



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

RAQUEL CARVALHO DA SILVA

**VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL A DESASTRES NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITACORUBI,
FLORIANÓPOLIS, SC**

**Florianópolis/SC
2010**

RAQUEL CARVALHO DA SILVA

**VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL A DESASTRES NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITACORUBI,
FLORIANÓPOLIS, SC**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, como um dos pré-requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Dora Maria Orth

**Florianópolis / SC
2010**

RAQUEL CARVALHO DA SILVA

**VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL A DESASTRES NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITACORUBI,
FLORIANÓPOLIS, SC**

Dissertação foi apresentada e aprovada em ___/___/____, como exigência parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, pela comissão julgadora.

Florianópolis, _____de 2010.

Prof. Dr. Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Dr^a. Dora Maria Orth - Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Dr. André Luiz Lopes da Silveira
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Dr^a. Maria Lúcia Hermann
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Dr. Jucilei Cordini
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

*A minha família, pela inesgotável
fonte de amor e carinho.*

"O controle da natureza" é uma frase concebida em arrogância, nascida da era Neanderthal da biologia e da filosofia, quando era suposto que a natureza existe para a conveniência do homem.

Rachel Carson

AGRADECIMENTOS

Agradeço sinceramente a todos os que de alguma forma contribuíram para a realização desta dissertação, principalmente:

Á minha orientadora Dr^a Dora Maria Orth pela orientação, incentivo e carinho recebido durante a realização deste estudo, e acima de tudo, pela amizade construída durante o período do mestrado.

Aos professores Dr. Gueibi Souza, Dr. Jucilei Cordini e a Dr^a. Maria Lúcia Hermann pelas importantes contribuições no exame de qualificação.

Ao prof^o. Dr. Gueibi Souza (UDESC) e ao doutorando Juliano Pacheco (Engenharia da Produção Civil/UFSC) pelo auxílio e pelas valiosas contribuições na aplicação dos métodos estatísticos.

Aos colegas do GrupoGE, especialmente a minha amiga Josiane Rovedder pelo constante auxílio na área de geoprocessamento e ao amigo Sálvio Vieira por sua colaboração e apoio.

A Universidade Federal de Santa Catarina – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil pela oportunidade de desenvolver este estudo.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa – CNPQ pela bolsa de estudo concebida durante os dois anos de mestrado.

E finalmente, agradeço a minha família, aos amigos e ao marido pelo apoio e confiança proporcionada ao longo deste caminho.

SILVA, Raquel Carvalho da. **Vulnerabilidade socioambiental a desastres na bacia hidrográfica do Rio Itacorubi, Florianópolis, SC.** 2010. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

RESUMO

A frequência e conseqüências de desastres naturais em ambientes urbanos podem ser influenciadas por fatores sociais, econômicos e ambientais que aumentam a vulnerabilidade da sociedade, enfraquecendo a sua capacidade de prevenção à desastres e recuperação após desastres. A identificação espacial da vulnerabilidade socioambiental na Bacia Hidrográfica de Itacorubi, Florianópolis/SC, foi objeto de pesquisa acadêmica realizada durante 2009 e 2010 na Universidade Federal de Santa Catarina. Através da utilização de indicadores sociais, histórico de desastres e ferramentas de geoprocessamento, verificou-se que deslizamentos ocorrem com maior frequência em áreas onde coexistem vulnerabilidade social e ambiental, e que as inundações ocorrem com maior frequência em áreas onde a vulnerabilidade ambiental é o fator mais importante.

Palavras-chaves: Desastres Naturais; Urbanização; Vulnerabilidades.

ABSTRACT

The frequency and consequences of natural hazards in urban environments may be influenced by social, economic and environmental factors that increase the vulnerability of society, weakening its capacity for disaster prevention and disaster recovery. The spatial identification of socio-environmental vulnerability in the Basin of Itacorubi, Florianópolis / SC, was the subject of academic research conducted during 2009 and 2010 at the Federal University of Santa Catarina. Through the use of social indicators, history of disasters and GIS, it was found that landslides occur more frequently in areas coexisting social and environmental vulnerabilities, and floods occur more frequently in areas where exist only environmental vulnerability.

Keywords: Natural Hazards; Urbanization; vulnerabilities.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1.1 - Localização da Bacia Hidrográfica do Itacorubi, Florianópolis-SC. | 30 |
| Figura 1.2 - Mapa de declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi. Florianópolis (SC). | 32 |
| Figura 1.3 - Localização dos bairros Trindade, Itacorubi, Córrego Grande e Pantanal na BHI. | 33 |
| Figura 1.4 - Mapa geológico da Bacia Hidrográfica da Bacia do Rio Itacorubi, Florianópolis (SC). | 36 |
| Figura 1.5 - Mapa geotécnico da Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi, Florianópolis (SC). | 37 |
| Figura 1.6 - Sistema de Drenagem Natural da Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi, Florianópolis (SC). | 38 |
| Figura 1.7 - Delimitação das Sub-Bacias e áreas contribuintes da Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi, Florianópolis (SC). | 39 |
| Figura 1.8 - Perfil Longitudinal do Rio Itacorubi. | 40 |
| Figura 1.9 - Perfil Longitudinal do Rio do Sertão (Bacia do Campus UFSC). | 40 |
| Figura 1.10 - Perfil Longitudinal do Rio Itacorubi que corta o Manguezal. | 41 |
| | |
| Figura 2.1 - Classificação dos desastres em naturais, humanos e mistos. | 47 |
| Figura 2.2 - pirâmide de risco apresenta os três fatores que contribuem para o risco: perigo, exposição e vulnerabilidade em um formato tridimensional. | 49 |
| Figura 2.3 - Relação entre risco e desastre. | 51 |
| Figura 2.4 - Classificação das ameaças de acordo com a sua origem. . | 53 |
| Figura 2.5 - Etapas do processo de Gestão de Risco. | 58 |
| Figura 2.6 - Número de desastres naturais durante o período de 1900 a 2008. | 60 |
| Figura 2.7 - Número por tipo de desastres naturais entre 1900 e 2005. | 60 |
| Figura 2.8 - Ocorrência de desastres naturais por regiões do globo entre 1900 à 2008. | 61 |
| Figura 2.9 - Ocorrência de vários tipos de desastres naturais por regiões do globo. | 63 |
| Figura 2.10 - Ocorrência dos desastres por origem entre 1991 e 2005. | 64 |
| Figura 2.11 - Tipos de desastres ocorridos no Brasil entre 1900 a 2009. Legenda: IN (inundação), DE (deslizamento), TP | |

| | | |
|--------------------|--|----|
| | (tempestade), SE (seca), TE (temperatura extrema), IF (incêndio florestal), TR (terremoto). | 65 |
| Figura 2.12 | - Distribuição dos desastres naturais no Brasil (1900-2006). Legenda: N – Norte, CO – Centro Oeste, NE – Nordeste, SE – Sudeste, S – Sul | 66 |
| Figura 2.13 | - Municípios com alteração ambiental devido a ocorrência de deslizamentos, segundo Grandes Regiões, 2002. | 67 |
| Figura 2.14 | - Municípios com alteração ambiental devido a ocorrência de inundações, segundo Grandes Regiões, 2002. | 67 |
| Figura 2.15 | - Municípios com alteração da paisagem por erosão, segundo Grandes Regiões, 2002. | 67 |
| Figura 2.16 | - Distribuição da população mundial (urbana/rural) no período de 1950 a 2030. | 69 |
| Figura 2.17 | - Projeção mundial das <i>megacidades</i> em 2015. | 70 |
| Figura 2.18 | - Percentagem da população urbana e rural no Brasil entre 1950 e 2030. | 71 |
| Figura 2.19 | - População nas metrópoles brasileiras entre 1950 e 2030 (valores em milhares). | 72 |
| Figura 2.20 | - Percentual de municípios com favelas ou assemelhados, casa de cômodos ou assemelhados, loteamentos irregulares e/ou clandestinos, segundo as grandes regiões do Brasil, 2008. | 73 |
| Figura 2.21 | - Percentual de municípios com favelas ou assemelhados, casa de cômodos ou assemelhados, loteamentos irregulares e/ou clandestinos, segundo as classes de tamanhos de populações no Brasil, 2008. | 74 |
| Figura 2.22 | - Fatores de interação com a vulnerabilidade. | 78 |
| Figura 2.23 | - Número de vítimas fatais (milhares) por Índice de Desenvolvimento Humano entre 1975 e 2006 a nível mundial. | 80 |
| Figura 2.24 | - Total de pessoas afetadas (milhares) por Índice de Desenvolvimento Humano entre 1975 e 2006 a nível mundial. | 81 |
| Figura 2.25 | - Prejuízos econômicos (Bn US\$) por Índice de Desenvolvimento Humano entre 1975 e 2006 a nível mundial. | 81 |
| Figura 3.1 | - Exemplificação da formação da vulnerabilidade socioambiental. | 90 |
| Figura 3.2 | - Etapas de desenvolvimento do índice de vulnerabilidade social. | 93 |

| | |
|--|-----|
| Figura 3.3 - Variáveis (9) reduzidas em 3 componentes principais através da ACP..... | 94 |
| Figura 3.4 - Principais etapas do processo da ACP..... | 95 |
| Figura 3.5 - Exemplo de rotação fatorial..... | 96 |
| Figura 3.6 - Diagrama esquemático da variação entre e dentro dos <i>clusters</i> (na realidade, os <i>clusters</i> existem no espaço multidimensional). | 97 |
| Figura 3.7 - Distância Euclidiana média entre dois objetos medidos em duas variáveis representadas por x_1 , y_1 e x_2 , y_2 , respectivamente..... | 98 |
| Figura 3.8 - Etapas da elaboração do mapa de vulnerabilidade social. | 100 |
| Figura 3.9 - Etapas da elaboração do mapa de vulnerabilidade ambiental..... | 100 |
| Figura 3.10 - Sobreposições de camadas de informação (<i>overlay</i>) realizadas na análise da vulnerabilidade ambiental..... | 101 |
| Figura 3.11 - Organograma da pesquisa..... | 102 |
| | |
| Figura 4.1 - Gráfico de explicação da proporção de variação de cada componente principal. | 106 |
| Figura 4.2 - Mapa de vulnerabilidade social da Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi, Florianópolis (SC). | 111 |
| Figura 4.3 - Composição dos fatores e os valores médios das variáveis de acordo com os grupos de vulnerabilidade..... | 112 |
| Figura 4.4 - Ruas que pertencem a região classificada como de alta vulnerabilidade. | 114 |
| Figura 4.5 - Ruas que pertencem à região classificada como de média vulnerabilidade. | 116 |
| Figura 4.6 - Ruas que pertencem à região classificada como de baixa vulnerabilidade. | 117 |
| Figura 4.7 - Algumas fotografias de alagamentos ocorridos na década de 80. Em 25/10/80: alagamentos em dias de chuva na Av. Madre Benvenuta. 27/04/81: Rua João Pio Duarte com muita lama, causando transtorno para motoristas e moradores. 06/01/83: Limpeza das áreas atingidas pela inundação em vários prédios da UFSC..... | 122 |
| Figura 4.8 - Desmoronamento de uma parte da pista do quilometro 3 da SC-404, pista da SC-404 cedeu e rodovia foi interditada, morador do bairro Saco dos Limões sendo retirado de sua residência que foi alagada, morador retira muito barro de sua residência no bairro Saco dos Limões (rua Almeida | |

Coelho), Rua Luis Pasteur no Itacorubi e Laboratórios das engenharias inundados em dezembro de 1995. 125

- Figura 4.9** - Condomínio Ilha do Arvoredo (Itacorubi) inundado pelas chuvas do dia 01 de fevereiro de 2000, inundações no Parque São Jorge em dezembro de 2000, no bairro Pantanal, uma casa desabou devido a força da água, alagamento da Avenida Madre Benvenuta no dia 28/01/2004, novamente alagamento na Av. Madre Benvenuta no bairro Santa Mônica em janeiro de 2008, alagamento na Rua João Carlos de Souza no Bairro Santa Mônica no dia 08 de março de 2009. 127
- Figura 4.10** - Mapa de desastres (inundações e deslizamentos) ocorridos no período de 1980 a 2010..... 129
- Figura 4.11** - Mapa de risco a inundações da Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi, Florianópolis (SC). 130
- Figura 4.12** - Alterações nos volumes de balanço hídrico natural e urbano devido à precipitação (valores indicativos). 131
- Figura 4.13** - Alterações no hidrograma e nas inundações devido a urbanização. 132
- Figura 4.14** - Sobreposição das camadas de informação: pontos de inundações e uso do solo, na BHI. 133
- Figura 4.15** - Sobreposições das camadas de informação: APP's e pontos de inundações na BHI. 134
- Figura 4.16** - Ocupação urbana em APP (Área de Preservação Permanente) e exemplos de cursos d'água canalizados e em condutos fechados na BHI. 135
- Figura 4.17** - Sobreposição das camadas de informação: pontos de deslizamento e uso do solo, na BHI..... 138
- Figura 4.18** - Sobreposição das camadas de informação: pontos de deslizamentos com as ocupações acima de 16° de inclinação..... 139
- Figura 4.19** - Mapa da sobreposição das camadas de informação vulnerabilidade social e pontos de desastres (inundações e deslizamentos) na Bacia Hidrográfica do Itacorubi, Florianópolis/SC. 141

LISTA DE QUADROS E TABELAS

| | |
|--|-----|
| Quadro 2.1 - Definições para o termo ameaça apresentadas por Lavell (1996), Arboleda (2001) e LA RED (2001). | 52 |
| Quadro 2.2 - Principais fatores de vulnerabilidade (fatores político-institucionais, econômicos, sócio-cultural) | 55 |
| Quadro 2.3 - Principais fatores de vulnerabilidade apresentados por Cross (2001), ISRD (2002), Cardona (2003) e Philip e Rayhan (2004). | 77 |
| Quadro 4.1 - Indicadores selecionados para a elaboração do indicador de vulnerabilidade social. | 103 |
| Quadro 4.2 - Principais desastres e suas consequências na década 1980. | 121 |
| Quadro 4.3 - Principais desastres e suas consequências na década 1990. | 124 |
| Quadro 4.4 - Principais desastres e suas consequências no período de 2000 a 2010. | 126 |
| Tabela 4.1 - Autovalores e percentual da variância explicada de cada componente. | 105 |
| Tabela 4.2 - Composição dos componentes principais antes e após a rotação dos eixos (<i>Varimax</i>). | 106 |
| Tabela 4.3 - Escores fatoriais, escores fatoriais finais e índices para cada setor censitário. | 108 |
| Tabela 4.4 - Resultado da Análise de Agrupamento: classificação dos setores censitários em 3 grupos homogêneos. | 110 |
| Tabela 4.5 - Número de setores, população e famílias segundo o agrupamento de área na BHL. | 113 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

| | |
|------------------------|---|
| AA | Análise de Agrupamento |
| ACP | Análise de Componentes Principais |
| ADRC | Asia Disasters Reduction Center |
| APP | Área de Preservação Ambiental |
| BHI | Bacia Hidrográfica Do Rio Itacorubi |
| BID | Banco Interamericano de Desenvolvimento |
| BPSC | Biblioteca Pública de Santa Catarina |
| CDS | Comissão Sobre Desenvolvimento Sustentável |
| CELESC | Centrais Elétricas de Santa Catarina |
| CEM CEBRAP/ SASPMSP | Centro Brasileiro de Análise e Planejamento/Secretaria de Assistência Social da Prefeitura Municipal de São Paulo |
| CEPREDENAC/ PNUD | Center for the Prevention of Natural Disasters in Central America/United Nations Development Program |
| CIASC | Centro de Informática e Automação de Santa Catarina |
| CIDASC | Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina |
| CP | Componente Principal |
| DNOS | Departamento Nacional de Obras e Saneamento |
| DRI | Disaster Risk Index |
| EDI | Indicadores de Degradação Ambiental |
| EIV | Índice de Vulnerabilidade Ambiental |
| CEM CEBRAP/ SASPMSP | Centro Brasileiro de Análise e Planejamento/Secretaria de Assistência Social da Prefeitura Municipal de São Paulo |
| CEPREDENAC/ PNUD | Center for the Prevention of Natural Disasters in Central America/United Nations Development Program |
| CIASC | Centro de Informática e Automação de Santa Catarina |
| CIDASC | Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina |
| DNOS | Departamento Nacional de Obras e Saneamento |
| DRI | Disaster Risk Index |
| EDI | Indicadores de Degradação Ambiental |
| EIV | Índice de Vulnerabilidade Ambiental |
| EM-DAT | Emergency Events Database |
| EPAGRI | Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural e Santa Catarina S.A |

| | |
|-------------|---|
| ESA | Department of Economic and Social Affairs |
| FAED | Centro de Ciências Humanas e da Educação |
| FIESC | Federação das Industrias do Estado de Santa Catarina |
| GIS | Geographic Information System |
| GTZ | Deutsche Gesellschaft Für Technische Zusammenarbeit |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| ICSU | International Strategy for Disaster Reduction |
| IDD | Índice de Déficit por Desastre |
| IDEA | Instituto de Estudios Ambientales |
| IDH | Índice de Desenvolvimento Humano |
| IDL | Índice de Desastres Locais |
| IGR | Índice de Gestão de Risco |
| INPE | Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais |
| IPARDES | Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social |
| IPCC | Intergovernmental Panel on Climate Change |
| IPT | Instituto de Pesquisas Tecnológicas |
| IPUF | Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis |
| IRI | Indicadores de Resiliência |
| IVP | Índice de Vulnerabilidade Prevalente |
| LA RED | Red de Estudios Sociales em Prevención de Desastres en América Latina |
| MUNIC | Pesquisa de Informações Básicas Municipais |
| PNUD | Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento |
| REI | Indicadores de Risco |
| RMC | Região Metropolitana de Curitiba |
| SOPAC | South Pacific Applied Geosciences Commission |
| UDESC | Universidade do Estado de Santa Catarina |
| UFSC | Universidade Federal de Santa Catarina |
| UFZ | Helmholtz Centre for Environmental Research |
| UN | United Nations |
| UNDP | United Nations Development Programme |
| UNEP – GRID | United Nations Environment Programme-Global Resource Information Database |
| UNICOBI | União dos Conselhos Comunitários da Bacia do Itacorubi |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 25 |
| 1.1 Objetivos | 26 |
| 1.1.1 Objetivo geral | 26 |
| 1.1.2 Objetivos específicos | 26 |
| 1.2 Justificativa | 27 |
| 1.3 Caracterização da área de estudo..... | 29 |
| 1.3.1 Geologia..... | 34 |
| 1.3.2 Geomorfologia e relevo | 36 |
| 1.3.3 Recursos Hídricos | 38 |
| 1.4 Aspectos metodológicos e estrutura da pesquisa..... | 41 |
| 1.4.1 Técnicas e método de pesquisa..... | 41 |
| 1.4.2 Estrutura da pesquisa | 42 |
| | |
| 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 45 |
| 2.1 Aspectos Conceituais | 45 |
| 2.1.1 Desastres | 45 |
| 2.1.2 Risco..... | 48 |
| 2.1.3 Relação entre risco e desastre | 51 |
| 2.1.4 Fatores de Risco..... | 51 |
| 2.1.5 Gestão de Risco | 57 |
| 2.2 Histórico de Desastres | 59 |
| 2.2.1 Desastres no mundo | 59 |
| 2.2.2 Desastres no Brasil | 65 |
| 2.3 Riscos no meio urbano | 68 |
| 2.3.1 Urbanização | 68 |
| 2.3.2 Vulnerabilidade urbana..... | 75 |
| 2.3.3 Relação entre vulnerabilidade e desenvolvimento | 78 |
| 2.4 Indicadores para a Gestão de Risco..... | 82 |
| 2.4.1 Sistema de indicadores de Gestão de Riscos – BID | 83 |
| 2.4.2 Índice de Vulnerabilidade Ambiental (EVI) – SOPAC | 85 |
| 2.4.3 Indicador de Vulnerabilidade a Perigos Naturais – Indicadores CDS..... | 85 |
| 2.4.4 Programa de indicadores – DRI..... | 86 |
| | |
| 3 MATERIAIS E MÉTODOS..... | 89 |
| 3.1 Materiais..... | 89 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 3.1.1 | Cartográficos | 89 |
| 3.1.2 | Equipamentos e espaço físico | 89 |
| 3.2 | Método | 89 |
| 3.2.1 | Aspectos gerais | 89 |
| 3.2.2 | Fundamentação teórica | 91 |
| 3.2.3 | Definição da área de estudo e coleta de dados | 91 |
| 3.2.3.1 | Desenvolvimento do índice de vulnerabilidade social | 92 |
| 3.2.3.1.1 | Análise fatorial por componentes principais - ACP | 93 |
| 3.2.3.1.2 | Descrição das etapas da ACP | 95 |
| 3.2.3.1.3 | Análise de agrupamento -AA | 97 |
| 3.2.3.2 | Desenvolvimento dos mapas temáticos | 99 |
| 3.2.4 | Aplicação do método e análise dos resultados | 100 |
| 3.2.5 | Estrutura da pesquisa..... | 101 |
| 4 | RESULTADOS | 103 |
| 4.1 | Indicador de Vulnerabilidade Social | 103 |
| 4.1.1 | Aplicação da ACP | 104 |
| 4.1.2 | Escore Fatorial e Escore Fatorial Final | 107 |
| 4.1.3 | Análise de Agrupamento..... | 109 |
| 4.2 | Identificação das áreas com vulnerabilidade social | 112 |
| 4.3 | Identificação das áreas de vulnerabilidade ambiental | 118 |
| 4.3.1 | Histórico de desastres na Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi | 118 |
| 4.3.1.1 | Período de 1980 a 1990..... | 120 |
| 4.3.1.2 | Período de 1990 a 2000..... | 122 |
| 4.3.1.3 | Período de 2000 a 2010..... | 125 |
| 4.3.2 | A vulnerabilidade ambiental na BHI | 128 |
| 4.3.2.1 | Inundações | 130 |
| 4.3.2.2 | Deslizamentos | 136 |
| 4.4 | Vulnerabilidade socioambiental na BHI | 139 |
| 5 | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 143 |
| | REFERENCIAS..... | 147 |
| | ANEXO I - Indicadores de Vulnerabilidade Social | 161 |

1 INTRODUÇÃO

A intensidade do processo de urbanização tem modificado e transformado os elementos físico-naturais existentes, como a terra, o ar, a água, a flora e a fauna, que servem de suporte para essas transformações e são, ao mesmo tempo, transformados por ela. Como resultados disso, vários problemas no ambiente urbano são claramente identificados, como a contaminação do ar, a deteriorização dos recursos hídricos, a redução e a modificação das paisagens naturais etc. A interação desses problemas com os processos naturais vem criando novas ameaças ou amplificando em intensidade e recorrência as já existentes, que por sua vez, contribuem com o aumento dos níveis de risco e, conseqüentemente, com a freqüência dos desastres.

Isto é evidenciado através do número crescente de pessoas em situação de risco, a *International Strategy for Disaster Reduction - ISDR* (2002) afirma que este crescimento tem sido de 70 a 80% ao ano, onde mais de 90% dessas pessoas se encontram em países em desenvolvimento, entre populações com as menores participações nos recursos econômicos e maior exposição aos perigos. Teoricamente, os perigos ameaçam igualmente qualquer pessoa, mas na prática atingem os mais pobres devido a vários fatores: maior quantidade de populações de baixa renda, moradias mais frágeis, localizadas em áreas sujeitas a riscos, densamente povoadas e com maior propensão aos desastres etc.

Apesar do aumento das ameaças, não se tem visto, principalmente em países em desenvolvimento, melhorias na capacidade da sociedade em resistir ao seu impacto, nem para recuperar-se delas, quando se manifestam. Pelo contrário, os níveis de vulnerabilidade da sociedade têm se elevado substancialmente (MANSILLA, 2000). Vários estudos têm associado este aumento com os processos sociais que derivam das modalidades de desenvolvimento vigentes. Isto ocorre porque os aspectos econômicos, sociais, organizacionais e institucionais e políticos podem interferir nas condições de segurança, na capacidade da sociedade em responder ou recuperar-se de possíveis desastres.

Pensando assim, as Nações Unidas por meio da ISDR enfatizam em suas publicações a redução da vulnerabilidade como uma maneira de reduzir os riscos e, conseqüentemente, os desastres em função do perigo ser muitas vezes inevitável.

Neste contexto, torna-se fundamental a realização de estudos que buscam conhecer melhor a dimensão complexa da vulnerabilidade e analisar os principais fatores que incidem em sua configuração. Isto

pode ser considerado o ponto de partida para uma adequada Gestão de Risco, pois através da sua compreensão torna-se mais fácil a identificação de estratégias de mitigação da vulnerabilidade. Para o *United Nations Development Programme* - UNDP (UNDP, 2008), essas estratégias podem envolver a identificação, mediante processos de planejamento participativo, de políticas, normas, planos e projetos de caráter integral que envolvem processos físicos, sociais, econômicos, educativos e de desenvolvimento humano.

Desta forma, o presente estudo pretende discutir os fatores considerados determinantes na elevação da vulnerabilidade, com enfoque na relação entre urbanização e os riscos. Além disso, tem como objetivo principal a aplicação de uma metodologia de identificação espacial da vulnerabilidade socioambiental na Bacia Hidrográfica do Itacorubi, município de Florianópolis, que se dará através do georreferenciamento por meio da combinação de dois mapeamentos: da vulnerabilidade ambiental e da vulnerabilidade social. O primeiro tem a finalidade de identificar as áreas mais vulneráveis a inundações e deslizamentos, levando em consideração vários aspectos físicos desta bacia que podem influenciar diretamente na ocorrência destes riscos. Já o segundo pretende medir a vulnerabilidade social de uma comunidade a sofrer perdas e danos quando ameaçada por algum tipo de perigo natural. Para tanto serão utilizadas informações censitárias relativas à situação social, econômica e demográfica da área de estudo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Analisar a vulnerabilidade socioambiental na Bacia Hidrográfica do Itacorubi, Florianópolis, como contribuição a gestão de risco de desastres naturais em áreas urbanas.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar indicadores de vulnerabilidade social usando métodos estatísticos;
- Traçar a história de inundações e deslizamentos na Bacia Hidrográfica do Itacorubi durante o período de 1980 e 2010 usando a pesquisa em jornais;

- Realizar a identificação espacial da vulnerabilidade socioambiental na Bacia Hidrográfica do Itacorubi usando mapeamento temático em ambiente GIS;
- Analisar a congruência, ou não, de áreas com alta vulnerabilidade social com áreas de ocorrências de desastres.

1.2 JUSTIFICATIVA

Várias mudanças significativas têm ocorrido no mundo, principalmente nas últimas décadas, com destaque para as mudanças sócio-econômicas e ambientais dramáticas. Também podem ser citados fenômenos como o crescimento da população, o rápido processo de urbanização, pobreza e também a degradação ambiental e mudanças climáticas. Vários autores e estudiosos (CROSS, 2001; ISRD, 2002; CARDONA, 2003; PHILIP e RAYHAN, 2004) concluem que esses fenômenos tem tornado a humanidade mais vulnerável aos efeitos negativos dos desastres naturais e mostram também que os riscos no ambiente urbano tendem a aumentar motivados pelos fatores citados, mas principalmente pelo aumento da concentração urbana, pela forma de apropriação dos solos e pelos problemas de degradação ambiental.

Para CEPREDENAC-PNUD¹ (2003), os processos, as decisões e as ações derivadas do crescimento econômico, das formas de desenvolvimento e de transformação da sociedade favorecem a soma de práticas humanas inadequadas e que muitas vezes são representadas por fatores sociais, econômicos, políticos e culturais considerados determinantes na definição do grau de vulnerabilidade. Assim, os desastres não dependem somente da possibilidade de ocorrência de um evento natural, mas também das condições de vulnerabilidade que favorecem ou facilitam o seu desencadeamento quando esse evento se apresenta.

Desta forma, é possível reconhecer que não são somente os desastres que impactam negativamente o desenvolvimento dos países, mas são, de maneira mais importante, as modalidades de desenvolvimento dos países, com seus impactos diferenciados na sociedade, que ajudam a explicar o crescimento da vulnerabilidade, das ameaças e, por fim, do risco.

Com o aumento da vulnerabilidade, considerada um dos fatores

¹ CEPREDENAC - Centro de Coordenação para a Prevenção dos Desastres Naturais na América Central, PNUD - Programa Regional para a Gestão do Risco na América Central.

determinantes na elevação do grau de risco, temos evidenciado um aumento considerável na ocorrência de desastres no mundo. Seus impactos tem sido maiores em países em desenvolvimento, onde ocorrem com maior frequência. Pra ter-se uma idéia, nos últimos quatro séculos mais de 95% das mortes decorrentes de desastres naturais ocorreram em países em desenvolvimento, onde o percentual de perdas econômicas foi duas vezes maior em países de baixa renda do que em países de alta renda (UNDP, 2004).

O meio urbano tem se tornado cenário propício à geração de riscos ambientais que através da sua materialização desencadeiam desastres em números crescentes. Vários fatores contribuem com a vulnerabilidade e estes normalmente agem através do enfraquecimento da capacidade de auto-proteção da sociedade, da redução da proteção social e da demora na recuperação na fase pós-desastre. Entre eles, Philip e Rayhan (2004) destacam o rápido crescimento da população, a pobreza, os baixos níveis de educação, a falta de acesso aos recursos e serviços básicos, a falta de acesso a informação e ao conhecimento e a degradação ambiental.

Os danos decorrentes de desastres relacionam-se com o nível e tipos de vulnerabilidades de cada país, pois existem, ainda, muitas diferenças entre as cidades de países desenvolvidos e em desenvolvimento no que se refere à forma de construção e prevenção dos riscos. Na opinião de Park (2000), ao contrário dos países desenvolvidos, o processo de urbanização em países em desenvolvimento ocorreu de forma acelerada por um breve período de auge econômico, onde houve a migração de pessoas às cidades com a esperança de encontrar melhores condições de vida. No entanto, os auges econômicos retornam aos centros urbanos destes países por curtos períodos e a pobreza é o que tem caracterizado a sua urbanização nas últimas décadas.

Com relação ao Brasil, o processo de urbanização vem ocorrendo de forma intensa e desigual. A oportunidade de viver com qualidade nas cidades não se apresenta da mesma forma para todos, o que leva parte da população menos favorecida a ocupar áreas impróprias para a moradia, que oferecem, por sua vez, riscos à vida, especialmente nas encostas e margens de rios. Como consequência, uma grande parte da população se encontra vulnerável à ocorrência de acidentes envolvendo danos materiais e vítimas fatais (CARVALHO e GALVÃO, 2006).

Na Bacia Hidrográfica do Itacorubi (BHI) em Florianópolis, os principais problemas urbanos estão relacionados com ocupações de forma desordenada onde as áreas peri-urbanas estão sendo submetidas a

constantes transformações espaciais e degradações ambientais. Muitas dessas áreas periféricas são de interesses, principalmente, para fins especulativos e imobiliários, sendo disponibilizadas para suprir a demanda do uso residencial, mesmo que determinados locais não sejam propícios a esta finalidade. Desta forma, a ocupação residencial em áreas propensas a desastres podem levar a população a conviver com elevado nível de risco. O município de Florianópolis apresenta inúmeras áreas susceptíveis a riscos naturais, referentes aos deslizamentos e às inundações decorrentes principalmente de episódios pluviais intensos. Assim, este município torna-se uma área propícia para realização de estudos relacionados a riscos naturais, pois a população instalada nas planícies aluviais sofre constantemente com as inundações e as ocupações nas encostas íngremes propiciam os deslizamentos (CRISTO, 2002).

Para reduzir os riscos e conseqüentemente os desastres, é preciso atuar na redução dos fatores de risco (vulnerabilidade e ameaça). No entanto, interferir na ameaça, em muitas vezes, não é possível, restando a opção de modificar as condições de vulnerabilidade. Pensando assim, esta pesquisa torna-se importante, pois discute a relevância da vulnerabilidade no planejamento de ações, de programas e projetos a serem desenvolvidos como atividades de prevenção e atenção dos desastres. Além disso, apresenta e avalia uma metodologia de identificação da vulnerabilidade socioambiental como uma ferramenta de diagnóstico que poderá auxiliar na identificação das causas ou dos fatores que interferem na ocorrência dos desastres, do grau de exposição das pessoas e dos bens.

A utilização de índices de vulnerabilidade é enfatizada por esta pesquisa por ser considerada uma ferramenta importante, principalmente, para auxiliar os administradores e tomadores de decisão na Gestão de Risco, pois através desta ferramenta é possível saber quem são e onde estão os mais vulneráveis. Desta forma, fornece subsídios no planejamento e na escolha de medidas e ações mais adequadas para proteção dos grupos mais vulneráveis, bem como na escolha de quais áreas possuem maior prioridade quanto a realização de investimentos e de implantação de medidas que visam a redução do risco.

1.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do Itacorubi (BHI) está localizada no município de Florianópolis, na região centro-oeste da Ilha de Santa

Catarina ($27^{\circ}34'35''$ - $27^{\circ}37'57''$ de latitude Sul e $48^{\circ}28'25''$ - $48^{\circ}33'00''$ de longitude Oeste) e abrange os bairros Córrego Grande, Itacorubi, Pantanal, Santa Mônica e Trindade, os loteamentos Flor da Ilha, Jardim Anchieta, Jardim Germânia, Parque São Jorge e Jardim Itália, além dos assentamentos do Alto Pantanal, Quilombo e Sertão do Córrego (IPUF, 2008).

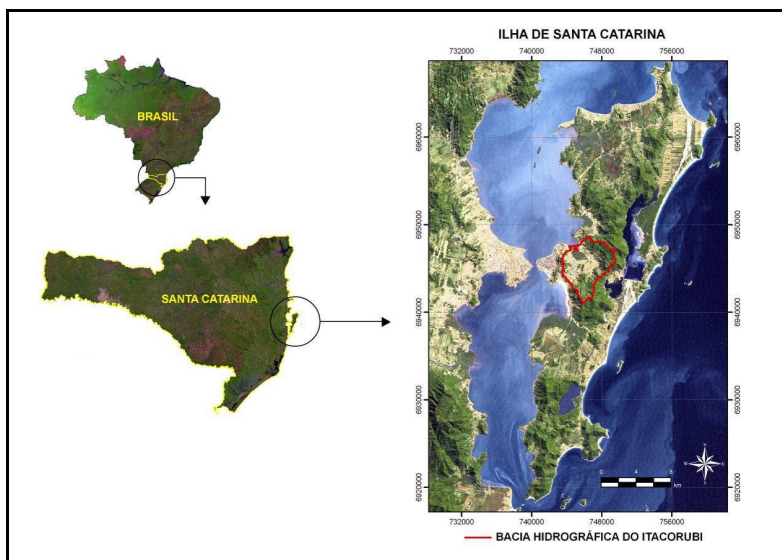


Figura 1.1 - Localização da Bacia Hidrográfica do Itacorubi, Florianópolis-SC.

Sua população é de aproximadamente 45.000 habitantes, sendo a população flutuante maior pelo fato de existirem importantes atividades administrativas, educacionais e comerciais nesta região, tais como: UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), UDESC (Universidade do Estado de Santa Catarina), ELETROSUL (ELETROSUL Centrais Elétricas S.A), BRASIL TELECOM, CELESC (Centrais Elétricas de Santa Catarina), EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão do Estado de Santa Catarina), CIASC (Centro de Informática e Automação de SC) entre outras empresas e escolas que compõem a rede educacional de ensino. Em função disto estima-se que circulem diariamente nesta região 45 mil pessoas, podendo o número de usuários atingir 90 mil pessoas/dia (PINTO, STEFFENS e OLIVEIRA, 2007).

Esta bacia possui uma área de drenagem de 23km^2 e é drenada pelos rios do Sertão, Córrego Grande, Itacorubi e seus afluentes, além

de alguns canais de drenagem menores (COLLARES *et al*, 2004). Na BHI existe o manancial AnaD'Avila (hoje manancial do Quilombo) que possui vazão média de 25,93 l/s, sendo captada a vazão média de 4 l/s. Cabe ressaltar que durante o período da alta temporada, quando população do município de Florianópolis praticamente duplica, ocorre o aumento da demanda que vem comprometendo o fornecimento de água (PREFEITURA MUNICIPAL e IPUF, 2004).

Collares *et al* (2004) destaca como uma das principais características da BHI, as declividades acentuadas nas cabeceiras e as baixas declividades a jusante, principalmente na região do manguezal do Itacorubi (Figura 1.2). Lima Jr (1997) associou a declividade desta bacia com as unidades geotécnicas e obteve as seguintes informações:

- Declividade menor de 5%: trata-se de uma superfície plana de topografia, onde se encontram os solos hidromórficos (solo de mangue e glei com substrato depósito flúvio-lagunares);
- Declividade entre 5% e 15%: relevo apresenta-se suave ondulado e ondulado com superfície topográfica pouco movimentada, encontra-se o podzólico vermelho amarelo com substrato de granito ou diabásico e o cambissolo;
- Declividade entre 15 a 30%: relevo fortemente ondulado, superfície topográfica movimentada, encontra-se o litólico. Acima de 30%, onde a superfície topográfica é muito movimentada, é representada por morros, montanhas, maciços e alinhamentos montanhosos.

Mesmo apresentando características ambientais frágeis, a evolução e o desenvolvimento urbano tem ocasionado alterações significativas no uso e ocupação do solo da BHI, resultando na geração de vários impactos ambientais, pois essa ocupação tem ocorrido de maneira rápida e acompanhada pela falta de planejamento na gestão urbana (PINTO, STEFFENS e OLIVEIRA, 2007).

Essa área tem sofrido com a crescente especulação imobiliária. De acordo com Campos (2004) ocorreu, na década de 70, "o boom" imobiliário que ocasionou alterações na fisionomia da cidade de Florianópolis, que na época apresentava apenas construções baixas, com poucas construções verticais e características de uma cidade provinciana. Essa transformação foi impulsionada pelas condições favoráveis do setor da construção civil, influenciadas pelo Sistema Financeiro da Habitação que foi criado pelo Governo Federal para disciplinar a captação de recursos financeiros e sua canalização para a

construção e aquisição de habitações.

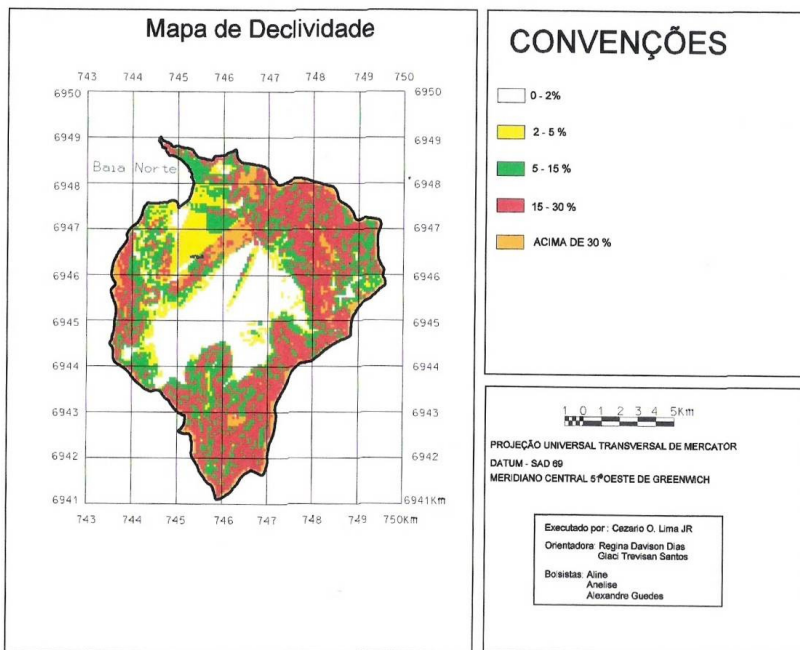


Figura 1.2 - Mapa de declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi, Florianópolis (SC).

Fonte: Lima Jr (1997).

Em função disto, houve um período (1971 a 1979) de grande evolução na construção civil em Florianópolis, onde ocorreram investimentos significativos e de elevada monta na construção de grandes edifícios residenciais e comerciais. As áreas onde ocorreu maior expansão foram os bairros: Trindade, Itacorubi, Córrego Grande e Pantanal (Figura 1.3).



Figura 1.3 - Localização dos bairros Trindade, Itacorubi, Córrego Grande e Pantanal na BHI.

Essa ocupação tem trazido prejuízos ambientais para a BHI, pois tem ocasionado desmatamento e ocupação de encostas de modo irregular, ocupação em área de mata ciliar, entre outros. Esses prejuízos podem ser representados pela geração de vários impactos ao ambiente desta bacia. Campos (2004) discute alguns deles:

- Baixo índice de área verde por habitante: Segundo a ONU, este índice deve ser de, no mínimo, $20m^2$. Nesta região este índice é de aproximadamente $13m^2$;

- Congestionamentos: as vias principais dessa região apresentam falta de capacidade, chegando ao seu limite nos horários de pico, que conseqüentemente forma grandes congestionamentos;
- Poluição dos recursos hídricos: é provocada principalmente pelo lançamento de esgotos domésticos diretamente na rede pluvial e fluvial, em córregos e em manguezais. Além disso, existe na região uma estação de transbordo no antigo lixão (bairro Itacorubi), onde ocorre a proliferação de ratos e insetos, odor e chorume que também contribui com a poluição do mangue e dos cursos d'água;
- Ocupações irregulares: existem na BHI muitas residências nas partes altas dos morros e nas margens de rios que estão sujeitas ao risco de desmoronamentos e inundações. Esta bacia sofre de maneira contínua com as inundações nas áreas mais baixas e isso tem sido agravado pela falta de planejamento, execução de obras de drenagem urbana, estreitamento dos rios, retirada da cobertura vegetal e pela impermeabilização do solo.

Para coibir novas ocupações e empreendimentos de grandes estruturas foi criado, pela Prefeitura Municipal de Florianópolis, o Projeto de Lei do Defeso (Lei Complementar 951/2008) que prevê a suspensão em caráter excepcional, até a conclusão do Plano Diretor Participativo – PDP que ainda está em discussão, de novas edificações residenciais de ocupação multifamiliar e o licenciamento para indústria e comércio em geral. Entre as resoluções propostas por este projeto de lei, ficou estabelecido que os licenciamentos em tramitação ficam suspensos e as obras que já estão em andamento, com as fundações prontas têm segurança jurídica assegurada (FERNANDES, 2008).

Conforme reportagem publicada pelo *site: wp.clicrbs.com.br* no dia 02 de dezembro de 2009, a Câmara de Vereadores de Florianópolis rejeitou o Projeto de Lei do Defeso em 02 de novembro de 2009.

1.3.1 Geologia

A Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi é constituída por duas unidades geomorfológicas: o complexo cristalino do Proterozóico Superior ao Eo-paleozóico e os depósitos sedimentares do Quaternário. O sistema cristalino está representado, principalmente, por granitos e

granodioritos, enquanto que a planície sedimentar está constituída por sedimentos argílico-sóltico-arenosos típicos de mangues, areno-sílticos-argilosos de baías e lagunas e colúvio-alúvio-eluvionares indiferenciados (CARUSO JR, 1993).

O arcabouço cristalino é formado por rochas graníticas, com altitude de até 380,00m e rochas subvulcânicas ácidas (riolitos e microgranitos), sendo o conjunto cortado por intrusões de diabásio (COITINHO & FREIRE, 1991). Segundo SANTOS (1997), as rochas Cristalinas (ígneas) constituem os morros, formando um conjunto de elevações grosseiramente alinhados na direção NE. Estes morros servem como anteparos para o acúmulo de material sedimentar, comumente retrabalhados, muitas vezes derivados dos próprios morros. Os granitóides afloram sob a forma de matações de médio e grande porte e lajeados, comumente apresentando uma alteração superficial, bastante pronunciada, que produz um horizonte C bastante espesso (solo residual).

Cada unidade geológica-geomorfológica individualizada, possui gênese distinta, tendo passado por processos de formação e intemperismo diferenciados, gerando, conseqüentemente, solos com comportamentos geotécnicos diferentes. A coluna estratigráfica da bacia hidrográfica do Itacorubi, situada na Ilha de Santa Catarina pode ser vista na Tabela 4.1 (SANTOS, 1997; CARUJO JR, 1993).

As rochas intrusivas básicas (diabásio) que ocorrem na Ilha de Santa Catarina, pertencem a Formação Serra Geral, Grupo São Bento, de acordo com PMF (1994). Os diques de diabásio possuem extensão limitada, apresentando-se geralmente alterados devido ao intemperismo, com direção predominante NE. Estes diques ocorrem cortando os granitóides e estão encaixados em falhamentos existentes no granito Palmeira do Meio. Uma dessas ocorrências fica próxima da subestação da CELESC, no Córrego Grande.

Para SANTOS (1997), os depósitos de manguezais são todos relacionados ao período Pleistoceno e/ou Holoceno, onde a ingressão de águas do mar, com posterior regressão, proporcionou a formação do Manguezal do Itacorubi.

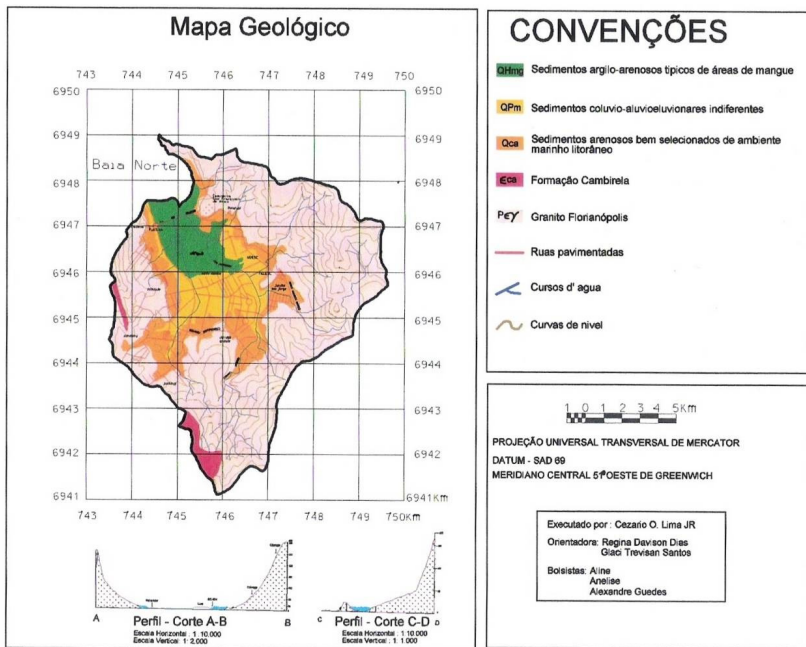


Figura 1.4 - Mapa geológico da Baía Hidrográfica da Baía do Rio Itacorubi, Florianópolis (SC).
Fonte: Lima Jr (1997).

1.3.2 Geomorfologia e relevo

A Baía Hidrográfica do Rio Itacorubi era uma paleoenseada, originalmente fazia parte de uma Ilha isolada, e que fazia parte de um “arquipélago” de rochas cristalinas, atualmente, representadas pelos morros. Provavelmente, durante o período Terciário e em períodos alternados do Quaternário, esse grupo de ilhas foi ligado por formações constituídas por sedimentos marinhos, lacustres, eólicos e fluviais, desenvolvendo-se as restingas, e à medida que se expandiam, aumentavam a extensão das praias e passavam a sofrer retrabalhamento pelo vento, originando as dunas. O arquipélago se transformou na tão conhecida Ilha de Santa Catarina, constituindo a parte insular do Município de Florianópolis.

A disposição desses grupos de ilhas, suas projeções e reentrâncias que abrigam pequenas enseadas e que protegiam antigas baías, evidenciam o controle estrutural do alinhamento NE-WS. As

paleoenseadas, incrustadas no embasamento salientam a orientação secundária da estrutura com a direção NW-SE, coerente com o alinhamento da área continental.

Os terrenos cristalinos, que constituem os embasamentos rochosos, correspondem a Unidade Geomorfológica Serras Litorâneas. Esta é constituída por granitos do Complexo Granítico Pedras Grandes, riolitos e intrusões em forma de diques de diabásio. Este embasamento serve de apoio às áreas sedimentares que delineiam o atual contorno da Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi e que faz parte da Unidade Geomorfológica Planícies Costeiras.

Nas encostas das elevações cristalinas, onde predominam os processos pluviais e intemperismo químico, o principal aspecto morfológico se constitui nas rampas de dissipação colúvio-aluviais. Segundo HERMANN (1989) *apud* SANTOS (1997), na planície sedimentar verifica-se a atuação de processos erosivos e deposicionais sob várias condições distintas de ambiente, onde o rio e o manguezal aí existente constituem a Unidade Geomorfológica Planície Costeira.

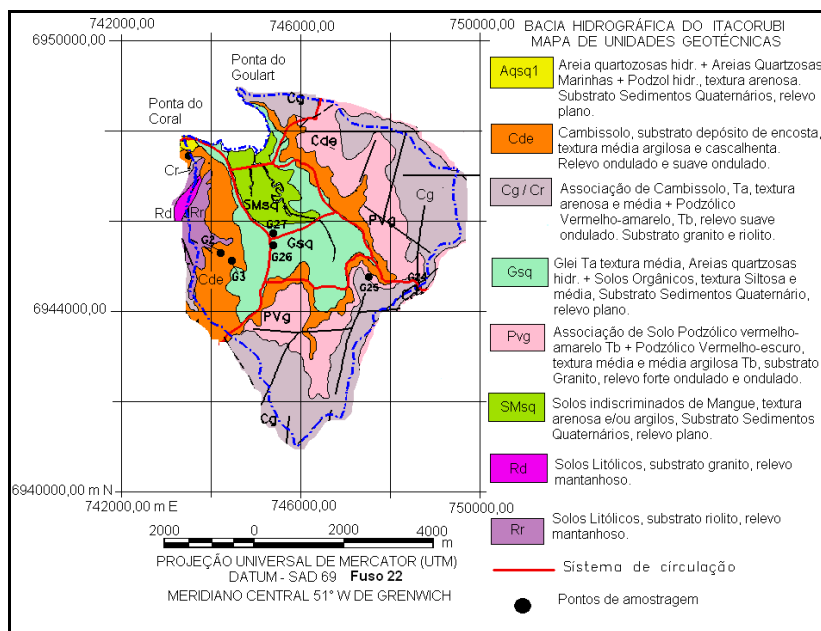


Figura 1.5 - Mapa geotécnico da Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi, Florianópolis (SC).
 Fonte: Santos (1997).

As unidades geotécnicas que ocorrem na Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi estão representadas na figura 1.5, conforme resultados obtidos no mapeamento, através da amostragem de campo, ensaios laboratoriais e descrição dos perfis de sondagens, analisados e executados por Santos (1997), levando em consideração a geologia, a pedologia e a geomorfologia.

1.3.3 Recursos Hídricos

Na área de estudo, a rede hídrica que constitui o sistema de drenagem natural da Bacia Hidrográfica do Itacorubi, está formada por dois tributários principais, denominados rio Itacorubi e Rio do Sertão, conforme figura 1.4. O Rio Itacorubi abrange 6.922m dentro da área estudada, e o rio do Sertão, 3531m (LABDREN, 2002). O sentido o escoamento do Rio Itacorubi é de Sul para Norte, da Cabeceira até a formação do manguezal, derivando para o quadrante Noroeste (NW) até a exultória da Bacia. Tratando-se de uma área de planície de característica estuarina, onde ocorre a formação do ecossistema de manguezal, existem vários cursos secundários de traçado indefinido e divagante, com sentido de escoamento atrelado aos níveis hídricos do manguezal.

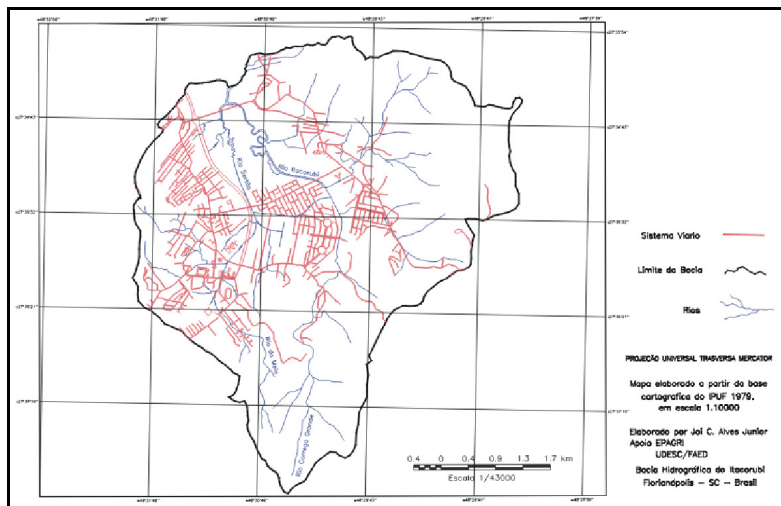


Figura 1.6 - Sistema de Drenagem Natural da Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi, Florianópolis (SC).

Fonte: Alves Jr. (2001).

O Laboratório de Drenagem Urbana (LABDREN) do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC, a partir de 1996, realizou uma série de estudos, sobre os principais pontos críticos do sistema de drenagem da Bacia do Rio Itacorubi, aliados a trabalhos em geoprocessamento voltados a hidrologia urbana, os quais serviram de subsídios, tanto para as ações corretivas implementadas pela Prefeitura Municipal, como também para a elaboração de um Plano Diretor de Drenagem para toda a Bacia. A Figura 1.7 mostra a subdivisão da bacia em 12 sub-bacias e quatro áreas contribuintes, juntamente com o Campus da UFSC, e o Manguezal.

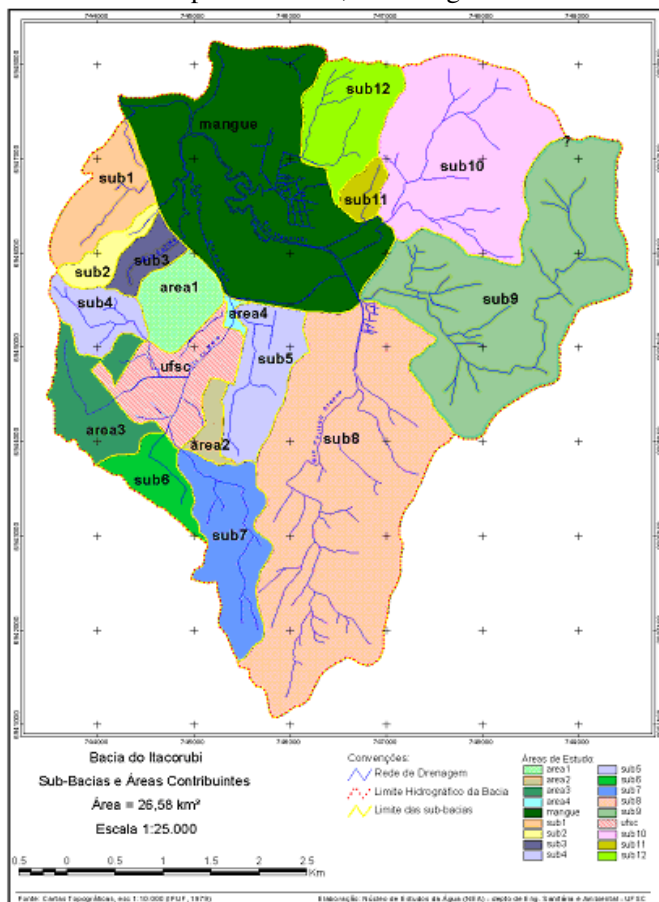


Figura 1.7 - Delimitação das Sub-Bacias e áreas contribuintes da Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi, Florianópolis (SC).

Fonte: LABDREN (2002).

A Figura 1.8 mostra o perfil longitudinal do Rio Principal da Bacia do Itacorubi, com 9892,50 m de comprimento e declividade média 0,035 m/m. A altitude máxima da Bacia da UFSC é de 478,00m e a mínima é de 0,00m na exultória.

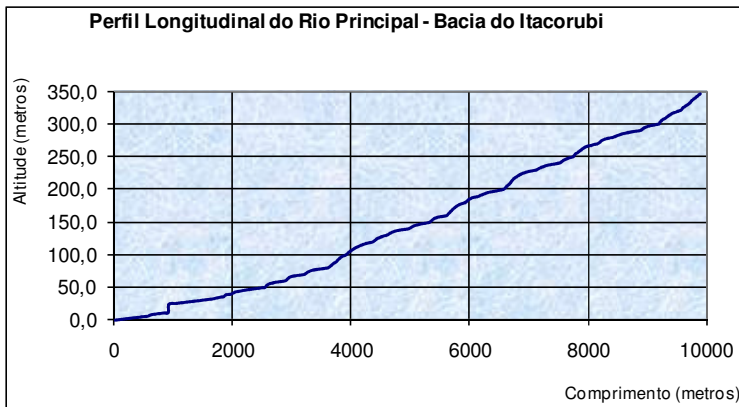


Figura 1.8 - Perfil Longitudinal do Rio Itacorubi.

Fonte: LABDREN (2002).

A Figura 1.9 mostra o perfil longitudinal do Rio do Sertão que corta o Campus Universitário, com 4596,70 m de comprimento e declividade média 0,072 m/m. A altitude máxima da Bacia do Campus é de 446,00 m e a mínima é de 3,20 m na exultória.

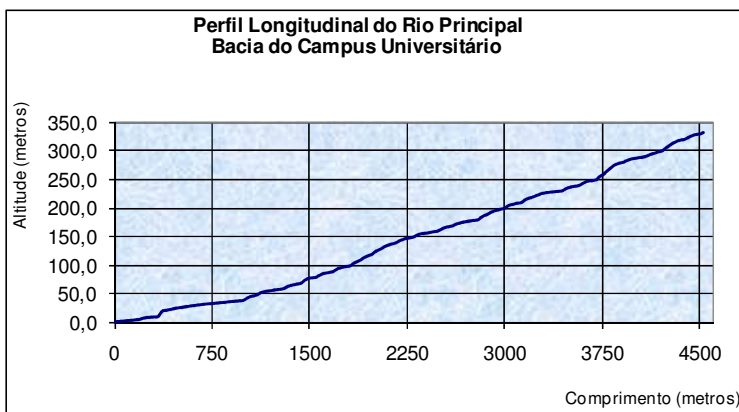


Figura 1.9 - Perfil Longitudinal do Rio do Sertão (Bacia do Campus UFSC).

Fonte: LABDREN (2002).

A Figura 1.10 mostra o perfil longitudinal do Rio Itacorubi que corta o Parque Municipal do Manguezal do Itacorubi, com 4802,80 m de comprimento e declividade média 0,001 m/m. A altitude máxima da Bacia é de 470,00 m e a mínima é de 0,00 m na exultória.

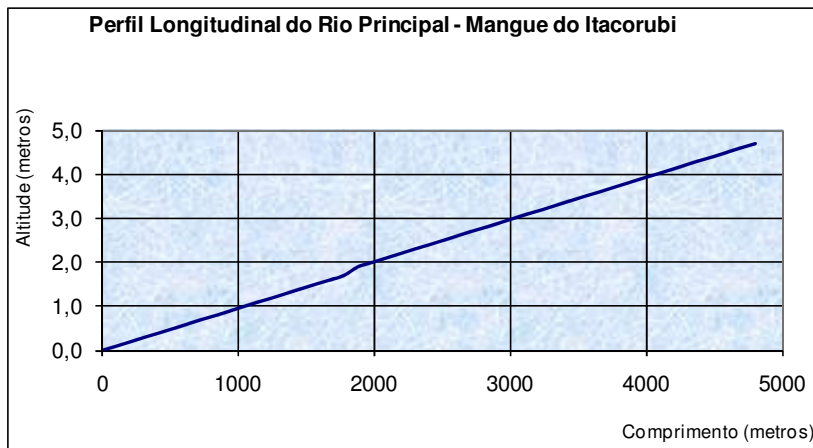


Figura 1.10 - Perfil Longitudinal do Rio Itacorubi que corta o Manguezal.
Fonte: LABDREN (2002).

1.4 ASPECTOS METODOLÓGICOS E ESTRUTURA DA PESQUISA

1.4.1 Técnicas e método de pesquisa

Neste estudo foram utilizadas como técnicas de coleta de dados: a Pesquisa Documental e Bibliográfica.

Segundo Marconi e Lakatos (2009), a Pesquisa Documental serve para coletar dados a partir de documentos, escritos ou não, constituindo o que se denomina de fontes primárias. Neste estudo, esta técnica foi utilizada para coletar dados provenientes do Censo Demográfico de 2000 que serviu para elaborar indicadores demográficos, sociais e econômicos.

Já a técnica da Pesquisa Bibliográfica, ou de fontes secundárias, abrange toda a bibliografia já tornada pública (jornais, livros, pesquisas, monografias, dissertações, teses etc.) e sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre o tema de estudo (MARCONI e LAKATOS, 2009). Este técnica possibilitou a elaboração do capítulo da Fundamentação Teórica

deste estudo e a coleta de informações sobre a ocorrência de desastres (inundações e deslizamentos) na área de estudo (BHI) durante o período de 1980 à 2010. Esta coleta foi realizada através de matérias jornalísticas publicadas sobre este tema pelos jornais O Estado e Diário Catarinense.

Com relação ao método de pesquisa, utilizou-se o Estudo de Caso, que, conforme Severino (2007), se concentra no estudo de caso particular, considerado representativo de um conjunto de casos análogos, por ele significativamente representativo.

1.4.2 Estrutura da pesquisa

Para maior compreensão, esta Dissertação foi organizada em 5 capítulos. No Capítulo 1 se insere a introdução onde são apresentados os objetivos, a justificativa, o tema, o problema de pesquisa e as suas hipóteses. Também é apresentada uma descrição sucinta das características da área de estudo, ressaltando as suas características físicas, um apanhado geral sobre a evolução e o desenvolvimento urbano e seus principais problemas ambientais.

O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica, onde são abordados inicialmente alguns conceitos básicos a respeito dos termos relacionados à temática de desastres. Após isso, são apresentados dados relativos ao histórico de desastres, bem como sua frequência e distribuição a nível mundial e nacional. Também são apresentadas as idéias de alguns autores sobre as características do processo de urbanização no crescimento dos riscos e desastres no meio urbano. Por fim, este capítulo aborda a importância da análise da vulnerabilidade na redução dos riscos e a utilização dos índices na sua gestão.

O Capítulo 3 explica a metodologia adotada na pesquisa, incluindo os materiais e os métodos utilizados, relata como foi realizada a pesquisa bibliográfica e documental, como os dados foram coletados e como foi elaborada a identificação da vulnerabilidade socioambiental na BHI.

O Capítulo 4 apresenta os resultados da aplicação do modelo conceitual de identificação da vulnerabilidade socioambiental na BHI, que inclui a obtenção de um índice de vulnerabilidade social através da aplicação de métodos estatísticos (Análise Fatorial e Análise de Agrupamento), a sobreposição da vulnerabilidade social com o mapa de desastres e a identificação e discussão dos níveis de vulnerabilidade social nas áreas que compõem a BHI. Também apresenta os resultados

do levantamento histórico de desastres nesta bacia que incluem inundações e deslizamentos ocorridos desde a década de 1980.

O Capítulo 5 finaliza esta dissertação, apresentando as conclusões, as limitações do trabalho e as recomendações finais. As referências e os anexos encontram-se na seqüência.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ASPECTOS CONCEITUAIS

Verifica-se, atualmente, que existe uma percepção confusa a respeito dos conceitos dos termos relacionados à temática de desastres naturais tais como: vulnerabilidade, ameaça, perigo, risco e desastre. Desta forma, estes termos têm sido definidos de diversas maneiras, tanto pelas publicações especializadas quanto na mídia geral.

Neste estudo, buscou-se apresentar definições usadas cientificamente na bibliografia internacional e nacional. Dentre as fontes analisadas, são citadas a base conceitual publicada pelas seguintes instituições:

- **Internacionais:** *United Nations Development Programme (UNDP)*, *International Strategy for Disaster Reduction (ISDR)*, *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ)*, *United Nations (UN) - Global Platform for Disaster Risk Reduction*, *International Development Research Centre (IDRC)*, *Red de Estudios Sociales em Prevención de Desastres em América Latina (LA RED)*;
- **Nacionais:** Ministério das Cidades (MCidades), Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

2.1.1 Desastres

De acordo com Kobiyama *et al* (2006), são considerados desastres naturais os eventos extremos que ocorrem em locais onde os seres humanos vivem e que, conseqüentemente, ocasionam danos (materiais e humanos) e prejuízos (sócio-econômicos). São exemplos de eventos extremos as inundações, escorregamentos, secas, furacões entre outros.

ISDR (2002) e GTZ (2002) definem desastre como sendo uma grave perturbação do funcionamento da sociedade, provocando, de maneira generalizada, prejuízos humanos, materiais ou ambientais que excedem a capacidade da sociedade afetada em limitar seus efeitos usando apenas recursos próprios.

Ainda segundo ISDR (2002), desastre é o resultado da

combinação de perigo (*hazard*)², das condições de vulnerabilidade e das medidas para mitigar as suas conseqüências negativas.

UNDP (2004) entende desastre natural como resultado de um perigo natural em conjunto com a vulnerabilidade humana, e a capacidade da sociedade em influenciar na limitação da extensão e da gravidade dos danos recebidos.

A definição do termo desastre pode variar de acordo com a percepção de cada indivíduo (por exemplo, vítima, seguradora ou de um cientista) e depende também do ambiente cultural. GTZ (2002) comenta que em todas as definições existem dois elementos comuns: a extensão de danos e perdas, e a incapacidade de uma população, região ou país afetados para enfrentar os impactos do desastre a curto ou médio prazo e por conta própria.

Entre os desastres, pode ser feita distinção entre a ocorrência de desastre de maneira súbita e lenta. Entre os desastres naturais extremos, as secas são os únicos que se iniciam de maneira lenta por natureza, pois suas causas e efeitos são mais difíceis de serem determinados do que os eventos naturais súbitos como os sismos, maremotos ou deslizamentos. Além disso, devido a natureza gradual do processo, as suas causas são mais complexas e, muitas vezes, é possível apenas identificar os efeitos indiretos (GTZ, 2002).

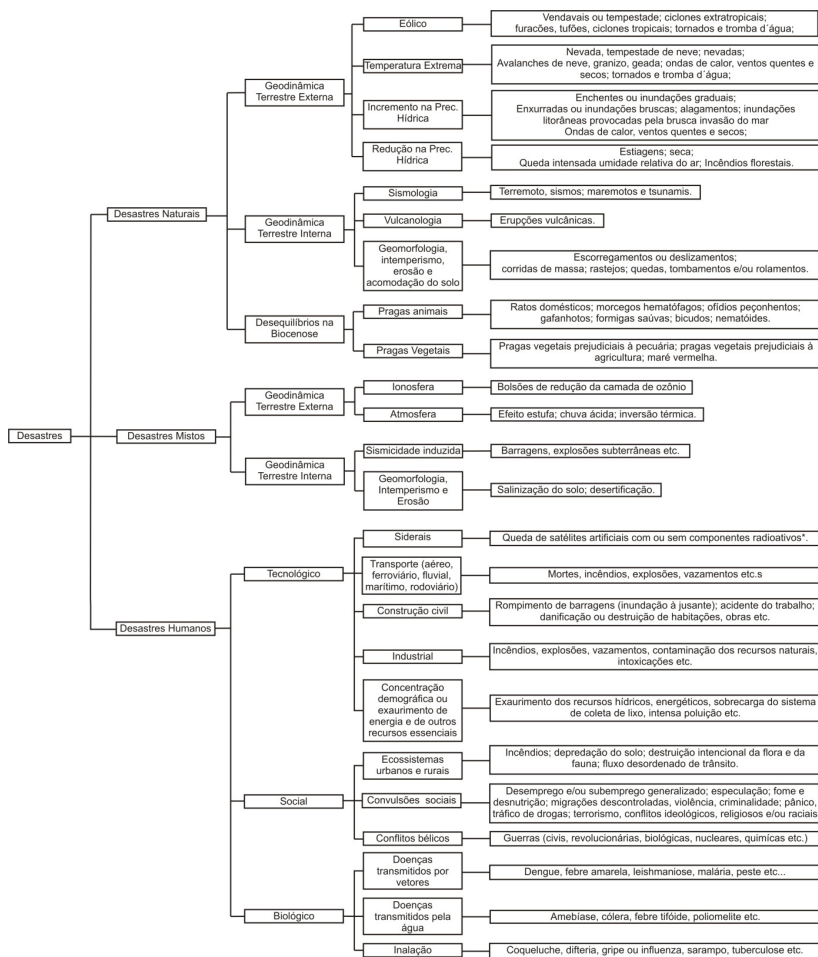
Cabe citar também que com relação à inundação, existem as lentas e as graduais. Para Castro (2003), as inundações graduais ocorrem quando a água se eleva de forma lenta e previsível, se mant m e em situa o de cheia durante algum tempo, e a seguir escoam-se gradualmente. Já a inunda o brusca (enxurrada) ocorre devido as chuvas intensas e concentradas, principalmente em regiões de relevo acidentado.

GTZ (2002) também enfatiza que nem todos os eventos naturais extremos   um desastre, como por exemplo, uma erup o vulcânica em uma área desocupada   apenas um acontecimento natural, mas não um desastre. Outro exemplo são as inunda es que podem ter efeitos benéficos como o fornecimento de nutrientes ao solo que pode torná-los férteis novamente, resultando em maiores produ es. Desta forma, os desastres sempre ter o impactos negativos.

Castro (2002), (2003) e (2004) classifica os desastres em naturais,

² Ainda não se encontrou defini es unânimes para o termo *hazard*, alguns autores traduzem como perigo outros como ameaça. Por isso, este estudo apresenta a tradu o de ambos os termos e conclui que os seus significados são bastante semelhantes entre os autores. Desta forma, para o enfoque conceitual aqui utilizado, esses termos poderão ser considerados sinônimos neste estudo.

humanos e mistos, conforme a Figura 2.1 que mostra um esquema adaptado a partir dos trabalhos publicados por este autor.



*Embora possível, este padrão de desastre ainda não foi notificado.

Figura 2.1 - Classificação dos desastres em naturais, humanos e mistos.

Fonte: Adaptado de Castro (2002), Castro (2003) e Castro (2004).

Os desastres humanos são decorrentes das conseqüências indesejáveis do desenvolvimento tecnológico relacionado, principalmente, com o desenvolvimento industrial e com a intensificação das trocas comerciais e conseqüentemente do incremento no deslocamento de cargas perigosas. Esses desastres também são

resultantes das concentrações demográficas elevadas em áreas urbanas, quando não são dotadas de uma infra-estrutura de serviços essenciais compatível e adequada, sendo agravados pelos desequilíbrios nos inter-relacionamentos humanos de natureza social, política, econômica e cultural (CASTRO, 2004).

Já os desastres mistos ocorrem quando as ações e omissões humanas contribuem para intensificar ou agravar fenômenos potencialmente indutores de desastres. Também podem ser caracterizados pelas intercorrências de fenômenos naturais adversos, atuando sobre condições ambientais degradadas pelo homem, desencadeando desastres (CASTRO, 2002). Para Castro (2002), os desastres atualmente rotulados como naturais na realidade são mistos. Isto se fundamenta na própria definição de desastre que resulta da ação de eventos adversos sobre cenários vulneráveis aos mesmos.

2.1.2 Risco

ISDR (2002) e UNDP (2004) definem risco como a probabilidade de conseqüências prejudiciais, ou de perda (de vidas, imóveis, meios de subsistência, atividade econômica, danos ambientais), resultantes das interações entre perigos naturais ou humanos e condições de vulnerabilidade.

Para ISDR (2002) dois elementos são essenciais na formulação de risco: a probabilidade de ocorrência de uma ameaça - perigo, e o grau de susceptibilidade do elemento exposto - vulnerabilidade. O impacto negativo, ou o desastre, dependerá das características da probabilidade e da intensidade do perigo, bem como da susceptibilidade dos elementos expostos baseado nas condições físicas, sociais, econômicas e ambientais.

Este autor reconhece a vulnerabilidade como um elemento-chave na equação de risco e que está relacionada com a capacidade das pessoas para enfrentar, resistir e recuperar-se do impacto do desastre. Assim, a capacidade de gerenciar e operar para redução do grau de perigo e de vulnerabilidade foi incorporada na equação:

$$Risco = \frac{Perigo \times Vulnerabilidade}{Capacidade}$$

GTZ (2002) e Marcelino (2008) também concordam que o risco é composto pelos elementos perigo e vulnerabilidade. No entanto,

apresentam a seguinte fórmula para o cálculo do risco:

$$\text{Risco} = \text{Perigo} \times \text{Vulnerabilidade}$$

GTZ (2002) explica que o risco é o produto do perigo e da vulnerabilidade e que ele só existe quando houver uma vulnerabilidade para um perigo representado por um evento natural. Por exemplo, uma família que vive em uma casa resistente a grandes terremotos não seria vulnerável a um terremoto de 6 graus na escala *Richter*. Então, esta família não está em risco. Se a casa estiver distante da área de zonas com falhas tectônicas, ou se for construída com precauções, este lugar será seguro para a família, pois não seria muito vulnerável a terremoto.

O grupo de pesquisa em risco da *Geoscience Australia Record* utiliza a seguinte expressão para a definição de risco:

$$\text{Risco} = \text{Perigo} \times \text{Elementos expostos} \times \text{Vulnerabilidade}$$

Essa expressão de risco é representada pela pirâmide tridimensional na Figura 2.2.

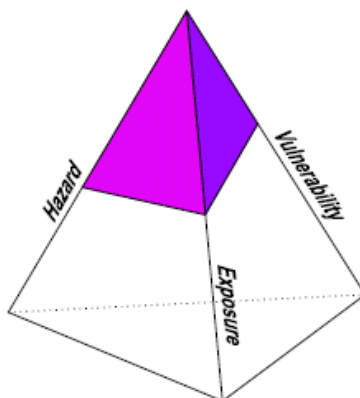


Figura 2.2 - pirâmide de risco apresenta os três fatores que contribuem para o risco: perigo, exposição e vulnerabilidade em um formato tridimensional.

Fonte: Dwyer *et al* (2004).

Aqui o autor representa o risco através de uma pirâmide em função de depender de três elementos: perigo, vulnerabilidade e exposição. Se qualquer um destes três elementos aumenta ou diminui, então o grau de risco também irá aumentar ou diminuir, respectivamente. A pirâmide de risco tem a finalidade de representar os

três elementos de risco em três dimensões, sendo que o volume da pirâmide representa o risco. Cada face da pirâmide é proporcional aos três fatores; risco, vulnerabilidade e elementos expostos. Quanto maior for a contribuição de um dos fatores, maior será o volume e, portanto, o risco (DWYER *et al*, 2004).

Já para Brasil (2007), a forma mais simples e didática para conceituar risco é através da equação:

$$R = P \times C$$

Onde P é a probabilidade de um processo destrutivo e C são as consequências sociais e/ou econômicas deste processo.

Verificou-se também que as publicações disponibilizadas pela *Red de Estudios Sociales em Prevención de Desastres en América Latina*³ (LA RED) adotam a seguinte expressão para definição de risco:

$$Risco = Ameaça \times Vulnerabilidade$$

Aqui vários autores⁴ utilizam o termo ameaça para se referir a perigo, pois consideram esses termos sinônimos neste enfoque conceitual.

Rebelo (2003) *apud* Dagnino e Carpi Jr. (2007) também adota o termo ameaça e diz que existe um ponto de confluência entre os termos ameaça e vulnerabilidade e que pode ser exemplificado através das seguintes operações aritméticas simples:

1. $R = A + V$;
2. $R = A \times V$;
3. $R = f(A, V)$

Com relação à primeira equação, Dagnino e Carpi Jr. (2007) afirmam que é possível verificar que para existir um risco (R), basta existir uma ameaça (A), pois se a vulnerabilidade (V) for igual a “zero”, o risco será igual a ameaça (A). Desta forma, se existe a ameaça, o risco está presente mesmo que não afete ninguém. Já a segunda equação, demonstra que quando existe a ameaça, mas não existe a vulnerabilidades, o risco é igual a “zero”. Por fim, a equação mais complexa (3) leva em consideração a relação que significa a função entre ameaça (A) e vulnerabilidade (V). Neste caso, f depende do

³ Disponíveis pelo site: <http://www.desenredando.org>

⁴ CEPREDENAC-PNUD (2003), LA RED (2001), Lavell (1996).

problema analisado e das suas nuances, como por exemplo: tipos de utilização da terra na região, à transposição das águas, à morfometria da bacia ou do rio, ao índice de impermeabilização e a realização de obras de engenharia para conter ou minimizar os riscos etc.

2.1.3 Relação entre risco e desastre

Após a definição e discussão dos termos risco e desastre, percebe-se que os fatores que determinam o risco e a sua materialização (desastre) são os mesmos. Desta forma, torna-se importante apresentar a relação entre esses termos:

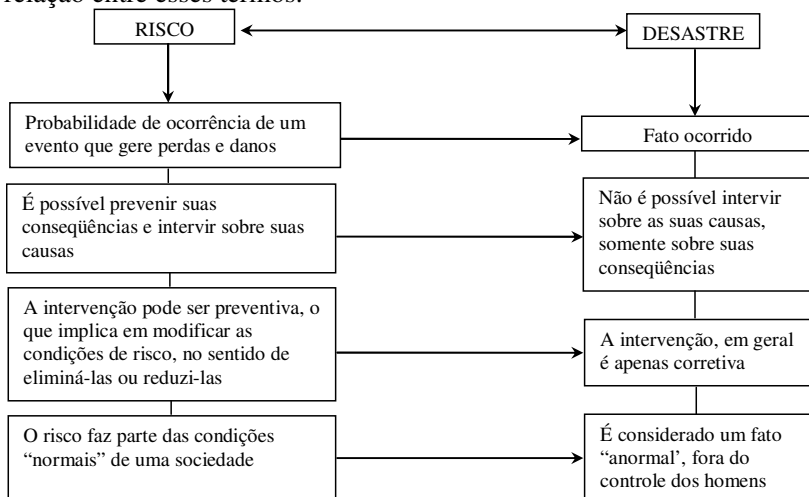


Figura 2.3 - Relação entre risco e desastre.

Fonte: Adaptado de LA RED (2001).

Através desta figura, verifica-se que o risco é uma condição que anuncia a possibilidade da ocorrência de um evento negativo capaz de causar danos ou perdas futuras e o desastre supõe a existência prévia da condição de risco, ou seja, representa a materialização de condições de risco pré-existentes.

2.1.4 Fatores de Risco

a) Ameaça/perigo

Em função de alguns autores optarem por utilizar o termo ameaça

como tradução de *hazard* e outros o termo perigo. Este estudo apresenta, a seguir, a definição de ambos os termos.

O Quadro 2.1 apresenta algumas definições para o termo ameaça:

| Autores | Definição |
|-----------------|--|
| Lavell (1996) | As ameaças são eventos físicos latentes, isto é, probabilidade de ocorrência de eventos físicos danosos, e podem ser classificadas como naturais, sócio-naturais ou antropogênicas. |
| Arboleda (2001) | Ameaça se refere a um perigo latente ou fator de risco externo de um sistema ou de um indivíduo exposto, que pode ser expresso em forma matemática como a probabilidade de exceder um nível de ocorrência de um evento com certa intensidade, em um determinado lugar e durante um tempo de exposição. |
| LA RED (2001) | Define ameaça como a probabilidade de um fenômeno de origem natural ou antrópico, potencialmente capaz de causar dano, que se origina em um determinado momento e lugar. |

Quadro 2.1 - Definições para o termo ameaça apresentadas por Lavell (1996), Arboleda (2001) e LA RED (2001).

Lavell (1996), LA RED (2001), Arboleda (2001) e CEPREDENAC-PNUD (2003) concordam que as ameaças podem ser classificadas de acordo com a sua origem (naturais, sócio-naturais e antrópicas).

Com relação a perigo, este é definido por ISDR (2002) como um evento físico potencialmente danoso capaz de ocasionar a perda de vida, prejuízos a propriedade, perturbação social e econômica ou ambiental. Os perigos podem incluir condições latentes capazes de representar ameaças futuras, podendo ter diversas origens: naturais (geológica, hidrometeorológica e biológica) e/ou induzidas por processos humanos (degradação ambiental e perigos tecnológicos). Podendo, ainda, ser individuais, seqüenciais ou combinados em sua origem e efeitos, sendo caracterizados pela sua localização, intensidade e probabilidade.

O autor comenta que os perigos sócio-naturais são induzidos ou agravados por uma combinação de eventos naturais extremos e intervenções humanas na natureza. Apenas alguns perigos, como por exemplo, os terremotos ocorrem como eventos puramente naturais; mas outros, como incêndios florestais, inundações e deslizamentos de terras, podem ocorrer com e sem a intervenção humana.

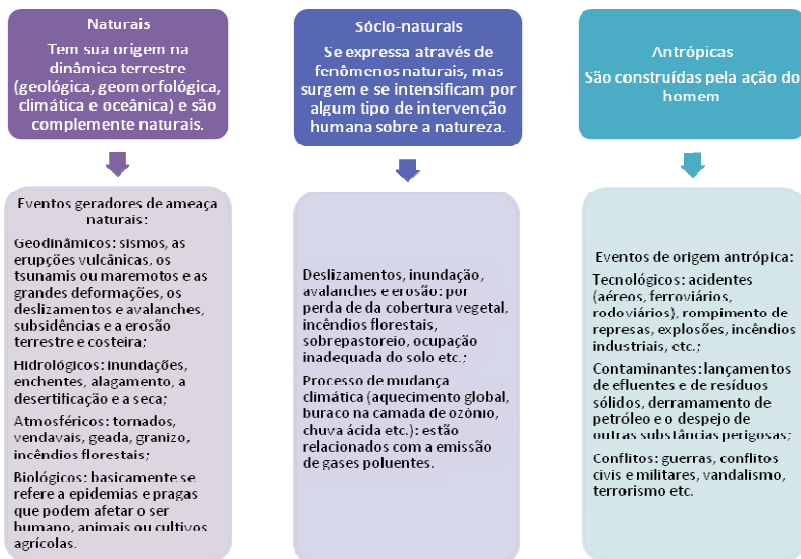


Figura 2.4 - Classificação das ameaças de acordo com a sua origem.

Fonte: adaptado de Lavell (1996), LA RED (2001), Arboleda (2001) e CEPREDENAC-PNUD (2003).

Ainda segundo ISDR (2002), faz-se necessário uma distinção entre um perigo natural e um perigo sócio-natural. Devido à complexidade decorrente de um conjunto de fatores de influência, esta distinção é dificultada, mas é útil para ajudar na definição de medidas de gestão de risco.

Para UNPD (2004), perigos naturais são processos naturais ou fenômenos que ocorrem na biosfera e que podem constituir para formar um evento danoso e que, por sua vez, podem ser modificados por atividades humanas, como a degradação ambiental e a urbanização.

Na opinião de Dwyer *et al* (2004), um perigo natural é um evento natural específico caracterizado por uma certa magnitude e probabilidade de ocorrência. É comum a todos os perigos naturais, a incerteza a magnitude e a extensão espacial dos seus impactos.

Alcántara-Ayala (2002) comenta que os perigos naturais não são apenas o resultado do processo em si (vulnerabilidade natural), é o resultado dos sistemas humanos e das vulnerabilidades associadas a eles. Desta forma, os desastres naturais ocorrem quando ambos os tipos de vulnerabilidades possuem as mesmas coordenadas no espaço e no tempo.

Através das definições dos termos ameaça e perigo, verificou-se

que os autores espanhóis, Lavell (1996), LA RED, (2001), Arboleda (2001) e CEPREDENAC-PNUD (2003), traduzem *hazard* como ameaça. Ao compararmos a definição de ameaça com a de perigo aqui apresentada, veremos que seus significados são bastante semelhantes. Desta forma, para este enfoque conceitual, esses termos poderão ser considerados sinônimos nesta dissertação de mestrado.

b) Vulnerabilidade

Vulnerabilidade é definida por LA RED (2001) como uma condição existente na sociedade que pode levá-la a sofrer um dano ou uma perda em caso de materialização de uma ameaça. Para o autor, também pode expressar-se pela incapacidade de uma comunidade para recuperar-se dos efeitos de um desastre.

Segundo CEPREDENAC-PNUD (2003), vulnerabilidade significa uma falta de resiliência e resistência e, além disso, de condições que dificultam a recuperação e reconstrução autônoma dos elementos afetados.

Brasil (2007) define vulnerabilidade como grau de perda para um dado elemento, grupo ou comunidade dentro de uma determinada área passível de ser afetada por um fenômeno ou processo.

Veyret (2007) diz que a vulnerabilidade revela a fragilidade de um sistema em seu conjunto e sua capacidade para superar a crise provocada por uma *álea*⁵. A capacidade deste sistema para se restabelecer e melhorar sua reatividade após uma catástrofe é levada em conta na determinação da vulnerabilidade. Para o autor, é o que se denomina resiliência.

Para GTZ (2002), a vulnerabilidade denota o meio inadequado ou a capacidade de proteger-se contra os efeitos negativos dos fenômenos naturais e, por outro lado, para recuperar-se rapidamente a partir dos seus efeitos. O autor resume os principais fatores de vulnerabilidade, como: fatores político-institucionais, econômicos, sócio-cultural.

Alcántara-Ayala (2002) descreve que esta classificação (Quadro 2.2) indica que cada entidade social possui diferentes tipos de vulnerabilidade, e que ela não é somente o resultado de ações humanas, é o resultado da interação do contexto econômico, social, cultural e político do local onde as pessoas vivem. Desta forma, vulnerabilidade não pode ser tratada como um termo geral e homogêneo, mas sim dinâmico e determinado por cada sociedade.

⁵ Acontecimento possível; pode ser um processo natural, tecnológico, social, econômico, e sua probabilidade de realização (VEYRET, 2007).

| Político-institucionais | Econômicos | Sócio-cultural |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • A legislação é omissa, não é proporcional ao perigo ou não está implementada; • O pessoal e os recursos financeiros disponíveis para a gestão de riscos e preparação são insuficientes; • Os papéis não são adequadamente ou claramente atribuídos e há uma falta de coordenação nas e entre as instituições responsáveis; • A cultura política é propícia aos interesses e à corrupção, o que dificulta a gestão dos riscos; • As instituições democráticas são subdesenvolvidas: o baixo nível de participação dos da população nos processos democráticos diminui as suas capacidades de auto-ajuda; • Mecanismos e instrumentos para a difusão de riscos e recursos financeiros são escassos ou insuficientes (por exemplo, fundos de desastres, seguros); • Uma cultura de prevenção é insuficientemente promovida. | <ul style="list-style-type: none"> • Recursos financeiros governamentais são insuficientes para a gestão de riscos de desastres; • A pobreza em geral, limita a capacidade de auto-ajuda de grande parte da população. A pobreza constrói a vulnerabilidade através da ocupação de áreas impróprias e da degradação ambiental; • As economias dependem de alguns produtos (baixo nível de diversificação) e o perigo é particularmente grande se estes são os setores mais vulneráveis aos desastres; • Não é suficientemente levada em consideração a influência das atividades econômicas sobre os riscos. | <ul style="list-style-type: none"> • Devido à educação deficiente e insuficiente as pessoas são menos capazes de responder adequadamente em um ambiente em mudança; • Fatalidade é generalizada como uma consequência a crença de que os desastres naturais dependem da vontade de Deus e, portanto, são inevitáveis; • Os métodos de produção podem resultar em maior vulnerabilidade para as pessoas e as suas propriedades. Por outro lado, pode resultar em maior risco devido a impactos adversos sobre o ambiente natural (por exemplo, a erosão através de desmatamento); • A população não está disposta a apoiar e organizar-se, a fim de negociar interesses concorrentes, na busca de níveis mais elevados de bem-estar geral. |

Quadro 2.2 - Principais fatores de vulnerabilidade (fatores político-institucionais, econômicos, sócio-cultural)

Fonte: Adaptado de GTZ (2002)

Para o autor, a vulnerabilidade é determinada através da relação entre os sistemas naturais e humanos, podendo ser dividida em vulnerabilidade natural e humana. A vulnerabilidade natural depende do perigo natural (muitas vezes relacionada à localização geográfica), assim, existe vulnerabilidade vulcânica, de inundação, de deslizamento, de tsunamis, de furacão e assim por diante. Em contrapartida, a vulnerabilidade humana se baseia no sistema social, econômico, político e cultural. Desta forma, o autor define a vulnerabilidade como a propensão de um elemento ameaçado por algum tipo de perigo natural a sofrer diferentes graus de perdas ou de danos dependendo de sua debilidade social, econômica, cultural e política. Assim, a vulnerabilidade total é uma função dos tipos individuais de vulnerabilidade presentes em uma determinada área. Essa vulnerabilidade determina a magnitude do desastre, o nível de resiliência e do processo de recuperação.

Recentemente, a vulnerabilidade socioambiental tem sido utilizada por grupos acadêmicos e por algumas entidades governamentais. Torres *et al* (2003) define esse tipo de vulnerabilidade como uma categoria analítica que pode expressar os fenômenos de interação e cumulatividade entre situações de risco e degradação ambiental (vulnerabilidade ambiental) e situações de pobreza e privação social (vulnerabilidade social), apesar das limitações empíricas para operacionalização dessas categorias analíticas. Para Alves (2006), Alves e Torres (2003), Deschamps (2004) e Azevedo (2007), a vulnerabilidade socioambiental pode ser explicada como sendo a coexistência ou a sobreposição espacial entre essas vulnerabilidades (vulnerabilidade social e ambiental).

Ao discutir a relação entre o risco e seus fatores (ameaça e a vulnerabilidade), Arboleda (2001) comenta que o risco é o resultado da “convolução” da ameaça e a vulnerabilidade. Este conceito se refere à concomitância e o mutuo condicionamento da ameaça e da vulnerabilidade. Isto significa que não se pode ser vulnerável se não estiver ameaçado e não existe uma condição de ameaça para um elemento, sujeito ou sistema se não estiver exposto e vulnerável a ação potencial que representa a ameaça. Segundo o autor, não existe ameaça ou vulnerabilidade independentes, pois são situações mutuamente condicionantes que se definem de forma conceitual de maneira independente para efeitos metodológicos e para uma melhor compreensão do risco.

Desta forma, interferindo nos fatores de risco (ameaça e vulnerabilidade) estamos interferindo no risco. Porém, em muitas vezes

não é possível interferir na ameaça para reduzir o risco, assim resta a opção de modificar apenas as condições de vulnerabilidade dos elementos expostos. Por isso, Arboleda (2001) enfatiza a necessidade de reduzir a vulnerabilidade através de medidas de prevenção e de mitigação para a redução do risco.

Cabe dizer que é importante diferenciar a vulnerabilidade da susceptibilidade que é definida por Brasil (2007) como sendo a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em uma dada área, expressando-se segundo classes de probabilidade de ocorrência. Dessa forma, Santos (2007) diz que a susceptibilidade envolve as características físico-naturais de uma dada área. Dessa forma, pode-se dizer que uma área é susceptível a deslizamento, por exemplo, quando possui fatores condicionantes que aumentem a sua predisposição a probabilidade para o desencadeamento desse desastre.

2.1.5 Gestão de Risco

Para a CEPREDENAC – PNUD (2003), a Gestão de Risco e a Gestão Local de Risco em particular, vêm ganhando força durante os últimos quatro anos. Isto tem ocorrido de maneira notória, principalmente, na América Central, mas também tem sido difundido em muitos outros países da América Latina. Durante este período, tanto o conceito, como a prática tem evoluído, no entanto, a diversidade de enfoques, interpretações e práticas desenvolvidas, sugerem que ainda não há clareza e consenso em relação ao seu significado.

Uma definição básica da Gestão de Risco é apresentada por CEPREDENAC – PNUD, (2003) como sendo um processo social complexo com a finalidade de redução, prevenção e controle permanente do risco de desastre na sociedade, em consonância e integrada com desenvolvimento humano, econômico, ambiental e territorial sustentáveis. Este processo admite a princípio, distintos níveis de coordenação e intervenção que vão desde global, integral, ou setorial e o macro-territorial até local, como o comunitário e o familiar.

Seguindo a lógica das características da Gestão de Risco, a Gestão Local de Risco compreende um nível territorial particular de intervenção em que os parâmetros específicos que a definem se referem a um processo que é altamente participativo por parte dos atores sociais, e muitas vezes conciliado e coordenado com atores externos de apoio e técnicos, cuja apropriação pode remeter-se a distintos atores com identificação em distintos níveis territoriais, mas com atuação no local.

Ao questionar se a Gestão de Risco deve ser feita a nível nacional ou local. Lungo (2007) responde dizendo que deve ser feita de maneira coordenada nos dois níveis, mas em alguns casos esta gestão implica na ação conjunta de vários países, como por exemplo, o esforço contra os efeitos negativos da mudança climática. Isto não significa que não pode ser feita a gestão de riscos a nível local ou municipal, uma vez que existem riscos territorializados localmente. Mas deve haver uma gestão que combine: local, micro, regional, nacional e transnacional, o que representa grandes desafios para os governos municipais, em vários aspectos.

Segundo UN (2009) e a ISDR (2009) a Gestão de Risco é uma abordagem sistemática e prática da gestão da incerteza, para minimizar perdas e danos potenciais. Ao comentar esta definição, esses autores dizem que a Gestão de Risco compreende a avaliação e a análise de risco, e as estratégias e as ações específicas para controle e redução dos riscos. Além disso, é praticada por organizações com a finalidade de minimizar riscos, decidir sobre investimentos e tratar os riscos operacionais como aqueles relativos a interrupções de atividades, falhas na produção, danos ambientais, impactos sociais e danos decorrentes de incêndios e perigos naturais. UN (2009) e ISDR (2009) enfatizam que a Gestão de Risco é uma questão essencial para setores como: abastecimento de água, produção de energia e a agricultura que pode ser diretamente afetada por condições extremas de tempo e clima.

Para Mansor (2004), a gestão de risco é um processo constituído por etapas (Figura 2.5) bem definidas que, se forem seguidas, podem servir de apoio na tomada de decisão, contribuindo para uma melhor visão sobre os riscos e seus impactos.

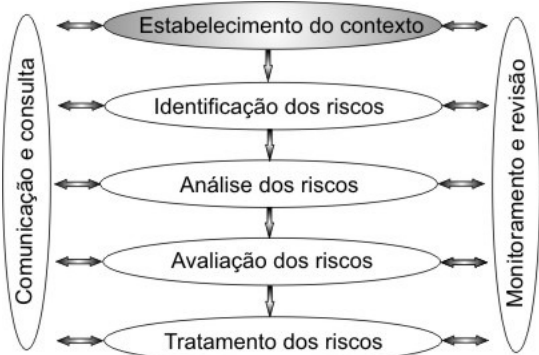


Figura 2.5 - Etapas do processo de Gestão de Risco.
Fonte: Mansor (2004)

O autor afirma que a primeira etapa do processo de gestão de risco esta centrada no ambiente com a finalidade de estabelecer os limites na qual os riscos devem ser geridos e de orientar nas decisões sobre a gestão de riscos, e desenvolver critérios de avaliação de risco. Já a segunda etapa envolve a identificação dos riscos decorrentes dos aspectos ambientais, que serão estabelecidos a partir da etapa anterior, para desenvolver um inventário completo dos riscos e o que cada um envolve, através da seleção de técnicas adequadas para identificar os riscos potenciais, analisar as possíveis fontes de riscos, que constituem uma grave ameaça à comunidade. A última etapa avalia e analisa o impacto dos riscos, o que implica na decisão sobre a relação entre a probabilidade (frequência ou probabilidade) e as conseqüências (os impactos) dos riscos que são identificados. Ainda nesta etapa, Mansor (2004) diz que o próximo passo é tratar os riscos considerados inaceitáveis, identificando as opções que poderiam ser utilizadas para tratar esses riscos, selecionando a melhor opção em termos de sua viabilidade e custo/benefício, preparando e implementando um plano de tratamento de risco.

2.2 HISTÓRICO DE DESASTRES

2.2.1 Desastres no mundo

Utilizando os dados disponibilizados pelo banco global *Emergency Events Database (EM-DAT)*⁶, entre o período de 1900 a 2008⁷, verifica-se que houve um aumento significativo na ocorrência de desastres naturais no mundo, principalmente, entre 1940 e 2000 e uma leve redução a partir do ano de 2000 (Figura 2.6).

Segundo o Ponserre *et al* (2008), existe uma tendência mundial ascendente na ocorrência de desastres naturais impulsionada, principalmente pelo aumento do número de desastres hidrometeorológicos (Figura 2.7), sendo as inundações (hidrológicos) e as tempestades (meteorológicos) os desastres que mais contribuem para este aumento. Nas últimas décadas, o número de desastres hidrológicos aumentou, em média, 7,4% ao ano, sendo que no período de 2000 a 2007 o crescimento anual foi em média de 8,4%.

⁶ Base de dados internacional sobre desastres da Universidade Católica de Louvain, Belgin.

⁷ O EM-DAT contabiliza somente os desastres considerados de grande severidade (dezenas de vítimas fatais e centenas de desabrigados etc), assim o número real de desastres pode ser bem mais elevado.

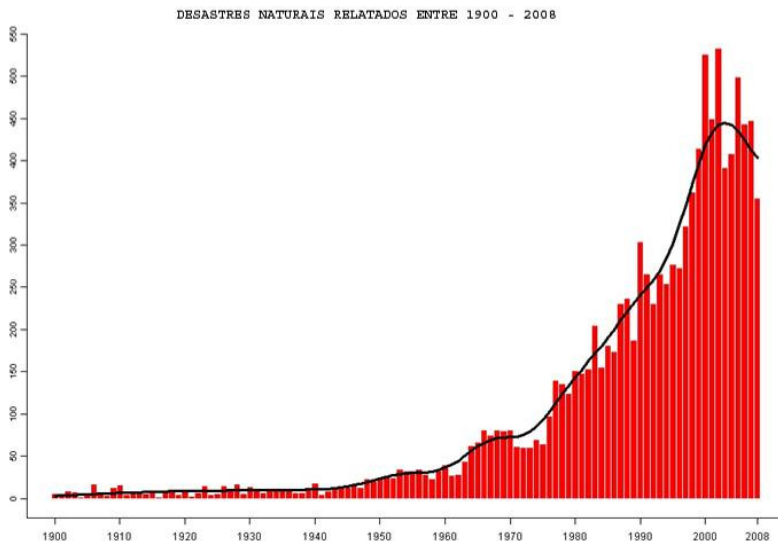


Figura 2.6 - Número de desastres naturais durante o período de 1900 a 2008.
Fonte: EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database.

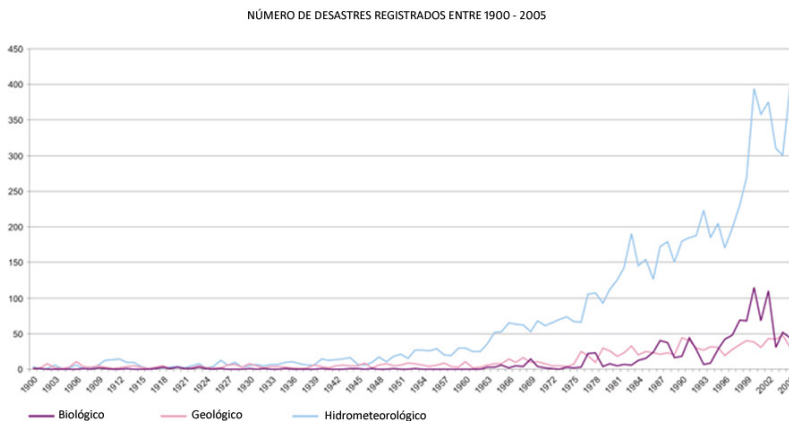


Figura 2.7 - Número por tipo de desastres naturais entre 1900 e 2005.
Fonte: EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database.

Os desastres hidrometeorológicos afetam mais pessoas do que todos os outros desastres combinados. Durante 1972-2006, mais de 5.250 milhões de pessoas foram afetadas por este tipo de desastre,

comparado com cerca de 11.5 milhões para todos os outros desastres combinados (terremotos, infestações de insetos, vulcões e incêndios florestais). Somente as tempestades e inundações representam em torno de 67% do número acima de indivíduos impactados, ou 3.500 milhões de pessoas. Os custos econômicos desses desastres são bastante altos quando comparados com outros eventos, não somente por causa de sua frequência, mas também por causa da frequência que eles ocorrem próximos a costa, onde maior parte da população está concentrada (WORLD BANK, 2007).

Os desastres naturais ocorrem no mundo todo, sendo as Américas e a Ásia as regiões com maior ocorrência (Figura 2.8). Para Alcántara-Ayala (2002), apesar de possuírem um impacto considerável em países como o Japão, E.U.A, França e Suíça, a sua importância é superior em países como Bangladesh, Índia, China, Guatemala, Colômbia e México em função destes desastres ocasionarem alta taxa de mortalidade nos países em desenvolvimento. A maioria desses países está localizada em áreas propensas a perigos naturais como é o caso dos países da América Latina e dos países Asiáticos que estão situados dentro de área sujeita ao vulcanismo e sismos. Esses países também possuem a maior concentração de riscos associados a inundações e ciclones, devido a furacões, tempestades tropicais, tufões e monções.

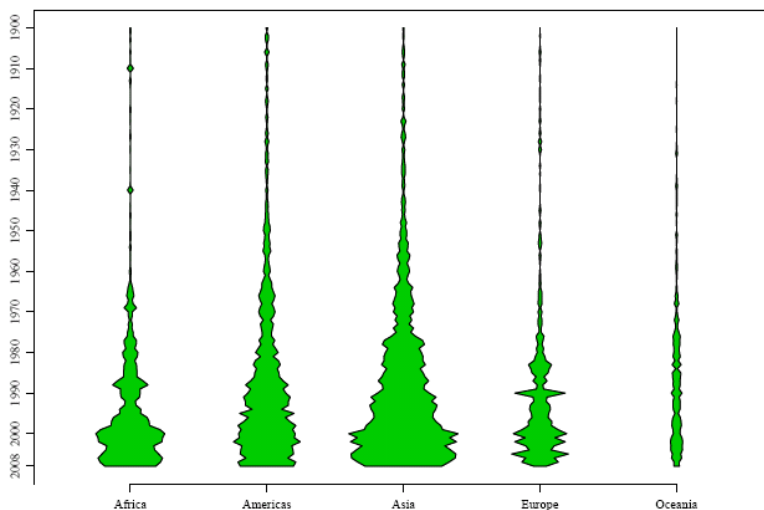


Figura 2.8 - Ocorrência de desastres naturais por regiões do globo entre 1900 à 2008.

Fonte: EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database.

Utilizando os dados de desastres do EM-DAT (Figura 2.9), observa-se que entre 1991 e 2005 as tempestades e as inundações são os tipos de desastres mais comuns em quase todos os continentes (Américas, Ásia e Oceania). Na África, a epidemia e a inundação são os desastres que mais ocorrem. Destaca-se também que, o continente que apresentou o maior número de registros de desastres hidrometeorológico foi o asiático (Figura 2.10) com 1532 registros, seguido pelo americano com 1072 registros.

Verificou-se que a distribuição espacial mostra que a grande maioria dos desastres ocorre em países em desenvolvimento, onde mais de 95% das mortes decorrentes de desastres naturais acontecem nesses países. Isto pode ser devido ao fato de que 85% das pessoas que moram em países em desenvolvimento estão mais expostas a terremotos, ciclones tropicais, inundações e secas, além das condições socioeconômicas, do adensamento populacional em áreas de risco e da falta de planejamento urbano, entre outros fatores. Diferentemente desses países, os países classificados como de alto desenvolvimento humano representam 15% da população exposta a desastres e representa apenas 1,8 % das mortes (UNPD, 2004; UNITED NATIONS, 2006).

Além dos desastres ocorrerem com maior frequência em países em desenvolvimento, as áreas costeiras são as mais afetadas em função de serem mais intensamente povoadas, representando 53% do PIB mundial. Cerca de $\frac{1}{4}$ da população mundial vive dentro da faixa de 100 km da costa, e muitas áreas são vulneráveis as elevações da maré e as cheias trazendo inundações. Das 25 *megacidades*⁸, 14 estão na costa e 7 estão nas suas proximidades. Esta concentração ao longo da costa contribui com o aumento das perdas humanas e econômicas em função, por exemplo, de furacões (WORLD BANK, 2007).

⁸ Cidades com mais de 5,8 ou 10 milhões de habitantes (Priority Program "Megacities-Megachallenge - Informal Dynamics of Global Change)

DISTRIBUIÇÃO REGIONAL DOS DESASTRES POR TIPO ENTRE 1991 - 2005

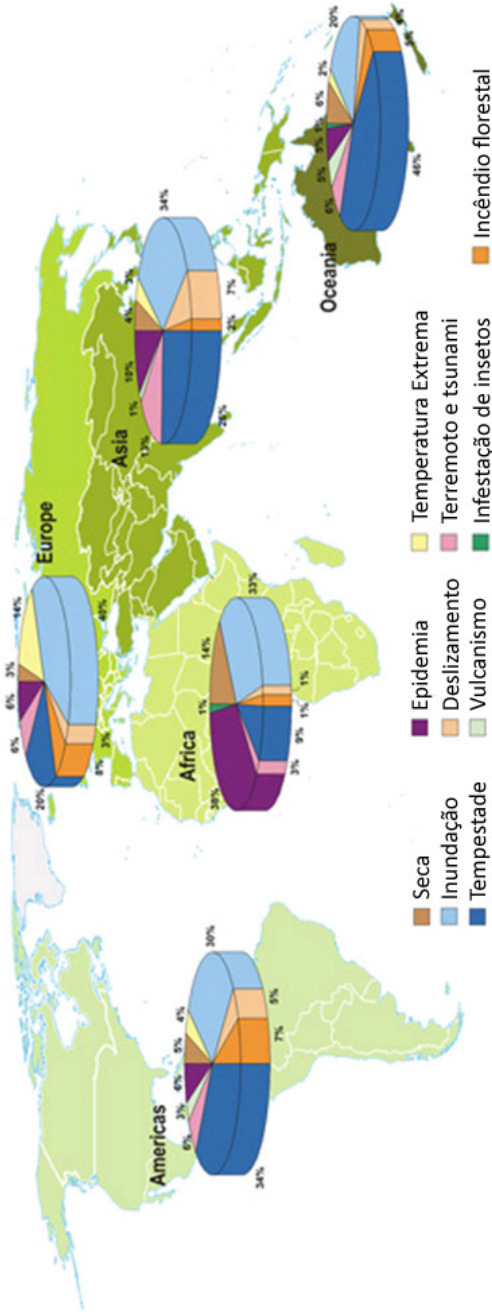


Figura 2.9 - Ocorrência de vários tipos de desastres naturais por regiões do globo.
 Fonte: EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database.

DISTRIBUIÇÃO REGIONAL DE DESASTRES NATURAIS POR ORIGEM ENTRE 1991 - 2005

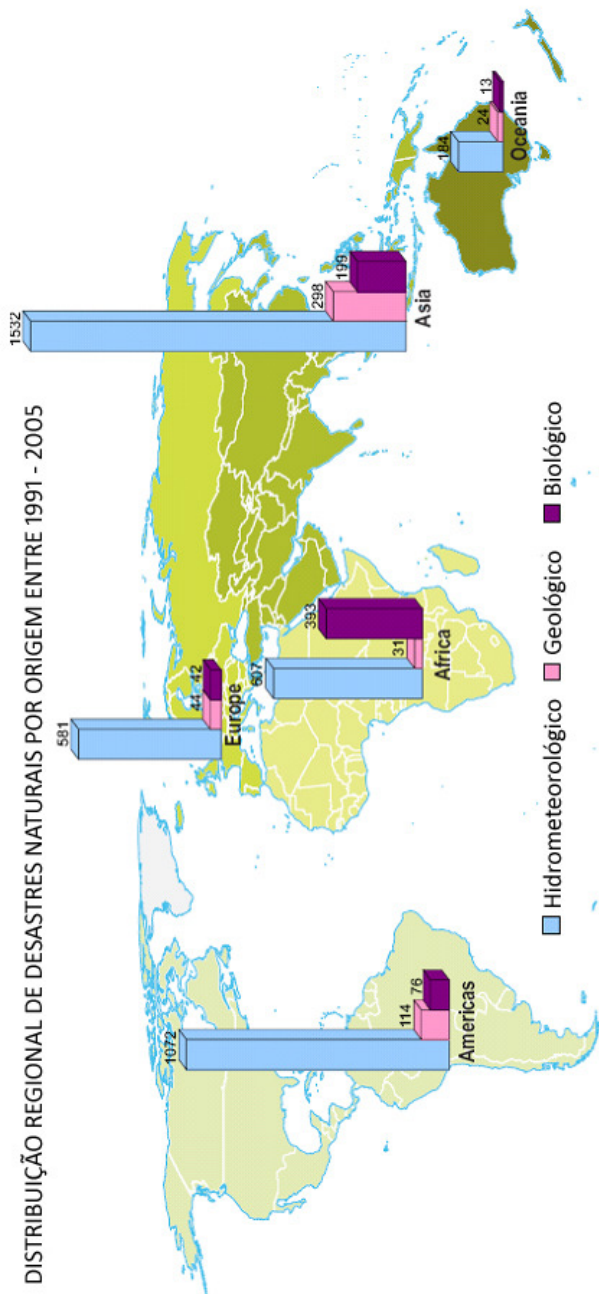


Figura 2.10 - Ocorrência dos desastres por origem entre 1991 e 2005.

Fonte: EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database.

2.2.2 Desastres no Brasil

De acordo com os dados da EM-DAT (2009), foram registrados 250 desastres no período de 1900-2009, sendo que a maioria dos desastres começou a ser computada a partir da década de 40. Estes desastres tiveram como consequência mais de 60 milhões de afetados, 12.622 vítimas e um prejuízo aproximado de 12 bilhões. Os desastres mais frequentes foram as inundações (60%), seguidas pelos deslizamentos (13,6%) (Figura 2.11).

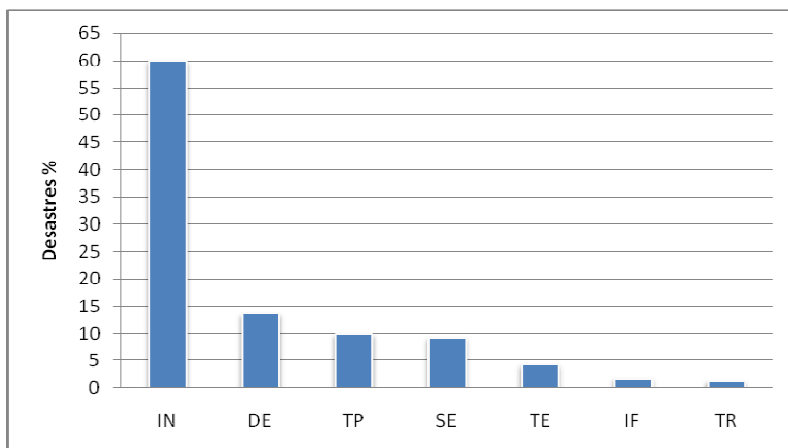


Figura 2.11 - Tipos de desastres ocorridos no Brasil entre 1900 a 2009⁹.

Legenda: IN (inundação), DE (deslizamento), TP (tempestade), SE (seca), TE (temperatura extrema), IF (incêndio florestal), TR (terremoto).

Fonte: EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database.

Utilizando os dados do EM-DAT, Marcelino (2008) apresenta a Figura 2.12 que mostra a distribuição espacial dos desastres no Brasil, onde mais de 60% dos casos de desastres naturais ocorreram nas regiões Sudeste e Sul, seguido pela região Nordeste (32%). Ao analisar esses resultados com os dados de população e área territorial disponibilizados pelo *site* do IBGE (<http://www.ibge.gov.br>), verifica-se que as regiões Sudeste e Sul possuem quase o dobro de habitantes quando comparada com a região nordeste, apesar das suas áreas territoriais serem equivalentes (aproximadamente 1,5 milhões de Km²).

⁹ Dados coletados até maio de 2009.

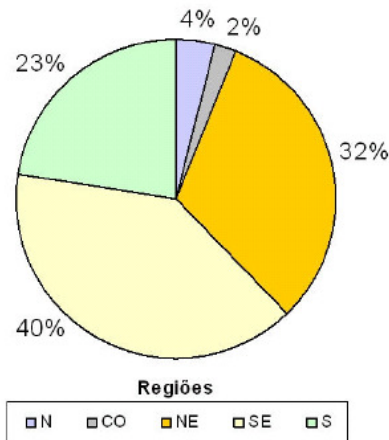


Figura 2.12 - Distribuição dos desastres naturais no Brasil (1900-2006).

Legenda: N – Norte, CO – Centro Oeste, NE – Nordeste, SE – Sudeste, S – Sul

Fonte: Marcelino (2008).

As informações da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC), realizada pelo IBGE em 2002 e publicada em 2005, reforçam os dados internacionais acima apresentados. Esta pesquisa revela que os 2.263 (41%) municípios brasileiros que declararam ter sofrido algum tipo de alteração ambiental relevante nos 24 meses anteriores à pesquisa, que tenha afetado as condições de vida da população, cerca de 16% declararam que esta alteração deu-se por ocorrência de deslizamento de encosta, e cerca de 19% por inundações. Dos 1.954 (35%) que informaram ter havido alteração da paisagem, quando questionados a respeito das possíveis causas, 676 (35%) deles atribuíram à erosão do solo (voçorocas, ravinas, deslizamentos).

Desta forma, verifica-se que esta pesquisa mostra que os desastres naturais mais comuns no Brasil são as enchentes, a seca, os deslizamentos de terra e a erosão. As Figuras 2.13, 2.14 e 2.15 apresentam a distribuição espacial desses desastres, onde quase metade da ocorrência de deslizamentos fica na região Sudeste (49%), seguida pela Nordeste com 23% dos municípios. Quanto a inundação, a sua distribuição possui um predomínio novamente na região Sudeste (48%), seguido pela região Sul (23%). E a erosão dá-se com maior frequência na região Sudeste (38%), Nordeste (25%) e Sul com 20%.

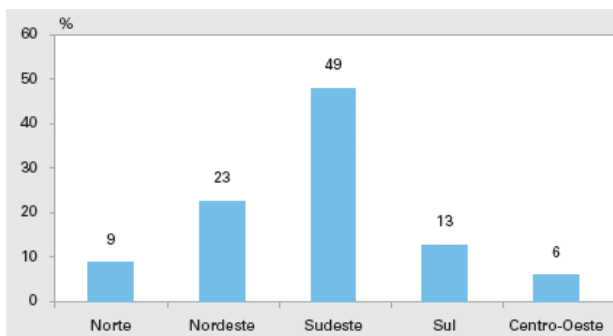


Figura 2.13 - Municípios com alteração ambiental devido a ocorrência de deslizamentos, segundo Grandes Regiões, 2002.
Fonte: IBGE (2005).

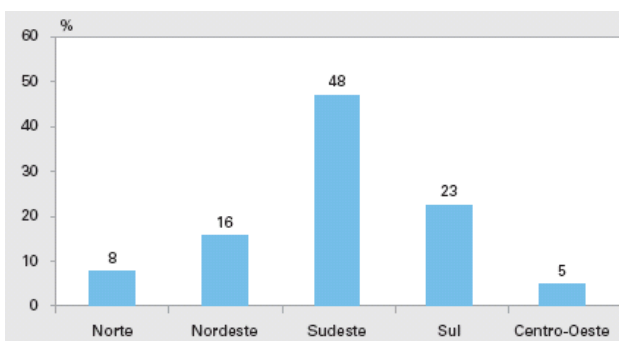


Figura 2.14 - Municípios com alteração ambiental devido a ocorrência de inundações, segundo Grandes Regiões, 2002.
Fonte: IBGE (2005).

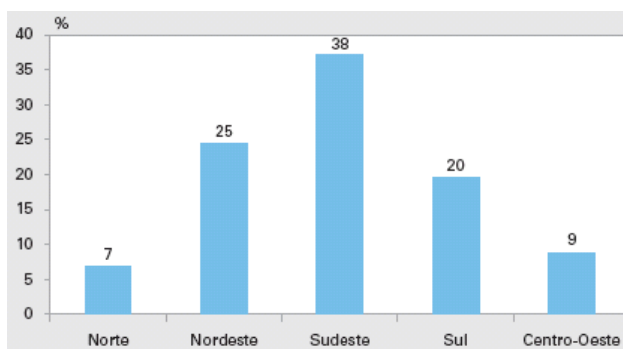


Figura 2.15 - Municípios com alteração da paisagem por erosão, segundo Grandes Regiões, 2002.
Fonte: IBGE (2005).

De maneira resumida, os dados obtidos pela MUNIC mostram que estes desastres no Brasil estão associados à degradação de áreas frágeis, agravadas pelo desmatamento e pela ocupação irregular.

A partir do 4º Relatório do IPCC¹⁰, Marcelino (2008) e Santos (2007) afirmam que no Brasil os desastres naturais de origem atmosférica tendem a continuar aumentando, com destaque para as tempestades e os eventos de precipitações intensas sobre as regiões Sul e Sudeste e o agravamento da seca no nordeste e avanço sobre as regiões norte e centro-oeste. De acordo com este relatório, isto será decorrente de mudanças climáticas e potencializado pelas atividades antrópicas, podendo haver um aumento da temperatura média entre 1,4 a 5,8°C até o final deste século. Isso poderá causar a aceleração do ciclo hidrológico, gerando intensificação de eventos extremos e conseqüentemente eventos como deslizamento de terra, inundações e vendavais.

2.3 RISCOS NO MEIO URBANO

2.3.1 Urbanização

Para a UFZ (*Helmholtz Centre for Environmental Research*), a urbanização é um dos processos mais dramáticos da mudança global, principalmente em grandes regiões urbanas onde as tendências regionais e globais são antecipadas juntamente com as conseqüências que ainda não são bem compreendidas. A *mega urbanização* não envolve apenas o crescimento sem precedentes, a alta densidade populacional, e a concentração de poder econômico e político, mas também uma variedade complexa de processos simultâneos que tornam o local de habitação um espaço de risco ou de oportunidades.

De acordo com o programa *Megacities-Megachallenge*¹¹, entre 2007 e 2008, pela primeira vez, o número de pessoas que vivem em cidades superou das que vivem nas zonas rurais, podendo este fato ser

¹⁰ Intergovernmental Panel on Climate Change (<http://www.ipcc.ch>).

¹¹ O programa "Megacities-Megachallenge - Informal Dynamics of Global Change" foi fundado pela Fundação de Pesquisa Alemão (DFG). (<http://www.geographie.uni-koeln.de/megacities-spp/>). As principais áreas principais de pesquisa são a dinâmica do processo de mudança global, a mega-urbanização e os fenômenos informais e suas relações e interações.

considerado uma dramática mudança na história humana (Figura 2.16). Ainda segundo o programa, a projeção do aumento da população mundial até o ano de 2030 acontecerá principalmente nas áreas urbanas de países em desenvolvimento.

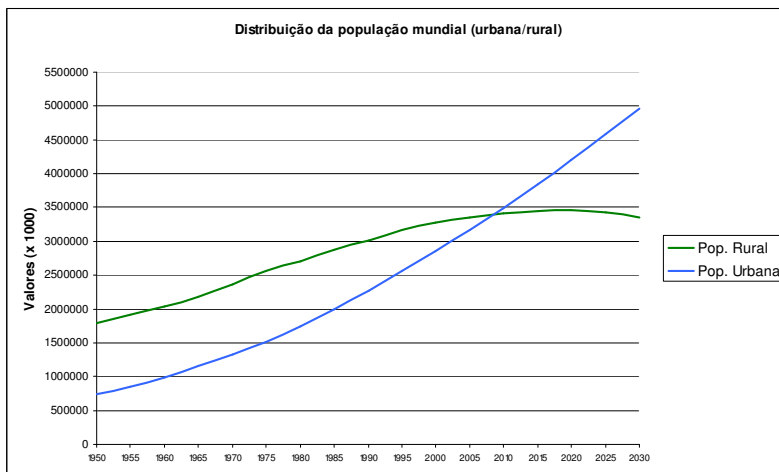


Figura 2.16 - Distribuição da população mundial (urbana/rural) no período de 1950 a 2030.

Fonte: Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat, 2007.

Ao analisar o processo de urbanização à nível mundial, Kötter (2004), verificou que na década de 50 havia apenas quatro cidades com uma população superior a 5 milhões, em 1985 já havia 28 e em 2000 39. Dependendo da definição aceita no mundo para *megacidade*, existem atualmente 16, 24 ou 39 megalópoles; no ano de 2015 serão quase 60. Antes da 2ª Guerra Mundial, megalópole era um fenômeno característico dos países industrializados, atualmente a maioria delas está concentrada nos países em desenvolvimento e nos países em industrialização (*Newly Industrialising Countries - NICs*). Dois terços das megalópoles estão em países em desenvolvimento, a maioria delas no leste e sul da Ásia. Atualmente, 394,2 milhões de pessoas vivem em megalópoles, 246,4 milhões delas nos países em desenvolvimento e mais de 214,5 milhões na Ásia. Em 2015 (Figura 2.17), haverá cerca de 604,4 milhões pessoas vivendo em megalópoles, tais como: Cidade do México, São Paulo, Seul, Bombaim, Jacarta e Teerão, onde a população quase triplicou entre 1970 e 2000 (KRAAS, 2007).

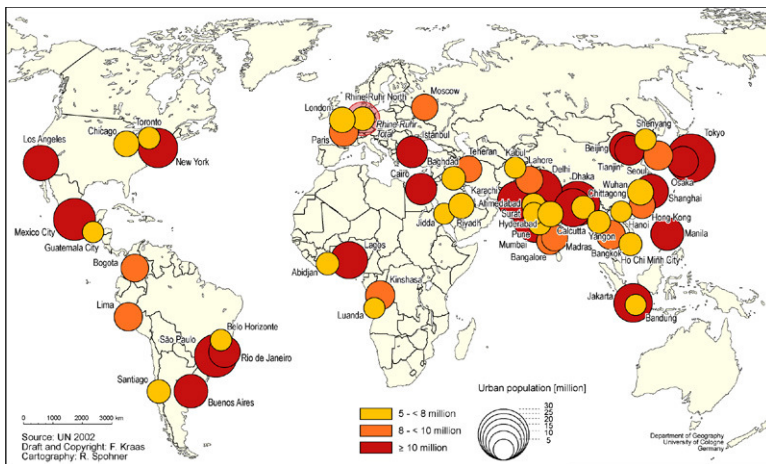


Figura 2.17 - Projeção mundial das megacidades em 2015.

Fonte: <http://www.megacities.uni-koeln.de/documentation/megacity/map/MC-2015-PGM.jpg>

Park (2000) apresenta as principais características do atual processo de urbanização experimentado pelo mundo pela primeira vez:

- Fato irrefutável, a urbanização é um processo irreversível atualmente, onde a cidade torna-se cada vez mais importante como habitat e na sustentação econômica, principalmente nos países subdesenvolvidos;
- Megapolização, fenômeno que denota uma alta concentração da população em poucos centros urbanos;
- Enquanto que a população rural tenderá a se estabilizar nos próximos 20 anos, pela primeira vez na história da humanidade, a maioria da população pobre do mundo habitará cidades em países subdesenvolvidos;
- Surgimento de um grande número de pequenas e médias cidades no mundo subdesenvolvido de maneira incontável e em condições extremamente desfavoráveis;
- Processo de migração entre cidades, onde as pessoas abandonam as grandes cidades para se estabelecerem nas cidades pequenas e médias;
- A degradação dos centros urbanos de países em desenvolvimento manifesta uma profunda desigualdade social, níveis inadequados de equipamento e de infraestrutura urbana, além dos efeitos da crise econômica expressa em desemprego, marginalização, deficiência na habitação e na prestação de muitos serviços públicos.

Park (2000) também comenta que a urbanização ocorre de maneira distinta entre os países desenvolvidos e subdesenvolvidos. No primeiro, ocorre de maneira menos caótica resultante do crescimento econômico que foi mantido por períodos mais longos e por existir mecanismos de contenção dos efeitos negativos da urbanização acelerada. No segundo, a urbanização acarretou uma série de fatores adversos que tem se acumulado ao longo dos anos. Ao contrário dos países desenvolvidos, o processo de urbanização nos países em desenvolvimento foi acelerado por um breve período de auge econômico, onde houve a migração de pessoas as cidades com a esperança de encontrar melhores condições de vida. No entanto, os auges econômicos retornam aos centros urbanos destes países por curtos períodos e a pobreza é o que tem caracterizado a sua urbanização nas últimas décadas.

Com relação ao Brasil, o banco de dados da ESA (*Department of Economic and Social Affairs*) apresenta dados sobre a população urbana e rural durante o período de 1950 a 2030. Em 1950, apenas 36% da população brasileira era urbana, entre 1985 e 1990 este percentual duplicou e no ano de 2030 será de aproximadamente 90% (Figura 2.18).

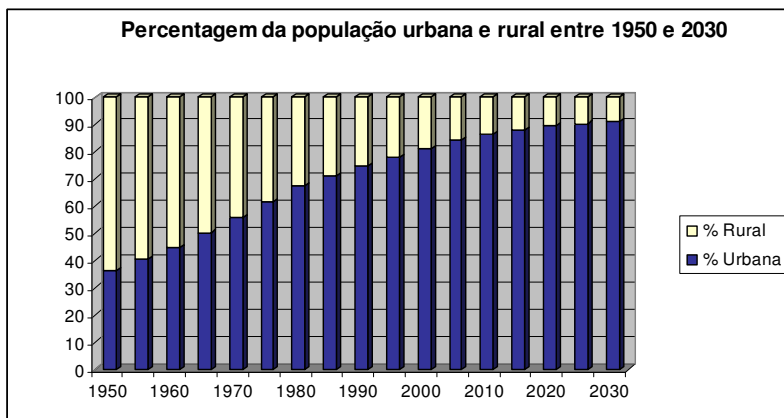


Figura 2.18 - Percentagem da população urbana e rural no Brasil entre 1950 e 2030.

Fonte: adaptado do banco de dados da ESA.

Em 1960 havia apenas duas metrópoles no Brasil, São Paulo e Rio de Janeiro, em 1970 são cinco, em 1980 dez e em 1991 doze. Esses dados tornam-se mais significativos quando lembramos que em 1872 a soma da população das dez maiores cidades não chegava a um milhão

de habitantes. Atualmente o país possui nove regiões metropolitanas: Belém, Fortaleza, Recife, Salvador, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo, Curitiba e Porto Alegre (SANTOS, 2005).

A partir do banco de dados da ESA (Figura 2.19), é possível verificar o crescimento da população nas nove metrópoles brasileiras, percebe-se que São Paulo e Rio de Janeiro são as regiões metropolitanas que apresentaram maior crescimento, podendo alcançar mais de 21 milhões e 13 milhões de habitantes em 2025, respectivamente.

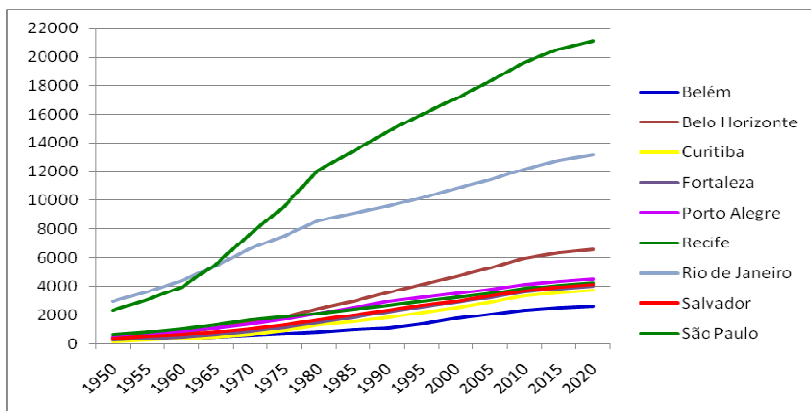


Figura 2.19 - População nas metrópoles brasileiras entre 1950 e 2030 (valores em milhares).

Fonte: adaptado do banco de dados da ESA.

A década de 30 representou um marco no processo de urbanização no Brasil quanto às relações político-econômicas e aos interesses urbanos industriais, que ocorreu sem reforma agrária, diferentemente da Europa e Estados Unidos (LUCENA, 2008).

Maricato (2002) comenta que entre 1940 e 1980¹² o Brasil cresceu economicamente a taxas muito altas (crescimento do PIB equivalente a 7% ao ano) e, embora a riqueza gerada por esse crescimento tenha sido muito mal distribuída, ainda assim proporcionou melhora de vida a grande parte da população, além de resultar em uma respeitável base produtiva.

¹² Foi nesse período que Rio de Janeiro, São Paulo e Belo Horizonte sofriam com o forte e acelerado movimento migratório, resultando na explosão da população urbana. Essas cidades fazem parte das regiões metropolitanas que foram ocupadas sofrendo as influências relacionadas às interações sociais que interferiram na paisagem natural, o que levou a várias formas de mudanças tanto por intervenções técnicas quanto por meio do senso comum (Lucena, 2008).

Isso impulsionou a migração de um vasto contingente de pobres que ocorreu sob o amparo de um desenvolvimento econômico que privou as faixas de menor renda da população de condições básicas de urbanidade. Além de ser excludente, o modelo também foi concentrador, pois 60% da população vive em 224 municípios com mais de 100 mil habitantes, dos quais 94 pertencem a aglomerados urbanos e regiões metropolitanas com mais de um milhão de habitantes (ROLNIK, 2006).

Esse modelo de urbanização, aliado a ilegalidade que é uma das marcas da cidade brasileira, faz com que a maior parte das cidades tenha uma parte significativa de sua população vivendo em assentamentos precários. De acordo com a pesquisa Perfil Municipal (IBGE, 2008), um terço dos municípios brasileiros declaram presença de favelas, macambos, palafitas ou assemelhados dentro de seu território. Esta pesquisa mostra que as regiões Norte e Sul são as que apresentam proporções mais elevadas de informações relativas a possível *déficit* habitacional e/ou precaridade de moradia, em torno de 41%.

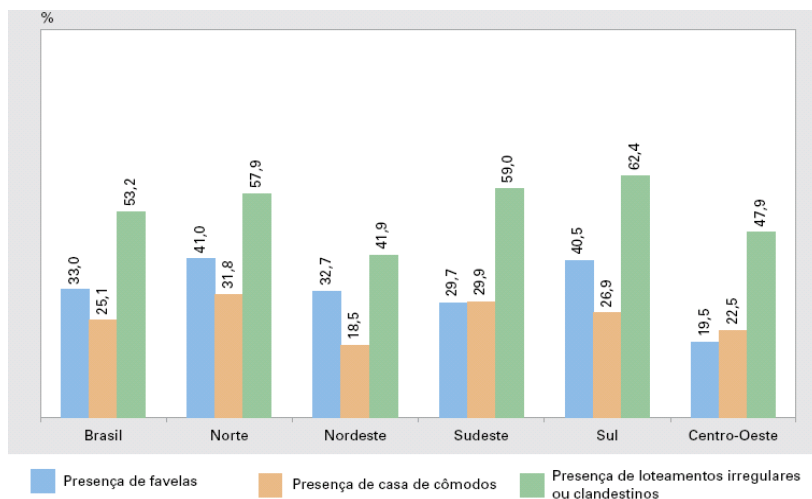


Figura 2.20 - Percentual de municípios com favelas ou assemelhados, casa de cômodos ou assemelhados, loteamentos irregulares e/ou clandestinos, segundo as grandes regiões do Brasil, 2008.

Fonte: IBGE, 2008.

Constatou-se também que a questão dos loteamentos irregulares ou clandestinos é, aparentemente, a situação mais abrangente no Território Nacional, já que mais da metade dos municípios apontaram o problema, presente de forma importante em todas as regiões, sendo mais

freqüentemente assinalado na Região Sul, apontando em 62,4% de seus municípios (IBGE, 2008).

Ao analisar a ocorrência de assentamentos irregulares por tamanhos populacionais, percebe-se que a sua presença é de aproximadamente 100% das cidades com mais de 500 mil habitantes e em torno de 90% das cidades entre 100 mil e 500 mil. Até os municípios com até 50 mil habitantes, os assentamentos aparecem em quase 50% (IBGE, 2008).

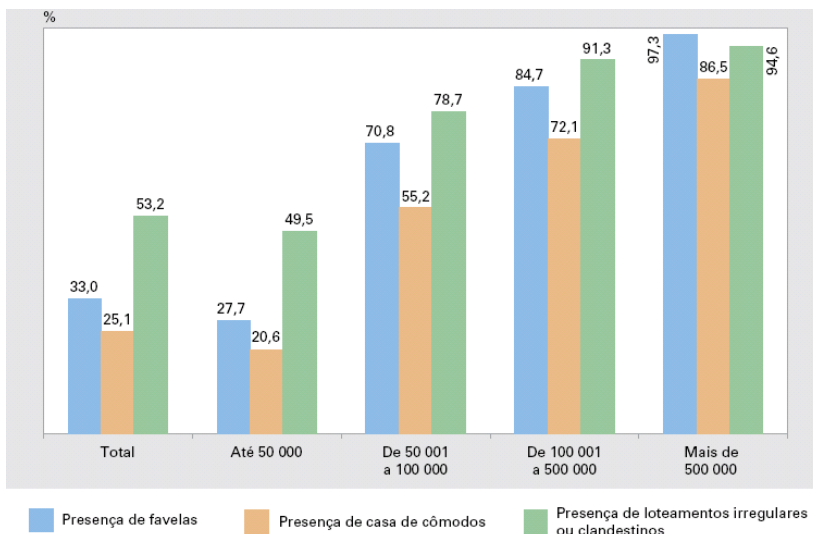


Figura 2.21 - Percentual de municípios com favelas ou assemelhados, casa de cômodos ou assemelhados, loteamentos irregulares e/ou clandestinos, segundo as classes de tamanhos de populações no Brasil, 2008.

Fonte: IBGE, 2008.

Os assentamentos irregulares se multiplicam, na maioria das vezes, em terrenos frágeis ou em áreas inundáveis. Normalmente, estes assentamentos são desprovidos de infraestruturas, equipamentos e serviços que caracterizam a urbanidade, tendo uma inserção no mínimo ambígua na cidade onde se localizam (ROLNIK, 2006).

Segundo Mansilla (2000), a pobreza está se tornando um fenômeno eminentemente urbano, onde a informalidade, a localização e a construção sem controles dominam cada vez mais o entorno urbano, principalmente em países subdesenvolvidos. Desta forma, a população pobre se localiza obrigatoriamente em áreas urbanas de menor valor, as quais, inevitavelmente, são as mais inseguras desde a perspectiva

ambiental. Para Sanderson (2000), esta população normalmente ocupa áreas propensas a inundações, encostas sujeitas a deslizamento de terra ou colapso, áreas densamente povoadas onde os incêndios iniciam com maior facilidade e nas proximidades de cruzamentos movimentados. Este autor cita a demarcação territorial desta população como a "geografia social" de muitas vilas e cidades que reflete a vulnerabilidade de diferentes zonas a riscos naturais, muitas vezes com conseqüências desastrosas, principalmente, para os pobres.

Mansilla (2000) comenta que esta vulnerabilidade locacional se institucionaliza quando o Estado proporciona serviços urbanos à esta população através de um processo de formalização do informal. Cabe dizer que a vulnerabilidade da população pobre frente às ameaças naturais, sócio-naturais e tecnológicas significa somente um risco a mais, sendo a localização insegura normalmente acompanhada do uso de técnicas e de materiais de construção muitas vezes incapazes de resistir às ameaças de pouca magnitude, sem falar dos eventos extremos da natureza.

Este modelo de territorialização dos pobres nas cidades brasileiras é para Rolnik (2006) uma das formas de alimentar a exclusão territorial que impede o acesso dos mais pobres as oportunidades econômicas e de desenvolvimento humano que as cidades oferecem. Esse modelo acaba condenando a cidade como um todo a um padrão insustentável do ponto de vista ambiental e econômico, gerando efeitos negativos para as cidades e alimentando a cadeia chamada de *urbanismo de risco*, que atinge as cidades como um todo.

2.3.2 Vulnerabilidade urbana

Nas últimas décadas, o mundo tem experimentado mudanças sócio-econômicas e ambientais dramáticas. Fenômenos como o crescimento da população, rápido processo de urbanização, pobreza e também degradação ambiental e mudanças climáticas em muitas partes do mundo. Por causa desses fatores vários autores e estudiosos concluem que a humanidade tem tornado-se mais vulnerável aos efeitos negativos de desastres naturais. A tabela a seguir apresenta e discute os principais fatores que contribuem com a vulnerabilidade de acordo com o parecer de alguns autores:

| Autores | Principais fatores de vulnerabilidade | Comentários |
|------------------------------|---|---|
| Cross (2001) | Características socioeconômicas e políticas das populações afetadas, bem como as condições ambientais locais. | Muitas <i>megacidades</i> estão localizadas em países subdesenvolvidos, onde a pobreza, bem como, as desigualdades sociais e políticas se combinam para aumentar a vulnerabilidade de seus habitantes. Em megalópoles de países ricos, as taxas de crescimento da população são, normalmente, menores. Assim, o conjunto de condições que definem a vulnerabilidade nestes países, principalmente Estados Unidos e Europa, se difere dos países em desenvolvimento, mesmo em comunidades de tamanho semelhante. |
| ISRD ¹³ (2002) | Condições ambientais, econômicas, sociais e físicas coletivas e individuais. | Essas condições são moldadas constantemente por influências política, sócio-econômica, cultural e comportamental dos indivíduos, comunidades e países. Assim, a vulnerabilidade é governada pela atitude humana, podendo desempenhar um papel importante nas esferas ecológica, econômica e social do desenvolvimento sustentável. |
| Cardona (2003) | Exposição ou fragilidade física: a suscetibilidade de um assentamento humano para ser afetado por um fenômeno ameaçador é devido a sua localização na área de influência do fenômeno e a falta de resiliência física; Fragilidade socioeconômica: é a predisposição para sofrer danos a partir de níveis de marginalidade e segregação social de assentamentos humanos, e as condições desfavoráveis e as fraquezas relacionadas com fatores sociais e econômicos; e Falta de resiliência: é uma expressão das limitações de acesso e mobilização dos recursos nos assentamentos humanos, e sua incapacidade de responder no momento de absorver os impactos provenientes de um desastre. | Assim a vulnerabilidade e, portanto, os riscos são o resultado do crescimento econômico inadequado e das deficiências que podem ser corrigidas através de processos apropriados de desenvolvimento. |

Continua...

¹³ *International Strategy for Disaster Reduction*

| Autores | Principais fatores de vulnerabilidade | Comentários |
|-------------|---|---|
| Continuação | <p>Os autores destacam o rápido crescimento da população, a pobreza e a fome, a saúde precária, os baixos níveis de educação, a desigualdade entre homens e mulheres, a localização perigosa e frágil das residências, e falta de acesso aos recursos e serviços básicos (vulnerabilidade social). Os autores também citam a falta de acesso a informação e ao conhecimento, o acesso limitado à representação e ao poder político como fatores potencializadores da vulnerabilidade política. Já a vulnerabilidade econômica está ligada com uma série de elementos que interagem entre si e que estão relacionados com a economia nacional, comércio, investimentos, preços internacionais das matérias-primas e insumos, e com os padrões de produção e consumo. Por fim, a vulnerabilidade ambiental diz respeito à degradação dos solos, terremotos, inundações, furacões, secas, tempestades, escassez de água, desmatamento e outras ameaças a biodiversidade.</p> | <p>Esses fatores contribuem com a vulnerabilidade por, normalmente, agirem através do enfraquecimento da capacidade de auto-proteção da sociedade, da redução da proteção social e da demora na recuperação na fase pós-desastre.</p> |

Quadro 2.3 - Principais fatores de vulnerabilidade apresentados por Cross (2001), ISRD (2002), Cardona (2003) e Philip e Rayhan (2004).

Desta forma, podemos afirmar que os diferentes aspectos da vulnerabilidade podem ser agrupados em quatro áreas que estão representadas pela

intersecção de círculos com o objetivo de mostrar que todas as esferas interagem entre si (Figura 2.22).

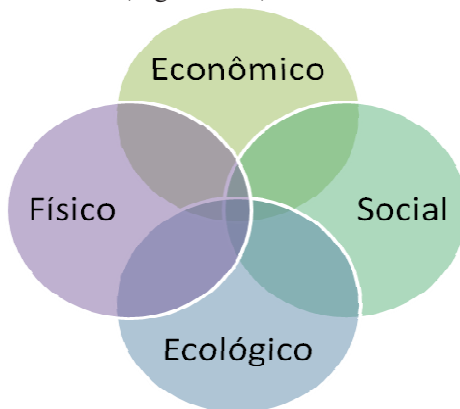


Figura 2.22 - Fatores de interação com a vulnerabilidade.

Fonte: ISRD (2002)

Isso mostra que qualquer modificação nos níveis de vulnerabilidade implica em mudanças nessas áreas (ambiente físico, equilíbrio ecológico, social e econômica), que poderá auxiliar na redução desses níveis ou no seu agravamento. Isso depende, entre outros fatores, das ações e diretrizes políticas que envolvem essas áreas.

2.3.3 Relação entre vulnerabilidade e desenvolvimento

Verificou-se ao longo deste estudo que os desastres têm ocorrido no mundo todo, mas seu impacto é maior em países em desenvolvimento, onde ocorrem com maior frequência. Segundo Linnerooth-Bayer *et al* (2007), nos últimos quatro séculos mais de 95% das mortes decorrentes de desastres naturais ocorreram em países em desenvolvimento, onde o percentual de perdas econômicas foi duas vezes maior em países de baixa renda do que em países de alta renda. O autor também concorda que as circunstâncias econômicas é uma das razões para a alta ocorrência desse fato, pois força as pessoas a viver e trabalhar em áreas de alto risco. Além disso, as normas e regulamentos relativos a utilização do solo e da construção são permissivos e muitas

vezes não cumpridos e, normalmente o sistema de alerta não atinge os mais vulneráveis que também tendem a ignorar os avisos de alerta.

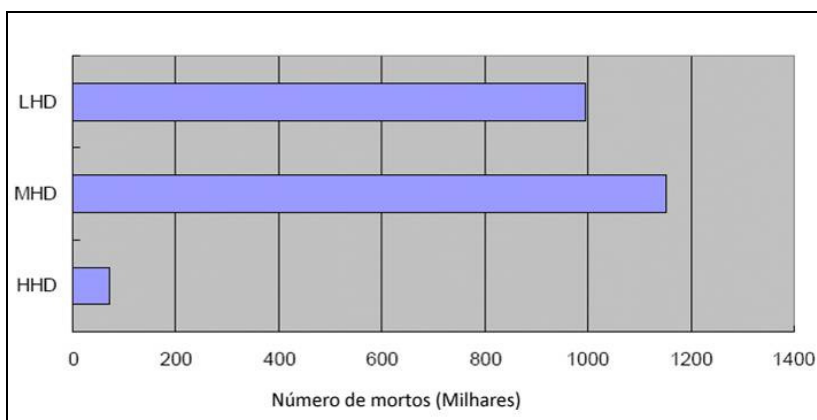
De acordo com Mansilla (2000), os elevados índices de vulnerabilidade tem sido um fator determinante no incremento do risco em cidades de países em desenvolvimento, podendo se manifestar em dois sentidos. O primeiro está relacionado com a expansão crescente das áreas suscetíveis a sofrer danos causados por ameaças de distintas magnitudes e pela concentração de elementos expostos, tais como: habitação, infra-estrutura, serviços, etc. O segundo se manifesta na geração e no acúmulo de vulnerabilidades de distintos tipos a partir das condições de crescimento e na evolução dos setores sociais das cidades. Nas cidades subdesenvolvidas predomina o crescimento desordenado gerado por períodos curtos de auge econômico e com uma conformação social marginal resultante dos altos índices de migração da população pobre do campo para a cidade. Neste sentido, a cidade não tem sido capaz de oferecer uma melhoria substancial para essa população, pelo contrário estas populações têm enfrentado novas formas de pobreza. Teoricamente, a população pelo fato de ser pobre não necessariamente é vulnerável. No entanto, as condições de marginalidade de grandes segmentos da população urbana desempenham um papel fundamental, uma vez que estas condições se refletem nos efeitos diretos e indiretos que facilitam a construção do risco.

As dificuldades econômicas no financiamento do processo de recuperação na fase pós-desastre em países em desenvolvimento agravam ainda mais a pobreza levando as vítimas a fazer altos empréstimos e a vender seus bens. Isto significa que sem a infusão de capital nesta fase, o desenvolvimento econômico é prejudicado trazendo conseqüências que podem persistir por um longo período de tempo. Um exemplo disso foi a devastação provocada pelo furacão *Mich*, em 1998 em Honduras, onde o PIB sofreu uma redução de 6%, resultando num aumento de 165.000 pobres 4 anos depois deste desastre (LINNEROOTH-BAYER *et al*, 2007)

Para Alcántara-Ayala (2002), a ocorrência de desastres naturais em países em desenvolvimento é devido a dois principais fatores. O primeiro diz respeito à relação existente entre localização geográfica e características geológico-geomorfológicas. Os países em desenvolvimento estão situados, na maior parte, em zonas afetadas pela atividade vulcânica, sísmica e por inundações, etc. A segunda razão está ligada ao desenvolvimento histórico dos países pobres, onde as condições de desenvolvimento econômico, social, político e cultural não são boas, e, conseqüentemente, tornam-se fatores de grande

vulnerabilidade (vulnerabilidade social, econômica e político e cultural) aos desastres naturais.

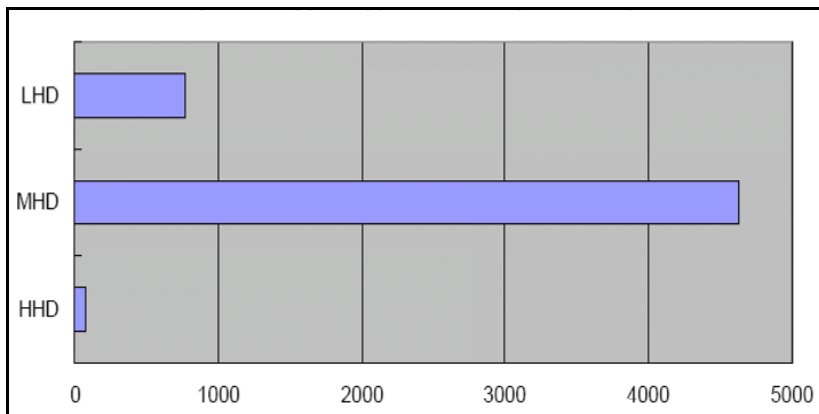
Estas condições são, também na opinião do ADRC¹⁴ (2006), fatores que contribuem com o aumento da vulnerabilidade frente aos desastres naturais, demonstrando que os países em desenvolvimento são os mais afetados. Isso pode ser verificado por meio dos dados apresentados por este centro, que apresentam a relação entre o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) com os impactos que os desastres ocasionam nos seres humanos e na economia. As Figuras 2.23, 2.24 e 2.25 mostram o número de vítimas fatais, o número total de pessoas afetadas, bem como a quantidade de prejuízos, respectivamente, pelo IDH, para o período 1975 a 2006.



Legenda: LHD- baixo IDH, MHD-médio IDH, HHD-alto IDH.

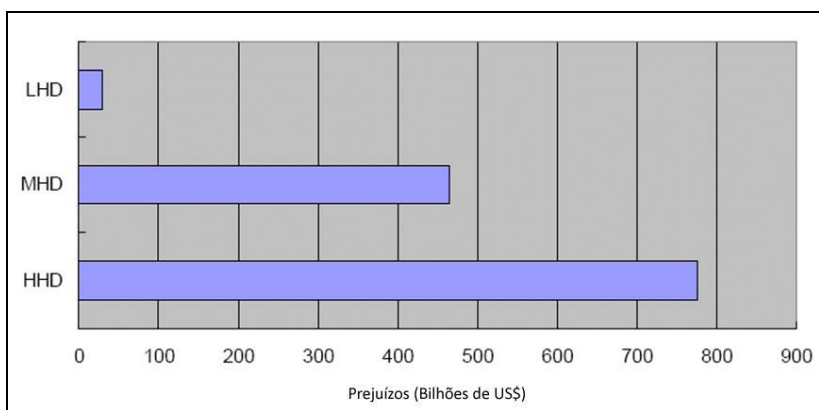
Figura 2.23 - Número de vítimas fatais (milhares) por Índice de Desenvolvimento Humano entre 1975 e 2006 a nível mundial.

¹⁴ Asian Disaster Reduction Center (disponível em: www.adrc.asia)



Legenda: LHD- baixo IDH, MHD-médio IDH, HHD-alto IDH.

Figura 2.24 - Total de pessoas afetadas (milhares) por Índice de Desenvolvimento Humano entre 1975 e 2006 a nível mundial.



Legenda: LHD- baixo IDH, MHD-médio IDH, HHD-alto IDH.

Figura 2.25 - Prejuízos econômicos (Bn US\$) por Índice de Desenvolvimento Humano entre 1975 e 2006 a nível mundial.

Esses dados revelam claramente que o sofrimento e as perdas humanas são consideravelmente mais elevados em países com baixo IDH, a relação de vítimas fatais e pessoas afetadas com a população total foi significativamente mais elevada nos países com baixo IDH do que nos países com IDH médio ou alto. Desta forma, os números para o ano de 2006 indicam que os países com baixos e médios índices de desenvolvimento humano tendem a sofrer perdas humanas e econômicas mais graves (ADRC, 2006).

Embora os países com alto IDH apresentem consideráveis danos econômicos, (Figura 2.25) cabe dizer que o impacto dos desastres, em termos de perdas humanas e econômicas, são mais severas e persistentes nos países com médio e baixo IDH. Os países menos desenvolvidos tendem a ter uma capacidade de competir dentro de um cenário global de desenvolvimento limitada. Desta forma, é necessário dar melhor abordagem na gestão de desastre nessas regiões. Outro fato que também evidencia esta necessidade é a relação de mortos e total de pessoas afetadas pela população total que apresenta valores altos nos países com médio e baixo IDH, enfatizando a importância de incorporar estratégias para a redução de desastres nas políticas nacionais. Ressalta-se também que uma vez que o índice de desenvolvimento humano do país reflete a taxa de alfabetização, a esperança de vida e renda per capita, melhorar estas variáveis poderia contribuir imensamente para reduzir o impacto dos desastres naturais (ADRC, 2006).

2.4 INDICADORES PARA A GESTÃO DE RISCO

Para corrigir as causas do risco mediante ações de intervenção da vulnerabilidade e do fortalecimento da capacidade de gestão do risco em todas as formas, é necessário identificar e reconhecer os riscos existentes e as possibilidades de geração de novos riscos. Isto implica no dimensionamento ou na medição do risco e no seu monitoramento com a finalidade de determinar a eficiência das medidas de intervenção, sejam elas corretivas ou prospectivas. Uma das ferramentas apresentadas por Cardona (2007) para facilitar a compreensão dos riscos e orientar na tomada de decisões de forma que permita identificar e propor ações efetivas de gestão de risco é o dimensionamento da vulnerabilidade usando indicadores que representem os aspectos essenciais que a caracterize desde uma perspectiva econômica e social.

Para Dwyer *et al* (2004), a utilização de indicadores de vulnerabilidade poderá fornecer uma resposta holística e abrangente, sendo que existem aspectos da vulnerabilidade que podem ser explorados e representados através do desenvolvimento e aplicação de indicadores de vulnerabilidade quantitativa. Mas a maioria das críticas em relação à má aplicação desses indicadores é devido, na maioria das vezes, a algumas variáveis importantes de vulnerabilidade social que são ignoradas ou inadequadamente representadas. Desta forma, torna-se difícil alcançar uma resposta holística através de um único método, pois a vulnerabilidade é um aspecto complexo, dinâmico e variável no

processo de investigação do risco aos desastres.

Hogan e Marandola Jr. (2005) abordam não somente a importância de elaborar indicadores, mas também de elaborar mapa de vulnerabilidade no espaço geográfico e no espaço social como ferramenta para identificar quem são e onde estão as pessoas e os locais mais vulneráveis. A incorporação de diferentes elementos da estrutura causal da vulnerabilidade, variando em diferentes escalas (local, regional, global) para as diferentes dimensões dos fenômenos (sociais, políticas, econômicas, tecnológicas, demográficas, culturais), contribui para uma visão mais complexa e global da vulnerabilidade.

Desta forma, pode-se afirmar que o principal desafio da análise da vulnerabilidade é conseguir uma redução do risco e conseqüentemente dos impactos resultantes de desastres (mortes e perdas ou de prejuízos econômicos). Uma das idéias propostas por este estudo para alcançar esta redução é através da mitigação da vulnerabilidade já que nem sempre é possível interferir na ameaça. Para dar início ao planejamento das ações voltadas para esta mitigação, uma das ferramentas existentes, e enfatizadas por este estudo, é a utilização de indicadores ou índices de vulnerabilidade aliados a gestão de risco. Através desta ferramenta é possível saber quem são e onde estão os mais vulneráveis, quando utilizada a técnica de mapeamento. Estas informações podem ser consideradas vitais principalmente para auxiliar os administradores e tomadores de decisão.

A seguir serão apresentados alguns exemplos de indicadores de vulnerabilidade, em escala nacional, desenvolvidos pelas seguintes instituições internacionais: IDEA (*Instituto de Estudios Ambientales*), SOPAC (*South Pacific Applied Geosciences Commission*), UN (*United Nations*), UNDP (*United Nations Development Programme*). No Brasil, ainda não se encontrou instituições governamentais que incentivem o desenvolvimento de metodologias ou que apresentem propostas metodológicas que permitam mensurar os diferentes graus de vulnerabilidade, seja em escala nacional ou regional. Além disso, ainda existem poucas pesquisas e estudos sobre este tema no Brasil.

2.4.1 Sistema de indicadores de Gestão de Riscos – BID

O projeto de indicadores de Gestão de Risco financiado pelo BID (Banco Interamericano de Desenvolvimento) foi desenvolvido, em 2005, pelo *Instituto de Estudios Ambientales* (IDEA) da Universidade

Nacional da Colômbia em parceria com a Universidade Nacional Autônoma do México (UNAM) e a Universidade dos Andes (CEDERI), que são consideradas centros de excelência em Gestão de Risco (CARDONA, 2007).

Segundo Cardona (2007), o objetivo proposto por este projeto é dimensionar a vulnerabilidade e o risco, usando indicadores relativos a escala nacional para facilitar aos tomadores de decisão de cada país o acesso a informação relevante que lhes permita identificar e propor ações efetivas de Gestão de Risco, considerando aspectos macroeconômicos, sociais, institucionais e técnicos. Este sistema de indicadores já utiliza informações de 14 países (Argentina, Chile, Colômbia, Costa Rica, Equador, El Salvador, Guatemala, Jamaica, México, Peru, República Dominicana, Trinidad e Tobago¹⁵, Bolívia e Nicarágua) e é composto por 4 (quatro) indicadores, que são:

Índice de Déficit por Desastre (IDD): reflete o risco do país em termos macroeconômicos e financeiros diante de prováveis eventos catastróficos, para o qual é necessário estimar a situação de impacto mais crítica num determinado tempo de exposição, definido como referente, e a capacidade financeira do país frente a esta situação;

Índice de Desastres Locais (IDL): obtém a problemática de risco e ambiental que se deriva dos eventos freqüentes e de menor proporção que afetam de maneira crônica a nível local e subnacional, impactando, em particular, os estratos socioeconômicos mais frágeis da população gerando um efeito altamente prejudicial para o desenvolvimento social;

Índice de Vulnerabilidade Prevalente (IVP): é constituído por uma série de indicadores que caracterizam as condições predominantes de vulnerabilidade do país em termos de exposição em áreas propensas, fragilidade socioeconômica e a falta de resiliência social em geral;

Índice de Gestão de Risco (IGR): corresponde a um conjunto de indicadores relacionados com o desempenho da gestão de risco do país, que reflete sua organização, capacidade, desenvolvimento e ação institucional para reduzir a vulnerabilidade e as perdas, preparação para responder em caso de crise e de recuperação com eficiência.

O site <http://www.idea.manizales.unal.edu.co> apresenta mais informações sobre este sistema de indicadores.

¹⁵ país caribenho situado ao longo da costa da Venezuela.

2.4.2 Índice de Vulnerabilidade Ambiental (EVI) – SOPAC

O Índice de Vulnerabilidade Ambiental (EVI) foi um dos primeiros a serem desenvolvidos com o foco no manejo ambiental e com o objetivo de auxiliar a tomada de decisões importantes relativas ao meio ambiente. Este índice (EIV) tem sido desenvolvido pela SOPAC (*South Pacific Applied Geosciences Commission*) (OLAVE, 2003).

Este índice inclui aspectos de frequência e intensidade de risco, vulnerabilidade intrínseca, efeitos sobre os ecossistemas, grupos de organismos, estruturas físicas do meio ambiente e mitigadores de efeitos. Atualmente possui 54 indicadores (definidos como uma variável que caracteriza o nível de risco, resiliência ou degradação ambiental em um país), 3 subíndices (o REI, IRI e o EDI, que foram definidos como uma média agregada de qualificações para indicadores relacionados o risco, resiliência ou degradação) e o EIV que foi definido como uma média agregada para cada um dos três subíndices, para dar uma média global da vulnerabilidade no país. Os indicadores incluem 28 indicadores de risco (REI), 8 indicadores de resiliência (IRI) e 18 indicadores de integridade ou degradação ambiental (EDI) (OLAVE, 2003).

Este índice mundial será um meio rápido e não muito caro para caracterizar a vulnerabilidade dos sistemas naturais a diferentes níveis. Permitirão melhorar a capacidade nacional, habilidades técnicas e conhecimento em vulnerabilidade ambiental e seu manejo. O EVI esta sendo utilizado e ultimamente foi adotado na Austrália, Fiji e Tuvalu¹⁶. Para maior informação sobre o EVI acessar a página de Internet: <http://cobalt.sopac.org.fj/Projects/Evi/Index.htm> (OLAVE, 2003).

2.4.3 Indicador de Vulnerabilidade a Perigos Naturais – Indicadores CDS

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1992, reconheceu o importante papel que os indicadores podem desempenhar para ajudar países a tomar decisões baseadas em termos de desenvolvimento sustentável. Á nível internacional, a Comissão sobre Desenvolvimento Sustentável (CDS) aprovou o seu Programa de Trabalho sobre Indicadores de

¹⁶ Tuvalu é um [Estado](#) da [Polinésia](#) formado por um grupo de nove [atóis](#), antigamente chamado Ilhas Ellice.

Desenvolvimento Sustentável, em 1995. Os dois primeiros conjuntos de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável foram desenvolvidos entre 1994 e 2001. Eles têm sido extensivamente testados, aplicados e utilizados em muitos países como base para o desenvolvimento dos indicadores nacionais de desenvolvimento sustentável (UN, 2007).

A terceira edição, finalizada em 2006, contém um total de 96 indicadores e incorporou temas como pobreza e perigos naturais. Em perigos naturais, é proposto um indicador de vulnerabilidade a perigos naturais que possui o objetivo de calcular a porcentagem da população que vive em áreas propensas a desastres, fornecendo assim uma estimativa útil da vulnerabilidade nacional a ciclones, seca, inundações, terremoto, vulcões e deslizamentos que são quase sempre os maiores responsáveis pelas perdas econômicas e humanas devido a desastres causados pela vulnerabilidade a desastres naturais. Desta forma, este indicador pode contribuir para um melhor entendimento do nível de vulnerabilidade natural em um determinado país, possibilitando a implantação de programas de redução de riscos para prevenir desastres (UN, 2007).

A metodologia do indicador de vulnerabilidade esta disponível na seção de indicadores da *webpage* da Divisão das Nações Unidas (*United Nations Division*) para Desenvolvimento Sustentável (<http://www.un.org/esa/sustdev/>).

2.4.4 Programa de indicadores – DRI

O DRI (*Disaster Risk Index*) foi desenvolvido pelo Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas (*UN Development Programme - UNDP*) em parceria com UNEP-GRID (*UN Environment Programme-Global Resource Information Database*) e seu objetivo é demonstrar as maneiras na qual o desenvolvimento pode influenciar nos riscos e na vulnerabilidade a desastres. Vários estudiosos têm discutido a relação entre as formas de desenvolvimento e os desastres. Pesando assim, o DRI é uma das primeiras tentativas em representar esta relação através de uma metodologia baseada na estatística. O DRI pode ser aplicado a terremotos, ciclones tropicais e inundações. Inicialmente também foi aplicado para deslizamento, seca e vulcanismo.

Segundo UNDP (2004), as principais etapas na produção do DRI são:

1. Cálculo da exposição física: o DRI identifica as áreas propensas a cada um dos 4 tipos de perigos

- (terremoto, ciclones tropicais, inundações e secas) e a população que vive nessas áreas para realizar o cálculo da exposição física de cada país. Isto é um número médio de pessoas expostas a eventos perigosos em um determinado ano. A exposição física para cada perigo é mapeado através do GIS (*Geographical Information System*). No DRI, a exposição física é expressa em termos absolutos (o número de pessoas expostas em um país) e em termos relativos (o número de pessoas expostas por milhões).
2. Cálculo da Vulnerabilidade Relativa: o risco de morte em um desastre natural é uma função da exposição física a um evento perigoso e da vulnerabilidade ao desastre. O DRI tem usado o número de mortos para cada tipo de perigo em cada país como um *proxy* de risco manifesto. Em outras palavras, a ocorrência de catástrofes manifestadas no passado, por definição, representa a existência de condições referentes a exposição física e a vulnerabilidade. Assim, o DRI calcula a vulnerabilidade relativa de um país a um determinado perigo, dividindo o número de pessoas mortas pelo número de expostos.
 3. Cálculo dos indicadores de vulnerabilidade: o DRI analisa o risco manifesto para cada tipo de perigo levando em consideração indicadores ambientais, econômicos e sociais através de um análise estatística que usa um modelo de regressão logarítmica múltipla. Possui um total de 26 variáveis selecionadas através da opinião de especialistas e disponíveis como um conjunto de dados globais e analisados para cada tipo de perigo. Isto permite a seleção daqueles indicadores de vulnerabilidade que estão mais associados com o risco para cada tipo de perigo.

Mais informações sobre o DRI podem ser obtidas através do site: <http://www.undp.org>.

No Brasil, ainda não é comum a aplicação de indicadores de vulnerabilidade pelos órgãos gestores. Existem algumas publicações no formato de artigos científicos que abordam a importância da utilização desses indicadores e apresentam resultados de sua experimentação através de estudos de caso. A maioria desses estudos utiliza variáveis

que procuram representar os componentes sociais e econômicos de uma determinada área para gerar o indicador de vulnerabilidade, onde a sua aplicação se dá a nível local. Alguns desses estudos são apresentados, de maneira resumida, a seguir:

- Cunha *et al* (2004): apresentou uma discussão sobre o uso do conceito da vulnerabilidade social para estudar as capacidades diferenciadas de grupos populacionais residentes em diferentes partes do território do município de Campinas (SP). Essa capacidade foi medida pelos ativos físico-financeiros, humanos e sociais através da construção de indicadores espacializados que definiram as zonas de vulnerabilidade neste município;
- Alves (2006): identificou e caracterizou a situação socioambiental da população do município de São Paulo por meio da construção de indicadores ambientais. A vulnerabilidade socioambiental foi obtida através da sobreposição da vulnerabilidade ambiental com o mapa da vulnerabilidade social já existente e que foi realizado pelo CEM-CEBRAP/SASPMSP¹⁷. Para definir o grau de vulnerabilidade ambiental foi levada em consideração a proximidade de cursos d'água e a baixa cobertura de esgoto;
- Ferreira (2007): identificou a vulnerabilidade socioambiental a suas manifestações de risco em espaços socialmente marginalizados na cidade de Campina Grande (PB). Os resultados desse pesquisa demonstraram que a área de estudo apresenta uma alta vulnerabilidade social, econômica e ambiental;
- Deschamps (2008): discutiu a questão da vulnerabilidade social na Região Metropolitana de Curitiba (RMC), onde foi realizada a identificação desta vulnerabilidade através de um mapa de hierarquização. Para isso, construiu indicadores através de variáveis econômicas, sociais e demográficas;
- Alves (2010): identificou e caracterizou populações em situação de vulnerabilidade socioambiental na Micro-bacia Hidrográfica do Igaré Fundo, Rio Branco (Acre). Seus resultados também apontaram para a sobreposição de setores com alta vulnerabilidade social com aqueles de alta vulnerabilidade ambiental.

¹⁷ Centro Brasileiro de Análise e Planejamento – CEBRAP, Secretaria de Assistência Social – SAS, Prefeitura Municipal de São Paulo – PMSP.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MATERIAIS

3.1.1 Cartográficos

Para desenvolver os mapas temáticos foram utilizadas imagens de satélite *QuickBird* selecionadas na interface do *Google Earth*®. Os recortes adquiridos dessa fonte sobre a área de estudo tiveram o intuito de ilustração nos mapas temáticos, onde foram georreferenciados e posteriormente mosaicados.

Também foi utilizado o arquivo em formato *shapefile* de setores censitários disponibilizados pela Unidade Estadual de Santa Catarina do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE e de limite dos bairros que fazem parte da bacia Hidrográfica do Itacorubi, cedido pelo Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis - IPUF.

Na análise da vulnerabilidade ambiental foram utilizadas as informações espaciais provenientes dos *shapefiles* de uso do solo, de ocupação em Áreas de Preservação Permanente – APP e de ocupação acima de 16° de inclinação. Esses foram desenvolvidos por Filho (2008) com o apoio do GeoLab – Laboratório de Geoprocessamento da FAED/UDESC, e que estão disponíveis através do *site* <http://mapserver.faed.udesc.br>.

3.1.2 Equipamentos e espaço físico

Para o desenvolvimento deste estudo foram utilizados os microcomputadores, as impressoras e espaço físico do Grupo de Pesquisa Gestão do Espaço - GrupoGE que pertence ao Departamento de Engenharia Civil da UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina).

3.2 MÉTODO

3.2.1 Aspectos gerais

A metodologia geral do trabalho consiste na aplicação de indicadores de vulnerabilidade social na área de estudo, que possibilitou

a elaboração do mapa de vulnerabilidade social para posterior sobreposição desse mapa com o de desastres, ou seja, foram criadas através de um programa computacional duas camadas (*layers*) de informações: vulnerabilidade social e desastres. Essas camadas foram, então, sobrepostas (*overlay*) para obter o resultado final esperado: camada de vulnerabilidade socioambiental. Essas três camadas também são apresentadas em forma de mapas temáticos na escala 1:30.000.

Para fins metodológicos e analíticos, a vulnerabilidade socioambiental está sendo definida, neste estudo, como a coexistência ou sobreposição espacial entre grupos populacionais pobres e com alta privação (vulnerabilidade social) e áreas de maior ocorrência de desastres (vulnerabilidade ambiental). Neste sentido, é justamente a combinação dessas duas dimensões que está sendo considerada uma situação de vulnerabilidade socioambiental.

Assim, a vulnerabilidade socioambiental (Figura 3.1) será em função destes dois tipos de vulnerabilidades presentes na Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi.

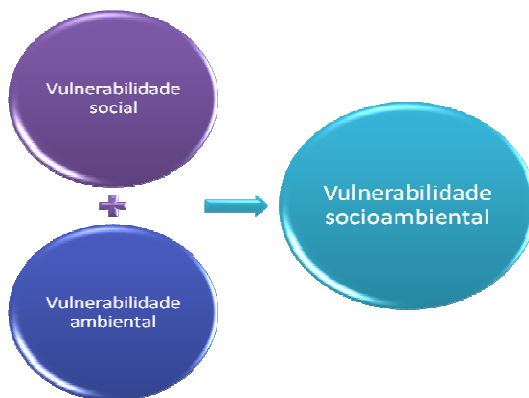


Figura 3.1 - Exemplificação da formação da vulnerabilidade socioambiental.

O mapa de vulnerabilidade social foi elaborado a partir de indicadores de vulnerabilidade social e de métodos estatísticos (*Análise Fatorial por Componentes Principais – ACP* e *Análise de Agrupamento-AA*). Esse mapa procura medir a fragilidade social e econômica de uma comunidade a sofrer perdas e danos quando ameaçada por algum tipo de perigo natural. Para tanto, foram utilizados dados relativos à situação social, econômica e demográfica da área de estudo.

Já o mapa de desastres foi elaborado a partir de dados históricos de inundações e deslizamentos ocorridos na BHI no período de 1980 a 2010. Foram caracterizadas como de maior vulnerabilidade ambiental as áreas onde esses desastres ocorreram com maior frequência.

Quanto às técnicas utilizadas nesta pesquisa, incluem-se: o levantamento documental, bibliográfico e de campo, bem como, técnicas de análise espacial e de análise estatística. O roteiro metodológico é composto por 03 (três) grandes etapas: desenvolvimento da fundamentação teórica; definição da área de estudo e coleta de dados; e aplicação do método desenvolvido e análise dos resultados. Essas etapas são apresentadas a seguir.

3.2.2 Fundamentação teórica

A fundamentação teórica foi elaborada a partir de pesquisa bibliográfica e documental que abrangeu bibliografias e documentos nacionais e internacionais sobre a temática de riscos e desastres naturais no meio urbano, com maior enfoque na importância da análise da vulnerabilidade e de seus fatores. O conhecimento adquirido através dessa fundamentação forneceu subsídios para o desenvolvimento do método de identificação da vulnerabilidade socioambiental.

A proposição desse método baseia-se na adaptação de metodologias existentes e já aplicadas em avaliação de riscos e de vulnerabilidade socioambiental, tais como: Deschamps (2008), Alves (2006) e por Cunha *et al* (2004).

3.2.3 Definição da área de estudo e coleta de dados

A Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi, situada no centro da Ilha de Santa Catarina, município de Florianópolis, foi definida como área de estudo desta pesquisa de mestrado. Essa Bacia é um exemplo característico de área urbanizada na zona litorânea do Brasil. A interação de suas características físicas com a forma de ocupação urbana que ocorre em ritmo de expansão acelerado pode potencializar crescentes problemas de inundações e deslizamentos. Em termos locais, a razão de escolha dessa área é reforçada por ser uma zona urbana estratégica. Nessa Bacia situam-se importantes instituições que atraem diariamente um grande número de usuários, além de ser local de passagem entre o centro urbano e as zonas norte e leste da Ilha de Santa

Catarina.

Após a definição da área de estudo, foram coletados dados necessários para a realização desta pesquisa. Primeiramente, coletou-se os dados secundários relativos a questão demográfica, social e econômica gerados a partir do Censo Demográfico de 2000. Estes dados foram disponibilizados pelo IBGE - Unidade Estadual de Santa Catarina, localizado no município de Florianópolis, e serviram para o desenvolvimento do indicador de vulnerabilidade social. Após isso, realizou-se a coleta de informações sobre a ocorrência de desastres (inundação e deslizamento) na BHI. Estas informações foram obtidas através de consultas dos jornais O Estado e Diário Catarinense, onde se coletou as matérias jornalísticas publicadas sobre esse tema desde janeiro de 1980 até janeiro de 2010. Esta coleta foi realizada na Biblioteca Pública de Santa Catarina (BPSC) onde são disponibilizadas as edições do Jornal O Estado e no acervo do Diário Catarinense.

3.2.3.1 Desenvolvimento do índice de vulnerabilidade social

O índice de vulnerabilidade social baseia-se no método desenvolvido e aplicado em alguns dos estudos realizados pelo Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES)¹⁸, por Deschamps (2008), Cunha *et al* (2004) e Young e Fusco (2006).

Na elaboração deste índice, primeiramente, foi realizada a escolha das variáveis (demográficas, sociais e econômicas) provenientes do Censo Demográfico de 2000, detalhadas por setor censitário¹⁹. Estas variáveis serviram para elaborar os indicadores demográficos, sociais e econômicos. Para elaborar esses indicadores foram levadas em consideração as premissas conceituais abordadas no Capítulo 2 (Fundamentação Teórica) deste estudo e a opinião dos autores, citados anteriormente, que realizaram estudos relacionados com vulnerabilidade social.

Após o cálculo dos indicadores foi aplicado o método estatístico: *Análise Fatorial por Componentes Principais-ACP* que possui o objetivo de identificar, a partir dos indicadores previamente

¹⁸ É uma instituição de pesquisa vinculada à Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral (SEPL) do Paraná. Sua função é estudar a realidade econômica e social do Estado para subsidiar a formulação, a execução, o acompanhamento e a avaliação de políticas públicas (www.ipardes.gov.br).

¹⁹ É a unidade geográfica utilizada que corresponde a unidade de coleta do Censo, sendo definido como um agrupamento contínuo de aproximadamente 300 domicílios.

selecionados, quais seriam os mais relevantes para estabelecer uma tipologia das 57 áreas (setores censitários da Bacia Hidrográfica do Itacorubi) no que se refere à vulnerabilidade social, e construir um índice final para hierarquizar e estabelecer grupos de áreas relativamente homogêneas através da *Análise de Agrupamento-AA*. Esse agrupamento serviu para gerar um mapa de classificação da vulnerabilidade social, onde foram adotadas 03 (três) classes: baixa, média e alta.

A figura a seguir apresenta as etapas que compõem o desenvolvimento do índice de vulnerabilidade social:

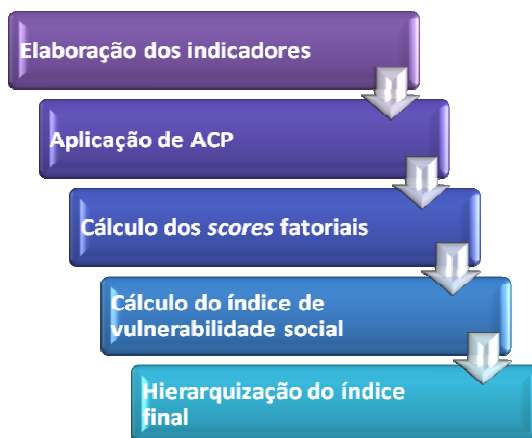


Figura 3.2 - Etapas de desenvolvimento do índice de vulnerabilidade social.

A seguir, os métodos de *Análise Fatorial por Componentes Principais - ACP* e o *Análise de Agrupamento -AA* são descritos de maneira detalhada.

3.2.3.1.1 *Análise fatorial por componentes principais - ACP*

Para identificar um menor número de indicadores que representem de maneira aproximada o mesmo total de informações, analisou-se as intercorrelações entre esses indicadores que foram desenvolvidos a partir das variáveis provenientes do Censo Demográfico 2000. Para tanto, utilizou-se umas das técnicas de *Análise Multivariada* que se chama *Análise Fatorial por Componentes Principais - ACP*. Segundo IPARDES (2007), esta técnica estuda as relações internas de um conjunto original de variáveis, onde essas

variáveis são substituídas por um conjunto menor de variáveis que é chamado de componentes principais. Essa redução de variáveis explica a maior parte da variância do conjunto original com a menor perda de informação possível, pois elimina algumas variáveis originais que possuem pouca informação.

Kachigan (1982) apresenta esquematicamente a essência da ACP através da Figura 3.3, onde cita um exemplo com 09 (nove) variáveis ($v_1, v_2, v_3, \dots, v_9$) que são agrupadas em 03 (três) grupos. Observa-se que as variáveis v_1, v_4, v_5 e v_8 estão juntas no mesmo grupo, isso significa que elas são altamente correlacionadas uma com a outra e representam uma variável fundamental e comum a todas, também conhecida como componente principal ou fator.

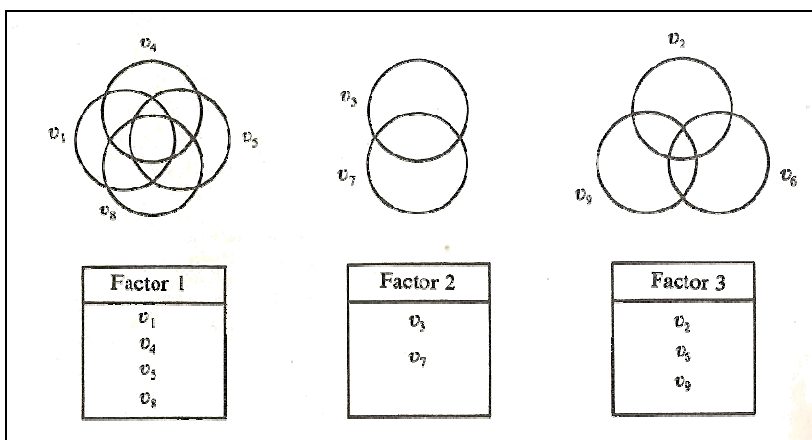


Figura 3.3 - Variáveis (9) reduzidas em 3 componentes principais através da ACP.

Fonte: Kachigan (1982)

O objetivo desta técnica é formar componentes principais que estão relativamente independentes um dos outros. Desta maneira, no exemplo da Figura 3.3, pode-se afirmar que as variáveis que definem a componente 1 estão mais altamente relacionadas umas com as outras do que com as variáveis que definem as componentes principais 2 e 3 (KACHIGAN, 1982).

3.2.3.1.2 Descrição das etapas da ACP

As etapas que compõem a ACP envolvem uma série de operações que utilizam operações algébricas e é realizada sobre a matriz de correlação e o resultado dessas operações é a matriz fatorial. Kachigan (1982) apresenta o formato desse processo através da Figura 3.4.

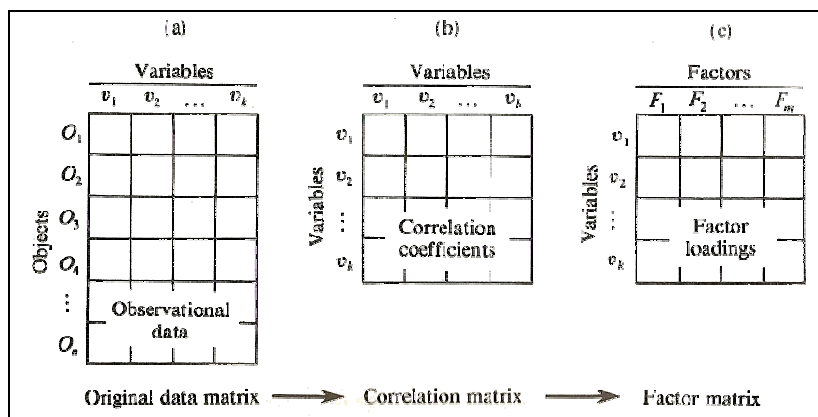


Figura 3.4 - Principais etapas do processo da ACP.

Fonte: Kachigan (1982)

Em uma matriz fatorial, a coluna representa os fatores, as linhas representam as variáveis originais de entrada e o valor de cada célula da matriz é chamado de carga fatorial. Esta carga varia de -1.00 a +1.00 e representam o grau de correlação de cada variável com os fatores (KACHIGAN, 1982).

A análise dos valores das cargas fatoriais revelou o quanto cada variável contribui para o significado de cada uma das componentes principais ou fatores. As variáveis com carga alta em uma componente foi aquela que forneceu o significado e a interpretação dessa componente principal. Aquelas com cargas baixas ou próximas de zero em uma componente não contribuíram para o seu significado, mas poderão contribuir para o significado de qualquer outra componentes se suas cargas forem altas (KACHIGAN, 1982).

Com a obtenção das cargas fatoriais foram destacadas aquelas com valores acima de 0,7 que determinaram quais as variáveis estão mais correlacionadas com cada componente. Estas variáveis foram as mais adequadas para serem utilizadas na elaboração do índice de vulnerabilidade social.

Após decidir quantas componentes serão selecionadas, essas foram redefinidas de maneira que a variância explicada será redistribuída entre elas. Isso é necessário em função de cada componente sucessivo explicar cada vez menos. Esta distribuição distorcida da variância explicada frequentemente causa problemas de interpretação, onde a maioria das variáveis de carga alta ou moderadamente alta está no primeiro fator e relativamente poucas variáveis com carga alta nas demais componentes, assim pode ser difícil chegar no significado das componentes.

Então, para ter uma melhor visualização das variáveis (Etapa 3), que melhor representem cada fator, foi realizada uma rotação nos eixos, pois a *ACP* busca colocar as componentes em uma posição mais simples com relação às variáveis originais, que ajudam na interpretação dessa componentes. Essa rotação coloca as componentes em posições em que serão associadas só as variáveis relacionadas distintamente a uma componente. O método utilizado para fazer a rotação foi o *Varimax* que busca minimizar o número de variáveis com altas cargas num fator, ou seja, maximiza a variância da carga e é, também, o mais utilizado (VICINI, 2005).

Para melhor compreender o conceito da rotação das componentes ou fatores, Kachigan (1982) exemplifica esse processo através da Figura 3.5.

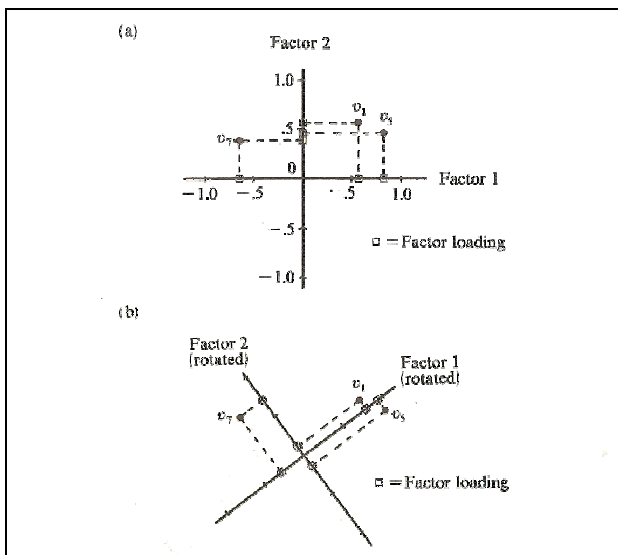


Figura 3.5 - Exemplo de rotação fatorial.

Fonte: Kachigan (1982)

Na Figura 3.5 as variáveis são representadas através de pontos no sistema de coordenadas, onde o eixo vertical e horizontal representa a componente ou fator 1 e 2, respectivamente. As linhas pontilhadas indicam as projeções dos pontos (variáveis) nos eixos (componentes principais) e o ponto da projeção nos eixos representam as cargas das variáveis em cada componente. Analisando a v_5 , por exemplo, verifica-se que ela possui uma carga muito alta na Componente 1, mas apresenta uma carga moderadamente alta na Componente 2. Já a v_1 possui uma carga moderadamente alta em ambas as componentes, e o mesmo acontece com v_7 (KACHIGAN, 1982).

A Figura 3.5 mostra que após a rotação de aproximadamente 45° dos eixos (a esquerda), a projeção das variáveis nos eixos resultou em cargas bastante diferentes. É possível verificar que antes da rotação v_1 possui uma carga moderada (aproximadamente 5) e em ambos os fatores. Após a rotação, esta variável passou a ter uma carga bastante alta na componente 1 e uma carga aproximada de zero na componente 2. Com isso, pode-se perceber o principal objetivo da rotação fatorial, que é tornar as componentes principais o mais distintas possível (KACHIGAN, 1982).

3.2.3.1.3 Análise de agrupamento -AA

A *Análise de Agrupamento* é um conjunto de técnicas utilizadas para separar um conjunto de variáveis em subconjuntos baseado na similaridade entre as variáveis. O objetivo final é agrupar as variáveis ou objetos que possuem pequena variação no *cluster* (grupo), mas grande variação entre os *clusters* (KACHIGAN, 1982; JOHNSON e WICHERN, 1998; DESCHAMPS, 2004), como apresentado pela Figura 3.6:

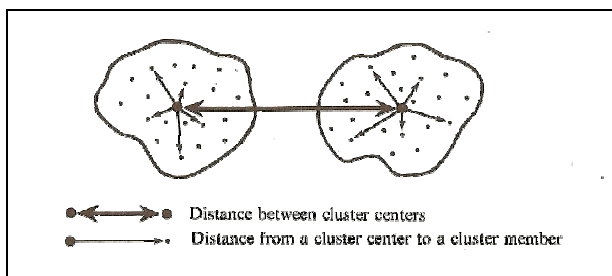


Figura 3.6 - Diagrama esquemático da variação entre e dentro dos *clusters* (na realidade, os clusters existem no espaço multidimensional).

Fonte: Kachigan (1982)

Uma etapa essencial no processo de AA é obter uma medida da similaridade ou distância entre cada par de objetos em estudo. Uma medida comumente usada é a distância euclidiana média (centróide) que se baseia nos valores dos objetos em cada n variáveis do estudo. Um exemplo da aplicação dessa distância é apresentado geometricamente por Kachigan (1982) através da Figura 3.7.

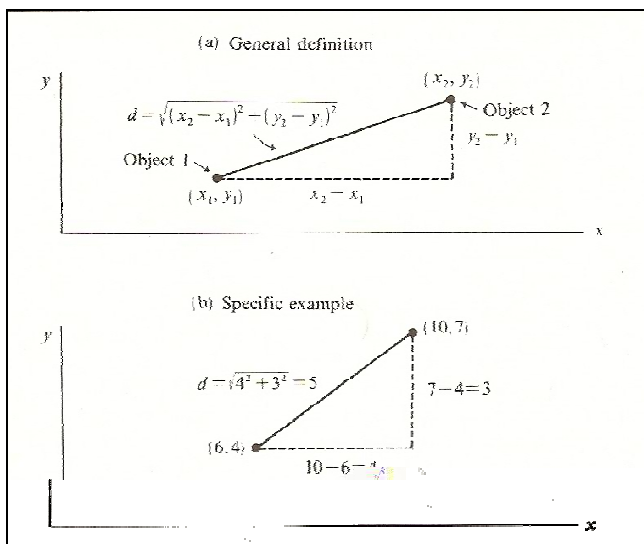


Figura 3.7 - Distância Euclidiana média entre dois objetos medidos em duas variáveis representadas por x_1 , y_1 e x_2 , y_2 , respectivamente..

Fonte: Kachigan (1982)

Conforme a Figura 3-7, a distância euclidiana média é obtida através do *Teorema de Pitágoras*, onde a distância entre os objetos 1 e 2 é o comprimento da hipotenusa de um triângulo retângulo. O exemplo mostrado pela Figura 3-7 é restrito à distância entre dois objetos medidos em apenas 2 variáveis, mas o conceito é facilmente generalizado para k variáveis.

Após a obtenção da matriz de similaridade (distância), o próximo passo foi usar esta informação para formar agrupamentos de objetos dentro de um determinado *cluster*. Uma questão a ser definida é o número de *clusters* a serem formados. Kachigan (1982) recomenda que a aproximação seja feita para vários números diferentes de *clusters* (por exemplo: 1, 2, 3, 4 e 5 etc.) e fazer a escolha baseada na prática e no senso comum.

Neste estudo, o método utilizado para o agrupamento foi o *Método de agrupamento não-hierárquico das k-médias*. As técnicas de agrupamento não-hierárquico são designadas para agrupar vários itens em k *clusters* e podem ser aplicados para um grande conjunto de dados, ao contrário das técnicas hierárquicas (JOHNSON e WICHERN, 1998).

Para Johnson e Wichern (1998), o *Método K-médias* descreve um algoritmo que atribui a cada variável do *cluster* um centróide mais próximo. Esses autores apresentam as etapas desse método, que são as seguintes:

- 1ª etapa: particionam-se as variáveis em k grupos iniciais arbitrariamente;
- 2ª etapa: realoca-se cada variável no grupo cuja média (centróide) esteja mais próximo (a distância usualmente utilizada é a *Euclidiana*);
- 3ª etapa: recalcula-se o centróide do grupo que recebeu e do grupo que perdeu alguma variável;
- 4ª etapa: repetem-se os passos 2 e 3 até que não restem mais alocações para serem feitas.

3.2.3.2 *Desenvolvimento dos mapas temáticos*

Após obter os índices de vulnerabilidade social, iniciou-se a elaboração da camada de informação e do mapa temático de vulnerabilidade social. Esse processo foi desenvolvido em um programa computacional de *GIS (Geographic Information System)*, que permite a inserção e o manuseio de dados geográficos espaciais, sejam eles pontos, linhas ou polígonos, associados à uma tabela de atributos contendo a informação original de cada dado de interesse. Nesse programa, cada polígono representou um setor censitário e os índices foram referenciados e inseridos em uma tabela de atributos. Após essa etapa, foram utilizadas ferramentas de classificação, disponíveis nesse mesmo programa, onde cada setor recebeu uma cor representativa de uma classe de vulnerabilidade (alta, média ou baixa).

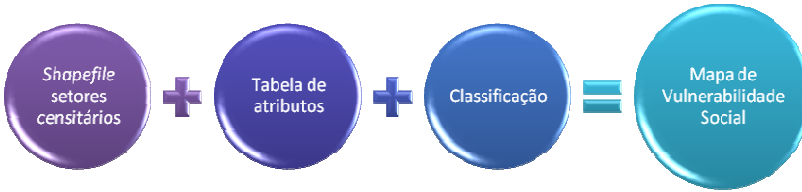


Figura 3.8- Etapas da elaboração do mapa de vulnerabilidade social.

Com relação à camada e o mapa de desastres, esse foi gerado a partir da criação de um *shapefile* com inserção dos objetos geográficos pontos de inundação e deslizamentos. Isso resultou em um mapa que localiza espacialmente as áreas mais afetadas por inundações e deslizamentos na Bacia Hidrográfica de Itacorubi, onde as informações relativas à localização de ocorrência desses desastres foram obtidas através do levantamento histórico de desastres.



Figura 3.9 - Etapas da elaboração do mapa de vulnerabilidade ambiental.

3.2.4 Aplicação do método e análise dos resultados

Através da aplicação do método proposto foram realizadas algumas críticas e observações quanto ao seu desempenho e resultados. Isto forneceu subsídios para propor melhorias e adaptações para futuras pesquisas, destacando seus possíveis benefícios no processo de gestão de risco. Essa aplicação é composta pela: elaboração de mapas temáticos (vulnerabilidade social e de desastres) e pela identificação da vulnerabilidade socioambiental.

Para a identificação da vulnerabilidade socioambiental, foi realizada uma associação das camadas de informação de vulnerabilidade social e de desastres por meio de procedimento *overlay*, ou seja, sobreposição de camadas de informação. Através desta técnica foi possível identificar as áreas onde coexistem a vulnerabilidade social e

ambiental para posterior análise e discussão.

Durante a análise da vulnerabilidade ambiental foram abordados aspectos resultantes da ação antrópica e que podem contribuir com a elevação dos níveis dessa vulnerabilidade, tais como: ocupação urbana em área de APP (áreas ribeirinhas), acima de 16°, e aqueles relacionados ao uso e ocupação do solo. Para tanto, utilizaram-se mapas temáticos desenvolvidos por Filho (2008), gerados também através do procedimento de sobreposição de camadas de informação (Figura 3.10).



Figura 3.10 - Sobreposições de camadas de informação (*overlay*) realizadas na análise da vulnerabilidade ambiental.

3.2.5 Estrutura da pesquisa

Para compreender melhor as etapas deste estudo, a Figura 3.11 apresenta um organograma geral com as etapas anteriormente descritas: fundamentação teórica, construção do modelo conceitual e aplicação prática na área de estudo.

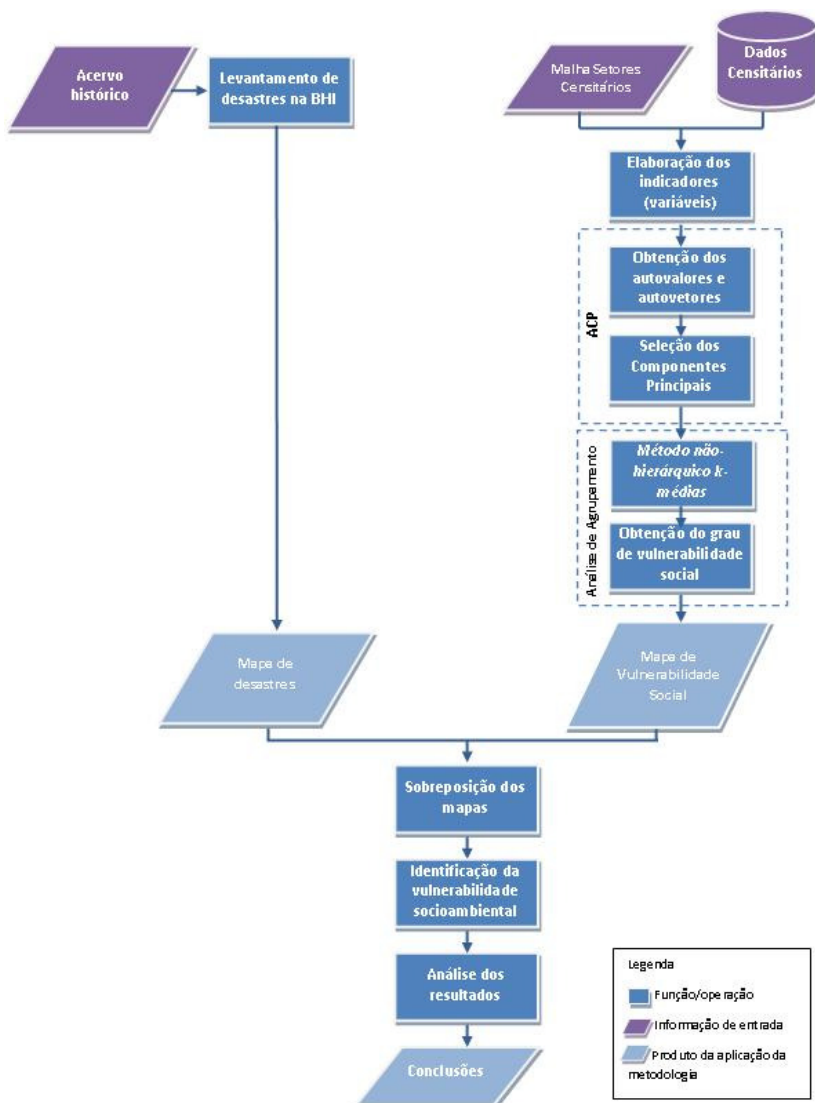


Figura 3.11 - Organograma da pesquisa.

4 RESULTADOS

4.1 INDICADOR DE VULNERABILIDADE SOCIAL

Para obter o grau de vulnerabilidade social da área de estudo, foram selecionadas variáveis (Censo Demográfico 2000) que indicam desvantagens sociais e econômicas e também variáveis demográficas. Após a escolha, foram elaborados 15 indicadores que são apresentados pelo Quadro 4.1, juntamente com a sua descrição.

| Aspectos | Indicadores | Descrição |
|--------------|---|---|
| Econômicos | I1-Percentagem de famílias com renda mensal de até ½ salário mínimo | Razão entre o total de famílias com rendimento nominal mensal dos responsáveis de até ½ salário mínimo e o total de famílias |
| | I2-Percentagem de famílias com renda mensal de até ½ a 1 salário mínimo | Razão entre o total de famílias com rendimento nominal mensal dos responsáveis de mais de ½ a 1 salário mínimo e o total de famílias |
| | I3-Percentagem de famílias com renda mensal de mais de 1 a 2 salários mínimos | Razão entre o total de famílias com rendimento nominal mensal dos responsáveis de mais de 1 a 2 salários mínimos e o total de famílias |
| | I4-Percentagem de chefes de família com renda de 0 à 2 salários mínimos | Razão entre o total de famílias com rendimento nominal mensal dos responsáveis de 0 a 2 salários mínimos e o total de famílias |
| | I5-Razão de dependência | Razão entre a população de 0 à 14 anos mais a população de mais de 65 e o total de população de 15 a 64 anos |
| Sociais | I6-Percentagem de famílias chefiadas por pessoas menores (10 a 19 anos) | Razão entre chefes de família com idade entre 10 a 19 anos e o total de chefes de família |
| | I7-Percentagem de famílias chefiadas por pessoas idosas (acima de 64 anos) | Razão entre chefes de família com idade superior a 64 anos e o total de chefes de família |
| | I8-Percentagem de famílias chefiadas por mulheres | Razão entre chefes de família do sexo feminino e o total de chefes de família |
| | I9-Percentagem de chefes de famílias com menos de 4 anos de escolaridade | Razão entre chefes de família com menos de 4 anos de escolaridade e o total de chefes de família |
| | I10-Taxa de analfabetismo da população de 15 anos e mais | Razão entre o nº de pessoas de 15 anos e mais que não sabem ler e o total de pessoas de 15 anos e mais de idade |
| | I11-Taxa de analfabetismo dos chefes de famílias | Razão entre o nº de chefes de família sem instrução de estudo e o total de chefes de família |
| | I12-Percentual de domicílios com inadequação geral ²⁰ | Razão entre o nº de domicílios particulares inadequados quanto a abastecimento de água, escoamento sanitário, coleta de lixo e densidade por dormitório, e o total de domicílios particulares permanentes |
| Demográficos | I13-Percentagem de famílias com alta frequência de componentes | Razão entre famílias com 7 ou mais membros e total de famílias |
| | I14-Percentagem de crianças de 0 a 14 anos | Razão entre o nº de crianças de 0 a 14 anos e o total da população |
| | I15-Percentagem de pessoas acima de 64 anos | Razão entre o nº de pessoas com idade acima de 64 anos e o total da população |

Quadro 4.1 - Indicadores selecionados para a elaboração do indicador de vulnerabilidade social.

²⁰ Quanto ao abastecimento de água, considerou-se como inadequado aquele domicílio servido por rede geral, mas canalizada só na propriedade ou terreno, servido por poço, nascente ou outra forma. Quanto ao escoamento sanitário, considerou-se como inadequado aquele domicílio cujo escoamento se dá em fossa rudimentar, vala, rio, lago, mar ou outro escoadouro.]

Quanto a coleta de lixo, considerou-se como inadequado aquele domicílio que o destino do lixo for: queimado, enterrado, jogado em terreno baldio ou logradouro, em rio, lago ou mar entre outros (DESCHAMPS, 2008).

Para que posteriormente esses indicadores sejam utilizados na *Análise Fatorial*, foi construída uma matriz contendo as 57 unidades geográficas (setores censitários) e os 15 indicadores (Anexo 1).

4.1.1 Aplicação da ACP

Para essa aplicação, o objetivo da ACP é extrair do conjunto original de variáveis, que é composto por 15 indicadores, uma parcela de variáveis fundamentais que descreva ou represente de maneira aproximada a maior parte do total de variáveis originais. Esse conjunto reduzido de variáveis é denominado de componente principal que proporciona uma melhor explicação da estrutura de correlações dos dados.

Dessa forma, determinou-se o número de componentes principais através dos autovalores, onde foram retidos apenas aquelas com valor superior a 1,0, ou seja, retidos apenas aquelas componentes que tiveram uma explicação maior do que uma variável pode explicar isoladamente. Desta forma, foi possível identificar um número menor de componentes que apresentassem aproximadamente o mesmo total de informação expresso pelas variáveis originais.

A Tabela 4.1 apresenta o resultado dos autovalores, bem como a porcentagem de variância explicada por cada componente, e também a variância acumulada pelas mesmas.

A escolha do número de componentes principais pode levar em consideração diferentes critérios. Um deles está em incluir, na análise, aquelas componentes que conseguem sintetizar uma variância acumulada de aproximadamente 70%. Como se pode observar na Tabela 4.1, os três primeiros autovalores representam cerca de 74,09% da variância. Observa-se que a componente 1 explica 48,16% da variação total dos dados, a componente 2 explica 15,31% e a componente 3 explica 10,61%. Desta forma, foram retidas somente as três primeiras componentes, onde os dados serão resumidos por essas componentes principais.

Através da Figura 4.1, verifica-se que a porcentagem de variação explicada pela componente está no eixo das ordenadas, e os autovalores estão representados em ordem decrescente no eixo das abscissas. Após

as primeiras três componentes²¹, aquelas que explicam 74,09% da variância, observa-se uma estabilização do gráfico. As componentes localizadas nessa área de estabilização apresentam uma baixa explicação, não sendo aconselhável incluí-las na análise. Por este motivo a componente 4 não foi retida apesar de possuir valor superior a 1,0.

Tabela 4.1 - Autovalores e percentual da variância explicada de cada componente.

| Número de componentes/ fatores | Autovalores | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------------------|
| | Extração dos componentes principais | | | |
| | Autovalores | % da variância explicada | Autovalores acumulados | % da variância explicada acumulada |
| 1 | 7,22 | 48,16 | 7,22 | 48,16 |
| 2 | 2,30 | 15,31 | 9,52 | 63,48 |
| 3 | 1,59 | 10,61 | 11,11 | 74,09 |
| 4 | 1,19 | 7,90 | 12,30 | 81,99 |
| 5 | 0,93 | 6,21 | 13,23 | 88,20 |
| 6 | 0,47 | 3,16 | 13,70 | 91,36 |
| 7 | 0,45 | 3,02 | 14,16 | 94,38 |
| 8 | 0,25 | 1,68 | 14,41 | 96,07 |
| 9 | 0,22 | 1,47 | 14,63 | 97,53 |
| 10 | 0,18 | 1,18 | 14,81 | 98,71 |
| 11 | 0,08 | 0,52 | 14,89 | 99,24 |
| 12 | 0,07 | 0,45 | 14,95 | 99,69 |
| 13 | 0,05 | 0,30 | 15,00 | 99,99 |
| 14 | 0,00 | 0,01 | 15,00 | 100,00 |

Após decidir o número de componentes ou fatores, foram encontradas as cargas fatoriais (*Factor Loading*), ou seja, o grau de correlação de cada variável com as componentes principais. A análise dos valores dessas cargas revela o quanto cada variável contribui para o significado de cada uma das componentes. Então, as cargas com valores altos (> de 0.7) em uma determinada componente serão aquelas que fornecem o significado e a interpretação desta componente.

Assim, a Tabela 4.2 mostra a contribuição de cada variável em

²¹ De acordo com Guedes *et al* (2010), se essa curva evidenciar uma estabilização dos valores próprios, pode-se reter apenas os eixos com números de ordem superiores aquele que inicia a estabilização.

relação a cada componente principal (CP), antes e após a rotação nos eixos.

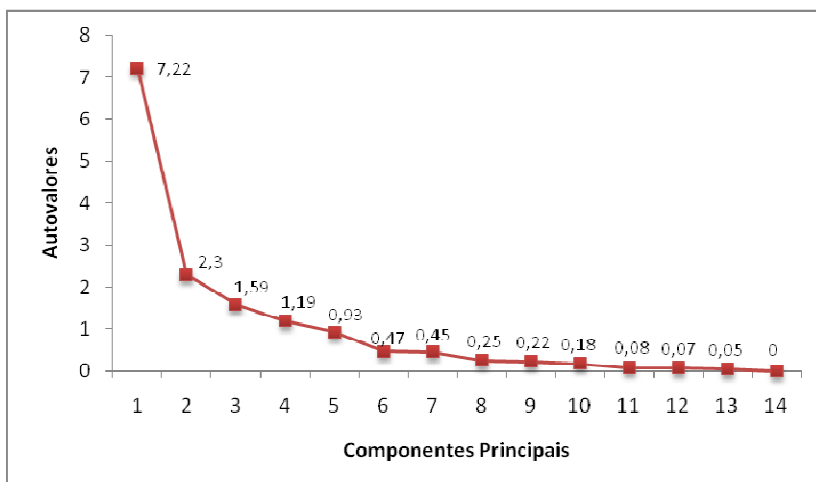


Figura 4.1 - Gráfico de explicação da proporção de variação de cada componente principal.

Tabela 4.2 - Composição dos componentes principais antes e após a rotação dos eixos (*Varimax*).

| Variáveis | Antes da rotação <i>Varimax</i> | | | Após a rotação <i>Varimax</i> | | |
|-----------|---------------------------------|-------|-------|-------------------------------|-------|-------|
| | CP 1 | CP 2 | CP 3 | CP 1 | CP 2 | CP 3 |
| I1 | -0,29 | 0,07 | 0,07 | 0,15 | 0,04 | -0,01 |
| I2 | -0,83 | -0,23 | 0,28 | 0,93 | -0,11 | 0,09 |
| I3 | -0,90 | 0,14 | 0,26 | 0,84 | 0,09 | -0,09 |
| I4 | -0,94 | 0,04 | 0,28 | 0,92 | 0,04 | -0,04 |
| I5 | -0,87 | -0,30 | 0,02 | 0,74 | -0,25 | 0,13 |
| I6 | 0,26 | 0,28 | 0,74 | -0,06 | 0,11 | -0,95 |
| I7 | -0,01 | -0,95 | -0,03 | 0,08 | -0,97 | 0,10 |
| I8 | 0,45 | 0,10 | 0,70 | -0,14 | 0,02 | -0,31 |
| I9 | -0,89 | -0,22 | 0,26 | 0,95 | -0,10 | 0,06 |
| I10 | -0,89 | 0,21 | -0,11 | 0,62 | 0,13 | 0,08 |
| I11 | -0,71 | 0,25 | -0,35 | 0,32 | 0,07 | 0,12 |
| I12 | -0,55 | 0,33 | -0,33 | 0,22 | 0,10 | 0,03 |
| I13 | -0,77 | -0,17 | 0,09 | 0,69 | -0,01 | 0,08 |
| I14 | -0,88 | 0,15 | -0,03 | 0,71 | 0,24 | 0,16 |
| I15 | 0,05 | -0,91 | -0,01 | -0,01 | -0,98 | 0,02 |

Os valores que estão em destaque são os que possuem uma significância maior que 0,7, representando a contribuição de cada variável em componente principal. Para ter uma melhor identificação das variáveis significativas de cada componente, recorre-se a realização de rotação dos eixos, a mais utilizada é a *Varimax*.

A composição das componentes principais com a rotação dos eixos, apresenta na CP 1, as variáveis referentes aos valores: 0,93, 0,84, 0,92, 0,74, 0,95, 0,69 e 0,71 são as que melhor explicam este fator. Na CP 2, apenas as variáveis I7 (-0,97) e I15 (-0,98) são as que melhor explicam. Na CP 3 apenas a variável I6 (-0,95) apresenta valor alto.

Pode-se concluir que a CP 1 é o mais importante para o estudo, pois é decisivo na classificação das áreas, já que explica 48,16% da variância total do conjunto original. Esta CP está correlacionado com as variáveis: I2 (percentagem de famílias com renda mensal de até ½ a 1 salário mínimo), I3 (percentagem de famílias com renda mensal de mais de 1 a 2 salários mínimos), I4 (percentagem de chefes de família com renda de 0 à 2 salários mínimos), I5 (razão de dependência), I9 (percentagem de chefes de famílias com menos de 4 anos de escolaridade), I10 (taxa de analfabetismo da população de 15 anos e mais), I11 (taxa de analfabetismo dos chefes de famílias), I13 (percentagem de famílias com alta frequência de componentes) e I14 (percentagem de crianças de 0 a 14 anos), podendo ser denominado como CP ou fator de desvantagem socioeconômica, pois reúne variáveis relativas à situação econômica, demográfica e de escolaridade. A CP 2 é explicado por duas variáveis: I7 (percentagem de famílias chefiadas por pessoas idosas - acima de 64 anos) e I15 (percentagem de pessoas acima de 64 anos), podendo ser denominada de idoso. A CP ou fator 3 é explicado pela variável I6 (percentagem de famílias chefiadas por pessoas menores - 10 a 19 anos), podendo ser denominada de jovem responsável.

4.1.2 Escore Fatorial e Escore Fatorial Final

Esta etapa consistiu no cálculo dos escores fatoriais que representam os valores de cada unidade observacional, ou seja, setores censitários.

Um escore fatorial final foi obtido para cada setor censitário a partir dos escores fatoriais obtidos para os três componentes principais ou fatores extraídos (socioeconômicos, idoso e jovem responsável), ponderou-se a soma de todos os escores de uma mesma observação

utilizando como peso a percentagem da variância total explicada.

A tabela a seguir apresenta os valores dos escores fatoriais obtidos para cada setor censitário, bem como o escore fatorial final e o índice.

Tabela 4.3 - Escores fatoriais, escores fatoriais finais e índices para cada setor censitário.

| Setores Censitários | Escore Fatorial | | | Escore Final | Índice |
|---------------------|---------------------|------------|------------------|--------------|--------|
| | F1 (Socioeconômico) | F2 (Idoso) | F3 (Jovem resp.) | | |
| 420540705000093 | -0,5481 | -1,806 | 0,6957 | -0,6299 | 0,19 |
| 420540705000094 | 3,5360 | 0,879 | -0,1273 | 2,4619 | 1,00 |
| 420540705000095 | -0,4860 | -1,691 | -0,5309 | -0,7415 | 0,16 |
| 420540705000096 | -0,6151 | -0,517 | 0,7254 | -0,4028 | 0,25 |
| 420540705000097 | -0,0720 | -1,472 | 0,8950 | -0,2228 | 0,30 |
| 420540705000098 | 0,3458 | -0,972 | 0,5151 | 0,0977 | 0,38 |
| 420540705000099 | -0,0703 | -1,420 | -0,4930 | -0,4099 | 0,25 |
| 420540705000100 | 0,1640 | 0,699 | -0,8961 | 0,1228 | 0,39 |
| 420540705000101 | -0,7030 | -0,150 | 0,2240 | -0,4560 | 0,24 |
| 420540705000102 | -0,2067 | -1,905 | -0,5799 | -0,6112 | 0,19 |
| 420540705000103 | -0,0915 | -1,566 | 0,4946 | -0,3122 | 0,27 |
| 420540705000104 | -0,7552 | 0,785 | -1,6734 | -0,5683 | 0,21 |
| 420540705000105 | -1,0720 | 0,569 | 1,0701 | -0,4259 | 0,24 |
| 420540705000106 | -1,4980 | 1,284 | 0,5973 | -0,6228 | 0,19 |
| 420540705000120 | 1,3826 | -1,063 | 0,1187 | 0,6960 | 0,54 |
| 420540705000121 | 1,3527 | 0,148 | 0,8716 | 1,0348 | 0,63 |
| 420540705000122 | 1,9860 | 0,012 | -0,0504 | 1,2862 | 0,69 |
| 420540705000123 | 0,0573 | 0,102 | -0,1977 | 0,0300 | 0,36 |
| 420540705000124 | -0,3513 | 1,023 | 1,0276 | 0,1303 | 0,39 |
| 420540705000125 | -0,2846 | 1,569 | -0,9124 | 0,0086 | 0,36 |
| 420540705000126 | -0,7683 | 0,615 | 0,9818 | -0,2316 | 0,29 |
| 420540705000127 | -0,9606 | 0,268 | -1,2564 | -0,7491 | 0,16 |
| 420540705000128 | -0,3026 | 1,159 | 0,4424 | 0,1062 | 0,38 |
| 420540705000129 | 0,3373 | 0,287 | -0,7059 | 0,1774 | 0,40 |
| 420540705000130 | 0,7181 | 0,495 | 0,8495 | 0,6908 | 0,54 |
| 420540705000131 | 1,4730 | 0,377 | -0,5412 | 0,9580 | 0,61 |
| 420540705000132 | -0,0927 | 0,412 | 0,6304 | 0,1151 | 0,38 |
| 420540705000133 | -1,1764 | 1,013 | 0,9322 | -0,4217 | 0,24 |
| 420540705000134 | -0,7678 | 0,378 | 0,9709 | -0,2818 | 0,28 |
| 420540705000135 | -0,8007 | 0,683 | 0,4859 | -0,3097 | 0,27 |
| 420540705000136 | -1,1896 | 0,022 | -2,2041 | -1,0846 | 0,07 |
| 420540705000137 | -1,0507 | -0,797 | 0,7266 | -0,7437 | 0,16 |
| 420540705000138 | -0,9459 | -0,426 | 0,5950 | -0,6176 | 0,19 |
| 420540705000139 | -0,6835 | -3,883 | -0,7397 | -1,3529 | 0,00 |
| 420540705000140 | -0,4438 | -0,986 | 0,0611 | -0,4834 | 0,23 |
| 420540705000141 | -0,2315 | 0,449 | 0,0086 | -0,0564 | 0,34 |

| Setores Censitários | Escore Fatorial | | | Escore Final | Índice |
|------------------------|------------------------|------------|---------------------|-----------------|--------|
| | F1 (Socioeconômico) | F2 (Idoso) | F3 (Jovem resp.) | | |
| Continua... | | | | | |
| Continuação | | | | | |
| 420540705000142 | -0,0875 | -0,786 | -1,0110 | -0,3643 | 0,26 |
| 420540705000143 | -0,4982 | 1,062 | -3,2324 | -0,5675 | 0,21 |
| 420540705000144 | 0,8796 | 0,895 | -0,5649 | 0,6758 | 0,53 |
| 420540705000145 | -0,4804 | 0,754 | -1,6261 | -0,3895 | 0,25 |
| 420540705000146 | -0,7004 | 0,228 | -3,0527 | -0,8456 | 0,13 |
| 420540705000147 | -1,1109 | 0,951 | 1,2325 | -0,3490 | 0,26 |
| 420540705000148 | 0,9934 | -0,599 | 0,1156 | 0,5385 | 0,50 |
| 420540705000149 | 0,9394 | -0,089 | 1,2783 | 0,7755 | 0,56 |
| 420540705000150 | 1,7482 | 0,573 | -0,3152 | 1,2097 | 0,67 |
| 420540705000151 | 2,0890 | 0,471 | -0,6059 | 1,3684 | 0,71 |
| 420540705000152 | -0,2473 | 0,437 | 0,3015 | -0,0273 | 0,35 |
| 420540705000153 | 0,2357 | -0,094 | 0,2945 | 0,1759 | 0,40 |
| 420540705000154 | 0,1533 | 0,179 | 0,7710 | 0,2471 | 0,42 |
| 420540705000155 | 0,8257 | 0,341 | 0,1170 | 0,6239 | 0,52 |
| 420540705000156 | -0,2567 | -0,185 | -0,7280 | -0,3095 | 0,27 |
| 420540705000157 | -0,9660 | 1,278 | 1,0926 | -0,2071 | 0,30 |
| 420540705000158 | -0,3922 | 0,102 | 0,6637 | -0,1388 | 0,32 |
| 420540705000159 | -0,4403 | 0,472 | 0,9380 | -0,0543 | 0,34 |
| 420540705000160 | -0,6416 | 0,537 | 0,7196 | -0,2030 | 0,30 |
| 420540705000161 | 1,6746 | -0,004 | 0,4435 | 1,1514 | 0,66 |
| 420540705000175 | 1,0978 | -1,096 | 0,1571 | 0,5096 | 0,49 |

O índice serviu de parâmetro para classificar e hierarquizar as 57 áreas (setores censitários) com base nos 15 indicadores através da *Análise de Agrupamento*.

4.1.3 *Análise de Agrupamento*

Através da *Análise de Agrupamento* foi possível separar as 57 observações em 03 (três) grupos similares, isto é, foram formados grupos com grande homogeneidade interna com respeito às características consideradas (variáveis sociais, econômicas e demográficas) e grande heterogeneidade externa, entre os grupos.

Primeiramente, foram formados 05 (cinco) grupos de vulnerabilidade social (altíssima, alta, média, baixa e baixíssima). Porém, através das visitas de campo verificaram-se que as áreas classificadas dessa forma se diferenciam muito pouco, principalmente, as de baixa e de baixíssima vulnerabilidade. Por isso, decidiu-se reduzir o número de classes de vulnerabilidade em alta, média e baixa.

A tabela a seguir apresenta o resultado do agrupamento das áreas

em 03 (três) grupos homogêneos com base na variável índice final e a denominação dada a cada grupo.

Tabela 4.4 - Resultado da Análise de Agrupamento: classificação dos setores censitários em 3 grupos homogêneos.

| Nº de membros (setores censitários) | Valores | Nível de vulnerabilidade social |
|--|----------------|--|
| 24 | 0,00 - 0,27 | baixa |
| 19 | 0,28 - 0,42 | média |
| 14 | 0,49 - 1,00 | alta |

A partir disto, realizou o mapeamento para obtenção da referencia geográfica de cada área de acordo com a sua classificação em relação á vulnerabilidade social (Figura 4.2).

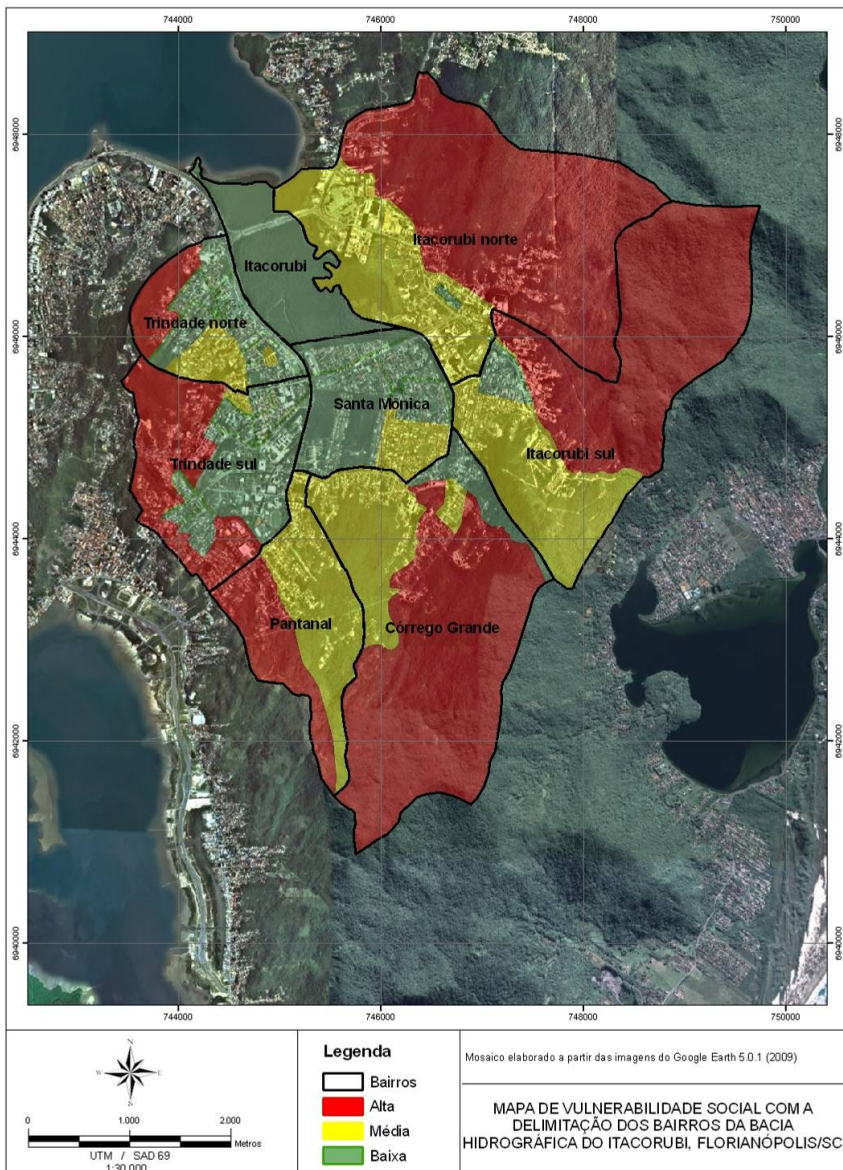


Figura 4.2 - Mapa de vulnerabilidade social da Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi, Florianópolis (SC).

4.2 IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS COM VULNERABILIDADE SOCIAL

O Diário Catarinense de 25 de outubro de 2009 publicou uma matéria a respeito do levantamento realizado pela prefeitura municipal de Florianópolis sobre comunidades classificadas como de interesse social. Essa pesquisa mostra que Florianópolis possui 64 dessas comunidades, sendo que um em cada oito moradores vive em comunidades de interesse social. Do início da década de 1980 até o final dos anos 1990, o crescimento dessas comunidades dobrou, de 20 mil para 40 mil pessoas. A tendência não se repetiu nos últimos anos, o crescimento foi menor entre 1997 e 2007, de 40 para 50 mil, e está relacionado ao crescimento rápido da periferia da Grande Florianópolis (ORTIGA, 2009).

Na BHI, a presença de favelas se concentra a leste do Maciço Central de Florianópolis onde estão localizadas as comunidades do Morro do Quilombo, Pantanal, Serrinha, Alto da Caieira e Caieira dos Sacos dos Limões. Os grupos de setores censitários com alta vulnerabilidade se encontram, na maioria das vezes, nesses locais, ou seja, em áreas de encosta.

Para facilitar a interpretação e composição desses grupos, a Figura 4.3 apresenta os valores médios das variáveis que compõe cada fator (Socioeconômico, Idoso e Jovem responsável) para os grupos de vulnerabilidade, formados a partir da Análise de Agrupamento. A partir daí, serão realizados alguns comentários que relacionam esses valores com a classificação das áreas.

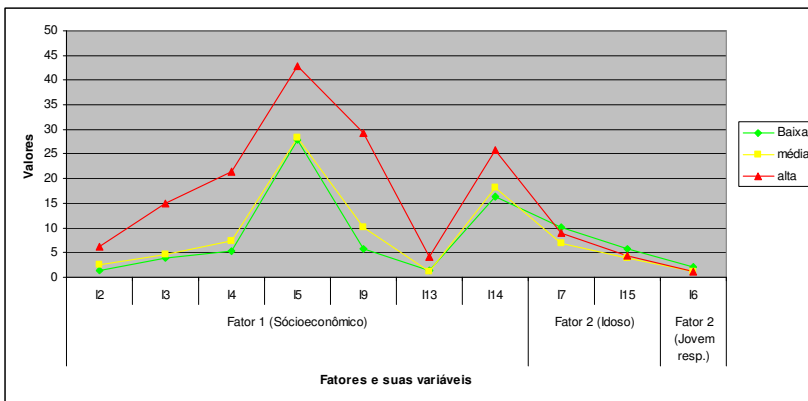


Figura 4.3 - Composição dos fatores e os valores médios das variáveis de acordo com os grupos de vulnerabilidade.

No grupo de setores censitários com vulnerabilidade alta praticamente todas as variáveis possuem valores médios maiores em relação à média dos demais grupos (Figura 4.3), com exceção de três: I6 (percentagem de famílias chefiadas por pessoas menores - 10 a 19 anos), I7 (percentagem de famílias chefiadas por pessoas idosas - acima de 64 anos) e I15 (percentagem de pessoas acima de 64 anos). Sendo então, as áreas em situação de maior desvantagem socioeconômica, indicando as piores situações de pobreza dentro da BHI.

Os valores médios mais elevados que, determinam a classificação desse grupo, são formados pelas variáveis I4 (percentagem de chefes de família com renda de 0 à 2 salários mínimos), I5 (razão de dependência), I9 (percentagem de chefes de famílias com menos de 4 anos de escolaridade) e I13 (percentagem de famílias com alta frequência de componentes) e I14 (percentagem de crianças de 0 a 14 anos).

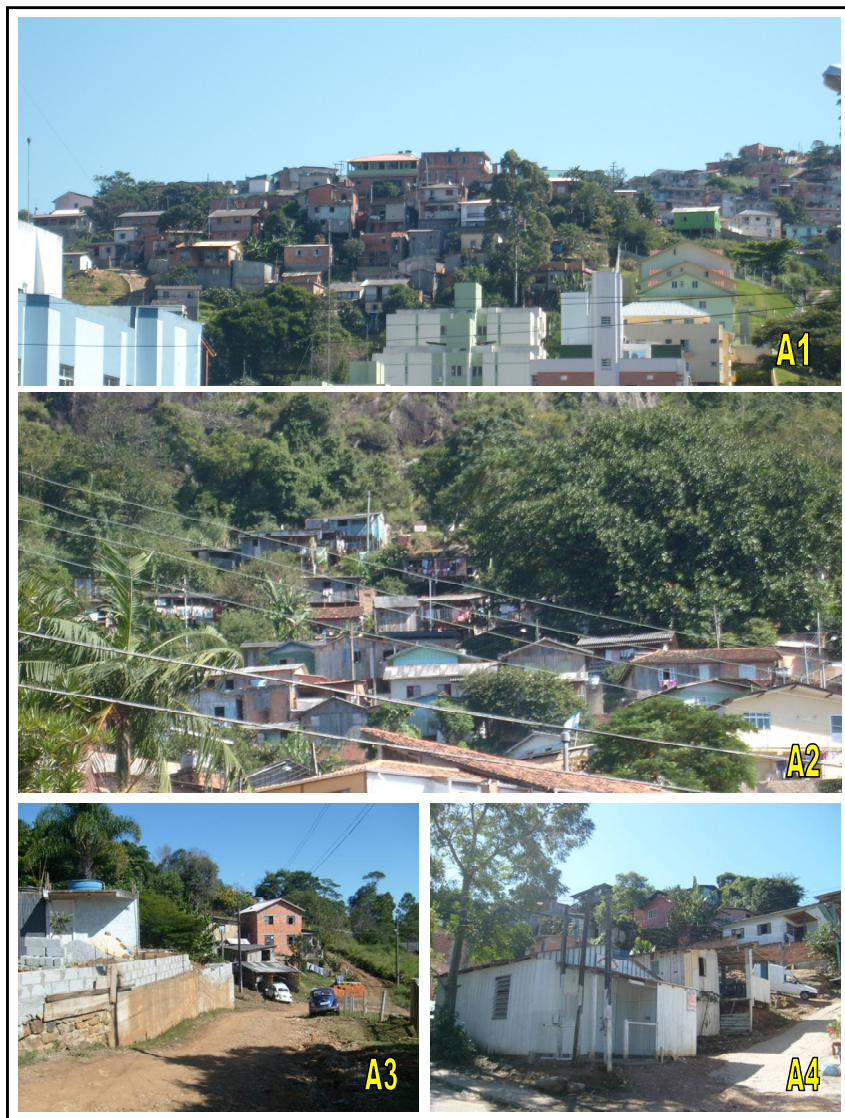
Nesse grupo encontram-se 14 setores censitários, 24,56 % do total das áreas estudadas, onde residem aproximadamente 14.007 habitantes (31,45%) em 3.997 domicílios (28,46%), conforme apresentado pela Tabela 4.5:

Tabela 4.5 - Número de setores, população e famílias segundo o agrupamento de área na BHI.

| Grupos de vulnerabilidade | Nº Setores | | População | | Nº Domicílios | |
|---------------------------|------------|-------|-----------|-------|---------------|-------|
| | Abs. | (%) | Abs. | (%) | Abs. | (%) |
| Baixa | 24 | 42,11 | 16163 | 36,29 | 5305 | 37,77 |
| Média | 19 | 33,33 | 14371 | 32,26 | 4744 | 33,77 |
| Alta | 14 | 24,56 | 14007 | 31,45 | 3997 | 28,46 |

A espacialização dessas áreas mostra que elas estão situadas em áreas de encosta, principalmente, dos bairros Itacorubi, Córrego Grande, Pantanal e Trindade.

A Figura 4.4 mostra algumas das ruas que pertencem à região de alta vulnerabilidade:



Legenda: A1: Comunidade da Serrinha, A2: altos da rua Nilo Mussi (Trindade), A3: altos da rua Leonor de Barros (Pantanal), A4: Rua da Represa no Morro do Quilombo (Itacorubi).

Figura 4.4 - Ruas que pertencem a região classificada como de alta vulnerabilidade.

O grupo formado pelos setores censitários de média

vulnerabilidade apresentou valores menores em quase todas as variáveis quando comparado com o grupo anterior, exceto nas: I6 (percentagem de famílias chefiadas por pessoas menores - 10 a 19 anos), I7 (percentagem de famílias chefiadas por pessoas idosas - acima de 64 anos) e I15 (percentagem de pessoas acima de 64 anos). As maiores diferenças em relação ao grupo de pior situação (alta vulnerabilidade) esta na melhoria das variáveis relativas ao aspecto econômico, onde observou-se uma redução significativa do I4 (percentagem de chefes de família com renda de 0 à 2 salários mínimos), e também com relação a desvantagem demográfica e ao grau de instrução através da redução do I5 (razão de dependência), do I9 (percentagem de chefes de famílias com menos de 4 anos de escolaridade) e do I13 (percentagem de famílias com alta frequência de componentes).

Nesse grupo estão 19 setores censitários (33,33%) que estão localizados na porção plana do bairro Itacorubi e na região norte dos bairros Córrego Grande e Pantanal.

A Figura 4.5 mostra algumas das ruas que pertencem a região de média vulnerabilidade.

Por fim, o grupo de setores censitários de baixa vulnerabilidade situa-se muito próximo das áreas de alta vulnerabilidade. Isso normalmente ocorre nas imediações dos morros urbanos, como por exemplo, a região sul do bairro Trindade, onde o pé da encosta é ocupado por população de melhor situação econômica, ocorrendo o contrário na parte alta.

Verificou-se que houve uma redução significativa em praticamente todas as variáveis, com destaque para I2 (percentagem de famílias com renda mensal de até $\frac{1}{2}$ a 1 salário mínimo) e I9 (percentagem de chefes de famílias com menos de 4 anos de escolaridade). No entanto ocorreu um aumento da I6 (percentagem de famílias chefiadas por pessoas menores - 10 a 19 anos), I7 (percentagem de famílias chefiadas por pessoas idosas - acima de 64 anos) e I15 (percentagem de pessoas acima de 64 anos) que superaram os valores dessas variáveis nos demais grupos (média e alta vulnerabilidade).

O aumento da variável I6 pode ser decorrente da intensa ocupação de residências por estudantes nas imediações da UFSC. Já o aumento da variável I7 e I15 permite dizer que o aumento da população idosa não está relacionada, na área de estudo, a piores condições econômicas como esperado. Pode ser que a população idosa residente nessa área possua uma condição econômica melhor.



Legenda: B1:Rua Profª Maria Luiza Rodrigues (Itacorubi), B2: Rua Aracuaã (Pantanal), B3: Rua Capitão Américo (Córrego Grande), B4: Rua Cmte Ademar Nunes Pires (Córrego Grande), B5: Rua Mediterrâneo (Córrego Grande) e B6: Rua Acelon Pacheco da Costa (Itacorubi).

Figura 4.5 - Ruas que pertencem à região classificada como de média vulnerabilidade.

Isso pode ser verificado através do estudo realizado por Kuhnen, Lopes e Benedetti (2006), que mostrou que as condições econômicas dos idosos que residem na área insular do município de Florianópolis (SC) são melhores quando comparada com aqueles da área continental. Os resultados deste estudo demonstraram que a faixa predominante segundo a renda mensal no continente é de até dois salários mínimos

(40%), seguidos por de dois a quatro salários (21,5%), sendo que 17,6% recebem as maiores rendas (mais de dez salários mínimos). Já na área insular houve o predomínio de idosos que recebem mais de dez salários (35,1%), seguidos por 22% que tem sua renda mensal em até dois salários mínimos.



Legenda: C1: Rua Joe Collaço (Córrego Grande), C2: Rua Lúcio Vitorino de Souza (Santa Mônica), C3: Rua Baraúna (Itacorubi), C4: Av. Carlos Gonzaga (Córrego Grande), C5: Rua Heidelberg (Córrego Grande) e C6: Rua Júlio D'acia Barreto (Carvoeira).

Figura 4.6 - Ruas que pertencem à região classificada como de baixa vulnerabilidade.

O grupo de baixa vulnerabilidade engloba o maior número de setores censitários (24) e, conseqüentemente, envolve o maior número de habitantes (16.6163), sendo que a maioria deles se localizam no bairro Santa Mônica, na região norte do bairro Itacorubi e na região leste da Trindade.

A Figura 4.6 acima mostra algumas das ruas que pertencem à região de baixa vulnerabilidade.

4.3 IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL

Para identificar as áreas com maior vulnerabilidade a inundações e deslizamentos foi necessário localizar no espaço os locais com maior ocorrência desses desastres. Para que isso fosse possível, foi realizado um levantamento histórico de desastres na BHI ao longo dos últimos 30 anos (1980 a 2010). A seguir, esse histórico é descrito de maneira detalhada.

4.3.1 Histórico de desastres na Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi

Ao longo do levantamento da pesquisa histórica sobre desastres na BHI, verificou-se que as inundações e os deslizamentos já causavam transtornos e prejuízos desde a do início da década de 1980. A seguir, foram destacadas algumas reportagens que abordam a preocupação com esses desastres e outras que relatam algumas medidas preventivas implantadas ao longo dos últimos anos.

O Diário Catarinense de 31 de setembro de 1981 aborda possíveis fatores que poderiam estar contribuindo com as inundações que já causavam preocupações. A grande quantidade de terra e areia foi apontada como sendo um deles, principalmente nos canais do Rio Itacorubi e do Rio do Meio, no bairro Trindade. Para tentar prevenir novas inundações, o Departamento Nacional de Obras e Saneamento - DNOS realizou a dragagem desse canal. Além disso, técnicos da UFSC e do DNOS realizaram estudos nas proximidades do campus da Trindade, onde vários alagamentos no hall da Reitoria já haviam ocorrido. Outro fator enfatizado foi o desmatamento que poderia estar aumentando a quantidade de detritos sólidos ao longo dos canais, os locais citados como as áreas mais desmatadas foram: Jardim São Jorge e Anchieta, onde à montante haviam sido realizados, nessa época, serviços de terraplenagem e também o morro atrás da Eletrosul (DIÁRIO

CATARINENSE, 1981).

Em 04 de fevereiro de 1982, o Diário Catarinense aborda a preocupação de novas inundações na Avenida Madre Benvenuta e relata o fechamento dessa avenida por um período de três meses para que a Secretaria de Obras de Florianópolis pudesse realizar a triplicação da capacidade dos bueiros da Rua Joe Collaço (Jardim Santa Mônica) e quintuplicação do bueiro da Madre Benvenuta (DIÁRIO CATARINENSE, 1982).

No dia 03 de fevereiro de 2000, o Diário Catarinense publicou uma reportagem sobre o aterramento do mangue na região do bairro Itacorubi e sua contribuição na ocorrência de inundações. Nesta reportagem foi enfatizada a importância da preservação dos mangues, pois servem como “esponja” que absorve as águas das chuvas e das altas marés. O aterramento e a ocupação irregular dessas áreas têm causado inundações apenas com a maré alta nos bairros que circundam o mangue do Itacorubi. Por isso, a União dos Conselhos Comunitários da Bacia do Itacorubi – UNICOBI com a coordenação do Instituto Nacional de Pesquisas Hidráulicas – INPH, elaborou um projeto que prevê a melhoria no sistema de drenagem das águas da chuva, desassoreamento dos rios, limpeza de todos os canais e pequenos córregos, bem como a reconstrução da ponte da rua Madre Benvenuta, na entrada do bairro Santa Mônica. Nesse projeto também é enfatizada maior fiscalização de novos empreendimentos que estariam sendo construídos sem um sistema de drenagem adequado (SILVA, 2000).

A geografia é apontada como um fator que também pode estar contribuindo para os alagamentos no município de Florianópolis. Segundo reportagem do dia 22 de março de 2001 do Diário Catarinense, em dias de chuva intensa e ininterrupta, a água desce com força dos morros, trazendo muito barro e entulho, que se acumula em tubulações e acaba entupindo-os. Essa situação é agravada pela falta de cuidado da população com relação ao descarte de lixo e entulho (BEVILACQUA, 2001).

A falta de planejamento é outro fator apontado como uma das principais causas dos alagamentos. A maior parte das tubulações do sistema de drenagem urbana é da década de 1940, quando a população de Florianópolis era de 30 mil pessoas, 13 vezes menor que a atual, de 396 mil. Por serem antigos, os tubos retardam a vazão da água e facilitam entupimentos, o mais agravante é o crescimento populacional que aumenta a impermeabilização do solo e o escoamento superficial provocando alagamentos (BERTOLINI, 2008).

Com relação aos deslizamentos, o Diário Catarinense de 20 de

dezembro de 1981, traz uma matéria sobre um estudo de identificação das áreas de risco realizado pela UFSC. Uma das áreas citadas está localizada na vertente leste do Morro da Cruz, no local compreendido entre a penitenciária e o prolongamento da Rua Álvaro Ramos (mais conhecido como Morro da Penitenciária). Esta área apresenta blocos de rocha em contato com solo em declives acentuados e instabilização de blocos de rocha (DIÁRIO CATARINENSE, 1981a).

Em dezembro de 1995, o chefe do Laboratório de Mecânica dos Solos da UFSC alerta sobre a possibilidade de deslizamentos no Mont Serrat (encosta do Morro da Cruz) e do Pantanal e aponta as possíveis causas de deslizamentos das encostas, sendo: as insurgências excessivas de água nas rachaduras do solo e a ocupação desordenada. Um estudo realizado pela UFSC aponta a necessidade de remoção de algumas residências de áreas críticas e descreve as situações de algumas delas que apresentam rachaduras nas paredes, no assoalho, nos muros e até mesmo profundas rachaduras no solo (DIÁRIO CATARINENSE, 1985).

A reportagem do dia 13 de fevereiro de 1990 discute os problemas relacionados com os deslizamentos nos morros de Florianópolis e diz que a ocupação inicial deveria ter sido realizada de maneira planejada, mas como isso não aconteceu resta apenas remediar através de soluções a longo prazo, como reflorestamento dos morros (DIÁRIO CATARINENSE, 1990).

A seguir, realizou-se a descrição detalhada dos desastres publicados pelos jornais O Estado e Diário Catarinense durante um período de 30 anos (janeiro de 1980 à janeiro de 2010) na BHI.

4.3.1.1 Período de 1980 a 1990

Nessa década, destacam-se as ocorrências de inundações do mês de janeiro de 1983, considerada a maior dos últimos 32 anos em Florianópolis, desde janeiro de 1951 não chovia tanto. Das zero hora às 18h do dia 06 já havia chovido 134,3 l/m² quando o normal do mês era de 172,4mm. O quadro 4.2 a seguir apresenta as principais conseqüências do desastres ocorridos na década de 1980:

| Período | Descrição dos eventos | Precipitação (mm) |
|----------|---|------------------------|
| Out/1980 | Alagamento da Avenida Madre Benvenuta, Jardim Santa Mônica | - |
| Abr/1981 | Rua João Pio Duarte, Córrego Grande | - |
| Jun/1981 | Inundação de diversas áreas no campus universitário, como: prédios da engenharia, no ginásio de esporte e no térreo da reitoria. | - |
| Mar/1982 | Avenida Madre Benvenuta (nas proximidades da sede da antiga Telesc) | 17 l/m ² |
| Jan/1983 | A região de Saco Grande e Jardim Santa Monica foram as mais atingidas pelas chuvas. Na rodovia SC 401 (km 3) dois carros foram arrastados pela correnteza que atravessou a estrada em mais de 300 metros e toda área foi interditada. Na UFSC, o Centro Tecnológico (o volume de água atingiu mais de 1 metro de altura) e a reitoria foram os primeiros a serem atingidos. Seguidos pelo Hospital Universitário, Centro sócio-econômico e pela primeira entrou água na biblioteca e os danos materiais foram grandes com a destruição de materiais administrativos. As pistas que levam à Itacorubi e à Lagoa da conceição foram invadidas pelas águas ficando isoladas essas duas localidades. Muitas casas foram afetadas e as instalações da Prodasc (atual Ciasc – Centro de Informática e Automação de SC), situada em Itacorubi, também teve algumas salas inundadas. No terreno da Celesc, parte do muro foi danificado em virtude da invasão das águas de um riacho localizado nas imediações, sendo que algumas repartições dessa empresa foram atingidas, apresentando prejuízos consideráveis. | 134,3 l/m ² |
| Jul/1983 | Deslizamento de terra nos fundos de uma residência localizada na rua Maria do Patrocínio do bairro Pantanal. | - |
| Set/1989 | Deslizamento na SC-404 na descida do morro que dá acesso à Lagoa da Conceição. Residências em risco de deslizamento no bairro Saco dos Limões (Rua Custódio Fermínio Vieira). | 198,1mm |

Quadro 4.2 - Principais desastres e suas consequências na década 1980.

Fontes: O Estado (1980), O Estado (1981), O Estado (1981a), O Estado (1982), O Estado (1983), O Estado (1983a), O Estado (1983b), Diário Catarinense (1987), Diário Catarinense (1989), Diário Catarinense (1989a) e Diário Catarinense (1989b).



Figura 4.7 - Algumas fotografias de alagamentos ocorridos na década de 80.

Em 25/10/80: alagamentos em dias de chuva na Av. Madre Benvenuta.

27/04/81: Rua João Pio Duarte com muita lama, causando transtorno para motoristas e moradores. 06/01/83: Limpeza das áreas atingidas pela inundação em vários prédios da UFSC.

Fontes: O Estado, 1980, O Estado, 1981 e O Estado, 1983.

4.3.1.2 Período de 1990 a 2000

Na década de 1990 ocorreram vários alagamentos e inundações em Florianópolis. Na BHI, destaca-se o mês de novembro de 1991, onde ocorreu na grande Florianópolis a pior enchente nos últimos 40 anos ocasionando a morte de 9 pessoas e aproximadamente 8.500 desabrigados. As chuvas atingiram 404,8 milímetros em 24 horas, volume equivalente a três meses. Resalta-se, também, o mês de maio de 1994 onde choveu, até o dia 13 na Grande Florianópolis, 119 milímetros, sendo que a média para o mês de maio é de 200 milímetros.

A reportagem do dia 30 de dezembro de 1995 do Diário Catarinense relata as conseqüências de nove dias de enxurrada que foi a maior chuva do século em Florianópolis. No dia 24 choveu 165,8 milímetros, dia 25 mais 206,6 milímetros e dia 29 outros 115,2 milímetros. Em apenas seis dias atingiu mais de 35% da média anual (1.500 milímetros). No total foram nove dias de muita chuva e um total de 541,2 milímetros até as 10h do dia 29 (DIÁRIO CATARINENSE,

1995f). Até o dia 29 havia 6 mortos, 7.032 desabrigados, 237 casas destruídas ou danificadas, 90 pontes e 1.950 quilômetros de estrada na Grande Florianópolis (DIÁRIO CATARINENSE, 1995e).

Vários danos foram causados pelas chuvas que inundaram ruas de Florianópolis causando um prejuízo aproximado de R\$ 4 milhões. Esse valor foi necessário para a recuperação da infra-estrutura, como desobstrução de vias, drenagem de canais e restauração do calçamento e de pontes (DIÁRIO CATARINENSE, 1995e).

O Quadro apresenta as principais conseqüências das inundações e de deslizamentos na BHI na década de 1990:

| Período | Descrição dos eventos | Precipitação (mm) |
|----------------|---|--------------------------|
| Mai/1991 | Inundações nas ruas Lauro Linhares e Maria Luíse Rodrigues (Trindade). | - |
| Nov/1991 | As rodovias estaduais SC-401 e SC-404 novamente foram alagadas. No km 5 da SC-401 uma barreira caiu e interditou toda a rodovia e na SC-404, um alagamento de grandes proporções trancou totalmente a rodovia. Um trecho da Avenida Madre Benvenutta foi alagada e parte do asfalto levantou provocado pelo excesso de chuvas. Morro da Lagoa houve deslizamento de barreiras e queda no acostamento da parte mais alta. Além dessas conseqüências, destacam-se os prejuízos ocasionados pela inundação que atingiu os laboratórios do curso de Engenharia Mecânica e os laboratórios de microbiologia e parasitologia do Centro de Ciências Biológicas da UFSC. Desde 1976, a universidade não enfrentava problemas tão s rios de alagamentos, onde vários equipamentos foram seriamente comprometidos. | 404,8 mm |
| Mai/1994 | Queda de duas barreiras na SC-404 no Morro da Lagoa da Concei o e no quilometro 3 da SC-404, próximo a FIESC, as chuvas provocaram um buraco na pista, cabeceira da ponte. | 119 mm |
| Dez/1995 | Moradores do bairro Saco dos Limões tiveram a casa alagada. Várias residências localizadas na rua Almeida Coelho foram alagadas (Saco dos Limões); Garagens de edifícios na Rodovia SC-404, em frente a UDESC, no Itacorubi foram inundadas, onde veículos ficaram completamente embaixo d' gua; Uma ponte desabou no acesso do Córrego Grande   Lagoa da Concei o; Garagens em edifícios do bairro Itacorubi (Rod. Ademar Gonzaga) foram invadidas pelas águas e recobertas por pelo menos 20 cm de lama; A enxurrada abriu um grande buraco na Rua Luiz Pasteur no bairro Itacorubi; | 541,2 mm |
| Continua... | | |

| Período | Descrição dos eventos | Precipitação (mm) |
|-------------|--|-------------------|
| Continuação | | |
| | <p>Em função das chuvas torrenciais, foram mapeados 11 trechos com alto risco de deslizamento nos morros da Capital. Entre as regiões consideradas críticas estão os morros da Agrônômica, da Caieira do Saco dos Limões, Itacorubi e Trindade;</p> <p>Enxurrada provocou prejuízos de R\$ 3 milhões na UFSC, onde mais de 40 laboratórios foram invadidos pela água. Os maiores danos foram no Hospital Universitário e nos laboratórios das engenharias Mecânicas, Sanitária e Civil. Também sofreram com a chuva os centros de Ciências Físicas e Biológicas, e de Ciências da Saúde, além da reitoria, gráfica e da imprensa universitária, a biblioteca e a infra-estrutura em geral;</p> <p>Oito pedras ameaçam rolar sobre residência da Caieira do Saco dos Limões e Costeira;</p> <p>Alagamento na Rua Itapericica, no Parque São Jorge, onde a água cobriu toda a extensão da estrada e parte das calçadas. No Jardim Santa Mônica, a pista foi invadida em pelo menos dois trechos com cerca de dois quilômetros;</p> <p>Antes da subida do Morro da Lagoa, a água cobriu cerca de 30 metros de pista nos dois sentidos. Algumas pedras e paralelepípedos soltaram e foram parar no meio da rodovia;</p> <p>Inundação da Avenida Jorge Lacerda no bairro Saco dos Limões, prejudicando o tráfego de veículos.</p> | |
| Fev/1995 | Avenida Jorge Lacerda, no bairro Saco dos Limões, ficou intransitável em vários pontos devido a alagamentos. | - |
| Jan/1997 | As chuvas provocaram pequenos deslizamentos de terra e pedras em Florianópolis, com destaque para a Rua Elizeu de Aguiar no Bairro Saco dos Limões, onde um muro desabou e a casa que estava acima ameaça cair. A chuva também provocou buracos e danificou calçadas. Na Rua Waldemar Vieira, no Saco dos Limões, parte da pista virou buraco. | - |
| Abril/1998 | Houve uma queda de barreira no Morro do Quilombo, no bairro Itacorubi; | |
| | Também ocorreu um deslizamento de terra na Rua Marcus Aurélio Homem, na Trindade. | - |

Quadro 4.3 - Principais desastres e suas consequências na década 1990.

Fontes: Diário Catarinense (1991), Diário Catarinense (1991a), Diário Catarinense (1991b), Diário Catarinense (1991c), Diário Catarinense, (1994a), Diário Catarinense (1994b), Diário Catarinense (1995), Diário Catarinense (1995a), Diário Catarinense (1995b), Diário Catarinense (1995c), Diário Catarinense (1995d), Diário Catarinense, (1995g), Diário Catarinense (1995f), Diário Catarinense (1995e), Diário Catarinense (1997), Diário Catarinense (1998a).

A Figura 4.8 mostra algumas fotografias publicadas pelo jornal Diário Catarinense que ilustram as consequências de fortes chuvas que

ocorreram na década de 90 na BHI.



Figura 4.8 - Desmoronamento de uma parte da pista do quilometro 3 da SC-404, pista da SC-404 cedeu e rodovia foi interditada, morador do bairro Saco dos Limões sendo retirado de sua residência que foi alagada, morador retira muito barro de sua residência no bairro Saco dos Limões (rua Almeida Coelho), Rua Luis Pasteur no Itacorubi e Laboratórios das engenharias inundados em dezembro de 1995.

Fonte: Diário Catarinense, 1994; Diário Catarinense, 1994b; Diário Catarinense, 1995a; Diário Catarinense, 1995b.

4.3.1.3 Período de 2000 a 2010

No período de 2000 a 2010 foram registradas várias ocorrências de inundações em Florianópolis, onde o mês de fevereiro de 2000 merece destaque. No dia 01 desse mês choveu em apenas 12 horas 143,8 milímetros, quase o total verificado em janeiro, que foi de 188 milímetros. Além disso, a maré alta contribuiu na ocorrência de vários alagamentos, as áreas mais atingidas foram Rio Tavares, Lagoa da Conceição, Campeche, Parque São Jorge, Monte Verde, Itacorubi e as praias de Canasvieiras e Ingleses ao Norte (DIÁRIO CATARINENSE, 2000).

Destaca-se também o mês de janeiro de 2008, onde as chuvas bateram recorde, desde 1980 o município de Florianópolis não

registrava tanta chuva no primeiro mês do ano. Durante os dias 1 a 31 de janeiro de 2008 choveu em Florianópolis 459 mm, sendo que o previsto para o mês inteiro eram de 176 mm. Isso provocou alagamento de ruas e residências e transtornos no trânsito em vários pontos da cidade (DIÁRIO CATARINENSE, 01/02/2008, p.07).

Na BHI, as principais ocorrências são apresentadas pelo Quadro 4.4:

| Período | Descrição dos eventos | Precipitação (mm) |
|------------|---|----------------------|
| Fev/2000 | No bairro Itacorubi, o condomínio Ilha do Arvoredo foi inundado. Segundo os moradores, os alagamentos acontecem há 5 anos; Ficaram encobertas pelas águas a Av. Itamarati e a ponte do Parque São Jorge; | 143,8 mm em 12 horas |
| Fev/2001 | Ocorreu um deslizamento no bairro Pantanal, onde uma casa desabou. | 397,3 mm em 3 dias |
| Abril/2002 | Deslizamento de terra na Rua Manoel Rufino de Abreu que atingiu uma residência, mas ninguém ficou ferido. | - |
| Jan/2004 | Ocorreram novos alagamentos em vários bairros de Florianópolis, com destaque para Santa Mônica, Córrego Grande e Parque São Jorge, onde o córrego transbordou. A Avenida Madre Benvenuta teve 250 metros de sua extensão encoberta pelas águas. Isso provocou transtornos no tráfego de veículos, sete estabelecimentos comerciais e três residências foram invadidos pelas águas e parte do asfalto cedeu nas proximidades do posto da Polícia Militar. A Rodovia Admar Gonzaga, no quilometro 7, também foi alagada e por isso foi interrompida, e o trânsito ocorreu em meia pista | - |
| Dez/2004 | A maré alta dificultou a vazão de córregos e provocou vários alagamentos no bairro Santa Mônica. | 94,6 mm em 6 horas |
| Jan/2006 | As principais ocorrências foram alagamentos nos bairros Santa Mônica e Trindade. Na Trindade, um muro caiu sobre três carros. Na rua Lauro Linhares garagens de prédios ficaram alagadas. | 178,4 mm |
| Jan/2008 | A Avenida Madre Benvenuta, no bairro Santa Mônica, foi um dos locais mais atingidos, houve alagamento de ruas e de estabelecimentos comerciais. Os carros transitavam com água cobrindo os pneus. Além disso, o transbordamento de um córrego dificultou o acesso a um shopping nesta região. | 459 mm |
| Mar/2009 | Ruas do Bairro Santa Mônica voltaram a ser alagadas. | - |

Quadro 4.4 - Principais desastres e suas consequências no período de 2000 a 2010.

Fontes: Diário Catarinense (2000), Diário Catarinense (2001), Diário Catarinense (2002), Diário Catarinense (2004) e Diário Catarinense (2008).

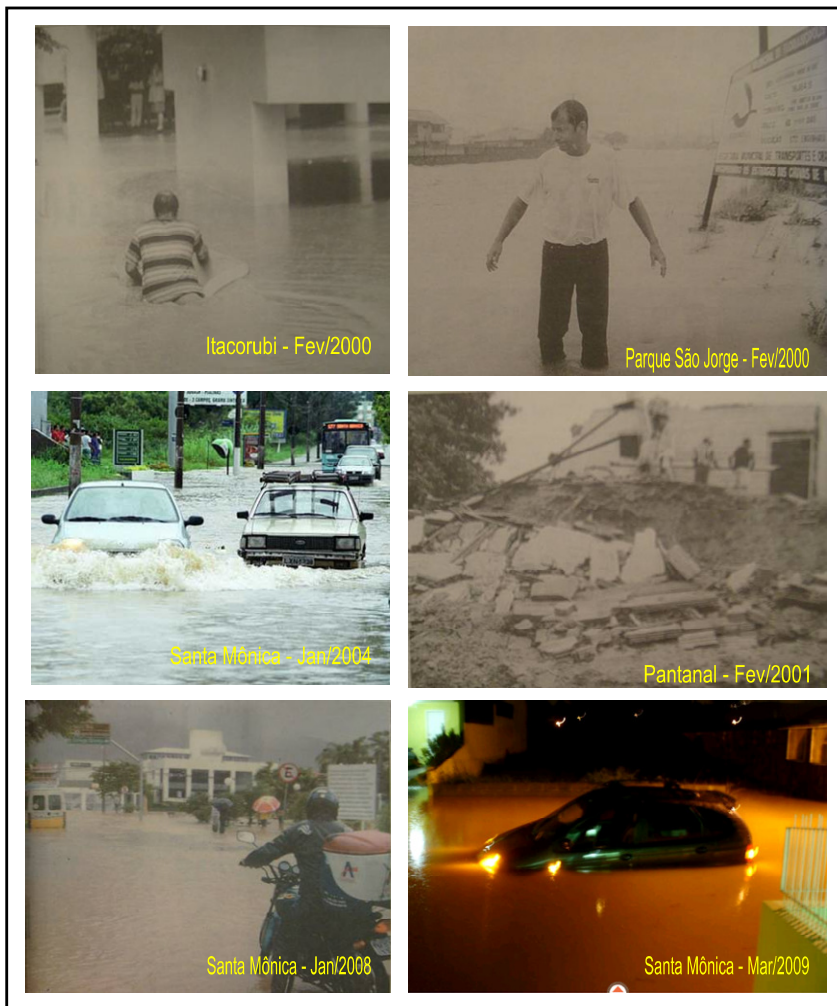


Figura 4.9 - Condomínio Ilha do Arvoredo (Itacorubi) inundado pelas chuvas do dia 01 de fevereiro de 2000, inundações no Parque São Jorge em dezembro de 2000, no bairro Pantanal, uma casa desabou devido a força da água, alagamento da Avenida Madre Benvenuta no dia 28/01/2004, novamente alagamento na Av. Madre Benvenuta no bairro Santa Mônica em janeiro de 2008, alagamento na Rua João Carlos de Souza no Bairro Santa Mônica no dia 08 de março de 2009.

Fonte: Diário Catarinense, 2000; Diário Catarinense, 2001; <http://www.clicrbs.com.br>, acessado em: 22/04/2009, Diário Catarinense, 2008; <http://www.clicrbs.com.br>, acessado em: 22/04/2009.

4.3.2 A vulnerabilidade ambiental na BHI

Os fatores que influenciam a vulnerabilidade urbana à desastres foram apresentados por diversos autores no Capítulo 0 (Fundamentação Teórica). Esses fatores estão vinculados às formas atuais de desenvolvimento urbano que provocam alterações no sistema natural. A partir disso, procurou-se analisar as causas antrópicas, principalmente aquelas relacionadas ao uso e ocupação do solo, que exercem pressão sobre o sistema natural da BHI e que podem estar contribuindo com a ocorrência de desastres nessa região.

Para dar início a essa análise, utilizou-se o histórico de desastres dessa bacia para identificar os locais mais afetados por inundações e deslizamentos e, conseqüentemente, as áreas ambientalmente mais vulneráveis a esses desastres. Desta forma, elaborou-se o Mapa de Desastres na Bacia Hidrográfica do Itacorubi (Figura 4.10) que localiza no espaço, através de pontos, os locais mais atingidos pelas inundações e deslizamentos. Salienta-se que não foi possível delimitar com precisão a extensão da área atingida por esses desastres, pois as informações obtidas através das matérias jornalísticas destacam apenas os locais onde os desastres ocorreram com maior intensidade, sem dar detalhes de sua extensão. Além disso, alguns pontos estão localizados fora da BHI, nas proximidades do seu limite. Apesar disso, esses pontos foram mantidos no mapa de desastres em função de que as características ambientais dos locais em que esses pontos estão localizados são provavelmente muito semelhantes aos da BHI.

Através desse mapa, foram caracterizadas como de maior vulnerabilidade ambiental a inundações as áreas onde estão inseridos os bairros Santa Mônica, Itacorubi e nos arredores do Campus Trindade UFSC. Já as áreas mais sujeitas a deslizamentos estão situadas nos morros urbanizados, principalmente no Pantanal e no Saco Grande (Figura 4.10). Verifica-se também que essas áreas são comuns ao longo de rodovias e estradas, principalmente, da Rodovia SC-404.

Conforme mapa de risco a inundação realizado por Alves Jr. (2001), a maioria das áreas de maior vulnerabilidade a inundações estão inseridas nas áreas de maior risco a esses desastres (Figura 4.11).

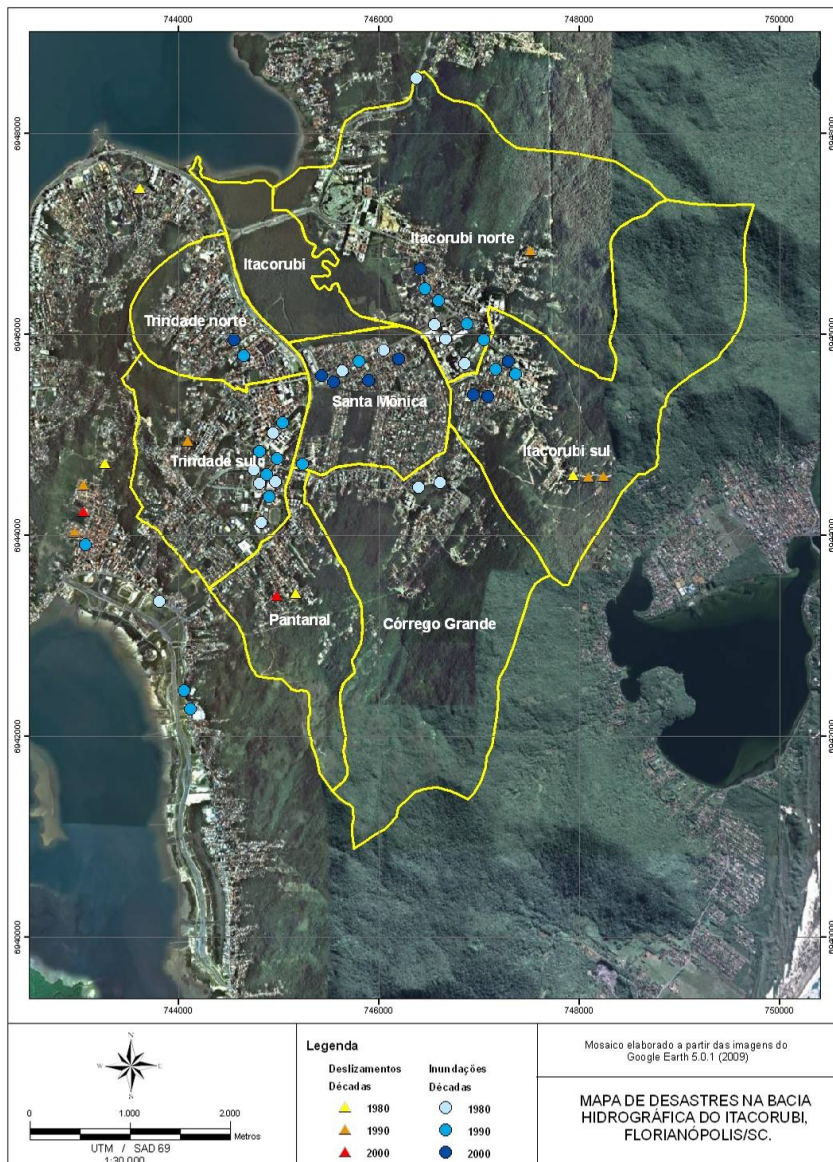


Figura 4.10 - Mapa de desastres (inundações e deslizamentos) ocorridos no período de 1980 a 2010.

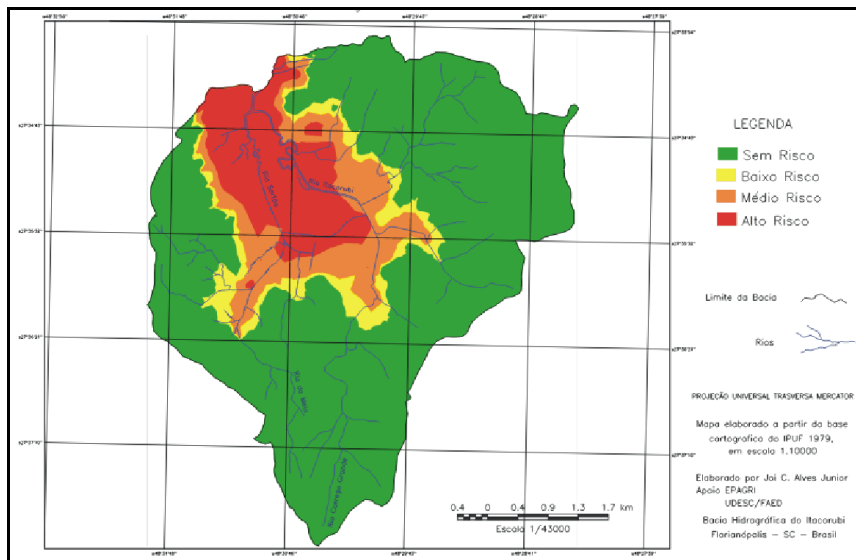


Figura 4.11 - Mapa de risco a inundação da Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi, Florianópolis (SC).

Fonte: Alves Jr. (2001).

4.3.2.1 Inundações

Quando ocorre o desenvolvimento urbano, o ecossistema aquático sofre importantes alterações em função da transformação do ambiente pela urbanização. Essas alterações podem potencializar a ocorrência de inundações, algumas delas são discutidas por Tucci (2007), tais como:

- a. Redução da infiltração que ocorre através da substituição das superfícies naturais por pavimentos (ruas, passeios, pátios) e telhados que não permitem a infiltração do solo;
- b. Redução do tempo de concentração (é o tempo que leva para o escoamento superficial se deslocar do mais extremo até a seção de saída da bacia) que é ocasionado pela impermeabilização e principalmente quando são implantados condutos e canais que aumentam a velocidade de escoamento;
- c. Alteração do clima que também são decorrentes da impermeabilização das superfícies que absorvem parte da energia solar aumentando a temperatura ambiente (calor

sensível), produzindo ilhas de calor na parte central dos centros urbanos, onde predomina o concreto e o asfalto que, devido a sua cor, absorve mais energia devido a radiação solar do que as superfícies naturais. O aumento da absorção de radiação solar por parte da superfície aumenta a emissão de radiação térmica de volta para o ambiente, gerando o efeito estufa. O aumento da temperatura cria condições de movimento de ar ascendente que pode criar aumento de precipitação, contribuindo no agravamento de inundações urbanas;

- d. Alteração no balanço hídrico devido à impermeabilização e canalização que provocam o aumento do volume do escoamento superficial, a redução da recarga dos aquíferos e a redução da evapotranspiração, já que a superfície urbana não retém água na vegetação e não permite a evapotranspiração (Figura 4.12);

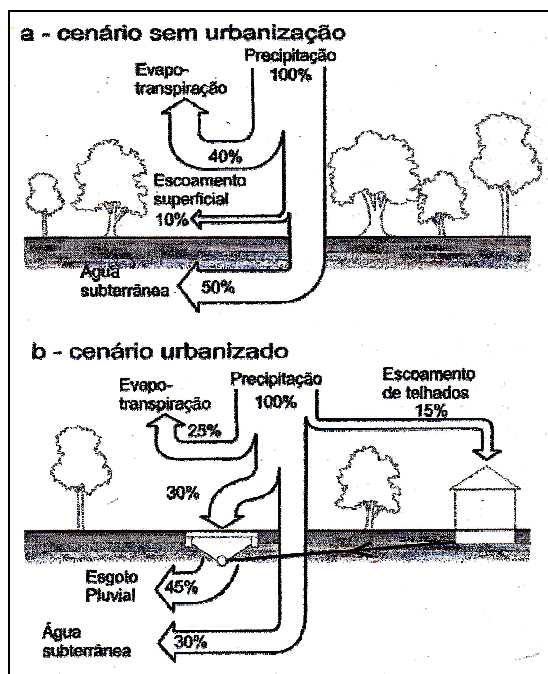


Figura 4.12 - Alterações nos volumes de balanço hídrico natural e urbano devido à precipitação (valores indicativos).

Fonte: TUCCI (2007).

Alteração no hidrograma devido ao escoamento por meios artificiais como condutos e canais, a velocidade aumenta e o tempo de escoamento diminui, reduzindo o tempo de escoamento da bacia (Figura 4.13);

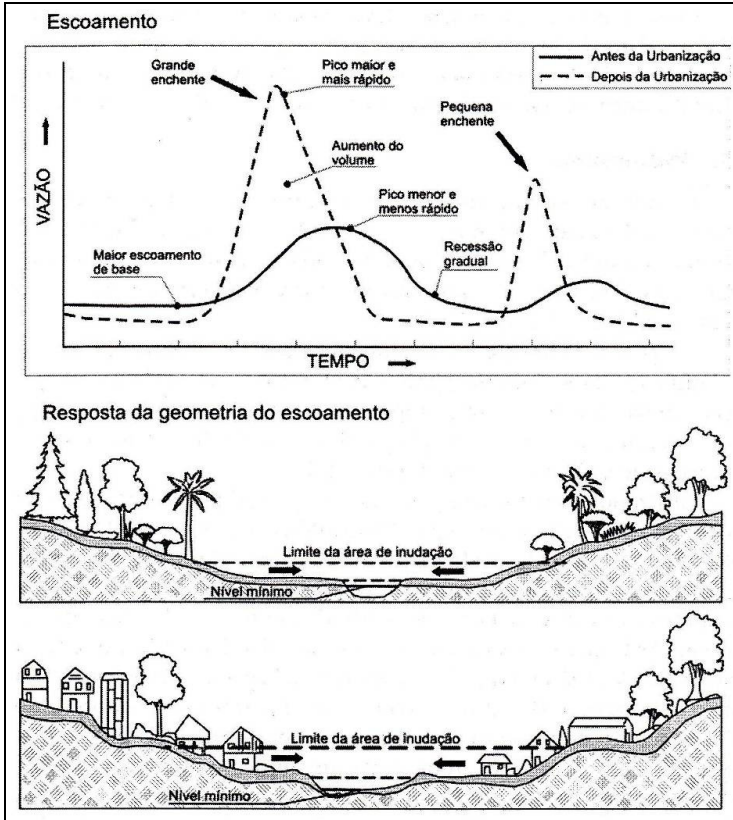


Figura 4.13 - Alterações no hidrograma e nas inundações devido a urbanização.

Fonte: TUCCI (2007).

Erosão e a produção de sedimentos provenientes do aumento da velocidade do escoamento e das áreas impermeáveis fazem que as áreas a jusante recebam a água com maior energia, produzindo a erosão. O solo exposto a erosão gera sedimentos que atingem a macrodrenagem e se depositam, reduzindo a capacidade de escoamento de cheias nos canais e as inundações se tornam mais frequentes.

A partir disso, discutiu-se a relação das áreas de maior

vulnerabilidade ambiental na BHI com alguns dos aspectos relacionados ao processo de urbanização, como uso do solo, ocupações em APP (Área de Preservação Permanente), urbanização e ocupação irregular (acima de 16° de inclinação), canalização e impermeabilização do solo. A partir da sobreposição das camadas de informação uso do solo e de pontos inundaçã²², observou-se que as regiões de maior vulnerabilidade ambiental a inundações estão situadas em área urbana, densamente ocupadas por edificações e estão inseridas no entorno do mangue do Itacorubi e ao longo da planície do rio Córrego Grande e do rio Itacorubi (Figura 4.14).

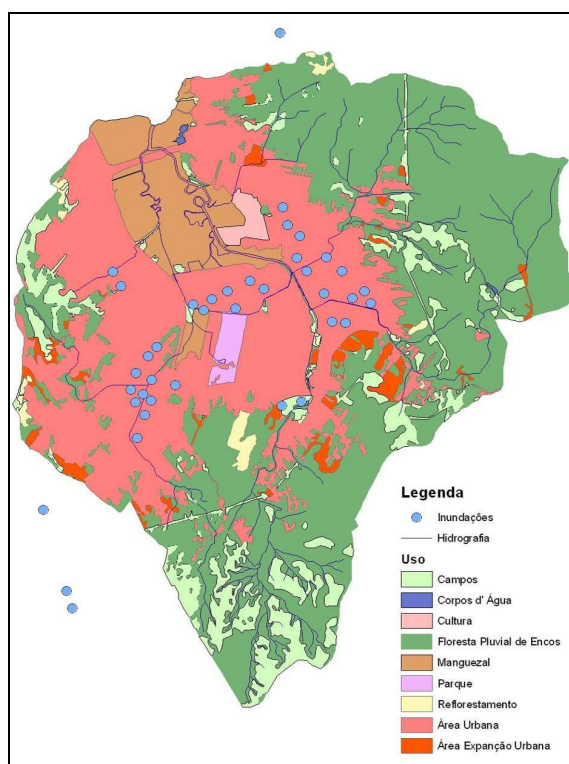


Figura 4.14 - Sobreposição das camadas de informação: pontos de inundaçã e uso do solo, na BHI.

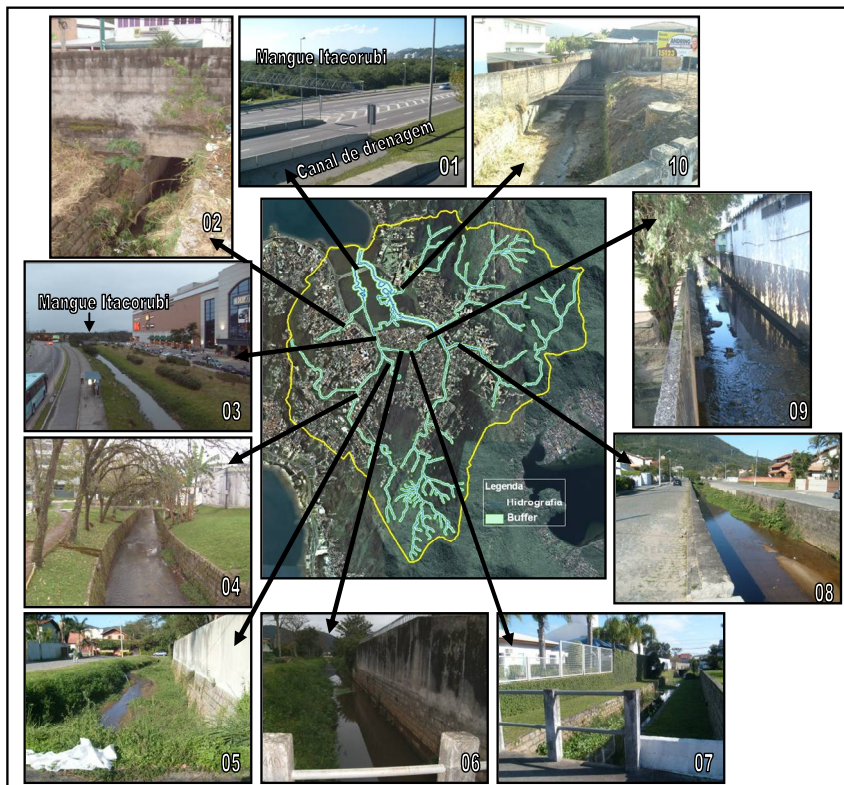
22 Para elaborar o Mapa de Ocupaçã em APP, Filho (2008) realizou um buffer de 30 metros (de acordo com o Código Florestal - Lei 4.771/65 de 15 de setembro 1965) dos cursos d'água que compõem a rede hidrográfrica da BHI e cruzou essa informação com o Mapa de Urbanizaçã, também elaborado por esse autor, que possui informações sobre o tipo de ocupaçã e a sua intensidade.

Essas regiões possuem características que contribuem para as inundações, pois apresentam terras baixas com fraco gradiente topográfico representadas, principalmente, por Terraço Marinho e Planície de Maré. Além disso, é intensamente ocupada por atividades residenciais e comerciais que tradicionalmente são precedidas por intensa atividade de retirada da cobertura vegetal e da impermeabilização de grandes áreas. Grande parte da área urbana da BHI possui pavimento impermeável, restando poucas com pavimento permeáveis que pode ser, por exemplo, de bloco vazado, grama, seixos ou outro material que permita a infiltração natural.

Analisando a ocupação em APP, verifica-se que as áreas que apresentam esse tipo de ocupação estão inseridas nas regiões com maior ocorrência de inundações (Figura 4.15), conforme o histórico de desastres na BHI. A Figura 4.16 ilustra alguns exemplos de ocupação em APP, como construções residências, comerciais e vias de acesso.



Figura 4.15 - Sobreposições das camadas de informação: APP's e pontos de inundação na BHI.



Legenda: 01 – Av. da Saudade (Itacorubi), 02 – Rua Lauro Linhares (Trindade), 03 - Profº Henrique da Silva Fontes (J. Santa Mônica), 04 – Campus UFSC, próx. da Reitoria (Trindade), 05 – Rua Joe Collaço (Córrego Grande), 06 – Rua Byron Barcellos (J. Santa Mônica), 07 – Rua Eurico Hosterno (J. Santa Mônica), 08 – Ponte sobre o cruzamento entre a Av. Itamaraty e Av. Buriti (Parque São Jorge), 09 – Rua Eduardo G. D’Avila (Itacorubi), 10 – Rod. Ademar Gonzaga (Itacorubi).

Figura 4.16 - Ocupação urbana em APP (Área de Preservação Permanente) e exemplos de cursos d’água canalizados e em condutos fechados na BHI.

Para Tucci (2007), as áreas ribeirinhas estão mais sujeitas a inundação em virtude dos rios nos períodos chuvosos saírem do seu leito menor e ocuparem o leito maior, dentro de um processo natural. Esse processo ocorre de maneira irregular ao longo do tempo e a população acaba ocupando o leito maior, ficando sujeita ao impacto das inundações. Além de sofrer com esse processo, vários bairros da BHI também estão sujeitos a maré alta principalmente aqueles que circundam o mangue do Itacorubi. Cristo (2002) cita outros fatores que contribuem

com as inundações nessa bacia e que estão relacionados com a urbanização, tais como: impermeabilização do solo, modificação dos cursos d'água naturais, desmatamento, tanto nas áreas de planície como nas áreas de encostas, que impede a interceptação da precipitação e com isso favorece a velocidade de escoamento e os processos erosivos, que transportam sedimentos para os cursos d'água e causam o assoreamento de seus leitos.

Além da ocupação de áreas de inundações ribeirinhas, a expansão urbana desordenada contribuiu para a canalização dos rios em condutos fechados (Figura 4.16), os quais desapareceram debaixo das avenidas de fundo de vale, podendo produzir inundações em diferentes locais da drenagem na BHI.

Ao comentar sobre a influência da urbanização na ocorrência de inundações, Tucci (2007) enfatiza o problema das obstruções ao escoamento, como aterros, pontes, drenagens inadequadas, obstruções ao escoamento junto a condutos e assoreamento que geralmente provocam inundações locais em bacias hidrográficas pequenas como é o caso da BHI.

4.3.2.2 *Deslizamentos*

A estabilidade de uma encosta, em seu estado natural, é condicionada concomitantemente por três fatores principais: por suas características geométricas, por suas características geológicas (tipos de solos e rochas que a compõem) e pelo ambiente fisiográfico em que se insere (abrangendo clima, cobertura vegetal, drenagens naturais, etc.). A alteração natural ou artificial destas condicionantes pode facilmente implicar a alteração da condição de estabilidade. Com relação às alterações artificiais, ou seja, aquelas resultantes da ação do homem sobre as encostas, dentre as ações, as impostas pela ocupação urbana alteram as características originais dos terrenos, podendo potencializar deslizamentos. Farah (2003) destaca as principais ações que se traduzem em alterações das encostas naturais, sendo elas:

- a. Retirada de vegetação, com alteração do ambiente fisiográfico;
- b. Movimentações de terra, com alteração das características geométricas da encosta, podendo envolver ainda:
 - I. exposição de solos originalmente situados em camadas mais profundas, mais suscetíveis frente a algum ou alguns dos processos de instabilização como: os denominados transportes de massa (erosões e processos correlatos), e os

- movimentos gravitacionais de massa (rastejos, escorregamentos, quedas, tombamentos, rolamentos de matacões e corridas de massa);
- II. aterros com solos diferentes do original ou com condições de compactação e proteção diferentes da original²³;
 - III. alteração do regime natural de escoamento e infiltração de águas pluviais, modificando, mais uma vez, o ambiente fisiográfico, abrangendo, quase sempre fluxos e lançamentos concentrados de água;
 - IV. introdução de novas fontes de águas superficiais e sub-superficiais associadas a redes de água e de esgotos com vazamentos e a fossas negras e sépticas;
 - V. deposição de materiais estranhos ao terreno natural (principalmente lixo e/ou entulho), caracterizando sobrecargas, principalmente quando encharcados, e com comportamento geotécnico que pode afetar o do terreno original.

Analisando os fatores antrópicos que contribuem para a ocorrência de deslizamentos na BHI, verificou-se que os mais relevantes estão vinculados a ocupação de áreas inadequadas. As áreas mais vulneráveis estão localizadas em regiões topograficamente mais altas e correspondem, de acordo com a sobreposição de camadas de informação pontos de deslizamentos e uso do solo, aos seguintes usos: área urbana e de floresta pluvial de encosta (Figura 4.17).

De acordo com a Lei de Parcelamento do Solo (Lei nº 6.766, de dezembro de 1979, Art. 3º) não é permitido o parcelamento do solo em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (16º40'). Desta forma, realizou-se a sobreposição das camadas de informação localização dos pontos de deslizamento e ocupação acima de 16º. Verificou-se que esses pontos estão situados ou bastante próximos às áreas de ocupação irregular acima de 16 ° de inclinação (Figura 4.18).

Cristo (2002) aborda alguns fatores que podem estar contribuindo para a ocorrência de deslizamento na BHI, como a combinação de altas declividades, encostas retilíneas e escarpadas como os principais fatores naturais. Além disso, também são citados fatores antrópicos como os desmatamentos e as ocupações de encostas que favorecem a instabilização do terreno. Para o autor, as ocupações de encostas, mesmo

²³ A exposição de solos originalmente mais profundos ou a importação de solos para aterros acabam, na prática, alterando as características originais da encosta.

que estejam localizadas na média encosta, devem ser evitadas para o uso residencial, pois são locais que apresentam alta susceptibilidade a deslizamentos, principalmente por estarem inseridas no modelado de dissecação em montanhas com altas declividades, onde o relevo dificulta as instalações urbanas exigindo grandes alterações do ambiente local.

Marino (2008) comenta que a ocorrência de deslizamento nas proximidades da rede viária acontece em função de descalçamentos de taludes e desvio do escoamento das águas, o que provoca infiltrações localizadas que são indutoras de intemperização acentuada, podendo conduzir a tensões internas que levam à ruptura da geometria da encosta, ou seja, formação de cicatrizes de desmoronamentos e deslizamentos.

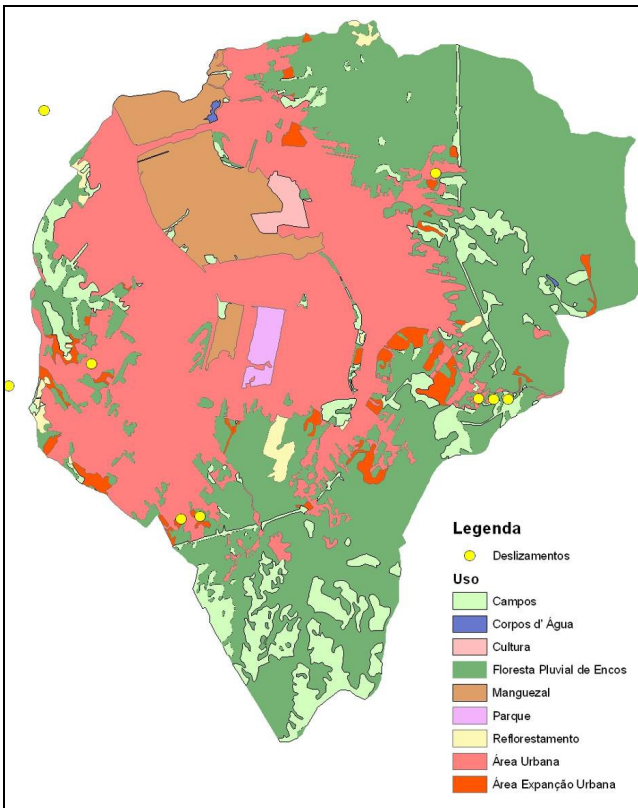


Figura 4.17 - Sobreposição das camadas de informação: pontos de deslizamento e uso do solo, na BHI.

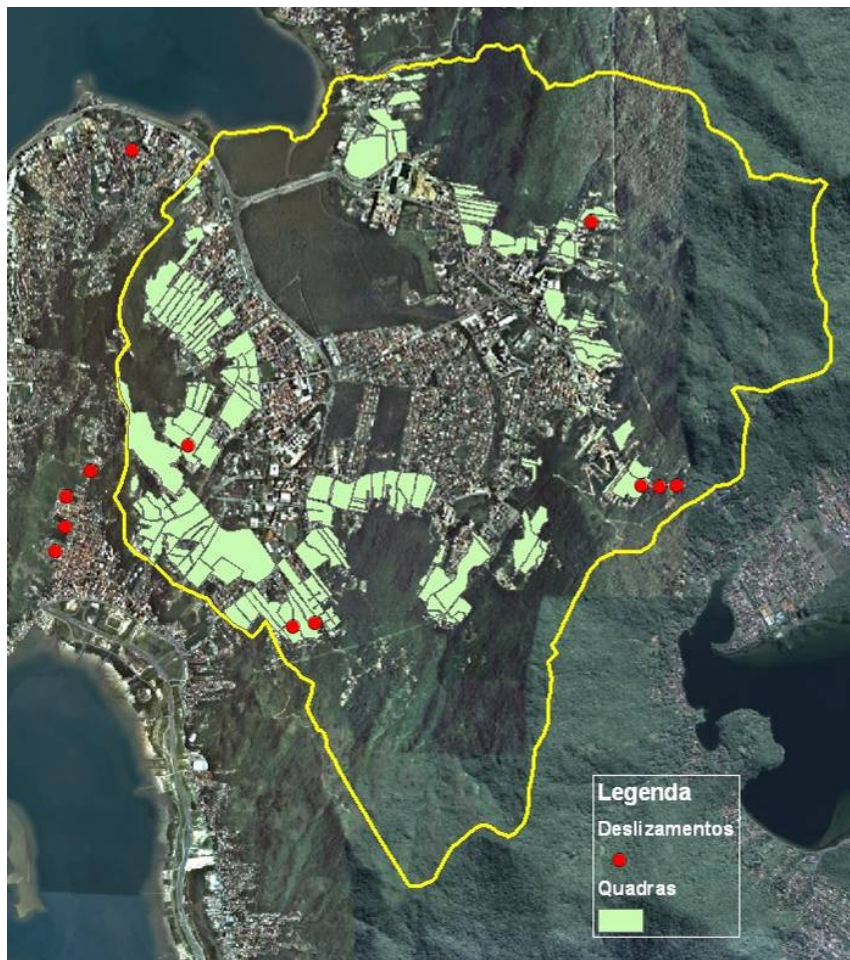


Figura 4.18 - Sobreposição das camadas de informação: pontos de deslizamentos com as ocupações acima de 16° de inclinação.

4.4 VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL NA BHI

Através da sobreposições de camadas de informação vulnerabilidade social (mapa de vulnerabilidade social) e de desastres, onde se observa as áreas vulneráveis a inundação e deslizamentos, é possível identificar as áreas onde coexistem esses dois tipos de vulnerabilidade (mapa de vulnerabilidade socioambiental) (Figura 4.19).

A partir desse mapa podemos observar que:

- a. As áreas de alta vulnerabilidade social não coincidem com as áreas mais vulneráveis a inundações que estão situadas em áreas de média e baixa vulnerabilidade social. Em áreas de baixa vulnerabilidade social situa-se um dos bairros mais afetados por inundações, o Jardim Santa Mônica que é onde esta situada a população com melhor situação econômica. Em áreas de média vulnerabilidade, como as terras baixas dos bairros Córrego Grande e Itacorubi, que também são bastante afetados pelas inundações, é ocupado por uma população que possui um bom poder aquisitivo.
- b. Já na maioria das áreas sujeitas a deslizamentos ocorre a coexistência da alta vulnerabilidade social e ambiental. Isso pode ser observado nas encostas da BHI, onde as populações em situação de vulnerabilidade social, como por exemplo, o Morro do Quilombo e as proximidades da Serrinha e do Morro do Pantanal, convivem com a possibilidade de deslizamentos, principalmente, em períodos longos de chuva;

Desta forma, pode-se dizer que a relação entre a localização espacial dos grupos que apresentam desvantagens econômicas e sociais, ou seja, populações socialmente vulneráveis residentes na BHI, se localizam com maior frequência, em áreas ambientalmente vulneráveis a deslizamento. Essa tendência não acontece com as áreas vulneráveis a inundações, pois nessas áreas estão localizadas as populações com menor grau de vulnerabilidade social. Assim, os resultados desse estudo se diferem daqueles obtidos por Deschamps (2004) na região metropolitana de Curitiba, onde as áreas de maior incidência de inundações são de altíssima e de alta vulnerabilidade social. Isso também é verificado na pesquisa realizada por Alves (2006) na metrópole paulista, pois mostram que as áreas com alta vulnerabilidade ambiental apresentam condições socioeconômicas significativamente piores.

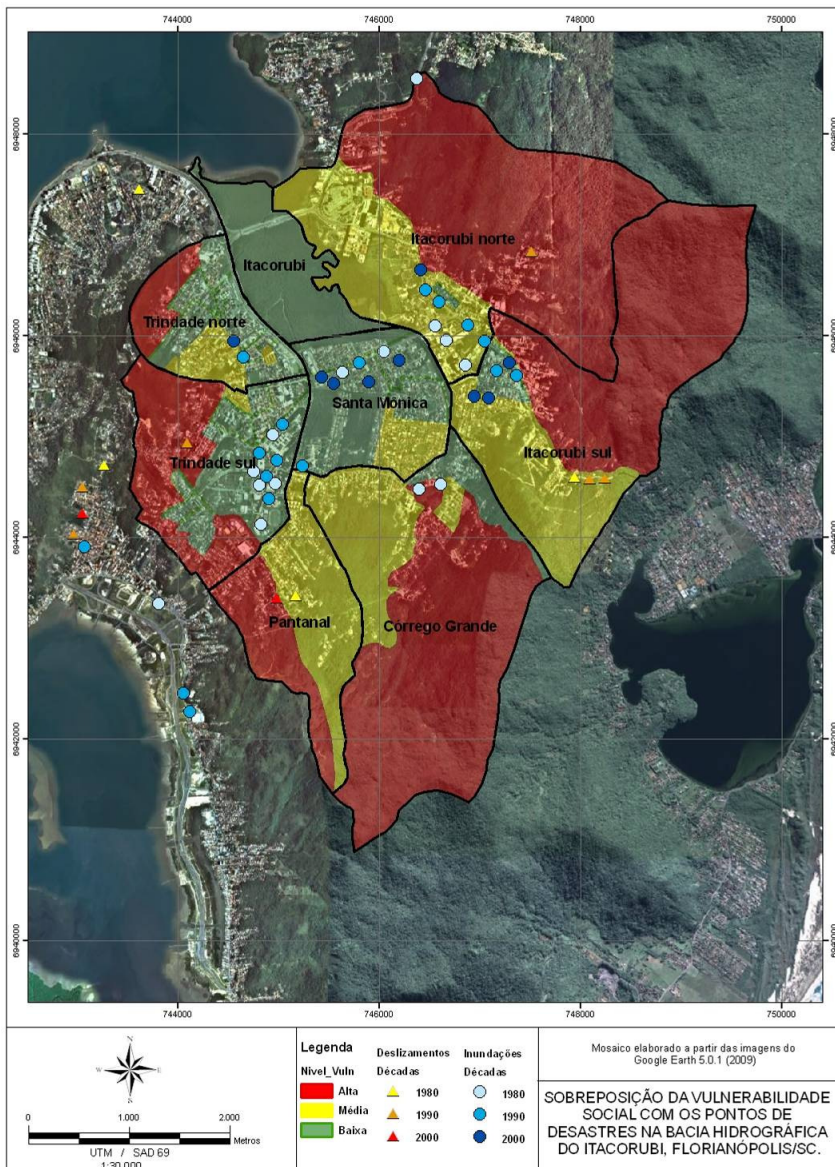


Figura 4.19 - Mapa da sobreposição das camadas de informação vulnerabilidade social e pontos de desastres (inundação e deslizamentos) na Bacia Hidrográfica do Itacorubi, Florianópolis/SC.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A metodologia adotada por esse estudo buscou obter a espacialização da vulnerabilidade social através da construção de indicadores, na escala mais desagregada possível (setores censitário), e do emprego de métodos estatísticos e de técnicas de geoprocessamento. Assim, foi possível diferenciar o território em classes de vulnerabilidade sociais e correlacionar essa informação com os dados históricos de desastres na BHI através da elaboração de um mapa de desastres.

Analisando os resultados obtidos por meio da aplicação dessa metodologia, verificou-se que a tendência de determinados grupos com nítida desvantagem social em relação aos demais (ou seja, em piores situações econômicas, habitacionais, educacionais e com determinadas características demográficas) residirem, mais frequentemente, em locais sujeitos à desastres não foi confirmada para as áreas com maior ocorrência de inundações, mas se aplicaram naquelas onde os deslizamentos foram mais frequentes. Isso não significa que os estudos realizados por Deschamps (2004) e por Alves (2006) não sejam confiáveis, mas é importante salientar que essa tendência tem se apresentado em várias aglomerações urbanas e podem ser decorrentes da concentração de problemas sociais e ambientais. Uma das suas principais causas esta ligada ao fato de que as áreas de risco, muitas vezes, são as únicas acessíveis à população de baixa renda, por serem menos valorizadas no mercado imobiliário em função das características de risco e da falta de infra-estrutura urbana. Outro fator relevante, é que essas áreas são consideradas impróprias pelas legislações urbanística e ambiental voltadas para a ocupação urbana, principalmente por oferecer risco a desastres. Cabe dizer que, normalmente, são áreas classificadas como Área de Proteção Permanente (APP), pela legislação ambiental brasileira.

No caso da BHI, as suas características físicas restringiram uma parcela considerável de áreas, tornando-as impróprias para a expansão urbana. Mesmo assim, a ocupação urbana vem se intensificando nas áreas planas, aquelas com as menores cotas altimétricas e que estão situadas nas proximidades do Mangue de Itacorubi e ao longo dos cursos d'água, sendo ocupadas, principalmente, por loteamentos, construções e habitações residenciais e comerciais. Aliada à falta de planejamento e fiscalização, essa intensificação foi motivada pela implantação de importantes instituições e empresas (UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, UDESC - Universidade do

Estado de Santa Catarina, Eletrosul, Brasil Telecom, CELESC, EPAGRI, CIASC, Secretaria Municipal da saúde, CIDASC, FIESC, entre outras) e pela crescente especulação imobiliária que se iniciou na década de 1970, aliada a um plano diretor urbano que vem permitindo essa ocupação. Esses fatores impulsionam a elevação do número de habitantes e de pessoas que circulam diariamente na BHI, fazendo com que essas áreas fossem ocupadas pela população de melhor situação socioeconômica, principalmente nas áreas planas, por ser considerada uma zona urbana estratégica e local de passagem entre o centro urbano e as zonas norte e leste da Ilha.

Nas áreas planas da BHI, a identificação da vulnerabilidade ambiental se mostrou mais relevante em relação a social, isso não significa que a questão social deva ser ignorada, mas, nesse caso, verificou-se que o planejamento urbano foi deficiente na definição dos padrões de desenvolvimento em face dos limites impostos pelos aspectos ambientais que deveriam ser traduzidos através das leis ambientais, de uso e ocupação urbana e pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano.

Já nas áreas sujeitas aos deslizamentos, verificou-se a sobreposição de vulnerabilidade social e ambiental. A intensificação de desastres em áreas com problemas sociais representa um desafio para as políticas públicas, que, na maioria das vezes, são direcionadas segundo áreas de intervenção setorial. Assim, a identificação dessa sobreposição fornece subsídios para a priorização de áreas críticas, tornando-as alvo de estratégias focadas na prevenção de desastres, que por sua vez, contribui na redução das suas conseqüências, como perda de vidas, prejuízos econômicos e sociais. Dessa forma, lidar com a vulnerabilidade socioambiental inclui a formulação e implantação de políticas de habitação, saneamento e meio ambiente de maneira integrada.

Com relação ao tratamento estatístico escolhido (*Análise fatorial por Componentes Principais -ACP e Análise de Agrupamento - AA*), esse se mostrou útil, porém a confiabilidade de seus resultados está diretamente relacionada com a qualidade dos dados utilizados para gerar os indicadores. Isso foi evidenciado durante a realização dessa pesquisa, pois se percebeu que alguns setores censitários agrupam populações de diversos grupos sociais, isso fez com que o setor, onde ocorre essa diversidade, recebesse uma classificação que homogeneiza essa população, dificultando identificar somente as sub-áreas com grupos populacionais muito pobres. Esse fato foi observado nas ocupações situadas nas encostas, onde a população localizada no pé dessa encosta

apresentou situação socioeconômica significativamente melhor que aquela localizada na parte mais elevada. Por isso, a extensão das áreas classificadas de alta vulnerabilidade é, na realidade, menor que aquela apresentada pelo Mapa de Vulnerabilidade Social.

Já nos setores censitários onde não ocorre uma grande diversidade interna no aspecto socioeconômico, a classificação se mostrou mais coerente através da verificação *in loco*. Um exemplo disso ocorreu na região onde estão localizados os bairros Jardim Santa Mônica e Córrego Grande que possuem setores censitários com dados sociais e econômicos semelhantes e por isso não se observou disparidades sociais dentro do mesmo setor. Apesar dos dados provenientes do levantamento censitário ser de fácil acesso, a divisão territorial realizada pelo IBGE (setores censitários) é a causa dessa desvantagem. Isso poderia ser mitigado através da adoção de melhores critérios na delimitação das áreas, dessa maneira não seria possível utilizar os setores censitários como unidades de análise, tornando a aplicação desse método mais demorado e trabalhoso, porém com resultados mais coerentes.

Apesar das limitações empíricas decorrentes da utilização de setores censitários como unidade de análise, essa metodologia possui como vantagens: a fácil assimilação e a possibilidade de ser empregada em qualquer outra região com características de aglomerações urbanas e em áreas vulneráveis a outros riscos, além da inundação e de deslizamento, podendo inclusive haver a sobreposição de riscos. Dessa forma, considera-se uma metodologia que possibilita a identificação espacial da população com maior grau de vulnerabilidade social, ou seja, das áreas prioritárias. Isso torna essa ferramenta importante na mitigação dessa vulnerabilidade, podendo auxiliar os administradores e tomadores de decisão, principalmente, na fase inicial do planejamento das ações voltadas para essa mitigação.

Quanto aos resultados decorrentes do levantamento histórico de desastres, esses mostraram que as inundações, na maioria das vezes, ocorreram nos mesmos locais ao longo do período analisado, tais como: Av. Madre Benvenuta (Jardim Santa Mônica), Campus da UFSC onde se localizam a Reitoria e os laboratórios da Engenharia Mecânica e ao longo da Rodovia Admar Gonzaga no bairro Itacorubi. Esse levantamento também revelou que as maiores inundações ocorreram normalmente no verão, principalmente, nos meses de dezembro a março e que são provocadas por chuvas intensas e rápidas. Apesar de apresentar alta frequência, as principais consequências dessas inundações e dos alagamentos são os transtornos no tráfego de veículos e os prejuízos econômicos, além da insegurança e incerteza causada na

população residente.

Já os deslizamentos ocorrem com menor frequência, quando comparado com as inundações, e normalmente nos morros urbanizados, principalmente no Pantanal e no Saco Grande. Estão associados a episódios pluviométricos, mas não parecem estar vinculados a estação do verão como ocorre com as inundações. Verifica-se também que são comuns ao longo de rodovias e estradas, principalmente, da Rodovia SC-404.

Por fim, sugere-se como recomendação para novas pesquisas com esse enfoque e para a utilização desse método pelos gestores e tomadores de decisão, que, além da análise das ações antrópicas que alteram o sistema natural e contribuem com a elevação da vulnerabilidade ambiental, sejam também levados em consideração aspectos físicos que auxiliam na identificação de áreas com maior vulnerabilidade ambiental a desastres, como: aspectos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, declividade e aspectos fisiográficos em que a área de estudo se insere, abrangendo clima, cobertura vegetal, drenagens naturais, etc.

REFERENCIAS

ASIA DISASTERS REDUCTION CENTER – ADRC. Natural Disasters Data Book, 2006 (Chapter 2: Natural Disasters and Sustainable Development). 26p. Disponível em: www.adrc.asia. Acessado em: Abril de 2009.

ALCÁNTARA-AYALA, I. Geomorphology, natural hazard, vulnerability and prevention of natural disasters developing countries. Geomorphology, v. 47, p.107-124, 2002.

ALVES JÚNIOR, Joi Cletison . ATLAS DIGITAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ITACORUBI - VERSÃO DEMO. 2001.

ALVES, Humberto Prates da Fonseca. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. Revista. bras. Est. Pop., São Paulo, v. 23, n. 1, p. 43-59, jan./jun. 2006.

ALVES, H.P.F; TORRES, H. Pobreza e Risco Ambiental em São Paulo: uma análise de famílias e domicílios em situação de vulnerabilidade sócio-ambiental. Versão Preliminar apresentada no Workshop População e Meio Ambiente: Metodologias de Abordagem. Nepo/Unicamp; Campinas, São Paulo, 10/11/2005. Disponível em: www.nepo.unicamp.br/.

ALVES, Josélia da Silva. Vulnerabilidade socioambiental no Estado do Acre: riscos sociais e ambientais na Micro-Bracia Hidrográfica do Igarapé Fundo. V Encontro Nacional do Anppas, 2010. Disponível em: www.anppas.org.br. Acessado em: 24 de novembro de 2010.

ARBOLEDA, Omar Darío Cardona. Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos. 2001. 301f. Tese de Doutorado – Escola Técnica Superior D'Enginyers de Camins, Canal I Ports, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.

AZEVEDO, J. A. Vulnerabilidade socioambiental de espaços socialmente marginalizados em áreas urbanas: caso da Vila dos Teimosos em Campina Grande-PB. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de

Campina Grande). Campina Grande, 2007. 109p

BRASIL, Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. *Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios*. CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S; OGURA, A. T. (orgs.), Brasília, 2007.

BLAIKIE, Pires *et al.* Vulnerabilidad: El entorno social, político y económico de los desastres. LA RED (La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina), 1996. Disponível em: www.desenredando.org. Acessado em: 29 de julho de 2008.

BARBETTA, Pedro Alberto. Estatística aplicada às Ciências Sociais. 6ª Ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2006. 315p.

BEVILACQUA, Viviane. Geografia da cidade é um complicador em dia de chuva. Diário Catarinense, Florianópolis, 22 mar. 2001. Geral, p. 30.

BERTOLINI, Jeferson. Falta de drenagem agrava problemas. Diário Catarinense, Florianópolis, 01 fev. 2008. Reportagem Especial, p. 06.

CAMPOS, Edson Telê. A expansão imobiliária e seus impactos ambientais em Florianópolis. Florianópolis: Insular, 2004. 232p.

CARDONA, Omar D. The need for rethinking the concepts of vulnerability and risk from a holistic perspective: A necessary review and criticism for effective risk management, 2003. Disponível em: www.desenrendando.org. Acessado em: maio de 2009.

CARDONA, Omar D. Indicadores de riesgo de desastre y gestión de riesgos: Programa para América Latina y el Caribe; informe resumido. BID: Washington, 2007. 54p.

CARDONA, Omar D. Indicators for Disaster Risk and Risk Management. Program for Latin America and the Caribbean: Summary Report, 2005. Manizales, Colombia: Instituto de Estudios Ambientales, Universidad Nacional de Colombia. January 2007. <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=465922>.

CARDONA, Omar D./IDEA-Instituto de Estudos Ambientais. Sistemas de Indicadores para La Gestión Del Riesgo de Desastre: Programa para América Latina y el Caribe: Informe técnico principal. Manizales

(Colombia): IDEA, 2005. 231p.

CARVALHO, E. Exclusão social e crescimento das cidades médias brasileiras. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2003, vol. VII, núm. 146(128). <[http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146\(128\).htm](http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146(128).htm)> [ISSN: 1138-9788].

CARVALHO, C. S.; GALVÃO, T. Ação de apoio à Prevenção e Erradicação de Riscos em Assentamentos Precários. P:11-17. In: BRASIL, Ministério das Cidades/Cities Alliance. Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: guia para Elaboração de Políticas Municipais. CARVALHO, C. S.; GALVÃO, T. (Orgs). Brasília, 2006.

CARUSO JR. F. Mapa da Ilha de Santa Catarina. Notas técnicas. Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, Inst. Geociências, UFRGS. Porto Alegre, 1993, 28p.

CASTRO, SUSANA D. ANEAS DE (2000) – “Riesgos y peligros: Una vision desde la geografía”, *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Universidad de Barcelona, n.º 60.

CASTRO, A. L. C. Manual de Desastres Mistos (Volume III). Brasília: Departamento de Minimização de Desastres - SEDEC/MI, 2002. 68 p.

CASTRO, A. L. C. Manual de Desastres Naturais (Volume I). Brasília: Departamento de Minimização de Desastres - SEDEC/MI, 2003. 174 p.

CASTRO, A. L. C. Manual de Desastres Humanos de Natureza Tecnológica (Parte I). Brasília: Departamento de Minimização de Desastres - SEDEC/MI, 2004. 453p.

CEPREDENAC-PNUD. La Gestión Local del Riesgo: nociones y precisiones em torno ao concepto y la práctica. Guatemala, 2003. Disponível em: www.desenredando.org. Acessado em: Julho de 2008.

CRISTO, Sandro Sidnei Vargas de. Análise de susceptibilidade a riscos naturais relacionados às enchentes e deslizamentos do setor leste da bacia hidrográfica do rio Itacorubi, Florianópolis - SC. Dissertação de Mestrado (Departamento de Geociências), Florianópolis-SC, 2002. 211p.

COITINHO, J. B. L E FREIRE, F. A. Mapeamento temático do município de Florianópolis, Geologia. Síntese Temática. Florianópolis, 1991, p. 13.

CROSS, John A. Megacities and small towns: different perspectives on hazard vulnerability. *Revista Environmental Hazards*, nº3 (2001) pág 63–80.

COLLARES, Daniel *et al.* A Bacia do Itacorubi. Florianópolis: 2004. Disponível em: www.arq.ufsc.br/urbanismoV/2004-1/final.pdf. Acessado em: 20 de novembro de 2008.

CUNHA, José Marcos Pinto *et al.* A vulnerabilidade social no contexto metropolitano: o caso de Campinas. XIV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP, realizado em Caxambú-MG – Brasil, de 20- 24 de Setembro de 2004. Disponível em: <http://www.abep.org.br/>. Acessado em: abril de 2009.

DAGNINO, Ricardo de Sampaio e CARPI Jr., Salvador. Risco Ambiental: conceitos e aplicações. *Climatologia e Estudos de Paisagem*, V.2, n.2, p. 50, 2007. Acesso em: 12 jun. 2008. Disponível em: <http://cecemca.rc.unesp.br/ojs/index.php/climatologia/index>.

DESCHAMPS, Marley. Vulnerabilidade socioambiental na região metropolitana de Curitiba. Programa de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná – UFPR, 2004. 192p.

DESCHAMPS, Marley. Estudo sobre a vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba. In: *Cadernos Metrôpole/Observatório das metrópoles* – n. 19. São Paulo: EDUC, 2008. 340p.

Diário Catarinense, Florianópolis, 31 de setembro de 1981, ano 67, n.20.059, p. 08.

----, Florianópolis, 20 de dezembro de 1981a, ano 67, n.20.179, p. 20.

----, Florianópolis, 04 de fevereiro de 1982, ano 67, n. 20.215.

----, Florianópolis, 28 de fevereiro de 1985, n. 21.490, ano 71, pág. 9

----, Florianópolis, 16 de fevereiro de 1987. Ano II, n.412, p.7.

- , Florianópolis, 07 de jan. de 1989. Ano III, n. 981, p.7.
- , Florianópolis, 14 de set. de 1989a. Ano IV, n. 1234, p.10.
- , Florianópolis, 15 de set. de 1989b. Ano IV, n.1235, p.08.
- , Florianópolis, 13de fev. de 1990. Ano V, n. 1382, p.5)
- , Florianópolis, 15 de maio de 1991. Ano VI, n.1846, p.09.
- , Florianópolis, 15 de nov. de 1991a. Ano VI, n.2032, p.21.
- , Florianópolis, 16 de nov. de 1991b. Ano VI, n.2033, Diário Especial, p.1-10.
- , Florianópolis, 17 de nov. de 1991c. Ano VI, n.2034, p.26.
- , Florianópolis, 12 de maio de 1994. Ano IX, n. 2945, pág. 32.
- , Florianópolis, 13 de maio de 1994. Ano IX, n. 2946, pág. 26.
- , Florianópolis, 06 de fev. de 1995g. Ano IX, n.3217, pág. 26.
- , Florianópolis, 30 de dezembro de 1995f. Ano X, n.3545, Diário Especial, pág. 02.
- , Florianópolis, 29 de dez. de 1995e. Ano X, n. 3544, Diário Especial, pág. 02, 06 e 07.
- Diário Catarinense, Florianópolis, 28 de dez. de 1995d. Ano X, n. 3543, Diário Especial, pág. 02.
- , Florianópolis, 27 de dez. de 1995c. Ano X, n. 3542, pág. 08 e 09.
- , Florianópolis, 26 de dez. de 1995b. Ano X, n. 3541, pág. 19 e 20.
- , Florianópolis, 24 de dez. de 1995a. Ano X, n. 3539, pág. 02 e 11.
- , Florianópolis, 07 de mar. de 1996. Ano X, n. 3614, pág. 34.
- , Florianópolis, 27 de jan. de 1997. Ano XI, n. 3941, Diário Especial, pág. 07.

- , Florianópolis, 28 de abr. de 1998. Ano XII, n. 4398, pág. 23.
- , Florianópolis, 29 de abr. de 1998a. Ano XII, n. 4399, Geral, pág. 22.
- , Florianópolis, 02 de fev. de 2000. Ano XIV, n. 5044, pág. 04, 05 e 08.
- , Florianópolis, 06 de fev. de 2001. Ano XVI, n. 5411, pág. 03.
- , Florianópolis, 20 de abr. de 2002. Ano XVI, n. 5850, pág. 20.
- , Florianópolis, 29 de jan. de 2004. Ano XVIII, n. 6498, pág. 06.
- , Florianópolis, 08 de dez. de 2004. Ano XIX, n. 6812, pág. 23.
- , Florianópolis, 01 de fev. de 2008. Ano XX, n. 7955, pág. 04.

DWYER, A., Zoppou, C., Nielsen, O., Day, S., Roberts, S., 2004. Quantifying Social Vulnerability: A methodology for identifying those at risk to natural hazards. *Geoscience Australia Record* 2004/14.

EM-DAT – Emergency Events Database. The OFDA/CRED International Disaster Database. Disponível em: <http://www.em-dat.net>. Acesso em: Setembro de 2007.

FERNANDES, Adriana. Projeto de Lei do Defeso deve sair do papel ainda este ano. *Jornal Bacia do Itacorubi*, Florianópolis, março 2008, 3ª Edição, p.2.

FERREIRA, Joana d'ÁRC. Vulnerabilidade sócio-ambiental de espaços socialmente marginalizados em áreas urbanas: caso da Vila dos Teimosos em Campina Grande – PB. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande: 2007. 109p.

FILHO, Daniel Regis. Mapas temáticos interativos da Bacia Hidrográfica do rio Itacorubi Florianópolis – SC. Trabalho de Conclusão de Curso de Geografia (Departamento de Geografia – DEG). UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2008. 123p.

GUEDES, R.V. S. Análise em componentes principais da precipitação

pluvial no Estado do Piauí e agrupamento pelo método de Ward. Revista de Geografia. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. 27, n. 1, jan/mar. 2010.

GTZ - Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. Disaster Risk Management: Working Concept. Eschborn: O.K.KOPIE GmbH, April 2002. 48p.

HAQUE, C. Emdad e ETKIN, David. People and community as constituent parts of hazards: the significance of societal dimensions in hazards analysis. Nat Hazards (2007) 41:271–282.

[HELMHOLTZ CENTRE FOR ENVIRONMENTAL RESEARCH - UFZ](#). Risk Habitat Megacity: Research Plan I January 2007. Disponível em: <http://www.risk-habitat-megacity.ufz.de/>. Acessado em: 10 de abril de 2009.

HOGAN, Daniel Joseph; MARANDOLA, Eduardo Jr. Towards an Interdisciplinary Conceptualisation of Vulnerability. Population, Space And Place, 11, 455–471, 2005. Disponível em: www.interscience.wiley.com. Acessado em: abril de 2009.

HOGAN, Daniel Joseph e MARANDOLA, Eduardo Jr. Vulnerabilidades e riscos: entre geografia e demografia. Revista Bras. Est. Pop., São Paulo, v. 22, n. 1, p. 29-53, jan./jun. 2005.

ICSU-International Council For Science/ Regional Office for Latin America and the Caribbean. Understanding and Managing Risk Associated with Natural Hazards: An Integrated Scientific Approach in Latin America and the Caribbean, 2009. Disponível em: www.icsu-lac.org. Acessado em maio de 2009.

ISDR (International Strategy for Disaster Reduction). Living with Risk: A global review of disaster reduction initiatives. Geneva: United Nations, 2002. 387p.

ISDR (International Strategy for Disaster Reduction). Vision of Risk: A Review of International Indicators of Disaster Risk and its Management. December 2004. King's College, University of London. Disponível em: <http://www.undp.org/cpr/disedred/documents/publications/visionsofrisk.pdf>. Acessado em: 10 de agosto de 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Perfil dos Municípios: Meio Ambiente 2002. Rio de Janeiro:

IBGE: 2005. 382p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Pesquisa de Informações Básicas Municipais: Perfil dos Municípios Brasileiros 2008. Rio de Janeiro: IBGE: 2008. 2444p.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL PROGRAMA LUZ FRATERNA / INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - IPARDES. – Curitiba : IPARDES, 2007. 159p.

IPUF – Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis. Audiência Pública do sub-núcleo da Bacia do Itacorubi, integrante do Distrito Sede, para a consolidação das leituras comunitárias e definição de diretrizes para a elaboração do Plano Diretor Participativo. Florianópolis: IPUF, 2008. Disponível em: <http://www.arq.ufsc.br/baciadoitacorubi/>. Acesso em: março de 2009.

JOHNSON, Richard Arnold; WICHERN, Dean W. Applied multivariate statistical analysis. 4th ed Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1998. 816p. ISBN 0-13-834194-X

KACHIGAN, Sam Kash. Multivariate Statistical Analysis: A Conceptual Introduction. Radius Press: New York, 1982. 297p.

KRAAS, Frauke. Megacities and global change: key priorities. *Geographical Journal*, [Volume 173, Issue 1](#) (p 79-82), 2007.

KÖTTER, Theo. Risks and Opportunities of Urbanisation and Megacities. FIG Working Week 2004. Athens, Greece, May 22-27, 2004. Disponível em: <http://www.geographie.uni-koeln.de/megacities-spp/>

KOBIYAMA, Masato *et al.* Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos. Florianópolis: Ed. Organic Trading , 2006. 109p.

KUHNEN, Ana P.; LOPES, Marize A.e BENEDETTI, Tânia R. B. Recursos Econômicos e Atividades Físicas de Idosos de Florianópolis (SC). *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*. Florianópolis, vol. 11, n.3, p. 32 – 40, 2006.

LABDREN. Pesquisas realizadas pelo LABDREN (Laboratório de Drenagem) /ENS/CTC/UFSC, desde 1996 a 2002, na área de hidrologia urbana. CD-ROM. V.5 Florianópolis, SC, 2002.

LAVELL, A. Degradación ambiental, riesgo y desastres urbanos. Problemas y conceptos: hacia la definición de una agenda de investigación. In: Fernández, M. A. (Ed.) Ciudades em riesgo: degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres. Cap. 2, p. 12-42, 1996. Disponível em <http://www.desenredando.org/public/libros/1996/cer/CER_todo_ene-7-2003.pdf>. Acesso em 28 abr. 2005.

LAVELL, A. (1996). “Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano. Problemas y conceptos: hacia la definición de una agenda de investigación”, en Ma. A. Fernández (comp.). *Ciudades en riesgo*. LA RED-USAI. Lima.

LAVELL, Allan. (1996) "Degradación Ambiental, Riesgo y Desastre Urbano. Problemas y Conceptos: Hacia la Definición de Una Agenda de Investigación". En Fernández Maria Augusta. *Ciudades en Riesgo*. LA RED, USAID. Lima, Perú.

LA RED (Red de Estudios Sociales e Prevención de Desastres em América Latina). Secretariado Técnico de la Presidência. Plan de Capacitación em Gestión de Riesgos. Santo Domingo: Julho de 2001. Disponível em: <http://www.desenredando.org>. Acesso em: abril de 2002.

LIMA, Cezario de Oliveira Jr. Geração de base de dados digitais espaciais a partir dos mapas geológicos, pedológicos e geotécnico do município de Florianópolis, SC. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Departamento de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Santa Catarina, 1997. 90p.

LINNEROOTH-BAYER, Joanne *et al.* Disaster risk management: Proactive financing to reduce vulnerability (Editorial). *Environmental Hazards* 7 (2007) 1–6.

LUCENA, Rejane. Mobilização social para a redução de vulnerabilidades (Módulo 3). In: Curso de Capacitação em Gestão de Riscos Socioambientais. Brasília: Ministério das Cidades, 2008. 192p.

LUNGO, Mário. Gestión de riesgos nacional y local. In: Riesgos y desastres: su gestión municipal en Centroamérica. BID:Washington, 2007. 196p. Disponível em: www.iadb.org/pub. Acessado em: 16 de abril de 2009.

MANSILLA, Elizabeth (2000). Riesgo y Ciudad. Red de Estudios Sociales em Prevención de Desastres em América Latina. México. 181p. Disponível em: <http://www.desenredando.org>. Acesso em: 29 jul 2008.

MANSOR, Shattri *et al* . Spatial Technology for Risk Management. FIG Working Week 2004, Athens, Greece, May 22-27, 2004. Disponível em: <http://www.fig.net/pub/proceedings/procindex.htm> . Acesso em: 28 julh. 2008.

MARANDOLA, Eduardo Jr. Vulnerabilidades e riscos na Metr pole: a perspectiva da experiência. In: XI Encontro Nacional da associa o Nacional de Pós-Gradua o e Pesquisa em planejamento Urbano e Regional – ANPUR, 2005. Disponível em <http://www.xienanpur.ufba.br/353.pdf>. Acesado em: Setembro de 2009.

MARCELINO, Emerson V. Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos Básicos (Caderno Didático n  1). INPE/CRS: Santa Maria (RS), 2008. 38p.

MARCONI, Mariana de Andrade e LAKATOS, Eva Maria. Fundamentos de Metodologia Científica. 6  ed. São Paulo: Atlas 2009. 315p.

MARICATO, Erm nia. Dimensões da Tragédia Urbana, 2002. Disponível em: www.comciencia.br. Acessado em: outubro de 2008.

MARINO, Tiago B. Metodologia para tomada de decisão no âmbito de riscos sócio-ambientais de áreas urbanas: desmoraamentos e enchentes em assentamentos precários na Bacia do Córrego Cupuaçu de Baixo – SP. Disserta o de Mestrado (Engenharia de Transportes/USP), São Paulo-SP, 2008. 151p.

MONTE-M R, Roberto Luís M. A questão urbana e o planejamento urbano-regional no Brasil contemporâneo (projeto: Diretrizes para Formula o de Políticas de Desenvolvimento Regional e de Ordena o

do Território Brasileiro). CEDEPLAR-UFMG: Belo Horizonte, 2004. 20p.

O Estado, Florianópolis, 25 out. de 1980. Ano 66, n°19831. p. 20.

----, Florianópolis, 07 de jun. de 1981a. Ano 67, n. 20.014, pag. 06.

----, Florianópolis, 25 de mar. de 1982. Ano 67, n. 20.253.

----, Florianópolis, 07 de jan. de 1983, ano 68, n.20.489, pag. 7 e 8.

----, Florianópolis, 08 de jan. de 1983a, ano 68, n. 20.490, pag. 6.

----, Florianópolis, 28 de jul. de 1983b. Ano 69, n. 20.559, pag. 09.

OGLIARI, Paulo José e PACHECO, Juliano Anderson. Análise Estatística usando o STATISTICA® 6.0. Florianópolis: 2004. Disponível em: www.inf.ufsc.br/~ogliari. Acessado em: 17 de julho de 2009.

OLAVE, Dora Catalina Suárez. Sumario De Indicadores E Índices Relacionados Con La Evaluación De La Vulnerabilidad, La Amenaza Y El Riesgo por Eventos Naturales. Programa de información e indicadores de Gestión de Riesgos de desastres naturales (BID - CEPAL – IDEA). Manizales, Colombia. Agosto 2003. 50p. (www.idea.manizales.unal.edu.co).

OLIVEIRA, Marcelo Santos. Gestão Territorial Baseada na Vulnerabilidade da Ocupação do Solo como Ferramenta de Desenvolvimento Municipal. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2006. 133p.

ORTIGA, Mariana. Favelas do Morro ao Asfalto. Diário Catarinense, Florianópolis, 25 out. 2009. Geral, p. 36.

PREFEITURA MUNICIPAL e IPUF (Instituto de Planejamento Urbano). Atlas do Município de Florianópolis. Florianópolis: IPUF, 2004. 166p.

PONSERRE, Sylvain *et al.* Annual Disaster Statistical Review: The

Numbers and Trends 2007. Bélgica: CRED - Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, 2008. 64p.

PRIORITY PROGRAM "MEGACITIES-MEGACHALLENGE - INFORMAL DYNAMICS OF GLOBAL CHANGE. Disponível em: <http://www.geographie.uni-koeln.de/megacities-spp/>. Acessado em: setembro de 2009

PARK, Robert. La Ciudad: El Nuevo Escenario del Riesgo. In: Riesgo y Ciudad. Compiladora: Elizabeth Mansilla. Universidad Nacional Autonoma de Mexico, 2000. 181p.

PINTO, Juliana Ferreira; STEFFENS, Julianna Luiz e OLIVEIRA, Francisco Henrique. Análise Físico-Ambiental Urbana da Microbacia do Rio Itacorubi, Florianópolis – SC, visando o uso de Software SIG. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 3011-3018.

PHILIP, Damas e RAYHAN, Israt. Vulnerability and Poverty: What are the causes and how are they related? Interdisciplinary Course, International Doctoral Studies Program at ZEF, Bonn, 2004. 28p. Disponível em: www.zef.de. Acessado em maio de 2009.

POPULATION DIVISION OF THE DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS OF THE UNITED NATIONS SECRETARIAT, World Population Prospects: The 2006 Revision and World Urbanization Prospects: The 2007 Revision. Disponível em: <http://esa.un.org/unup>. Acessado em: Thursday, April 02, 2009; 3:04:13 PM.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS – PMF. Relatório/Consulta Nacional sobre a gestão do saneamento e do meio ambiente urbano: Consulta Local – Florianópolis/SC. Florianópolis, 1994, 130p.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). Plan Integral de Prevencion y Atencion de Desastres: Metodologia para La Identificacion y Evaluacion Preliminar de La Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo (Documento Preliminar). Disponível em: www.crid.or.cr. Acessado em: Setembro de 2008.

ROLNIK, Raquel. A construção de uma política fundiária e de

planejamento urbano para o país –avanços e desafios. In: Políticas Sociais - acompanhamento e análise nº 12, 2006 (Boletim de Políticas Sociais). Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/default.jsp>. Acesso em: 07 de maio de 2008.

SANDERSON, David. Cities, disasters and livelihoods. Environment & Urbanization, vol 12, nº2 (2000). Disponível em: <http://eau.sagepub.com>. Acessado em: September 23, 2008.

SANTOS, G. T. Integração de Informações Pedológicas, Geológicas e Geotécnicas Aplicadas ao Uso do Solo Urbano em Obras de Engenharia. 1997, 208p. Tese (Doutorado em Engenharia de Minas). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, UFRS, Porto Alegre, RS. 1997.

SANTOS, Milton. A Urbanização Brasileira.- 5. ed. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005. 174p.

SANTOS, Rozely Ferreira dos (org.). Vulnerabilidade Ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos? Brasília: MMA, 2007. 192p.

SEVERINO, Antônio Joaquim. Metodologia do Trabalho Científico. 23ª ed. Ver. Atualizada. São Paulo: Cortez, 2007. 303p.

SILVA, Marco Aurélio. Aterro de mangues preocupa biólogos. Diário Catarinense, Florianópolis, 03 fev. 2000. Geral, p. 31.

TORRES, H.; MARQUES, E.; FERREIRA, M.P.; BITAR, S. Pobreza e espaço: padrões de segregação em São Paulo. Revista do Instituto de Estudos Avançados, IEA-USP, v.17, n. 47, p. 97-128, jan./abr., 2003.

TONINI, Adriana Maria e SCHETTINO, Daniela Naufel. MATLAB para Engenharia. Belo Horizonte (Minas Gerais), 2002. 50p. Disponível em: http://www.ime.unicamp.br/~camecc/temporary_files/ApostilaMatLab_UNI.pdf. Acessado: 24 de junho de 2009.

TUCCI, Carlos M. Inundações urbanas. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007. 393p.

UNITED NATIONS - UN. Guidelines for Reducing Flood Losses.

United Nations, secretariat of the International Strategy for Disaster Reduction, Geneva, 2006. Disponível em www.unisdr.org. Acessado em: maio de 2009.

UNITED NATIONS-UN. Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies (Third Edition). United Nations: New York, 2007. 99p.

UNDP - United Nations Development Programme. A Global Repor: Reducing Disaster Risk a Challenge for Development. New York, 2004. Disponível em: www.undp.org/bcpr. Acessado em: Setembro de 2008.

VEYRET, Yvette. Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007. 319p.

VICINI, Lorena. Análise multivariada da teoria à prática / Lorena Vicini; orientador Adriano Mendonça Souza. – Santa Maria: UFSM, CCNE, 2005. 215 p.

WORLD BANK. Development Actions and the Rising Incidence of Disasters - Evaluation Brief 4. Washington: Independent Evaluation Group, June 2007, Disponível: <http://www.worldbank.org/ieg>. Acessado: maio de 2009.

YOUNG, Andrea Ferraz e FUSCO, Wilson. Espaços de Vulnerabilidade Sócio-ambiental para a População da Baixada Santista: identificação e análise das áreas críticas. XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, Caxambu, 18 a 22 de setembro de 2006 (<http://www.abep.org.br/>).

ANEXO I - INDICADORES DE VULNERABILIDADE SOCIAL

| Cod. setor censitário | I1 | I2 | I3 | I4 | I5 | I6 | I7 | I8 | I9 | I10 | I11 | I12 | I13 | I14 | I15 |
|-----------------------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 4205407050000093 | 0 | 2,37154 | 5,92885 | 34,3053 | 0,39526 | 18,1818 | 32,0158 | 9,88142 | 0,61162 | 1,97628 | 0 | 2,37154 | 16,4751 | 9,70626 | 0 |
| 4205407050000094 | 0,45045 | 12,3874 | 25,2252 | 38,0631 | 52,4914 | 1,57658 | 4,95495 | 27,027 | 52,4775 | 12,9784 | 7,20721 | 0,45045 | 8,33333 | 32,2817 | 2,47887 |
| 4205407050000095 | 0 | 2,45902 | 4,09836 | 6,55738 | 30,3571 | 0,04918 | 17,623 | 31,5574 | 9,01639 | 1,31195 | 2,04918 | 0,81967 | 1,63934 | 13,5074 | 8,96638 |
| 4205407050000096 | 0 | 1,80505 | 1,44404 | 3,2491 | 22,2535 | 1,72022 | 12,2744 | 32,13 | 3,97112 | 0,2649 | 0 | 0 | 0,36101 | 13,0184 | 5,99078 |
| 4205407050000097 | 0,76628 | 4,5977 | 4,98084 | 10,3448 | 33,5714 | 1,00 | 16,8582 | 29,5019 | 17,6245 | 2,07254 | 1,91571 | 1,14943 | 3,83142 | 17,4332 | 8,34225 |
| 4205407050000098 | 0 | 4,5977 | 4,02299 | 8,62069 | 41,5704 | 0,57471 | 15,5172 | 29,8851 | 22,4138 | 3,25258 | 2,29885 | 2,87356 | 1,14943 | 22,8335 | 6,85155 |
| 4205407050000099 | 0 | 3,48837 | 1,16279 | 4,65116 | 30,0493 | 2,32558 | 18,6047 | 37,2093 | 16,2791 | 1,35747 | 0 | 1,16279 | 0 | 16,2879 | 17,9697 |
| 420540705000100 | 0 | 2,57732 | 8,24742 | 10,8247 | 19,1489 | 3,60825 | 5,6701 | 43,299 | 5,15464 | 0,62112 | 0 | 0 | 0 | 13,75 | 2,5 |
| 420540705000101 | 0 | 0,71685 | 4,30108 | 5,01792 | 30,2583 | 1,79211 | 9,319 | 42,6523 | 2,50896 | 0,51813 | 0,35842 | 0 | 0 | 17,9887 | 5,24079 |
| 420540705000102 | 0 | 1,83486 | 1,17431 | 11,0092 | 34,0081 | 2,75229 | 16,5138 | 46,789 | 9,17431 | 1,42857 | 1,83486 | 0,91743 | 0,91743 | 15,4079 | 10,574 |
| 420540705000103 | 0 | 3,52423 | 4,84581 | 8,37004 | 25,6972 | 0,88106 | 16,7401 | 33,9207 | 10,5727 | 1,25673 | 2,20264 | 0 | 0,88106 | 11,7274 | 9,19176 |
| 420540705000104 | 0 | 0,86455 | 3,17003 | 4,03458 | 22,1865 | 4,89914 | 4,03458 | 51,585 | 1,44092 | 0,15625 | 0 | 0 | 0,28818 | 15,7895 | 2,56842 |
| 420540705000105 | 0 | 0 | 1,53846 | 1,53846 | 30,2026 | 0,76923 | 6,15385 | 43,0769 | 0,38462 | 0 | 0 | 0 | 0,38462 | 20,5092 | 3,25318 |
| 420540705000106 | 0 | 0 | 16,6667 | 16,6667 | 31,25 | 0 | 16,667 | 0 | 16,50 | 0 | 12,5 | 16,6667 | 83,3333 | 0 | 23,8095 |
| 420540705000120 | 0,46083 | 7,37327 | 11,5207 | 19,3548 | 47,1119 | 0,92166 | 14,2857 | 24,424 | 29,4931 | 3,72771 | 2,76498 | 12,9032 | 5,52995 | 24,2945 | 8,09816 |
| 420540705000121 | 0 | 5,66038 | 11,6352 | 17,2956 | 38,2979 | 0,31447 | 9,74843 | 26,7296 | 24,5283 | 2,51572 | 0,9434 | 5,03145 | 2,51572 | 23,5577 | 4,32692 |
| 420540705000122 | 0 | 7,86885 | 21,9672 | 29,8361 | 56,768 | 1,63934 | 7,54098 | 29,1803 | 34,0984 | 9,09091 | 4,2623 | 83,6066 | 5,2459 | 32,1586 | 4,6696 |
| 420540705000123 | 0 | 4,30622 | 2,87081 | 7,17703 | 25,7813 | 1,91388 | 7,17703 | 31,5789 | 12,9187 | 3,1941 | 1,91388 | 3,82775 | 0,95694 | 15,735 | 5,17598 |
| 420540705000124 | 0 | 1,49254 | 2,98507 | 4,47761 | 25,3001 | 0,5597 | 3,35821 | 33,7687 | 9,88806 | 0,80935 | 0,93284 | 1,49254 | 0,37313 | 18,0545 | 2,57922 |
| 420540705000125 | 0 | 1,94805 | 5,19481 | 7,14286 | 16,8831 | 3,8961 | 6,64935 | 46,7532 | 0,64935 | 0 | 0 | 0,64935 | 0 | 14,0741 | 0,37037 |
| 420540705000126 | 0 | 0,80645 | 1,6129 | 2,41935 | 17,0213 | 1,6129 | 4,83871 | 55,6452 | 3,22581 | 0 | 0 | 0,80645 | 0 | 11,3636 | 3,63636 |
| 420540705000127 | 0,33003 | 0,9901 | 1,9802 | 3,30033 | 24,2947 | 3,9604 | 6,27063 | 42,5743 | 0,9901 | 0,6015 | 0,33003 | 0 | 0 | 16,1412 | 3,90921 |
| 420540705000128 | 0 | 0,99502 | 7,46269 | 8,45771 | 27,4112 | 1,99005 | 3,48259 | 3,48259 | 2,48756 | 0,25126 | 0 | 0,49751 | 0 | 20,7171 | 1,39442 |
| 420540705000129 | 0 | 4,20561 | 5,60748 | 9,81308 | 33,8645 | 101,869 | 6,52026 | 23,3645 | 14,0187 | 1,70455 | 0,93458 | 27,5701 | 0 | 21,4286 | 4,31548 |
| 420540705000130 | 0 | 6,28931 | 6,28931 | 12,5786 | 38,0814 | 0,62893 | 8,1761 | 33,9623 | 15,7233 | 2,28441 | 0,62893 | 0,62893 | 3,77358 | 24,4211 | 3,15789 |
| 420540705000131 | 0 | 5,94595 | 16,7568 | 22,7027 | 45,671 | 1,62162 | 7,56757 | 18,3784 | 31,8919 | 9,27835 | 4,86486 | 10,2703 | 5,40541 | 27,9542 | 3,41753 |
| 420540705000132 | 0,35211 | 3,52113 | 5,98592 | 9,85915 | 33,8422 | 0,35211 | 7,04225 | 20,0704 | 15,1408 | 2,67966 | 4,22535 | 5,28169 | 2,11268 | 17,9582 | 3,51711 |
| 420540705000133 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,40404 | 17,1717 | 2,52525 | 0,15106 | 0 | 0 | 0,40404 | 17,1464 | 2,25282 |
| 420540705000134 | 0 | 0,64309 | 1,92926 | 2,57235 | 19,9433 | 0 | 7,3925 | 18,328 | 7,3925 | 0,45208 | 0 | 2,89389 | 3,85852 | 12,8448 | 3,94011 |
| 420540705000135 | 0 | 0,9901 | 0,990505 | 1,48515 | 21,2121 | 0,49505 | 5,94059 | 15,3465 | 0,9901 | 0,14706 | 0 | 0 | 0,49505 | 1,5 | 3 |
| 420540705000136 | 0,5988 | 0 | 3,59281 | 4,19162 | 32,1962 | 401,796 | 6,58683 | 18,5629 | 2,99401 | 0,2008 | 0,5988 | 0 | 2,99401 | 19,6774 | 4,83871 |
| 420540705000137 | 0 | 0,51282 | 0,51282 | 1,02564 | 33,8182 | 0 | 12,8205 | 20 | 5,64103 | 1,16861 | 0,51282 | 0,51282 | 0,51282 | 18,6141 | 7,20109 |
| 420540705000138 | 0 | 0,45558 | 0,91116 | 1,36674 | 28,7714 | 0,22779 | 11,6173 | 18,451 | 6,37813 | 0,437 | 0,45558 | 0,22779 | 0,05011 | 17,0894 | 5,85749 |

Continua...

| Cod. setor censitário | I1 | I2 | I3 | I4 | I5 | I6 | I7 | I8 | I9 | I10 | I11 | I12 | I13 | I14 | I15 |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Indicadores de Vulnerabilidade Social (Continuação) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 420540705000139 | 0 | 1.06383 | 4.78723 | 5.85106 | 39.1499 | 2.12766 | 22.3404 | 33.5106 | 7.44681 | 0.54152 | 0.53191 | 1.06383 | 0.53191 | 10.9325 | 18.328 |
| 420540705000140 | 0 | 1.64609 | 4.11523 | 5.76132 | 28.0639 | 1.64609 | 14.8148 | 35.8025 | 8.64198 | 0.33003 | 0 | 0 | 1.64609 | 15.9501 | 6.93481 |
| 420540705000141 | 0 | 1.5625 | 5.07813 | 6.64063 | 21.7755 | 1.95313 | 6.25 | 34.7656 | 8.20313 | 0.32154 | 0.39063 | 0 | 0.78125 | 14.4429 | 3.85144 |
| 420540705000142 | 0 | 2.41546 | 6.28019 | 8.69565 | 31.3199 | 3.38164 | 13.0435 | 43.4783 | 12.0773 | 1.0352 | 0.48309 | 0 | 1.44928 | 17.7172 | 6.47359 |
| 420540705000143 | 0 | 0.38462 | 6.53846 | 6.92308 | 11.435 | 6.92308 | 1.92308 | 45.7692 | 2.30769 | 0.44248 | 0 | 0 | 0.76923 | 9.05433 | 1.60966 |
| 420540705000144 | 0 | 4 | 10.5455 | 14.5455 | 32.9134 | 2.54545 | 4.72727 | 37 | 28 | 2.76923 | 2.54545 | 13.8182 | 3.27273 | 22.9858 | 2.1327 |
| 420540705000145 | 0 | 1.14286 | 5.14286 | 6.28571 | 21.4724 | 4.57143 | 3.42857 | 44.5714 | 2.85714 | 0.59347 | 0 | 0 | 0.57143 | 14.899 | 3.0303 |
| 420540705000146 | 0 | 1.36519 | 2.38908 | 3.75427 | 27.0553 | 5.80205 | 6.48464 | 33.4471 | 4.77816 | 0.57061 | 0.3413 | 0.68259 | 1.02389 | 17.5294 | 3.88235 |
| 420540705000147 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22.1538 | 0 | 3.91304 | 26.5217 | 1.30435 | 0.3003 | 0 | 0 | 1.73913 | 16.1209 | 2.64484 |
| 420540705000148 | 0 | 4.2328 | 11.1111 | 15.3439 | 31.2102 | 1.0582 | 13.7566 | 21.6931 | 24.3386 | 1.39165 | 1.5873 | 7.93651 | 2.1164 | 18.6084 | 5.82524 |
| 420540705000149 | 0 | 6.54206 | 7.47664 | 14.0187 | 35.2 | 0 | 9.34579 | 35.514 | 25.2336 | 5.61798 | 2.80374 | 2.80374 | 3.73832 | 21.0059 | 5.6213 |
| 420540705000150 | 0.81081 | 4.86486 | 22.7037 | 28.3784 | 48.7385 | 2.16216 | 5.40541 | 27.027 | 36.2162 | 6.05061 | 4.05405 | 21.8919 | 4.05405 | 29.9152 | 3.00694 |
| 420540705000151 | 0 | 4.88599 | 21.1726 | 26.0386 | 49.8084 | 101.954 | 6.84039 | 27.0358 | 41.0423 | 3.2767 | 2.28013 | 9.12052 | 6.84039 | 29.7528 | 3.75107 |
| 420540705000152 | 0 | 2.20386 | 4.40771 | 6.61157 | 36.5042 | 1.10193 | 6.33609 | 29.4766 | 9.64187 | 1.92308 | 1.65289 | 3.0303 | 0 | 22.9965 | 3.91986 |
| 420540705000153 | 0 | 4.05405 | 8.1081 | 12.1622 | 36.4162 | 0.67568 | 9.45946 | 23.6486 | 20.2703 | 4.05405 | 5.40541 | 0.67568 | 3.37838 | 21.6102 | 5.08475 |
| 420540705000154 | 0 | 4.11985 | 3.7079 | 7.49064 | 30.7808 | 0.37453 | 8.61423 | 26.5918 | 18.7266 | 3.4384 | 1.87266 | 3.7079 | 2.62172 | 19.8622 | 4.3628 |
| 420540705000155 | 0 | 4.15094 | 11.6981 | 15.8491 | 39.9694 | 1.13208 | 7.92453 | 25.283 | 21.1321 | 4.82456 | 2.64151 | 1.88679 | 2.26415 | 25.1641 | 3.71991 |
| 420540705000156 | 0 | 3.7037 | 6.48148 | 10.1852 | 36.1564 | 1.85183 | 9.25926 | 18.5185 | 14.8148 | 4.93827 | 4.62963 | 19.4444 | 4.62963 | 22.488 | 5.02392 |
| 420540705000157 | 0 | 0.28736 | 0.57471 | 0.86207 | 35.7527 | 0 | 2.87356 | 25 | 0.86207 | 0.13245 | 0 | 0 | 0 | 25.2475 | 1.48515 |
| 420540705000158 | 0 | 1.37931 | 5.51724 | 6.89655 | 28.3439 | 0.68966 | 8.27586 | 29.6552 | 8.27586 | 2.10843 | 1.37931 | 0.68966 | 1.37931 | 17.6179 | 4.71464 |
| 420540705000159 | 0 | 1.84502 | 4.42804 | 6.27306 | 26.7054 | 0.369 | 6.27306 | 28.0443 | 4.42804 | 1.38889 | 0.73801 | 5.53506 | 1.47601 | 17.5258 | 3.89462 |
| 420540705000160 | 1.05634 | 1.76056 | 6.69014 | 9.30704 | 26.9022 | 0.70423 | 4.92958 | 21.831 | 11.2676 | 2.87958 | 3.87324 | 12.6761 | 4.40845 | 18.2013 | 3.21199 |
| 420540705000161 | 0.42283 | 7.82241 | 18.1818 | 26.4271 | 42.9767 | 0.84567 | 9.51374 | 27.4841 | 23.0444 | 4.37445 | 5.90825 | 3.38266 | 2.95983 | 25.6344 | 4.61939 |
| 420540705000175 | 0 | 6.00522 | 14.3603 | 20.3655 | 42.2798 | 0.78329 | 1.46214 | 21.1488 | 23.2376 | 3.7037 | 4.96084 | 39.6867 | 1.56658 | 23.3066 | 7.42899 |

Tabela 1 - Indicadores de vulnerabilidade social utilizados na Análise Fatorial.