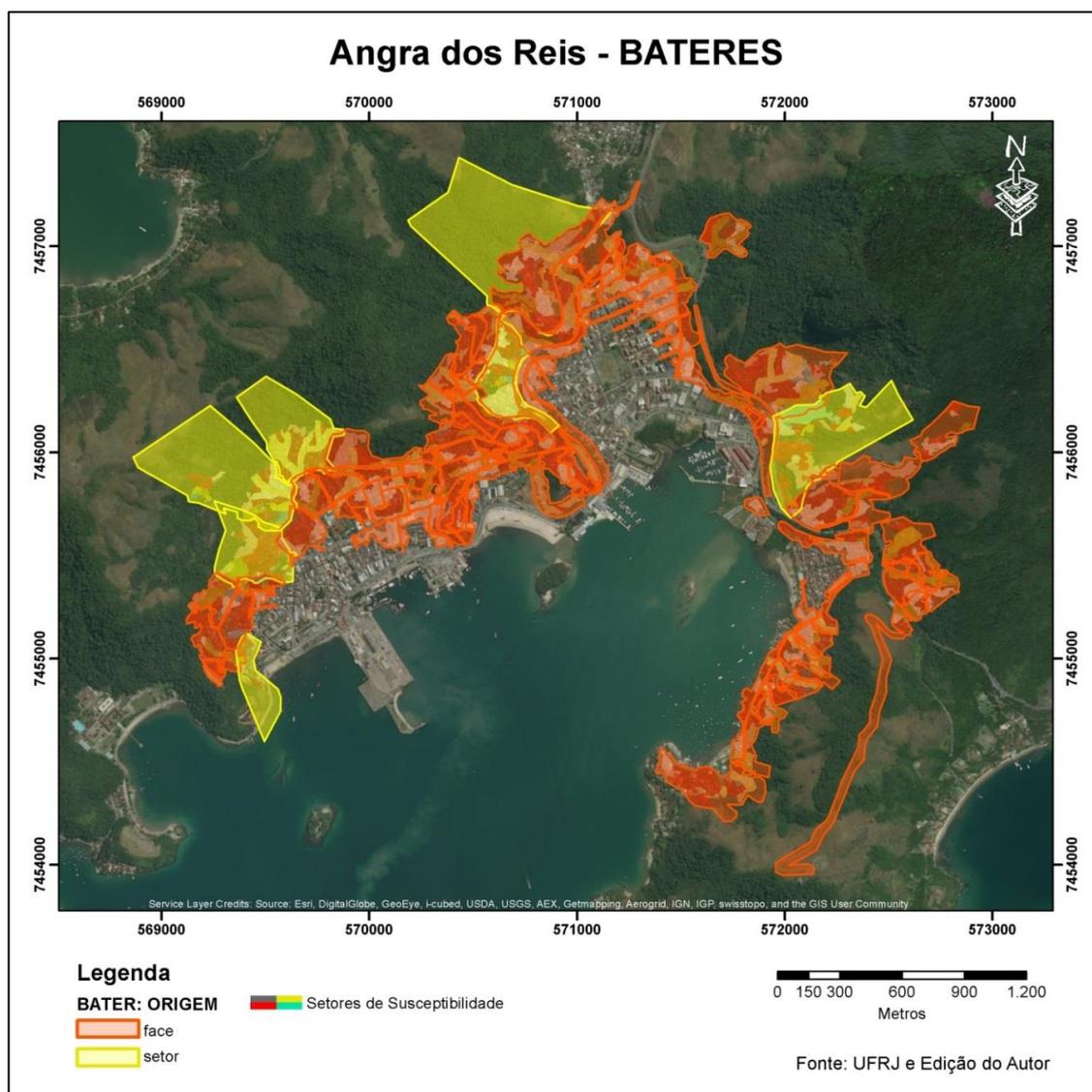


Figura 39: BATERES feitas para área de estudo

Foram mapeadas 111 polígonos que contém 870 SSs. Desses polígonos da BATER, 104 foram delimitadas usando faces de quadra, e 7 foram feitas usando setores censitários. Desta forma pode-se dizer que os SPs, principalmente os que receberam os dados censitários vindo dos polígonos da BATER feitos usando faces de quadra, que são a maioria, contém em detalhes os dados censitários na área de estudo, se considerar que faces de quadra permitem um maior detalhamento dos dados.

Para as 104 polígonos da BATER definidos a partir de faces de quadra, foram usados 452 faces de quadra. Em média cada polígono da BATER foi demarcado associando 4,3 faces de quadra às SPs contidas em cada polígono, mas alguns foram feitos usando acima de 10 faces de quadra, sendo que um polígono da BATER chega a ter 21 faces.

Dos 111 polígonos da BATER, 86 têm acurácia ótima, 15 têm acurácia boa e 10 têm acurácia regular. Desta forma os dados censitários disponíveis têm ótima aderência em relação às SPs. No entanto, pode ter havido problemas quanto a agregação dos dados estatísticos censitários em relação ao que é mostrado nas imagens de satélite. Para uma melhor representação dos dados estatísticos seria importante que houvesse uma base de face de quadras mais desagregada, ou seja, detalhada ou criação de novas faces de quadra, principalmente em áreas de aglomerados subnormais, onde não há grande disponibilidade de faces de quadra.

Em média existem oito SPs por polígono de BATER, tendo em média 1,78 hectares de SPs sob o mesmo código de BATER. Porém, existem casos onde os SPs apresentam áreas muito grandes em função de agregarem uma quantidade elevada de SSs, com uma BATER tendo atingindo o valor máximo de 10,1 hectares com 52 SSs, o que pode significar uma distorção na representação espacial dos dados censitários das SPs.

5.2 – AS COMPONENTES DE RISCO

As componentes utilizadas para a análise de risco para área central de Angra dos Reis são: perigo, exposição e vulnerabilidade Cada um dos resultados obtidos para análises das componentes de risco serão analisadas a seguir.

5.2.1 – Perigo

Na Figura 40 são exibidos os SPs com seus respectivos graus de perigo.

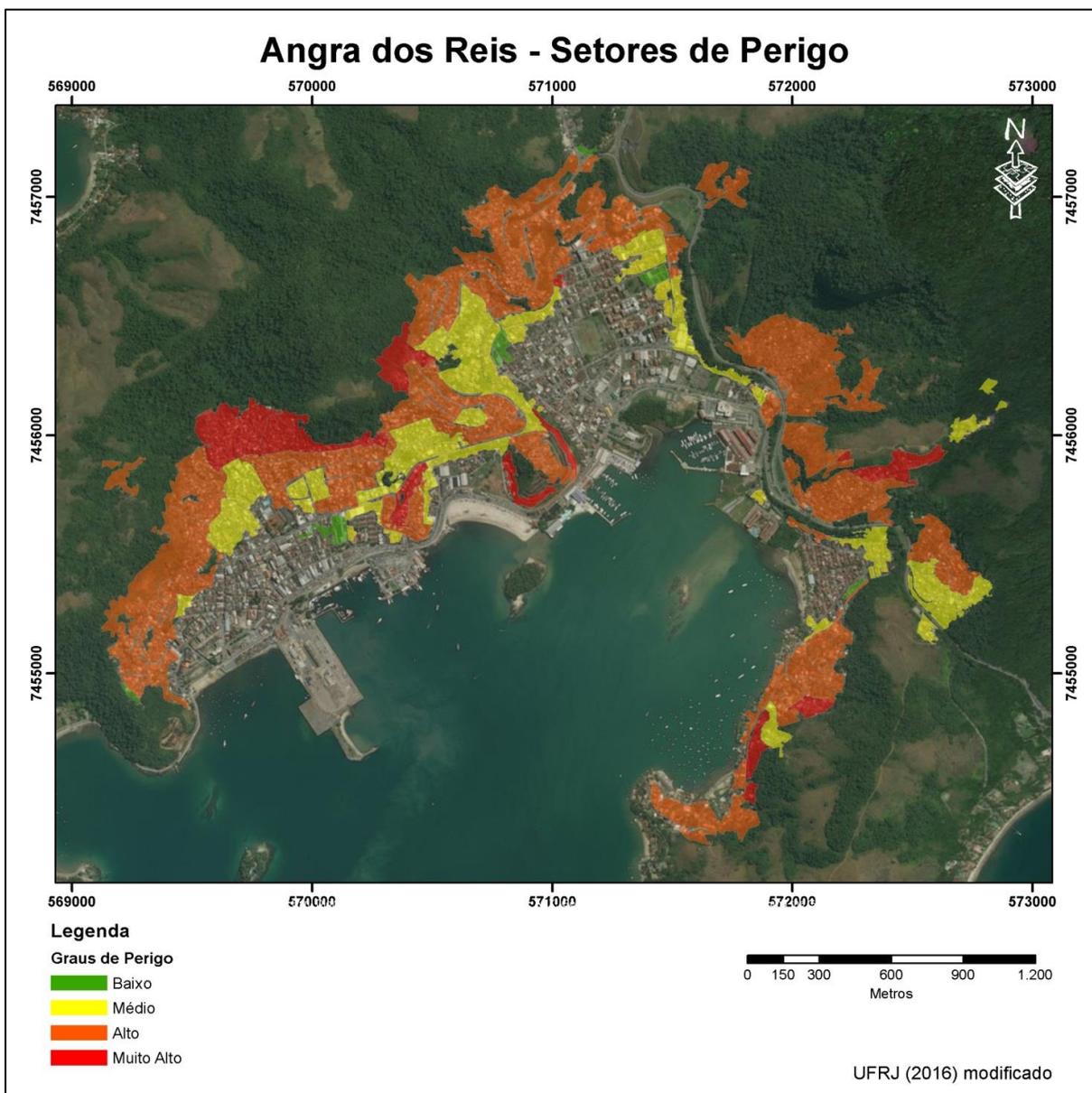


Figura 40: Mapa de perigo de movimentos de massa

Em uma análise visual do mapa observa-se que os SPs que apresentam maior grau de perigo se situam mais a montante das encostas habitadas e com maior declividade.

No Quadro 16 são mostrados os dados quantitativos da espacialização dos graus de perigo na área mapeada.

Quadro 16: Distribuição dos setores de perigo por graus de perigo

Grau de Perigo	Quantidade de SPs	Área (ha)	% Área
Baixo	6	3,20	1,6%
Médio	37	46,11	23,5%
Alto	56	124,55	63,4%
Muito Alto	12	22,67	11,5%
Total	111	196,53	100%

Entre os SPs mapeados, os que apresentam maior quantidade são os com grau de perigo alto (56 setores), representando mais de 63% da área mapeada. Somando esses números com os dos SPSs com grau de perigo muito alto, existem em quase 75% da área mapeada.

Se referindo à Suscetibilidade, mas que se pode também usar para os SPs, Coelho Neto *et al* (2014), dizem que as áreas que guardam essas classificações de maior Suscetibilidade a deslizamentos na área mapeada são as que têm maior número de cicatrizes de eventos recentes, como os que aconteceram em janeiro de 2010. De acordo com esse estudo, cerca de 85% das cicatrizes de deslizamentos estavam em SSS com Suscetibilidade alto e muito alto a deslizamentos.

5.2.2 – Exposição

Os resultados de exposição, que se referem ao número de pessoas expostas ao perigo dos deslizamentos, são apresentados de duas formas: exposição por número de moradores, e por densidade demográfica.

5.2.2.1 – Exposição por Número de Moradores

A espacialização da exposição por número de moradores e a classificação por graus de exposição são mostrados no mapa da Figura 41.

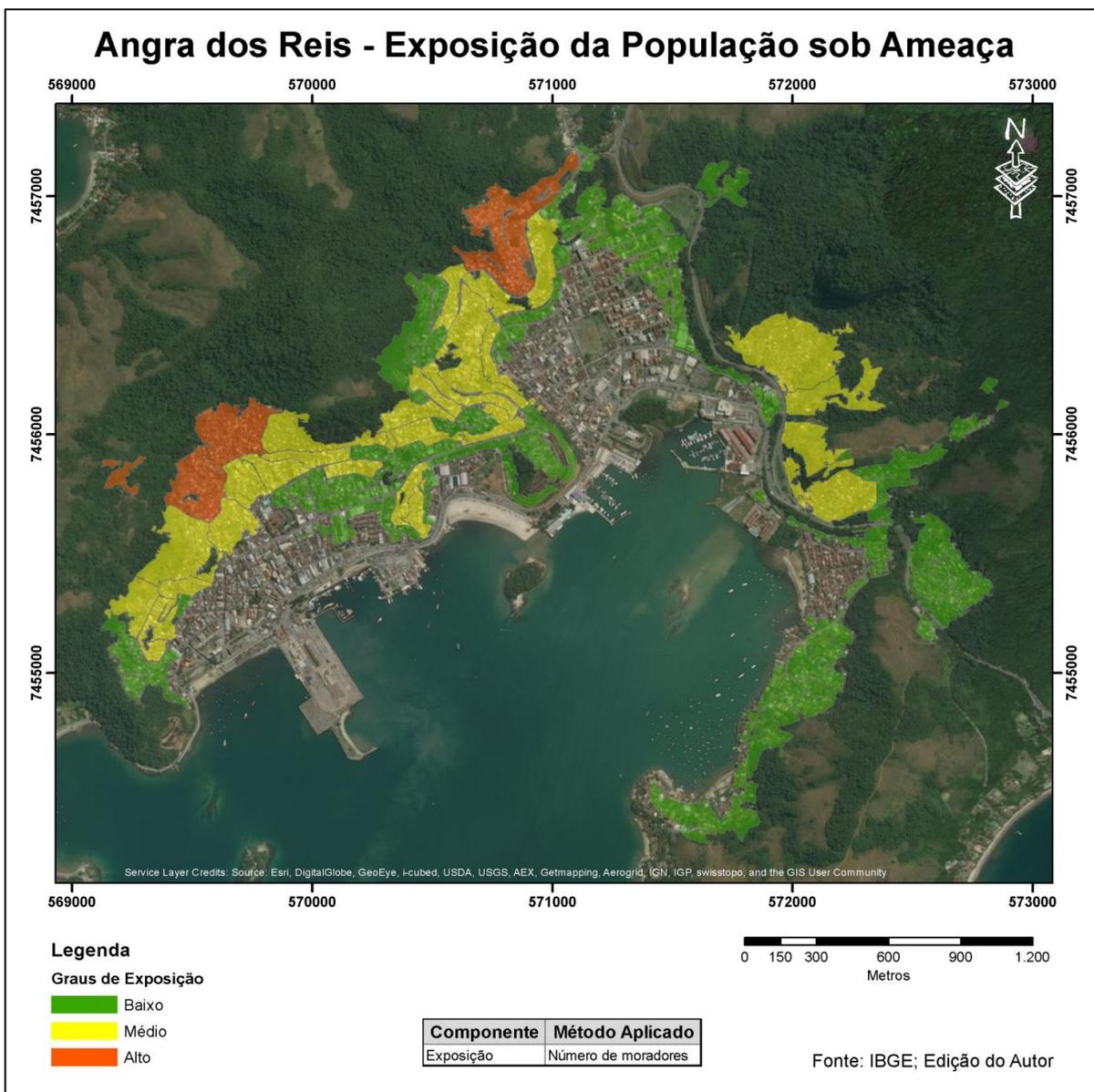


Figura 41: Mapa de exposição da população em números de moradores

A partir dos resultados do mapa da Figura 41 e do conhecimento dos padrões construtivos da área de estudo, observados através de imagem de satélite, nota-se uma variação destes padrões construtivos de acordo com o grau de exposição da área.. Percebe-se também que as áreas com menor população estão nas áreas onde o padrão construtivo é superior. Áreas com exposição média a alta encontram-se em áreas de padrão construtivo inferior.

A observação do padrão construtivo foi feita a partir da interpretação da imagem de satélite exibida no mapa. De acordo com referências no campo do sensoriamento

remoto²⁸ (NOVO, 2008; FLORENZANO, 2002), a qualidade da urbanização pode ser reconhecida pelos seguintes fatores:

- Formas: formas dos objetos identificados, com o quê eles se assemelham (casas, edifícios);
- Padrão: se os objetos têm semelhanças uns com os outros, ou se são heterogêneos entre si (conjuntos habitacionais, favelas, subúrbios);
- Tamanho: os diferentes tamanhos podem identificar diferentes funções (residencial, industrial) ou padrões de construção (alto padrão, baixo padrão).

Áreas de padrão construtivo superior são áreas que têm construções que a interpretação de imagens permite dizer que são casas com loteamento reticular; com arruamento mais reto com calçamento; tamanhos de casas maiores e dentro de um lote. Em Angra dos Reis há também uma particularidade: por ser também uma cidade com casas de veraneio, muita dessas casas têm piscinas nos lotes.

Já nas áreas de padrão construtivo inferior, as formas das construções são mais irregulares e com laje aparente, sem telhas, apontando movimentos de autoconstrução²⁹ e/ou urbanização espontânea; não há uma homogeneidade nas construções; e tamanhos irregulares entre as casas de um mesmo local. Na Figura 42 observa-se no mapa exemplos de locais na área de estudo onde têm esses diferentes tipos de padrões construtivos. A interpretação do padrão construtivo de setores da área de estudo também contou com auxílio das imagens disponíveis no Google Street View.

²⁸ Sensoriamento remoto é “utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados colocados a bordo de aeronaves, espaçonaves, ou outras plataformas, com objetivo de estudar eventos, fenômenos ou processos que ocorrem na superfície do planeta Terra a partir do registro e da análise das interações entre radiação eletromagnética e as substâncias que o compõem em suas mais diversas manifestações” Novo (2008)

²⁹ Autoconstrução é o processo onde os próprios habitantes locais, geralmente de áreas com menor valor no mercado imobiliário ou em franjas urbanas, assumem a gestão da construção de moradias, providenciando materiais, planejando a planta da casa, contratando ou fazendo parte da mão-de-obra, ou mesmo fazendo mutirões, para a construção ou reforma das moradias. Isto também se estende em melhorias no entorno da casa e nos assentamentos (SÁ, 2009).

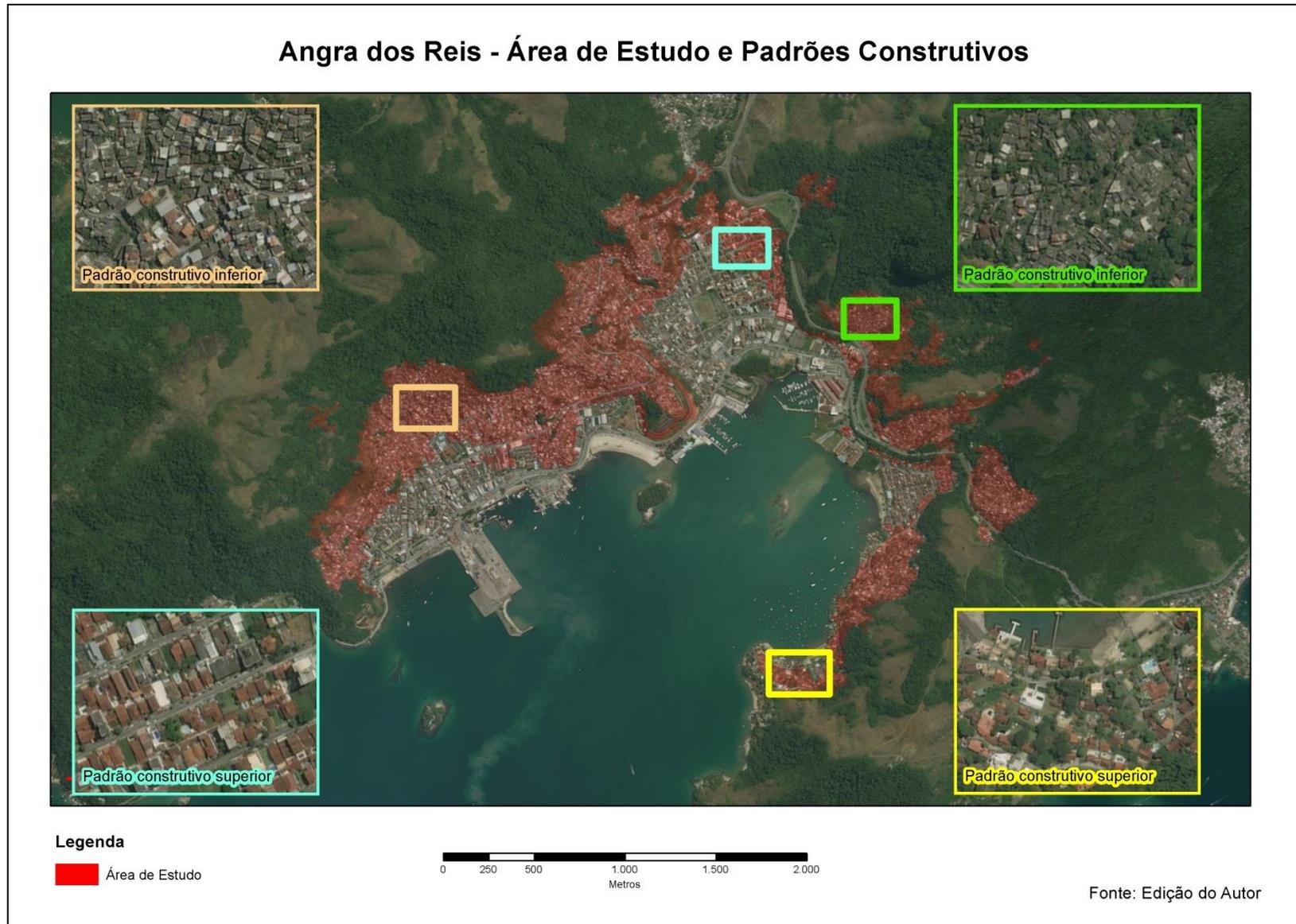


Figura 42: Demonstração dos diferentes padrões construtivos e localização na área de estudo

Percebe-se que as áreas com menor exposição da população estão nas áreas onde o padrão construtivo é superior. Áreas com exposição média a alto encontram-se nas áreas de padrão construtivo inferior. Residências na porção sudeste da área de estudo têm baixa exposição por serem ocupadas por casas de veraneio, o que foi evidenciado no local pelo autor.

No Quadro 17 é exibido um sumário estatístico da exposição dos SPs na área de estudo.

Quadro 17: Setores de Perigo de BATERES Classificados por Graus de Exposição Calculados por Número de Moradores

Graus de exposição	Quantidade SPs	Área SPs' (ha)s	% área	população	% população
Baixo	84	94,4	75,7%	11.191	38,7%
Médio	24	79,6	21,6%	12.655	43,8%
Alto	3	22,5	2,7%	5.053	17,5%
Total	111	196,53	100%	28.899	100%

Mais pessoas estão em exposição de grau médio de exposição, com 43,8%. Há uma alta concentração de população exposta três SPs classificados com grau de exposição alta, com 17,5% da população da área de estudo nesses três setores. Dois desses SPs graduados com exposição alta estão localizados em locais próximos de ocorrências de movimentos de massas de janeiro de 2010 (RODRIGUES, 2013).

5.2.2.2 – Exposição por Densidade Demográfica

No mapa da Figura 43 é mostrada a espacialização da exposição da população medida por densidade demográfica por SP.

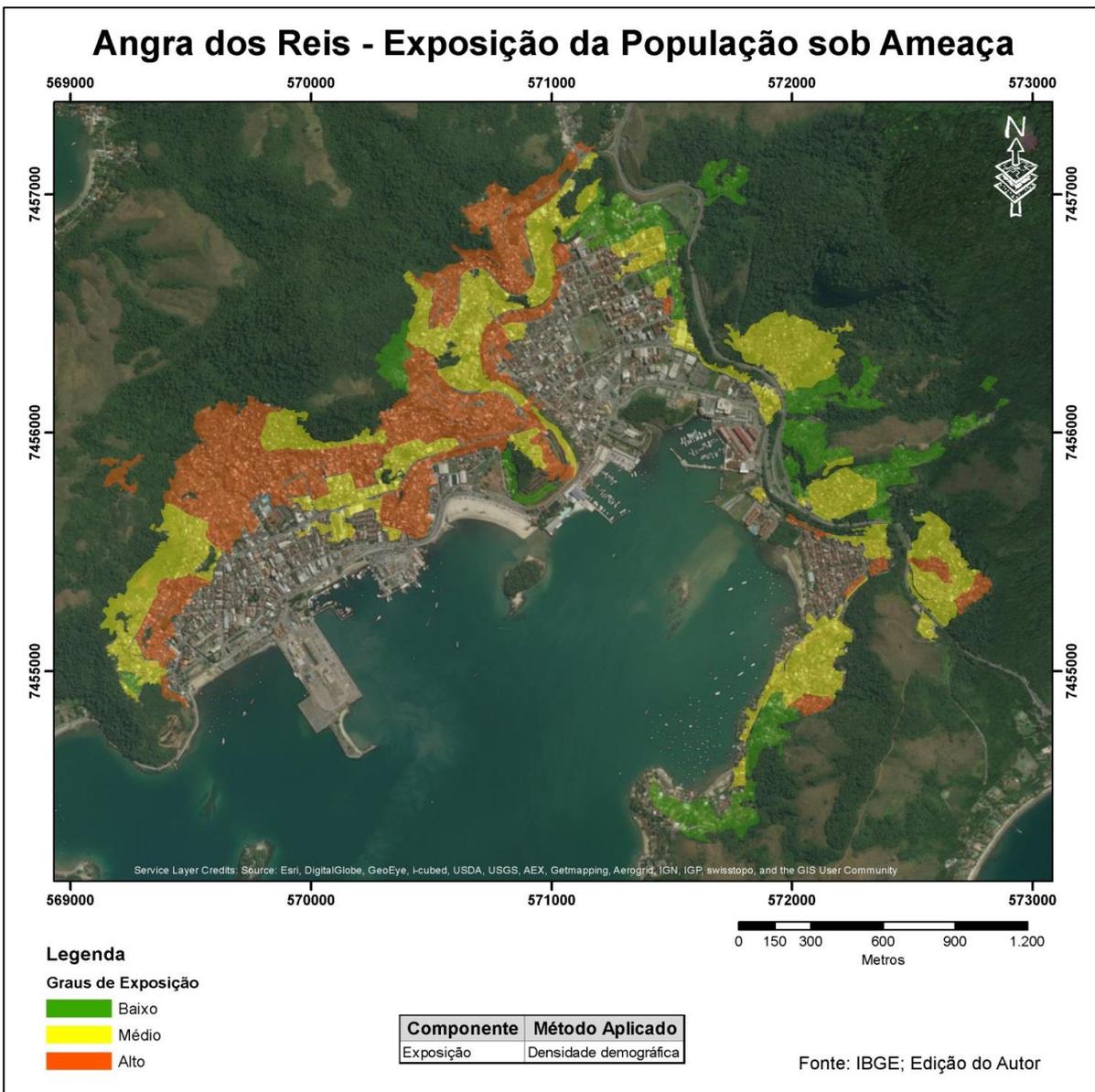


Figura 43: Mapa de exposição da população por densidade demográfica

É perceptível que os SPs classificados como alta exposição aumentaram em quantidade em relação ao outro mapa de exposição da Figura 43. Diminuíram os SPs classificados com baixa exposição. Pode-se afirmar que a densidade demográfica aumenta a classificação de exposição dos SPs na área de estudo.

Outra afirmação que pode ser feita é que as áreas de padrão construtivo inferior estão em sua maioria classificadas como média ou alta exposição; já as áreas de padrão construtivo superior são classificadas de média a baixa exposição.

No Quadro 18 é exibido um sumário estatístico da exposição calculada por densidade demográfica dos SPs na área de estudo

Quadro 18: Setores de Perigo Classificados por Graus de Exposição Calculados por Densidade Demográfica

Grau de exposição	N° SPs	Área (Ha)	% Área	População	% População
Baixo	39	77,535	39%	5036	17%
Médio	40	70,267	36%	11421	40%
Alto	32	48,724	25%	12442	43%
Total	111	196,53	100	28899	100

Comparando com os valores de exposição mostrados no Quadro 14, este Quadro 18 mostra aumento de SPs com exposição alta, agora com trinta e dois SPs. Esses SPs classificados com alta exposição mantêm a concentração populacional da classificação por números absolutos, e ainda concentrando mais população em um número menor de extensão de área.

5.2.3 – Vulnerabilidade

Os indicadores das vulnerabilidades foram calculados por dois métodos: por médias ponderadas e por análise fatorial. Serão dedicados subitens para exibição dos resultados de cada um dos dois métodos empregados.

5.2.3.1 – Vulnerabilidade por Médias Ponderadas

Para uma melhor sequência lógica da apresentação dos resultados, estes serão exibidos primeiramente pelos tipos de vulnerabilidade (física, econômica e social) e por fim a vulnerabilidade total, que é a média dos três tipos de vulnerabilidade.

A espacialização da vulnerabilidade física, que contempla aspectos quanto ao acesso a rede elétrica, água, esgoto e lixo, podem ser vistos no mapa da Figura 44.

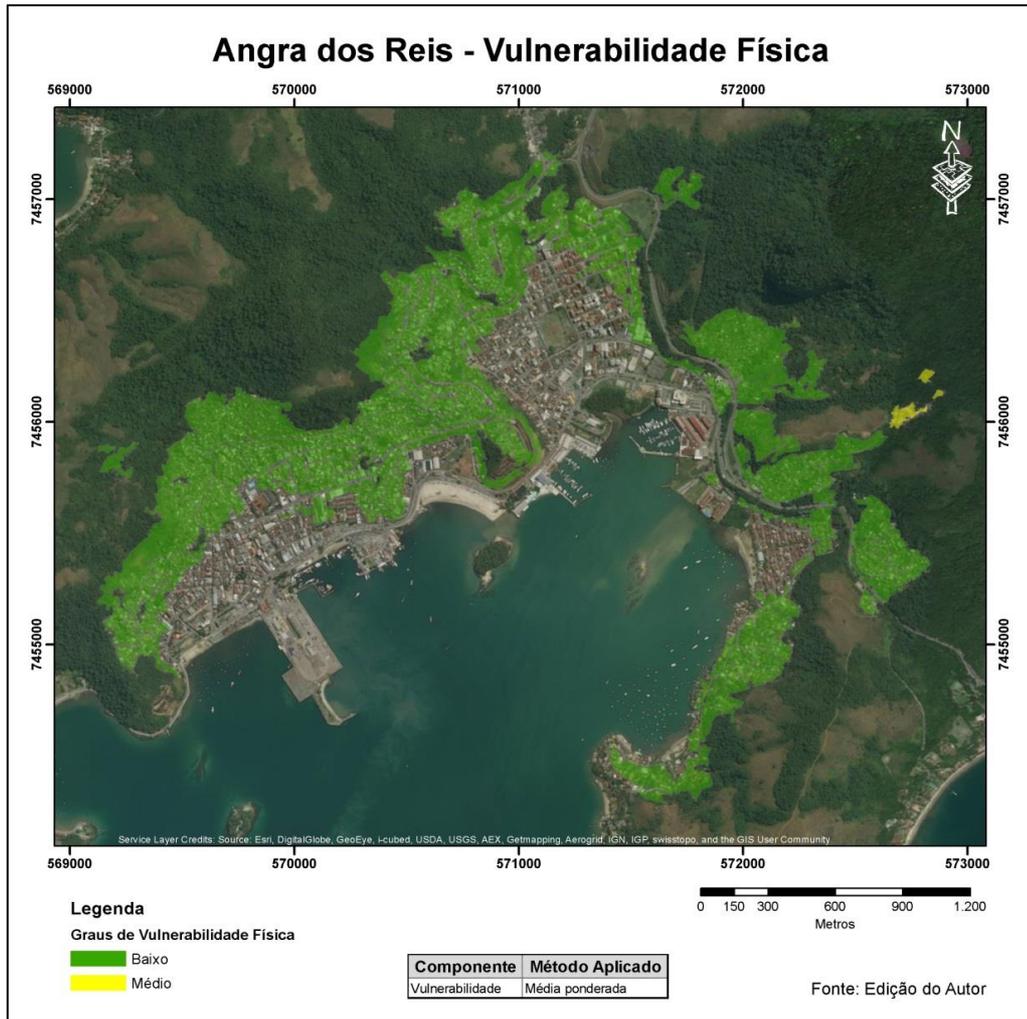


Figura 44: Vulnerabilidade física por setores de perigo

Quase todos os SPs têm baixa vulnerabilidade física, exceto um setor que está a leste, bastante isolado do conjunto dos SPs. Conjugando a interpretação da imagem com a classificação do SP, é compreensível esse resultado, pois as construções presentes nesse SP parecem ser mais precárias quanto ao padrão de construção do que as dos outros SPs. Ainda assim, por pouco mais de um centésimo (este setor foi classificado com valor de 0,413 de vulnerabilidade física) esse SP não passou a ser considerado de baixa vulnerabilidade física.

Mesmo com dados mostrando baixa vulnerabilidade física em quase toda área de estudo, acredita-se que um conjunto de dados que aborde outros temas, como pavimentação de vias e material de construção das casas deveriam ser incorporados para uma melhor avaliação da vulnerabilidade física.

A espacialização da vulnerabilidade econômica, contemplando aspectos quanto ao tipo de propriedade da residência e renda, pode ser vista na Figura 45.

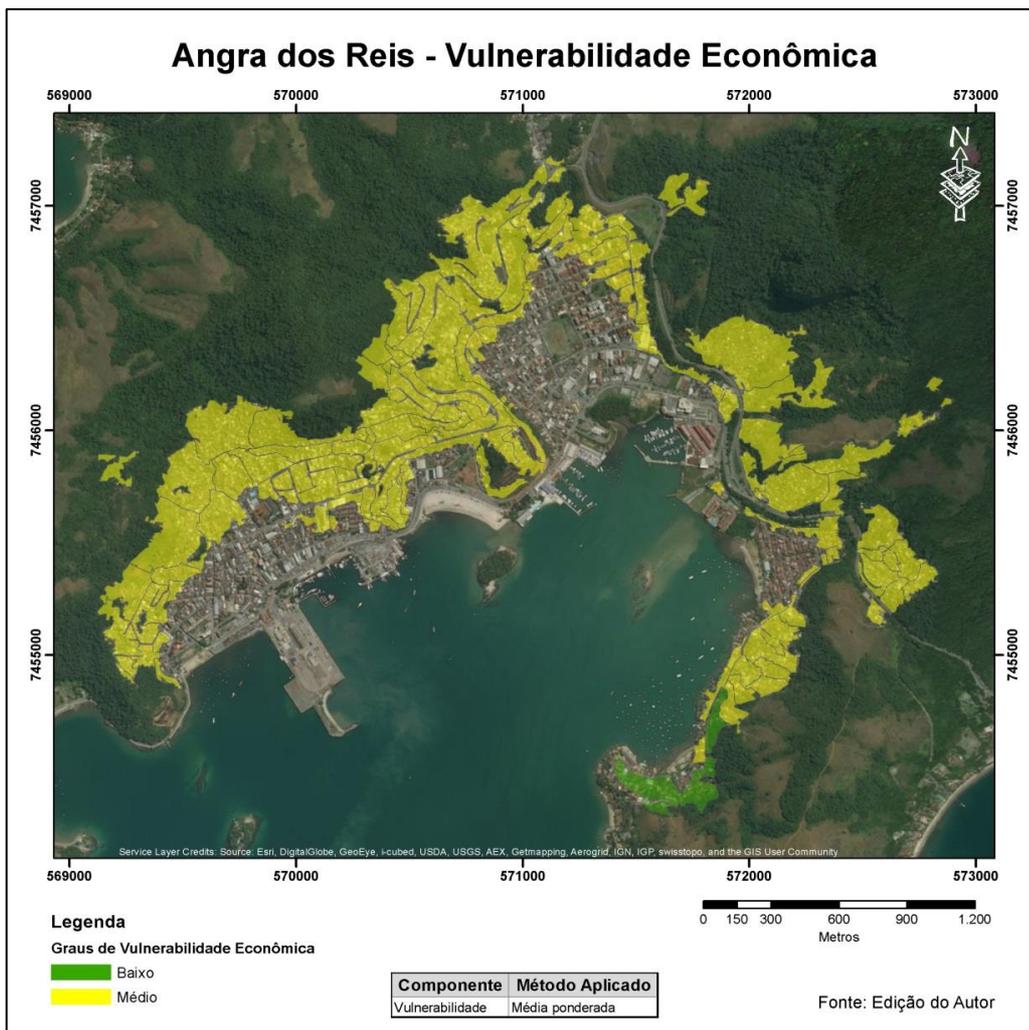


Figura 45: Vulnerabilidade econômica por setores de perigo

Apenas dois SPs apresentam baixa vulnerabilidade econômica. Esses setores estão nos locais de padrão construtivo superior, percebidos por interpretação das imagens de satélite. No entanto, há setores com padrão construtivo elevado que apresentam vulnerabilidade econômica média. De acordo com Anazawa (2012), é comum áreas de veraneio com padrão construtivo superior apresentarem dados socioeconômicos aparentemente não condizentes com a renda recenseada. Uma hipótese para isso é que pessoas que respondem aos questionários do Censo no período quando habitualmente são feitas as entrevistas (julho – inverno) são os empregados que moram nos locais de trabalho, ou seja, nas residências de alto padrão construtivo.

A variável que provocou algum desempenho diferenciado entre os SPs da área de estudo no que diz respeito a vulnerabilidade econômica foi a renda da população. Comparando as amplitudes das duas variáveis que compuseram o indicador de vulnerabilidade econômica, enquanto o grupo de variáveis tipo de propriedade da residência tem amplitude entre os setores de 0,224, a amplitude do grupo de variáveis renda foi de 0,632. Isso significa que, enquanto não há muita diferença no que diz respeito a propriedade do residência, existe uma distribuição muito mais heterogênea em relação a classes de renda. O Quadro 19 mostra a quantidade e porcentagem de pessoas nas faixas de renda média *per capita* da população por salários mínimos na área de estudo.

Quadro 19: Renda Média Per Capita dos Moradores em Domicílios Particulares Permanentes por Salário Mínimos (Fonte: IBGE)

Faixa salarial	N° pessoas	%
até 1/4 de salário mínimo	1526	5%
de 1/4 a 1/2 de salário mínimo	4187	14%
de 1/2 a 1 salário mínimo	9184	32%
de 1 a 2 salários mínimos	8317	29%
de 2 a 3 salários mínimos	2361	8%
de 3 a 4 salários mínimos	1609	6%
maior que 5 salários mínimos	943	3%
sem rendimentos	744	3%
Total	28871	100%

Observando a tabela, é possível verificar 80% da população da área de estudo tem renda até dois salários mínimos. Mesmo tendo uma alta concentração de população nas classes inferiores, observa-se que há uma distribuição diversa entre as classes de renda.

A distribuição espacial da renda da população na área de estudo utiliza a mesma classificação utilizada para apresentar as componentes de risco apresentadas aqui no estudo. O mapa com a distribuição de renda da população da área de estudo pode ser vista na Figura 46.

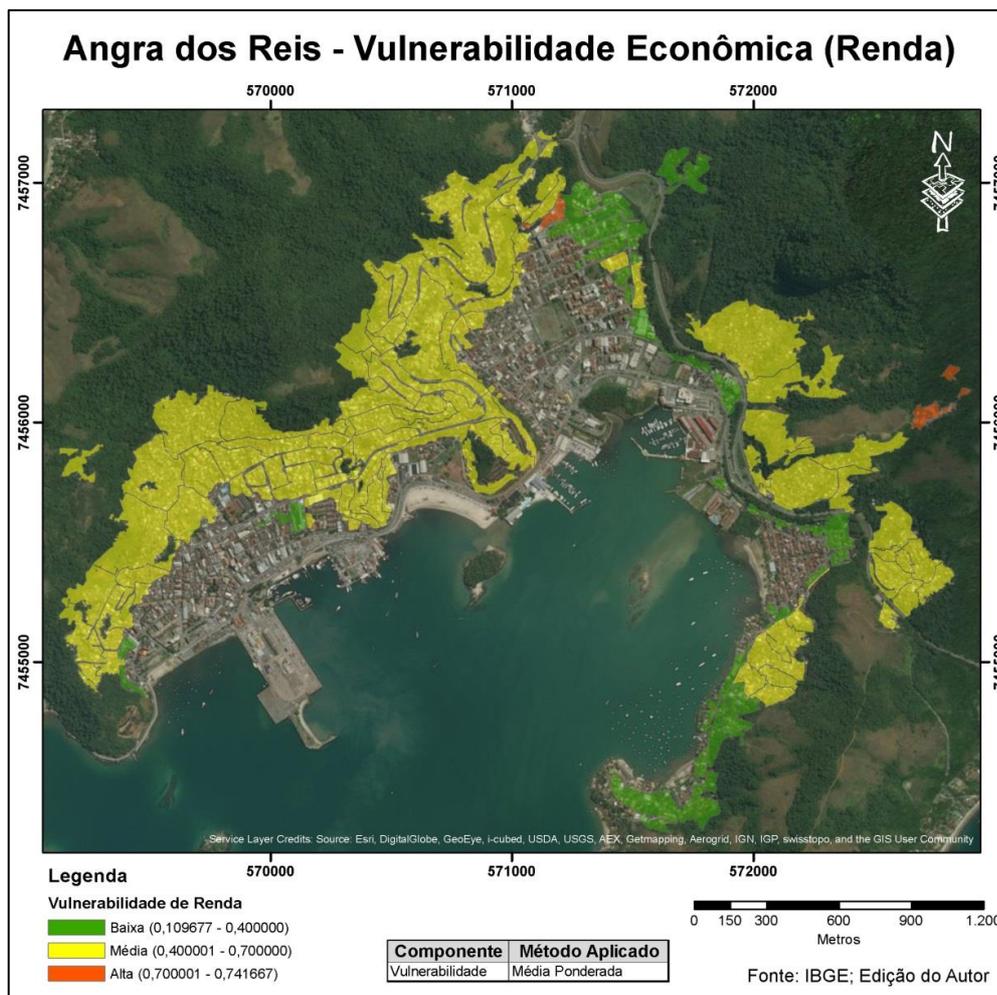


Figura 46: Renda da população residente *per capita*

Com o mapa da Figura 46 percebe-se que as áreas com padrão construtivo superior são as que têm uma menor vulnerabilidade quanto a renda. A grande maioria tem renda média, enquanto que dois SPs apresentam alta vulnerabilidade quanto a renda -sendo que um deles já apresentava um desempenho inferior aos demais SPs quanto a vulnerabilidade física.

A vulnerabilidade social, que considera os aspectos de razão de dependência, analfabetismo; o tipo de moradia (casa, apartamento), é distribuída espacialmente de acordo com o que é exposto no mapa da Figura 47.

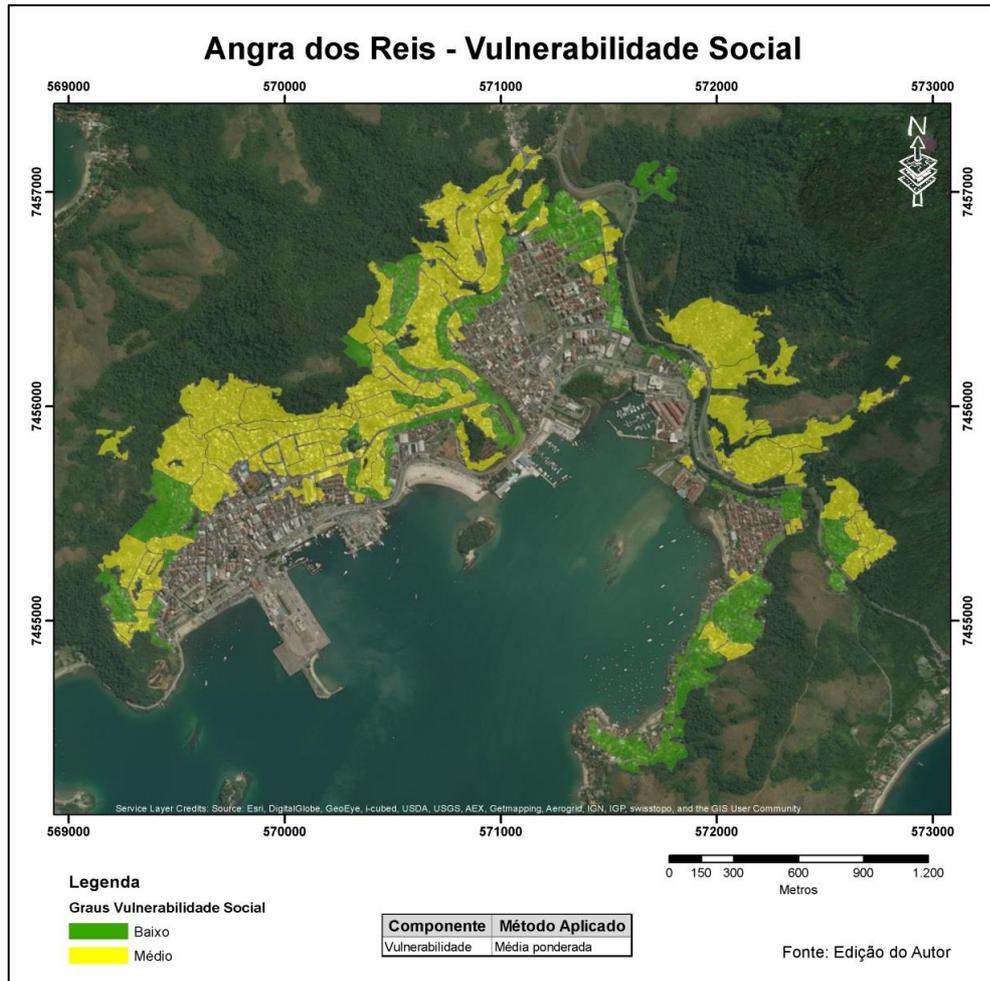


Figura 47: Vulnerabilidade social por setores de perigo

A vulnerabilidade social também não apresentou dados de alta vulnerabilidade, tendo a maioria dos SPs classificados como vulnerabilidade média.

Ao analisar as variáveis que compõem a vulnerabilidade social individualmente, verifica-se que não há muitas disparidades. A população da área de estudo é quase na sua totalidade alfabetizada, sendo a razão entre pessoas analfabetas e alfabetizadas é em média de 3%, tendo apenas dois SPs acima de 10% de analfabetos. Já a razão de dependência entre os moradores é em média de 33%, o que significa que existem mais moradores que, numa eventual emergência, estão em condições em ajudar outras pessoas mais vulneráveis no que diz respeito a idade. A variável de coesão social, aqui neste estudo usando como dado de aproximação o tipo de moradia, tem valor médio.

Considerando as três dimensões de vulnerabilidade da área de estudo, foi elaborado o mapa de vulnerabilidade calculada pela média ponderada, exposto na Figura 48.

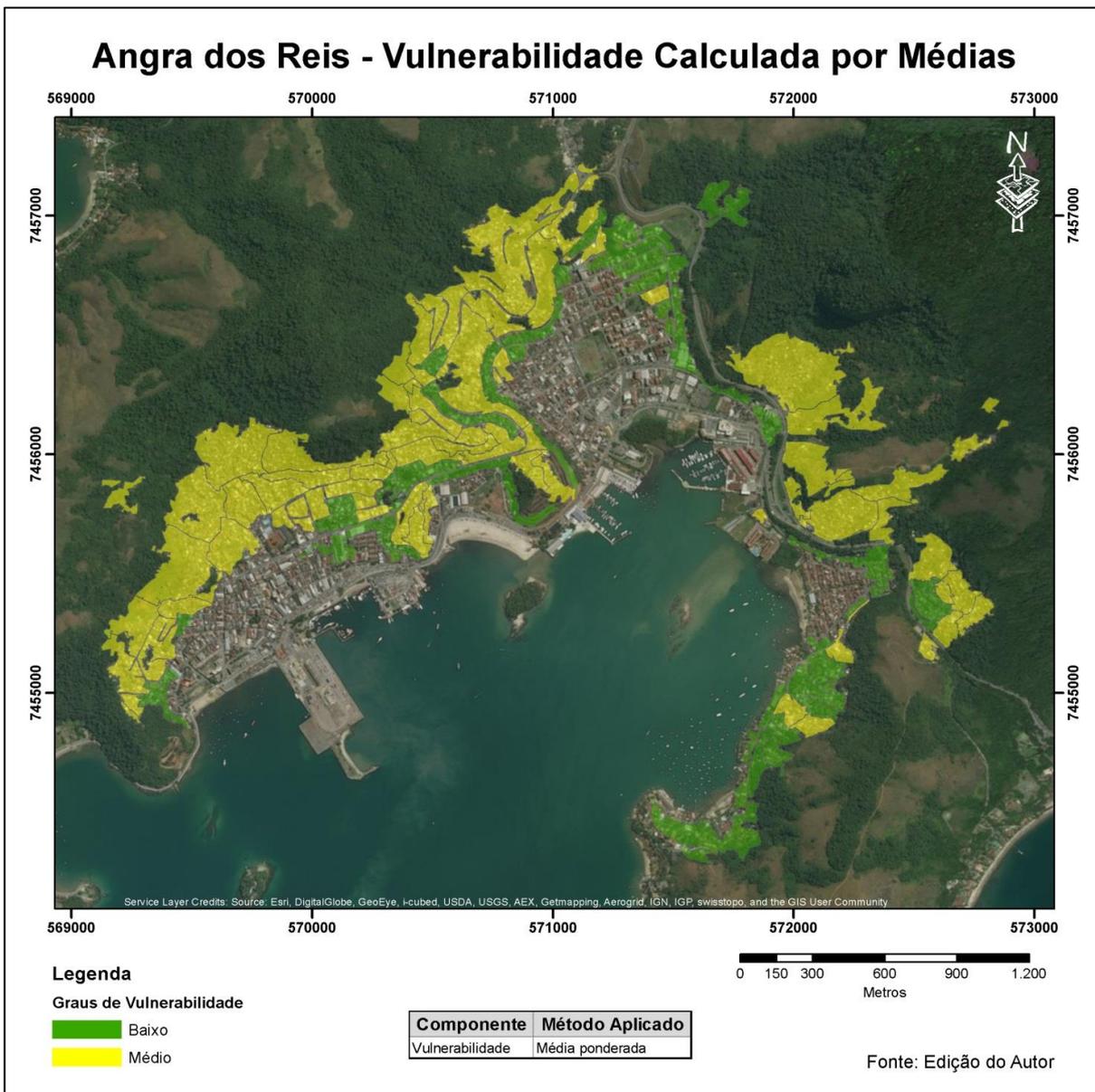


Figura 48: Mapa de vulnerabilidade calculada por médias ponderadas

O padrão espacial permanece coerente com o que foi apresentado para as vulnerabilidades econômicas e sociais, diferente da vulnerabilidade física onde houve uma quase total predominância de vulnerabilidade baixa. Observa-se um padrão espacial onde áreas com padrão construtivo superior apresentam

predominantemente baixa vulnerabilidade, diferente de áreas que apresentam padrão construtivo inferior.

O Quadro 20 mostra dados quantitativos de SP, área e população segundo os graus de vulnerabilidade calculada por médias.

Quadro 20: Distribuição de SP, População e Área Segundo os Graus de Vulnerabilidade por Média Ponderada

Grau de Vulnerabilidade	Quantidades de SPs	Área (ha)	% Área	População	% População
Baixo	45	56,93	29%	6169	21%
Médio	66	139,6	71%	22730	79%
Alto	0	0	0%	0	0%
Totais	111	196,53	100%	28899	100%

Mesmo que os números de SPs não sejam tão díspares, observa-se que quanto a extensão de área e a população há uma predominância dos SPs de classificados como médio perante os setores de baixa vulnerabilidade, com 71% de áreas com vulnerabilidade média, onde residem 79% da população da área de estudo. Pela metodologia de cálculo por médias ponderadas, não há SPs com vulnerabilidade alta.

5.2.3.2 – Vulnerabilidade por Análise Fatorial

Como fora dito no capítulo de metodologia, na seção onde foi explicado como foram obtidos os resultados de vulnerabilidade por análise fatorial, os cálculos geraram três fatores que explicam, cada um, o comportamento dos dados. Conforme exposto no item 4.3.2, os fatores criados, baseados nas variáveis do Censo, foram: desenvolvimento socioeconômico; saneamento básico; coesão social.

No mapa da Figura 49 é mostrada a distribuição espacial do fator desenvolvimento socioeconômico, onde são conjugados os grupos de variáveis eletricidade, tipo de propriedade da residência, renda, razão de dependência e analfabetismo.

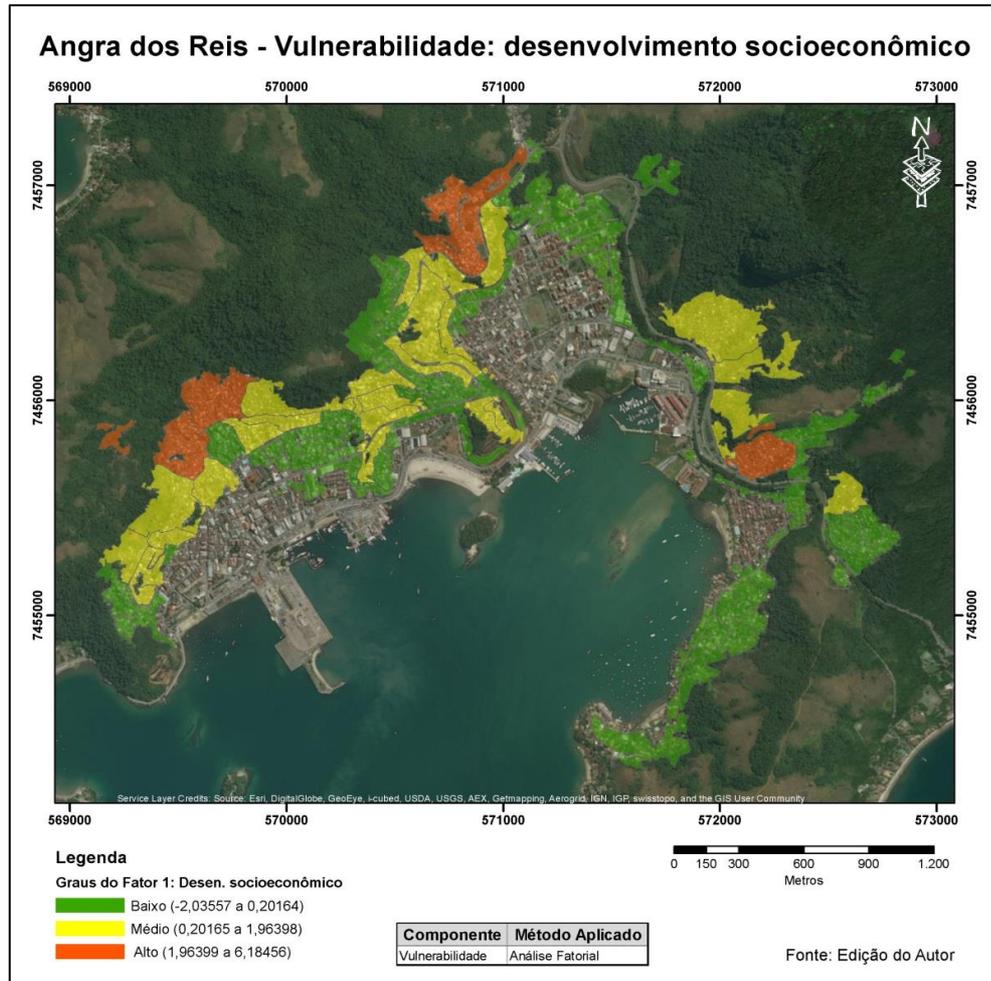


Figura 49: Mapa do fator desenvolvimento socioeconômico calculado por análise fatorial

Percebe-se o padrão semelhante a outros resultados exibidos das vulnerabilidades calculadas por médias ponderadas: áreas com padrão construtivo inferior têm os maiores valores de vulnerabilidade. A diferença em relação a outros resultados é que agora há setores que apresentam vulnerabilidade alta, onde o padrão construtivo tende a ser inferior. Há também SPs com vulnerabilidade socioeconômica média com padrão construtivo inferior. Muitas casas feitas por autoconstrução, que se concentram nas áreas de padrão construtivo inferior, na maior parte das vezes são de posse própria (SÁ, 2009). A posse da residência ser própria aqui neste estudo é considerado uma característica que diminui a vulnerabilidade.

No Quadro 21 são exibidos dados quantitativos sobre quantidade de SPs, área e população segundo os graus de vulnerabilidade referente ao desenvolvimento socioeconômico.

Quadro 21: Distribuição de SP, População e área Segundo os Graus de Vulnerabilidade Referente ao Desenvolvimento Socioeconômico

Grau fator	Quantidade de SPs	Área (ha)	% Área	População	% População
Baixo	85	95,52	49%	12148	42%
Médio	22	73,56	37%	10937	38%
Alto	4	27,45	14%	5814	20%
Total	111	196,53	100	28899	100

Mesmo tendo poucos SPs e uma extensão de área baixa, o número de 20% da população com vulnerabilidade alta em desenvolvimento socioeconômico é significativo, mostrando que essas áreas, ainda que poucas e menos extensas, requerem ações que possam suprir as necessidades inerentes a este fator.

O fator saneamento básico, que compreende aos grupos de variáveis água, esgoto e lixo, tem a espacialização dos seus resultados exibida na Figura 50.

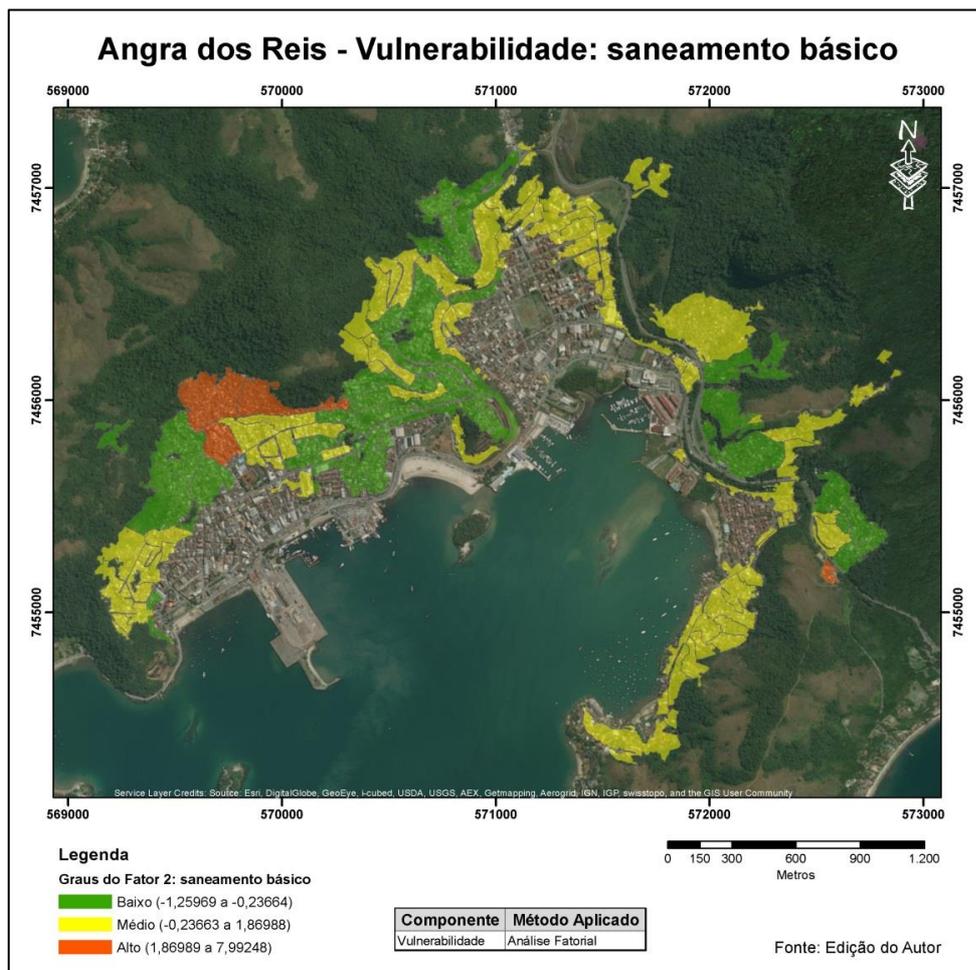


Figura 50: Mapa do fator saneamento básico calculado por análise fatorial

Quanto a sua distribuição espacial, é preocupante que três SPs que estão a oeste e com graus de vulnerabilidade alta estejam em locais próximos de onde já ocorreram deslizamentos em 2010 (RODRIGUES, 2013), pois sabe-se que deficiências no saneamento básico aumentam a Suscetibilidade do terreno, por consequência o perigo (AUGUSTO FILHO, 2001). Alguns SPs, mesmo consideradas no presente trabalho como de alto padrão construtivo, são apontados com vulnerabilidade do saneamento básico médio, provando as carências que o município tem em relação a essa infraestrutura.

No Quadro 22 é possível ter uma melhor noção da extensão de área e a população nos SPs por grau de vulnerabilidade do saneamento básico.

Quadro 22: Distribuição de SPs, População e área Segundo os Graus de Vulnerabilidade Referente ao Fator Saneamento Básico

Grau do Fator	Quantidade de SPs	Área (ha)	% Área	População	% População
Baixo	37	83,20	42%	13930	48%
Médio	70	100,02	51%	12036	42%
Alto	4	13,31	7%	2933	10%
Total	111	196,53	100	28899	100

Com o auxílio do Quadro 22 enxerga-se que o percentual de população em áreas de vulnerabilidade alta em relação ao saneamento básico é maior do que a extensão de área e o número de SPs, onde existem quase três mil pessoas em SPs com deficiências em saneamento básico.

Em 51% da área de estudo, 42% da população tem vulnerabilidade média de saneamento básico. Áreas de padrão construtivo superior também têm uma vulnerabilidade média quanto ao saneamento básico. Essas áreas, que podem contribuir com a poluição dos corpos d'água próximos, precisam de melhorias de serviços de saneamento básico, e recorrer a serviços de controle de doenças.

Quanto ao último fator, que isolou o grupo de variáveis Tipo de Moradia/Coesão Social, pode ser observada a distribuição espacial no mapa da Figura 51.

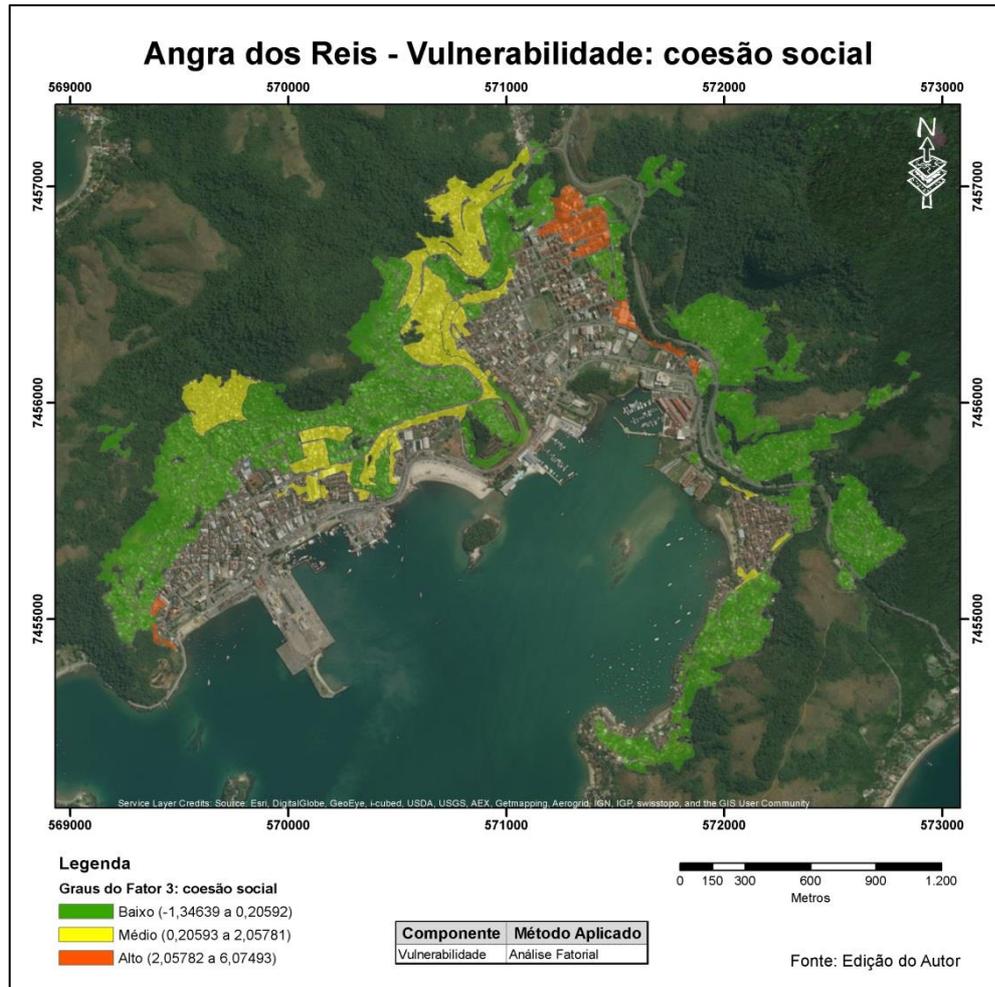


Figura 51: Mapa do fator coesão social calculado por análise fatorial

Ainda que para avaliar essa variável de coesão social sejam necessários outros dados, como a existência de grupos associativos, participação em atividades sociais etc, a interpretação destes resultados pode auxiliar na previsão do comportamento da população em todas as ações de Redução de Riscos e Desastres (RRD). Ações em RRD contam com a participação coletiva da população, como, por exemplo, na interação da comunidade com as instituições públicas, na comunicação sobre os riscos, durante a evacuação emergencial, no reconhecimento de pessoas atingidas, e na solidariedade da população de se recuperar do trauma.

Nesse aspecto poucas áreas apresentam alta vulnerabilidade –a maioria desses com padrão construtivo alto-, predominando áreas de baixa vulnerabilidade no que diz respeito a coesão social. Os dados quantitativos referentes a população e área e suas vulnerabilidades quanto a coesão social estão apresentados no Quadro 23.

Quadro 23: Distribuição de SP, População e área Segundo os Graus de Vulnerabilidade Referente ao Fator Coesão Social

Grau do Fator	Quantidade de SPs	Área (ha)	% Área	População	% População
Baixo	88	148,11	75%	19769	68%
Médio	18	39,56	20%	8169	28%
Alto	5	8,86	5%	961	3%
Total	111	196,53	100	28899	100

A maioria dos setores têm baixa vulnerabilidade no que diz respeito a coesão social, onde moram 68% da população. Apenas 3% da população é altamente vulnerável neste aspecto.

Por fim, é apresentado no mapa da Figura 52 a vulnerabilidade total da área de estudo aferida por análise fatorial, resultante da média simples entre os valores dos três fatores de vulnerabilidade para cada SP.

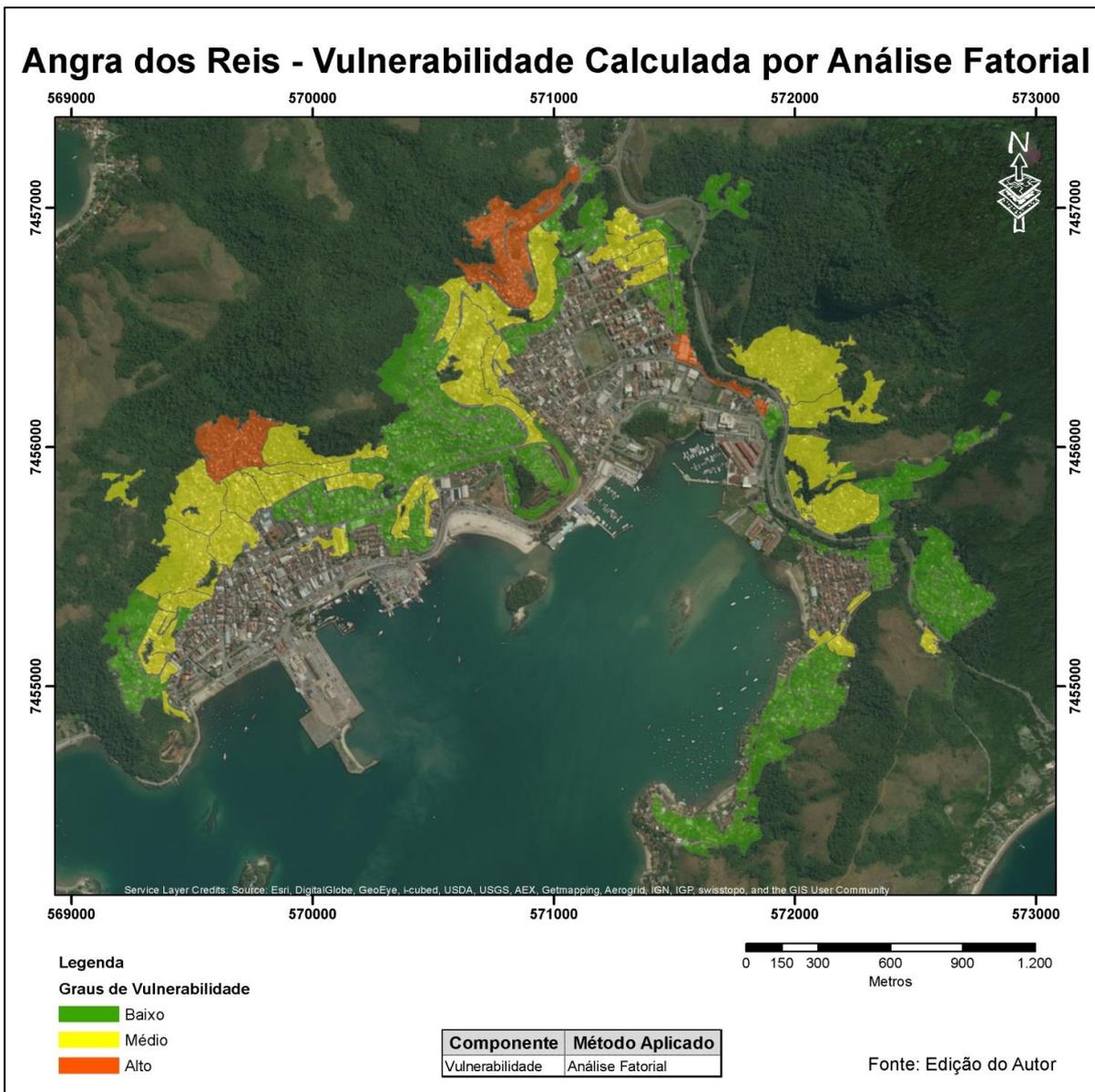


Figura 52: Mapa da vulnerabilidade calculada por análise fatorial

Os mapas de vulnerabilidade calculados por análise fatorial apresentaram resultados mais diversificados do que os mapas calculados por médias ponderadas. O padrão construtivo aqui neste resultado de vulnerabilidade total não tem correspondência direta com a classificação dos graus de vulnerabilidades dos SPs. Há áreas de padrão construtivo inferior com graus de vulnerabilidade baixo. Ainda assim, não existem casas com padrão construtivo alto com vulnerabilidade alta.

No Quadro 24 serão exibidos os números no que diz respeito a vulnerabilidade total aferida por análise fatorial da área de estudo.

Quadro 24: Distribuição de SP, População e Área Segundo os Graus de Vulnerabilidade por Análise Fatorial

Grau Vulnerabilidade	N° SPs	Área (Ha)	% Área	População	% População
Baixo	78	93,619	48%	12009	42%
Médio	30	84,637	43%	12822	44%
Alto	3	18,27	9%	4068	14%
Total	111	196,53	100	28899	100

A maior parte da população (44%) está em SPs que têm sua vulnerabilidade total média, estendendo por 43% da área de estudo. Já 42% da população se encontram em baixa vulnerabilidade, em 48% da área de estudo. Três SPs, em 9% de extensão da área de estudo, concentram 14% da população (4.068 moradores) em vulnerabilidade alta, número bastante significativo para ações de gestão em RRD, mesmo sendo relativamente baixo quando comparados a população que apresenta vulnerabilidade baixa e média.

5.3 – OS MAPAS DE RISCO

Nesta seção são apresentados os resultados do mapeamento de risco, que se constituem nos objetos finais da presente pesquisa. A apresentação dos mapas de riscos será feita pelo tipo de exposição utilizada (por número de moradores ou densidade demográfica). Dentro de cada tipo de exposição são mostrados os resultados das matrizes: a matriz de risco que combina os componentes perigo e exposição; e as matrizes feitas com os componentes perigo e consequências. As consequências foram definidas por uma matriz que associa as componentes de exposição e vulnerabilidade, que utilizam dois diferentes métodos de cálculo: médias ponderadas e análise fatorial.

5.3.1 – Mapas de Risco Utilizando a Exposição por Número de Moradores

Os resultados aqui mostrados estão divididos em: mapa de risco da matriz de risco perigo e exposição; mapa da matriz de risco perigo e consequências.

5.3.1.1 – Mapa Resultante da Matriz de Risco Perigo e Exposição

O mapa de risco resultante da matriz que associa perigo e exposição está apresentado na Figura 53.

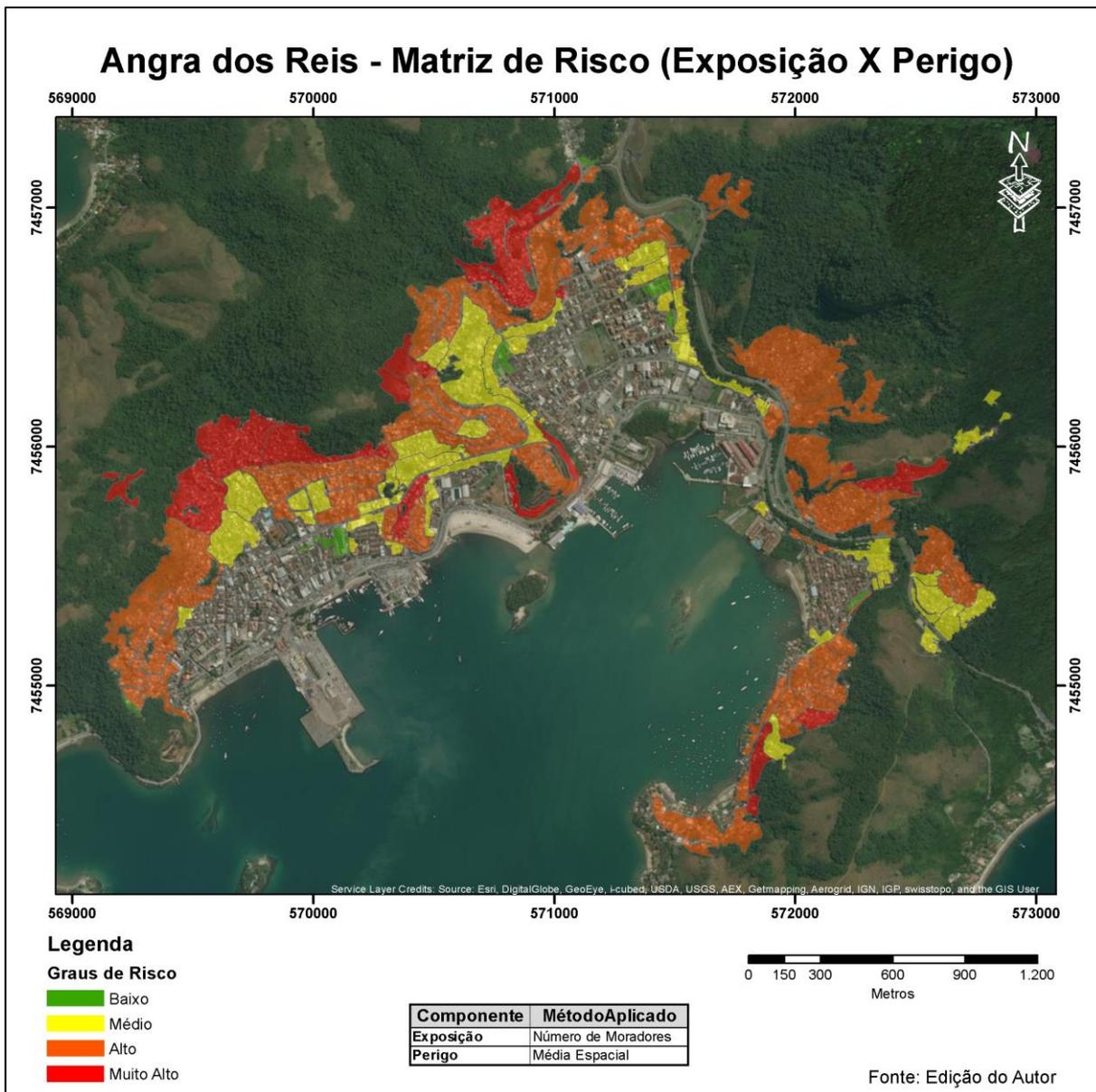


Figura 53: Mapa de risco com os componentes exposição (número de moradores) e perigo

Por esta primeira matriz de risco tem-se a noção que a área de estudo apresenta uma situação bastante preocupante. Poucos SPs estão em grau de risco baixo, e predominam os graus alto e muito alto, o que pode-se inferir como padrão espacial é o de quanto melhor o padrão construtivo dos SPs, menor o risco.

Outra constatação preocupante é de que os SPs com grau de risco alto e muito alto estão em sua maior parte em áreas à montante das encostas. Em uma situação de resposta a um eventual desastre, o socorro pode ser dificultado pelas características morfológicas desses locais.

No Quadro 25 são apresentados os dados quantitativos dessa matriz de risco exposição por Suscetibilidade.

Quadro 25: Distribuição dos SPs, População e Área Segundo a Classificação de Risco (perigo e exposição) a Desastres

Grau de Risco	Quantidade de SPs	Área (ha)	% Área	População	% População
Baixo	7	3,43	2%	571	2%
Médio	36	45,87	23%	7467	26%
Alto	54	108,20	55%	13835	48%
Muito alto	14	39,02	20%	7026	24%
Total	111	196,53	100	28899	100

Em 75% da área de estudo estão SPs com grau de risco alto (55%) e muito alto (20%), onde estão 72% da população. Já em 25% da área de estudo estão SPs com classificação de risco baixo e médio, com 28% da população.

Os resultados indicam que a área de estudo apresenta uma situação bastante preocupante, em função do elevado valor absoluto e percentual (20.861 habitantes, 72% da população da área de estudo ou 16% da população³⁰ do município e Angra dos Reis) de população estar em área de risco alto ou muito alto.

5.3.1.2 – Mapa Resultante da Matriz de Risco Perigo e Consequências (Vulnerabilidade e Exposição)

Nesta seção serão mostrados os resultados dos mapas de riscos analisados com os indicadores da componente vulnerabilidade calculada por médias ponderadas e análise fatorial.

5.3.1.2.1 – Mapa de risco resultante do cálculo da vulnerabilidade por médias ponderadas

O mapa de consequências resultante da matriz que associa vulnerabilidade e exposição, em que a vulnerabilidade foi calculada por médias ponderadas está apresentado na Figura 54.

³⁰ Considerando a população de Angra dos Reis em 2010 = 169.511 habitantes (IBGE, 2010)

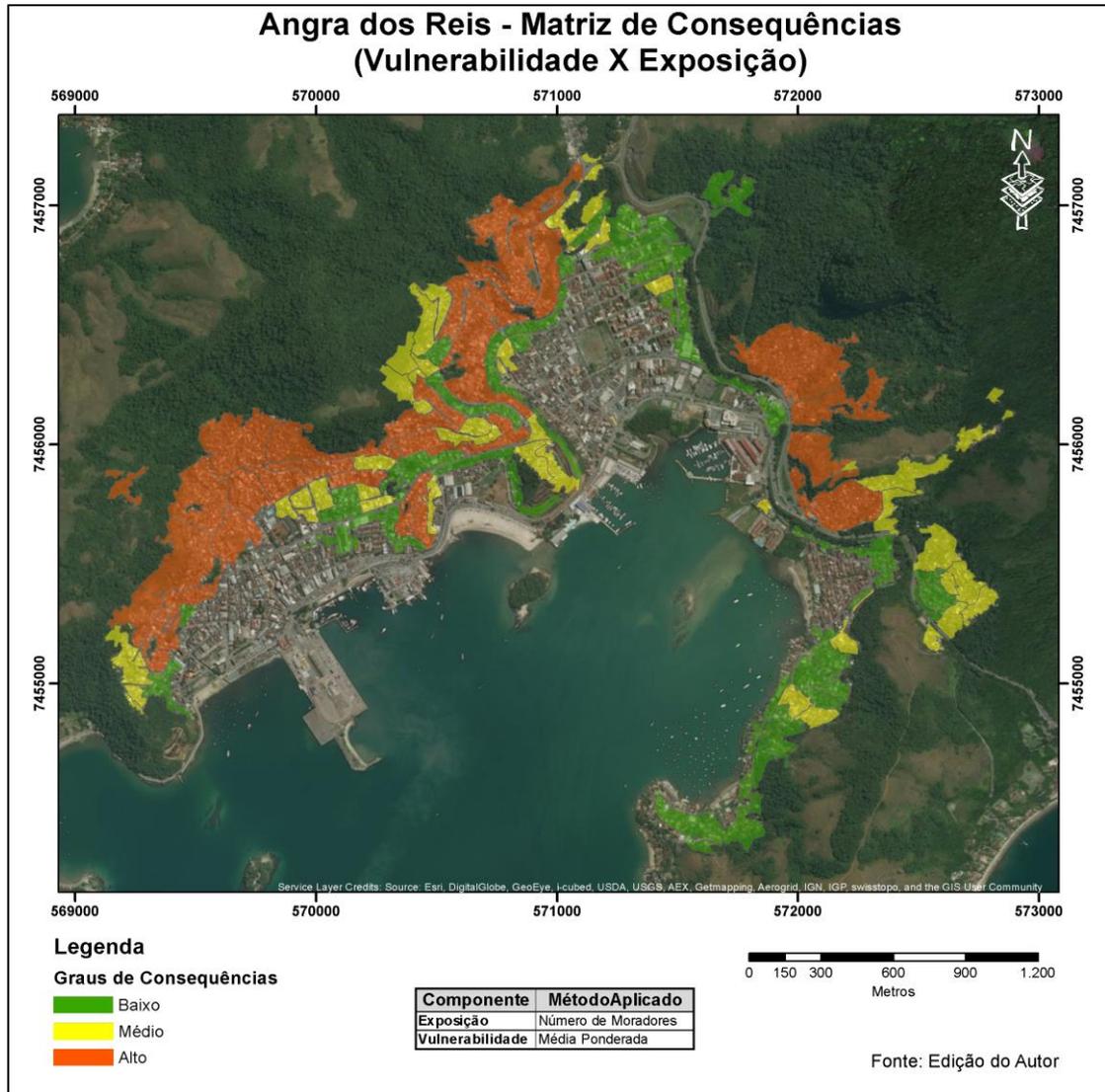


Figura 54: Mapa de consequências (vulnerabilidade por médias ponderadas)

O padrão espacial encontrado nos resultados que considerou somente a exposição permanece: quanto pior o padrão construtivo e maior exposição da população, piores serão as consequências. No Quadro 26 é possível ter os dados quantitativos dessa distribuição espacial das consequências.

Quadro 26: Distribuição de SPs, População e Área Segundo a Classificação de Consequências (vulnerabilidade por médias ponderadas)

Grau de Consequências	Quantidade de° SPs	Área (ha)	% Área	População	% População
Baixo	45	56,93	29%	6169	21%
Médio	41	41,24	21%	5835	20%
Alto	25	98,36	50%	16895	58%
Total	111	196,53	100	28899	100

Os números confirmam o que já vem sendo observado em outros resultados: SPs com grande contingente populacional, além de terem um padrão construtivo inferior, tem mais deficiências nos aspectos estudados aqui na pesquisa. Isto também denota outra constatação: na área de estudo há uma desigualdade socioespacial, devido aos resultados se diferenciarem dependendo do padrão construtivo.

Não é possível dizer que os SPs com maior população nesta matriz são com maior densidade demográfica. Analisando os percentuais de área e de população em cada classificação de consequências percebe-se números semelhantes entre ambos, mostrando que a população, no que diz respeito a consequências, é proporcionalmente distribuída por área. No entanto, quanto ao número de SPs há uma concentração de área e população maior nos SPs com graus de consequência alto.

Na Figura 55 é mostrado o mapa de risco resultante da associação dos graus de perigo das SPs com as consequências, em que a vulnerabilidade foi calculada por médias ponderadas.

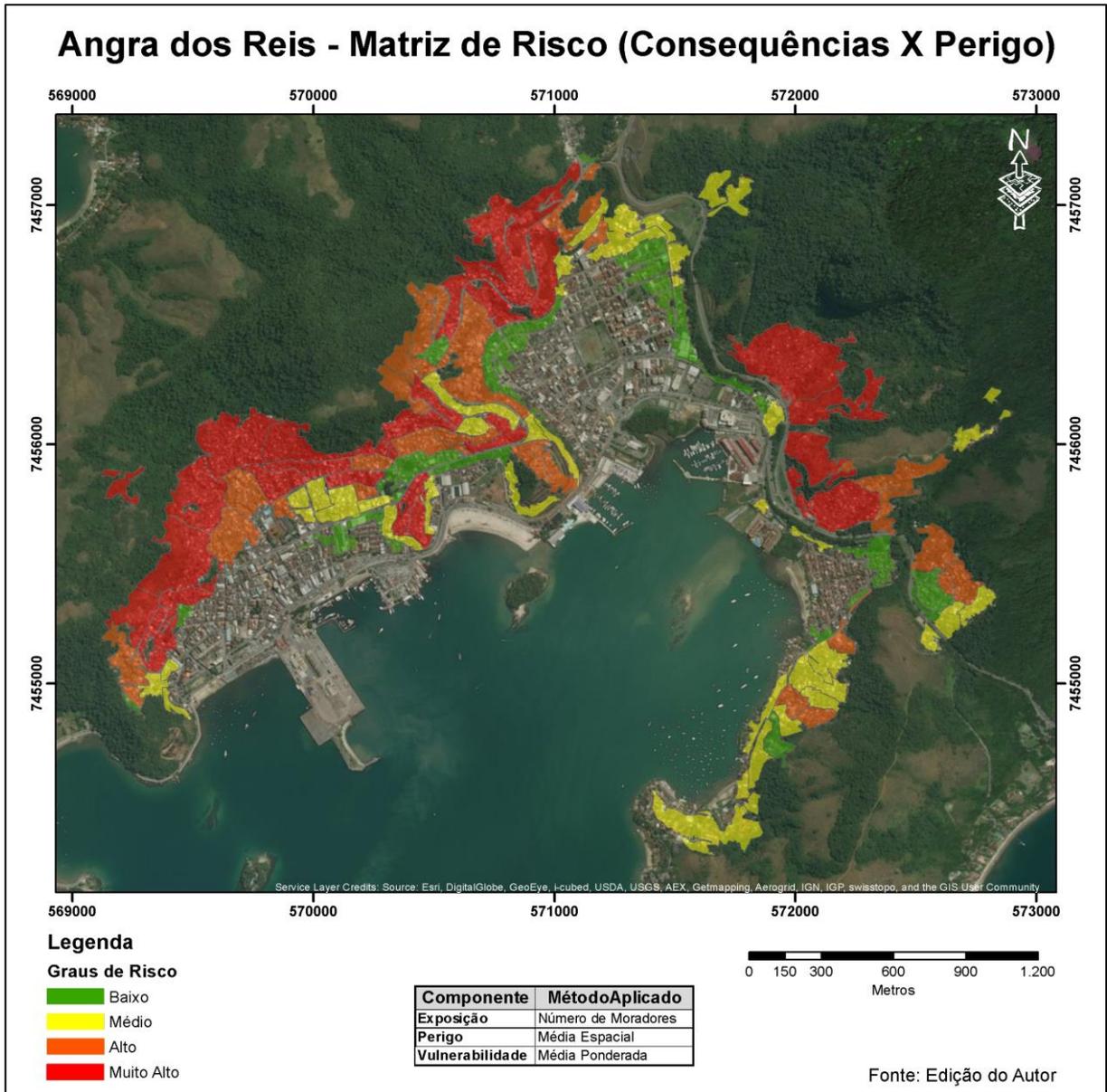


Figura 55: Mapa de risco com os componentes perigo e consequências (vulnerabilidade por médias ponderadas)

Observa-se uma extensão considerável de SPs com grau de risco muito alto. Comparando com resultados anteriores, mesmo SPs em áreas consideradas de padrão construtivo superior tiveram sua classificação agravada, mas mudando de baixo para médio. SPs à montante das encostas habitadas e com alta concentração de construções estão com grau alto e muito alto de risco, o que mostra que essas áreas requerem muita atenção pelos gestores públicos.

No Quadro 27 são mostrados os valores quantitativos da espacialização do risco.

Quadro 27: Distribuição de SPs, População e Área Segundo a Classificação de Risco (perigo e consequência) a Desastres (vulnerabilidade por médias ponderadas)

Grau de Risco	Quantidade de SPs	Área (ha)	% Área	População	% População
Baixo	31	29,85	15%	4019	14%
Médio	30	38,11	19%	4103	14%
Alto	29	44,55	23%	6516	23%
Muito alto	21	84,02	43%	14261	49%
Total	111	196,53	100	28899	100

Observa-se um número maior de SPs com risco muito alto quando comparado com o método que não leva em consideração a vulnerabilidade, mas, por outro lado, uma grande redução da área de risco alto. Quase metade da população (49%) e 43% da área de estudo está sob grau de risco muito alto. Quando esses números são somados com os das áreas de risco alto, tem-se 68% de extensão de área e 72% da população, valores relativamente próximos daqueles calculados associando somente perigo e exposição.

5.3.1.2.2 – Mapa de risco resultante do cálculo da vulnerabilidade por análise fatorial

O mapa de consequências resultante da matriz que associa vulnerabilidade e exposição, em que a vulnerabilidade foi calculada pela análise fatorial está apresentado na Figura 56.

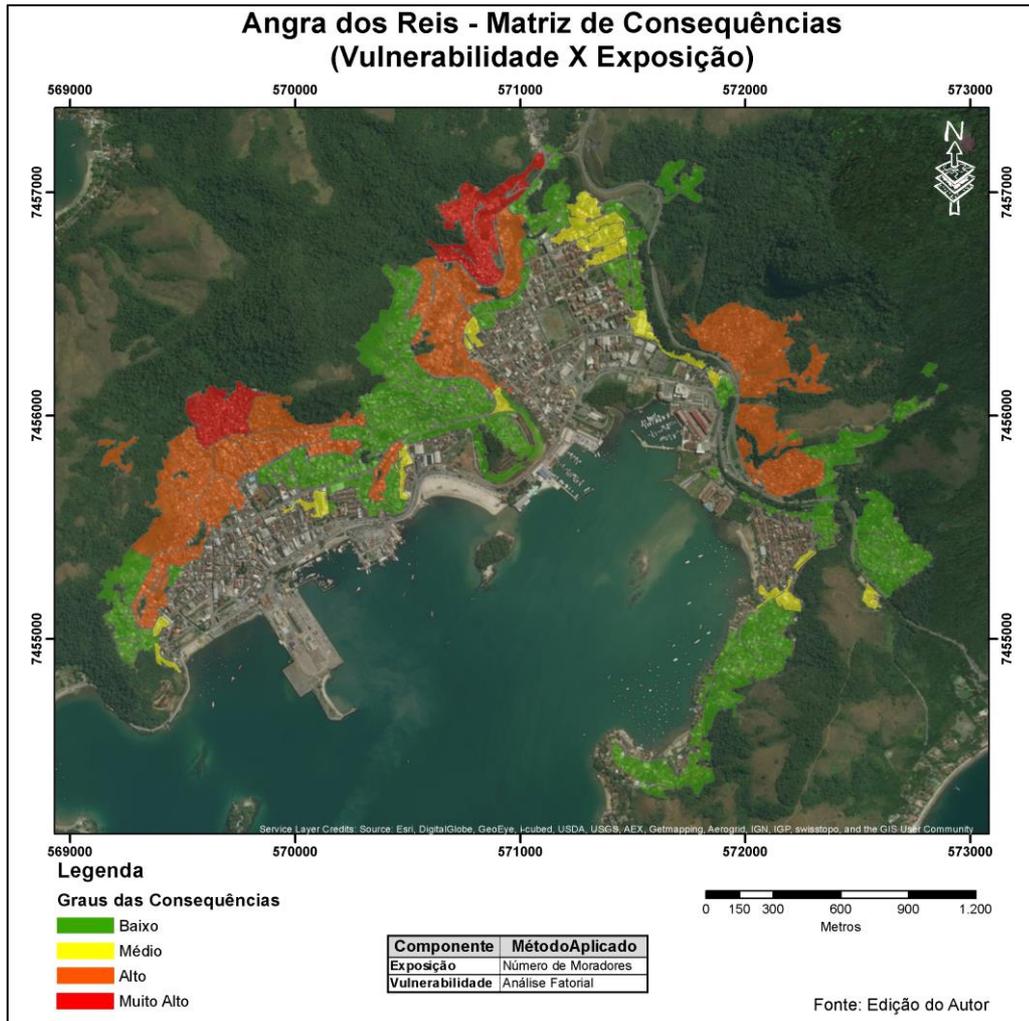


Figura 56: Mapa de consequências (vulnerabilidade por análise fatorial)

Diferente do mapa de consequências que considera vulnerabilidade calculada por médias, o mapa resultante da consideração da vulnerabilidade calculada por análise fatorial passa a apresentar o grau muito alto de consequências, mas em poucos SPs. O padrão espacial de quanto pior o padrão construtivo e maior exposição da população, maiores serão as consequências permanece, apesar de haver SPs com padrão construtivo baixo com consequências baixas.

Mesmo com esse grau “muito alto” presente neste método, observa-se também uma redução da classificação das consequências em alguns SPs no centro da área de estudo. Isto deve-se a um aumento do grau de vulnerabilidade pelo método de médias ponderadas para esses SPs, que por análise fatorial tiveram seus indicadores de vulnerabilidades calculados e estimados com grau baixo. Assim, SPs que na análise fatorial foram classificados com vulnerabilidade baixa, no cruzamento com exposição permaneceram como SPs de consequências baixas; e esses

mesmos SPs em vulnerabilidade calculada por médias ponderadas tiveram seus indicadores médios, foram classificadas como consequências altas.

No Quadro 28 são apresentados os dados quantitativos do mapeamento da matriz de consequências.

Quadro 28: Distribuição de SPs, População e Área Segundo a Classificação de Conseqüências (vulnerabilidade por análise fatorial)

Grua de Conseqüências	Quantidade de SPs	Área (ha)	% Área	População	% População
Baixo	78	93,62	48%	12009	42%
Médio	13	14,50	7%	1970	7%
Alto	18	72,10	37%	11053	38%
Muito alto	2	16,31	8%	3867	13%
Total	111	196,53	100	28899	100

Dois SPs estão com grau de consequências muito alto, mas com alta concentração de população (13% da população). Ao juntar os números referentes a população e área dos SPs com graus alto e muito alto (51% da população em 45% de área), são observados registros menores que os obtidos pelo método das médias ponderadas. Observou-se, ainda, 78 SPs classificados com grau de consequência baixo com 42% da população e 48% da área, mostrando que a agregação/desagregação dos dados faz diferença na distribuição espacial dos dados.

Na Figura 57 é mostrado o mapa de risco resultante da associação dos graus de perigo das SPs com as consequências, em que a vulnerabilidade foi calculada por análise fatorial.

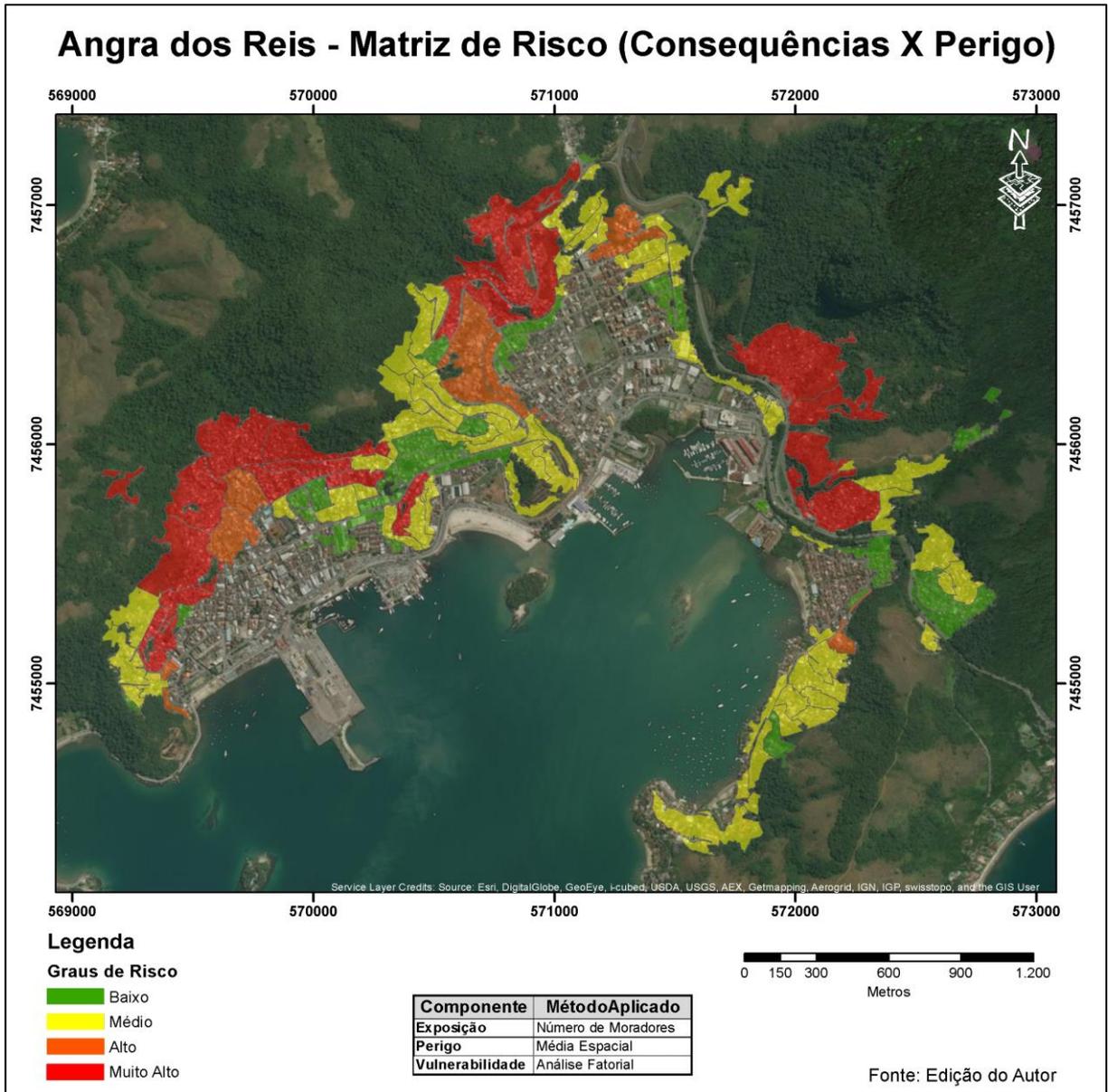


Figura 57: Mapa de risco com os componentes perigo e consequências (vulnerabilidade por análise fatorial)

A distribuição espacial dos graus de risco nos SPs está mais suavizada comparada com os resultados de outras matrizes de risco. Muitos SPs que foram graduados como alto e muito alto nos outros resultados, aqui na classificação que utilizou vulnerabilidade calculada por análise fatorial tiveram grau de risco médio, devido às diferenças de classificação de vulnerabilidade explicadas anteriormente.

O padrão espacial permanece semelhante aos resultados anteriores, onde áreas com padrão construtivo inferior e/ou à montante das encostas habitadas tendem a ter a classificação de risco mais altas do que as outras áreas.

No Quadro 29 apresentamos os dados quantitativos do mapeamento desta matriz de risco.

Quadro 29: Distribuição de SP, População e Área Segundo a Classificação de Risco (perigo e consequência) a Desastres (vulnerabilidade por análise fatorial)

Grau de Risco	Quantidade de SPs	Área (ha)	% Área	População	% População
Baixo	32	28,03	14%	4310	15%
Médio	56	75,00	38%	9175	32%
Alto	7	19,11	10%	3136	11%
Muito alto	16	74,39	38%	12278	42%
Total	111	196,53	100	28899	100

Observa-se a redução do número de pessoas em SPs de classificação de risco alto e muito alto, com 42% da população da cidade nesta situação. Somando com os 11% da população em SPs classificados como alto são 53% da população.

5.3.2 – Mapas de Risco Utilizando a Exposição por Densidade Demográfica

Os resultados aqui mostrados estão divididos em: mapa de risco da matriz de risco perigo e exposição; mapa da matriz de risco perigo e consequências.

5.3.2.1 – Mapa de Risco Resultante da Associação entre Perigo e Exposição

O mapa de risco resultante da matriz que associa Suscetibilidade e exposição está apresentado na Figura 58.

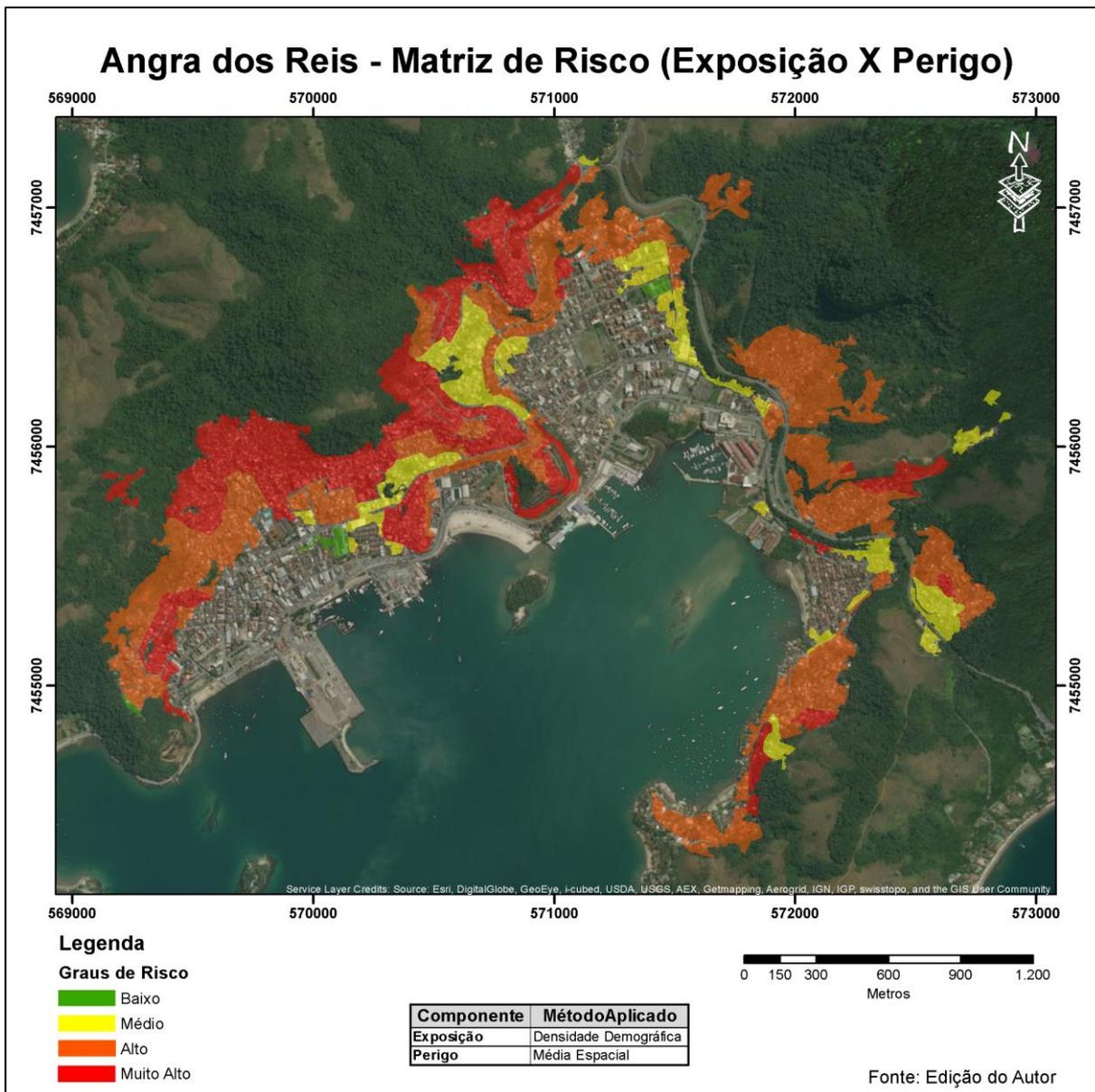


Figura 58: Mapa de risco com os componentes exposição (densidade demográfica) e perigo

Não se percebe grandes diferenças na distribuição espacial neste mapa de risco em relação ao mapa que usa exposição por número de moradores. Alguns SPs que antes estavam graduados como risco baixo, com este mapa da Figura 58 estão classificados com um grau acima. Isto foi percebido nos SPs mais adensados.

SPs com padrão construtivo superior estão com grau de risco médio e baixo, ainda que com alguns SPs com padrão construtivo com classificação de risco alto. O mesmo não acontece com os SPs que têm padrão construtivo inferior. Não há SPs com padrão construtivo inferior com classificação de risco baixo.

No Quadro 30 são apresentados os dados quantitativos da matriz de risco exposição por perigo.

Quadro 30: Distribuição dos SPs, População e Área Segundo a Classificação de Risco (perigo e exposição) a Desastres

Grau de risco	N° SPs	Área (Ha)	% Área	População	% População
Baixo	4	2,20	1%	253	1%
Médio	28	34,27	17%	4436	15%
Alto	53	111,61	57%	14177	49%
Muito alto	26	48,45	25%	10033	35%
Total	111	196,53	100	28899	100

A maior parte da população está em classes de risco alto e muito alto (84%). A classe de risco muito alto é a que tem maior diferença entre área e população, com diferença de 10% entre área e população, com essa diferença em favor da população. Já na classe alto ocorre o contrário, com área tendo uma diferença de 12% em relação ao percentual de população. Não acontece essa diferença com as outras classes. O grau de risco muito alto mostra, mais uma vez, o adensamento de população em porcentagem de extensão de área menor.

5.3.2.2 – Mapa de Risco resultante da associação entre Suscetibilidade e Consequências (Vulnerabilidade e Exposição)

Nesta seção serão mostrados os resultados dos mapas de riscos analisados com os indicadores da componente vulnerabilidade calculada por médias ponderadas e análise fatorial.

5.3.2.2.1 – Mapa de risco resultante do cálculo da vulnerabilidade por médias ponderadas

O mapa de consequências, resultante da matriz de risco que cruza as componentes vulnerabilidade e exposição, é exposto na Figura 59.

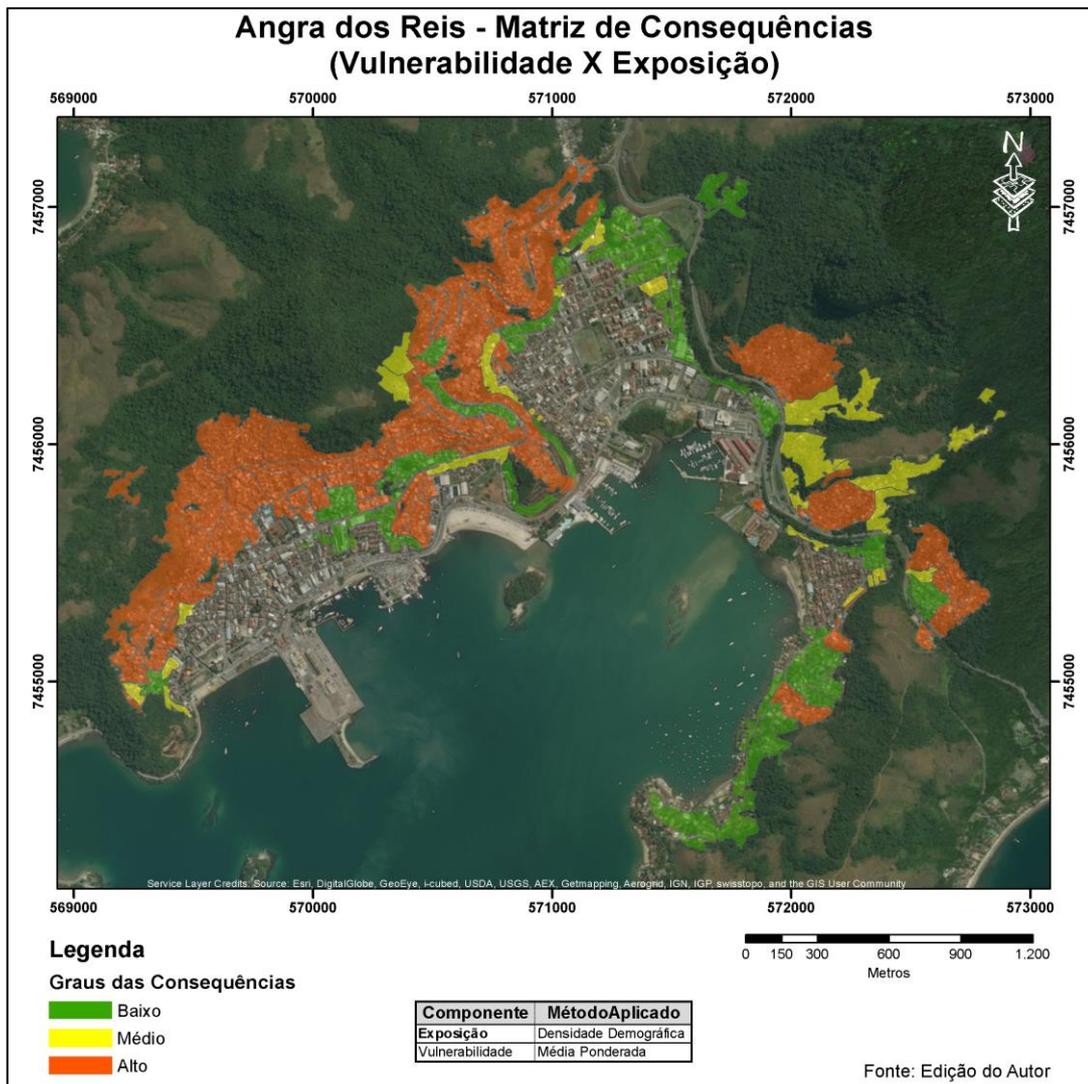


Figura 59: Mapa de consequências (vulnerabilidade por médias ponderadas)

Este mapa mostra que áreas que visualmente são mais adensadas são classificadas com graduação de consequências alto. A distribuição dos SPs por padrão construtivo é de quanto maior a classificação de risco, inferior será o padrão construtivo. Este mapa da Figura 59 é o que mostra com mais precisão o padrão espacial existente na área, revelando certa desigualdade entre os SPs.

No Quadro 31 é possível ter os dados quantitativos dessa distribuição espacial das consequências.

Quadro 31: Distribuição de SPs, População e Área Segundo a Classificação de Consequências (vulnerabilidade por médias ponderadas)

Grau de consequências	N° SPs	Área (Ha)	% Área	População	% População
Baixo	36	50,797	26%	4497	16%
Médio	27	49,902	25%	4847	17%
Alto	48	95,827	49%	19555	68%
Total	111	196,53	100	28899	100

Maior parte da população está com grau de consequências alto. A extensão da área de estudo está dividida entre SPs de altas consequências e a somatória de baixa e média consequência. Mais uma vez, há concentração de população em SPs no grau alto de consequências.

Na Figura 60 é mostrado o mapa de risco resultante da associação dos graus de perigo das SPs com as consequências.

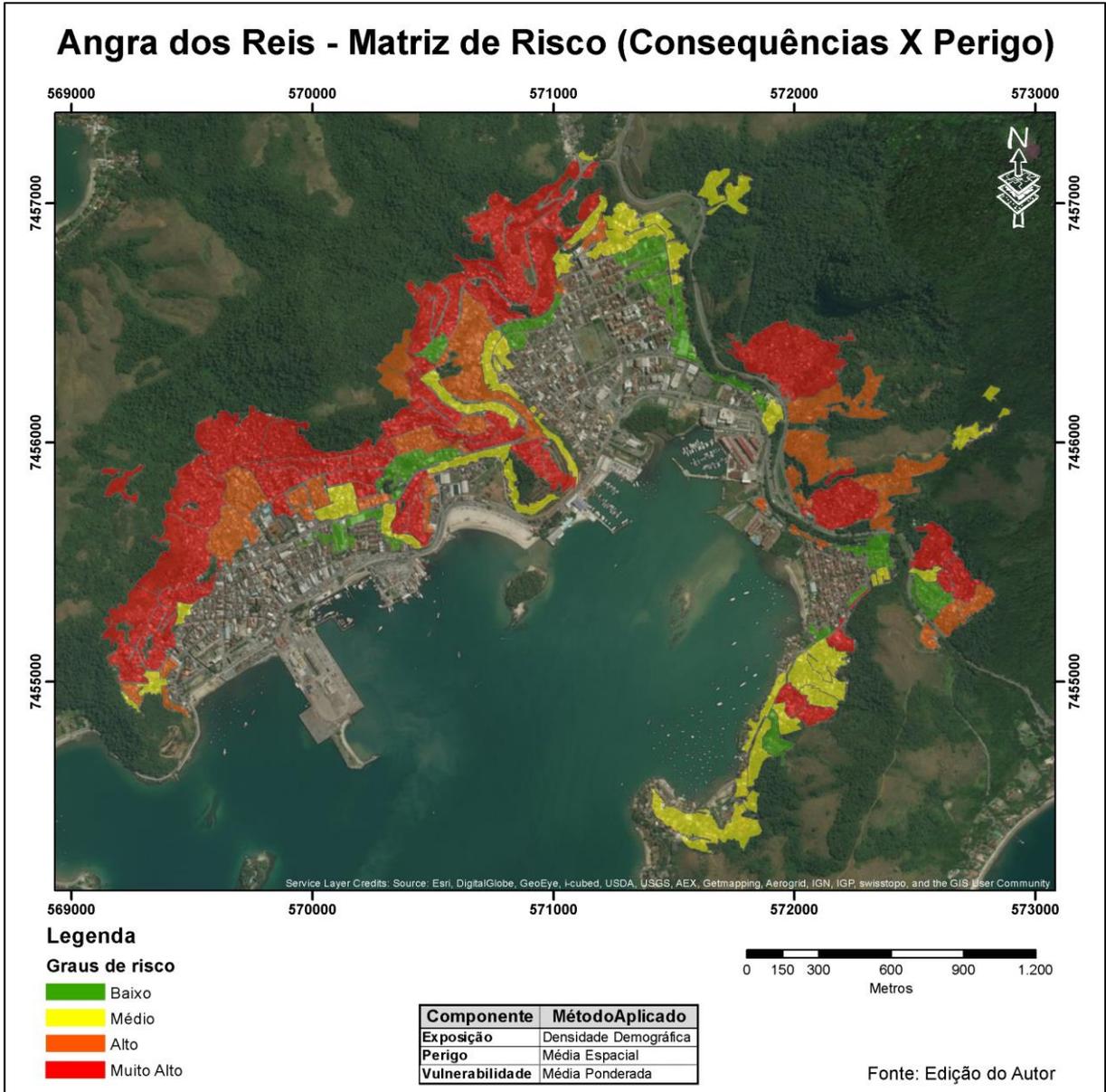


Figura 60: Mapa de risco com os componentes perigo e consequências (vulnerabilidade por média ponderada)

A Figura 60 mostra que quase todos os SPs à montante das encostas habitadas estão com grau de risco alto ou muito alto, exceto os SPs que na matriz de consequências tiveram grau baixo ou médio. Os resultados da matriz de consequências, mostrada na figura 59, agrava os graus de risco para este mapa da figura 60.

No Quadro 32 são mostrados os números relacionados a esse mapa de risco.

Quadro 32: Distribuição de SPs, População e Área Segundo a Classificação de Risco (perigo e consequência) a Desastres (vulnerabilidades por médias ponderadas)

Grau de risco	N° SPs	Área (Ha)	% Área	População	% População
Baixo	19	20,19	10%	2306	8%
Médio	30	39,03	20%	3866	13%
Alto	30	64,29	33%	7616	26%
Muito alto	32	73,02	37%	15111	52%
Total	111	196,53	100	28899	100

Observa-se que o número de SPs é o mesmo entre as classes, exceto na classe de risco baixo; mas os números quanto a extensão de área e população se diferenciam. A maioria da população está em SPs com classificação de risco muito alto.

Os resultados deste mapa de risco mostram que mesmo tendo um número de SPs semelhantes, a distribuição da extensão de área e a quantidade de população é diferente, dando a entender que os SPs diferenciam-se bastante no que diz respeito a extensão de área e quantidade de pessoas. Neste caso, os SPs com grau de risco muito alto têm alta densidade populacional.

5.3.2.2.2 – Mapa de risco resultante do cálculo da vulnerabilidade por análise fatorial

O mapa de consequências, resultante da matriz que cruza os indicadores das componentes de vulnerabilidade calculada por análise fatorial e exposição, é apresentado na Figura 61.

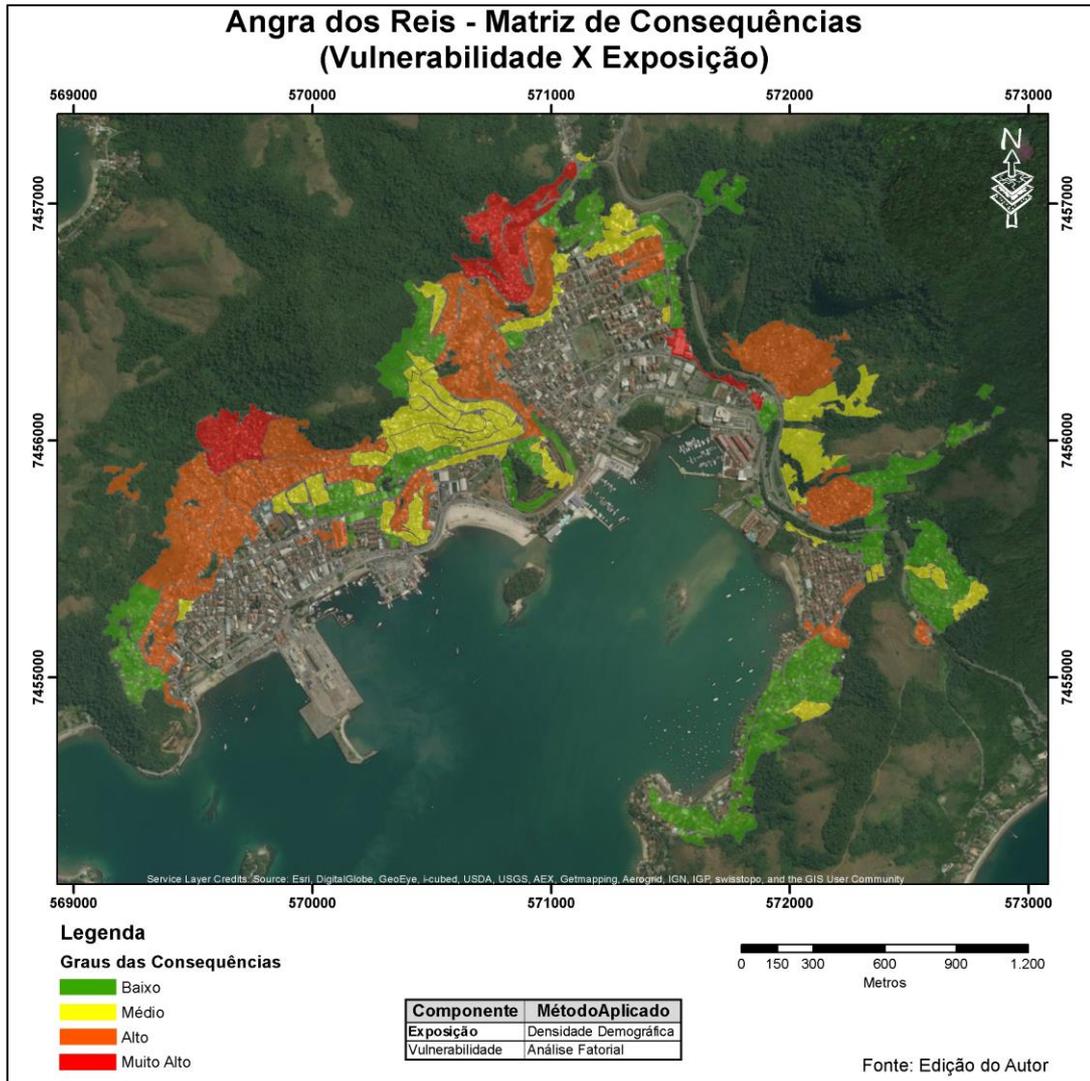


Figura 61: Mapa de consequências (vulnerabilidade por análise fatorial)

A análise fatorial dos dados da componente vulnerabilidade também suavizou a graduação de riscos dos SPs neste mapa. Mesmo tendo o grau muito alto, que não existe no mapa de consequências com a vulnerabilidade calculada por médias, aparecem menos áreas classificadas com grau de risco alto e/ou muito alto neste mapa. Até mesmo alguns SPs que têm padrão construtivo inferior e à montante das encostas habitadas aparecem com classificação de risco baixa. Isto se deve porque a exposição de alguns SPs é menor por densidade demográfica do que por número de moradores, diminuindo o grau de risco ao cruzarem com outras componentes na matriz de risco.

Alguns SPs no centro da área de estudo que na estimação das consequências usando exposição por número de moradores tinham grau de risco

baixo, agora estão com grau de risco médio. Possivelmente isto influenciará no aumento da graduação de risco.

No Quadro 33 são mostrados os números referentes a matriz de consequências do mapa da Figura 62.

Quadro 33: Distribuição de SPs, População e Área Segundo a Classificação de Consequências (vulnerabilidade por análise fatorial)

Grau de consequências	N° SS's	Área (Ha)	% Área	População	% População
Baixo	38	75,57	38%	4835	16%
Médio	46	48,73	25%	9454	33%
Alto	11	34,43	18%	5160	18%
Muito alto	16	37,79	19%	9450	33%
Total	111	196,53	100	28899	100

Se existem menos SPs com grau de consequência alto ou muito alto, o número de pessoas continua alto, com a maioria da população estando nesses SPs. Esses SPs são os que concentram maior número de população, pois em 37% da área de estudo tem 51% de população nessas áreas.

É mostrado mais uma vez um adensamento entre os graus de risco. Os SPs com grau de consequências muito alto têm a mesma porcentagem de população dos SPs com grau médio, mas em uma extensão de área bem menor do que os SPs com grau médio. Isto demonstra o quanto a exposição alta está relacionada com áreas de padrão construtivo baixo, por serem mais adensadas. Esse padrão é mostrado em outros resultados aqui já relatados.

Na Figura 62 é mostrado o mapa de risco resultante da associação dos graus de perigo das SPs com as consequências.

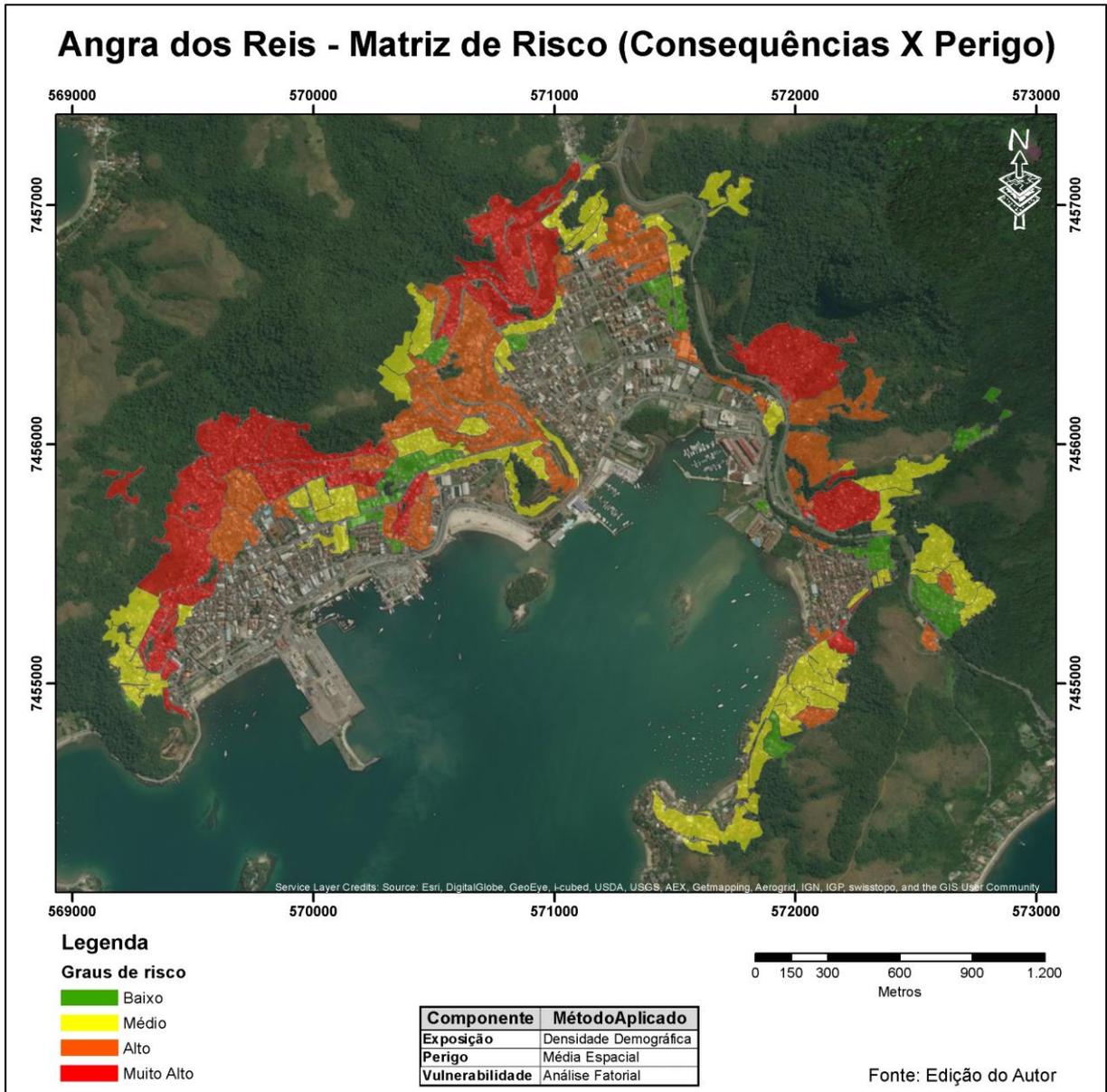


Figura 62: Mapa de risco com os componentes perigo e consequências (vulnerabilidade por análise fatorial)

Os SPs com grau de risco muito alto ou alto estão à montante das encostas habitadas das elevações e têm o padrão construtivo inferior; no entanto há alguns polígonos que têm classificação de risco médio que estão nessas condições.

Diferente dos outros mapas de risco exibidos até então, muitos SPs que em outros foram classificados com graus de risco alto e muito alto, neste mapa da Figura 63 estão com graus de risco menor, demonstrando que a vulnerabilidade por análise fatorial diminui os graus de risco para esta área de estudo.

No Quadro 34 são mostrados os números relacionados a esse mapa de risco.

Quadro 34: Distribuição de SPs, População e Área Segundo a Classificação de Risco (perigo e consequência) a Desastres (vulnerabilidade por análise fatorial)

Grau de risco	N° SS's	Área (Ha)	% Área	População	% População
Baixo	13	9,89	5%	756	3%
Médio	48	86,41	44%	7975	28%
Alto	36	49,45	25%	9475	33%
Muito alto	14	50,77	26%	10693	37%
Total	111	196,53	100	28899	100

Os SPs com grau de risco médio são os que têm maior quantidade e maior extensão de área. No entanto os SPs com grau de risco alto e muito alto têm, cada um, população maior do que os outros graus de risco (baixo e médio) somados, com 33 e 37% da população da área do risco respectivamente. Assim é possível dizer que onde há maior concentração populacional, há maior tendência para classificação de risco ser alta ou muito alto.

5.4 – ANÁLISES GERAIS

Mesmo tendo variações de resultados entre os diferentes métodos utilizados para estimar as componentes de risco (vulnerabilidade utilizando análise fatorial e médias ponderadas; exposição utilizando número de moradores e densidade demográfica), e também utilizando diferentes matrizes de risco (risco como resultado da combinação da exposição da população com os perigos existentes; risco como resultado da combinação entre vulnerabilidade, exposição das populações e perigos existentes), é possível verificar conclusões qualitativas coincidentes utilizando métodos diferentes.

A começar pela diferença de se usar as exposições em diferentes métodos, os resultados observados para área de estudo indicam que a exposição utilizando a densidade demográfica permite melhor definir os padrões espaciais, indicando, por sua vez, uma melhor acurácia dos graus de risco. Por outro lado é necessário verificar para fins de respostas a desastres se este tipo de resultado é o mais adequado. Supondo que um SP tenha uma densidade altíssima em relação a outro SP que tenha mais habitantes e com densidade menor, qual SP deve ter prioridade na resposta?

Pode-se dizer por agora que para o planejamento de ações de prevenção e mitigação que o mapa por densidades demográficas atende melhor, e para

respostas o mapa por número de moradores. Entende-se que a delimitação dos polígonos da BATER poderia auxiliar mais nesta questão caso houvesse uma maior desagregação do mapeamento censitário. De toda forma, ter à disposição dados de face de quadra já é um grande avanço para realização de análises de risco mais refinadas.

Analisar a vulnerabilidade é imprescindível para gestão de riscos de desastres. Em locais tais quais Angra dos Reis, que é marcado por uma segregação socioespacial, é importante considerar a vulnerabilidade para apontar não apenas quem está mais vulnerável, mas mostrar que esta componente de risco pondera melhor as áreas de risco, seja porque as populações vão buscar áreas *non aedificandi* para construção de moradias e fazerem práticas que contribuam para o aumento da Suscetibilidade e perigo – historicamente essa prática é comum em Angra dos Reis, onde há dificuldades de acesso à terra para habitação -, seja porque essas populações terão capacidades de respostas mais débeis frente às ameaças.

Os indicadores aplicados para verificar a vulnerabilidade em Angra dos Reis não mostraram resultados muito graves. Uma maior disponibilidade de dados que possam englobar mais dimensões de vulnerabilidade podem ser mais reveladores no que diz respeito a relação entre vulnerabilidade e segregação socioespacial no município.

Apesar dessa constatação, os resultados de vulnerabilidade da população mostram que há uma segregação espacial na área de estudo, sendo, portanto, um retrato da sua evolução urbana fortemente influenciada pela implantação de grandes empreendimentos realizados na cidade, marcados pelo gigantismo, isolamento territorial e caráter temporário, conforme abordados na seção 3.3.2. Isto fica evidenciado ao observar o padrão espacial da vulnerabilidade, onde seus indicadores pioram quanto mais adensados e inferiores são os padrões construtivos nos SPs.

As áreas de padrão construtivo inferior são em grande parte áreas de morros, que em muitas vezes podem ser consideradas como aglomerados subnormais (favelas). Ao comparar SPs de padrão construtivo superior com os de padrão construtivo inferior constata-se que estes são mais vulneráveis do que as áreas de padrão construtivo superior. Poucos SPs na área de estudo são de padrão construtivo superior.

Os mapas de vulnerabilidade podem ser utilizados desagregados por fatores ou tipos de vulnerabilidade para planejar melhor as ações em gestão de riscos. Como foi possível de se observar através dos resultados, alguns fatores e tipos de vulnerabilidades não são problemáticos, mas outros mostram debilidades. É possível, assim, identificar os tipos ou fatores de vulnerabilidades que devem ser diminuídos através de políticas públicas específicas.

Os indicadores de vulnerabilidade possibilitaram discriminar melhor quais SPs estão em maior grau de risco, seja por análise fatorial, seja por médias ponderadas. Os mapeamentos que consideraram apenas as componentes de risco exposição e perigo realmente mostraram um número maior de SPs e população em maior grau de risco do que os mapas que consideraram a vulnerabilidade. A vulnerabilidade atenuou em alguns casos os graus de riscos em relação aos mapeamentos que não a utilizaram porque alguns aspectos que aumentam a vulnerabilidade, e por consequência o grau de risco, não tiveram valores elevados, como a vulnerabilidade física, saneamento básico, coesão social dentre outros.

Quase 75% da área de estudo tem situação de perigo associados a movimentos de massas alto ou muito alto. A graduação de risco é atenuada se as consequências são baixas, caso contrário os SPs de perigo alto e muito alto também têm graus de risco alto e muito alto.

A elevada densidade populacional observada nos setores de risco alto e muito alto pode ser um complicador para ações como o planejamento de rotas de fuga e coleta de lixo.

Para auxiliar na visualização e descrição dos resultados foi utilizada a interpretação do padrão construtivo das construções. Com isso foi possível dizer qual é o padrão espacial do risco. Áreas de padrão construtivo inferior e à montante das encostas são as que apresentam maior quantidade de população, extensão de área e quantidade de SPs em graus de risco alto e muito alto.

Mesmo em áreas com padrão construtivo superior há SPs que estão classificados com risco alto nos mapas de risco que não consideraram a vulnerabilidade. Como esses SPs têm vulnerabilidade baixa em todos os métodos utilizados, isso reduz os riscos de desses SPs, ratificando mais uma vez a constatação do efeito da consideração da vulnerabilidade na estimativa do risco

Mesmo com diferenças entre os mapeamentos de risco é possível dizer o perfil das áreas de maior risco associados a movimentos de massa na área central

do município de Angra dos Reis: áreas de alto adensamento populacional, com padrão construtivo inferior, alguma deficiência que a torna vulnerável e exposta a áreas de perigo alto a muito alto, podendo ter situação agravada se estiver à montante das encostas habitadas.

A partir da constatação do efeito das componentes exposição e vulnerabilidade, é importante que as ações em RRD e gestão de riscos não estejam concentradas apenas nos perigos e ameaças, mas, sim, no risco definido pelas três componentes. Ações que envolvam uma forma de pensar a cidade, para que ela seja menos vulnerável em relação a desastres pode diminuir os riscos, bem como ações, comumente empregadas, para a redução das ameaças. Para isso, é importante que Angra dos Reis, uma cidade repartida de diversas maneiras (por não ter uma rede de transporte plenamente integrada; por seus grandes empreendimentos serem fechados a dinâmica local da cidade; por haver uma segregação espacial), faça uma gestão de riscos que não esteja setorizada e isolada na Defesa Civil. Como é recomendado na PNPDEC (BRASIL, 2012), ações em educação, saúde, planejamento urbano, desenvolvimento econômico, ciência e tecnologia, assistência social dentre outras áreas têm que participar considerando a gestão de risco um tema transversal para cidade.

6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma metodologia de análise de risco, baseada na combinação de suas três componentes - perigo, exposição e vulnerabilidade - foi possível de ser desenvolvida e aplicada à área de estudo (região central do município de Angra dos Reis, RJ).

A criação da BATER, concepção criada por acordo de cooperação técnica entre IBGE e CEMADEN (IBGE, 2014b), foi fundamental para realização das análises. Através da BATER, que para área do estudo foi feita de forma exclusiva, foi possível a associação dos dados estatísticos censitários aos dados do mapeamento de Suscetibilidade, estes obtidos de COPPETEC (2012). Com a associação da BATER aos SSs foram construídos os SPs.

Foram criados os SPs pois não foi possível associar os SSs integralmente aos dados censitários, porque ambos os dados são de naturezas diferentes e não são elaborados pela mesma instituição. Conceitualmente, ao desconsiderar os registros a tipologia dos mecanismos de movimentos de massa, os SSs congregados por polígonos da BATER foram transformados em SP, pois eles informam a probabilidade de ocorrerem de movimentos de massa em geral. Os SPs foram as unidades utilizadas nas análises dos riscos e nas espacializações das componentes de risco.

Os SPs poderiam ter um detalhamento mais uniforme por toda área de estudo. Uma maior desagregação de dados do mapeamento censitário, que possibilita a solicitação dos dados censitários, poderia ser providenciada para alguns recortes, principalmente aglomerados subnormais. Mesmo assim, a disponibilidade de faces de quadra é um avanço para análises intraurbanas de qualquer tema, comparando com os setores censitários.

Ter e utilizar as estatísticas do Censo se constitui numa importante fonte de dados para cálculos das componentes vulnerabilidade e exposição. A credibilidade, autoridade e competência que o IBGE tem no levantamento de dados garantem a boa procedência dos dados.

Um dos avanços desta dissertação é a utilização dos dados do Censo 2010 nas análises em RRD, criando assim mais uma utilidade dos dados do Censo. Desta forma, aspectos socioeconômicos podem ser considerados nas análises de risco,

operacionalizando as propostas que muitos especialistas em RRD desenvolvem para enriquecer as análises de riscos a desastres.

Ainda assim há uma complexidade para se utilizar os dados do Censo. Alguns temas que são importantes para se mensurar o risco e a vulnerabilidade ou não são levantados no Censo, ou são subdimensionados. Ao tratar de coesão social nesta dissertação como um indicador importante de vulnerabilidade, a operacionalização poderia ser mais bem desenvolvida se fossem disponíveis outros dados, por exemplo, uma variável investigue grau de associativismo (se a pessoa frequenta algum grupo religioso, associação de moradores, grêmio recreativo etc). Desta forma, um indicador que combinasse mais variáveis representaria melhor coesão social.

As estatísticas disponibilizadas no Censo cobrem todo o território brasileiro. Considerando que o Brasil tem dimensões continentais, e por isso diversas realidades, é de se reconhecer a dificuldade de obter-se estatísticas mais detalhadas para determinados temas, além de custos adicionais que mais questões no Censo pode implicar ao orçamento da instituição. Sendo função também das prefeituras e estados, estabelecidas pelo PNPDEC, de subsidiar dados para gestão de riscos, esses entes da União, associados talvez a outras instâncias da sociedade, podem colaborar para esse detalhamento que talvez o IBGE, no âmbito do Censo, não pode realizar.

Os métodos utilizados para avaliar as componentes de risco, mesmo tendo diferenças e limitação aos dados de vulnerabilidade disponíveis, mostraram-se satisfatórios. Alguns ajustes na metodologia podem vir a ser adotados em pesquisas futuras, como a incorporação de outros indicadores, alteração dos valores dos pesos das variáveis de vulnerabilidade e da composição das matrizes de risco.

Mesmo assim foi possível detectar um padrão espacial onde o grau de risco associado a movimentos de massa é maior: áreas de alto adensamento populacional, com padrão construtivo inferior, alguma deficiência que a torna vulnerável e exposta a áreas de perigo alto a muito alto, podendo ter situação agravada se estiver à montante das encostas habitadas.

A vulnerabilidade foi importante para caracterizar melhor o risco. Ao fazer a comparação entre os resultados que consideraram a vulnerabilidade ou não, os SPs que já haviam sido classificados graus alto e muito alto no mapa que considera risco como produto de perigo e exposição, em caso de vulnerabilidade baixa tiveram os seus graus de risco atenuados; em casos contrários tiveram os seus graus mantidos ou até mesmo elevados. A definição dos graus de risco permitiu identificar os SPs prioritários para ações de RRD; ressaltando-se, portanto, a deficiência de uma gestão em RRD baseada somente no perigo, desconsiderando a vulnerabilidade para a estimativa do risco.

Através de indicadores das componentes de risco (perigo, vulnerabilidade e exposição) foi possível entender algumas desigualdades dentro da área de estudo. Mesmo estando em situações de perigo semelhantes, observa-se que o risco é desigual por conta da diferença de vulnerabilidade.

Com os resultados das análises disponíveis, é importante propor e entender quais políticas públicas devem ser tomadas. Quais políticas idênticas para todas as áreas de risco e políticas específicas dependendo do grau de risco ou outros critérios? O conjunto dos resultados pode subsidiar essas decisões, além de poder ser considerado para o monitoramento das áreas de riscos aqui analisadas.

Dentre as propostas de pesquisas futuras pode-se considerar: incluir novas dimensões e/ou grupos de variáveis que expressem a percepção de risco; considerar a facilidade de evacuação da população; relatar relação das comunidades com instituições públicas etc; aplicar a metodologia em outras regiões que tenham mapa de susceptibilidade; aprofundar o estudo sobre os pesos das variáveis de vulnerabilidade que devem ser considerados.

A análise realizada nesta dissertação, utilizando uma metodologia que congrega diversos métodos, cumpriu com o que é proposto pelas principais autoridades em gestão de riscos de desastres e analistas de outras áreas correlatas. Analisar e compreender que o risco é resultante da interação entre ameaças -aqui avaliadas como perigo-, vulnerabilidades e exposição. Desta forma, os riscos de desastres são entendidos como resultantes dos processos socioambientais, onde as práticas humanas têm sim responsabilidades nos desastres ditos naturais.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. Q. **Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos: Bacia Hidrográfica do Rio Maranguapinho, Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará.** Rio Claro, 2010. 278p. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 2010.

ANAZAWA, T. M., **Vulnerabilidade e território no litoral norte de São Paulo: indicadores, perfis de ativos e trajetórias.** São José dos Campos, 2012. 190 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2012.

AUGUSTO FILHO, O. **Carta de Risco de Escorregamentos Quantificada em Ambiente de SIG como Subsídio para Planos de Seguro em Áreas Urbanas: um ensaio em Caraguatatuba (SP).** Rio Claro, 2001. 195f. Tese (Doutorado) - Pós-Graduação em Geociências. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. 2001.

BECK, U. **Risk society toward a new modernity.** London: Sage Publications, 1992. 134p.

BIRKMANN, J. Indicators and criteria for measuring vulnerability: theoretical bases and requirements. In: ____ (org). **Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies.** Tóquio, Nova York, Paris. UNU-Press. 2006a. Cap. 2, pp 55-77.

____. Measuring vulnerability to promote disaster-resilient societies: conceptual frameworks and definitions. In: ____ (org). **Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies.** Tóquio, Nova York, Paris. UNU-Press. 2006b. Cap. 1, pp 9-54.

BOLIN, C; HIDAJAT, R. Community-based disaster risk index: pilot implementation in Indonesia. In: BIRKMANN, J. (org). **Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies.** Tóquio, Nova York, Paris. UNU-Press. 2006. Cap. 14, pp 271-289.

BRASIL. **Lei nº 12.608**, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil e dá outras providências. Presidência da República. Casa Civil, Subchefia para assuntos jurídicos, 2012. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm. Acessado em: 04 mar. 2016.

BRASIL; MINISTÉRIO DAS CIDADES; IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios.** Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. 176p.

CARVALHO, P. G. C; BARCELOS, F. C. Mensurando a sustentabilidade. In MAY, P. H. **Economia do Meio Ambiente.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. Cap 5, pp 99-132.

CASCINI, L. Landslide risk management: from theory to practice. In: LACERDA, W. A. *et al.* **Extreme rainfall induced landslides – an international perspective.** São Paulo, Oficina de Textos. 2014. pp.207-238.

CASTRO, A. L. C. **Manual de desastres: Desastres naturais**. Volume 1. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003. 174p.

CHANG, M.; GOÉS, K; FERNANDES, L; FREITAS; M. A. V. ROSA, L. P. (orgs.) **Metodologias de estudos de vulnerabilidade à mudança de clima**. Rio de Janeiro Ed. Interciência. 2015. 193p.

CHAVES, F. L. **Proposta de correlação chuva vs escorregamento aplicada à cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2016. 118f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2016.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2 edição. São Paulo: Edgar Blucher, 1980. 188p.

COELHO NETTO, A. L; AVELAR, A. S; SATO, A. M; FERNANDES, M. C; OLIVEIRA, R. R; VINAGRE, R; BARBOSA, L. S; LIMA, P. H. M; LACERDA, W. A. Landslide susceptibility and risk zoning at Angra dos Reis, Rio de Janeiro State, Southeast Brazil: a quali-quantitative approach at 1:5000 scale. In: LACERDA, W. A. *et al.* **Extreme rainfall induced landslides – an international perspective**. São Paulo, Oficina de Textos. 2014. pp.262-296.

COPPETEC - Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos. **Projeto: Mapeamento de áreas de riscos, frente aos deslizamentos de encostas no município de Angra dos Reis, RJ – relatório final**. Rio de Janeiro: COPPETEC, 2012. (relatório técnico).

DE SOUZA, P. A. V. Os impactos dos grandes empreendimentos na estrutura demográfica de Angra dos Reis. **Revista Geo-Paisagem**, Niterói, ano 2, n3, jan/jun. 2003.

DESTRI, A R. **O geoprocessamento em apoio de inclusão geográfica**. Rio de Janeiro, 2008. 700f. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.

ECLAC - Economic Commission for Latin America and the Caribbean. **Handbook for disaster assessment**. Santiago: United Nations, 2014. 300p.

EM-DAT/CRED – Emergency Database/Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. **Disaster Trends**. Disponível em: http://www.emdat.be/disaster_trends/index.html. Acesso em 11 dez. 2016.

ELETRONUCLEAR. **Estudo de Impacto Ambiental da Unidade 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto**. 2005. Disponível em http://www.eletronuclear.gov.br/hotsites/eia/v02_06_diagnostico.html, acessado em 20 jun. 2016.

FELL, R; COROMINAS, J; BONNARD, C; CASCINI, L; LEROI, E; SAVAGE, W. Z. Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land-use planning. **Engineering Geology**, ?, v. 102, n 3-4, p 99-111, dez. 2008.

FLORENZANO, **Iniciação em sensoriamento remoto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 97p.

FRANCISCO, C N. **Subsídios à gestão sustentável dos recursos hídricos no âmbito municipal: o caso de Angra dos Reis, RJ**. Niterói, 2004. 178f. (Doutorado em Geociências – Geoquímica Ambiental) - Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal Fluminense, 2004.

GAMBA, C; RIBEIRO, W. C. Indicador e avaliação da vulnerabilidade socioambiental no município de São Paulo. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, n 31, pp 19-31, 2012.

GOES, K. R. A evolução teórico-conceitual sobre a temática de risco e vulnerabilidade à luz das ciências sociais e Naturais. In: CHANG, M. et al. (org.) **Metodologias de estudos de vulnerabilidade à mudança de clima**. Rio de Janeiro Ed. Interciência. 2015. Cap 1, pp 1-22.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. São Paulo: Edgard Blücher, 1976. 170p.

GULLO, F T. **Percepção de risco associado a deslizamentos nas comunidades do Morro da Carioca, Morro do Abel e Morro do Santo Antônio, Angra dos Reis, RJ**. Rio de Janeiro, 2015. 196 f. Projeto de Graduação (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Base territorial: manual da base territorial 2014**. Rio de Janeiro: IBGE, 2014.157p.

_____. **Censo demográfico 2010**. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>. Acesso em 1 ago. 2015.

_____.**Cid@des**. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br>. Acesso: 04 mar 2016.

_____. **Vulnerabilidade a ameaças naturais na região serrana do Rio de Janeiro no contexto do sistema e monitoramento e alerta**. Rio de Janeiro: IBGE, 2014, 50p (não publicado)

_____. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2 edição. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 276p.

IBM CORP – International Business Machines CORPORATION. **SPSS 23 Tutorial**. Armonk: IBM Corp, 2013. Arquivo do *software*.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas do Brasil de 1961 – 1990**. 2016. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>. Acesso em 21 jun. 2016.

IPCC – International Panel on Climate Change. Summary for policymakers. In: **Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability**. Cambridge e Nova York: Cambridge University Press, 2014. 34p.

ISO – International Standard Organization. **ISO 31000:2009(E) - Risk management: principles and guidelines**. Genebra: ISO, 2009a. 36p.

_____. **ISO 31010:2009 - Risk management: risk assessment techniques.** Genebra: ISO, 2009b. 192p.

KOBIYAMA, M; MENDONÇA, M; MORENO D. A; MARCELINO, I P V O; MARCELINO, E. V; GONÇALVES, E. F; BRAZZETTI, L. L. P; GOERL, R. F; MOLLERI., G. S. F; RUDORFF, F. M. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos.** Florianópolis: Ed. Organic Trading, 2006. 122p.

LEPSCH, I. **Formação e conservação dos solos.** 2 edição. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 216p.

LONGLEY, P.A., GOODCHILD, M.F., MAGUIRE, D. J., RHIND, D.W. **Sistemas e ciência da informação geográfica.** 3º edição. Porto Alegre, Bookman, 2013. 540 p.

MACHADO, L. O. **Angra dos Reis: porque olhar para o passado.** In: **Diagnóstico sócio-ambiental do município de Angra dos Reis.** Rio de Janeiro: convênio Furnas - UFRJ, 1995. pp 1-31.

MARANDOLA JR., E; HOGAN, D. J. Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. VII, n 2, p. 95-107, jul/dez. 2004.

MARCHEZINI, V. Dos desastres da natureza à natureza dos desastres. In: VALÊNCIO, N; SIENA, M; MARCHEZINI, V; GONÇALVES, J. C (orgs). **Sociologia dos desastres – construção, interfaces e perspectivas no Brasil.** São Carlos, Rima Editora, 2009. Cap. 4, pp 48-57.

MATTEDI, M. A; BUTZE, I. C. A relação entre o social e o natural nas abordagens de hazards e de desastres. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. IV, n. 9, p. 01-22, jul/dez. 2001.

MELO, M. P. **Dinâmica do território em Angra dos Reis – RJ: um foco na desigualdade socioespacial.** Rio de Janeiro, 2011. 179 f. Dissertação (Curso de Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais, Escola Nacional de Ciências Estatísticas, 2011.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Gestão e mapeamento de riscos socioambientais: curso de capacitação.** Brasília:?: 2008. 193p.

NOGUEIRA, F. R. **Políticas públicas municipais para gerenciamento de riscos ambientais associados a escorregamentos em áreas de ocupação subnormal.** Rio Claro, 2002. 256f. Tese (Doutorado em Geociências) - Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 2002.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações.** 3 edição revista e ampliada. São Paulo: Blucher, 2008. 388p.

OLIVEIRA, A M. **Indicadores de vulnerabilidades e risco socioambiental para prevenção e mitigação de desastres naturais na bacia do Rio Jari.** Macapá, 2011. 107f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós- Graduação em Direito Ambiental e Políticas Públicas. Universidade Federal do Amapá.

PINHO, G.M. **Mapeamento da vulnerabilidade de evacuação em áreas urbanas em caso de desastres naturais provocados por movimentos de massa.** Rio de

Janeiro, 2016. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Cartográfica) - Curso de Mestrado em Engenharia Cartográfica, Instituto Militar de Engenharia, 2016.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento no Brasil. **Desenvolvimento Humano e IDH.** Disponível em <http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0.html>. Acesso em 10 jun. 2016.

PROJETO RADAMBRASIL. **Folha SF. 23 Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1982.

RIBEIRO, G; LOPES, E. S; FERREIRA, K. **Sistema de banco de dados.** 2009. 178 transparências. Coloridas.

RODRIGUES, K. P. **Método de Avaliação de Risco de Deslizamento Aplicado ao Morro da Carioca, Angra dos Reis – RJ.** Rio de Janeiro, 2013. 117f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Engenharia Civil, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

ROGERSON, P., A. **Métodos Estatísticos para Geografia – Um guia para o estudante.** 3 edição. Porto Alegre: Bookman, 2012. 348p.

S2ID - Sistema Integrado de Informações sobre Desastres. **Arquivo Digital.** Disponível em <http://150.162.127.14:8080/bdrd/bdrd.html>. Acesso em 05 jan. 2017.

SÁ, W. L. F. **Autoconstrução na cidade informal.** Recife, 2009. 169f. Dissertação (Mestrado) – CAC, Desenvolvimento Urbano, Universidade Federal de Pernambuco, 2009.

SAITO, S M. **Dimensão socioambiental na gestão de risco dos assentamentos precários do Maciço do Morro da Cruz, Florianópolis – SC.** Florianópolis, 2011. 252f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.

SANTOS, G. L. P. **As enchentes no município de Rio Branco: a atuação da Coordenadoria Municipal de Defesa Civil sob a ótica da gestão de risco e da administração de desastres.** Florianópolis, 2006. 86 p. Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira.** São Paulo: EdUsp, 2008, 176p.

SENA, J.A., Análise integrada da vulnerabilidade na Amazônia Ocidental. In: CHANG, M. et al. (org.) **Metodologias de estudos de vulnerabilidade à mudança de clima.** Rio de Janeiro: Editora Interciência. 2015. Pp 127-154.

SMITH, K.; PENTLEY, D. N. **Environmental hazards: assessing risk and reducing disaster.** 5. ed. London: Routledge, 2009. 414

TAYLOR-GOOBY, P; ZINN, J. **Risk in social science.** Oxford: Oxford University Press, 2006. 307p.

TELLES, D H Q. **Possibilidades de reorganização territorial apoiado na imagem náutica a partir de Angra dos Reis – RJ.** São Paulo, 2002. 283f. Dissertação

(Mestrado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2002.

UFSC – Universidade de Santa Catarina; CEPED – Centro Universitário de Estudos e Pesquisas Sobre Desastres. **Capacitação básica em Defesa Civil**. Florianópolis: CAD UFSC, 2012. 126p.

_____. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2012**. Volume Brasil, 2 edição revisada e ampliada, Florianópolis CEPED UFSC, 2013a. 126p.

_____. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2012**. Volume Rio de Janeiro, 2 edição revisada e ampliada, Florianópolis CEPED UFSC, 2013b. 121p.

_____. **Gestão de desastres e ações de recuperação**. Florianópolis: CEPED UFSC, 2014. 242p.

UN - United Nations. **World population prospects, the 2015 revision**. Disponível em <https://esa.un.org/unpd/wpp/DataQuery/>. Acesso em 30 nov. 2016.

UNISDR - United Nations International Strategy for Disaster Reduction. **2009 Terminology on Disaster Risk Reduction**. Genebra: UNISDR, 2009. 35p.

_____. **Marco de Sendai para la reducción del riesgo de desastres 2015-2013**. Genebra: UNISDR, 2015. 40p.

VEYRET, Y (org.). **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto. 2007. 320p.

VILAGRAN DE LEÓN, J. C. **Vulnerability assessment: the sectoral approach**. In: BIRKMANN, J (org). **Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies**. Tóquio, Nova York, Paris. UNU-Press. 2006. Cap. 16, pp300-315.

WILCHES-CHAUX, G. La vulnerabilidade global. In: MASKREY, A. (comp.). **Los desastres non son naturales**. Cidade do Panamá: La Red, 1993, pp 11-45.

WORLD BANK. **Sendai report**. Washington: ?, 2012. 67p.

ZINN, J. **Social theories of risk and uncertainty: an introduction**. ?: Blackwell Publishing, 2008. 262p.