

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

TESE DE DOUTORADO

**VULNERABILIDADE DAS ÁREAS SOB AMEAÇA DE DESASTRES NATURAIS NA
CIDADE DE SANTA MARIA/RS**

LUCIELE OLIVEIRA DE AVILA

ORIENTADOR: LUIS EDUARDO DE SOUZA ROBAINA

PORTO ALEGRE, NOVEMBRO DE 2015

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

**VULNERABILIDADE DAS ÁREAS SOB AMEAÇA DE DESASTRES NATURAIS NA
CIDADE DE SANTA MARIA/RS**

LUCIELE OLIVEIRA DE AVILA

Orientador: Prof. Dr. Luis Eduardo de Souza Robaina

**Tese apresentada ao Programa de Pós-
graduação em Geografia como requisito
para obtenção do título de Doutor em
Geografia.**

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Romário Trentin (PPG em Geografia/UFSM)

Prof. Dr. Edson Luis de Almeida Oliveira (PPG em Geografia IFSUL)

Prof. Dr. Roberto Verdum (POSGea/UFRGS)

Profa. Dra. Nina Simone Vilaverde Moura (POSGea/UFRGS)

PORTO ALEGRE, NOVEMBRO DE 2015.

CIP - Catalogação na Publicação

Oliveira de avila, Luciele
Vulnerabilidade das áreas sob ameaça de desastres
naturais na cidade de Santa Maria/RS / Luciele
Oliveira de avila. -- 2015.
250 f.

Orientador: Luis Eduardo de Souza Robaina.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa de
Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, BR-RS, 2015.

1. Vulnerabilidade. 2. Ameaça. 3. Risco. 4.
Desastres. I. de Souza Robaina, Luis Eduardo,
orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Dedico esta Tese à memória do meu amado pai Valter Farias de Avila que, mesmo com a saúde amplamente debilitada, fez todos os esforços possíveis para a realização deste trabalho, mesmo após seu desenlace terreno. Dedico também à minha amada mãe, Elenita Maria Oliveira de Avila, que, mesmo diante das dificuldades esteve sempre ao meu lado e, ainda, à minha irmã Elenice Oliveira de Avila, incansavelmente carinhosa e atenciosa.

A Deus pela fé e saúde indispensáveis durante toda a caminhada rumo à conclusão de todas as etapas deste trabalho, onde, por vezes, as dificuldades foram vencidas graças à Sua divina presença.

À minha família, sempre unida, que serviu de sustentáculo e incentivo para iniciar e seguir em frente com o projeto de doutoramento, que foi apoio nas horas de dificuldades e de alegrias. À meu pai, presente sempre em minha vida mesmo depois de sua desencarnação; à minha mãe amada e idolatrada cujas palavras não seriam suficientes para agradecer-las; aos meus irmãos Eugênio e, em especial, Elenice pela acolhida em seu lar e pelo carinho de sempre.

Ao meu companheiro Ancelmo Belles Brasil que esteve comigo durante grande parte desta caminhada, agradeço pelo apoio, amor, carinho e palavras de incentivo.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela oportunidade de desenvolvimento e conclusão desta importante etapa de minha formação e crescimento profissional. À todos os professores e funcionários que tive a honra de conhecer neste período de trabalho.

Ao professor Luis Eduardo de Souza Robaina pela orientação, boa vontade e bom humor durante todas as etapas de trabalho. Através de seu caráter jovial e amplo conhecimento, proporcionou-me crescimento profissional e valores científicos e pessoais incalculáveis. As mesmas palavras e sentimentos são direcionadas ao professor Romário Trentin.

À todos os colegas do Lageolam (Laboratório de Geologia Ambiental/UFSM) pela parceria e conhecimentos adquiridos mutuamente, pela alegria e pelo excelente ambiente de trabalho proporcionado por todos.

Aos professores Romário Trentin, Edson Luis de Almeida Oliveira, Roberto Verdum e Nina Simone Vilaverde Moura por aceitarem carinhosamente o convite e fazerem parte da Banca de Defesa desta tese.

Às minhas queridas amigas, em especial Débora Baratto e Claudia Peripolli, pelo carinho, apoio em todos os momentos, fossem estes de alegria ou de tristeza.

Aos demais amigos e familiares que de alguma forma se fizeram presente nesta caminhada, sintam-se também agradecidos, de coração.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pelo incentivo e concessão de bolsa de estudos.

Tese de Doutorado
Programa de Pós- Graduação em Geografia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**VULNERABILIDADE DAS ÁREAS SOB AMEAÇA DE DESASTRES NATURAIS NA
CIDADE DE SANTA MARIA/RS**

AUTORA: LUCIELE OLIVEIRA DE AVILA
ORIENTADOR: LUIS EDUARDO DE SOUZA ROBAINA

A presente tese aborda a temática da vulnerabilidade da população frente às situações de ameaça e risco. A pesquisa realizou-se junto ao perímetro urbano da cidade de Santa Maria na região central do Rio Grande do Sul. A vulnerabilidade foi avaliada com relação aos fenômenos desencadeados pelas dinâmicas fluvial e de encosta, mais especificamente, movimentos de massa, inundações e erosão de margens. O objetivo principal do trabalho consiste na análise de variáveis determinantes para os graus de vulnerabilidade da população que reside em áreas sob ameaça de desastres naturais. A metodologia resume-se na análise de imagens DigitalGlobe obtidas via Google Earth Pro (2012) para a determinação das áreas urbanas ocupadas e susceptíveis aos fenômenos causadores de desastre junto às encostas e à rede de drenagem; para a obtenção dos graus de vulnerabilidade foi utilizada a base de informações referente aos Setores Censitários (IBGE, 2010): rendimento mensal, taxa de idosos e crianças, taxa de analfabetismo, à esses dados foram acrescidos o número de residências e o padrão urbano construtivo das moradias por área sob ameaça. A correlação das variáveis determinou quatro graus de vulnerabilidade: Grau I (Baixo), Grau II (Médio), Grau III (Alto) e Grau IV (Muito Alto). Verifica-se áreas sob ameaça nos patamares mais elevados das encostas, no entanto, existem situações perigosas em patamares com memores inclinações, devido, principalmente, às alterações realizadas nos taludes para a edificação das moradias. Quanto aos processos de dinâmica fluvial, a ameaça refere-se às inundações e à erosão de margens. A ocupação expandiu-se ao longo das planícies de inundação de inúmeros cursos fluviais ao longo do perímetro urbano, sendo, portanto, praticamente inevitáveis os episódios desta natureza. A erosão das margens fluviais são sentidas quase que exclusivamente pelos moradores que edificaram suas residências junto aos terrenos marginais, com distância aproximada de 5 metros do leito. A população mais vulnerável é aquela que apresenta situação socioeconômica menos favorecida, com idade superior à 65 e inferior à 15 anos de idade, com taxa elevada de analfabetismo e ausência de serviços urbanos básicos. Apesar da existência de leis e projetos relacionados à problemática dos desastres, o gerenciamento das áreas sob ameaça é ineficiente, favorecendo o surgimento de inúmeras situações perigosas.

Palavras-chave: vulnerabilidade, ameaça, susceptibilidade, risco, desastres

Doctoral degree Paper
Geography Graduate Studies Program
Rio Grande do Sul Federal College

**VULNERABILITY OF THE AREAS UNDER NATURAL DISASTERS THREAT IN
SANTA MARIA CITY / RS**

AUTHOR: LUCIELE OLIVEIRA DE AVILA

TEACHER: LUIS EDUARDO DE SOUZA ROBAINA

This paper is about the risk of the population in some kind of situations. The research was conducted in the urban perimeter of Santa Maria town, central part of Rio Grande do Sul state. The topic was the analysis of the vulnerability caused by the mass movements and floods in the river and also the deterioration on the banks. The main objective is the analyses of the level of risk areas of natural disasters that population face. To active this objective the study uses Google Earth Pro (2012) Digital Globes pictures to see where was the urban areas near at river banks with higher risk of disasters. To obtain the risk levels was used some parts of Census (IBGE 2010) more specific the how much money the families makes in one month also the number of young's and elderly and also the number and material used in construction of houses. Was stabilized four levels of risk in crescent order we have level one (Low risk), level two (Medium risk), level three (High risk) and level four (Very High Risk). Was possible the discover some areas in the higher level of risk in more elevate terrains and also some danger places in lower fields however the highest risk is in areas more flats but changed by manmade activities in special house constructions. The main danger caused by river stream is the floods and erosion of banks. The population occupied flat terrains near the rivers that were naturally flooded and because that is almost impossible to avoid this kind of disaster. The erosion on bank happens in land where houses was built near of 5 meters of rivers. The populations in higher danger is the more lower financial classes with ages up to 65 year and under 15 and high rates of analphabets and no basic state services. Even with laws and projects to prevent disasters situations the management of risk areas is inefficient and cooperate to more possible disasters.

Key words: vulnerability, threat, susceptibilities, risk, disasters

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização de Santa Maria/RS.....	16
Figura 2: Distribuição dos desastres naturais segundo a origem, a nível mundial.....	18
Figura 3: Esquema demonstrativo das etapas de um evento natural.....	19
Figura 4: Esquema representativo da combinação do perigo e vulnerabilidade.....	28
Figura 5: Exemplo de cartografia bivariada.....	39
Figura 6: Precipitação média no Rio Grande do Sul no período de 1967 a 1998.....	55
Figura 7: Esquema representativo da queda de coesão frente à presença de água.....	56
Figura 8: Perfis genéricos de encosta.....	58
Figura 9: Esquema representativo de elementos geométricos das encostas.....	59
Figura 10: Tipos e formas geométricas das encostas.....	61
Figura 11: Esquema representativo das forças atuantes na queda de blocos rochosos.....	64
Figura 12: Perfil esquemático representando a queda de blocos.....	64
Figura 13: Esquema representativo do processo de tombamento de blocos.....	65
Figura 14: Esquema representativo dos principais indicativos dos movimentos de rastejo.....	67
Figura 15: Esquema representativo de escorregamento planar ou translacional.....	58
Figura 16: Esquema representativo de escorregamento rotacional ou circular.....	69
Figura 17: Esquema representativo de escorregamento em cunha ou estruturado.....	71
Figura 18: Esquema representativo do processo de Corridas.....	72
Figura 19: Número de vítimas fatais decorrentes de inundações no período de 1975 a 2001.....	74
Figura 20: Eventos ocorridos no Rio Grande do Sul em 2011.....	76
Figura 21: Notificação Preliminar de Desastre (NOPRED).....	77
Figura 22: Alterações no ciclo hidrológico em diferentes estágios de urbanização.....	80
Figura 23: Interferência da urbanização sobre os corpos hídricos.....	84
Figura 24: Diferenças nos hidrogramas de enchente em função das modificações no percurso do curso d'água.....	85
Figura 25: Hidrograma hipotético que demonstra picos de vazão em área natural e área urbanizada.....	85
Figura 26: Diferença entre velocidade e tempo de duração em inundação gradual e brusca.....	88
Figura 27: Ação das águas fluviais em moradias situadas junto ao leito do rio.....	94
Figura 28: Esquema representativo dos elementos da dinâmica das margens.....	95
Figura 29: Esquema representativo da sequência das fases de gerenciamento de desastres.....	98
Figura 30: Estrutura administrativa da Defesa Civil no Rio grande do Sul.....	99
Figura 31: Esquema representativo com alternativas de ações de prevenção de acidentes.....	102
Figura 32: Exemplos de intervenções estruturais em área de risco de escorregamento.....	103
Figura 33: Esquema metodológico de um Plano Diretor de Drenagem Urbana.....	107
Figura 34: Exemplo de parâmetro observado na pré-setorização do mapeamento.....	111
Figura 35: Organograma – Organização Procedimentos Metodológicos.....	117
Figura 36: Evolução da população urbana e rural em Santa Maria/RS.....	141
Figura 37: Densidade Demográfica dos Bairros – Santa Maria/RS.....	141
Figura 38: Produto Interno Bruto (PIB) de Santa Maria.....	142
Figura 39: Coluna Estratigráfica da área urbana de Santa Maria/RS.....	146
Figura 40: Mapa geológico do perímetro urbano de Santa Maria.....	147
Figura 41: Representação da relação entre a estrutura geológica.....	149
Figura 42: Seção geológica da Depressão Periférica entre Santa Maria (esquerda) e São Gabriel (direita).....	157
Figura 43: Mapa das altitudes do perímetro urbano de Santa Maria.....	159
Figura 44: Esquema representativo da influência do Rebordo do Planalto na formação das chuvas orográficas em Santa Maria.....	160

Figura 45: Influência orográfica nas características do vento norte	161
Figura 46: Mapa da hidrografia do perímetro urbano de Santa Maria	163
Figura 47: Mapa das declividades do perímetro urbano de Santa Maria	167
Figura 48: Área suscetível à erosão fluvial no perímetro urbano	168
Figura 49: Carta Geotécnica de Santa Maria	170
Figura 50: Mapa dos Setores Censitários do perímetro urbano de Santa Maria	172
Figura 51: Setores afetados por ameaças de desastres naturais	173
Figura 52: Taxa da população com rendimento mensal de até 1 salário mínimo	175
Figura 53: Taxa de analfabetos da população acima de 15 anos	175
Figura 54: Taxa de idosos (superior à 65 anos) e crianças (inferior à 15 anos)	175
Figura 55: Áreas sob ameaça de processos de dinâmica fluvial, região administrativa Oeste	182
Figura 56: Características da ocupação e situações de ameaça nos Setores Censitários 431690705130021, 431690705130022, 431690705130025, 431690705130039 e 431690705130040	183
Figura 57: Características da ocupação e situações de ameaça nos Setores Censitários 431690705130003 e 431690705130010	187
Figura 58: Características da ocupação e situações de ameaça no Setor Censitário 431690705130032	188
Figura 59: Características da ocupação e situações de ameaça no Setor Censitário 431690705130027	189
Figura 60: Áreas sob ameaça de processos de dinâmica fluvial, região administrativa Centro Oeste. Os números indicam: 1 – Setor Censitário 431690705120019; 2 – Setor Censitário 431690705120001; 3 – Setor Censitário 431690705120005; 4 – Setor Censitário 431690705120030	191
Figura 61: Porção final da canalização do arroio Cadena junto ao Setor Censitário 431690705120019	192
Figura 62: Situações de ameaça e risco aos processos de dinâmica fluvial junto aos Setores Censitários 431690705120005 e 431690705120001	193
Figura 63: Ocupação das margens junto ao Setor Censitário 431690705120030	195
Figura 64: Áreas sob ameaça de processos de dinâmica fluvial, região administrativa Centro Urbano	197
Figura 65: Situação das margens ocupadas junto ao Setor Censitário 431690705060067	198
Figura 66: Áreas sob ameaça de processos de dinâmica fluvial, região administrativa Sul ..	202
Figura 67: Ocupação e situações de ameaça e risco junto aos Setores Censitários 431690705110014, 431690705110018 e 431690705110019	206
Figura 68: Ocupação e situações de ameaça junto aos Setores Censitários 431690705110005 e 431690705110010, região administrativa Sul	209
Figura 69: Áreas sob ameaça de processos de dinâmica fluvial, região administrativa Centro Leste	211
Figura 70: Ocupação e situações de ameaça junto à região administrativa Centro-Leste	213
Figura 71: Áreas sob ameaça região administrativa Leste	215
Figura 72: Ocupação e situações de ameaça junto aos Setores Censitários 431690705090011 e 431690705090012	217
Figura 73: Áreas sob ameaça região administrativa Nordeste	218
Figura 74: Ocupação e situações de ameaça junto aos Setores Censitários 431690705080021, 431690705080035	223
Figura 75: Ocupação e situações de ameaça de movimentos de massa, inundações e erosão fluvial junto ao Setor Censitário 431690705080036	226

Figura 76: Ocupação e situações de ameaça e risco junto ao rio Vacacaí Mirim, Setor Censitário 431690705080022	228
Figura 77: Áreas sob ameaça de processos de dinâmica fluvial, região administrativa Norte	232
Figura 78: Ocupação e situações de ameaça junto ao Setor Censitário 431690705070028, região administrativa Norte	233
Figura 79: Ocupação e situações de ameaça junto à Setores Censitários da zona administrativa Norte	237
Figura 80: Regiões administrativas do perímetro urbano, verifica-se a grande extensão das Áreas Naturais de Preservação.	240
Figura 81: Arroio Cadena antes (A) e depois (B) da canalização	242

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação dos desastres em relação à intensidade	21
Tabela 2: Agravantes antrópicos relacionados aos desastres	25
Tabela 3: Classificação dos movimentos de massa	62
Tabela 4: Classificação dos movimentos de massa de acordo com a velocidade	63
Tabela 5: Diferentes conceituações sobre inundações	90
Tabela 6: Diferentes termos e conceitos utilizados pela bibliografia nacional e internacional sobre as inundações bruscas	91
Tabela 7: Salários mínimos por responsáveis pelo domicílio em Santa Maria (em 2010)	143
Tabela 8: Ocupações irregulares e áreas de risco em Santa Maria/RS (ano de 2005)	145
Tabela 9: Indicadores de vulnerabilidade	180
Tabela 10: Variáveis indicadoras de vulnerabilidade.....	196
Tabela 11: Indicadores de vulnerabilidade	199
Tabela 12: Variáveis indicadoras de vulnerabilidade.....	214
Tabela 13: Variáveis indicadoras de vulnerabilidade.....	229
Tabela 14: Características indicadoras de vulnerabilidade.....	237

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Fatores que influem na vulnerabilidade aos perigos ambientais	34
Quadro 2: Tipos de clima do Rio Grande do Sul e sua distribuição nas unidades geomorfológicas	52
Quadro 3: Valores referentes à relação entre a inclinação e a declividade	60
Quadro 4: Características de susceptibilidade à inundações	123
Quadro 5: Características relacionadas à erosão de margens	124
Quadro 6: Características relacionadas à dinâmica de encostas	126
Quadro 7: Variáveis urbana-constitutivas indicadoras da vulnerabilidade	129
Quadro 8: Classes atribuídas ao padrão urbano-constutivo em áreas sob ameaça.....	129
Quadro 9: Dados por setor e respectivos indicadores de vulnerabilidade	133
Quadro 10: Classes de indicadores de vulnerabilidade	134
Quadro 11: Graus de Vulnerabilidade	134
Quadro 12: Descrição Graus de Vulnerabilidade	135
Quadro 13: Classificação da variável padrão urbano-constutivo	177
Quadro 14: Classificação das variáveis indicadoras e vulnerabilidade	178
Quadro 15: Correlação das variáveis e os respectivos graus de vulnerabilidade	179
Quadro 16: Localização de áreas de risco geomorfológico em Santa Maria	241

1 INTRODUÇÃO	13
1.2 Apresentação da área de estudo.....	15
2 REVISÃO TEÓRICO-CONCEITUAL.....	17
2.1 Desastres Naturais: gênese e caracterização.....	17
2.1.1 Intensidade dos desastres.....	20
2.1.2 Evolução dos desastres	23
2.1.3 Origem dos desastres	24
2.1.4 Duração dos desastres.....	24
2.2 Conceitos Básicos: Risco, Perigo, Susceptibilidade e Ameaça.....	26
2.3 Vulnerabilidade: definições e termos	30
2.3.1 O ocupação do espaço urbano atual como acréscimo da vulnerabilidade.....	40
2.4 Processos causadores de desastres.....	49
2.4.1 Características climáticas do Rio Grande do Sul.....	50
2.4.2 Dinâmica de Encosta: Movimentos De Massa	56
2.4.2.1 Movimentos de massa: fatores condicionantes	56
2.4.2.2 Movimentos de massa: classificações	61
2.4.3 Dinâmica Fluvial: Inundações	73
2.4.3.1 Inundações: fatores condicionantes	81
2.4.3.2 Inundações: classificações	87
2.4.4 Dinâmica Fluvial: Erosão Fluvial.....	91
2.4.4.1 Erosão fluvial: fatores condicionantes.....	92
2.5 Gestão das áreas sob ameaça de desastres naturais	96
2.5.1 Planejamento e ações.....	101
2.5.1.1 Medidas estruturais.....	103
2.5.1.2 Medidas não estruturais	105
2.6 Zoneamento e mapeamento das áreas sob ameaça e risco	108
2.6.1 Mapeamento de áreas sob ameaça e risco: movimentos de massa.....	112
2.6.2 Mapeamento de áreas sob ameaça e risco: inundações e erosão fluvial	113
2.6.3 Importância do Sensoriamento Remoto e dos SIG's para os mapeamentos	114
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	116
3.1 Revisão Bibliográfica	117
3.2 Informações da Área de Estudo e Construção da Base Cartográfica	119
3.2.1 Levantamento e organização das informações	119
3.2.2 Construção da base cartográfica	120
3.3 Análise da Susceptibilidade.....	121
3.3.1 Susceptibilidade aos processos de dinâmica fluvial: inundação	122
3.3.2 Susceptibilidade a processos de dinâmica fluvial: erosão de margens.....	123
3.3.3 Susceptibilidade aos processos de dinâmica de encostas	124
3.4 Análise e Mapeamento da Vulnerabilidade.....	126
3.4.1 Variáveis urbano-construtivas conforme trabalhos de campo.....	127
3.4.2 Variáveis socioeconômicas conforme os Setores Censitários.....	130
4 CARACTERIZAÇÃO DA CIDADE DE SANTA MARIA	137
4.1 Histórico e ocupação	137
4.2 Características socioeconômicas	140
4.3 Geologia e Geomorfologia	145

4.3.1	Formação Rosário do Sul (Sanga do Cabral)	147
4.3.2	Formação Santa Maria.....	149
4.3.3	Formação Caturrita.....	152
4.3.4	Formação Botucatu.....	153
4.3.5	Formação Serra Geral.....	154
4.3.6	Terraços fluviais e depósitos coluvionares	155
4.4	Características climáticas	160
4.5	Rede Hidrográfica.....	162

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES 166

5.1	Susceptibilidade e Variáveis Indicadoras de Vulnerabilidade	166
5.2	Graus de vulnerabilidade	178
5.3	Setores sob ameaça - REGIÃO ADMINISTRATIVA OESTE	180
5.3.1	Setores Censitários Códigos 431690705130021, 431690705130022, 431690705130025, 431690705130039 e 431690705130040	180
5.3.2	Setores Censitários Códigos 431690705130003 e 431690705130010	184
5.3.3	Setor Censitário Código 431690705130032	187
5.3.4	Setor Censitário Código 431690705130027	189
5.4	Setores que apresentam áreas sob ameaça - REGIÃO ADMINISTRATIVA CENTRO OESTE.....	190
5.4.1	Setor Censitário Código 431690705120019	192
5.4.2	Setores Censitários Códigos 431690705120005 e 431690705120001	192
5.4.3	Setores Censitário Código 431690705120030	194
5.5	Setores que apresentam áreas sob ameaça - REGIÃO ADMINISTRATIVA CENTRO URBANO	195
5.5.1	Setores Censitários Códigos 431690705060067, 431690705060066 e 431690705060046	195
5.5.2	Setor Censitário código 431690705060056	199
5.5.3	Setores Censitários 431690705060052 e 431690705060050	199
5.6	Setores que apresentam áreas sob ameaça – REGIÃO ADMINISTRATIVA SUL ...	200
5.6.1	Setor Censitário Código 431690705110014	200
5.6.2	Setor Censitário Código 431690705110018	203
5.6.3	Setor Censitário Código 431690705110019	204
5.6.4	Setor Censitário Código 431690705110010	206
5.6.5	Setor Censitário Código 431690705110005	207
5.7	Setores que apresentam áreas sob ameaça - REGIÃO ADMINISTRATIVA CENTRO LESTE	210
5.7.1	Setor Censitário Código 431690705100008 e 431690705100002.....	210
5.8	Setores sob ameaça - REGIÃO ADMINISTRATIVA LESTE.....	213
5.8.1	Setores Censitários Códigos 431690705090011 e 431690705090012	214
5.9	Setores que apresentam áreas sob ameaça - REGIÃO ADMINISTRATIVA NORDESTE	217
5.9.1	Setor Censitário Código 431690705080021	219
5.9.2	Setor Censitário Código 431690705080035	221
5.9.3	Setor censitário Código 431690705080036	224
5.9.4	Setor Censitário Código 431690705080022	227
5.9.5	Setores Censitários códigos 431690705080005 e 431690705080004	229
5.10	Setores sob ameaça - REGIÃO ADMINISTRATIVA NORTE	230
5.10.1	Setores Censitários Códigos 431690705070028 e 431690705070036	231

5.10.2 Setores Censitários Códigos 43169070507011, 4316900570003 e 431900570008 ..	234
5.10.3 Setores Censitários Códigos 431690705070010 e 431690705070009	236
5.11 Gerenciamento das áreas sob ameaça de desastres em Santa Maria/RS	239
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	243
7 BIBLIOGRAFIA	246

1 INTRODUÇÃO

A análise dos registros mundiais, das catástrofes ditas de origem natural, revela a relação existente entre a amplitude dos danos e o estado de desenvolvimento das regiões onde tais fenômenos ocorrem. Agregue-se que a amplitude dos danos e as perdas provocadas por uma catástrofe, de origem natural e/ou antrópica, depende, em primeiro lugar, da natureza e da magnitude das suas causas, mas também das características do espaço territorial em que ocorre. A vulnerabilidade de uma região a tais ameaças atrela-se a fatores tão diversos como a densidade populacional, a natureza dos seus bens tecnológicos e culturais, o tipo de organização social e econômica e a capacidade exibida pelas comunidades para enfrentarem os diferentes fatores de risco.

Estudos de casos, conforme Mattedi e Butzke (2001), mostraram que pessoas que vivem em áreas de risco percebem os eventos como uma ameaça, porém, não costumam atribuir seus impactos a fatores sociais. Isso é comum com as enchentes, pois apesar de habitarem as áreas de planície de inundação dos rios, essas pessoas costumam atribuir a inundação de suas moradias à força da natureza e não à forma de ocupação do espaço.

Além disso, como observa Wenger (1978), dois fatores determinam o padrão de resposta da comunidade: os tipos de integração e conflitos existentes no período de normalidade e a experiência acumulada na confrontação da crise. Neste sentido, o tipo de organização social pré-impacto exerce uma influência decisiva no grau de vulnerabilidade das populações a eventos naturais, de tal modo que as situações encontradas no contexto pós-desastres podem ser entendidas como extensão das condições sociais vigentes na fase pré-desastre.

O que fica evidente em situações de desastres, principalmente no caso brasileiro, é a inexistência de atividades estruturadas que antecedam o evento perigoso, no sentido de diminuir a vulnerabilidade dos elementos em risco, bem como a ausência de ações que objetivem melhorar a informação e a comunicação com as comunidades envolvidas. Via de regra, as ações que acontecem durante o desastre, geralmente, realizadas pela Defesa Civil, são os resgates e os salvamentos, providenciando lugares provisórios para receber os desabrigados.

Entretanto, estratégias de gestão devem conter ações no sentido de incrementar a capacidade da comunidade para transformar a condições perigosas e reduzir a vulnerabilidade, englobando estratégias mais amplas do que a mera recuperação pós desastre.

Conforme a terminologia utilizada pela UN/ISRD (2009), a gestão dos desastre é um processos sistemático de utilizar diretrizes administrativas, organização, habilidades e

capacidades operacionais para executar políticas e fortalecer as capacidades de enfrentamento, com a finalidade de reduzir o impacto adverso de ameaças¹ naturais e a possibilidade de que ocorra um desastre.

A UNDRO (Office of the United Nations Disasters Relief Co-Ordinator) apresentou uma sequência de ações de Prevenção e Preparação, segundo os programas de Mitigações de Desastres, 1991, que são: identificação das ameaças e riscos; análise dos mesmos; medidas de prevenção; planejamento para situações de emergência; informações públicas e treinamento.

Neste sentido, ações integradas entre comunidade e universidade são fundamentais para que os efeitos dos desastres naturais sejam minimizados. A universidade deve contribuir na compreensão dos mecanismos dos desastres naturais através do monitoramento, diagnóstico e modelagem e estas informações devem ser repassadas à sociedade, permitindo o desenvolvimento de trabalhos de gerenciamento.

Frente à temática em questão, nesta pesquisa, o objetivo geral é analisar a vulnerabilidade das áreas sob ameaça de desastres naturais na cidade de Santa Maria/RS. Os objetivos específicos contemplados na pesquisa foram:

- a) Caracterizar os aspectos naturais e socioeconômicos de Santa Maria;
- b) Identificar a vulnerabilidade da população que pode ser afetada por desastres naturais;
- c) Relacionar a vulnerabilidade com as características sócioespaciais da cidade;
- d) Analisar os processos naturais causadores de desastres: inundação, erosão marginal e movimentos de massa;
- e) Identificar e mapear as áreas sob ameaça de desastres, conhecer formas de gerenciamento das áreas vulneráveis;
- f) Estabelecer graus de vulnerabilidade para as áreas sob ameaça;
- g) Criar um banco de dados contendo informações acerca desta temática em Santa Maria, fornecendo subsídios para os planos de prevenção de desastres em nível municipal.

As hipóteses mais pertinentes à temática acerca dos processos causadores de desastres são: a) existem áreas vulneráveis sob ameaça de desastres naturais em Santa Maria; b) a população com níveis socioeconômicos mais baixos é a mais vulnerável frente às situações de desastres; c) que o gerenciamento das áreas vulneráveis em Santa Maria é ineficiente.

¹ No documento intitulado “Terminologia sobre a redução de risco de desastre”, a ONU/EIRD considera o termo ameaça como sinônimo para o termo perigo.

1.2 Apresentação da área de estudo

O Município de Santa Maria, localizado no Centro do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1), a 292 km de Porto Alegre, está situado na Mesorregião Oeste, abrangendo uma área aproximada de 1.788.129 km². O perímetro urbano, ou Distrito Sede, área contemplada pela pesquisa, possui uma área de 133,71 km² que equivale a 7,46% do município. A divisão do perímetro urbano apresenta 8 Regiões administrativas onde estão inseridos 41 bairros e 250 Setores Censitários.

Em Santa Maria, a taxa de urbanização em 2010, segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, chegou a 95%, ou seja, dos 291.489 habitantes 248.347 ocupam a área urbana do município. Neste cenário, a densidade demográfica é de 145,98 hab/km². Assim, a área urbana do município possui alta densidade demográfica, quando comparada com o município inteiro. Portanto, o grau de perda frente aos desastres é sempre maior onde há grande concentração populacional, pois um maior número de pessoas pode ser afetado.

Em Santa Maria, a ocupação ao longo dos inúmeros cursos d'água, bem como a expansão urbana em direção às encostas corroboram para a ocorrência das situações de ameaça e risco referentes aos processos de dinâmica fluvial e dinâmica das encostas

Os processos de dinâmica fluvial são aqueles originados ou influenciados pela ação dos rios na abrangência da rede de drenagem. As cheias dos rios, que podem resultar em inundações, são processos naturais resultantes de índices pluviométricos mais elevados, entretanto, existe risco associado em função da ocupação das margens e das planícies de inundação.

As áreas afetadas em Santa Maria estão localizadas, principalmente, ao longo do arroio Cadena e seus tributários, além de trechos do rio Vacacaí Mirim que cortam a área urbana do município. O risco referente aos movimentos de massa está localizado junto às áreas de relevo mais acentuado ao longo do Rebordo do Planalto Central, situadas ao norte/nordeste da cidade.

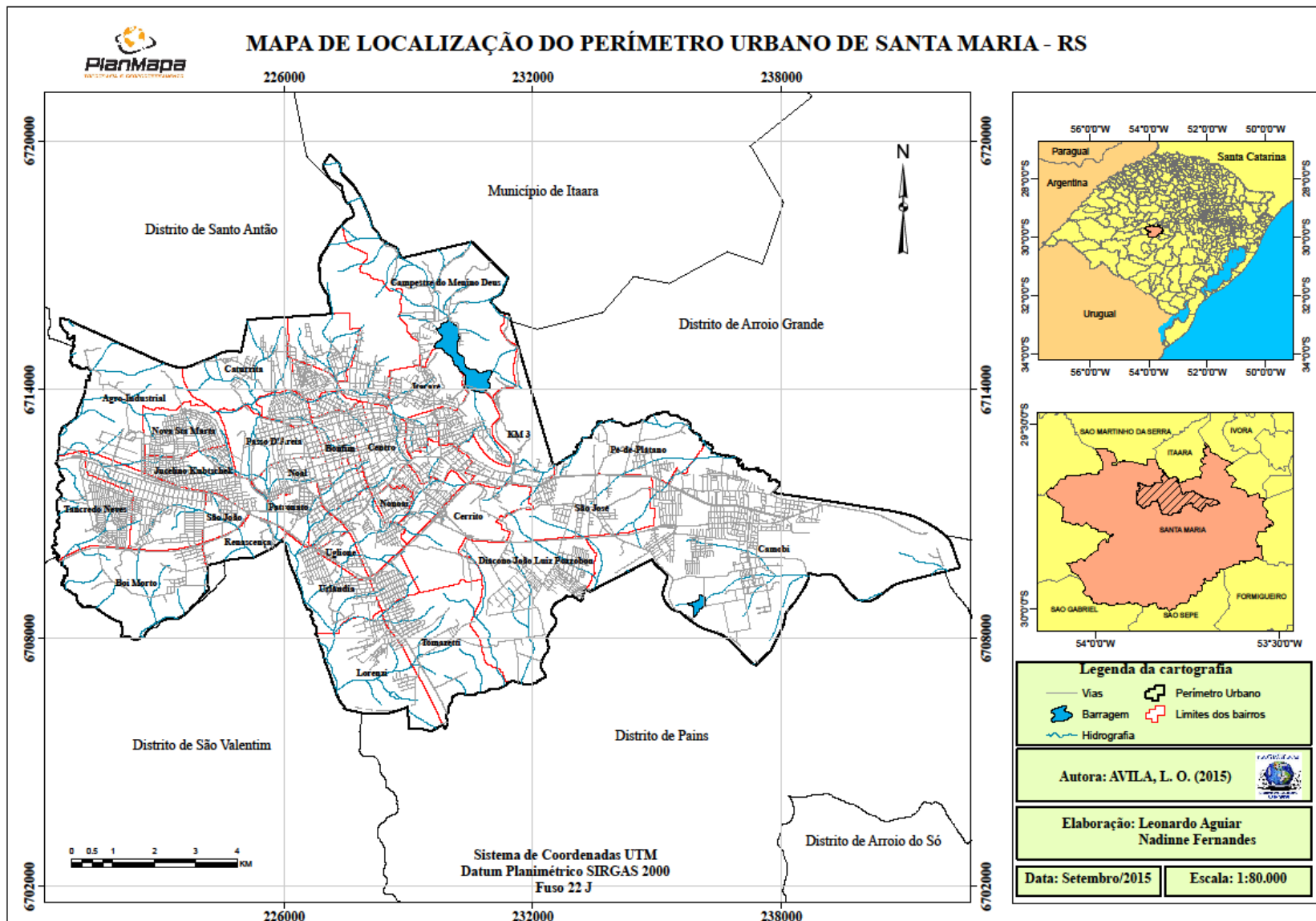


Figura 1: Mapa de localização de Santa Maria/RS. Autora: Avila (2015).

2 REVISÃO TEÓRICO-CONCEITUAL

Este capítulo apresenta a revisão de literatura acerca dos temas que envolvem os desastres naturais, a base teórica necessária para discussões e análises pertinente sobre a vulnerabilidade da população, envolvida em situações de ameaça e risco.

A estrutura da pesquisa teórico-conceitual do trabalho está organizada da seguinte forma: Desastres Naturais, intensidade, evolução, origem e duração; Conceitos básicos de susceptibilidade, ameaça, perigo e risco; Ocupação do espaço urbano; Processos causadores de desastres, características climáticas do Rio Grande do Sul, dinâmica de encostas (movimentos de massa e suas classificações), dinâmica fluvial (erosão fluvial, inundações e suas classificações); Gestão das áreas com ameaça de desastres naturais, zoneamento e mapeamento de desastres em áreas urbanas.

2.1 Desastres Naturais: gênese e caracterização

O entendimento e a gestão dos desastres são princípios fundamentais para o desenvolvimento regional urbano, principalmente nos países periféricos, onde os sistemas de enfrentamento ainda estão em vias de estruturação ou são ineficientes.

A ocorrência de desastres naturais não é um fenômeno dos últimos tempos, no entanto, o não entendimento do risco de desastres naturais, em muitos casos, é uma tendência relativamente recente e tem aumentado de forma significativa. Com o aumento da população e a flutuação das condições sociais, a relação entre os seres humanos e seu meio ambiente torna-se mais complexa.

Enquanto os riscos naturais continuaram a ocorrer, a sua capacidade de se tornar um desastre ou meramente um evento controlável depende de muitos fatores, incluindo a magnitude do risco, a vulnerabilidade das pessoas e suas comunidades, o meio ambiente construído e os sistemas políticos (DWYER *et al*, 2004).

Neste contexto, inundações, movimentos de massa, secas, tempestades, furacões, entre outros, são fenômenos naturais fortemente influenciados pelas características regionais, tais como tipo de solo e rocha, topografia, vegetação, condições climáticas, entre outros. Quando estes fenômenos ocorrem em locais habitados pelo homem, resultando em danos (materiais e humanos) e prejuízos (socioeconômicos), são considerados “desastres naturais”.

Eventos naturais podem se tornar desastres se as pessoas são afetadas direta ou indiretamente. O termo “desastre” não é usado para dizer apenas uma coisa: a definição do termo pode variar muito, dependendo do ponto de vista e do ambiente cultural.

No meio científico internacional, a definição de “desastre” mais utilizada é aquela apresentada pela ISDR (Updated and Expanded Terminology on Disaster Reduction, 2002, pg. 24) que diz “*A serious disruption of the functioning of society, causing widespread human, material or environmental losses which exceed the ability of affected society to cope using only its own resources*”.

Na classificação do Cred - Centro de Estudos de Epidemiologia de Desastres, da Universidade Católica de Louvain, Bélgica - um evento é um desastre natural quando afeta diretamente ao menos cem pessoas, ou deixa um mínimo de dez mortes.

No Brasil, para Castro (1998), “desastre” pode ser definido como o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados/intensificados pela ação humana, sobre um ecossistema, causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e, como consequência, causam prejuízos econômicos e sociais. Vale ressaltar que o autor utiliza o termo “adverso” com o significado de hostil, inimigo, contrário, ou seja, aquilo que pode provocar infortúnio e infelicidade.

Os desastres naturais podem ser divididos em dois grandes tipos. Os “geológicos” são aqueles que têm origem, como diz o nome, na estrutura geológica do planeta: terremotos, maremotos, vulcões. Os “hidrometeorológicos” são fenômenos climáticos, como ciclones, enchentes, secas, ondas de calor ou frio, vendavais (Figura 2).

Ano	Hidrometeorológicos	Geológicos
1900-1909	28	40
1910-1919	72	28
1920-1929	56	33
1930-1939	72	37
1940-1949	120	52
1950-1959	232	60
1960-1969	463	88
1970-1979	776	124
1980-1989	1.498	232
1990-1999	2.034	325
2000-2005	2.135	233

Figura 2: Distribuição dos desastres naturais segundo a origem, a nível mundial. Fonte: EM-DAT, Cred, Université Catholique de Louvain (2012).

Os dados mostram que, na primeira década do século XX, houve 40 desastres geológicos e 28 hidrometeorológicos. Nos anos 1940, os segundos já eram mais comuns do que os primeiros: 120 contra 52. Nos anos 1970, foram 776 casos hidrometeorológicos contra 124 geológicos. De 2000 a 2005, a proporção aumentou muito. A soma de terremotos, maremotos e erupções vulcânicas atingiu 233 casos. Por outro lado, enchentes, secas, ciclones e outros fenômenos ligados ao clima chegaram a 2135.

inda que seja possível questionar a maior frequência das catástrofes, é quase consensual que elas estão mais destrutivas, isto é, afetam cada vez mais pessoas e, por consequência, provocam maiores prejuízos (Figura 3).

Isso porque, além das mudanças naturais na estrutura e na atmosfera terrestre, influenciadas ou não pelas atividades humanas, há uma crescente concentração de pessoas em espaços reduzidos do território, como é o caso das cidades. Portanto, quando maior o número de habitantes, maior será, obviamente, o número de vítimas.

Embora o mundo todo esteja sujeito à ocorrência de algum tipo de desastre, o nível relativamente baixo de desenvolvimento de uma sociedade, bem como a sua infraestrutura frágil, além da precariedade das habitações, a torna ainda mais vulnerável aos desastres, mesmo que estes não apresentem grande magnitude.

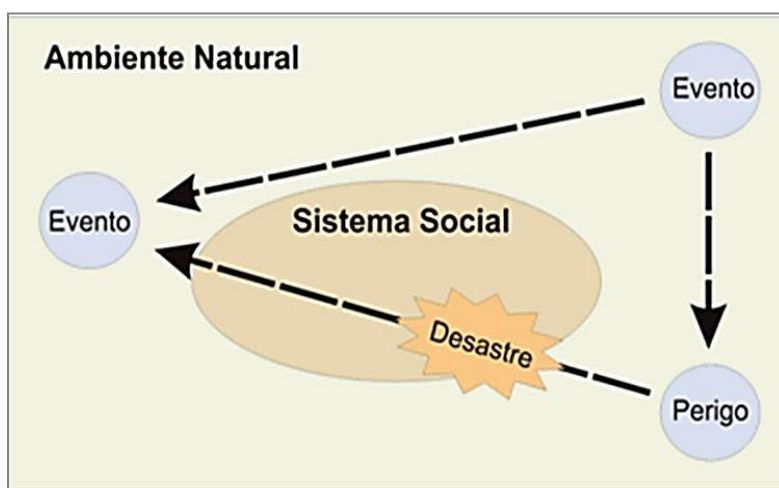


Figura 3: Esquema demonstrativo das etapas de um evento natural. Fonte: <http://www.inpe.br>

Caso haja o impacto, só será considerado como desastre quando os danos e prejuízos foram extensivos e de difícil superação pelas comunidades afetadas. Se não gerar danos ou seguir sua trajetória por áreas não ocupadas, o fenômeno “volta” a ser considerado como um evento natural.

Contudo, isto vai depender da magnitude e da realidade socioambiental da área afetada, pois os danos acarretam o desequilíbrio dos serviços essenciais vinculados ao fornecimento de água, luz, comunicação e transporte, como também nas atividades comerciais e industriais. Isso nos permite dizer que uma chuva muito intensa é um evento adverso, e o desastre é o resultado da chuva muito intensa que pode gerar, por exemplo, inundações.

Segundo White (1974) são cinco os itens a serem considerados para o estudo de desastres naturais: i) estimar os locais ocupados em áreas de risco; ii) determinar uma faixa de possível ajuste contra eventos extremos; iii) examinar como a população percebe os desastres naturais; iv) analisar os processos de seleção de medidas adequadas e v) estimar os efeitos da política sobre essas medidas. No entanto, é importante levar em consideração como os aspectos socioeconômicos contribuem para a geração de desastres.

Burton *et al* (1978), sugeriram para as pesquisas científicas sete parâmetros relacionados aos eventos naturais que estão diretamente vinculados aos desastres naturais: i) magnitude: alta/baixa; ii) frequência: frequente/rara; iii) duração: longa/curta; v) extensão: ampla/limitada; vi) velocidade: rápida/lenta; vii) dispersão espacial: difusa/concentrada; viii) espaço temporal: regular/irregular.

No Brasil, com relação à classificação, os desastres naturais podem ser diferenciados entre si pela intensidade, pela evolução, pela origem e pela duração. As três primeiras classificações são descritas com base em Castro (1999).

2.1.1 Intensidade dos desastres

Este item da classificação tem fundamental importância, devido à força com que o fenômeno pode atingir uma determinada comunidade. Para este item, o autor utiliza quatro níveis diferentes de intensidade, conforme o grau de magnitude e os prejuízos causados ao município atingido (Tabela 1).

Tabela 1: Classificação dos desastres em relação à intensidade.

<i>Nível</i>	<i>Intensidade</i>	<i>Situação</i>
I	Desastre de pequeno porte, onde os impactos são pouco importantes e os prejuízos pouco vultosos (5% do PIB municipal).	Facilmente recuperável com os recursos do município.
II	De média intensidade, onde os impactos são de alguma importância e os prejuízos são significativos, embora não sejam vultosos (10% do PIB municipal).	Superável pelo município, desde que envolva uma mobilização e administração especial.
III	De grande intensidade, com danos importantes e prejuízos vultosos (entre 10 e 30% do PIB municipal).	A situação de normalidade pode ser restabelecida com recursos locais, desde que completados com recursos estaduais e federais. (Situação de Emergência – SE).
IV	Com impactos muito significativos e prejuízos muito vultosos (mais de 30% do PIB municipal).	Não é superável pelo município sem que receba ajuda externa. Eventualmente necessita de ajuda internacional. (Estado de Calamidade Pública- ECP).

Fonte: Castro (1999).

Os desastres classificados entre os dois primeiros níveis ocorrem frequentemente na área urbana de Santa Maria/RS. A maioria deles estão relacionados à dinâmica fluvial, neste caso, inundações e erosões/solapamento de margens. Com uma frequência menor, ocorrem aqueles relacionados à dinâmica de encostas, cujos registros ocorrem em áreas localizadas junto ao rebordo do Planalto Meridional.

Quando há necessidade do apoio dos governos estadual e federal, o município tem que preencher o formulário AVADAN (Avaliação de Danos) e o envia com os demais documentos exigidos pela Defesa Civil Estadual que homologa ou não a situação decretada pelo município. O AVADAN foi substituído em 2012 pelo FID (Formulário de Intensidade de Desastres) que, por ser preenchido e manipulado de forma eletrônica, torna mais ágil à situação de resposta e socorro.

Conforme o Ministério da Integração Nacional, o Poder Executivo Federal apoiará, de forma complementar, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios em situação de emergência ou estado de calamidade pública, por meio dos mecanismos previstos nesta Lei. O apoio previsto será prestado aos entes que tiverem a situação de emergência ou estado de calamidade pública, reconhecidos pelo Poder Executivo Federal.

O reconhecimento previsto dar-se-á mediante requerimento do Poder Executivo do Estado, do Distrito Federal ou do Município afetado pelo desastre. O requerimento previsto

deverá ser realizado diretamente ao Ministério da Integração Nacional, no prazo máximo de dez dias após a ocorrência do desastre, devendo ser instruído com ato do respectivo ente federado que decretou a situação de emergência ou o estado de calamidade pública.

O documento deve conter as informações sobre o tipo do desastre, de acordo com a codificação de desastres, ameaças e riscos, definida pelo Ministério da Integração Nacional; a data e local do desastre; a descrição da área afetada, das causas e dos efeitos do desastre; a estimativa de danos humanos, materiais, ambientais e serviços essenciais prejudicados; a declaração das medidas e ações em curso, capacidade de atuação e recursos humanos, materiais, institucionais e financeiros empregados pelo respectivo ente federado para o restabelecimento da normalidade.

De acordo com a Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC), os desastres súbitos (agudos) geralmente caracterizam a situação de emergência e até o estado de calamidade pública, enquanto os desastres graduais (crônicos) não justificam na maioria dos casos a decretação, pois sua evolução permite realizar uma preparação e resposta ao desastre, o que pode reduzir os danos e prejuízos.

Caso os desastres naturais dos níveis I e II apresentem frequências semelhantes às dos níveis III e IV ou pelo menos a mesma proporção, não haverá problema na caracterização. Entretanto, pode ocorrer uma situação onde um município sofre com bastante frequência desastres naturais de nível I, mas não possui nenhuma experiência com nível III. Neste caso, em termos de percepção, esse município poderá ser considerado como seguro, no entanto, não o sendo.

Diante do exposto, afirma-se que os fenômenos naturais são eventos comuns na dinâmica no planeta, porém, a partir do desenvolvimento urbano e o crescimento populacional, é praticamente impossível que algum destes não afete um dado número de pessoas.

Por isso a importância das ações públicas diante destes fatos. Mas, antes, faz-se necessário conhecer a dinâmica que envolve a evolução, a origem e a duração dos desastres. Apesar da gênese dos processos ser muito parecida, as consequências geradas por eles vão depender, acima de tudo, da capacidade de enfrentamento da população e do auxílio prestado pelos órgãos competentes.

Em outras palavras, considera-se que a gestão de desastres perpassa pelo conhecimento prévio dos fenômenos, seguido pela identificação e espacialização das áreas com potencial de atingimento e, por fim, pela gestão adequada dos eventos danosos.

2.1.2 Evolução dos desastres

Considerando a sua evolução, os desastres naturais podem ser classificados em: i) desastres súbitos, que são aqueles caracterizados pela grande velocidade com que surgem e evoluem; ii) os desastres graduais, caracterizam-se pelo agravamento progressivo dos eventos e; iii) o somatório de efeitos parciais, ou seja, considera-se numerosos acidentes semelhantes, no qual a soma dos impactos define um desastre de grande proporção.

O fator tempo (história) sobre os desastres, apesar de mais efetivamente estudado na atualidade, ainda faltam registros para o aprofundamento/conclusão de muitas pesquisas. Mas pode-se observar dois aspectos distintos: um é a repetitividade, isto é, os desastres podem ocorrer diversas vezes em mesmo lugar. Por exemplo, se não houver alteração na condição climática e na condição geomorfológica, as inundações e movimentos de massa podem ocorrer várias vezes no mesmo local.

Além disso, um determinado tipo de desastre pode alterar-se ao longo do tempo em um mesmo local. Devido às intervenções humanas, as condições geoambientais normalmente se alteram, por exemplo, através das formas de uso do solo. Isto pode facilitar ou diminuir a possibilidade de ocorrência de um tipo de desastre e até provocar o surgimento de outro tipo.

Isso pode ser percebido em vários locais de Santa Maria/RS. Em episódios de pluviosidade intensa e duradoura, conforme levantamento histórico, as inundações ocorrem, quase sempre, nos mesmos bairros e vilas da cidade. Em certos casos, ações são realizadas por parte do poder público municipal para prevenir ou mitigar as situações de risco.

No entanto, desastres de menores proporções, no qual se acredita mais adequado denominá-los acidentes, passam, muitas vezes despercebido, como é o caso dos acidentes resultantes da erosão das margens fluviais.

Por ser um processo quase sempre localizado, ou seja, não apresenta uma extensão contínua, não tem a atenção devida do poder público ou da comunidade, apenas dos moradores que são diretamente atingidos.

2.1.3 Origem dos desastres

Sobre a origem dos desastres, (Castro 1999) classifica em três tipos: i) naturais, que são provocados por fenômenos naturais extremos que independem da ação humana; ii) humanos, que são aqueles causados pela ação ou omissão humana e; iii) mistos, associados às ações ou omissões humanas, que contribuem para intensificar, complicar ou agravar os desastres naturais.

No entanto, essa classificação não pode ser considerada plenamente, pois segundo o próprio autor, quase todos os desastres recebem, de alguma maneira, uma influência antrópica. Sendo assim, existiriam somente desastres mistos.

A área urbana de Santa Maria está inserida nessas considerações do autor. Os eventos de inundações e movimentos de massa são fenômenos que ocorrem naturalmente nas planícies de inundação e nas encostas, respectivamente. No entanto, a ocupação dessas áreas e as modificações dela decorrentes podem torná-los mais frequentes ou mais intensos.

2.1.4 Duração dos desastres

Em se tratando do período de ocorrência dos desastres, Sidle *et al.* (2004) os classifica em episódicos e crônicos. Geralmente os desastres denominados episódicos chamam mais atenção por causa de sua magnitude e ocorrência com certa frequência num determinado local em função das características climáticas e topográficas, associadas ou não ao uso e ocupação do solo.

Os desastres crônicos são aqueles que geram algum prejuízo ambiental em longo prazo e são, frequentemente, subestimados ou ignorados e quando registrados, somente os registros históricos são considerados.

Há possibilidade de outra distinção entre eventos: súbitos e lentos. As secas extremas são eventos lentos por natureza e as suas causas e efeitos são muito mais difíceis de determinar. Devido à natureza progressiva do processo (ao longo de meses e até mesmo anos), as causas são mais complexas e muitas vezes é possível identificar apenas seus efeitos indiretos.

Já os eventos que acontecem subitamente, como terremotos, inundações e deslizamentos de terra, têm seus efeitos sentidos imediatamente e o atendimento às pessoas afetadas é feito rapidamente.

Normalmente, a sociedade está mais preparada para os pequenos desastres naturais em virtude da sua elevada frequência. Mas quando (e se houver) um desastre que ultrapasse a capacidade de suporte das medidas de preparação e resposta, os danos e prejuízos serão extensivos, podendo tornar-se um evento catastrófico. Isto demonstra a importância das pesquisas relacionadas ao tema, facilitando o acesso às informações e auxiliando em eventos de maiores proporções.

Os desastres de origem natural podem estar relacionados com a dinâmica interna e externa da Terra, ou seja, eventos ou fenômenos internos causados pela movimentação das placas tectônicas, que tem reflexo na superfície do planeta (terremotos, maremotos e atividades vulcânicas); ou de origem externa gerada pela dinâmica atmosférica (tempestades, tornados, inundações, secas, erosão, etc).

No entanto, os desastres de causas naturais podem ser agravados pela ação antrópica inadequada, isto é, situações causadas pelo homem que ajudam a intensificar o desastre e suas consequências (Tabela 2).

Tabela 2: Agravantes antrópicos relacionados aos desastres.

<i>Agravantes humanos</i>	<i>Desastres consequentes</i>
Retirada da mata ciliar, assoreamento dos rios e ocupação de planícies de inundação	Inundações
Impermeabilização do solo (concreto, asfalto)	Inundações bruscas
Ocupação desordenada de encostas íngremes	Escorregamentos

Fonte: Adaptado de Kobayama (2006).

Os agravantes antrópicos (desmatamento, assoreamento, impermeabilização, ocupação desordenada) e as suas consequências descritas na Tabela 2 formam a realidade das áreas de ameaça e risco em Santa Maria. Praticamente todos os locais afetados apresentam essas características. No entanto, as consequências podem apresentar uma espacialização diferente, ou seja, são localizadas ou se apresentam mais distantes de onde ocorreram as ações antrópicas mais significativas.

Ao utilizar vários autores e seus respectivos conceitos sobre desastres, procurou-se evidenciar o vasto campo de conhecimento que esta temática possibilita. No entanto, para este trabalho, utiliza-se o termo “desastre” para qualquer fenômeno natural ou originado por ações antrópicas que afeta os seres humanos, causando prejuízos econômicos e/ou perda de vidas.

O risco de desastre (de uma região, de uma família, ou uma pessoa) é, portanto, composto de dois elementos: susceptibilidade e vulnerabilidade. Desse modo, é claro que só existe um risco se houver vulnerabilidade ao perigo representado por um evento natural.

A identificação de riscos começa com a identificação do perigo e, em seguida, avalia-se a vulnerabilidade correspondente, ou seja, as possíveis repercussões, no caso de um fenômeno natural ocorrer. Neste sentido, comunidades que são incapazes de proteger-se suficientemente contra os efeitos adversos de um evento natural, são, portanto, vulneráveis ao desastre.

A partir dessas considerações, o texto segue com a discussão acerca dos conceitos ameaça, perigo e risco. O conhecimento destes conceitos é indispensável para identificação e análise do grau de vulnerabilidade das áreas abrangidas pela pesquisa.

2.2 Conceitos Básicos: Risco, Perigo, Susceptibilidade e Ameaça

O termo risco (*risk*) é utilizado pelos pesquisadores, de modo geral, para exprimir uma situação futura, baseada na incerteza e na insegurança da ocorrência de algum fenômeno. Portanto, ser/estar em risco é ser/estar suscetível à ocorrência de um perigo.

Contudo, não há uma palavra correspondente em português (ou em outras línguas latinas, como o espanhol e o francês) que expresse o verdadeiro significado desta palavra. E aí reside certa confusão nas traduções, utilização e entendimento destes conceitos. Neste sentido, White e Burton (1980, p.1) acrescentam:

One school of thought sees risk as more or less synonymous with hazard; that is, an event or act which holds adverse consequences. In this view the degree of risk is related both to its probability and to the magnitude of its consequences.

Os termos perigo (*hazard*) e risco (*risk*) são frequentemente utilizados como sinônimos, mas eles não são. As definições de perigo e risco elaboradas pelo United Nations Development Programme (2004), amplamente utilizadas no mundo inteiro, deixam clara esta diferença.

Assim, o perigo (natural ou não) está relacionado à probabilidade de ocorrência de processos ou fenômenos que ocorrem na biosfera, podendo constituir um evento danoso e serem modificados pela atividade humana, enquanto o risco é a probabilidade de perda esperada para uma área habitada em um determinado tempo, devido à presença iminente de um perigo.

Segundo Aneas de Castro (2000) há tanto valoração quantitativa quanto qualitativa, estando a incerteza presente nas questões referentes ao risco. Considera ainda que:

El concepto incluye la probabilidad de ocurrencia de un acontecimiento natural o antrópico y la valoración por parte del hombre en cuanto a sus efectos nocivos (vulnerabilidad). El riesgo ambiental es una circunstancia de la existencia social cuya naturaleza y significado depende de la experiencia, del desarrollo socioeconómico y de las estrategias con que se enfrentan los peligros. La percepción adecuada de las características del peligro es un elemento decisivo a la hora de dar respuestas al evento, situación que influye no sólo en los costos que este provoca sino en todas las actividades de la vida del grupo.

A propósito, Dwyer (2004) inclui o conceito de “*natural hazard*” como sendo um evento especificamente natural, caracterizado por certa magnitude e probabilidade de ocorrência e, comum a todos os perigos naturais, é a incerteza da ocorrência dos riscos, a sua magnitude e extensão espacial do impacto do perigo potencial.

Hoffmann (2002) faz uso do mesmo conceito, acrescido de uma distinção entre um perigo real natural e um perigo sócio-natural. Em função do complexo conjunto de influências, esta distinção é difícil de fazer, mas é útil para ajudar a definir as medidas de gestão de desastres de risco.

Em outras palavras, considera-se, teoricamente, que os seres humanos não exercem nenhuma influência no que diz respeito ocorrência dos fenômenos naturais. Contudo, os perigos sócio-naturais são induzidos ou agravados por uma combinação de eventos naturais extremos e intervenções humanas na natureza.

Apenas alguns perigos, como terremotos, por exemplo, são fenômenos “puramente naturais”, a maioria dos outros, como incêndios florestais, inundações e deslizamentos de terra, pode acontecer com e sem intervenção humana.

Explicando tal relação, um fenômeno atmosférico extremo como um tornado, que costuma ocorrer em uma determinada região (susceptibilidade) e época conhecida, gera uma situação de perigo.

Se ele se deslocar na direção de uma área povoada, com uma possibilidade real de prejuízos em determinado período (vulnerabilidade), teremos então uma situação de risco. Se o fenômeno atingir a área povoada, provocando danos materiais e vítimas, será denominado como um desastre natural. Caso o mesmo ocorra não ocasionando danos, será considerado evento natural (OGURA e MACEDO, 2002).

No Brasil, dependendo dos profissionais e instituições, traduz-se o termo em inglês *hazard* como “perigo” ou “ameaça”. Neste trabalho, adotar-se-á o termo “perigo” para a tradução de *hazard*.

Além disso, dois tipos de perigo geram situações de risco completamente distintas para uma mesma área, devido à época de ocorrência (estação do ano), a tipologia do fenômeno (inundação ou movimento de massa), a intensidade e abrangência dos mesmos (estiagem e tornado). Dessa forma, nota-se que a grandeza do perigo não acompanha a do risco. Em outras palavras, o valor de perigo não tem uma relação linear com o do risco.

Analisando a literatura, as definições de risco, vulnerabilidade, perigo e susceptibilidade, observa-se que não há um acordo entre os pesquisadores e/ou gerenciadores. Isto aumenta mais a dificuldade no estabelecimento de métodos comuns.

Neste sentido, quando se trata de risco, deve-se considerar, além do perigo, a vulnerabilidade (densidade demográfica, infraestrutura, pobreza, etc.) do sistema que está prestes a ser impactado (Figura 4).



Figura 4: Esquema representativo da combinação do perigo, da exposição e da vulnerabilidade. Fonte: <http://ninamarlena.wordpress.com>.

Dwyer (2004) refere-se à vulnerabilidade como sendo a capacidade de enfrentamento e recuperação de um elemento exposto durante um impacto. Definições de vulnerabilidade a desastres naturais geralmente se referem às características de um elemento exposto a um perigo (estrada, construções, pessoas) que contribui para a capacidade desse elemento para resistir, enfrentar e se recuperar do impacto de um perigo natural.

O fato de “medir” os aspectos de vulnerabilidade social à desastres naturais tem sido explorado amplamente em situações de emergência e em literatura a mais de 30 anos (DWYER, 2004). No entanto, a pesquisa concentrou-se principalmente em metodologias de avaliação mais qualitativa do que quantitativa.

Nenhuma investigação baseada num único indicador de vulnerabilidade irá fornecer uma resposta holística e abrangente, no entanto, há aspectos de vulnerabilidade que podem ser explorados e representados através do desenvolvimento e aplicação de indicadores de vulnerabilidade quantitativos.

Neste aspecto, Hoffmann (2002) acrescenta que este conceito abrange vários indicadores que devem ser levados em conta para determinar a vulnerabilidade de uma família, de uma comunidade ou de um país. Entre eles o autor apresenta que: os recursos humanos e financeiros são insuficientes para a gestão e o enfrentamento do risco de desastres; a falta de coordenação entre as instituições responsáveis; o baixo nível de participação da população nos processos democráticos diminui suas capacidades de autoajuda; uma cultura de prevenção insuficientemente promovida.

Considera-se, no decorrer deste trabalho, o termo “susceptibilidade” para caracterizar as áreas que apresentam, naturalmente, a(s) característica(s) deflagrada(s) de algum tipo de desastre. A expressão “vulnerabilidade” está relacionada às condições socioeconômicas da população, ao padrão construtivo das residências e à infraestrutura local.

Os termos “perigo” e “risco” são utilizados conforme definição da UNDP (2004). O perigo resulta da probabilidade de ocorrência de processos ou fenômenos naturais que podem causar uma consequência desagradável em um determinado período de tempo. O risco é a probabilidade de perda esperada para uma área habitada em um determinado tempo, devido à presença iminente de um perigo.

O termo “ameaça” está relacionado às condições físico-naturais do terreno ou área ocupada, ou seja, resulta da maior ou menor suscetibilidade à ocorrência de fenômenos que podem colocar o homem em situação de perigo (CAMPOS, 1999).

Conforme Narvaéz et al. (2009), as ameaças são definidas pelas características dos eventos naturais ou intensificadas pela ação humana. Esses eventos caracterizam-se por sua localização geográfica, magnitude, intensidade, frequência e probabilidade. Além disso, consideram-se ainda as situações ambientais alteradas por eventos causadores que são as ameaças naturais, tais como chuvas fortes, inundações, secas, movimentos de massa ou por condições de degradação ambiental.

Silva Junior e Szlafsztain (2013, pg. 65), em epítome, relacionam os termos vulnerabilidade e ameaça descrevendo que a “vulnerabilidade é a probabilidade que um sujeito, população, ou elemento exposto ou localizado em área de influência de uma ameaça, de acordo com o seu grau de suscetibilidade socioeconômica e demográfica”, levando em consideração a

capacidade de enfrentamento e recuperação destes elementos após a ocorrência da referida ameaça.

Por ser vulnerabilidade um dos objetivos principais deste trabalho, acreditou-se que as considerações descritas acima não seriam suficientes para a compreensão efetiva da problemática. Portanto, o item a seguir foi reservado para discussões mais detalhadas sobre o tema.

2.3 Vulnerabilidade: definições e termos

As discussões acerca dos desastres naturais têm ganhado cada vez mais ênfase nas esferas organizacionais, acadêmicas, científicas e midiáticas em decorrência do grande número de pessoas vitimadas, seja pela perda de vida, por ferimentos/doenças ou, ainda, por vultosos prejuízos econômicos. Neste sentido, um evento natural passa a ser considerado como “desastre” no momento em que as suas consequências, independente da magnitude, podem afetar o bem-estar dos seres humanos, individual ou coletivamente.

De certo, associa-se o termo “desastre”, principalmente pela exposição que os graves acontecimentos têm junto aos meios de comunicação, somente aos eventos de grande magnitude, ou seja, aqueles em que são volumosos o número de vítimas e o montante capital em perdas e prejuízos. No entanto, a minudência de análise permite inferir que os danos físicos, morais e patrimoniais sofridos são intrínsecos à capacidade de enfrentamento e resposta de uma comunidade afetada por eventos naturais perigosos.

O objetivo principal desta discussão é o apontamento e análise das variáveis que afetam a vulnerabilidade da população frente às consequências danosas provocadas por processos geológicos-geomorfológicos, procurando salientar a relação existente entre diferentes graus de vulnerabilidade e às questões socioespaciais, econômicas, histórico-culturais e ao gerenciamento das áreas sob ameaça.

Sem nenhum intuito de desmerecimento em relação às pesquisas que, durante décadas, contribuíram para o amadurecimento e enriquecimento da temática, mas que trataram de analisar os riscos naturais somente pelo ponto de vista dos processos geofísicos, descurando, por vezes, de aspectos importantes como estratégias individuais e coletivas para o enfrentamento das situações perigosas, a vulnerabilidade das pessoas e dos grupos e a capacidade de resiliência das comunidades (MENDES *et al*, 2011).

Nas duas últimas décadas, o conceito de vulnerabilidade tem sido amplamente discutido por inúmeros autores das mais variadas instituições científicas e acadêmicas, cujos conceitos ora diferem ora convergem para a mesma ideia. No entanto, cada situação de ameaça e risco, em diferentes escalas, exige uma adequação e direcionamento da abordagem conforme a realidade do contexto analisado.

Para Prescott-Allen (2001), a avaliação da vulnerabilidade social envolve a interação existente entre o ser humano e a natureza. O conceito de Dwyer et al. (2004) define vulnerabilidade social como a capacidade de um elemento se recuperar do impacto de um desastre natural. Hufschmidt et al. (2005), utiliza o termo vulnerabilidade social para representar o nível de resiliência e de resistência dos indivíduos e comunidades quando expostos a processos ou acontecimentos perigosos.

Phillips et al. (2009) faz uso da definição de vulnerabilidade social com base no nível de propensão individual e coletiva para se ser afetado pelos riscos e na capacidade de resposta a um acontecimento perigoso. E, para a ISDR (2011), o conceito de vulnerabilidade refere-se à propensão da população às perdas provocadas pelos eventos danosos, na estreita dependência de características físicas, sociais, políticas, econômicas, culturais e institucionais dos territórios afetados

Em termos não menos importantes, Cutter (2006) considera que pessoas (ou populações) vulneráveis são aquelas que se encontram em risco não somente porque estão expostas aos perigos naturais, mas também pela situação de quem vive à margem da sociedade e cujas vidas são uma emergência constante.

Neste sentido, salienta-se que um evento danoso pode afetar uma área de forma regular, porém, as consequências dos desastres naturais não são sentidas igualmente por todos os seus habitantes. Por via de regra, são os mais pobres, os menos instruídos, as mulheres, as crianças e os idosos que sofrem mais intensamente com os efeitos dos desastres naturais, conforme Braga *et al* (2006).

A vulnerabilidade é questão fundamental da problemática que envolve à exposição aos desastres naturais; por isso é considerada, por quase unanimidade dos autores (BLAKE *et al.*, 1996; WATSON et al., 1998; MCNALLY et al., 2003; PEREIRA et al.; 2003; BRAGA et al., 2003; NORRIS et al., 2008; CUTTER et al., 2008, MENDES et al., 2011; GONÇALVES, 2009; entre muitos outros) que direcionam suas pesquisas para o tema, como fator intrínseco ao risco.

As pesquisas convergem, ainda, para o consenso de dimensões multifacetadas, a partir da qual é possível identificar situações de vulnerabilidade não só dos indivíduos, mas também

das famílias ou das comunidades. Tais dimensões se referem às características sociodemográficas dos indivíduos e/ou das famílias e às características relativas ao meio social em que estes estão inseridos.

Ser “vulnerável” é ser sujeito ou sistema exposto a uma ameaça expressa e sua predisposição para o dano. Gonçalves (2009) acrescenta que os efeitos negativos são consequências do impacto de eventos potencialmente traumáticos que podem ser cumulativos, resultando em riscos associados e exponenciais quando há recorrência dos fenômenos. Para uma visão mais completa sobre a vulnerabilidade como dimensão dos riscos, é imprescindível pensar as características socioeconômicas da população, principalmente as que se referem à pobreza.

A pobreza, juntamente com as privações dela decorrentes, é o substrato sócio histórico de vulnerabilidade porque promove ligações entre os pontos fracos da consciência social, próprios da marginalidade, e as condições adversas para uma vida segura (moradias expostas em áreas de perigo, deficiências habitacionais, falta de comunicação física e social com centros de concentração de serviços e informações, entre outros).

Do ponto de vista das condições materiais de existência, a pobreza e a vulnerabilidade se reforçam mutuamente. Pela mesma lógica, para dizer “não” à vulnerabilidade, são necessários projetos sociais capazes de combater a pobreza. No entanto, a pobreza e vulnerabilidade não suscitam os mesmos problemas para o desenvolvimento social: a pobreza dificulta, mas não extingue alternativas para a redução da vulnerabilidade que tem a ver, principalmente, com a capacidade da população em agir preventivamente.

No entanto, a vulnerabilidade não é sinônimo de pobreza. Pode se considerar uma parcela significativa da população sendo vulnerável, apesar de não ser considerada pobre de acordo com os critérios estabelecidos pela linha da pobreza.

Nesta perspectiva, sobre a relação entre a vulnerabilidade e as condições socioeconômicas das comunidades, Watson et al. (1998) argumenta que, normalmente, os sistemas populacionais em países em desenvolvimento são mais vulneráveis, onde as circunstâncias econômicas e institucionais são menos favoráveis; e ainda, o grau de vulnerabilidade é maior conforme diminui a adaptabilidade da populações à situação pós desastre.

Cabe, à luz do parágrafo anterior, o conceito exposto por Blake *et al.* (1996) que associa vulnerabilidade ao conjunto de características pessoais ou coletivas a partir do ponto de vista da sua capacidade de antecipar, resistir e se recuperar do impacto causado por um desastre. Vê-

se a importância de tratar a vulnerabilidade não somente ligada aos aspectos que antecedem os eventos danosos (moradias em áreas de risco, registros de eventos anteriores, infraestrutura urbana deficiente, entre outros) mas, também, sob os aspectos que envolvem a resposta e a recuperação da comunidade (ações estruturais e não estruturais).

Mendes *et al* (2009) de acordo com a complexidade da temática em questão, ressalta que

“O quadro de vulnerabilidade delinea-se a partir de uma conjunção de fatores. Ela resultaria de um agregado de condições e/ou características, em várias dimensões, que, acionadas em conjunto, ou mesmo de maneira individual, podem tornar-se elementos capazes de aumentar a capacidade de resposta aos efeitos de fenômenos (estruturais ou conjunturais) que afetam as condições de bem-estar” (Mendes et al, 2009, pg. 148).

Longe de serem únicos, porém indispensáveis para a discussão proposta, enfatiza-se os aspectos socioeconômicos relativos à densidade populacional, à distribuição de renda, à faixa etária e à educação; e os aspectos estruturais relacionados às redes de infraestrutura, à tipologia das edificações, à falta de planejamento urbano, ao uso e ocupação do solo.

Vários estudos apontam que, para reduzir a vulnerabilidade aos desastres naturais, é preciso aumentar a resiliência da população através da identificação das áreas de risco, proibindo, assim, a ocupação; de edificações e infraestrutura preparadas para os perigos; da preparação da população, disseminando a cultura de prevenção de riscos; do desenvolvimento de sistemas de alerta.

O termo “resiliência” é originário das Ciências Físicas e diz respeito à propriedade de alguns materiais em acumular energia quando submetidos a estresse sem que ocorra sua ruptura. No âmbito deste estudo, reporta-se à Hogan & Marandola Jr. (2005, p. 32-33), que utilizam o termo para expressar “a capacidade individual e dos sistemas sociais para absorver os efeitos das flutuações ambientais extremas”. Assim, a falta de resiliência é a componente comportamental, comunitária e política, que captura a capacidade de um grupo populacional submetido a um fenômeno perigoso de absorver o choque e se adaptar para voltar a um estado “normal”.

Sobre as discussões envolvendo risco, vulnerabilidade e resiliência, Gonçalves (2009) explique que

“A frase ‘risco e resiliência’ é bastante comum nesta área de estudo. Se a vulnerabilidade pode ser definida como um fator intrínseco do risco, vulnerabilidade e resiliência, tanto coletiva como individual, são dimensões fundamentais da exposição sociopsicológica a diversos fatores de stress, descrevendo o grau em que os indivíduos num contexto social são suscetíveis aos efeitos de curto, médio e longo prazos de eventos traumáticos, e descrevem também a forma como esses efeitos podem ser superados e a reconstrução positiva realizada, bem como a prevenção dinamizada” (Gonçalves, 2009, pg. 9).

Um dos aspectos centrais da temática proposta é considerar que as pessoas, mesmo envolvidas numa mesma área de risco, têm graus de vulnerabilidades diferentes aos mesmos perigos a que estão expostas. Esse aspecto baseia-se nas condições de desigualdades socioeconômicas que as populações do Brasil e do mundo enfrentam desde os primórdios das organizações sociais.

Inúmeros estudos de mapeamento e análise das vulnerabilidades sociais frente aos riscos mostram que, na maioria das vezes, o processo geofísico em que a comunidade está exposta é uniforme em torno de um curso fluvial ou de uma encosta, ou seja, a susceptibilidade ao processo é idêntica ou muito semelhante ao longo de uma área muito abrangente. No entanto, o acesso da mesma aos serviços, recursos e informações varia em espaços muito menores: em um bairro, em uma comunidade, em um setor ou até mesmo em uma mesma rua.

São essas disparidades socioeconômicas das comunidade e dos locais, infraestruturais e governamentais que se deve ter vista ao se falar de vulnerabilidade, uma vez que são elas que, de forma geral, mais influenciam na severidade de um desastre e, conseqüentemente, no enfrentamento dos efeitos danosos por ele provocado.

Nesta perspectiva, Cutter 2003, utilizou informações censitárias para criar um “Índice de Vulnerabilidade Social” aos perigos ambientais para os Estados Unidos com base em dados de 1990. A autora utilizou como células de análise todos os 393 Condados do país. Os principais fatores analisados encontram-se na Quadro 1.

Quadro 1: Fatores que influem na vulnerabilidade aos perigos ambientais.

Fatores	Descrição	Acréscimo ou decréscimo da vulnerabilidade social
Nível socioeconômico (renda, poder e prestígio político)	A capacidade de absorver as perdas e aumentar a resistência aos impactos danosos. A riqueza permite que as comunidades se recuperem de perdas mais rapidamente, devido ao seguro, às redes de segurança social e programas de benefícios.	Nível alto (acréscimo/decréscimo) Baixo nível (acréscimo)
Gênero	As mulheres podem ter maiores dificuldades durante a recuperação do que os homens em relação aos desastres, muitas vezes devido às especificidades do emprego (salários mais baixos) e às responsabilidades de assistência à família.	Grande número de mulheres (acréscimo)
Raça e etnia	Impõe barreiras linguísticas e culturais que afetam o acesso ao financiamento pós-desastre e locais residenciais em áreas de alto risco.	Grande números de pessoas não-brancas (acréscimo)
Idade	As crianças e os idosos são mais frágeis aos danos provocados pelos desastres, têm menor capacidade de trabalho físico, tem locomoção limitada.	Idosos (acréscimo) Crianças (acréscimo)
Desenvolvimento comercial e industrial	A qualidade e densidade de edifícios comerciais e industriais fornecem um indicador do estado de saúde econômica de uma comunidade, e as perdas potenciais na comunidade empresarial,	Alta densidade (acréscimo) Alta qualidade (decréscimo)

	e questões de longo prazo para recuperação depois de um evento.	
Desemprego	A potencial perda de emprego após um desastre agrava o número de trabalhadores desempregados em uma comunidade, contribuindo para uma recuperação mais lenta do desastre.	Altas taxas de desemprego (acréscimo)
Zona Rural/ Urbana	Os residentes rurais podem ser mais vulneráveis devido a rendimentos mais baixos e mais dependentes de economias de extração de recursos de base local. Áreas de alta densidade (urbanas) dificulta a evacuação e aumenta o número de pessoas afetadas.	Rural e Urbano (acréscimo)
Imóveis residenciais	O valor, qualidade e densidade das construções residenciais influencia no enfrentamento e na resposta aos desastres. Casas móveis são facilmente destruídas e menos resistente a riscos.	Casas móveis (acréscimo)
Infraestrutura	A perda de infraestrutura pode constituir um encargo financeiro intransponível em pequenas comunidades que não dispõem de recursos financeiros para a reconstrução.	Ampla infraestrutura (acréscimo)
Locatários	Pessoas que moram em residências alugadas, costumam fazê-lo porque se encontram em situação transitória ou não têm os recursos financeiros para aquisição de casa própria. Muitas vezes falta acesso às informações sobre ajuda financeira durante a recuperação. Em casos mais extremos, os locatários não têm renda suficiente para pagar hospedagens temporárias.	Residências alugadas (acréscimo)
Ocupação	Algumas profissões, especialmente aquelas que envolvem a extração de recursos, podem ser severamente afetadas durante um desastre. Trabalhadores imigrantes, agricultores, prestadores de serviços com baixa qualificação podem sofrer de forma semelhante, com a queda dos empregos e dos recursos afetados.	Profissionais técnicos e gestores (decréscimo) Trabalhadores no Setor primário (acréscimo) Trabalhadores imigrantes (acréscimo)
Estrutura familiar	As famílias com grande número de dependentes, muitas vezes têm renda limitada para terceirizar cuidados a todos e, portanto, são grandes as responsabilidades de trabalho e cuidados com os membros da família.	Alta taxa de natalidade (acréscimo) Famílias numerosas (acréscimo) Famílias com um único responsável (acréscimo)
Educação	A educação está ligada ao nível socioeconômico, maiores níveis de escolaridade resultam em maiores ganhos durante a vida. Baixos índices de educação e a taxas elevadas de analfabetismo, restringem a capacidade de compreender informações de alerta e acesso a informações de recuperação.	Baixos índices educacionais (acréscimo) Elevados índices educacionais (decréscimo)
Crescimento populacional	A qualidade das habitações e a rede de serviços sociais quase sempre não conseguem se adaptar ao aumento das populações. Os novos imigrantes têm dificuldades com o idioma, e não estar familiarizado com as burocracias para a obtenção de recursos e informações para a sua recuperação.	Crescimento rápido (acréscimo)
Serviços médicos	Os profissionais de saúde, incluindo médicos, asilos e hospitais, são importantes fontes de alívio pós-desastre. A falta de acesso aos serviços médicos dificulta ou impossibilita a recuperação e amparo às vítimas a curto e longo prazos.	Maior quantidade de profissionais da saúde (decréscimo)
Dependência social	Aquelas pessoas que são totalmente dependentes dos serviços sociais de sobrevivência são já marginalizados econômica e socialmente e necessitam de apoio adicional no período pós-desastre.	Maior dependência (acréscimo) Menor dependência (decréscimo)
Necessidades especiais da população	Necessidades especiais populações, enquanto difíceis de identificar e medir, são desproporcionalmente afetados durante desastres e, por causa de sua invisibilidade nas comunidades, são ignoradas durante a recuperação.	Grande parte da população com necessidades especiais (acréscimo)

Fonte: Cutter (2003).

Em um estudo como este supracitado, a abrangência de informações é permitida, principalmente, por se tratar de uma escala de análise muito grande, como é o caso de um país ou mesmo de um Estado. Quando se pretende trabalhar com a mesma temática, em uma escala reduzida (em um município, por exemplo) a abundância de dados censitários diminui consideravelmente. Em contrapartida, os trabalhos de campo permitem observar aspectos importantes como as características das moradias, as condições da infraestrutura urbana, a percepção dos moradores sobre os perigos, entre tantas outras.

Sob a conjuntura dos elementos humanos ameaçados, porém à luz de outra realidade, Licco (2013), em pesquisa sobre a vulnerabilidade social frente aos desastres ocorridos em Petrópolis/RJ, destacou os seguintes fatores envolvidos: riqueza, educação, governança, tecnologia, faixa etária e gênero.

Em função da temática proposta nesta tese de envolver, pelo menos em parte, questões análogas àquelas pesquisas, descreve-se a seguir variáveis e conceitos conforme a organização dos autores. Porém, merecem maior destaque aqueles (fatores e conceitos) que trazem maior contribuição aos objetivos propostos nesta pesquisa que envolve uma escala de análise menor, ou seja, o município.

A riqueza, ou o acesso à renda, é questão imprescindível na análise da vulnerabilidade. As pessoas cujo poder aquisitivo é muito baixo são menos capazes de adquirir moradias e pagar por infraestruturas capazes de suportar um evento extremo, sua capacidade de aceder aos recursos necessários à resposta de desastres é limitada e, também, são menos propensas a ter assistência médica suficiente.

As variáveis riqueza e pobreza contribuem, respectivamente, de forma positiva e negativa na graduação da vulnerabilidade. Segundo Cutter (2003), a riqueza também pode significar a existência de maior quantidade de bens materiais em risco. No entanto, reitera que há consenso de que a falta de riqueza é um contribuinte principal para a vulnerabilidade social, que a falta de recursos individuais e comuns para a recuperação, torna a comunidade menos resistente aos impactos.

Acredita-se que a autora subentende o conceito de “dano” quando expõe que maior volume de bens materiais são afetados em comunidades cuja riqueza é maior, sendo o dano uma lesão física ou prejuízo à propriedade ou ao meio ambiente.

A qualidade e propriedade da habitação são componentes importantes nesta temática. Pelo menos em teoria, pessoas cujas habitações são próprias têm condição financeira favorecida

em relação aos locatários. Ainda sob situação de inquilinato, moradores não costumam investir na melhoria das residências para a prevenção dos riscos, já que intervenções estruturais paliativas ou de reconstrução não cabem aos locatários e sim aos proprietários.

Conforme a autora supracitada, a densidade do ambiente construído é mais um fator influente na caracterização da vulnerabilidade social. Esta pode ser medida pela concentração de indústrias e de estabelecimentos comerciais, de unidades habitacionais e de novas licenças de construção. Quanto mais densamente construído o espaço em análise, mais vultosas serão as perdas e danos referentes às pessoas envolvidas e aos bens materiais.

A educação (abrangendo aqui o conhecimento, a capacidade de leitura e interpretação, percepção do risco) é fator não menos fundamental na temática vulnerabilidade, pois influencia diretamente na exposição aos perigos. Licco (2012) explica que

“quando as populações são alfabetizadas, mensagens escritas na forma de cartazes, alertas, placas de aviso podem ser usadas para informar sobre os perigos e procedimentos a serem adotados em condição de desastre. Algumas famílias tentam reduzir suas perdas acompanhando as previsões climáticas e protegendo objetos mais valiosos. Infelizmente, nem todos que tem acesso à informação tem a capacidade de processá-la adequadamente, o que faz com que os prejuízos com eventos desastrosos continuem elevados (LICCO, 2012, pg. 30).

No âmbito da discussão, a faixa etária da população é outro fator muito importante. As crianças e os idosos tendem a ser os mais vulneráveis, como explica o autor susodito:

“Eles têm menos força física para sobreviver a catástrofes e muitas vezes são mais suscetíveis a certos fatores estressantes. Os idosos também têm menor capacidade de visão e audição. As crianças, especialmente as pequenas, são menos educadas e apresentam maiores dificuldades de orientação em situações de perigo. A tendência de encarar todas as vítimas de desastres e suas necessidades igualmente traz um especial perigo para os deficientes e idosos” (LICCO, 2013, pg. 31).

As comunidades que apresentam números elevados de crianças e idosos serão mais impactadas e terão maiores dificuldades quanto à recuperação pós desastre. Além da interpretação do autor, acrescenta-se ainda, que crianças pequenas e idosos possuem maior dificuldade de locomoção frente à possibilidade de retirar-se de uma situação de perigo. Pessoas nas faixas etárias inferior a 15 anos e superior a 65 anos de idade têm reduzida a sua força de trabalho, impedidas, portanto de executarem serviços que exigem maior esforço físico.

Situações em que localidades cuja base financeira é dependente de um único setor econômico, ou pelo menos grande parte dela, cria uma forma de vulnerabilidade econômica para os municípios. A dependência de economias primárias (extrativismo, mineração, agricultura, pesca, etc.) e do turismo sazonal são exemplos de que mudança nas condições climáticas ou aumentos de riscos hidrometeorológicos (como inundações, seca, ou granizo) podem afetar os rendimentos e a sustentabilidade da base de recursos (CUTTER, 2003).

Assim, diante de um desastre, independente da força natural geradora, a comunidade exposta pode ter toda a sua base de renda prejudicada e a recuperação dos danos amplamente comprometida. A situação de vulnerabilidade tende a ser atenuada quando há uma diversificação das atividades econômicas, ou seja, quando setores menos atingidos/prejudicados pelo desastre têm a possibilidade de sustentar, ainda que temporariamente, a geração de renda local.

Eventos causadores de desastre podem enfraquecer ainda mais a posição já vulnerável de muitas mulheres. Embora as necessidades sejam, quase sempre, diferentes, os serviços de assistência e apoio, geralmente, não distinguem homens e mulheres. Situações de gravidez ou lactação podem precisar de atendimento médico especial, fazendo as mulheres mais vulneráveis a desastres naturais do que os homens. Essa realidade pode ser agravada porque as mulheres são, pelo menos em teoria, mais propensas a dispor de menos recursos materiais, podendo ser menos instruídas e politicamente marginalizadas em determinadas comunidades. Cabe ainda, na maioria das vezes, às mulheres a responsabilidade adicional de cuidar das crianças e dos idosos que são vitimados.

Os governos formais são agentes ativos na redução da vulnerabilidade no que tange a gestão das áreas sob ameaça de desastres naturais. Por isso a importância de políticas públicas que orientem medidas estruturais (obras de contenção, desocupação de áreas de risco, realocação de famílias, assistência durante e pós-desastre, etc.) e medidas não estruturais voltadas para a educação e conscientização, para o desenvolvimento econômico, para a capacitação de indivíduos e comunidades frente às situações perigosas.

Além da desagregação social, as condições precárias de moradia, de infraestrutura, de saúde, de educação e de propriedade impõem às mulheres, idosos, crianças, deficientes e homens marginalizados um fardo muito maior junto ao enfrentamento dos desastres. É neste sentido que o fenômeno da vulnerabilidade, apesar da íntima relação com o processo de segmentação (ou segregação) socioespacial, cria novas alternativas na identificação e análise das estratégias utilizadas pela população para dirimir ou mitigar a acumulação de carências urbanas (CUNHA *et al.*, 2009).

Frente à gama de aspectos envolvidos na discussão acerca do fenômeno da vulnerabilidade, torna-se delicada a escolha de quais deles priorizar junto aos procedimentos metodológicos que melhor atentam as expectativas das pesquisas. Além disso, a escolha das fontes fidedignas para aquisição de dados e informações são fundamentais.

Investigações sobre vulnerabilidade que envolvem a realidade brasileira, costumam utilizar dados sociodemográficos disponibilizados pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) através dos Censos Demográficos realizados em decênios. No entanto, como enfatizou-se até aqui, somente tais informações podem não atender adequadamente a abrangência exigida pela temática.

Pesquisas *in loco*, junto às áreas de perigo aos desastres, possibilitam observar outros aspectos, não menos fundamentais, como as condições estruturais das moradias, a infraestrutura urbana disponível, as condições dos serviços públicos básicos, o respeito (ou falta dele) às legislações ambientais vigentes, a presença ações governamentais de mitigação.

A cartografia das áreas e dos grupos mais vulneráveis, bem como a identificação dos fatores desencadeantes, podem contribuir para mudar o enquadramento legal da proteção civil e da governança, e contribuir para a adoção de projetos ou de programas integrados destinados a mitigar os riscos e as vulnerabilidades do território.

A cartografia bivariada tem servido de forma muito eficaz a tal propósito. A exposição ao risco e a vulnerabilidade social são representadas num mapa-diagrama com três categorias (elevada, média e baixa). Quando cartografadas em simultâneo, a exposição ao risco e a vulnerabilidade social dão origem a uma matriz de 9 células, como mostra a Figura 5. No modelo, as comunidades na parte superior direita (elevada exposição ao risco, elevada vulnerabilidade social) seriam as mais vulneráveis. No entanto, as comunidades com elevada exposição ao risco e vulnerabilidade social média ou vice-versa também seriam mais vulneráveis, mas o fator determinante seria ligeiramente diferente (CUTTER, 2011).

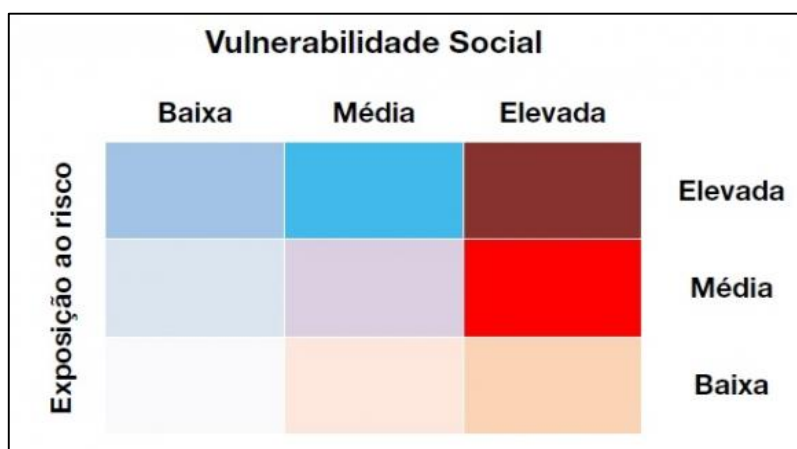


Figura 5: Exemplo de cartografia bivariada. Fonte: Cutter (2011).

Diante da riqueza de conceitos e informações dos mais variados autores acerca da temática “vulnerabilidade”, faz-se necessário esclarecer que, nesta pesquisa, entende-se este conceito como sendo o grau de perdas socioeconômicas que uma população pode sofrer ao ser atingida por um desastre. Aqui, a vulnerabilidade é indissociável dos aspectos econômicos, sociais e naturais do espaço urbano. Além disso, acredita-se que a análise da vulnerabilidade, quando realizada em células de pequena escala, perpassa pelos trabalhos de campo, onde é possível observar as reais características da organização espacial em foco.

Para concluir, pode-se dizer que nas análises voltadas à temática da vulnerabilidade, ao adotarem-se enfoques que vão além da renda recebida ou do conjunto de necessidades básicas atendidas, é possível maior entendimento das disparidades sociais que envolvem, principalmente, a construção do espaço urbano hodierno. Desse modo, fornece subsídios adequados para o planejamento de políticas públicas e ações sociais capazes de aumentar a capacidade de resposta das comunidades às ameaças potenciais que possam estar expostas.

2.3.1 O ocupação do espaço urbano atual como acréscimo de vulnerabilidade

A paisagem urbana é um espaço social construído a partir da evolução de um período e revela uma dimensão espacial que vai além da simples aparência, mostrando as que as cidades são feitas das relações entre os fatores físicos e sociais e deve ser entendida como um processo e não apenas como forma (CARLOS, 1994).

Falar sobre a organização das cidades, mais especificamente da urbanização, como já deixaram claro vários autores desta área, não é tarefa fácil. Isso, por se tratar de um processo complexo e muito abrangente que ocorre em diferentes países de acordo com a realidade de cada sociedade.

Em muitas locais, o processo já está completo e sólido, em outros, a estruturação das cidades e os modelos urbanos estão ainda se configurando, a população é estritamente rural, vivendo até hoje, na organização social de seus antepassados. É lógico que, estas últimas são áreas específicas e restritas. Mas a colocação tem a intenção de salientar as diferenças e disparidades entre as cidades e os modelos de urbanização pelo mundo.

Ao tecer considerações sobre a história das cidades, é pertinente lembrar de Sposito (2011) a ideia de que cidade de hoje, é o resultado cumulativo de todas as outras cidades de

antes, transformadas, destruídas, reconstruídas, enfim produzidas pelas transformações sociais ocorridas através dos tempos, engendradas pelas relações que promovem estas transformações.

Neste cenário, de forma lenta e gradual seguindo as potencialidades e limitações de cada nação, as cidades surgem e se organizam pelo mundo, modificando os espaços, atendendo, ou não, às necessidades de seus habitantes bem como às exigências do contexto em que estavam/estão inseridas.

O sedentarismo e o desenvolvimento da agricultura foram pré-condições indispensáveis para as origens das cidades. No entanto, conforme Sposito (2011) outros acontecimentos fizeram-se necessários para o desenvolvimento das cidades, os quais são destacados a seguir.

A divisão social do trabalho estabeleceu-se como uma das principais características das cidades tanto no passado quanto atualmente. Este fato concretizou-se a partir do excedente de produção agrícola, permitindo aos homens livrarem-se das atividades primárias que garantiam a subsistência, passando a se dedicar a outras atividades.

Junto à divisão social do trabalho, surgem também, classes dominadoras e dominadas, ou seja, na sociedade capitalista que se desenhava na antiguidade, os detentores dos meios de produção e capital, eram, por consequência, detentores do poder.

Neste sentido, pode-se afirmar que as cidades desenvolveram-se a partir do comércio decorrente dos excedentes agrícolas; da divisão social do trabalho e da diferenciação de classes; e da transferência de poder econômico e político do meio rural para as cidades.

Apesar de ser resultado do social e do político enquanto processo, as primeiras cidades tiveram suas localizações determinadas pelas condições naturais. Surgiram em regiões com predomínio de climas semiáridos, daí a necessidade de se fixarem perto dos rios, aproveitando a água para sobrevivência e para o desenvolvimento de suas atividades.

Embora as primeiras cidades tenham origem aproximada de 6.000 anos, seu intenso crescimento em escala mundial teve início no século XVIII, devido ao advento da Primeira Revolução Industrial desencadeada primeiramente na Europa e, aos poucos e de forma muito desigual, chegando aos demais continentes.

Neste período, adquire maior intensidade o processo de urbanização, que consiste, entre outras características, no aumento da população das cidades em relação à população do meio rural.

Uma dos fatos mais marcantes da industrialização/urbanização mundial é a transferência de massiva mão-de-obra para as cidades em busca de trabalho assalariado nas indústrias e fábricas que surgiam no século XVIII. Em decorrência disso, a reprodução do capital

intensificou-se através do aumento da mais-valia absoluta, isto é, aumento da jornada de trabalho dos assalariados, em face de uma diminuição progressiva dos salários pagos.

A partir da intensificação da produção industrial, tornada viável tanto graças ao capital acumulado, como pelo desenvolvimento técnico-científico a que se denomina Revolução Industrial, a urbanização tomou ritmos muito acentuados.

A expressão da urbanização via industrialização não deve ser tomada apenas pelo elevado número de pessoas que passaram a viver em cidades, mas, sobretudo porque o desenvolvimento do capitalismo industrial provocou fortes transformações nos moldes da urbanização, no que se refere ao papel desempenhado pelas cidades, e na estrutura interna destas cidades (SPOSITO, 2011).

Passa, então, a configurar-se o cenário urbano atual: concentração da população nas cidades; disponibilidade, teórica, de bens e serviços como educação, saúde, alimentação, moradia e lazer; local de poder econômico e político; cenário de grandes disparidades sociais.

Essa realidade é diferente para a América Latina e o Brasil. Na década de 1950 a população rural era superior à urbana, em torno de 68%, em 2007 o quadro já havia se invertido, a taxa de urbanização ultrapassou os 75%. Para a década de 2030 esse número pode chegar aos 87%. Isso significa que a população urbana tende a duplicar desde a década de 1950 e, como consequência, cresce a demanda por serviços básicos como moradia, alimentação, saúde, saneamento básico, empregos, entre outros.

Na economia capitalista, tudo se torna mercadoria até mesmo a terra. O preço do aluguel ou da compra do imóvel é determinado pelo fato de ser um bem indispensável à vida, de ser propriedade de alguns homens e não ser de outros, e de que nas cidades o seu valor se eleva pelo alto nível de concentração populacional e de atividades.

O crescimento urbano intensivo ao longo do século XX provocou profundas mudanças territoriais, sociais e econômicas nos países em desenvolvimento, além de várias formas de transformações culturais e ambientais.

O grave desequilíbrio social, os problemas ambientais, a carência de moradias e de serviços públicos adequados, a poluição crescente e a falta de saneamento para boa parte da população que vive nas grandes cidades da América Latina são reflexos desse intenso processo de urbanização. Estudo realizado Instituto Brasileiro de Administração Municipal/IBAM (2007) mostra que:

As cidades da América Latina têm sido construídas reproduzindo grandes desigualdades sociais e econômicas em seus territórios. Em consequência, consagra-se

uma geodistribuição da riqueza que concentra infraestrutura e equipamentos urbanos em bairros de classe média e alta, condenando as áreas onde reside a população de baixa renda à precariedade da oferta de moradia e serviços adequados, fruto da escassez de investimentos públicos. A lógica dessa dinâmica de urbanização e ocupação do território agrega significativo valor de mercado aos terrenos situados nas áreas nobres, o que, ao mesmo tempo, exclui a população carente de acesso à terra e moradia através do mercado formal moradia através do mercado formal. Alijada da possibilidade de inserir-se na cidade por meio de uma ocupação regular do espaço urbano, a população de baixa renda não teve outra opção senão ocupar terrenos vazios, públicos ou privados, produzindo os assentamentos informais (IBAM, p. 7).

O grande ciclo de expansão da urbanização no Brasil é relativamente recente. O seu início se articula com um conjunto de mudanças estruturais na economia e na sociedade brasileira, a partir da década de trinta do século XX. Vale lembrar que foi somente em 1970, há pouco mais de 30 anos, que os dados censitários revelaram, no Brasil, uma população urbana superior à rural. Isto não quer dizer que as cidades já não fizessem parte da paisagem social do país desde o período colonial, apesar da sua restrita dimensão demográfica.

Para Santos (2003) o Brasil foi, durante muitos séculos, um grande arquipélago, formado por subespaços que evoluíram segundo lógicas próprias ditadas pela lógica exterior. Para cada um desses subespaços havia polos internos dinâmicos que tinham entre si escassas relações, onde as inter-relações eram praticamente inexistentes.

Esse quadro tende a modificar-se a partir do século XIX quando, a partir da produção do café, São Paulo torna-se o polo dinâmico nacional. Desde então, os espaços são emoldurados de acordo com as mudanças tanto nos sistemas de engenharia quanto no sistema social que ficam, nesta época, restritos ao sudeste brasileiro.

Tal realidade perdura até a década de 1930, quando novas condições políticas e organizacionais garantiram a impulsão da industrialização do país através de investimentos públicos, permitindo assim, que o mercado interno ganhe uma nova lógica econômica e territorial. A partir de 1950, a industrialização, além da criação de atividades industriais, propicia a formação de um mercado nacional mais integrado, impulsionando a vida de relações e, ativa o próprio processo de urbanização.

Essa nova base econômica ultrapassa as escalas regionais para situar-se em escala nacional, partindo daí uma urbanização cada vez mais envolvente e presente no território, impulsionada pelo crescimento demográfico, pelo êxodo rural, pelo desenvolvimento de redes de comunicação e transportes (SANTOS, 2003).

O crescimento urbano intensivo ao longo do século XX provocou profundas mudanças territoriais, sociais e econômicas nos países em desenvolvimento, além de várias formas de

transformações culturais e ambientais. O grave desequilíbrio social, os problemas ambientais, a carência de moradias e de serviços públicos adequados, a poluição crescente e a falta de saneamento para boa parte da população que vive em algumas cidades são reflexos desse intenso processo de urbanização (IBAM, 2006).

Conforme Maricato (1997), o Brasil, como os demais países da América Latina, apresentou intenso processo de urbanização, especialmente na segunda metade do século XX. Em 1940 a população urbana era de 26,3% do total. Em 2000 ela era de 81,2%. Em 1940 a população que residia nas cidades era de 18,8 milhões de habitantes, e em 2000 ela era de aproximadamente 138 milhões. Constatamos, portanto, que em 60 anos os assentamentos urbanos foram ampliados de forma a abrigar mais de 125 milhões de pessoas.

As bases para a industrialização foram aceleradas no ciclo da economia cafeeira paulista, cujo capital mercantil gerou excedentes investidos não apenas na ampliação do negócio do café enquanto este era protegido pelas políticas de valorização, mas também em ferrovias, indústrias, bancos, serviços e urbanização.

No período de 1933 a 1955, a industrialização ocorreu ainda de forma restrita, tendo em vista a incipiente produção nacional de bens de produção e a continuidade, em grande parte, da dependência do setor primário-exportador em determinar a capacidade para importar aqueles bens. Já no período pós-guerra e, sobretudo a partir de 1956, verificou-se uma transformação no padrão de acumulação, através dos efeitos gerados com a implantação, ocorrida com crescente participação do capital estrangeiro, de alguns setores industriais pesados (de consumo durável, bens intermediários e de capital), que resultou no menor peso relativo dos ramos tradicionais, e a subordinação da agricultura à indústria (*op. cit.*).

Tal mudança verificou-se na América Latina à luz do processo de substituição de importações (PSI). Acreditava-se que a industrialização cumpriria missão “homogeneizadora” na periferia do sistema econômico mundial, à semelhança do que havia ocorrido nos países centrais.

Novos padrões de urbanização foram impostos pelo desenvolvimento da economia industrial, através do maior intercâmbio entre as regiões e o desenvolvimento do mercado nacional, expressos na criação e ampliação das vias de transporte para a interligação dos mercados regionais, o que favoreceu a significativa expansão da rede urbana em todo o país. Como resultado, multiplicou-se o número de cidades.

Segundo Censo Demográfico – Aglomerados Urbanos (2010), nos centros urbanos com certa densidade populacional e facilidades administrativas ligadas à exportação implantou-se o

processo de localização e concentração industrial. Assim, a Região Sudeste concentrava a maior parte das indústrias, sobretudo São Paulo, seguida por Rio de Janeiro e Belo Horizonte.

A modernização, entretanto, deu-se de forma heterogênea sobre a sociedade, e os bens modernos passaram a integrar um cenário onde a pré-modernidade sempre foi muito marcante, especialmente na moradia ou no padrão de urbanização dos bairros de periferia. A partir de 1950 tem início um processo de esvaziamento do campo em direção ao meio urbano, acelerando o processo de urbanização. Em 1940, o Brasil possuía 69% da população no meio rural. O esvaziamento foi sentido na década de 1950, uma vez que a base demográfica não era tão extensa (*op cit*). À medida que a base foi se alargando, o impacto dessa população foi diminuindo e produzindo, portanto, taxas menores de crescimento urbano

De 1940 a 1980, o PIB brasileiro cresceu a índices superiores a 7% ao ano, um dos maiores do mundo no período. Embora a concentração de riqueza tenha se mantido nesse período, o alto crescimento econômico refletiu-se na melhoria das condições de vida da maioria da população, inclusive a que migrava do campo para as cidades.

Ainda assim, grandes contingentes permaneciam alijados do acesso a direitos sociais e civis básicos: legislação trabalhista, previdência social, moradia e saneamento, entre outros. Nessa fase tem início também a proliferação de favelas e ocupações ilegais nas grandes cidades.

Do ponto de vista industrial, nesta fase de grande crescimento econômico nacional, São Paulo (seguido pelo restante do Sudeste) continuou a liderar o processo de integração nacional, crescendo a taxas mais altas que a média nacional e consolidando-se como pólo, com a indústria mais diversificada e complexa do país. As demais regiões passaram a inserir-se nesta divisão inter-regional do trabalho de maneira a complementar a produção do pólo e demandar produtos industrializados oriundos deste.

De certa maneira, esta associação corresponde à realidade no sentido de que sua área de influência abarca todo o país. Por outro lado, é preciso cuidado para não cometer o equívoco de deduzir o menor crescimento do resto do país em função da transferência de excedente de outras regiões, como o Nordeste para o Sudeste.

Nas décadas de 1980 e 1990, a concentração de renda se aprofundou, não se tratando simplesmente de uma desigualdade trazida pela reestruturação produtiva e pelo recuo das políticas sociais como sucede em muitos países centrais (MARICATO, 2000).

Nas décadas de 80 e 90, no Brasil, como em quase todo o mundo (excetuando os Estados Unidos, nos anos 90), aumentaram o desemprego, as relações informais de trabalho e a pobreza

nas áreas urbanas. Isso reflete o aprofundamento da desigualdade numa sociedade historicamente e tradicionalmente desigual.

As cidades têm sido construídas reproduzindo grandes desigualdades sociais e econômicas em seus territórios. Em consequência, consagra-se uma distribuição da riqueza que concentra infraestrutura e equipamentos urbanos em bairros de classe média e alta, condenando as áreas onde reside a população de baixa renda à precariedade da oferta de moradia e serviços adequados, fruto da escassez de investimentos públicos.

Sobre as crescentes ocupações irregulares na maioria das cidades da América Latina, inclusive as do Brasil, Clichevsky (2006, p. 56) destaca que:

La informalidad urbana se expresa en dos formas de transgresiones: respecto a los aspectos dominiales – la falta de títulos de propiedad o contratos de alquiler –; y al proceso de urbanización – incumplimiento de las normas de subdivisión, uso, ocupación y construcción de la ciudad y de los requerimientos ambientales para la localización de usos urbanos. A lo largo de los últimos cuarenta años, los tipos de informalidad urbana y su magnitud han cambiado en los distintos países de la región debido a las modificaciones socio económicas y políticas, así también como por las políticas específicas urbanas, en particular de subdivisión, uso y ocupación del suelo.

Conforme o Censo demográfico de 2010, mais de 11,4 milhões de brasileiros vive em aglomerados subnormais, conceito que inclui ocupações irregulares. O IBGE classifica como “aglomerado subnormal” as áreas que concentram no mínimo 51 domicílios carentes de serviços públicos essenciais (como saneamento básico e energia elétrica) que tenham ocupado, até período recente, terreno de propriedade alheia (pública ou particular) e que estejam dispostos de forma desordenada e/ou densa.

A ocorrência periódica de desastres ambientais e situações de emergência decorrentes da ocupação predatória de áreas inadequadas à moradia, afetando a saúde e a segurança das comunidades e causando perdas substantivas do patrimônio público e privado e de vidas humanas, também tem sido um fator de preocupação dos administradores públicos que buscam soluções para reduzir ou, pelo menos, minimizar a vulnerabilidade urbana e ambiental das cidades (MARICATO, 2000).

Uma série de fatores contribui para o crescimento das ocupações informais no Brasil, dentre os quais ressaltam-se: a especulação imobiliária, os critérios rígidos de parcelamento do solo adotados nas legislações municipais e a insuficiência de programas habitacionais de interesse social de promoção pública ou privada.

Esta é uma realidade observada em quase todas as cidades brasileiras de médio e grande porte. A problemática que envolve a habitação e o trabalho em nosso país multiplicou os

conflitos sociais nas cidades onde, muitas vezes, a população menos favorecida economicamente é direcionada para locais carentes de serviços e infraestrutura. Essa situação tende a agravar-se em função da especulação imobiliária, característica do crescimento urbano, que beneficiando as classes economicamente privilegiadas através do acesso às áreas de melhor localização e dotadas de melhor infraestrutura.

Seguindo ainda as ideias do IBAM (2007), a dinâmica de urbanização e ocupação do território agrega significativo valor de mercado aos terrenos situados nas áreas nobres, o que, ao mesmo tempo, exclui a população carente de acesso à terra e moradia através do mercado formal. Impossibilitada, às vezes, de inserir-se na cidade por meio de uma ocupação regular do espaço urbano, a população de baixa renda não teve outra opção senão ocupar terrenos vazios, públicos ou privados, produzindo os assentamentos informais.

Diante dessa situação, preocupados com as graves implicações sociais, econômicas, ambientais e políticas desse processo de ilegalidade urbana ao longo das últimas duas décadas, os planejadores urbanos e administradores municipais de diversas cidades têm se preocupado em formular programas de urbanização e regularização fundiária de assentamentos informais. No Brasil, esses programas têm sido implementados em diversos municípios desde meados da década de 1980 e, sobretudo a partir do começo da década de 1990.

A exclusão social, marca registrada do processo de urbanização na economia capitalista, especialmente nas grandes cidades, tende à empurrar os mais pobres para as piores porções do território urbano, neste caso as áreas de menor valor imobiliário, em face da localização, ausência de serviços e infraestrutura e muitas vezes da situação de risco.

Frente a isso, pode verificar a estreita relação entre a localização espacial dos grupos que apresentam desvantagens sociais e aquelas áreas onde há o risco de ocorrer algum evento perigoso, ou seja, populações socialmente vulneráveis se localizam em áreas ambientalmente vulneráveis (DESCHAMPS, 2004).

Atualmente, a ação humana tem agravado esses eventos e, suas consequências são mais visíveis em áreas urbanas, justamente pelas alterações no espaço e pelos aglomerados humanos nestes locais. Nesta perspectiva, o crescimento das cidades no Brasil a partir da década de 1950, deflagrou um processo de ocupação desordenada do solo e acentuou a segregação sócioespacial, tornando essas moradias sujeitas aos riscos decorrentes dos processos de dinâmica superficial.

Esta é também é uma realidade observada em cidades médias, conforme Fujimoto (2000). Estas cidades refletem, na sua distribuição espacial, o modelo de expansão urbana dos

países em desenvolvimento, onde o processo de urbanização não está relacionado com o desenvolvimento industrial ou tecnológico, mas sim ao acelerado êxodo rural.

Na década de 1970, muitas cidades brasileiras, enfocando as cidades de médio porte da região sul, obtiveram uma taxa de urbanização superior a 60%, número que cresceu muito nas décadas seguintes. As principais causas desse crescimento urbano foram a falta de empregos, a falta de infraestrutura básica e a falta de serviços em educação, saúde e lazer em áreas rurais, levando a população a buscá-los nas cidades.

Esse crescimento da taxa de urbanização revela, além da diferença entre as populações rural e urbana, contrastes e espaços bem diferenciados e consequentes de um sistema político e econômico que leva grande parte da população à exclusão dos serviços assistenciais mais básicos.

A combinação entre tamanho das áreas, densidade domiciliar e populacional, características do sítio urbano e processo do desenvolvimento da cidade resultaram em padrões específicos de distribuição dos aglomerados subnormais, ou seja:

Em algumas cidades predominavam os pequenos aglomerados subnormais, que se apresentavam de maneira fragmentada no conjunto urbano. Em outras cidades predominavam grandes aglomerados subnormais, alguns com mais de 10 mil domicílios. Este tipo de aglomerado pode surgir da ocupação de áreas pouco propícias à urbanização regular, como encostas de elevada declividade, áreas sujeitas à inundação, áreas de manguezal ou de praia, sendo frequente sua localização próxima a áreas com grandes concentrações de emprego e infraestrutura. Do ponto de vista de políticas públicas, as intervenções em pequenos e grandes aglomerados subnormais são bastante diferenciadas. Em grandes áreas, por exemplo, podem ser necessárias profundas intervenções para melhorar a acessibilidade ao local de moradia, como a construção de planos inclinados, teleféricos ou a abertura de ruas, bem como a extensão de redes troncais de água, esgoto e energia para o interior das áreas. Em pequenos aglomerados os problemas de acessibilidade tendem a serem menos relevantes, assim como menos custosa a sua integração à infraestrutura da cidade formal. (IBGE – Censo Demográfico 2010, p.29)

O Censo Demográfico revelou ainda que, em 2010, 6% da população do país (11.425.644 pessoas) morava em aglomerados subnormais, distribuída em 3 224 529 domicílios particulares ocupados (5,6% do Brasil).

Os Estados somavam 6 329 aglomerados subnormais em 323 municípios. Na região Norte eram 48 municípios; na região Nordeste, os 70 municípios com aglomerados subnormais se concentravam nas Regiões Metropolitanas; a região Sudeste agrupava quase a metade dos municípios do País com aglomerados; a região Sul apresentou padrões semelhantes à Região Sudeste, com aglomerados subnormais em 51 municípios, dos quais 38 em Regiões

Metropolitanas; na região Centro-Oeste, havia somente nove municípios com aglomerados subnormais.

Os resultados do Censo Demográfico de 2010 revelam ainda as quatro características configuram o meio ambiente urbano no entorno dos domicílios: a inexistência de bueiro, elemento fundamental para a drenagem urbana; de esgoto a céu aberto; de lixo acumulado nos logradouros e de arborização.

Teoricamente, elas definem o nível de qualidade de vida em extremos opostos: por um lado, quanto mais alta a incidência de bueiros e de árvores, melhor a estrutura urbana disponível; por outro, quanto mais alta a existência de esgoto a céu aberto e de lixo acumulado nas vias urbanas, mais precárias as condições de vida da população.

Destacam-se essas características em função da sua influência direta em áreas de risco tanto de dinâmica fluvial quanto de dinâmica das encostas. Ou seja, áreas com um sistema de drenagem urbano que destine corretamente as águas pluviais, estarão menos susceptíveis aos riscos dessa natureza.

Áreas bem arborizadas (ou vegetadas) facilitam a infiltração da água no solo, diminuindo o fluxo e a velocidade do escoamento superficial, minimizando, portanto, sua força erosiva. Além disso, a presença de mata ciliar tende a contribuir com a conservação das margens dos rios.

O lixo, sem destino adequado, pode ser lançado (ou levado pelas águas da chuva) diretamente nos cursos d'água, favorecendo o assoreamento, e, ainda, quando acumulado em quantidades maiores pode causar a instabilidade de taludes e margens.

A partir do exposto compreende-se que as áreas de ameaça e risco nas cidades são consequência de inúmeros fatores, onde a desigualdade social e a precariedade de serviços básicos de infraestrutura urbana são, quase sempre, os fatores antrópicos mais influentes.

2.4 Processos causadores de desastres

Os processos causadores de risco analisados estão relacionados com a dinâmica das encostas e com a dinâmica fluvial. Buscou-se destacar os conceitos, as classificações e os fatores que originam e caracterizam os fenômenos de movimentos de massa, erosão fluvial e inundações. No caso do Rio Grande do Sul, os eventos pluviométricos são considerados os

principais condicionantes destes fenômenos, o que a seguir serão apresentadas informações sobre as suas características climáticas.

2.4.1 Características climáticas do Rio Grande do Sul

Os índices pluviométricos são importantes características do ciclo hidrológico e uma das variáveis climáticas que maior influência exerce nas atividades humanas e na qualidade de vida das populações. As quantidades relativas de precipitação pluvial (volume), seu regime sazonal ou diário (distribuição temporal) e as intensidades de chuvas individuais (volume/duração) são algumas das características que afetam direta ou indiretamente a população, a economia e o meio ambiente.

As considerações acerca das condições climáticas são de suma importância nos estudos relacionados às inundações e aos movimentos de massa. Entender a distribuição espacial e temporal das precipitações é de suma importância, pois, segundo Vedovello (1996) enquanto a Geologia, a Geomorfologia e ocupação do solo, influenciam no condicionamento de uma área à inundações, é a chuva que provoca a ocorrência efetiva da mesma.

Do ponto de vista espacial, a precipitação pode ter origem em mecanismos que atuam em âmbito regional ou local, sendo que as chuvas regionais, principalmente no sul do Brasil, estão fortemente associadas à entrada de massas polares que se confrontam com outras mais quentes e úmidas e dão origem aos fenômenos das frentes frias. Estas frentes estão associadas à ocorrência de chuvas intensas e de curta duração no verão e de precipitações mais duradouras e de menor intensidade no inverno (LIMA, 2010).

O comportamento climático do continente sul-americano sofre influência de três grandes conjuntos naturais: Planalto Brasileiro; Cordilheira dos Andes e Floresta Amazônica. Para Lima (2010) os dois primeiros agem, principalmente, em função da sua geomorfologia, que pode facilitar ou dificultar a movimentação das massas de ar. O fator amazônico está relacionado com a forte umidade proveniente da floresta transportada para o sul do continente.

Segundo Nimer (1989) o sul do Brasil sofre a ação intensa de quatro massas de ar: i) Massa Tropical Atlântica, caracterizada por forte umidade e por elevada temperatura e, por isso, tende à instabilidade; ii) Massa Polar Atlântica, proveniente das regiões oceânicas mais frias do extremo sul do planeta, sua atuação é muito intensa no inverno deste hemisfério, mas continua agindo nas demais estações, porém com intensidade bem menor; iii) Massa Equatorial Continental, origina-se na planície amazônica, caracterizada por altas temperaturas e umidade,

agindo no sul do Brasil principalmente no verão; e iv) Massa Tropical Continental, origina-se na Depressão do Chaco e caracteriza-se pela baixa umidade, altas temperaturas e por dificultar a formação de nuvens.

Sobre o clima do Rio Grande do Sul, Rossato (2011, p. 88) acrescenta:

Situa-se em uma zona de transição e a isto se deve o fato das principais características climáticas refletirem a participação de Sistemas Extratropicais (massas e frentes polares) e Sistemas Intertropicais (massas tropicais e correntes perturbadas delas decorrentes). A posição subtropical faz com o RS seja área de confronto entre forças opostas, provocado pelo avanço dos sistemas atmosféricos de origem polar em direção aos polares tropicalizados (Massa Polar Velha) ou aos sistemas de origem tropical (Tropical Continental e Tropical Atlântica) proporcionando distribuição de chuvas o ano todo, derivadas das sucessivas passagens frontais, sem ocorrência de estação seca.

Lima (2010) indica que a variabilidade pluviométrica no Estado está relacionada à atuação de diferentes massas de ar. No inverno, há um avanço da Massa Polar Atlântica que, frequentemente, encontra-se com a Massa Tropical Atlântica, cujos ventos predominantes são oriundos de NO, causando a maior parte das chuvas da estação. Na primavera, há uma diminuição da intensidade das massas polares mas elas continuam atuando, podendo ocasionar grandes declínios de temperatura nos meses de setembro e outubro.

Além disto, Britto (2004) destaca a ação dos Complexos Convectivos de Mesoescala, sistemas que se formam na Argentina e no Paraguai, causando intensa precipitação no noroeste do Estado. E ainda, no verão, passam a atuar com mais intensidade a Massa Tropical Continental e a Massa Tropical Atlântica (quente e úmida), que se desloca para o sul. O grande calor do verão no Estado provoca a formação de nuvens convectivas, podendo resultar em chuvas intensas de curta duração.

Outra característica é a maior precipitação no norte do Estado do que no sul, em função da orografia que atua diretamente nos sistemas atmosféricos. Ao norte, atuam no verão sistemas de origem tropical, deste modo observa-se que na região o clima apresenta características de subtropical úmido das costas orientais, enquanto a porção sul aproxima-se das características do subtropical mediterrâneo (BRITTO, 2004):

No Rio Grande do Sul há flutuações de pluviosidade inter-regionais, podendo-se notar uma tendência a total de precipitação pluvial crescente anual no sentido sul-norte, que variam entre 1200 mm e 2000 mm anuais. De uma maneira geral pode-se dizer que chove mais na metade norte do Estado (ao norte da latitude 30°S) com totais superiores a 1500 mm, do que na metade sul (ao sul de 30°S) com totais inferiores a 1500 mm. Esta estrutura indica uma dinâmica de circulação atmosférica diferenciada no norte em relação ao sul. Ao norte, além da influência dos sistemas frontais, esta região está sujeita à atuação dos sistemas tropicais no verão, que são mais intensos. Esta intensificação associada com a orografia (principalmente no nordeste do Estado) explica a maior precipitação pluvial no norte do Estado. Ao sul, a ocorrência de

máximas de precipitação pluvial acontece no inverno, neste período a chuva é causada pela passagem das frentes frias. Embora o litoral e o centro do Rio Grande do Sul possuam maior número de dias de chuva, no planalto ocorrem os maiores totais anuais. Toda a faixa litorânea, centro e sul acumulam, ao final do ano, menos chuva do que o planalto. (p. 67)

Sobre as precipitações anuais no Estado, Sartori (2000) destaca os 1.250 mm da Planície Litorânea e os 2.250 mm da Serra do Nordeste, que são essencialmente de origem frontal e se distribuem ao longo do ano, sem secas sazonais definidas.

Segundo Sartori (2000), novembro é o mês menos chuvoso e setembro/outubro os mais chuvosos na maior parte do estado. A umidade relativa varia entre 70% e 85%, sendo, evidentemente, menor no verão e maior no inverno.

Rossato (2011) analisou as condições climáticas do Rio Grande do Sul no período entre os anos de 1970 e 2007 e elaborou uma tipologia climática mais detalhada para o Rio Grande do Sul, onde levam em consideração as tênues variações de umidade e de temperatura de cada região do estado e das áreas de transição entre elas. O mapeamento está baseado na distribuição dos tipos de clima sobre a classificação das unidades geomorfológicas já existentes (Quadro 2).

TIPOS DE CLIMAS		UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS				
		Litoral	Planalto Basáltico	Escudo Sul-riograndense	Cuesta do Haedo	Depressão Central
Subtropical I: pouco úmido	Subtropical Ia: pouco úmido com Inverno frio e verão fresco	Sul		Totalidade		
	Subtropical Ib: pouco úmido com inverno frio e verão quente				Reverso da Cuesta	
Subtropical II: medianamente úmido com variação longitudinal das temperaturas médias		Médio				totalidade
Subtropical III: úmido com variação longitudinal das temperaturas médias		Norte	escarpa			
Subtropical IV: muito úmido	Subtropical IVa: muito úmido com inverno fresco e verão quente		N-NO (vale do Rio Uruguai)			
	Subtropical IVb: muito úmido com inverno frio e verão fresco.		leste			

Quadro 2: Tipos de clima do Rio Grande do Sul e sua distribuição nas unidades geomorfológicas. Fonte Rossato (2011).

O clima Subtropical I caracteriza-se, principalmente, pela baixa umidade e está subdividido em Subtropical Ia e Subtropical Ib. No primeiro, além da baixa umidade, apresenta inverno frio e verão com temperaturas mais amenas graças a maior influência dos sistemas polares, já os sistemas tropicais marítimos são responsáveis por maior parte das precipitações, no entanto, em volume são as menores do Estado. O clima subtropical Ia abrange todo o Escudo Sul-riograndense e a parte sul do Litoral.

O clima Subtropical Ib abrange mais especificamente o reverso da Cuesta do Haedo. Caracteriza-se pela baixa umidade e pelos invernos frios e verões quentes, sofre grande influência dos sistemas polares, mas com maior participação dos sistemas tropicais continentais.

Assim como no restante do estado, os sistemas frontais são responsáveis pela maior parte das precipitações, mais frequentemente na primavera e no outono. A trajetória dos sistemas frontais em contato com as formas de relevo é uma das razões para a menor quantidade de dias de chuva nesta região climática.

O clima subtropical II abrange a totalidade da Depressão Central, caracterizam-se por média umidade com variação longitudinal das temperaturas médias. Sofre maior influência dos sistemas polares porém com interferência crescente dos sistemas tropicais marítimos principalmente na sua porção leste. O volume médio de precipitação mensal varia conforme há um maior ou menor distanciamento do núcleo seco, e, pela localização central de abrangência, a continentalidade e a maritimidade são importantes nesta variação.

O Clima subtropical III é encontrado na faixa localizada na escarpa do Planalto Basáltico até o Litoral Norte. Caracteriza-se, também, pela variação longitudinal das temperaturas médias. Sofre uma influência menor dos sistemas polares e maior interferência dos sistemas tropicais continentais na porção oeste e marítimos na metade leste. O contato da Depressão Central com escarpa do Planalto Basáltico favorece o desenvolvimento de chuvas orográficas.

O clima Subtropical IV caracteriza-se pela alta umidade e divide-se em Subtropical IVa e Subtropical IVb. O primeiro apresenta, além da grande umidade, invernos frescos e verões quentes, abrangendo a área correspondente ao Vale do Alto Uruguai (sentido N-NO). Recebe menor influência dos sistemas polares, a maior atuação dos sistemas tropicais marítimos e continentais colaboram para temperaturas ainda mais altas. A altitude constitui um fator que, associado aos sistemas atmosféricos, incrementa o volume de precipitação nesta região, pois o Planalto Basáltico favorece a subida do ar, a formação de nuvens e a precipitação.

O clima Subtropical IBb abrange a porção leste do Planalto Basáltico, caracteriza-se pela alta umidade, por invernos frios e verões mais amenos. Sofre menor influência dos sistemas polares e maior atuação dos sistemas tropicais marítimos, onde efeito do relevo-altitude é fator importante para as condições climáticas. A proximidade do oceano e a entrada dos sistemas marítimos associados ao relevo abrupto da região também levam à ocorrência de chuvas orográficas importantes.

Entretanto, segundo Sartori (2000) ocorre evidente variabilidade tanto espacial quanto temporal das precipitações, ocasionando períodos de estiagens ou de fortes chuvas, que podem acontecer em qualquer época do ano e que refletem alterações na circulação atmosféricas provocadas ora pelo fenômeno de El Niño, ora pelo fenômeno La Niña. E ainda sobre o clima do Rio Grande do Sul acrescenta:

O controle dos tipos de tempo pelos sistemas de origem polar se faz sentir em cerca de 90% dos dias do ano: 39% dos dias sob controle da Massa Polar Atlântica, 31% sob os efeitos da Massa Polar Velha, 20% dos dias submetidos à Frente Polar Atlântica. Na primavera e no verão, a maior frequência é da Massa Polar Velha e, no outono e no inverno, é da Massa Polar Atlântica a liderança; a Frente Polar Atlântica atua, em média, em 1/5 dos dias do ano, acontecendo, em média, de quatro (4) a seis (6) passagens frontais por mês sobre o estado. Os 10% restantes são divididos entre os Sistemas Intertropicais (origem tropical): a Massa Tropical Atlântica e a Massa Tropical Continental participam em cerca de 6% e de 4% dos dias, respectivamente; as Instabilidades Tropicais e as Calhas Induzidas, que se formam no corpo das massas tropicais e polares (Massa Polar Velha), participam em 6% dos dias do ano e ocorrem com maior frequência no verão e primavera. (SARTORI, 2000, p. 29)

Estudos realizados por Britto (2004) mostram que nos anos caracterizados pelo El Niño, os totais anuais médios do Estado estiveram em torno ou acima de 1500 mm anuais, conforme a Figura 6.

Em anos de El Niño, o volume de chuva tende a ficar acima ou muito acima da média no Estado, particularmente na região oeste e noroeste. Os volumes pluviométricos tendem a ser superiores à média em quase todos os meses do ano.

Contudo, dois períodos são marcados historicamente por chuvas muito expressivas e inundações: a primavera no ano de começo do El Niño e os meses de abril, maio e junho no ano seguinte.

Durante o El Niño de 1939/1941 ocorreu a grande enchente de 1941 em Porto Alegre. Nos meses de abril e maio daquele ano o volume pluviométrico superou os 1.000 milímetros em alguns pontos do território gaúcho. Porto Alegre registrou 791 milímetros de chuva acumulados em abril e maio de 1941 (HACKBART, 2006).

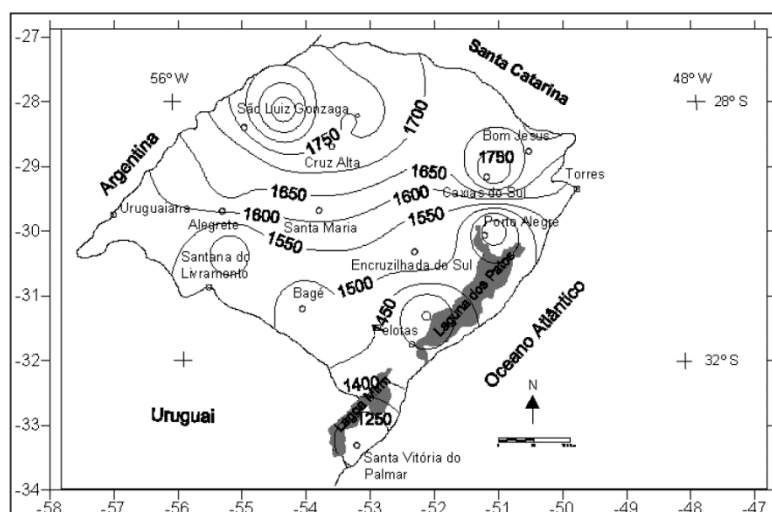


Figura 6: Precipitação média no Rio Grande do Sul no período de 1967 a 1998.
 Fonte: Britto (2004).

O fenômeno El Niño está associado ao aquecimento (natural) das águas superficiais do oceano Pacífico em baixas latitudes. Os índices de umidade na atmosfera crescem significativamente em decorrência da evaporação em temperaturas mais elevadas, impedindo o avanço das frentes frias que ficam estacionados no sul do Brasil.

A umidade resultante da evaporação das águas aquecidas do Pacífico ocasiona intensa precipitação na região Amazônica (Brasil, Equador, Peru). Os fortes ventos que sopram nestas grandes altitudes (em torno de 3000 metros) empurram as nuvens carregadas para o sul do Brasil, ocasionando intensa precipitação.

Esse aquecimento das águas do oceano Pacífico dura em torno de 18 meses e fenômeno apresenta-se em intervalos de dois a sete anos. Sua evolução tem início nos primeiros meses do ano de ocorrência e a época mais intensa corresponde aos meses de dezembro do mesmo ano e janeiro do ano seguinte. A partir da metade do segundo ano, o fenômeno perde força e o aquecimento tende a dissipar-se.

Apesar de apresentar anteriormente as considerações de vários autores sobre as características do clima do Rio Grande do Sul, para este trabalho adota-se como base as ideias de Rossato (2011). Isso por se tratar de conceitos recentes e bem mais detalhados e, ainda, pela evidência das diferenças climáticas inter-regionais, mesmo as médias anuais não sendo suficientes para explicar (de forma isolada) os fenômenos de movimentos de massa.

Discutidas as informações mais relevantes sobre o clima do RS, parte-se então, para os processos cujo agente deflagrador principal é a precipitação. Além disso, para que os

fenômenos de movimentação de massa e erosão marginal ocorram, são necessários outros fatores que serão discutidos nos próximos itens.

2.4.2 Dinâmica de Encosta: Movimentos De Massa

Os movimentos de massa são fenômenos naturais que, como o próprio nome diz, referem-se ao movimento de porções de solo e/ou rocha em áreas de declividade acentuada. Essa movimentação ocorre, geralmente, pela ação da gravidade e tem como fator desencadeador a presença da água. São comuns em várias partes do mundo, principalmente naquelas em que predominam climas úmidos.

2.4.2.1 Fatores condicionantes

A água reduz a coesão entre as partículas do solo diminuindo, assim, o ângulo de repouso do material. Mas, esse efeito vai depender da quantidade de água infiltrada que, por sua vez, depende da porosidade e permeabilidade do solo/rocha. A queda da coesão ocorre quando há um excesso de água, ou seja, quando o material atinge a saturação. Entretanto, a presença de certa quantidade de água pode aumentar o ângulo de repouso, como verificado na Figura 7.

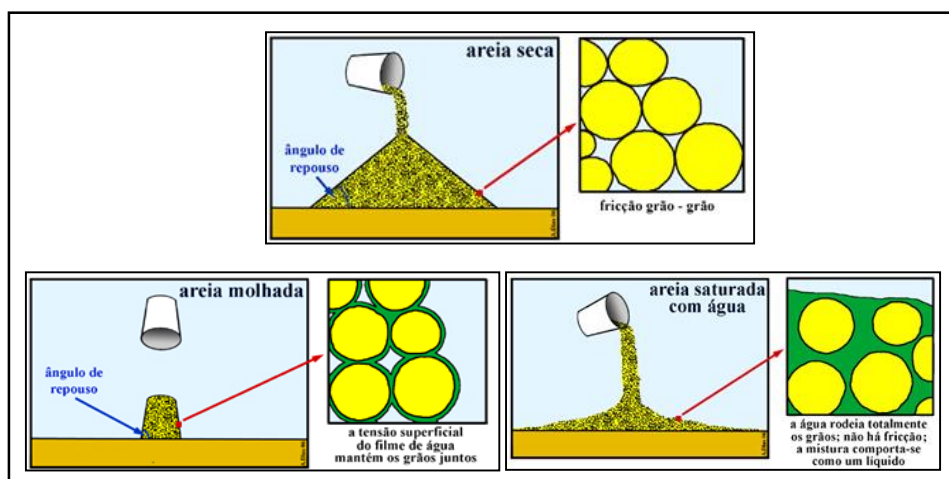


Figura 7: Esquema representativo da queda da coesão frente à presença de água. Fonte: Dias (2000).

É possível afirmar que o comportamento pluviométrico é o principal fator que inicia e condiciona o avanço dos movimentos de massa. O ataque da água da chuva ao solo ocorre superficialmente e em profundidade. No primeiro caso, as partículas de solo são transportadas através da lâmina de água que se forma na superfície. No segundo caso, as porções de solo são arrastadas massivamente, movimentando diferentes tipos de materiais (Ayres, 1960).

Para Tominaga (2007), os movimentos de massa atuam na dinâmica das vertentes e fazem parte da evolução geomorfológica das regiões serranas. No entanto, o crescimento das cidades em direção às áreas mais íngremes, sem o adequado planejamento do uso do solo e sem a adoção de técnicas adequadas de estabilização, está disseminando a ocorrência de acidentes associados a estes processos, que muitas vezes atingem dimensões de desastres. E acrescenta:

Movimento de massa é o movimento do solo, rocha e/ou vegetação ao longo da vertente sob a ação direta da gravidade. A contribuição de outro meio, como água ou gelo se dá pela redução da resistência dos materiais de vertente e/ou pela indução do comportamento plástico e fluido dos solos (p. 27).

Antes de desenvolver uma discussão mais detalhada sobre os movimentos de massa, faz-se necessário apresentar alguns conceitos sobre encostas. Estas, conforme o Ministério das Cidades/IPT (2007, p.29) “constituem uma conformação natural do terreno originada pela ação de forças externas e internas por meio de agentes geológicos, climáticos, biológicos e humanos.”

As encostas são formações constituídas por taludes de diferentes origens e de características bem variadas, o que resulta, também, em movimentos de massa distintos.

Os *taludes naturais* são encostas constituídas de solo, rocha ou ambos, não horizontais, sendo originadas exclusivamente por agentes naturais (Figura 8A). Os *taludes de corte* são definidos como aqueles resultantes de algum processo de escavação executado pelo homem. Os *taludes de aterro* referem-se aos taludes originados pelo aporte de materiais, tais como, solo, rocha e rejeitos industriais ou de mineração (Figura 8B).

A instabilidade de uma encosta depende da interação de vários fatores. O ângulo de repouso, ou seja, o maior ângulo de inclinação em que o material na encosta permanecerá estático sem se deslocar é definido principalmente pela natureza do material, pela quantidade de água infiltrada, pela inclinação da encosta, pela presença de vegetação e, fundamentalmente, pelo grau de intervenção humana no talude.

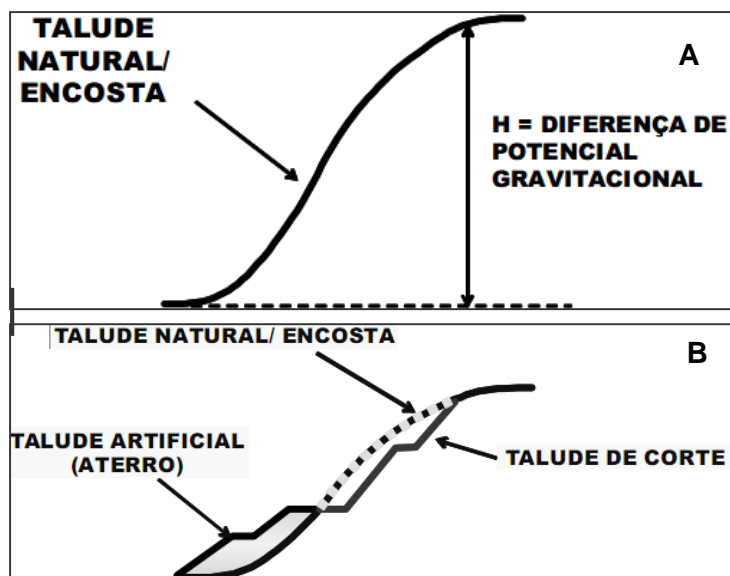


Figura 8: Perfis genéricos de encosta ou talude natural (A); e de encosta com taludes de corte e aterro (B). Fonte: Ministério das Cidades/IPT (2007).

Os taludes de corte e aterro, geralmente, apresentam uma instabilidade muito maior que os taludes naturais. Isso porque, quando construído sem padrões de engenharia adequados, formam declividades muito acentuadas que, sem proteção, tendem a escorregar com muita facilidade.

Os cortes verticais a subverticais são praticamente incompatíveis com as condições de equilíbrio natural dos materiais envolvidos. Os solos e sedimentos têm sua morfologia definida pela ação da água e da gravidade, suas formas e declives são condicionados, por um lado, por diferentes tipos de litologias, granulometrias, estratificação e estruturas e, por outro, às condições climáticas locais como temperatura, umidade e pluviosidade.

Em materiais pouco consolidados o ângulo de repouso médio é de aproximadamente 30° , mas o valor deste ângulo varia em função do tamanho e da forma do material. É possível dizer que o ângulo é maior quando: maior for o tamanho do grão; quanto mais irregular a sua forma; e quanto menor o grau de seleção. A estabilidade de encostas com materiais consolidados depende de outros fatores, como a estrutura da rocha e a sua posição em relação ao relevo.

Além da tipologia dos taludes, é importante mencionar os elementos geométricos básicos dos quais são constituídos. A *inclinação* traduz o ângulo médio da encosta com o eixo horizontal medido, geralmente, a partir de sua base ($\alpha = H/L$).

A *inclinação* da encosta é um fator de estabilidade/instabilidade de suma importância para os movimentos de massa. Quanto maior o grau de inclinação da encosta maior será a força

de gravidade em relação à força de atrito. Desta forma, quanto maior a inclinação da encosta, maior será a tendência de movimento dos materiais. Qualquer fator que altere a inclinação das encostas pode, portanto, alterar a estabilidade das mesmas.

A *declividade* representa o ângulo de inclinação em uma relação percentual entre o desnível vertical (H) e o comprimento na horizontal (L) da encosta, portanto, a declividade = $H/L \times 100$ (Figura 9).

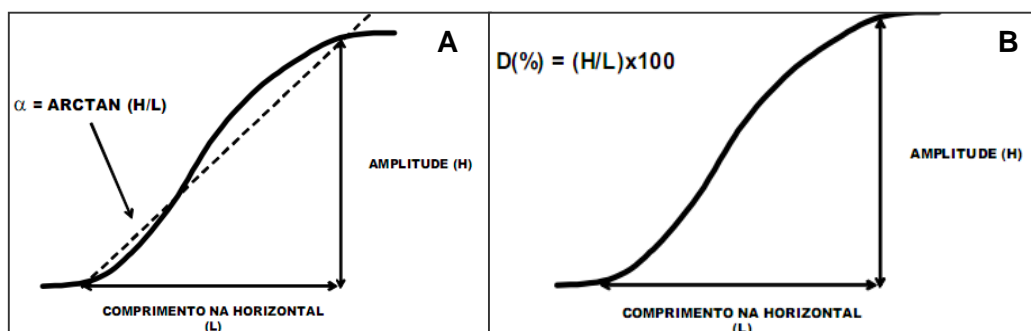


Figura 9: Esquema representativo de elementos geométricos das encostas. Em “A” tem-se a inclinação; em “B” a declividade. Fonte: Ministério das Cidades/IPT (2007).

O movimento é determinado pelo ângulo de repouso, que é o ângulo de declive máximo, no qual o material se encontra estável. Esse ângulo varia de acordo com o material, ou seja, partículas esféricas e arredondadas tendem a suportar um ângulo bastante baixo, enquanto que partículas irregulares e angulares podem constituir ângulos maiores sem tornarem-se instável (MONTGOMERY, 1992).

O tamanho das partículas também é uma propriedade importante, sendo que quanto mais grosseiro for o fragmento maior pode ser o ângulo de declive, ou seja, maior é a resistência do material ao escorregamento

A relação entre a inclinação e a declividade não é proporcional. Os valores referentes à declividade e à inclinação (Quadro 3) das encostas influenciam diretamente na concentração, na dispersão e na velocidade da água da chuva e, também, na intensidade de partículas carregadas pelo escoamento superficial.

DECLIVIDADE		INCLINAÇÃO
$D(\%) = (H/L) \times 100$		$\alpha = \text{ARCTAN}(H/L)$
100%	↔	45°
50%	↔	~ 27°
30%	↔	~ 17°
20%	↔	~ 11°
12%	↔	~ 7°
6%	↔	~ 3°

Quadro 3: Valores referentes à relação entre a inclinação e a declividade. Fonte: Ministério das Cidades/IPT (2007).

Sobre o assunto, Lepsch, (2002, p.158), destaca:

Nos terrenos planos, ou apenas levemente inclinados, a água escoar com pequena velocidade e, além de possuir menos energia, tem mais tempo para infiltrar-se, ao passo que, nos terrenos mais inclinados, a resistência ao escoamento das águas é menor e, por isso, elas atingem maiores velocidades. As regiões montanhosas são, portanto, as mais suscetíveis à erosão.

O grau de declive tem o poder de influenciar tanto na velocidade como no volume de água escoada. O autor exemplifica dizendo que num terreno com declive de 1%, a velocidade de escoamento é bastante reduzida, enquanto num terreno que apresenta uma declividade de 20%, a água adquire velocidade muito maior.

Sobre a importância da declividade e do comprimento de rampa nos processos erosivos, De Llano & Criado (1968), explicam que cada zona de uma vertente está submetida ao escoamento proveniente das áreas mais altas, e que a altura do fluxo superficial em cada ponto é maior à medida que a distância (comprimento de rampa) e a declividade também são maiores. Ou seja, quanto mais longa for rampa e mais inclinado for o terreno, mais velocidade o escoamento superficial adquire ao longo deste percurso e, ao chegar à base da vertente a erosão é intensificada.

As encostas podem apresentar formas variadas (Figura 10). Assim como outros fatores, esta tem papel importante neste estudo, pois, a forma influencia diretamente na infiltração e escoamento da água sobre a encosta.

Numa vertente côncava, a água tende a acumular-se no seu interior, formando um fluxo linear concentrado, imprimindo-lhe maior velocidade e, portanto, menor infiltração. Enquanto que numa vertente convexa, o fluxo escoar difusamente e não um caminho específico percorrido pelas águas.

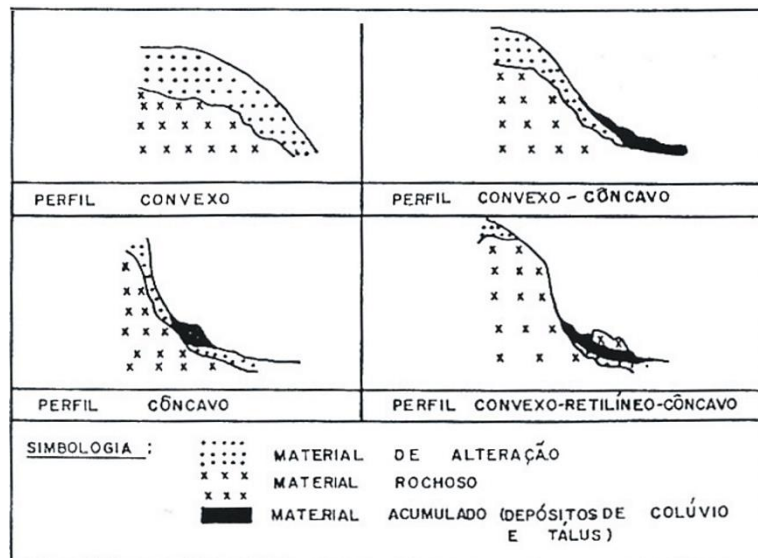


Figura 10: Tipos e formas geométricas das encostas. Fonte: Vedovello (1993).

Guidicini & Nieble (1984) classificaram os movimentos de massa segundo os agentes deflagradores do processo, são eles predisponentes e efetivos. O primeiro diz respeito a um conjunto de condições ambientais, geológicas e geométricas; o segundo relaciona-se ao conjunto de elementos diretamente responsáveis pelo desencadeamento dos movimentos.

Os agentes efetivos são ainda subdivididos em preparatórios e imediatos, considerando a atuação no momento que antecede a movimentação. Em relação ao talude, as causas são definidas em internas, externas e intermediárias.

2.4.2.2 Movimentos de massa: classificação

Os movimentos de massa podem ser de diversos tipos, pois envolvem uma variedade de materiais e processos. Uma das classificações mais utilizadas internacionalmente, devido a sua simplicidade, é a proposta por Varnes (1978) que se baseia no tipo de movimento e no tipo de material transportado. Dentre as classificações brasileiras, destacam-se as de Freire (1965), de Guidicini & Nieble (1984) e de Augusto Filho (1992), que será adotada neste trabalho.

Na classificação proposta por Augusto Filho (1992), os movimentos de massa relacionados a encostas são agrupados em quatro grandes classes de processos, são eles: rastejos, escorregamentos, quedas e corridas, caracterizadas na Tabela 3.

Os estudos sobre os movimentos de massa têm sido, nos últimos anos, ampliados de forma significativa. Isso ocorre, além da importância destes processos na evolução das formas de relevo, pela significância econômica e social decorrentes dos desastres a eles associados.

Tabela 3: Classificação dos movimentos de massa, segundo Augusto Filho (1992).

Processo	Dinâmica/Geometria/Material
Rastejo	<ul style="list-style-type: none"> - Vários planos de deslocamento (internos); - Velocidades muito baixas (cm/ano) a baixas e decrescentes com a profundidade; - Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes; - Solo, depósitos, rocha alterada; - Geometria indefinida.
Escorregamento	<ul style="list-style-type: none"> - Poucos planos de deslocamento (externos); - Velocidades médias (m/h) a altas (m/s) - Pequenos a grandes volumes de material; - Geometria e materiais variáveis: - <i>Planares</i> – solos pouco espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza; - <i>Circulares</i> – solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas - <i>Em cunha</i> – solos e rochas com dois planos de fraqueza.
Quedas	<ul style="list-style-type: none"> - Sem planos de deslocamento - Movimentos tipo queda livre ou em plano inclinado; - Velocidades muito altas (vários m/s); - Material rochoso; - Pequenos a médios volumes; - Geometria variável: lascas, placas, blocos, etc.; - Rolamento de matacão; - Tombamento.
Corridas	<ul style="list-style-type: none"> - Muitas superfícies de deslocamento; - Movimento semelhante ao de um líquido viscoso; - Desenvolvimento ao longo das drenagens; - Velocidades médias a altas; - Mobilização de solo, rocha, detritos e água; - Grandes volumes de material; - Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas.

Fonte: Augusto Filho (1992)

Conforme a Tabela 3, a classificação dos movimentos de massa baseia-se na combinação de vários critérios, entre eles destacam-se a cinemática do movimento que está relacionada à velocidade, à direção e à sequência dos deslocamentos em relação ao terreno estável; o tipo de material envolvido como solo, rocha, detritos, depósitos e a percentagem de água; a geometria que diz respeito ao tamanho e à forma das massas mobilizadas.

Conforme a velocidade de deslocamento, os processos de movimentação de massa podem ser classificados em extremamente rápido, muito rápido, rápido, moderado, lento, muito lento e extremamente lento (Tabela 4).

Tabela 4: Classificação dos movimentos de massa de acordo com a velocidade.

Nomenclatura	Velocidade
Extremamente rápido	> 3m/s
Muito rápido	0,3 m/s a 3,0 m/s
Rápido	1,6 m/dia a 0,3 m/s
Moderado	1,6 m/dia a 1,6 m/mês
Lento	1,6 m/mês a 1,6 m/ano
Muito lento	0,06 m/ano a 1,6 m/ano
Extremamente lento	< 0,06 m/ano

Fonte: Cruden & Varnes (1996)

Antes das especificações de cada tipo de movimento de massa, apresentamos a conceituação dos materiais envolvidos, segundo Cruden & Varnes (1996): “rocha” considera-se a massa dura ou firme intacta antes de iniciar o movimento; “solo” é constituído por um agregado de partículas sólidas transportadas que sofreram processos de intemperismo, representam materiais que possuem 80% ou mais de partículas < 2mm; “detritos” contém significativa proporção de material grosseiro, com 20 a 80% de partículas > 2mm; “saprolito” é a parte do perfil de alteração de um solo em que aparece a rocha alterada, mas ainda mantendo muitas de suas estruturas e restos de minerais em processo de alteração, principalmente os feldspatos.

Neste trabalho usa-se como base a classificação de Augusto Filho (1992), em que distingue 4 movimentos diferentes, no entanto, para a descrição de cada um utilizou-se diferentes autores, com destaque para o material produzido pelo Ministério das Cidades/IPT (2007).

- Quedas:

Ocorrem em ação de queda livre a partir de uma elevação, com ausência de superfície de movimentação. Esses movimentos, de blocos isolados a grandes massas rochosas, de solo e detritos, acontecem em velocidades muito altas, estando condicionados à presença de afloramentos rochosos em encostas íngremes, abruptas ou taludes de escavação, tais como, cortes em rocha, frentes de lavra, etc., sendo potencializados pelas amplitudes térmicas, por meio da dilatação e contração da rocha (MINISTÉRIO DAS CIDADES / IPT, 2007).

O motor das movimentações de massa é a gravidade. Numa vertente a força da gravidade pode ser decomposta em duas componentes principais, uma atuando de forma perpendicular (g_p) e outra atuando tangencialmente (g_t) à superfície da vertente. À medida que

a inclinação da vertente aumenta a componente tangencial (g_t) da gravidade aumenta e a componente perpendicular (g_p) diminui (Figura 11).

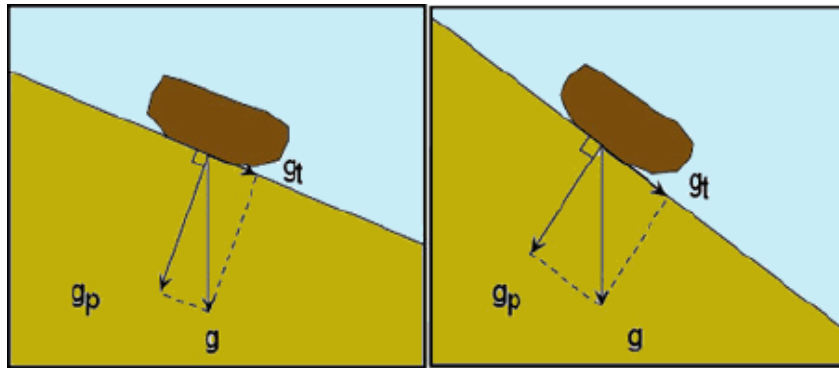


Figura 11: Esquema representativo das forças atuantes na queda de blocos rochosos. Nota-se a influência exercida pela inclinação da vertente nessas forças. Fonte: Dias (2000).

As principais causas das quedas são a presença de descontinuidades no maciço rochoso, que propiciam isolamento de blocos unitários de rocha; a subpressão por meio do acúmulo de água, descontinuidades ou penetração de raízes. Pode ser acelerado pelas ações antrópicas, como, por exemplo, vibrações provenientes de detonações de pedreiras próximas, além disso, pedreiras abandonadas podem resultar em áreas de instabilidade decorrentes da presença de blocos instáveis remanescentes do processo de exploração (Figura 12).

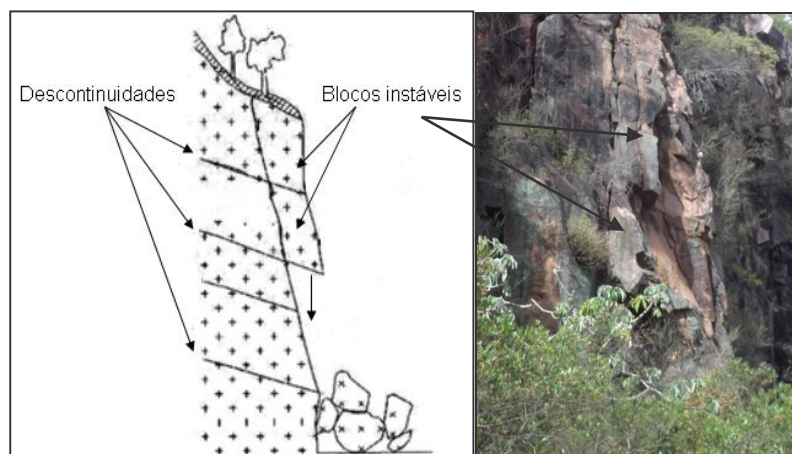


Figura 12: Perfil esquemático representando a queda de blocos. Foto do Morro Santana/Porto Alegre – RS instabilidade decorrente de pretéritas atividades de extração em pedreira já desativada. Fonte: <http://www.rc.unesp.br>

A queda pode estar associada a outros movimentos como saltação dos blocos e fragmentação no impacto com o substrato. Vale salientar os dois outros processos importantes envolvendo afloramentos rochosos, o tombamento e o rolamento de blocos.

Esses movimentos podem conduzir a outros processos dependendo da geometria da massa movimentada, da geometria da superfície de separação e da orientação e extensão das descontinuidades existentes. Sua velocidade pode variar de extremamente lenta a extremamente rápida. Sobre o rolamento de blocos, o Ministério das Cidades/IPT, (2007) considera que:

O rolamento de blocos, ou rolamento de matacões, é um processo comum em áreas de rochas graníticas, onde existe maior predisposição a origem de matacões de rocha sã, isolados e expostos em superfície. Estes ocorrem naturalmente quando processos erosivos removem o apoio de sua base, condicionando um movimento de rolamento de bloco. A escavação e a retirada do apoio, decorrente da ocupação desordenada de uma encosta, é a ação antrópica mais comum no seu desencadeamento. (p. 39)

O tombamento acontece em encostas/taludes íngremes de rocha, com descontinuidades (fraturas, diáclases) verticais. Em geral, são movimentos mais lentos que as quedas e ocorrem principalmente em taludes de corte, onde a mudança da geometria acaba desestabilizando estas descontinuidades, propiciando o tombamento das paredes do talude (Figura 13).

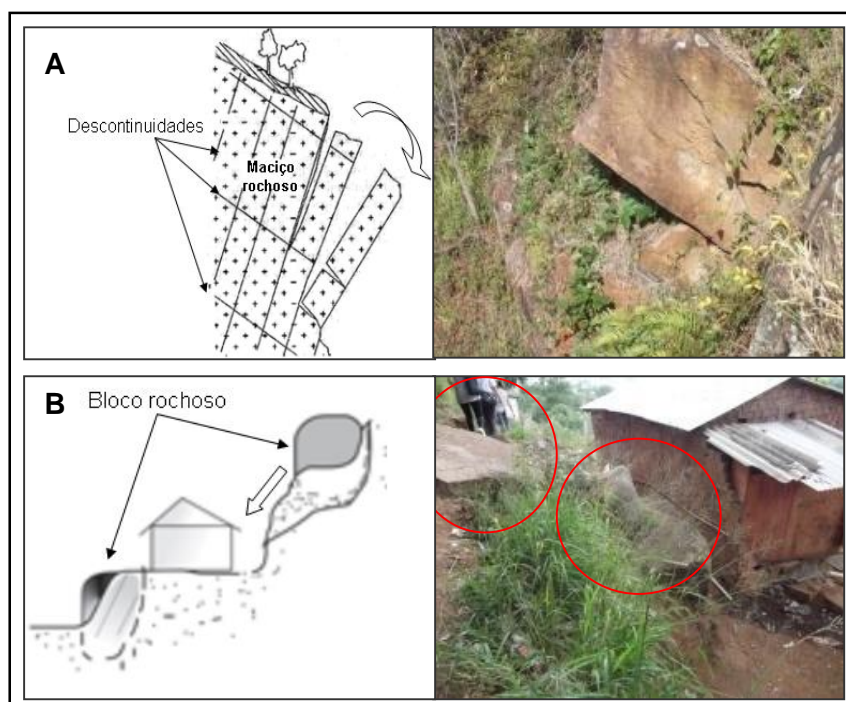


Figura 13: Em “A” esquema representativo do processo de tombamento de blocos, na foto bloco tombado no Morro Santana/Porto Alegre – RS. Em “B” esquema representativo de rolamento de blocos, na foto blocos rolados na Vila Laranjeiras/Porto Alegre – RS. Fonte: <http://www.rc.unesp.br>

- Rastejos

Na nomenclatura internacional também é definido como *creep* ou no Brasil como *fluência*, são movimentos lentos que envolvem massas de solo e rocha, sem uma geometria definida, ocorrendo, com maior frequência em encostas íngremes, mas, podem acontecer em áreas com pouca declividade ou planas. Esse processo atua sobre os horizontes superficiais do solo, bem como, nos horizontes de transição solo/rocha e até mesmo em rocha, em profundidades maiores. Sobre o material envolvido neste processo, o Ministério das Cidades/IPT (2007, p. 33) explica que:

Também é incluído neste grupo o rastejo em solos de alteração (originados no próprio local) ou em corpos de tálus (tipo de solo proveniente de outros locais, transportado para a situação atual por grandes movimentos gravitacionais de massa, apresentando uma disposição caótica de solos e blocos de rocha, geralmente, em condições de baixa declividade).

A causa da movimentação nos rastejos é a ação da gravidade, associada também aos efeitos das variações de temperatura e umidade. O processo de expansão e contração da massa de material, devido à variação térmica, provoca o movimento, vertente abaixo.

O processo em questão pode causar danos econômicos significativos, principalmente afetando as encostas próximas à obras civis, interferindo em fundações, linhas de transmissão, dutos, pontes, viadutos, entre outras. Os rastejos são bons indicadores de possíveis escorregamentos (INFANTI JR. & FORNASARI FILHO, 1998).

Sua ocorrência pode ser percebida, inicialmente por trincas no terreno que tendem a evoluir lentamente, por árvores ou marcos (cercas, postes, muros, entre outros) que passam a apresentar inclinações variadas (Figura 14). Esse processo, assim como outros, está sujeito à ação antrópica, principalmente através de cortes ao longo do talude, o que interfere na sua estabilidade.

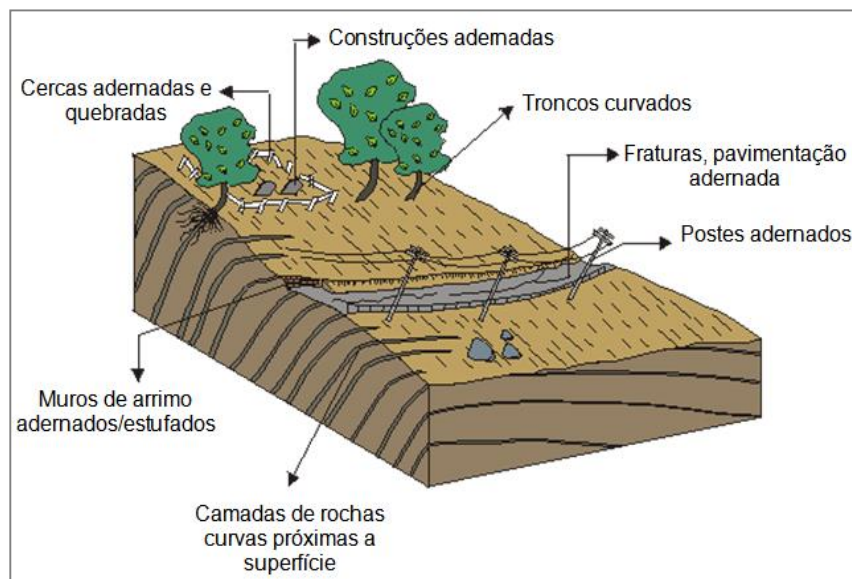


Figura 14: Esquema representativo dos principais indicativos dos movimentos de rastejo.
 Fonte: Infanti Jr. & Fornasari Filho (1998).

- Escorregamentos

O termo escorregamento tem diversos sinônimos de uso, é mais generalizado na linguagem popular como deslizamento, queda de barreira, desbarrancamento, os quais equivalem ao *landslide* da língua inglesa. Para Tominaga *et al.* (2012, p. 28) os escorregamentos "são movimentos rápidos, de porções de terrenos (solos e rochas), com volumes definidos, deslocando-se sob ação da gravidade, para baixo e para fora do talude ou da vertente".

Os deslizamentos são processos naturalmente marcantes na evolução das encostas, caracterizando-se por movimentos rápidos (m/h a m/s), com limites laterais e profundidade bem definidos (superfície de ruptura). Os volumes instabilizados podem ser facilmente identificados, envolvendo solo, saprolito, rocha e depósitos.

Esse processo é desencadeado pela perda da resistência do material frente às forças atuantes no movimento, ou seja, quando a ação da gravidade vence a força de atrito entre as partículas constituintes, o material desloca-se vertente abaixo.

Além da força da gravidade, o outro fator importante no processo é o grau de saturação. A presença de grande quantidade de água no solo ocasiona a perda total do atrito entre as partículas, desestabilizando a encosta, formando os movimentos de escoamento do tipo corridas.

Para Guidicini & Nieble (1976) a velocidade (varia de quase zero a alguns metros por segundo) do movimento depende da inclinação da superfície de escorregamento, da causa inicial de movimentação e da natureza do terreno.

Levando em consideração a natureza do material envolvido no movimento e a geometria das rupturas, os escorregamentos são classificados em: escorregamentos rotacionais ou circulares, escorregamentos translacionais ou planares e escorregamentos em cunha. A geometria destes movimentos varia em função da existência ou não de estruturas ou planos de fraqueza nos materiais movimentados, que condicionem a formação das superfícies de ruptura (Mistério das Cidades/IPT, 2007).

- Escorregamentos translacionais ou planares

Esse tipo de escorregamento é caracterizado por ocorrer, quase que exclusivamente, em solos rasos que apresentam contato direto com a rocha, em função disso, não costumam atingir grandes profundidades. As superfícies de ruptura planar estão associadas às heterogeneidades dos solos e rochas que representam descontinuidades mecânicas e/ou hidrológicas derivadas de processos geológicos, geomorfológicos ou pedológicos (TOMINAGA, 2012).

A extensão alcançada pelos escorregamentos planares pode variar, atingindo de poucos metros até alguns quilômetros. São muito comuns em áreas com declividade acentuada como serras e montanhas (Figura 15). Seu fator de desencadeamento, além da força da gravidade, é a saturação do solo ocasiona em períodos de intensa pluviosidade.

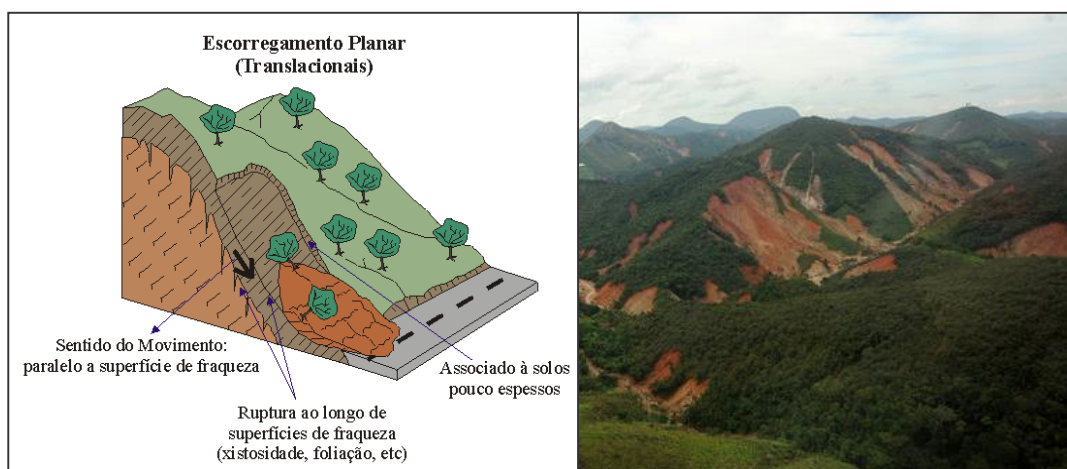


Figura 15: Esquema representativo de escorregamento planar ou translacional. Na foto, escorregamentos planares generalizados ocorridos na região serrana do Rio de Janeiro na cidade de Petrópolis em janeiro de 2011. Fonte: Infanti Jr. & Fornasari Filho (1998).

Para Fernandes & Amaral (1996), a ação da água nos movimentos planares ocorre em superfície e as rupturas, na maioria das vezes, acontecem em um espaço de tempo bem curto devido justamente à elevação da umidade durante chuvas de alta intensidade.

Apesar de acontecerem mais frequentemente em solos rasos, os escorregamentos planares ocorrem também em rochas, onde a movimentação se dá em plano de fraqueza que correspondem às superfícies associadas à estrutura geológica, tais como estratificação, falhas, juntas de alívio de tensões e outras.

Além disso, a superfície de ruptura pode atingir, ao mesmo tempo, solo e rocha. Os materiais envolvidos são, quase sempre, depósitos de tálus e/ou colúvio. Os depósitos de tálus/colúvio que, em geral, encontram-se nos sopés das escarpas, são constituídos por blocos rochosos e fragmentos de tamanhos variados envolvidos em matriz terrosa, provenientes do mesmo processo de acumulação (MINISTÉRIO DAS CIDADES/IPT, 2007).

- Escorregamentos rotacionais ou circulares

Ao contrário dos escorregamentos planares, que ocorrem em solo raso (Figura 16), os movimentos circulares acontecem em solos espessos e bem homogêneos, como os argilosos. Este processo é definido por uma “superfície de ruptura curva ao longo da qual se dá um movimento rotacional do maciço de solo” (TOMINAGA, 2012, p. 29).

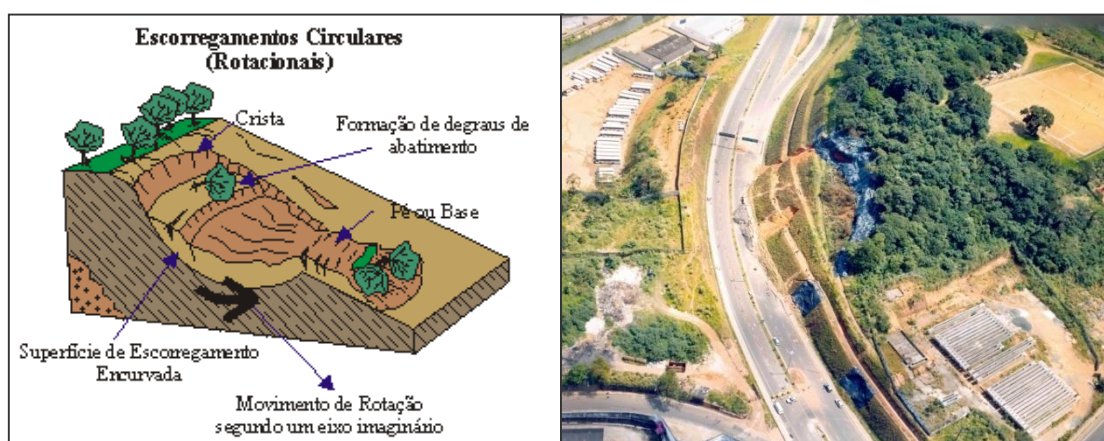


Figura 16: Esquema representativo de escorregamento rotacional ou circular. Na foto, escorregamento circular ocorrido em talude de corte, Av. Luís Eduardo Magalhães em Salvador/BA (Defesa Civil, 2012). Fonte: Infanti Jr. & Fornasari Filho (1998).

São movimentos desenvolvidos em taludes naturais, principalmente nas escarpas da Serra Geral no sul e sudeste do Brasil, mobilizando geralmente o manto de alteração. No

entanto, ocorrem com maior frequência em taludes de corte para a implantação de estradas, ou para construção de edificações, ou ainda pela erosão fluvial no sopé da vertente.

Neste processo, as superfícies de deslizamento são curvas, sendo comum a ocorrência de uma série de rupturas combinadas e sucessivas, originando diferentes degraus de abatimento. Por serem movimentos bem localizados e com plano de ruptura bem definido, possuem um raio de alcance relativamente menor que os deslizamentos translacionais.

Como ocorrem com mais frequência em taludes de corte ou artificiais, esse tipo de deslizamento pode ser, muitas vezes, evitado a partir de obras de engenharia que imprimam maior estabilidade à encosta alterada. Um exemplo disso são as obras de drenagem que tornam possível o escoamento da água infiltrada no talude.

São, quase sempre, identificados por um abatimento a montante e um levantamento a jusante. No setor frontal do deslizamento, forma-se um aclave, resultado do levantamento da massa por rotação, ocasionando a retenção de água. Por isso a importância da intervenção rápida sobre estas áreas, principalmente na drenagem da água retida no solo e a acumulada nesta depressão, de forma a evitar o desencadeamento de um novo deslizamento.

Os escorregamentos rotacionais ou circulares, conforme Matos (2008), podem ser classificados quanto à profundidade da ruptura em superficiais ou profundas. Um deslizamento superficial está, geralmente, associado a períodos curtos de precipitação muito elevada, enquanto os deslizamentos com plano de ruptura profundo estão associados a períodos de precipitação mais prolongados, podendo o deslizamento acontecer alguns dias após o período chuvoso.

- Escorregamentos em cunha ou estruturado

Os escorregamentos em cunha (Figura 17) têm ocorrência mais restrita às regiões que apresentam um relevo fortemente controlado por estruturas geológicas. Estão associados aos maciços rochosos pouco ou muito alterados, nos quais a existência de duas estruturas planares, desfavoráveis à estabilidade, condiciona o deslocamento de um prisma ao longo do eixo de intersecção destes planos (TOMINAGA, 2012).

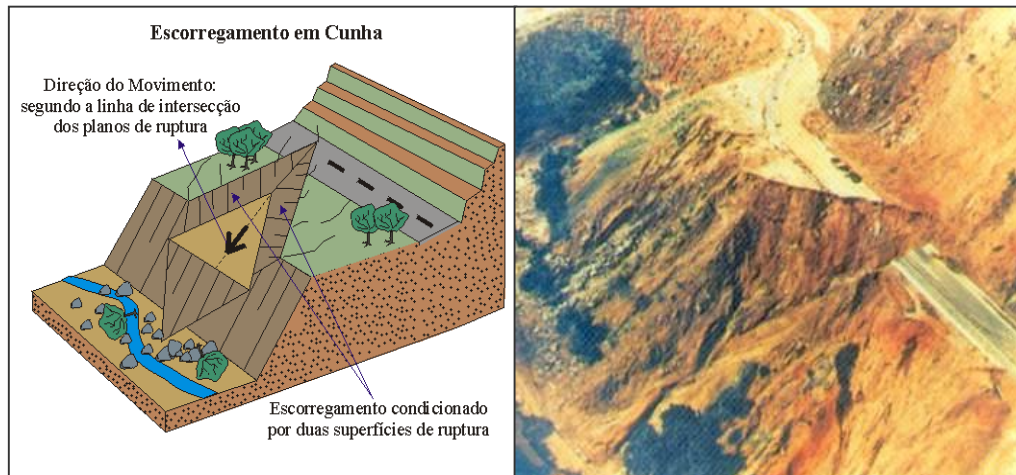


Figura 17: Esquema representativo de escorregamento em cunha ou estruturado. Fonte: Infanti Jr. & Fornasari Filho (1998).

Estes processos são mais comuns em taludes de corte ou encostas que sofreram algum processo natural de desconfinamento, como erosão ou deslizamentos pretéritos. As dimensões do material deslocado são variáveis, e por haver uma superfície de ruptura bem definida, limita-se ao encontro das fraturas. É comum observar pequenas rupturas planares de maciços rochosos em taludes de corte ao longo das estradas, ou ainda, em áreas de antigas pedreiras.

- Corridas

As corridas (Figura 18) são movimentos de massa associados a eventos pluviométricos, geralmente, mais intensos e duradouros. Mobilizam grandes volumes de material, sendo o seu escoamento ao longo de um ou mais canais de drenagem, tendo comportamento líquido viscoso e alto poder de transporte e, por consequência, de destruição. Normalmente a fonte do material que afluí para a drenagem são escorregamentos que ocorrem à montante.

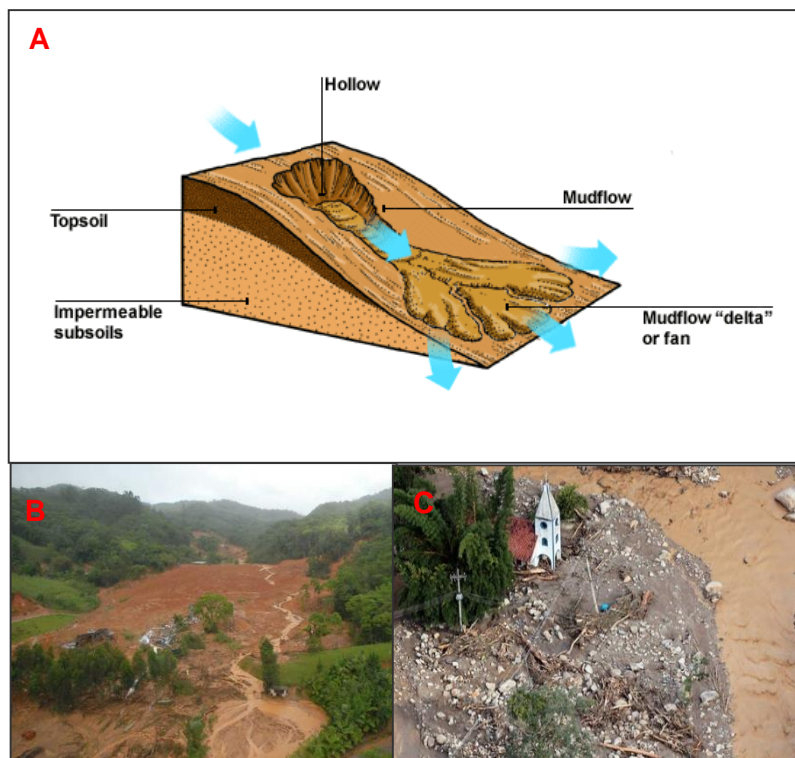


Figura 18: Em “A” esquema representativo do processo de Corridas. Em “B”, desastre ocorrido no Morro do Baú/SC, 2008. Em “C” desastre ocorrido em Teresópolis/RJ, 2011. Fonte: <http://www.stacey.peak-media.co.uk/>

Estes fenômenos são mais raros que os deslizamentos, porém podem provocar consequências de magnitudes superiores, devido à força e ao extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas. Para Tominaga (2012, p. 33) as corridas são “formas rápidas de escoamento de caráter essencialmente hidrodinâmico, ocasionadas pela perda de atrito interno das partículas de solo, em virtude da destruição de sua estrutura interna, na presença de excesso de água”.

Devido à grande variedade de material transportado, as corridas abrangem uma gama variada de denominações na literatura nacional: corrida de lama (fluxo de solo com alto teor de água, apresentando média velocidade relativa e com alto poder destrutivo), corrida de detritos (material predominantemente grosseiro, constituído por blocos de rocha de vários tamanhos, apresentando um maior poder destrutivo), corrida de terra (fluxo de solo com baixa quantidade de água, apresentando baixa velocidade relativa), entre outros; e internacional: mud flow, debris flow, earth flow, lahars (material vulcânico), avalanche, entre outros (MURCK *et al*, 1996).

Quanto à origem, os mecanismos de geração de corridas de massa podem ser classificados em: primária que corresponde às corridas de massa envolvendo somente os materiais provenientes das encostas; e secundária que são corridas de massa nas drenagens

principais, formadas por detritos acumulados no leito e por barramentos naturais, envolvendo ainda o material de escorregamentos das encostas e grandes volumes de água das cheias das drenagens.

Juntamente com os movimentos de massa, os processos associados à dinâmica fluvial, mais especificamente inundações e erosão de margens, são responsáveis por desastres no mundo inteiro, vitimando milhares de pessoas e somando inúmeros prejuízos econômicos. A estrutura do trabalho segue com a discussão sobre os processos relacionados à dinâmica fluvial.

2.4.3 Dinâmica Fluvial: Inundações

Todas as áreas do planeta são influenciadas pelas ações da natureza. No entanto, espaços existem com características próprias que os tornam mais susceptíveis de serem fortemente condicionadas pelas características da natureza. A dinâmica fluvial reflete inter-relações existentes entre os sistemas solo e água bem como as modificações produzidas nestes.

O homem, desde a antiguidade, procurou fixar moradia próxima aos rios, seja pela necessidade do uso da água em quase todas as suas atividades ou pela facilidade de transporte junto às águas. Além disso, a superfície plana que acompanha os cursos d'água é um fator determinante para os assentamentos humanos.

Dados apresentados por Rück (2006) mostram que as inundações são eventos naturais muito frequentes. Em nível mundial, por volta de um terço de todos os eventos registrados é desta categoria e a mesma proporção é observada no que se refere aos danos econômicos causados. Neste aspecto, o Guidelines for Reducing Flood Losses, elaborado pela ONU (2006), acrescenta que:

Throughout the history of mankind, floods have brought untold wealth and prosperity to civilizations, and yet at the same time, they have caused tremendous losses and resulted in untold suffering for millions of people. Even today, floods lead all natural disasters in the number of people affected and in resultant economic losses, with these numbers rising at alarming rates. (p.2)

Quando esses eventos meteorológicos ocorrem em áreas caracterizadas por um alto grau de urbanização, a inundações pode ser extensa, resultando em uma grande quantidade de danos e perdas humanas.

O crescimento acelerado do número de desastres atribuídos aos eventos de inundações. Acredita-se que este aumento esteja associado, principalmente, ao crescimento das cidades e à

ocupação das planícies de inundação; à influência que às cidades exercem sobre o microclima local, intensificando os eventos chuvosos; e às modificações nas redes de drenagem por ações antrópicas.

Como já mencionado, as inundações em áreas urbanas são antigas quanto às próprias aglomerações humanas. Elas ocorrem quando os cursos d'água, acrescidos pelas águas da chuva, não tem capacidade de escoamento, saindo do seu leito normal e atingindo as áreas próximas ou até mesmo mais afastadas.

O relatório anual de estatísticas de desastres da OFDA/CRED (International Strategy For Disaster Reduction) aponta o Brasil em 10º lugar entre os países do mundo com maior número de vítimas relacionadas aos Desastres Naturais. Foram 1,8 milhões de pessoas, todas afetadas por desastres hidrológicos que englobam inundações, enchentes e movimentos de massa. (OFDA/CRED, 2011).

Segundo Berz (2000), no período entre os anos de 1985 e 1999 cerca de 300.000 pessoas morreram em decorrência de inundações no mundo inteiro, o que totalizou 53% das mortes causadas por desastres naturais. Nesse período, os prejuízos somaram US\$ 275 milhões, o que totaliza quase 30% dos danos econômicos relacionados aos desastres naturais. A Figura 19 apresenta índices referentes às vítimas de inundações.

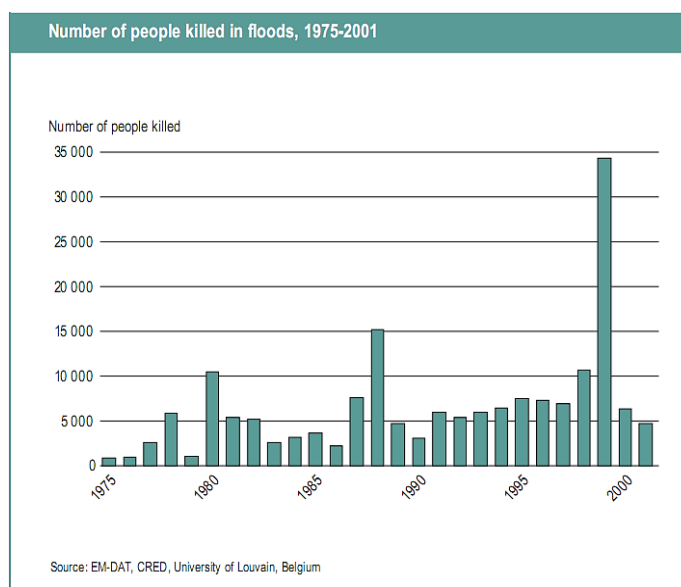


Figura 19: Número de vítimas fatais decorrentes de inundações no período de 1975 a 2001, a nível mundial. Fonte: Guidelines for Reducing Flood Losses (2006).

Este cenário é resultante da falta de cumprimento dos planos diretores em muitas das cidades latinas, planos que impeçam efetivamente o loteamento de áreas sob ameaça de inundação, o que contribui para a exposição da população aos desastres.

No Brasil, conforme Tucci (1995), antes dos anos 60 são menos frequentes os cenários relacionados de inundação produzidos por drenagens urbanas ou devido à urbanização. Nas décadas seguintes intensificam-se em função do modelo de desenvolvimento urbano adotado, principalmente através de obras de canalização dos cursos d'água.

Pesquisas realizadas na última década mostram que no Brasil cresce o número de ocorrências de inundações relacionadas ao crescimento urbano e que os prejuízos giram em torno de R\$1 bilhão por ano, além de centenas de mortos e feridos.

No Rio Grande do Sul, entre 1980 e 2005 foram registrados mais de 7.000 eventos naturais. Destes, 2.196 tiveram relação com a dinâmica fluvial, as enchentes e inundações somam 1.258 registros; 925 deles foram enxurradas e 13 estão associados à erosão de margens (RECKZIEGEL, 2007).

Esses dados demonstram a intensidade dos desastres no Estado, onde, no mesmo período, foram homologados em torno de 570 decretos de Situação de Emergência e 42 de Estado de Calamidade Pública.

Parte destes eventos pode estar relacionada ao fenômeno *El Niño* que aumenta consideravelmente as chuvas no RS. Exemplos disso foram inundações ocorridas nos anos de 1983, 1993, 1997 e 2003. Em 1983 foi um ano de forte influência deste fenômeno no Estado, conseqüentemente, ocorreu uma das maiores enchentes já registradas.

Naquele ano foram registradas 155 ocorrências entre os meses de maio a julho. As conseqüências foram catastróficas, centenas de moradias foram destruídas pela força das águas e milhares de pessoas ficaram desabrigadas. Populações ribeirinhas permaneceram submersas durante vários dias. No ano seguinte, a situação foi muito semelhante.

Os municípios mais atingidos por eventos de dinâmica fluvial no Rio Grande do Sul nas últimas décadas são aqueles situados nas margens dos rios Ibirapuitã, Uruguai, Caí, Sinos, Santa Maria, Lago Guaíba e Laguna dos Patos. Conforme dados da Defesa Civil do RS, Santa Maria registrou cinco eventos de inundação no período entre 1982 e 2011.

No ano de 2011 foram registrados 385 eventos no RS, onde, quase a totalidade, está relacionada à dinâmica fluvial, como apresenta a Figura 20. As enchentes e enxurradas ganham destaque, somam quase metade de todos os eventos registrados.

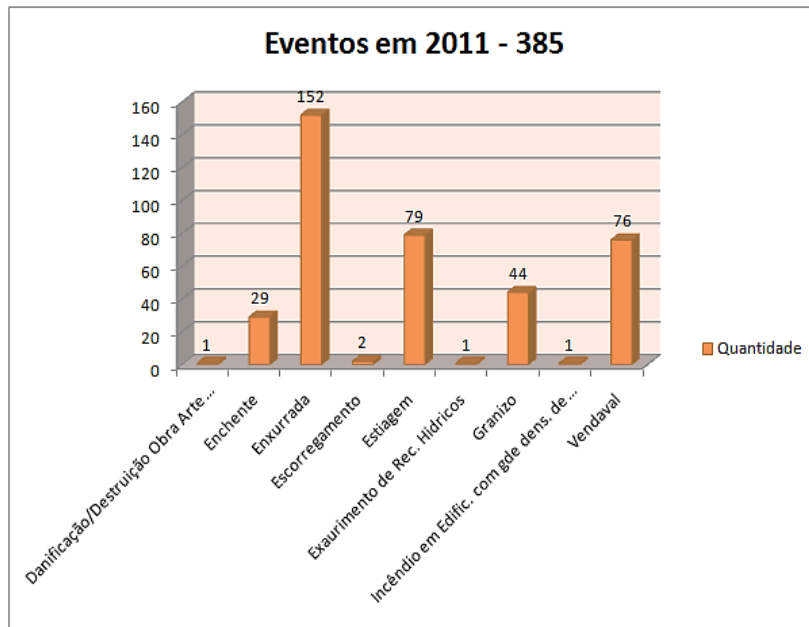


Figura 20: Eventos ocorridos no Rio Grande do Sul em 2011. Os eventos relacionados aos fenômenos pluviométricos são os mais numerosos. Destaca-se também a estiagem em função da influência do fenômeno La Nina. Fonte: Defesa Civil do RS (<http://www.defesacivil.rs.gov.br/>)

Na Figura 21, observa-se o total de eventos e os dados referentes à Notificação Preliminar de Desastre (NOPRED) pelos municípios. O NOPRED consiste num formulário utilizado para informar oficialmente ao SINDEC (Sistema Nacional de Defesa Civil) a ocorrência de evento adverso ou desastre. Deve ser preenchido no prazo máximo de 12 horas após o acontecimento, por equipe habilitada, encaminhado aos órgãos de coordenação e de articulação do SINDEC, em nível estadual e federal.

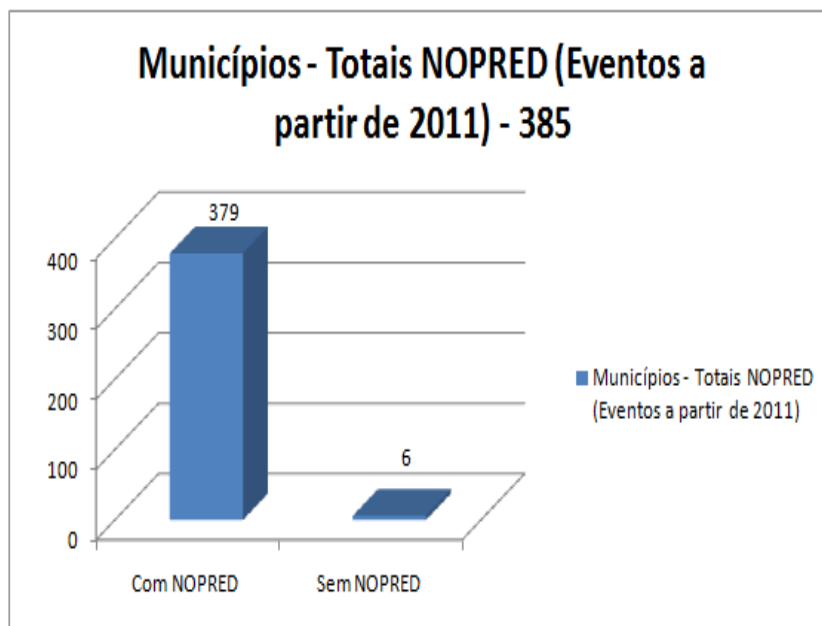


Figura 21: Notificação Preliminar de Desastre (NOPRED) pelos municípios no Rio Grande do Sul, em 2011 e 2012. Verifica-se que a mobilização dos municípios em relação aos desastres, frente ao o auxílio financeiro recebido através do NOPRED. Fonte: Defesa Civil do RS (<http://www.defesacivil.rs.gov.br/>)

A cidade de Santa Maria é amplamente atingida por eventos de inundação, causando danos materiais e sociais para a população santamariense, mesmo que, numa escala maior, esses acidentes pareçam menos importantes.

Para compreender a dinâmica das inundações nas cidades, faz-se necessário o apontamento de alguns termos básicos referentes aos sistemas fluviais e à drenagem urbana.

O canal de drenagem que confina um curso d'água denomina-se leito menor e a planície de inundação representa o leito maior do rio. O leito menor é um espaço bem delimitado, com margens geralmente bem definidas, e no qual a frequência de escoamento é suficiente para impedir o estabelecimento de vegetação.

O leito maior pode ser dividido em sazonal ou excepcional, o critério de classificação é exatamente a periodicidade das cheias. No caso do leito sazonal, as cheias ocorrem regularmente, pelo menos uma vez no ano. Por sua vez, o leito excepcional compreende o espaço ocupado pelas águas com frequência irregular, e com períodos não inferiores a um ano. (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Segundo Delgado (2000), a distinção entre os dois tipos de leitos maiores não permite maior precisão dos limites entre essas duas áreas, mas tem um significado prático muito

importante porque normalmente a área do leito maior excepcional sofre intervenção antrópica, por meio dos mais diferentes usos (cultivo, moradia, instalações industriais, etc).

Todo e qualquer rio tem sua área natural de inundação, ou seja, uma planície de inundação que funciona como um regulador hidrológico, absorvendo o excesso de água nos períodos de intensas chuvas e consequentes cheias. Cabe ainda ressaltar que o extravasamento não se dá de forma homogênea ao longo do canal de drenagem e nem mesmo em relação as suas margens (SANTOS, 2012)

Sobre o comportamento das margens, Christofolletti, (1980) afirma que é na margem côncava que a escavação no leito do rio ocorre, também é nessa margem que há maior velocidade do fluxo. Na margem convexa ocorre deposição, em que o fluxo apresenta menor velocidade. Nessa relação diferencial entre as margens observa-se que a maior parte do transbordamento ocorre nas margens côncavas.

As águas de chuva, ao alcançar um curso d'água, causam o aumento na vazão por certo período de tempo. Este acréscimo na descarga d'água tem o nome de cheia ou enchente. Ou seja, ocorrem quando a capacidade do canal do curso d'água é excedida, em decorrência disso, há o extravasamento das margens e alagamento das planícies adjacentes.

Este extravasamento caracteriza uma inundação, e a área marginal, que periodicamente recebe esses excessos de água denomina-se planície de inundação, várzea ou leito maior. Ou seja, a planície de inundação são as áreas relativamente planas e baixas que de tempos em tempos recebem os excessos de água que extravasam do seu canal de drenagem.

A drenagem é o gerenciamento da água da chuva que escoar no meio urbano. Seu caminho percorrido sobre uma superfície pode ser topograficamente bem definidos, ou não. As torrentes originadas pela precipitação direta sobre as vias públicas desembocam nos bueiros situados nas sarjetas.

Estas torrentes, somadas à água da rede pública proveniente dos coletores localizados nos pátios e nas calhas situadas nos topos das edificações, são escoadas pelas tubulações que alimentam os condutos secundários, a partir do qual atingem o fundo do vale, onde o escoamento é topograficamente bem definido, mesmo que não haja um curso d'água perene.

A microdrenagem é definida pelo conjunto de condutos pluviais ou canais presentes em loteamentos ou na rede primária urbana. Este tipo de sistema de drenagem é projetado para atender à drenagem de precipitações com risco moderado, ou seja, cuja intensidade e duração não são tão expressivas.

A macrodrenagem envolve os sistemas coletores de diferentes sistemas de microdrenagem. A macrodrenagem envolve áreas de pelo menos 2 km² ou 200 ha. Estes valores não devem ser tomados como absolutos porque a malha urbana pode possuir as mais diferentes configurações.

Após a implantação das cidades, o percurso natural das águas passa a ser determinado pelo traçado das ruas e acaba se comportando da maneira que fica mais viável ao uso ou da estrutura da cidade o que na maioria das vezes é bem diferente do seu percurso natural.

O aumento da população, principalmente em polos regionais de crescimento e a expansão irregular da periferia tem produzido impactos significativos na infraestrutura de recursos hídricos. Um dos principais impactos que tem ocorrido na drenagem urbana é a forma de aumento da frequência e magnitude das inundações e, conseqüentemente, a expansão das áreas de risco. Este processo é decorrência da urbanização e a conseqüente impermeabilização junto com a canalização do escoamento pluvial.

O crescimento urbano modifica a paisagem natural provocando vários efeitos que alteram os componentes do ciclo hidrológico natural. Com a impermeabilização do solo, o volume que escorria lentamente pela superfície do solo e ficava retido pela vegetação passa a escoar no canal, exigindo maior capacidade de escoamento das seções fluviais (TUCCI, 2003).

Na figura 22 é apresentado o efeito da urbanização sobre as variáveis do ciclo hidrológico. A Figura 22A representa taxas em área densamente vegetada, onde a evaporação é em torno de 40%, o índice de 50% é bastante alto, em contrapartida, o escoamento superficial é de apenas 10% da precipitação total.

Em área fortemente urbanizada (Figura 22D), a situação é muito diferente, enquanto a infiltração é de apenas 10%, o escoamento superficial tem um incremento de 45%. Neste caso, a permanência da água na superfície aumenta a possibilidade de ocorrência de enxurradas.

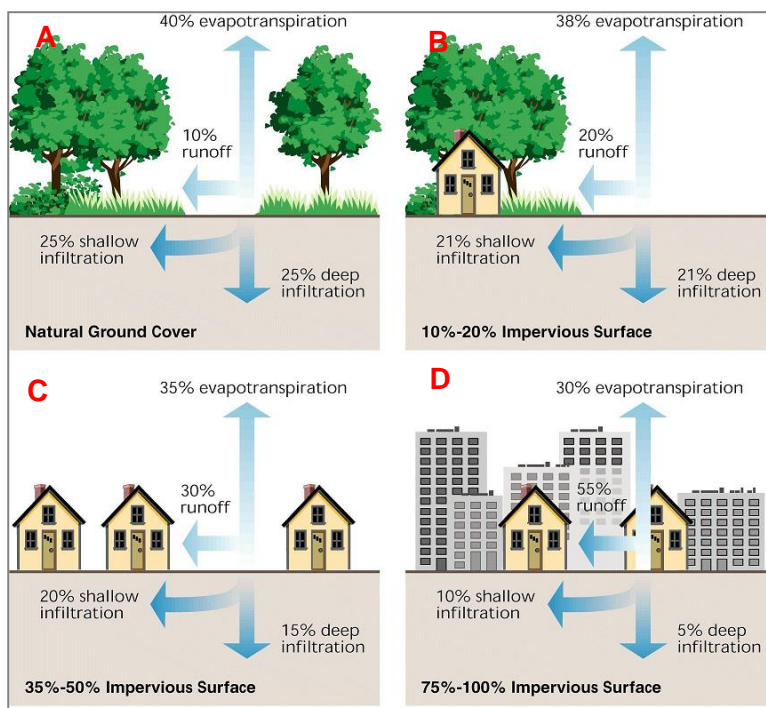


Figura 22: Alterações no ciclo hidrológico em diferentes estágios de urbanização. Fonte: AquaFluxus Consultoria de Ambiental em Recursos Hídricos (2011).

Entre as principais consequências do adensamento urbano no comportamento do ciclo hidrológico temos a redução da infiltração no solo, ou seja, o volume que deixa de infiltrar fica na superfície aumentando o escoamento superficial.

A construção de condutos pluviais para o escoamento superficial torna-o mais rápido, reduzindo o tempo de deslocamento. Além disso, a redução da infiltração causa também a redução do nível do lençol freático, enfraquecendo a recarga dos aquíferos.

A produção de lixo contribui negativamente para o comportamento da drenagem urbana. O depósito de resíduos sólidos nos canais obstrui a passagem de água, ocasionando o transbordamento dos mesmos. Vale destacar também que o assoreamento das seções da drenagem reduz a capacidade de escoamento de condutos, rios e lagos dentro e nos arredores das cidades.

Para Tucci (2003), a drenagem urbana tem sido desenvolvida com base no princípio equivocado de que a melhor drenagem é a que retira a água excedente o mais rápido possível do seu local de origem. Não se costuma considerar a bacia hidrográfica como sistema de controle, ou seja, os impactos gerados são transferidos de um ponto a outro dentro da bacia através de condutos e canalizações.

Geralmente, na microdrenagem as técnicas tradicionais tendem a aumentar a vazão, esgotando todo o seu volume para jusante. Já, na macrodrenagem a tendência de controle da drenagem urbana é através da canalização dos trechos críticos.

As situações aqui mencionadas fazem parte da realidade de Santa Maria. Em muitas áreas, o aumento do escoamento superficial causado pela impermeabilização do solo e o escoamento por condutos modificam e intensificam as relações de erosão, transporte e deposição na drenagem urbana.

Assim, a ocorrência de inundação, principalmente em áreas periféricas da cidade, é muito comum. A população de menor poder aquisitivo encontra-se habitando as áreas próximas ou muito próximas ao leito dos cursos d'água. Em épocas mais chuvosas estas áreas estão susceptíveis tanto aos processos de inundação quanto aos processos de erosão de margens.

No próximo item, buscou-se reunir os fatores envolvidos na dinâmica fluvial responsáveis pela ocorrência das inundações. Esses fatores podem ser de origem natural ou produzidos pelo homem, cujo resultado vai depender do uso e ocupação do solo, definindo a intensidade do risco em que a população está sujeita.

2.4.3.1 Inundações: fatores condicionantes

Entre os condicionantes naturais das inundações destacam-se as formas de relevo; as características da rede de drenagem na bacia hidrográfica; a intensidade, quantidade, distribuição e frequência das chuvas; as características físicas e químicas do solo; e a presença ou ausência de cobertura vegetal (TOMINAGA, 2012).

Neste sentido, Delgado (2000) acrescenta que a ocorrência de inundações está associada à conjugação de fatores de ordem meteorológica e hidrológica, relacionados aos movimentos e mudanças de estado da água na baixa atmosfera, na superfície e subsolo, os quais (evaporação, evapotranspiração, condensação, precipitação, interceptação pela vegetação, infiltração, escoamento superficial e subsuperficial) compõem o ciclo hidrológico.

Os fatores naturais que controlam os processos de inundação, segundo Rebelo (1997) podem ser considerados: transitórios e permanentes. Entre os fatores transitórios, as chuvas têm, naturalmente, maior influência nos processos de inundação. Neste aspecto, consideram-se as características do episódio pluviométrico, ao nível da intensidade e do tipo da precipitação.

Entre os fatores permanentes, salientam-se as características geográficas: topografia, morfologia, declive, litologia, cobertura vegetal, uso do solo, taxa de impermeabilização, condições da drenagem natural, características da rede hidrográfica e modificações antrópicas; e as características da rede de drenagem das águas pluviais.

Se o canal for marcado por uma superfície muito irregular, tende a produzir maior turbulência, como a libertação de energia é menor do que a velocidade de escoamento, dá-se a regressão do pico de cheia para montante.

Sendo a área de secção transversal mais ampla, o canal tem condições para promover o escoamento de uma forma lenta. Por outro lado se for menor, vai promover mais facilmente o pico de cheia, pois o escoamento faz-se de uma forma mais rápida.

Neste sentido, a problemática de ocupação das várzeas dos pequenos cursos de água, é de certa forma, diferente do que acontece nas planícies marginais dos médios e grandes rios.

De acordo com Santos (2012), os pequenos cursos de água têm um comportamento torrencial, pois durante grande parte do ano, o caudal é baixo, estando desta forma sujeitas à subitas repentinas do caudal em situação de pluviosidade, em que o tempo de concentração nas respectivas bacias hidrográficas é muito rápido, sem haver praticamente possibilidade de aviso prévio para as populações.

E, sobre o transporte e deposição de sedimentos, acrescenta ainda:

Nos pequenos cursos de água de fortes declives, o escoamento das águas pode atingir velocidades elevadas, durante as cheias, podendo provocar o arrastamento de blocos de grandes dimensões. O transporte em suspensão é desta forma muito elevado devido a intensas precipitações, provocando erosão nas cabeceiras, ou pela acção exercida pela corrente ao longo das margens. Mas é nas zonas de menor velocidade de corrente que o material em suspensão se deposita, impedindo juntamente com material em flutuação o escoamento das águas, podendo provocar situações de inundação nessas áreas.

Sobre a velocidade do escoamento, a declividade tem papel fundamental. Se os declives forem acentuados, há o predomínio do escoamento superficial sobre a infiltração. Caso contrário, em declives menos acentuados, predomina a infiltração.

A forma geométrica de uma bacia hidrográfica também pode ser relacionada com a ocorrência de inundações. Christofolletti (1980) apresenta índices que podem ser aplicados para se definir a forma da bacia, dentre eles está o índice de forma que compara a área da bacia com a da figura geométrica que possa cobrir da melhor forma possível a bacia hidrográfica.

Conforme Rebelo (1997), as dimensões da bacia também assumem um carácter importante na caracterização das inundações. Assim, em pequenas bacias hidrográficas e,

sobretudo, em áreas urbanas, o extravasamento da calha é repentino, (*flash floods*) estando quase sempre ligada à ocorrência de chuvas intensas.

A vegetação vai ter influência no escoamento, na medida em que funciona como um entrave, condicionando o caudal via intersecção da precipitação ao nível do solo. O grau de influência dependerá da densidade e do tipo de vegetação existente junto e nas proximidades do leito.

Sobre às inundações, obviamente, a rede de drenagem influencia através da densidade, ou seja, se densidade de drenagem for fraca, dá origem a um escoamento mais lento e a menores quantidades de água. Se for intensa dá origem a um escoamento rápido e uma antecipação do pico de cheia.

Entre os fatores desencadeantes mais significativos estão as condições meteorológicas: quantidade, duração, intensidade da precipitação, concentração temporal, distribuição espacial na bacia hidrográfica; eventuais intervenções antrópicas e possíveis falhas técnicas.

Como já mencionado, uma das principais causas de inundações nas bacias hidrográficas, é a ocupação humana e o desenvolvimento das suas atividades, uma vez que as características morfológicas, de cobertura vegetal e de permeabilidade dos solos, são alteradas.

Quando a população ocupa o leito maior, que áreas susceptíveis, os impactos são frequentes. Como os rios nos períodos chuvosos saem do seu leito menor e ocupam o leito maior de forma irregular ao longo do tempo, a população tende a ocupar o leito maior, ficando sujeita ao impacto das inundações (SANTOS, 2012).

De acordo com a legislação brasileira não é permitido ocupar e construir em planícies de inundação, pois são Áreas de Proteção Permanente (APPs), conforme disposto na legislação brasileira, em especial nas Leis Federais nº 4.771/65 (Código Florestal) e nº 6.766/79 (Parcelamento do Solo Urbano).

Estas áreas são sujeitas a inundações periódicas, devido à dinâmica natural dos cursos d'água. Neste caso a ocupação não é a causa da inundação e o acidente ocorre porque áreas naturalmente inundáveis foram ocupadas.

O grau de intensidade dos problemas decorrentes dos eventos de inundação vai depender do grau de ocupação da várzea, da impermeabilização do solo e da canalização da rede de drenagem.

A impermeabilização dos solos pelo asfalto impede a infiltração e é responsável pelo aumento da velocidade do escoamento superficial. As retificações, as canalizações e o assoreamento também alteram a dinâmica da vazão dos cursos d'água, segundo Tominaga

(2009). Com a eliminação dos meandros existentes em alguns cursos d'água, que reduzem gradualmente a velocidade da água, ocorre a concentração do fluxo em pouco tempo (Figura 23).

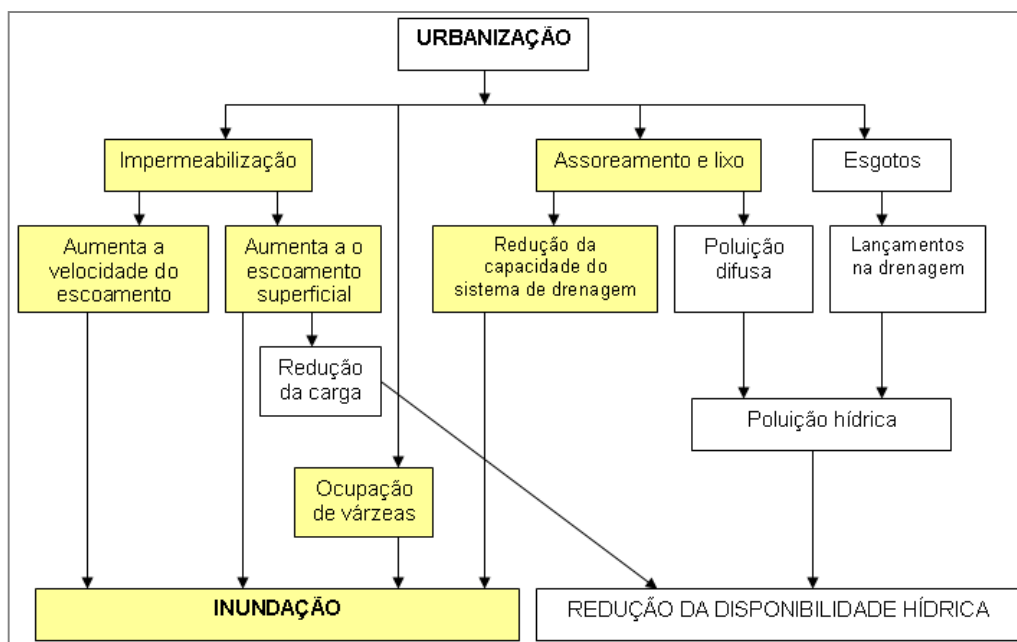


Figura 23: Esquema representativo da interferência da urbanização sobre os corpos hídricos. Em destaque, processos responsáveis por inundações. Fonte: Yazaki (2009).

A autora enfatiza que as inundações são potencializadas pela urbanização através de obras de pavimentação, edificações e redução de áreas verdes que aumentam a velocidade e o volume do escoamento superficial, causando danos ainda maiores às áreas afetadas.

Além disso, a canalização de cursos d'água sem análise dos possíveis impactos a jusante somente transferem os pontos de inundação para outro local, mas não minimizam o problema.

No entanto, quando um canal é totalmente retificado, a ausência dos meandros torna o escoamento muito mais rápido, a vazão máxima ocorre em um tempo muito menor. Neste caso, a inundação pode ocorrer ao longo de todo o canal retificado, enquanto, no canal natural, ela ocorria pontualmente (Figura 24).

Neste sentido, a canalização e retificação dos rios, principalmente em áreas urbanas, pode ser um fator desencadeador de inundações. Estas obras são, muitas vezes, realizadas sem levar em consideração as suas consequências, podendo intensificar as inundações que já são comuns ou desencadear novos pontos em locais que até então elas não existiam.

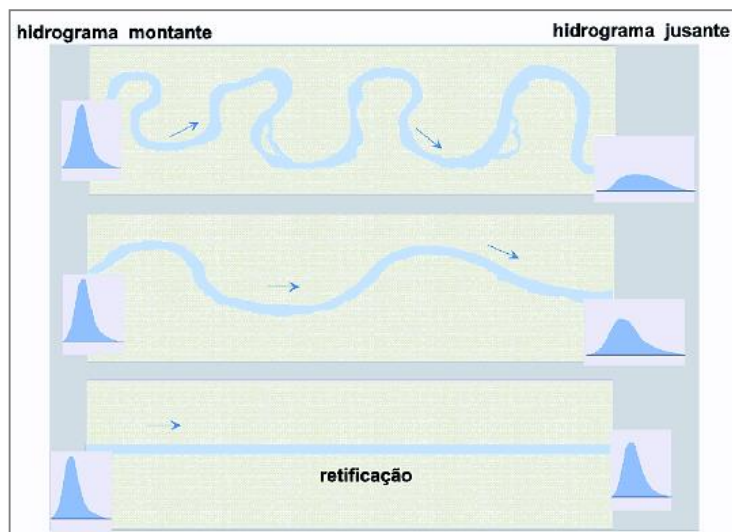


Figura 24: Diferenças nos hidrogramas de enchente em função das modificações no percurso do curso d'água. Fonte: Tucci (2003).

Sobre as obras urbanas, Tucci (2003, p.27) acrescenta:

...devido à forma desorganizada como a infra-estrutura urbana é implantada, tais como: (a) pontes e taludes de estradas que obstruem o escoamento; (b) redução de seção do escoamento por aterros de pontes e para construções em geral; (c) deposição e obstrução de rios, canais e condutos por lixos e sedimentos; (d) projetos e obras de drenagem inadequadas, com diâmetros que diminuem para jusante, drenagem sem esgotamento, entre outros.

A impermeabilização do solo pode causar um aumento de seis a sete vezes a vazão média da cheia, enquanto a canalização dos cursos causa o aumento das áreas impermeáveis, reduzindo o tempo de concentração das águas (Figura 25).

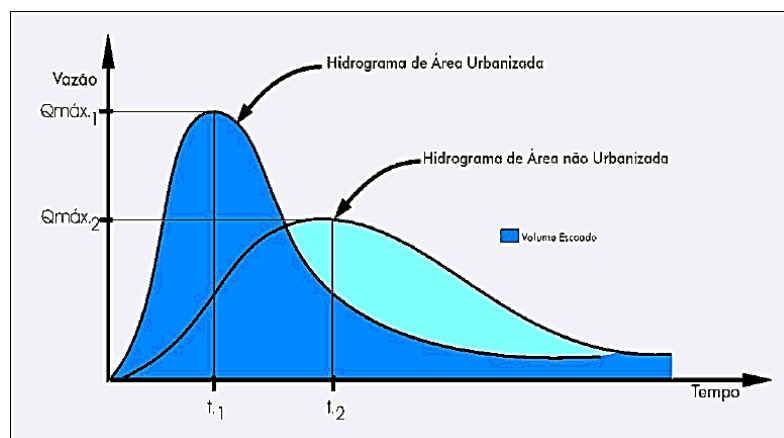


Figura 25: Hidrograma hipotético que demonstra picos de vazão em área natural e área urbanizada. Fonte: Tucci, 2003.

Para Delgado (2000), esta impermeabilização atua no sentido de reforçar o vetor escoamento, aumentando a quantidade de água que escoa superficialmente e acelerando esse processo. Em decorrência disso, há maior pressão sobre os fluxos fluviais, aumentando a sua vazão e reduzindo o tempo de pico (tempo que transcorre entre o maior volume de precipitação e a maior vazão no canal).

O desmatamento também pode contribuir para o acréscimo do escoamento superficial e tende a acelerar o processo de perda do solo, resultando no assoreamento dos cursos d'água. Assim como a redução da cobertura vegetal, propiciando o aumento da frequência de cheias pequenas e médias.

Já o lixo, entope bueiros, canais e tubulações que levariam as águas pluviais diretamente para o rio, alagando as áreas que normalmente não eram invadidas pelas águas. Na própria calha do rio, o lixo também pode funcionar como uma represa, proporcionando o rápido aumento do seu nível.

A posição que se costuma adotar é de resignação frente à fatalidade de um evento natural. Quando na realidade, o impacto foi gerado pela urbanização inadequada, que requer medidas preventivas de controle distribuído e regulamentação. Para que isto ocorra são necessárias medidas administrativas e técnicas que são implantadas através do Plano Diretor Urbano.

As consequências da falta de planejamento e regulamentação das áreas inundáveis são realidades em inúmeras cidades de médio e grande porte do país. Depois que o espaço está todo ocupado, as soluções disponíveis são extremamente caras, onde o poder público passa a investir uma parte significativa do seu orçamento para proteger uma parcela da cidade que sofre devido à imprevidência da ocupação do solo.

Para Tucci (2003), o problema das inundações, muitas vezes, tende a ficar no esquecimento após cada ocorrência. Isso se deve a vários fatores, entre os quais está a falta de conhecimento sobre controle por parte dos planejadores urbanos; a desorganização, a nível federal e estadual, sobre gerenciamento das inundações; desconhecimento da população em relação aos eventos de inundação.

2.4.3.2 Inundações: classificações

O Ministério das Cidades/IPT (2007) conceitua uma inundação como sendo transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea.

Para o CEOS (2002), uma inundação pode ser definida como qualquer fluxo de água relativamente elevado em cursos naturais ou artificiais, em qualquer parte de um rio ou córrego.

Para Tucci (2003) uma inundação decorre da saída das águas do leito de escoamento dos rios, riachos, galerias pluviais, devido à falta de capacidade de transporte de um destes sistemas e ocupa áreas onde a população ocupa.

O alagamento é um acúmulo momentâneo de águas em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem. Em comum, todos os processos, são fenômenos naturais causados por eventos pluviais intensos que ocorrem em tempos de duração diferenciados (TUCCI, 2003).

Castro (2003) classifica as inundações de acordo com a sua evolução em diferentes tipos, nos quais citamos três, que são mais importantes para o objetivo deste trabalho. Entre elas estão enchentes ou inundações graduais, enxurradas ou inundações bruscas e os alagamentos.

Sobre as enchentes, o autor esclarece que, ocorrem de forma lenta, gradual e, quase sempre, previsível, pois a situação de cheia mantém-se por certo tempo, onde as águas voltam ao nível normal do leito após um período de escoamento.

As enchentes/inundações graduais estão relacionadas e fortemente influenciadas por variáveis climatológicas sazonais ou cíclicas de longo e médio prazo, sendo pouco alteradas pelas características diárias do tempo. Enquanto alagamento é definido como o acúmulo momentâneo de águas em uma dada área por problemas no sistema de drenagem, podendo ter ou não relação com processos de natureza fluvial.

Enchentes são fenômenos relacionados às chuvas intensas e duradouras, caracterizadas por sua abrangência, atingindo grandes áreas ocorrendo, principalmente, em rios de planície em bacias hidrográficas mais extensas.

Ao contrário das enchentes, as enxurradas são desencadeadas por chuvas intensas e concentradas com capacidade rápida de elevação dos caudais que ganham maior volume e velocidade, podendo estar associadas às áreas mais íngremes que proporcionam maior velocidade ao escoamento superficial ao fluxo fluvial (CASTRO, 2003).

Por acontecerem de forma repentina as enxurradas possuem pico agudo de ocorrência, com rápidas ascensão e descenso, caracterizada pela violência dos caudais e pela imprevisibilidade, provocando danos muito maiores do que as inundações graduais (ou enchentes).

A planície de inundação, também denominada várzea, é uma área que periodicamente será atingida pelo transbordamento dos cursos d'água, constituindo, portanto, uma área inadequada à ocupação.

De acordo com as características do relevo é possível prever a velocidade do processo de inundação. Os vales encaixados (em V) e vertentes com altas declividades predis põem as águas a atingirem grandes velocidades em curto tempo, causando inundações bruscas e mais destrutivas. Os vales abertos, com extensas planícies e terraços fluviais predis põem inundações mais lentas (graduais), devido ao menor gradiente de declividade das vertentes do entorno.

Portanto, vertentes com altas declividades predis põem as águas a atingirem grandes velocidades em curto tempo, causando inundações bruscas e mais destrutivas. Os vales abertos, com extensas planícies e terraços fluviais predis põem inundações mais lentas (graduais), devido ao menor gradiente de declividade das vertentes do entorno (TOMINAGA *et all*, 2009).

No entanto, diversas vezes as inundações graduais têm sido registradas como inundações bruscas e vice versa. Isto nem sempre é devido à falta de conhecimento, mas sim devido à dificuldade de identificação do fenômeno em campo e a ambiguidade das definições sobre inundações bruscas e graduais (Figura 26).

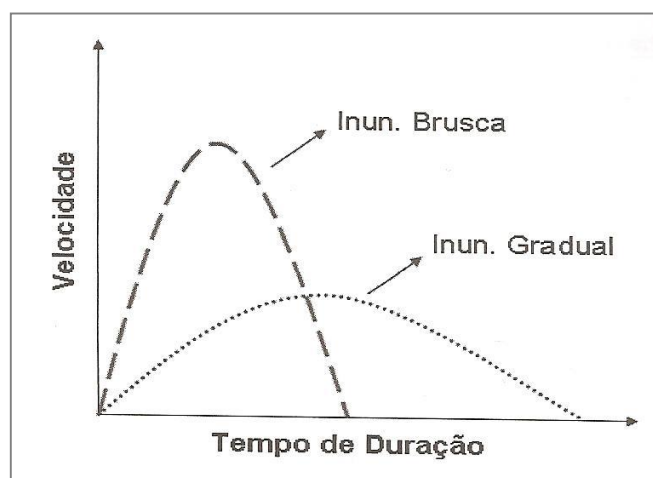


Figura 26: Diferença entre velocidade e tempo de duração em inundação gradual e brusca.

Fonte: Kobiyama (2006).

Isto pode ser facilmente compreendido devido ao grande número de definições relacionadas ao tema, encontradas em diversas bibliografias, indicando a complexidade do fenômeno. Pois, além dos problemas tipicamente conceituais e etimológicos, algumas características comportamentais são similares para ambas as inundações, ou seja, ocorrem tanto nas inundações graduais como nas bruscas.

A inundação, popularmente tratada como enchente, é o aumento do nível dos rios além da sua vazão normal, ocorrendo o transbordamento de suas águas sobre as áreas próximas a ele.

Estas áreas planas próximas aos rios sobre as quais as águas extravasam são chamadas de planícies de inundação. Quando não ocorre o transbordamento, apesar do rio ficar praticamente cheio, tem-se uma enchente e não uma inundação. Por esta razão, no meio científico, os termos “inundação” e “enchente” devem ser usados com diferenciação.

Portanto, a diferença entre os fenômenos diz respeito ao tempo de duração e a velocidade de sua ocorrência. Se a precipitação for intensa num curto período de tempo tem-se, então, uma enxurrada; caso contrário se a precipitação for prolongada e o tempo de extravasamento do canal for maior há uma enchente.

Sobre inundações graduais, vários autores tecem considerações em relação seus conceitos. Para NFIP (The National Flood Insurance Program, 2006), “*flood*” está relacionada com uma condição temporária, onde a inundação proveniente de águas continentais ou oceânicas atinge uma área seca.

Tucci (2003) usa o termo “inundação ribeirinha” e o definem como sendo o volume de água escoado pelo sistema de drenagem quando o solo apresenta reduzida capacidade de infiltração. O conceito utilizado por Mendiondo (2005) sobre “*river flood*” está associado aos rios em trópicos úmidos, onde as chuvas fortes e prolongadas provocam o seu transbordamento. Os termos e conceituações dos vários autores são apresentados no Tabela 5.

A NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2005) usa o mesmo termo para designar a inundação causada por cursos d’ água perto ou no local onde acontece a precipitação. Castro (1999) conceitua inundações graduais ou bruscas como sendo a elevação paulatina e previsível das águas pluviais, e ocorrem sazonalmente.

Tabela 5: Diferentes conceituações sobre inundações.

<i>Termo</i>	<i>Autor</i>	<i>Definição</i>
<i>Flood</i>	NFIP (2005)	Uma condição geral ou temporária, de parcial ou completa inundação, de dois ou mais acres de uma terra normalmente seca, ou duas ou mais propriedades, proveniente da inundação de águas continentais ou oceânicas.
<i>Flood</i>	NW/NOAA (2005)	A inundação de uma área normalmente seca causada pelo aumento do nível das águas em um curso d'água estabelecido, como um rio, um córrego, ou um canal de drenagem ou um dique, perto ou no local onde as chuvas precipitam.
Inundações Graduais ou Enchentes	CASTRO (1999)	As águas elevam-se de forma paulatina e previsível, mantém em situação de cheia durante algum tempo e, a seguir, escoam-se gradualmente. Normalmente, as inundações graduais são cíclicas e nitidamente sazonais.
Inundações Ribeirinhas	TUCCI (2003)	Quando a precipitação é intensa e o solo não tem capacidade de infiltrar, grande parte do volume escoado para o sistema de drenagem, superando sua capacidade natural de escoamento. O excesso de volume que não consegue ser drenado ocupa a várzea inundando de acordo com a topografia das áreas próximas aos rios.
<i>River Flood</i>	MENDIONDO (2005)	O transbordamento do rio é normalmente resultado de prolongada e copiosa precipitação sobre uma grande área. Inundações de rio acontecem associadas à sistemas de grandes rios em trópicos úmidos.

Fonte: Kobiyama (2006).

O mesmo acontece com os eventos de inundações bruscas, autores diferentes se utilizam de termos variados para conceituar essa situação. A National Oceanic and Atmospheric Administration - NWS/NOAA (2005), Choudhury *et al* (2004), Kömusçü *et al* (1998), Mendiondo (2005) e WMO (1994) utilizam o termo “flash flood” para definir o resultado de uma chuva excessiva em um curto período de tempo.

Para Castro (1999), uma “inundação brusca ou enxurrada” acontece, geralmente, em regiões de relevo acidentado, originada de chuvas intensas e elevação rápida do nível das águas (Tabela 6).

Quando a população ocupa as áreas sob ameaça, os impactos são muito comuns. Isso pode ocorrer, em geral, devido ao não cumprimento dos Planos Diretores que restrinjam o loteamento de áreas com risco de inundação; à invasão de áreas ribeirinhas pela população de baixa renda; e à ocupação de áreas de médio risco, que são atingidas com frequência menor, mas que quando o são, sofrem prejuízos significativos.

Tabela 6: Diferentes termos e conceitos utilizados pela bibliografia nacional e internacional sobre as inundações bruscas.

<i>Termo</i>	<i>Autor</i>	<i>Definição</i>
<i>Flash Flood</i>	NWS/NOAA (2005)	Uma inundação causada pela pesada ou excessiva chuva em um curto período de tempo, geralmente menos de 6 horas. Também, as vezes uma quebra de barragem pode causar inundação brusca, dependendo do tipo de barragem e o período de tempo que ocorre a quebra.
<i>Flash Flood</i>	CHOUDHURY <i>et al.</i> (2004)	Inundações bruscas são inundações de curta vida e que duram de algumas horas a poucos dias e originam-se de pesadas chuvas.
<i>Flash Flood</i>	KÖMÜSCÜ <i>et al.</i> (1998)	Inundações bruscas são normalmente produzidas por intensas tempestades convectivas, a qual causa rápido escoamento, e o dano da inundação geralmente ocorre dentro de horas da chuva que a causa e afeta uma área muito limitada.
Inundação Brusca ou Enxurrada	CASTRO (1999)	São provocadas por chuvas intensas e concentradas em regiões de relevo acidentado, caracterizando-se por súbita e violenta elevação dos caudais, os quais escoam-se de forma rápida e intensa.
<i>Flash Flood</i>	MEDIONDO (2005)	É um evento de inundação de curta duração com uma rápida elevação de onde de inundação e rápida elevação do nível das águas. São causadas por pesadas, geralmente curtas precipitações, como uma chuva torrencial, em uma pequena área.
<i>Flash Flood</i>	WMO (1994)	Em bacias pequenas, de rápida resposta, com as de tempo de concentração menor de seis horas, intensa precipitação que pode criar uma inundação brusca.

Fonte: Kobiyama (2006).

Os conceitos e classificações apresentados foram importantes para fundamentar e enriquecer o conhecimento sobre a temática. No entanto, neste trabalho, acreditou-se mais prudente utilizar apenas o termo “inundação”, tendo em vista a variedade dos termos e que muitas informações foram coletadas de fontes não científicas, podendo haver equívocos quanto à classificação.

Na sequência da discussão sobre os processos de dinâmica fluvial, aborda-se a seguir, os riscos associados à erosão e ao solapamento de margens dos cursos d’água. Buscou-se apresentar os principais fatores envolvidos e a consequência destes processos para a população ribeirinha.

2.4.4 Dinâmica Fluvial: Erosão Fluvial

O estudo dos processos erosivos fluviais têm suma importância na análise da dinâmica dos rios, ao longo do tempo e do espaço, visando o entendimento do relacionamento com a intensidade das alterações antrópicas ao longo dos corpos d’água.

A evolução da erosão acontece em curto período de tempo, comparativamente a muitos outros processos geomorfológicos, mostrando, assim, a importância de conhecimentos sobre o grau da erosão marginal, a fim de possibilitar um planejamento adequado, quanto ao uso das margens (HOOKE, 1979).

No que diz respeito ao tema, Thorne (1990) acrescenta que este tipo de erosão contribui, significativamente, para o incremento na carga de fundo dos rios, provocando a destruição progressiva da área marginal, podendo causar a perda de áreas habitadas, áreas cultivadas, áreas preservadas, dentre outras.

Erosão fluvial é a erosão causada pelas águas dos rios, principalmente na época de cheias, podendo, em alguns casos, ocasionar a destruição das margens por desmoronamento ou escorregamento. Guidicini e Nieble (1983) definem este termo como sendo qualquer movimento coletivo de materiais terrosos.

A erosão fluvial pode ocorrer no leito, nas margens, ou nas cabeceiras dos rios. A erosão do leito é denominada erosão vertical e a das margens erosão marginal (“lateral erosion”) conforme Tuysuz (2005).

De acordo com Florenzano (2008) a erosão lateral ocorre quando as margens do canal são removidas, geralmente por processos de solapamento basal e colapso. Desse modo, a erosão lateral produz o desgaste do material das margens, pelo solapamento basal nos taludes, com auxílio da ação do fluxo do curso d’água.

2.4.4.1 Erosão fluvial: fatores condicionantes

Esta erosão pode ser acelerada pela ação antrópica e, por fortes precipitações, resultando no aumento da carga sedimentar, que atua diretamente no controle na formação das feições fluviais (barras de meandro, bancos de sedimentação, barras laterais e outros).

Para Simons (1982), os processos erosivos ocorrem quando a resultante de todas as forças atuantes sobre o material erodível excede o resultado efetivo de todas as forças que tendem a conservar o material no próprio local. Silva (2011) acrescenta que, podem ocorrer pela corrosão, pela ação hidráulica da água e pelo atrito dos materiais em transporte.

Em outras palavras, segundo Brighetti e Martins (2001), o processo de erosão das margens dos cursos d’água é causado, principalmente, pela ação fluvial devido ao escoamento, e pela instabilidade geotécnica resultante da saturação e infiltrações de água.

Para o IPT (2007, p. 95) a erosão marginal é o processo que desencadeia a “remoção e transporte de solo dos taludes marginais dos rios provocados pela ação erosiva das águas no canal de drenagem”, é um processo natural da dinâmica fluvial, responsável pela modelagem dos cursos d’água. Esse processo é intensificado em períodos de pluviosidade elevada, quando os rios recebem grande parte das escoadas.

A erosão das margens dos cursos d’água é uma das manifestações mais visíveis do reajustamento da morfologia do canal em busca de um novo equilíbrio e das alterações na dinâmica do sistema fluvial, ocorrendo um trabalho contínuo de escavação na base da margem côncava, onde a velocidade é maior, e de deposição na parte convexa (GUERRA et al, 2003).

Neste sentido, Souza & Cunha (2007) acrescentam que nas margens de forma côncava ocorre a retirada de material pela ação das águas, enquanto as margens de forma convexa são locais de deposição deste material. No período das cheias, os fluxos transportam os sedimentos da base da margem, provocando o solapamento basal, conseqüentemente, a estrutura das margens torna-se instável e desprovida de sustentação na base, resultando, então, no desmoronamento em blocos.

As águas correntes provocam erosão não só pelo impacto hidráulico, mas também por ações abrasivas e corrosivas. Na abrasão, o impacto das partículas carregadas pelas águas, sobre as rochas e outras partículas provoca um desgaste pelo atrito mecânico, causando escorregamentos e solapamento de margem.

A erosão e o assoreamento são processos interligados e, ambos fazem parte da dinâmica fluvial. A erosão das margens é responsável pela remoção e pelo transporte de sedimentos, e o assoreamento refere-se à deposição deste material para o fundo dos rios, causando a diminuição da calha que possibilita o extravasamento ainda mais rápido do leito em períodos de pluviosidade intensa.

O solapamento de margem também é um evento em que, naturalmente, as águas esculpem os taludes dos rios. Tecnicamente, é a “ruptura de taludes marginais do rio por erosão e ação instabilizadora das águas durante ou logo após processos de enchentes e inundações”. Porém, tornam-se perigosos quando afetam a população que habita as proximidades dos cursos d’água.

Lima (1998) atestou que a dinâmica fluvial está relacionada a dois momentos que deflagram a erosão das margens: i) fase de elevação do nível do rio, possibilitando a ação erosiva das águas diretamente sobre o talude (solapamento basal); ii) escorregamento do material, acionado por meio da gravidade. Em seguida, o material removido, pode se depositar

no sopé do talude, dentro do canal e, ao longo das margens, onde se inicia o ciclo de erosão, transporte e deposição pelo fluxo do rio (Figura 27).



Figura 27: Ação das águas fluviais em moradias situadas junto ao leito do rio. Além das inundações, as moradias podem ser afetadas pelo solapamento das margens. Fonte: Tucci (2003).

O canal fluvial pode ser caracterizado por variáveis morfológicas e dinâmicas. O regime de débitos, a potência da corrente, o gradiente hidráulico, a velocidade de fluxo, o transporte de sedimentos, e a mobilidade do canal são variáveis dinâmicas, enquanto o gradiente do leito, a sinuosidade, a forma da seção transversal, a largura, a profundidade, a tipologia das barras, e as características da planície de inundação são variáveis morfológicas.

De acordo Brighetti e Martins (2001), as causas da erosão devido à instabilidade geotécnica dos taludes de margem podem ser identificadas por:

a) diminuição do ângulo natural de equilíbrio: a saturação do terreno tem por consequência uma redução do ângulo natural de equilíbrio relativo ao material, diminuindo sua resistência; b) rompimento generalizado da margem: a descida ou subida rápida do nível d'água ou a elevação do lençol freático podem provocar o escorregamento do talude da margem; c) *piping* ou retro erosão: este fenômeno, causado pela existência de escoamento através de caminhos preferenciais, permite que as partículas do talude sejam transportadas pelo fluxo provocando assim a erosão progressiva retrógrada.

A magnitude da erosão nas margens está associada a alguns fatores, apresentados por Souza & Cunha (2007) conforme a Figura 28.

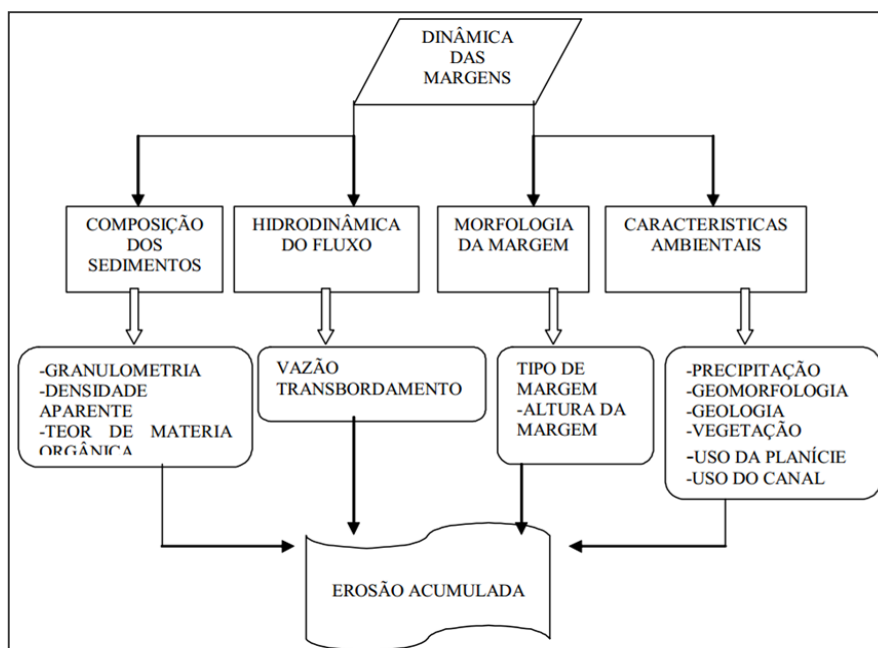


Figura 28: Esquema representativo dos elementos envolvidos na dinâmica das margens, responsáveis por desencadear processos erosivos associados. Fonte: Souza & Cunha (2007).

Conforme Souza & Cunha (2007), a erosão das margens fluviais pode estar associada ao grau de umidade do material constituinte e algumas propriedades do mesmo, tais como textura, densidade aparente, teor de matéria orgânica e estrutura. A textura está relacionada ao tamanho e arranjo dos grãos, possibilitando, assim, determinar a porosidade e permeabilidade. A estrutura refere-se ao estado de agregação das partículas do material. Teores de matéria orgânica mais elevados contribuem para a agregação dos solos.

A precipitação alcança os canais, principalmente, pelo escoamento superficial, sendo transformada em vazão, contribuindo com grande quantidade de água e carga de sedimentos para a calha do rio e a planície de inundação. Ao entrar em contato com as margens, esse fluxo contribui para remoção de sedimentos, além de provocar encharcamento do solo.

Irregularidades no percurso do escoamento, como depósitos de lixo, pilares de pontes, afloramentos rochosos e outros podem gerar turbilhões na corrente líquida que causam o solapamento da parte inferior das margens.

A impermeabilização provoca gradualmente um acréscimo dos picos de descarga ao longo do sistema, além do agravamento dos problemas erosivos. Em períodos chuvosos, pelo bloqueio à infiltração, subutiliza-se a capacidade de infiltração em benefício do escoamento imediato, aumentando a carga sobre o sistema de escoamento pluvial e conduzindo ao

transbordamento dos cursos d'água, alagamentos localizados, e aumento do poder erosivo (BERGER, 2001).

As áreas marginais sem vegetação, formadas por material inconsolidado, permeável e com lençol freático a pouca profundidade, que por ocasião das chuvas chegam facilmente à superfície ou para as áreas marginais (leito maior), propiciam inundações e ação erosiva das margens ocupadas por habitações.

As vertentes naturais são em geral os pontos de lançamento final das águas pluviais e servidas, aumentando consideravelmente a vazão conferindo ao processo erosivo uma dinâmica acelerada.

Muitas vezes, a evolução dos processos erosivos decorre da ocupação irregular das margens, a partir de loteamentos populares e habitacionais com sistemas de drenagem deficitários; de sistemas viários decorrentes de implantação inadequada, com ruas perpendiculares às curvas de nível associadas à ausência de pavimentação, guias e sarjetas; de uma expansão urbana descontrolada sob o ponto de vista geotécnico e agravada pela deficiência de infraestrutura.

A erosão marginal é um processo geomorfológico de importância prática e científica. A pesquisa sobre o tema aumentou nas últimas décadas devido a três principais razões: primeiro, a erosão da margem desempenha um papel importante no controle da largura do canal; segundo, esta erosão contribui significativamente no incremento da carga de fundo dos rios; e, terceiro, a destruição progressiva da área marginal desvaloriza os terrenos ribeirinhos e limita o seu uso adequado (THORNE e TOVEY, 1981).

Frente à problemática apresentada até aqui, faz-se necessária a indicação de ações que motivem a mitigação e prevenção dos desastres relacionados à dinâmica fluvial e à dinâmica das encostas. A partir deste ponto, buscou-se discutir a gestão das áreas sob ameaça e medidas que embasam ações preventivas voltadas a enfrentar acidentes, em especial aqueles com potencial de perdas sociais.

2.5 Gestão das áreas sob ameaça de desastres naturais

Enquanto o evento causador de desastre ainda é apenas uma possibilidade, muitos desastres potenciais podem ser mitigados através de um planejamento cuidadoso como, por exemplo, normas de construção e zoneamento, projetos rodoviários, rotas de evacuação, sistemas de alerta, atendimento à população em áreas sob ameaça.

A vulnerabilidade a desastres é socialmente construída, ou seja, decorre das circunstâncias econômicas e sociais cotidianas. Neste sentido, conhecer onde estes grupos estão concentrados dentro das comunidades e da natureza geral de suas circunstâncias, é um passo importante para a gestão de riscos.

Trabalhos realizados por Santoro (2011) no Instituto Geológico Nacional, mostram que a identificação, a avaliação e o gerenciamento de áreas de risco são fundamentais para a definição e a operacionalização de mecanismos de enfrentamento de perigos de natureza geológico-geotécnica (movimentos de massa, erosão, enchentes, inundações, entre outros).

O enfoque na gestão e no planejamento urbano, no caso dos desastres naturais, assume um papel importante no sentido de prevenção a desastres. Na medida em que o conhecimento do meio físico e do uso e ocupação do solo possibilita uma avaliação mais precisa da susceptibilidade a perigos, além disso, permite estabelecer diretrizes de uso do solo que minimizem os problemas já existentes e evitem os futuros (BROLLO, 2011).

Neste sentido, o mesmo autor enfatiza que, o enfoque em áreas de risco tem estreita ligação com planejamento territorial, pois a identificação de situações de perigo e a elaboração de cartas/mapas de risco permitem subsidiar decisões para o gerenciamento e intervenção em desastres (Figura 29).

Portanto, a prevenção dos desastres naturais deve seguir o caminho do planejamento territorial, da antecipação do problema. Mas, para isso, ainda é necessário o aprofundamento do conhecimento sobre os condicionantes de processos geodinâmicos e de seu comportamento em diferentes situações; sobre ferramentas mais precisas de obtenção e transmissão de informações; sobre a interação entre diferentes processos e sua relação com o uso e ocupação do solo; e sobre as consequências e custos para a sociedade após um desastre.

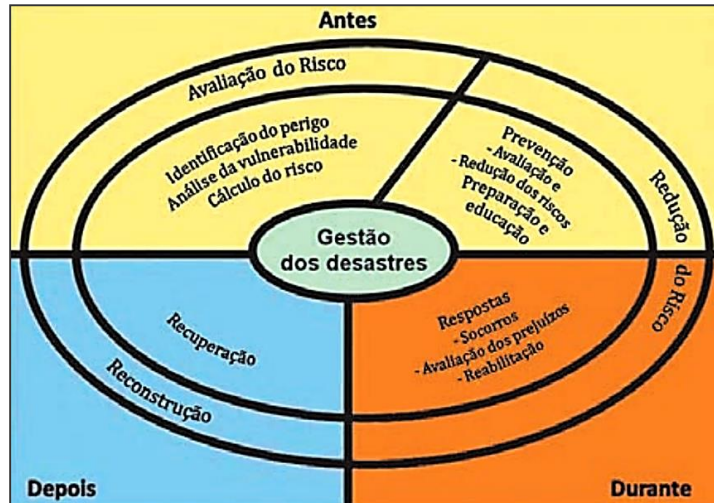


Figura 29: Esquema representativo da seqüência das fases de gerenciamento de desastres.
 Fonte: Tominaga (2007).

O crescente número de vítimas e custos financeiros decorrentes dos desastres naturais no Brasil, as três esferas governamentais - federal, estadual e municipal - estão mobilizando políticas, pesquisas e planos de ações que visam prevenção e ação frente às situações de perigo.

Em nível nacional, os Ministérios da Integração Nacional e das Cidades são responsáveis por esta temática. A Secretaria Nacional de Defesa Civil (órgão integrante do Ministério da Integração nacional) é responsável pela Política Nacional de Defesa Civil criada em 1995 e reformulada no ano de 2005.

A Política Nacional de Defesa Civil estabelece diretrizes, planos e programas prioritários para o desenvolvimento de ações de redução de desastres em todo o país, além da prestação de socorro e assistência às vítimas de desastres de qualquer natureza.

O Ministério das Cidades foi criado em janeiro de 2003 com objetivo de definir a Política Nacional de Desenvolvimento Urbano, em consonância com municípios, estados e sociedade civil. Este órgão visa à diminuição da desigualdade social e à sustentabilidade ambiental, onde os assentamentos humanos em áreas de risco recebem destaque.

Na esfera estadual, a problemática dos desastres naturais é regida pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC). Com o objetivo de descentralizar as ações de Defesa Civil no Estado, em especial na resposta aos desastres, a CEDEC criou as Regionais de Defesa Civil (REDECs). Compete às REDECs atuar no desenvolvimento de ações de interesse da Defesa Civil, em apoio às Coordenadorias Municipais de Defesa Civil; requisitar apoio de órgãos e entidades da administração estadual para a realização de vistorias, avaliações, inclusive de danos, ou outros trabalhos técnicos em municípios impactados por desastres.

O Rio Grande do Sul conta com a atuação de onze REDECS, a sede fica localizada em um município e abrange outros, conforme a proximidade e características comuns. A estrutura administrativa da Defesa Civil do Estado está organizada conforme mostra a Figura 30.

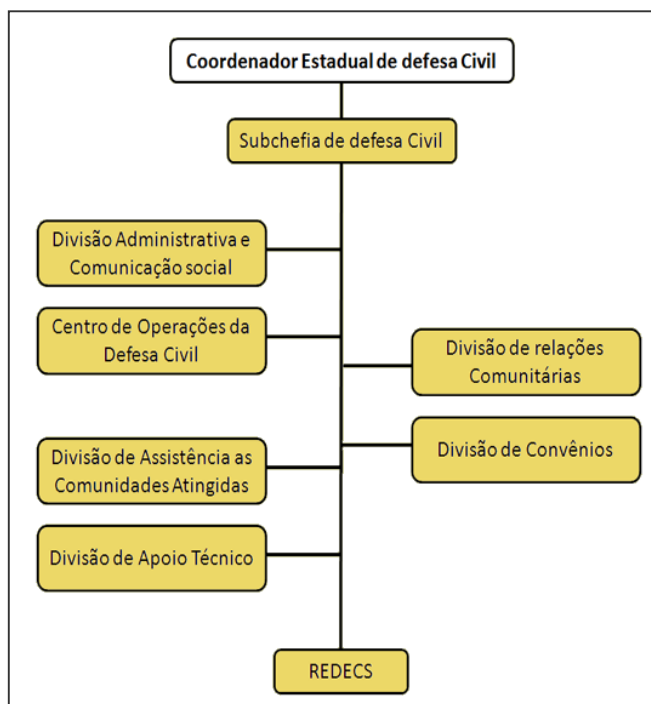


Figura 30: Estrutura administrativa da Defesa Civil no Rio grande do Sul.
Fonte: <http://www.defesacivil.rs.gov.br/> acesso em 21/08/2013

Em nível municipal tem-se o Plano Municipal de Redução de Risco (PMRR) que foi instituído pela Ação de Apoio à Prevenção de Riscos em Assentamentos Precários no âmbito do Programa de Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários do Ministério das Cidades, como um instrumento de planejamento para o diagnóstico do risco e a proposição de medidas estruturais para a sua redução, considerando a estimativa de custos, os critérios de priorização e a compatibilização com demais programas estaduais e federais conforme Carvalho & Galvão (2006). Destacando também (p.58):

O envolvimento da população que ocupa áreas de risco, ao longo do processo de formulação do PMRR, varia de acordo com a cultura local e com o grau de organização social das comunidades. É desejável que essa participação se dê desde a fase de revisão do mapeamento, quando se faz necessário o levantamento do histórico de acidentes e ocorrências da área e a percepção do risco mostrada pelos moradores, que já presenciaram vários períodos chuvosos nesses locais.

Para o gerenciamento de riscos nos municípios, faz-se necessário uma estrutura mínima, apresentados a seguir conforme descritos pelo Ministério das Cidades (2007). A COMDEC (Coordenadoria Municipal de Defesa Civil) normalmente está ligada ao Gabinete do Prefeito, à Secretaria de Planejamento, à Secretaria de Obras, ou a outras instâncias municipais, contando com técnicos vinculados a essas secretarias e órgãos.

Para a estruturação de uma COMDEC, que responda aos problemas da cidade, deverá ser estimado um quadro técnico mínimo que reúna geólogos, engenheiros e assistentes sociais, que juntos definirão o planejamento, desenvolvendo ações estabelecidas para o gerenciamento das áreas sob ameaça.

O dimensionamento desse quadro básico de pessoal dependerá certamente dos problemas de risco que o município tem que enfrentar para evitar acidentes. Convém ressaltar que nos períodos críticos de chuvas essas equipes necessitam do reforço de técnicos de outros órgãos participantes do sistema (saúde, obras, limpeza urbana, entre outros), para atender adequadamente ao leque de demandas, que surge nesses períodos de anormalidade.

Muitas vezes, os desastres são causados pela falta de drenagem urbana adequada, de modo que, sanados os problemas de adequação da micro e macrodrenagem, os desastres serão minimizados.

Outras vezes é a forma de ocupação desordenada e rápida, sobre solos instáveis e encostas declivosas, que determinam a ocorrência de acidentes o que, se depender do controle urbano da ocupação e de melhorias urbanísticas com obras de estabilização, mantém as áreas de risco sob controle.

A gestão e o planejamento são prerrogativas indispensáveis para enfrentar os problemas urbanos, com vistas a evitar perdas de vidas humanas e de bens, decorrentes de desastres associados a causas naturais, ou induzidos pela ocupação das cidades.

As comunidades mais pobres são quase sempre as mais vulneráveis frente aos desastres naturais, deixando ao poder público uma grande responsabilidade sobre as consequências dessas ocorrências, pela baixa capacidade de autoproteção dessa população (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007).

2.5.1 Planejamento e ações

No início da década de 1990, a UNDRRO (Escritório das Nações Unidas para a Redução de Desastres) elaborou um modelo de abordagem para o enfrentamento de acidentes naturais, baseando-se em dois eixos de ação: a prevenção e a preparação.

As atividades de preparação têm o objetivo de auxiliar no enfrentamento de situações de emergência ligadas, principalmente, aos trabalhos de defesa civil. Nesta fase são indicadas quais populações devem ser evacuadas e/ou protegidas quando localizadas em áreas de risco muito alto ou logo após a ocorrência do processo.

As atividades de prevenção estão relacionadas a estudos de natureza técnico-científica, na definição da magnitude de um desastre e no estabelecimento de medidas que possibilitem a proteção da população e de seus bens materiais. Neste eixo, fica clara a importância das atividades acadêmicas voltadas para a temática dos riscos e a sua contribuição para a sociedade.

O Ministério das Cidades, juntamente com o IPT, identificaram três ações básicas que devem ser levantadas quanto se trata de risco, especialmente no que tange à gestão e ao mapeamento de áreas afetadas: a) eliminar ou reduzir o risco agindo sobre o próprio processo (por meio da implantação de medidas estruturais) ou sobre a consequência como, por exemplo, removendo os moradores das áreas de risco; b) evitar a formação e o crescimento de áreas de risco aplicando um controle efetivo da forma de uso e ocupação do solo, por meio de fiscalização e de diretrizes técnicas que possibilitem a ocupação adequada e segura de áreas suscetíveis a riscos geológicos e hidrológicos. c) convivência com os riscos geológicos presentes por meio da elaboração e operação de planos preventivos de Defesa Civil, envolvendo um conjunto de ações coordenadas que buscam reduzir a possibilidade de ocorrência de perda de vidas humanas, visando um convívio com as situações de risco dentro de níveis razoáveis de segurança.

Segundo a Política Nacional de Defesa Civil (2004), as ações de redução dos desastres abrangem quatro fases ou aspectos globais: a prevenção de desastres, a preparação para emergências e desastres, a resposta e a reconstrução.

A prevenção representa a primeira fase da redução dos riscos de desastres e engloba o conjunto de ações que visam evitar que o desastre aconteça ou diminuir a intensidade de suas consequências (Figura 31).

A preparação representa uma segunda fase do processo, e reúne o conjunto de ações para capacitar a comunidade frente aos desastres (incluindo sociedade civil, organizações governamentais e não governamentais) para atuar em caso de evento adverso.

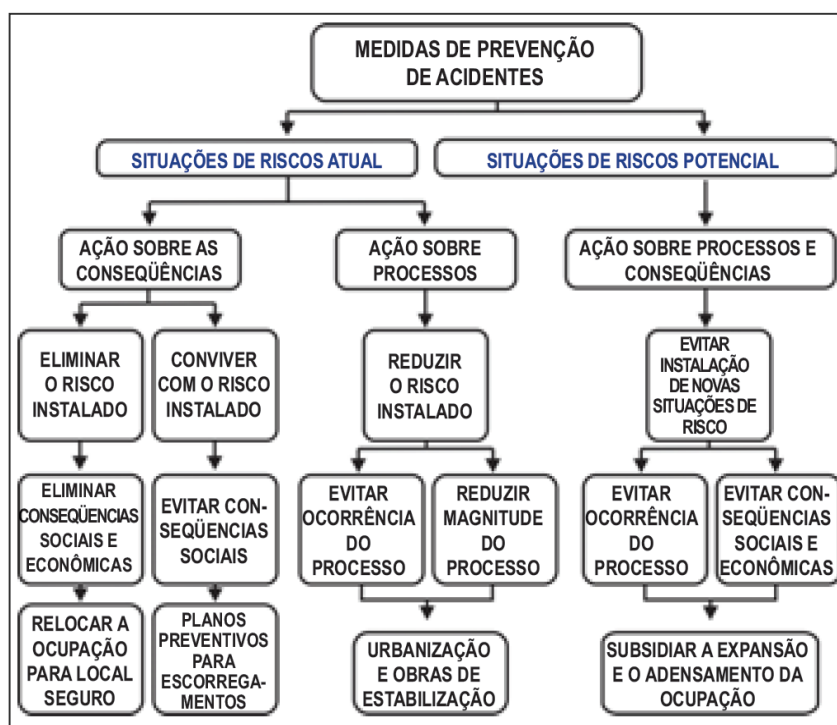


Figura 31: Esquema representativo com alternativas de ações de prevenção de acidentes, que referem-se às medidas estrutural ou não estrutural.
 Fonte: Ministério das Cidades/IPT (2007).

A ONU, ainda na década de 1990, implantou a Estratégia Internacional para a Redução de Desastres EIRD (ISDR), que tem como foco a redução das vulnerabilidades das comunidades como forma de reduzir o risco de desastres. Como resultado, surgiram quatro estratégias que culminam para gestão dos desastres (UNDRO, 1991).

A primeira estratégia é identificar/analisar os riscos através do conhecimento da situação social da população que pode ser atingida e das características naturais da área em potencial.

Um diagnóstico de risco deve informar onde existem indicadores ou evidências de processos ambientais que, potencialmente, podem causar danos à população, às edificações ou à infraestrutura e descrevê-los; estabelecer alguma gradação ou hierarquização das situações identificadas.

Esta estratégia objetiva a redução da magnitude dos processos geológicos perigosos para eliminar ou reduzir suas consequências sociais e/ou econômicas. Para Augusto Filho & Virgili (1998) existem dois conjuntos de medidas preventivas: medidas não-estruturais, que

contemplam o planejamento do uso e ocupação do solo, e; medidas estruturais que englobam obras de engenharia.

2.5.1.1 Medidas estruturais

A segunda estratégica diz respeito à adoção de medidas estruturais para a prevenção de acidentes e a redução dos riscos (Figura 32). As medidas estruturais significam intervenções físicas nas áreas afetadas, em forma de obras de contenção, drenagem, retaludamento, remoção ou mesmo recuperação das encostas, revegetação, entre outras (CARVALHO & GALVÃO, 2006).

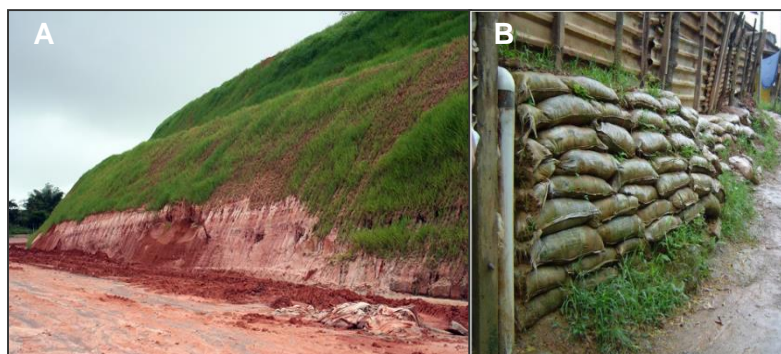


Figura 32: Exemplos de intervenções estruturais em área de risco de escorregamento. Em “A” corte e vegetação de talude. Em “B” proteção de talude artificial em área urbana. Fonte: IPT (2007).

Conforme o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), uma abordagem estrutural para a gestão das áreas de risco, corresponde à adoção de três medidas fundamentais: a elaboração de planos de intervenções estruturais integradas considerando os aspectos técnicos, econômicos e socioculturais; implantação de obras de contenção inseridas em programas de reurbanização ou consolidação geotécnica; avaliação do reuso da área de risco para fins habitacionais voltados à população de baixa renda, utilizando técnicas construtivas adequadas às condições geotécnicas das encostas.

Além disso, as obras de engenharia são alternativas técnicas comumente aplicadas para a prevenção e controle de acidentes de deslizamentos, enchentes e inundações, em áreas urbanas. Há uma gama variada de possibilidades técnicas de engenharia capazes de garantir a segurança de uma dada área de risco geológico ou hidrológico.

No entanto, em muitos casos o problema é tão complexo que não dá tempo para executar a obra, sendo necessário planejar formas de monitoramento permanente e prevenção de acidentes (ações não-estruturais) nas áreas de risco.

Na maioria dos casos de estabilização dos processos de movimentos de massa, executam-se diversos tipos de obras combinadas. Segundo o Ministério das Cidades (2007, p. 131):

As obras de drenagem e de proteção superficial não devem ser encaradas apenas como obras auxiliares ou complementares no projeto de estabilização. Uma correta execução destas obras pode ser o principal instrumento na contenção de diversos problemas de instabilização. Retaludamentos, aterros e mesmo obras com estrutura de contenção podem ser danificados ou destruídos, quando seus projetos não prevêm sistemas de drenagem eficientes. Outro aspecto a ser considerado é que projetos de obras de contenção, mal elaborados ou de execução deficiente, podem potencializar a magnitude das instabilizações, resultando em danos sociais e econômicos principalmente em áreas urbanas. Entre as principais causas específicas para o insucesso de obras de instabilização, destacam-se drenagem insuficiente, remoção parcial da massa rompida, problemas de fundação de muros e aterros, atirantamento dentro da massa instabilizada, etc.

Uma questão de grande relevância, quando se trata de medidas estruturais, é a disponibilidade orçamentária do próprio município ou das fontes externas a que ele possa recorrer. Quando o orçamento previsto é muito elevado, cidades têm a opção, quando possível, de adotar modelos de gestão não convencionais para a execução direta das intervenções para redução do risco, envolvendo a comunidade local, sob a orientação técnica da prefeitura.

Especificamente em relação aos riscos hidrológicos, as ações estruturais são aquelas que modificam o sistema fluvial, evitando prejuízos decorrentes das enchentes e inundações, onde se aplicam soluções de engenharia extensivas ou intensivas. Conforme o Ministério das Cidades/IPT (2007, p. 127):

As medidas extensivas são aquelas que agem na bacia, procurando modificar as relações entre precipitação e vazão em áreas muito urbanizadas, como a recomposição da cobertura vegetal nos terrenos, que reduz e retarda os picos de enchente e controla a erosão da bacia. As medidas intensivas são aquelas que agem no rio e na dinâmica fluvial, podendo acelerar o escoamento, aumentando a capacidade de descarga dos rios por meio do corte de meandros e retificação dos canais, retardando o escoamento por meio de reservatórios e bacias de contenção e desviando o escoamento por meio de obras como canais de desvio.

Sobre as medidas estruturais para a prevenção e controle de riscos geomorfológicos e hidrológicos, Ogura (2006) apresenta as principais ações/obras possíveis em situação de instabilidade de encosta e de enchentes inundações:

a) Contenção de encostas: incluem retaludamentos e aterros, além das diversas tipologias de estruturas de contenção e proteção superficial de taludes e sistemas de drenagem específicos. Os retaludamentos compreendem obras de estabilização a partir da mudança na geometria das encostas, por meio de cortes e aterros, com ou sem estruturas de contenção. Obras específicas para deslizamentos em maciços rochosos incluem desde os desmontes manuais de lajes e blocos de rocha, até obras de engenharia mais complexa e bem mais custosa. Contudo, vale ressaltar obras de contenção mal planejadas ou de execução deficiente, podem potencializar a magnitude das instabilizações, resultando em danos sociais e econômicos ainda maiores, principalmente em áreas urbanas onde o adensamento populacional é maior.

b) Controle e prevenção de enchentes e inundações: incluem a recomposição da cobertura vegetal, o controle das áreas de produção de sedimentos, a redução da rugosidade dos canais por desobstrução, a construção de reservatórios para controle de inundação, construção de diques retificação da calha do rio e canalização. A recomposição da cobertura vegetal interfere no processo precipitação-vazão, reduzindo as vazões máximas devido ao amortecimento do escoamento. O controle das áreas de produção de sedimento implica na conservação do nível dos rios, evitando a redução no escoamento por acúmulo de sedimentos.

Os reservatórios para controle de inundação funcionam retendo o volume de água durante as enchentes, reduzindo o pico e o impacto a jusante do barramento. Os diques são muros laterais de terra ou concretos, construídos a certa distância das margens, que protegem as áreas ribeirinhas contra a inundação. As modificações na morfologia dos rios visam aumentar a vazão para um mesmo nível, reduzindo a frequência de inundações.

2.5.1.2 Medidas não estruturais

A terceira estratégia está relacionada com a adoção de medidas não estruturais com implantação de planos preventivos de Defesa Civil para monitoramento e atendimento das situações de emergência. As medidas não estruturais compreendem tudo aquilo que permite otimizar o gerenciamento dos riscos como o mapeamento das áreas de risco, capacitações dos técnicos municipais, informação e sensibilização das comunidades locais, capacitação de grupos comunitários, entre outras.

Para Hoffman (2002) essas medidas incluem ainda: regulamentação do uso e ocupação do solo; fortalecimento de prerrogativas locais de responsabilidades através da descentralização

e democratização das políticas públicas; capacitação da população local e instituições nacionais sobre as causas, os impactos e os meios de prevenção de catástrofes; assistência à população local e às instituições nacionais na gestão do risco e na construção de cooperações eficazes; introdução de mecanismos e instrumentos para a difusão do risco em meio à sociedade.

Carvalho & Galvão (2006) levantam a importância do monitoramento em áreas de risco. O monitoramento envolve a fiscalização e o controle: de novas ocupações em locais suscetíveis a risco; do adensamento das áreas de risco ocupadas; da execução de intervenções inadequadas (cortes, aterros, fossas); de incidentes geradores de risco (vazamento de tubulações, lançamento de entulhos, obstrução de valas e drenagens, etc.); da evolução de situações de risco.

Os autores acrescentam ainda que, no Brasil, as experiências mais bem sucedidas em gestão de riscos têm adotado ações relativamente simples e tem resultados decisivos na gestão dos desastres. Entre os resultados positivos estão as vistorias periódicas e sistemáticas em todas as áreas suscetíveis por equipes técnicas, realizando observações da evolução da situação de perigo que já foram identificadas, ou realizando registro de novos processos instalados.

Neste sentido, a orientação dos moradores tem papel fundamental no gerenciamento das áreas de risco. Essas ações envolvem informações sobre obras corretivas e preventivas e, se for necessário, por meio de notificação, intimação ou interdição, intervenções que possam produzir perigo aos moradores (construção de novas moradias em locais inadequados, lançamento de lixo, entulho ou água servida nas encostas, cortes de taludes, etc.).

A prevenção e a mitigação são medidas que, conforme Hoffman (2002), objetivam prevenir ou atenuar os efeitos dos eventos extremos sobre a população, sobretudo a longo e médio prazos.

Estas ações incluem, por um lado, as esferas político-administrativas e obras de infraestrutura (complexas ou não), e, por outro lado, a influência sobre o estilo de vida e sobre o comportamento da população, visando diminuir sua vulnerabilidade frente aos desastres.

Entre estas, o Plano Diretor de Drenagem Urbana tem a missão de criar os mecanismos de gestão da infraestrutura urbana relacionado com o escoamento das águas pluviais e dos rios na área urbana da cidade (Figura 33).

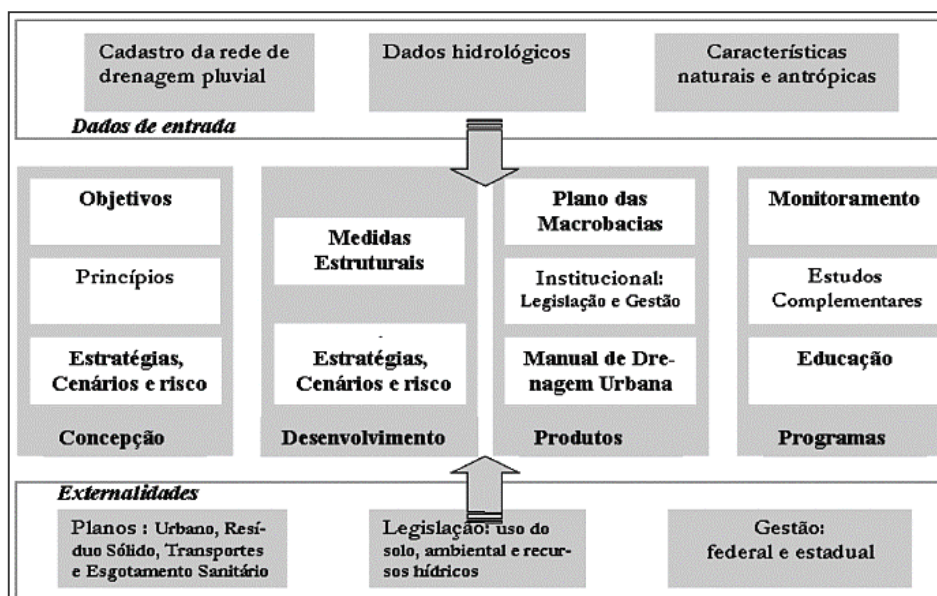


Figura 33: Esquema metodológico com as etapas, princípios e estrutura para a elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana. Fonte: Tucci (2003).

Este planejamento visa evitar perdas econômicas, melhoria das condições de saúde e meio ambiente da cidade dentro de princípios econômicos, sociais e ambientais definidos pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (TUCCI, 2003).

O autor acrescenta, em nível nacional, as metas a serem cumpridas:

...(a) planejar a distribuição da água pluvial no tempo e no espaço, com base na tendência de ocupação urbana compatibilizando esse desenvolvimento e a infraestrutura para evitar prejuízos econômicos e ambientais; (b) controlar a ocupação de áreas de risco de inundação através de restrições na áreas de alto risco e; (c) estabelecer uma convivência harmônica com as enchentes nas áreas de baixo risco (TUCCI, 2003).

O primeiro e, talvez, o mais importante dos princípios norteadores de PDDU diz respeito à drenagem como parte da infraestrutura urbana, portanto deve ser planejada em conjunto com outros sistemas, principalmente o plano de controle ambiental, esgotamento sanitário, disposição de material sólido e tráfego.

A atuação, tanto do poder público quanto das entidades civis e científicas em áreas de riscos, acontece a partir dos resultados gerados pela identificação dos locais afetados, através da hierarquização dos riscos e do mapeamento das áreas afetadas ou em potencial.

Neste contexto, o zoneamento e o mapeamento constituem uma das principais medidas não estruturais no que diz respeito à gestão dos riscos. A identificação e a espacialização do problema permitem ações mais rápidas e eficazes tanto na prevenção quanto na ocorrência dos desastres.

2.6 Zoneamento e mapeamento das áreas sob ameaça e risco

A cartografia, utilizada na identificação e diagnóstico dos riscos, tem como base a combinação de dados e informações referentes aos aspectos físicos e naturais, bem como informações de uso e ocupação do solo, além de dados socioeconômicos da área de estudo.

O mapeamento de risco constitui importante instrumento de política pública, na medida em que permite hierarquizar os problemas, priorizar o atendimento em caso de desastre, avaliar os custos de investimentos, dar suporte técnico às negociações com a comunidade. Ou seja, o zoneamento e a cartografia que o acompanham (mapa) constituem a base de uma política de prevenção (VEYRET, 2007).

Entre os principais objetivos de um trabalho que propõe o mapeamento de risco, conforme Ministério das Cidades (2007) são: orientar as ações de planejamento urbano; definir áreas prioritárias para intervenções em base técnica; controlar os pontos críticos onde os riscos são mais altos; definir o tipo de tratamento da área em função do processo atuante; servir de instrumento de negociação com as comunidades e órgãos de financiamento; direcionar as intervenções estruturais (obras de engenharia).

O tempo de retorno do evento merece atenção especial, pois as probabilidades de ocorrência são baseadas em dados quantitativos, porém, as condições ambientais podem variar rapidamente, principalmente quando as atividades antrópicas se fazem presentes.

O mapa de susceptibilidade assume papel importante no mapeamento de risco, porque através dele é possível a elaboração de medidas de prevenção e planejamento do uso e ocupação, pois indica a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em áreas de risco.

Um mapa de susceptibilidade de desastres espacializa as áreas onde podem ocorrer acidentes futuros, correlacionando alguns dos principais fatores que contribuem para a ocorrência de eventos danosos (CARRARA *et al.*, 2003).

O objetivo de uma avaliação dos perigos segundo a UNISDR (2009) é identificar a probabilidade de ocorrência de um perigo específico, em um determinado período de tempo futuro, bem como sua intensidade e área de impacto.

A proposta de Julião *et al.* (2009) utiliza o termo “perigosidade” para avaliar a probabilidade de ocorrência (avaliada qualitativa ou quantitativamente) de um fenômeno com uma determinada magnitude (a que está associado um potencial de destruição), num determinado período de tempo e numa dada área.

Parâmetros tais como declividade, orientação de vertentes, inclinação do terreno, delimitação de áreas de bacia hidrográfica, rede de drenagem podem ser facilmente incluídos na análise e mapeamento de áreas susceptíveis.

Algumas das características deste tipo de mapeamento dizem respeito à probabilidade temporal e espacial, tipologia e comportamento do fenômeno; à vulnerabilidade dos elementos sob risco; aos custos dos danos; e à aplicabilidade temporal limitada.

Um mapeamento de risco, segundo Cerri *et al.* (2007), tem como objetivo principal avaliar a possibilidade de ocorrência de um fenômeno adverso em um local e num período de tempo específico, caracterizando a tipologia do(s) processo(s), através do mecanismo deflagrador, do material envolvido, da intensidade e magnitude, da velocidade e tempo de duração, etc.

Sobre o mapeamento, mais especificamente para os escorregamento, Cerri (1993) considerou dois níveis de detalhamento: o zoneamento de risco e o cadastramento de risco. No zoneamento de risco são determinados setores nos quais estão inseridas várias moradias e, para cada setor, é atribuído um grau de risco que vai de *baixo* até *muito alto*. No entanto, pode haver moradias com graus de risco diferentes em um mesmo setor, ou até mesmo que estão sob nenhum risco.

O zoneamento compreende a identificação dos processos destrutivos atuantes, a avaliação do risco de ocorrência de acidentes e a delimitação e distribuição espacial de setores homogêneos em relação ao grau de probabilidade de ocorrência do processo ou mesmo ocorrência de risco, estabelecendo tantas classes quantas necessárias.

Além da análise do perigo, trabalha-se com a vulnerabilidade da população que pode ser afetada por eventos danosos. Avaliação da vulnerabilidade, o segundo nível de avaliação de risco, combina as informações de identificação do perigo com um inventário das áreas já existentes (ou planejadas) de propriedade e da população exposta a um perigo. Ele fornece informações sobre quem e o que são vulneráveis a desastres naturais dentro das áreas geográficas definidas pela identificação de perigos. A avaliação de vulnerabilidade também pode estimar os danos e baixas que poderão resultar de várias intensidades do perigo (DEYLE *et al.*, 1998).

A vulnerabilidade, segundo Cutter (2001) amplamente definida como o potencial de perda, é um conceito essencial para a investigação dos perigos e é fundamental para o desenvolvimento de estratégias de mitigação de perigo em nível local, nacional e internacional.

Thouret & D'ercole (1996) colocam que a vulnerabilidade *lato sensu*, é parte de um sistema que engloba o dano físico e moral de pessoas e danos potenciais a elementos expostos (produção de bens, socioeconômicas e patrimônio).

A vulnerabilidade na concepção de Alcántara-Ayala, (2002) pode ser definida como a propensão de um elemento em risco devido a qualquer tipo de perigos naturais a sofrer diferentes graus de perda ou quantidade de dano em função da sua particularidade social, fraquezas econômicas, culturais e políticos.

Para Hogan e Marandola (2007) a vulnerabilidade envolve aquelas condições (sociais, econômicas, demográficas, geográficas, etc.) que afetam a capacidade de responder à exposição. É a capacidade de responder ao perigo e ao risco.

A vulnerabilidade é a magnitude do impacto previsível de uma área sobre os alvos. A vulnerabilidade mede os “impactos danosos do acontecimento sobre os alvos afetados”. A vulnerabilidade pode ser humana, socioeconômica e ambiental (VEYRET, 2007).

A análise do processo de segregação é fundamental para entender a configuração espacial urbana, em especial, nos espaços urbanos com maiores níveis de desigualdade. A pobreza, segundo Torres *et al.* (2003), tem um componente espacial que pode ser caracterizado, na maioria dos casos, como um processo de segregação. Geralmente, a segregação nas cidades brasileiras é semelhante, com a pobreza tendendo a ser altamente concentrada em termos espaciais.

A pobreza representa um dos componentes mais graves da segregação, segundo Thouret (2007), ela constitui um triplo fator de risco: ela força as pessoas a viverem nas zonas menos caras, mas mais perigosas; ela domina as preocupações cotidianas das pessoas que não têm nem os recursos econômicos nem mesmo tempo de preservar o meio ambiente; ela força o desbravamento e o desflorestamento para atender às necessidades fundamentais de aquecimento e alimentação.

Nas zonas onde o solo é menos valorizado as populações de baixa renda acabam por ocupar de forma homogênea essas áreas. Moura e Silva (2008) afirmam que em dado ambiente de segregação sócioespacial, esses segmentos se põem mais vulneráveis aos efeitos dos fenômenos naturais, o que coloca em ênfase a noção de “vulnerabilidade socioambiental”.

A urbanização generalizada, segundo Mendonça e Leitão (2008), que marca o presente momento da humanidade – um mundo eminentemente urbano –, ao promover a acumulação de homens e atividades em espaços restritos, faz das cidades lugares altamente vulneráveis a qualquer agente perturbador, quer seja exógeno ou endógeno, natural ou técnico. Além disso,

como observou Thouret (2007) a rede urbana regional e nacional, na qual se inscreve uma cidade, também pode engendrar efeitos em cadeia externos a um desastre natural.

No caso da urbanização, conforme Marandola & Hogan (2004), assistimos em nossas cidades o processo de *urban sprawl*, que avança sobre a área rural dos entornos urbanos e metropolitanos, levando as populações a ocuparem diferentes áreas que não apresentam condições ambientais adequadas.

A vulnerabilidade é um resultado de processos físicos (por exemplo, construção civil, planejamento urbano, o fornecimento de infraestrutura ou transporte), e processos humanos que levam a vulnerabilidades (por exemplo, escolhas de estilo de vida e padrões de consumo) (Figura 34). Estas questões têm, cumulativamente, criado diferentes impactos em diferentes áreas de uma cidade ou cidades, dependendo de sua estrutura sócio-espacial (UNEP, 2005).



Figura 34: Exemplo de parâmetro observado na pré-setorização do mapeamento. No esquema verifica-se como o material da construção influencia para a vulnerabilidade da moradia frente aos riscos. Fonte: Ministério das Cidades/IPT (2007).

O zoneamento de ameaças e risco inicia-se com a pré-setorização da área, utilizando-se a percepção de parâmetros básicos: declividade/inclinação; tipologia dos processos; posição da ocupação em relação à encosta; qualidade da ocupação/vulnerabilidade.

O cadastramento fornece informações específicas, como a quantidade de moradias localizadas nos setores de risco, possibilitando o detalhamento das situações caso a caso ou, às vezes, por agrupamentos de mesmo grau de probabilidade de ocorrência do processo ou risco.

Os resultados destes dois níveis de trabalho resultam na proposição de intervenções ao poder público que, pode agir através de medidas estruturais e não estruturais nas localidades mais vulneráveis. Em termos gerais, as obras realizadas podem abranger uma área mais extensa como uma rede de drenagem, ou mais localizada como setor de uma encosta ou pontos de canais de drenagem.

2.6.1 Mapeamento de áreas sob ameaça e risco: movimentos de massa

Os graus de probabilidade de ocorrência do processo ou risco de movimentos de massa estão baseados naqueles estabelecidos por documento do Ministério das Cidades e nos trabalhos realizados na Prefeitura de São Paulo, pelo IPT e pela Universidade Estadual Paulista. Os parâmetros a serem identificados são:

1. Padrão construtivo (madeira ou alvenaria): para uma mesma situação a construção em alvenaria, teoricamente, é mais resistente e, portanto, deve ser colocada em classe de risco inferior à moradia de madeira;

2. Tipos de taludes: taludes naturais estão, normalmente, em equilíbrio. Taludes de corte e de aterro são mais propensos a instabilizações;

3. Distância da moradia ao topo ou à base dos taludes: deve ser adotada como referência uma distância mínima com relação à altura do talude que pode sofrer a movimentação;

4. Inclinação dos taludes: os deslizamentos ocorrem a partir de determinadas inclinações;

5. A presença de água deve ser criteriosamente observada. A existência de surgências nos taludes e a infiltração de água sobre aterros devem ser tomadas como sinais de maior possibilidade de movimentações;

6. Presença de sinais de movimentação/feições de instabilidade. Essa presença pode ser expressiva e em grande número; presente; incipiente ou ausente.

Para Fernandes e Amaral (1996) a análise do risco contempla a quantificação e a qualificação do risco e da definição dos diferentes graus de risco. A quantificação corresponde à análise probabilística dos graus de risco, determinados através da apresentação da probabilidade de ocorrência do acidente, em determinado intervalo de tempo (risco probabilístico).

A qualificação significa uma análise relativa dos graus de risco. É determinada através da comparação entre as situações de riscos identificadas, sem cálculos probabilísticos quanto à ocorrência (MACEDO et al., 1999). Ou ainda, o grau de risco é uma análise que integra as definições de perigo e da vulnerabilidade da população, sendo determinados em quatro graus: baixo, médio, alto e muito alto.

Neste contexto, a delimitação das áreas e a determinação dos graus de risco são realizadas com base nas condições geológico-geotécnicas locais e na situação socioeconômica da comunidade envolvida. Além disso, o histórico de registro de acidentes e a distância das

moradias em relação às margens e encostas são fatores decisivos para a elevação da intensidade do risco.

2.6.2 Mapeamento de áreas sob ameaça e risco: inundações e erosão fluvial

Os principais condicionantes da susceptibilidade à inundação/erosão fluvial estão relacionados às condições climáticas, meteorológicas e geológicas; às características morfométricas da bacia de drenagem; à ocupação de áreas marginais aos canais de drenagem; às modificações dos canais de drenagem; ao assoreamento; entre outros (SOUZA, 2004).

Para o início do mapeamento de risco de inundações/erosão marginal, primeiramente, devem ser identificados os assentamentos precários ao longo dos cursos d'água, que constituem comumente as situações de risco mais grave.

Após o reconhecimento das áreas mais susceptíveis, faz-se necessário um levantamento histórico das ocorrências junto às fontes de informações locais, além da identificação dos principais cursos d'água e da verificação da ocupação presente e o seu risco potencial.

No que se refere à erosão de margens, alguns critérios são fundamentais à identificação das áreas de risco. A presença de cicatrizes de ocorrência e degraus de abatimento é um forte indício da ocorrência de problemas que deve, primeiramente, ser considerado.

Além disso, o tipo de material que compõe os taludes de adjacências dos cursos d'água precisam ser analisados, pois sua composição e estrutura são fundamentais para a resistência (ou não) frente aos processos erosivos.

A análise da vegetação ao longo dos cursos d'água também se faz necessária. Em condições naturais, a mata ciliar tem função de proteção dos taludes contra os processos erosivos, no entanto, a ação antrópica próxima ao leito pode alterar essa função, que passa a exercer um efeito alavanca junto às margens.

Um cadastramento preliminar das áreas de risco pode ser realizado por meio da descrição do nome da área, nome do córrego, nome da bacia, histórico de acidentes, tipologia de ocupação urbana e outras informações de interesse.

Essa setorização preliminar terá como vetor de análise o curso d'água e os diferentes compartimentos de risco deverão ser delimitados em função dos critérios adotados na classificação de risco (MINISTÉRIO DAS CIDADES/IPT, 2007).

O mapeamento propriamente dito deve considerar alguns critérios fundamentais. São eles: a análise dos cenários de risco e potencial destrutivo dos processos hidrológicos; a

vulnerabilidade da ocupação urbana, que diz respeito ao padrão construtivo das moradias e às condições socioeconômicas dos moradores; e a distância das moradias ao eixo da drenagem, que diz respeito ao tipo, ao raio de alcance e à frequência de ocorrência dos processos.

2.6.3 Importância do Sensoriamento Remoto e dos SIG's para os mapeamentos

A análise espacial do risco supõe atender tanto a espacialidade dos processos sociais como a dos processos naturais, ou melhor, a relação entre eles. Pode-se supor que, ao contrário dos processos sociais, os naturais são mais estáveis e de longa duração, enquanto aqueles são muito mais dinâmicos, mudando num período de tempo muito menor.

Nestas circunstâncias, o sensoriamento remoto vem sendo cada vez utilizado pelos pesquisadores ligados às Ciências da Terra. Suas técnicas permitem a obtenção de informações sobre determinada área e os fenômenos que nela atuam. Conforme Venturi (2005 p. 33) sensoriamento remoto pode ser definido como “a técnica que permite a obtenção de informações acerca de objetos, áreas ou fenômenos (alvos) presentes na superfície da Terra, sem que haja contato direto com as mesmas”,

Inúmeros tipos de satélites têm sido muito utilizados para apoiar a previsão de riscos climáticos, como ciclones, tempestades e inundações. Embora tenha havido inúmeras pesquisas que ilustram a sua utilidade potencial para uma ampla gama de riscos, a aplicação operacional dos dados, para outros riscos, ainda é bastante limitado (CEOS, 2002).

Em estudos para fins de levantamentos, monitoramento ou mapeamento, com uso de imagens de satélites, algumas etapas devem ser seguidas, entre elas: definição dos objetivos e da área de estudo, revisão bibliográfica, coleta de dados, definição da escala, aquisição de imagens e de outros produtos necessários, processamento, análise e interpretação visual preliminar, trabalho de campo, processamento, análise e interpretação visual final, elaboração e impressão de mapas e relatório.

Sobre a utilização dos SIGs nos estudos sobre áreas de risco, Maskrey (1998) expõe que:

Para analizar riesgos en un ambiente SIG, el riesgo tiene que representarse como un modelo espacial. En el modelo espacial en un SIG, los fenómenos del mundo real se representan como entidades espaciales (puntos, líneas, polígonos, superficies o redes). Un fenómeno que no puede representarse por algún tipo de entidad espacial no puede incorporarse en un modelo espacial. Cada entidad espacial tiene que ser georreferenciada, para mostrar dónde se ubica el fenómeno. Los modelos espaciales también tienen que poder representar los atributos del fenómeno, indicando qué cosa se encuentra en un lugar determinado. Finalmente, en los modelos espaciales hay que

expresar la topología de las entidades espaciales, y las relaciones entre sus atributos. Ya que el riesgo no sólo tiene atributos espaciales sino también temporales, los modelos espaciales de riesgo, normalmente, tendrían que incluir una referencia temporal. En otras palabras, un modelo espacial de riesgo debería tener la capacidad de representar y analizar el riesgo en sus dimensiones espaciales, temporales y semánticas. (Maskrey, 1998, p. 39)

Para Lacruz e Souza Filho (2009) *apud* Cutter (2003) o uso das geotecnologias pode acontecer nas diferentes fases da gestão dos desastres naturais (prevenção, mitigação, resposta e reconstrução), através da geração de mapas de susceptibilidade e de risco; de planos de evacuação; do monitoramento de desastres; da implementação de sistemas de alerta; de inventário e da avaliação de danos, dentre outros.

O uso de SIG impõe uma nova forma de organização do trabalho, dependendo da complexidade dos dados e dos fins para os quais é utilizado. Entretanto, seu uso, requer um certo grau de domínio técnico e concetual. Geralmente é necessário um trabalho em equipe e várias etapas para a obtenção de um produto final, mas um passo é determinante para o sucesso da pesquisa: a índole de quem alimenta o sistema (MACÍAS, 1998).

O emprego de imagens de satélite, bem como o de ferramentas digitais, contribui significativamente para o mapeamento/zonamento/gestão em áreas de risco, principalmente através de informações sobre a geomorfologia do terreno, detalhamento geológico e uso e ocupação do solo.

Locais susceptíveis aos movimentos de massa são representados com auxílio de SIG's, onde sua análise é primeiro passo necessário para o mapeamento de risco. Isto é porque os fatores que contribuem para a ruptura do talude, num local específico, são, geralmente, bastante complexos e difíceis de avaliar.

É preciso mencionar que as pesquisas internacionais citadas foram realizadas em escalas nacionais e regionais. No entanto, pesquisas em escala local, como a proposta nesta tese, as informações obtidas em campo, junto à população mais vulnerável, são fundamentais para alcançar os objetivos propostos.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A análise das áreas sob ameaça de desastres naturais perpassa por inúmeros fatores/elementos que condicionam e determinam a capacidade de enfrentamento da população diante das situações perigosas.

Salientamos que a concepção de desastre, que permeia esta pesquisa, relaciona-se a um fenômeno natural que pode causar consequências negativas à população, como danos econômicos e prejuízos sociais. Sobre esta questão, faz-se necessário salientar que, o perímetro urbano de Santa Maria não é banhado por cursos d'água de grande porte, tampouco encostas com declividades muito acentuadas. Porém, os eventos naturais causadores de danos, mesmo sendo de baixa magnitude, causam muitos prejuízos e transtornos à população da cidade, sendo, portanto, analisados neste trabalho sob a ótica que envolve o conceito de “desastres”.

Para atingir os objetivos aqui propostos, fez-se necessária a elucidação do termo “susceptibilidade” entendido, portanto, como sendo o conjunto de fatores naturais, e por vezes antrópicos, que determinam a ocorrência dos fenômenos e, conseqüentemente, dos desastres.

Ao decorrer da pesquisa, fez-se necessário mencionar os termos perigo e risco, que são situações conseqüentes da associação da susceptibilidade e/ou vulnerabilidade nas áreas sob ameaça de desastre. Mesmo que os objetivos propostos não transponham o mapeamento da vulnerabilidade nas áreas sob ameaça de desastres, a menção dos termos “risco” e “perigo” justifica-se por serem indicadores de um mesmo fenômeno, sendo, entretanto, momentos distintos de um mesmo processo.

O conceito de “vulnerabilidade” mais pertinente à tese proposta, diz respeito à capacidade de enfrentamento e de resposta da população frente aos desastres de origem natural ou intensificados pelas ações antrópicas.

Os momentos, ou etapas da pesquisa, estão organizados ao longo deste capítulo da seguinte forma: Revisão Bibliográfica; Organização Base Cartográfica e dados da área de estudo; Mapeamento e análise da Susceptibilidade das áreas; Mapeamento e análise da Vulnerabilidade, como mostra o organograma a seguir (Figura 35).

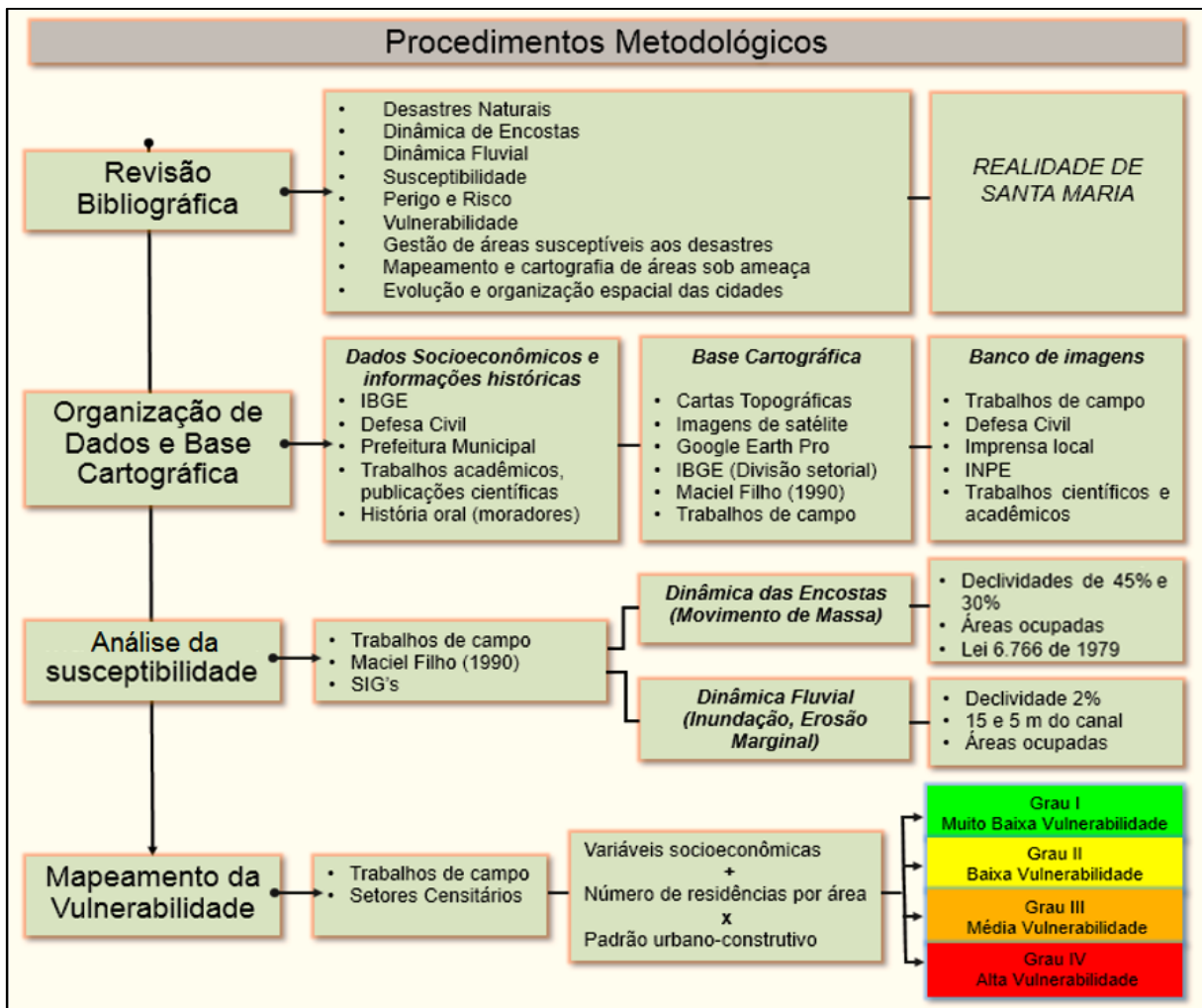


Figura 35: Organograma – Organização Procedimentos Metodológicos.

3.1 Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica teve início com a delimitação da tese sobre o referido tema, envolvendo a problemática sobre a vulnerabilidade da população santa-mariense aos desastres naturais associados à dinâmica das encostas e à dinâmica fluvial.

Para contemplar os objetivos propostos, a pesquisa seguiu com a revisão literária acerca dos desastres naturais que são fenômenos decorrentes forças geofísicas atuantes na superfície terrestre. Ganham, estes, a proporção de desastres em função das perdas sociais e materiais que ocasionam quando afetam áreas habitadas.

O trabalho bibliográfico seguiu com leituras relacionadas à susceptibilidade das áreas aos fenômenos naturais causadores de desastres. A susceptibilidade corresponde à

predisposição de fatores (associados ou não) que favorecem à dinâmica de encostas em áreas declivosas e à dinâmica fluvial sob a forma de inundações e/ou da erosão marginal.

Por fazerem parte do mesmo processo, os termos “ameaça”, “perigo” e “risco” foram pesquisados em literaturas nacionais e internacionais, nas quais buscou-se elucidar os vários aspectos que envolvem estes conceitos. Isto na tentativa de esclarecer os equívocos e os erros que decorrem de sua utilização, adequando-se, de maneira mais pertinente possível, à realidade santa-mariense.

O principal objetivo aqui proposto diz respeito à vulnerabilidade da população das áreas sob ameaça de desastres naturais. A importância desta problemática possibilitou produtivo estudo bibliográfico sobre os vários aspectos que envolvem o tema, tais como a faixa etária das pessoas; a renda mensal, que possibilitaria ou não, uma recuperação pós desastre; a taxa de analfabetismo que influencia diretamente na difusão das informações necessárias em situações de ameaça; o padrão urbano das áreas e o padrão construtivo das residências ameaçadas que têm ação direta no resultado dos desastres.

Para melhor compreender o resultado dos desastres sobre a sociedade, seguiu-se a pesquisa em literatura relacionada à configuração urbana atual. Esta é resultado, entre outros, dos processos desiguais de ocupação do território, da especulação imobiliária que exclui os menos favorecidos e da falta de gestão/legislação urbana adequada às áreas sob ameaça e risco de fenômenos causadores de desastre.

Neste sentido, fez-se necessário estudo referente à gestão municipal sobre tais áreas. Procurou-se conhecer a legislação municipal da cidade de Santa Maria e as ações movidas pelos gestores sobre as porções urbanas sob ameaça.

Para a determinação e hierarquização da vulnerabilidade, foram revisadas inúmeras obras contendo variados processos metodológicos que serviram como base para a elaboração das etapas que resultaram no cumprimento dos objetivos aqui propostos. As ideias de cada autor foram importantes para a construção de uma metodologia que pudesse se adequar à realidade santa-mariense, onde a população ainda carece de medidas mais efetivas para combater as situações de vulnerabilidade.

A cartografia da vulnerabilidade exigiu leituras sobre imagens de satélite e Sistema de Informações Geográficas (SIG's), nos quais procurou-se salientar a importância da espacialização da realidade em foco, visando contribuir para o entendimento e gestão das áreas sob ameaça e risco.

3. 2 Informações Da Área De Estudo E Construção Da Base Cartográfica

O levantamento e a organização das informações sobre a área abrangida pela pesquisa foram etapas das mais importantes. Neste processo, para a compreensão da temática que envolve a vulnerabilidade, recolheu-se informações acerca da organização histórico-espacial da cidade de Santa Maria através de publicações digitais, online, e impressas, possibilitando estabelecer uma cronologia sobre a construção do espaço geográfico urbano.

3.2.1 Levantamento e organização das informações

Junto à Secretaria Municipal de Habitação e Regularização Fundiária (SMHRF) tratou-se de descobrir a situação das áreas ocupadas junto aos canais de drenagem e junto às encostas (áreas irregularmente ocupadas, número de famílias, projetos de realocação). Através do Plano Municipal de Risco foi possível conhecer e analisar previamente áreas já mapeadas, cuja verificação aconteceu em trabalhos de campo realizados na sequência.

As informações contidas na Carta Geotécnica de Santa Maria (Maciel Filho, 1990) serviram para a especificação dos terrenos susceptíveis às ameaças naturais que, portanto, não devem ser ocupados ou têm ocupação restrita. Além disso, a publicação trouxe pareceres geológicos e geotécnicos a respeito do município que foram fundamentais para a caracterização física da área.

Por meio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), obteve-se todo o conteúdo necessário acerca dos Setores Censitários e do Censo Demográfico de 2010. Tais informações são disponibilizadas através de tabelas (Microsoft Excel) contendo informações detalhadas sobre a situação socioeconômica da população do município e suas divisões setoriais.

Por intermédio da Defesa Civil de Santa Maria levantou-se inúmeros dados sobre as áreas susceptíveis aos desastres naturais, bem como registros fotográficos dos eventos e informações sobre projetos e ações de mitigação da vulnerabilidade social e redução dos riscos associados.

Sobre o aspecto da vulnerabilidade, instrumento importante para o levantamento das informações, baseou-se na história oral (Haguette, 1987), consistindo na coleta de dados através de entrevistas informais com moradores das áreas afetadas, coletadas durante trabalhos de

campo. A conversa com os moradores teve a finalidade de conhecer a ocorrência de eventos danosos resultantes da dinâmica das encostas e da dinâmica fluvial, em especial as inundações, erosão marginal e movimentos de massa.

Mesmo sem, na maioria das vezes, o conhecimento técnico e científico sobre os eventos, por serem os habitantes os mais lesados com a ocorrência dos desastres, guardam na memória os episódios que não foram registrados ou noticiados pelos órgãos responsáveis (imprensa, Defesa Civil, Secretarias Municipais).

Tiveram destaque, para a aquisição e organização da base informacional, trabalhos acadêmicos e científicos realizados anteriormente que envolveram os aspectos socioeconômicos, naturais, culturais, históricos e geográficos do município. Entre eles podemos salientar Belém (1989), Bolfe (2001), Oliveira (2004), Dal'Asta (2007), Escritório da Cidade (2012), Medeiros (1980), Maciel Filho (1990), Robaina et al (2002), Reis e Robaina (2009).

3.2.2 Construção da base cartográfica

Os dados cartográficos adquiridos para a pesquisa foram utilizados para compor a identificação das áreas sob ameaça de inundação, de erosão marginal e de movimentos de massa. Para a caracterização geral do município de Santa Maria, a base cartográfica utilizada foi composta pelas Cartas Topográficas do exército em escala 1:25.000 de Santa Maria – SE (SH.22.V.C.IV/1-SE), Santa Maria – SO (SH.22.V.C.IV/1-SO) e Camobi - SO (SH.22-V-C-IV/2-SO); mapas geológicos da Folha de Camobi e de Santa Maria, na escala 1:50.000 (Gaspareto et al.,1988; Maciel Filho, 1988); e Carta de Unidades Geotécnicas de Santa Maria, na escala 1:25.000 (Maciel Filho, 1990), mapas político-administrativos da cidade em escala 1:15.000, além de zoneamentos temáticos e informações obtidas em trabalhos anteriores (Robaina et al, 2002; Sartori, 1979; Ciência e Natura, 2009).

Para a elaboração da base de dados cartográficos realizou-se o processamento de imagens DigitalGlobe datadas de 11/09/2014, obtidas via Google Earth Pro, com resolução espacial varia entre 1 e 5 metros. Um total de 50 imagens formaram um mosaico da área urbana de Santa Maria, cujo georreferenciamento foi realizado no software ArcGis10 a partir dos pontos obtidos no Google Earth-Pró 2010 e a partir de pontos coletados em campo com GPS, inclusive GPS Topográfico.

A partir da manipulação da base cartográfica em ambiente SIG foi possível o reconhecimento da distribuição da hipsometria, da declividade e das formas de relevo na área em estudo. As curvas de nível da base cartográfica com intervalos de 10 metros foram úteis para a elaboração do MDT – Modelo Digital do Terreno. Em seguida, o MDT gerado foi transformado em arquivo do tipo “raster” ou “grid” com dimensão compatível com a escala da base cartográfica e imagens de satélite. O arquivo “raster” foi utilizado para a geração da distribuição da hipsometria e das declividades da área.

Utilizou-se ainda, mapas temáticos e bases vetoriais obtidas através do IBGE (2010) referentes aos Setores Censitários, além de informações gerais de caráter administrativo, limítrofes e da malha viária correspondente ao perímetro urbano municipal (bairros, quadras, vias, limites administrativo).

Em campo, os trabalhos de campo visaram ao levantamento de características do meio físico local, com destaque às características e parâmetros relacionados à drenagem, aspectos inerentes aos fenômenos e ao histórico de ocorrências, bem como características quanto ao uso e ocupação do solo.

Todas as operações de compilação e análise destas informações de caráter espacial e elaboração dos produtos cartográficos foi feita por meio do software Arcgis10, desenvolvido pela ESRI.

3.3 Análise da Susceptibilidade

O termo “susceptibilidade”, quando em relação com os desastres naturais, refere-se aos fatores físicos, naturais ou antrópicos que, em conjunto ou isoladamente, pré-dispõem a ocorrência de um fenômeno.

Neste contexto, buscou-se identificar e conhecer tais fatores, sua influência na ocorrência dos fenômenos e sua importância para o avanço dos processos da dinâmica fluvial (inundações e erosão marginal) e da dinâmica de encostas (movimentos de massa).

A organização dos procedimentos metodológicos que definiram as áreas mais susceptíveis aos processos supracitados está disposta conforme a gênese de cada um deles. Apesar dos fenômenos relacionados à dinâmica fluvial estarem muitas vezes interligados/associados, foi necessário observar os elementos mais significativos para o seu desenvolvimento, conforme os itens a seguir.

3.3.1 Susceptibilidade aos processos de dinâmica fluvial: inundação

Conforme a revisão bibliográfica que envolveu o tema, foi possível observar certa divergência sobre o termo “inundação” e as fases do seu processo. No entanto, utilizou-se neste trabalho, a conceituação que define inundação como sendo o extravasamento das águas da calha, independente da dimensão do curso d’água, para os terrenos marginais adjacentes.

Nesta conjuntura, além da susceptibilidade natural, uma das principais causas de inundações são a ocupação humana e o desenvolvimento das suas atividades, uma vez que as características morfológicas, de cobertura vegetal e de permeabilidade dos solos, podem ser intensamente alteradas.

Para a determinação da susceptibilidade à inundação, foram utilizados os parâmetros contidos na Carta Geotécnica de Santa Maria, Maciel Filho (1990) que define áreas em que os processos de dinâmica fluvial são mais e intensos, portanto existe a restrição de uso e ocupação em consequência do perigo potencial, sendo, desse modo, geotecnicamente instáveis.

A susceptibilidade à inundação foi estabelecida em áreas ocupadas a partir das características físicas da área (conforme Quadro 4), associadas à rede de drenagem, ao substrato geológico e ao relevo. Com base no autor supracitado e na legislação pertinente, determinou-se as áreas susceptíveis a inundação conforme os seguintes parâmetros:

1. A declividade é igual ou inferior a 2%, localizadas ao longo dos canais de drenagem, com lençol freático próximo à superfície, cuja ocupação é inadequada até 15 m de distância do canal;
2. Presença de substrato formado por sedimentos inconsolidados ao longo das planícies de inundação;
3. A definição da distância de 30m do curso d’água pela Lei nº 4.771/65 art. 2 do Código Florestal Brasileiro, que institui Área de Preservação Permanente (APP) pela presença de mata ciliar nesta faixa de 30 m em cursos d’água com menos de 10 m de largura.
4. O texto do novo Código Florestal Brasileiro (2012), quando houver área em APP consolidada de rio de até 10 m de largura, reduz-se a área *non-edificandi* (que não poderia ser construída) para 15 m.
5. Identificação em campo por entrevistas não estruturadas (perguntas) e através da história oral dos moradores,

A carta de declividade foi sobreposta às imagens de satélite de alta resolução (Google Earth Pró, 2012) com a finalidade de identificar as áreas susceptíveis que se encontram ocupadas.

Características do meio físico	- Topografia: feições do relevo; vegetação, drenagem associada; posição do local em relação à extensão da drenagem (situação a jusante e montante)
Características e parâmetros associados ao curso	- Tipologia do canal (natural, sinuoso ou retificado); - Parâmetros morfométricos da drenagem (dimensão do talude marginal e do talvegue, tais como largura do curso e do leito); - Intervenções antrópicas associadas à drenagem urbana, tais como presença de tubulações, barramentos, pontes e diques, condução de águas pluviais e servidas; presença de lixo e entulho e demais tipos de obstruções no canal; - Processos associados tais como assoreamento, erosão de margem, surgência;
Aspectos relacionados ao fenômeno de inundação	- Tipo de evento e fenômenos relacionados (alagamento), localização e extensão (nome do curso, locais e áreas afetadas); - Nível atingido pela água nos locais de ocorrência (relatos de moradores);
Características relacionadas ao uso e ocupação territorial	- Tipo de elemento em risco (residências/comércio/serviços, vias); - Características de resistência (tipo e padrão construtivo); - Características e condições da infraestrutura urbana (pavimentação, saneamento básico); - Distância dos elementos em risco ao talude da margem.

Quadro 4: Características de susceptibilidade à inundações.

3.3.2 Susceptibilidade a processos de dinâmica fluvial: erosão de margens

A erosão de margens ocorre quando as margens do canal são removidas, geralmente por processos de solapamento basal e colapso. Desse modo, a erosão produz o desgaste do material das margens, pelo solapamento basal nos taludes, com auxílio da ação do fluxo do rio (FLORENZANO, 2008).

A susceptibilidade à erosão marginal foi estabelecida conforme a Carta Geotécnica de Santa Maria (Maciel Filho, 1990), onde há definição de áreas com restrição de ocupação devido à instabilidade do terreno, principalmente, sedimentos inconsolidados ao longo das áreas marginais com distância de até 15 m do canal.

No entanto, definiu-se a distância de 5 metros para as áreas mais susceptíveis à erosão marginal, pois através de verificações *in loco* e informações fornecidas por moradores locais, entendeu-se que este nível é um bom indicador para definição das áreas sujeitas a ocorrência desses processos.

Em campo, foi possível observar ao longo dos cursos d'água os indícios de ocorrência dos processos erosivos. Os principais sinais observados foram: cicatrizes de escorregamentos; trincas nas moradias/terreno; inclinação da vegetação; queda/embarregamento de muros e estruturas; fase evolutiva do processo.

O Quadro 5 apresenta todos características e aspectos observados para a definição da susceptibilidade à erosão de margens.

Característica da margem fluvial	Tipo	Natural	Modificada	
	Morfologia	Material constituinte	Inclinação do talude	Largura/altura
	Vegetação	Existência e tipo de vegetação		
	Intervenção	Muros	Barricadas	Aterros
Sinais de movimentação	Trincas nas moradias/terreno Inclinação da vegetação Queda/embarregamento de muros e estruturas Processos já instalados			

Quadro 5: Características/aspectos observados em campo relacionados à erosão de margens.

3.3.3 Susceptibilidade aos processos de dinâmica de encostas

Para estabelecer a susceptibilidade aos fenômenos relacionados à dinâmica das encostas foi considerada, primeiramente, a declividade do terreno devido à significância atribuída a este fator quando se trata de movimentos de massa. Também, como fatores não menos importantes, foram considerados o substrato geológico e as características geotécnicas que determinam e condicionam tais processos.

Os fatores supracitados foram analisados através de mapa geológico do município; da Carta Geotécnica de Santa Maria (MACIEL FILHO, 1990) que estabelece condições não

adequadas de ocupação conforme a geotecnia do terreno; da distribuição da hipsometria, da declividade e das formas de relevo na área em estudo.

A determinação das áreas susceptíveis à dinâmica de encostas baseou-se na declividade do terreno cujos valores estão acima de 30% e acima de 45%. Ambos os valores foram estabelecidos a partir da legislação federal que restringe o uso e ocupação, conforme a Lei 6.766 de 1979, de áreas com declividade acima de 30%, salvo se atendidas as alterações exigidas pelos órgãos competentes; o anterior Código Florestal de 1965 (lei 4.771) estabelecia a proibição do desmatamento (e ocupação) em declividades superiores a 47%, salvo também algumas exceções.

Assim como Wiggers (2013), adaptou-se a declividade de 47% para 45% por se tratar de área urbana, ou seja, densamente ocupada, e a partir desse valor já existem severas restrições de uso do solo, principalmente no que se refere às construções que causam grandes alterações na topografia original.

A carta de declividade foi sobreposta às imagens de satélite de alta resolução (Google Earth Pró, 2014) com a finalidade de identificar as áreas susceptíveis que se encontram ocupadas, obtendo-se, assim um mapa de perigo. O que define os diferentes graus de perigo são o número de ocorrências na área (através da história oral dos moradores) e as características observadas em campo.

Os trabalhos de campo permitiram conhecimento das situações em cada área do perímetro urbano. Em posse de cartas-imagem de alta resolução, buscaram-se, *in loco*, as informações necessárias para o detalhamento do perigo imposto por cada processo mencionado.

Para isso, foram observados os fatores responsáveis pela gênese/desenvolvimento dos processos de dinâmica de encostas: as características do local e seu entorno; disposição da vegetação no talude e nas proximidades; as evidências de movimentação do terreno e a situação da água em superfície e subsuperfície (Quadro 6).

Características do local e entorno	Talude natural ou de corte Altura do talude Aterro compactado/lançado Distância das moradias em relação ao talude Declividade Estruturas em solo/rocha desfavoráveis Presença de blocos de rocha Presença de lixo/entulho Tipos de aterro, se existir
Vegetação no talude e proximidades	Presença de árvores de grande porte Mata ciliar original Espécies cultivadas Espécies rasteiras/arbustivas
Evidências de movimentação do terreno	Trincas nas moradias e/ou terreno Inclinação de árvores/postes/muros Degraus de abatimento Cicatrizes de escorregamento Feições erosivas Muros e paredes “embarrigados”
Situação da água em superfície e subsuperfície	Concentração da água da chuva Lançamento de águas servidas Presença de fossas/rede de esgoto Surgências d’água Vazamentos

Quadro 6: Características/aspectos observados em campo relacionados à dinâmica de encostas.

3.4 Análise e Mapeamento da Vulnerabilidade

A análise acerca da vulnerabilidade, considera o termo resiliência como a capacidade de resposta da população frente aos desastres, fundamentou-se através da identificação e da caracterização de condições infraestruturais e socioeconômicas junto às áreas susceptíveis aos processos causadores de desastres.

As informações sobre as condições de infraestrutura das moradias e adjacências foram coletadas durante trabalhos de campo realizados junto à todos os Setores Censitários que apresentaram áreas sob ameaça.

Os dados socioeconômicos foram obtidos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), tendo por base os Setores Censitários do perímetro urbano do município de Santa Maria. As informações correspondem ao Censo Demográfico de 2010.

3.4.1 Variáveis urbano-constructivas conforme trabalhos de campo

Nesta etapa, observou-se i) características gerais da ocupação do espaço urbano; ii) as características constructivas das moradias; e iii) a infraestrutura disponível no local. Para cada variável analisada – ocupação, moradias e infraestrutura urbana – e características observadas, foram atribuídos valores que variam de 0 (valor mínimo) a 10 (valor máximo) pontos, conforme identificado Quadro 7.

A mensuração da vulnerabilidade abrange e requer o conhecimento de inúmeras variáveis. Para a obtenção das Classes de Padrão Urbano-constructivo que vão complementar o Grau de Vulnerabilidade, optou-se, como já mencionado, pela utilização de 03 variáveis principais consideradas mais adequadas para os objetivos então propostos. São elas: ocupação; moradias e infraestrutura urbana. Cada uma delas está subdividida em critérios que as caracterizam conforme a descrição a seguir que, também, salienta a importância e a razão da escolha de cada uma delas.

- *Ocupação*

A forma como ocorre a ocupação do espaço urbano é de fundamental importância por tratar-se de áreas sob ameaça de desastres e de vulnerabilidade da população envolvida. Isso porque a ocupação ordenada do território possibilita a adequação das áreas destinadas às moradias, através de loteamentos legais, em áreas propícias à habitação, livres de riscos e que apresente, no mínimo, infraestrutura urbana básica. Por outro lado, quando a ocupação ocorre de forma desordenada, sem fiscalização e apoio legal, a rede de serviços urbanos tende a ser clandestina, não coexistindo respeito à Legislação Ambiental e às normas constructivas vigentes, favorecendo o incremento de áreas de risco.

Nesta perspectiva, subdividiu-se a variável supracitada em: i) *modo ordenado* e ii) *modo desordenado*. Ou seja, ao observar a posse do território urbano, distinguiu-se, sob o ponto de vista legal e organizacional, ambas as formas de ocupação. A primeira, que ocorre de modo ordenado, tem peso menor na quantificação da vulnerabilidade, enquanto a segunda, onde o espaço é desordenadamente ocupado, exerce negativamente maior influência na capacidade de enfrentamento e resposta frente aos desastres.

- *Moradias*

A qualidade e a base construtiva das moradias é fator imprescindível nesta análise. Em tese, a moradia reflete a condição socioeconômica de seus habitantes. Construções realizadas com apoio técnico-profissional e com materiais de qualidade, na maioria das vezes, são melhores estruturadas e apresentam bases mais sólidas e resistentes do ponto de vista arquitetônico.

No entanto, obras edificadas a partir de materiais pouco coesos e pouco resistentes, sem acompanhamento profissional adequado e que abrigam muitas pessoas em um pequeno espaço construído, têm baixa capacidade de resistência às ameaças em potencial.

Sobre este panorama, observou-se as características físicas e estruturais das habitações ao longo das áreas susceptíveis, conforme: i) *tamanho das moradias* (< 50m², de 50 a 100m², e >100m²); ii) *grau de acabamento das construções* (com acabamento, com acabamento precário e sem acabamento); iii) *tipo de material que compõe a construção* (reciclado, madeira, mista, alvenaria).

A cada condição atribui-se um peso (0, 1, 2, ou 3). Valor 0 (zero) ou 1 (um) indicam padrões construtivos mais elevados, cujas moradias são, teoricamente, mais resistentes e influenciam positivamente na capacidade de enfrentamento. Valores 2 (dois) ou 3 (três) representam padrões construtivos inferiores, onde as moradias podem ser intensamente afetadas/desestruturadas diante de um evento danoso.

- *Infraestrutura urbana*

A infraestrutura garante a existência dos grupos, instituições e organizações, ou seja, da sociedade urbana como um todo. Formada por um conjunto de instalações, equipamentos e serviços, públicos ou privados, garante o funcionamento legal e ordenado das cidades. Portanto, sob a perspectiva de conjunto, é fundamental a sincronia do funcionamento, caso contrário, a qualidade de vida da população pode ser afetada de forma individual e, principalmente, coletiva.

Para aferir a infraestrutura urbana enquanto variável decisiva na ponderação da vulnerabilidade junto às áreas susceptíveis aos processos superficiais, observou-se duas características básicas sob condições diferentes: i) *disponibilidade de canalizações de água e esgoto* (existente ou não existente) e ii) *tipo de calçamento das vias* (pavimentada ou não pavimentada). As condições positivas (canalizações existentes e vias pavimentadas) imprimem

menor peso à vulnerabilidade, ou seja, são contraproducentes aos fatores mais vulneráveis. Já as condições negativas expressam a inexistência de serviços infra estruturais, elevando a vulnerabilidade a graus mais expressivos.

Variável	Características		Valor
Ocupação	Ordenada		0
	Desordenada		1
Moradias	Tamanho das moradias	< 50m ²	2
		50 – 100m ²	1
		>100m ²	0
	Grau de acabamento	Com acabamento	0
		Acabamento precário	1
		Sem acabamento	2
	Tipo de material – resistência ao impacto/dano	Alvenaria	0
		Madeira	1
Misto		2	
Material Reciclado		3	
Infraestrutura urbana disponível	Rede de águas servidas (esgoto)	Existente	0
		Não existente	1
	Vias urbanas	Pavimentada	0
		Não pavimentada	1

Quadro 7: Variáveis urbana-constitutivas indicadoras da vulnerabilidade.

Valores próximos a zero correspondem às condições mais adequadas/ordenadas de ocupação, a padrões construtivos consistentes e à infraestrutura urbana existente e acessível. Atribui-se valores elevados às condições inversas em que infraestrutura e padrões são inexistentes ou deficientes. O somatório dos valores resultou em 4 categorias distintas que denominou-se *Classes de padrão urbano-construtivo*: Muito Baixa; Baixa; Média; e Alta, conforme apresentado no Quadro 8.

Classes Padrão urbano-construtivo	Somatório	Peso atribuído
Muito Baixa	9 e 10	4
Baixa	6 a 8	3
Média	3 a 5	2
Alta	0 a 2	1

Quadro 8: Classes atribuídas ao padrão urbano-construtivo em áreas sob ameaça.

Em epítome, valores elevados correspondem às classes inferiores de padrão construtivo, colaborando para o acréscimo da vulnerabilidade, ou seja, a população tende a ser intensamente

afetada por eventos danosos. As classes de padrão construtivo elevado associam-se aos valores inferiores, assim os graus de vulnerabilidade são menores, portanto, a população tem maior capacidade de enfrentamento dos desastres.

3.4.2 Variáveis socioeconômicas conforme os Setores Censitários

As áreas sob ameaça de desastres encontram-se distribuídas dentro do limite urbano de Santa Maria. Quando relacionadas à dinâmica fluvial, situam-se ao longo dos cursos fluviais, principalmente, do arroio Cadena e seus tributários. Estando vinculadas à dinâmica de encostas, as áreas localizam-se junto ao Rebordo do Planalto, em direção às maiores altitudes e declividades.

Apesar de serem muitas, as áreas sob ameaça não abrangem grandes extensões, pois os problemas tem atuação limitada, conforme a susceptibilidade natural, intensificada ou não, pela intervenção antrópica. Muitas vezes estão sob ameaça áreas reduzidas, habitadas por poucas famílias, porém, a problemática não deixa de ser interessante em função disso.

Tendo em vista a reduzida extensão das áreas sob ameaça de desastres, fez-se necessária a utilização de uma base de informações socioeconômicas condizente com esta realidade. Optou-se pela utilização da base de informações do Censo Demográfico 2010 com resultados por Setor Censitário.

Conforme designação específica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, considera-se por Setor Censitário “a menor unidade territorial, formada por área contínua, integralmente contida em área urbana ou rural, com dimensão adequada à operação de pesquisas e cujo conjunto esgota a totalidade do Território Nacional, o que permite assegurar a plena cobertura do País”.

As áreas sob ameaça não correspondem à totalidade da área dos Setores Censitários demarcados pelos IBGE, entretanto optou-se por as informações contidas neste banco de dados, pois os trabalhos de campo deram suporte às análises. Os dados censitários informam uma realidade impressa no espaço urbano, podendo ser confrontada e comprovada durante os trabalhos de campo. Graças à possibilidade das averiguações *in loco*, garantiu-se a eficácia da utilização desta base de informações. As áreas sob ameaça estão distribuídas ao longo de 50 Setores Censitários.

Neste trabalho utilizou-se três variáveis básicas para análise de vulnerabilidade a partir dos dados apresentados pelos setores censitários do IBGE, definidos por: faixa etária da população; rendimento mensal e taxa de alfabetização.

Outra variável para determinação da vulnerabilidade foi o número de residências sob ameaça. Este número foi alcançado através da utilização de imagens DigitalGlobe datadas de 11/09/2014, obtidas via Google Earth Pro e trabalhos de campo, sendo enumeradas, em cada polígono de área, todas as moradias até 30 metros dos cursos fluviais e aquelas próximas às encostas sujeitas ao perigo.

- *Faixa etária da população*

A idade da população influencia diretamente no enfrentamento dos desastres, assim, crianças e idosos têm menor capacidade de resposta devido à dificuldade de locomoção, à limitação de força de trabalho, à fragilidade da saúde e à maior necessidade de assistência.

Utilizando a lógica etária das pesquisas censitárias do IBGE (2010), elencou-se como mais vulneráveis as pessoas com idade inferior a 15 anos e superior a 65 anos. Assim, um setor censitário com altos índices de crianças e de idosos eleva o grau de vulnerabilidade da área sob ameaça.

A base de cálculo foi uma relação percentual entre a soma da população com idade inferior a 15 anos e superior a 65 anos e total de população para cada setor conforme exemplo do Quadro 9.

- *Rendimento mensal*

Frente às situações desastrosas, quanto maior o poder aquisitivo familiar, maior será a sua capacidade de enfrentamento, recuperação e resposta.

Segundo os objetivos propostos, considerou-se como mais vulneráveis, as pessoas com mais de 10 anos de idade com rendimento mensal de até um salário mínimo. Neste sentido, as áreas com alto grau de vulnerabilidade são aquelas inseridas nos Setores Censitários com elevado índice percentual da população recebendo até um salário mínimo mensal, considerando a população total do setor.

- *Taxa de alfabetização*

Para o IBGE, é alfabetizada a pessoa capaz de ler e escrever um bilhete simples no idioma que conhecesse; é analfabeta a pessoa que aprendeu a ler e escrever, mas que esqueceu devido a ter passado por um processo de alfabetização que não se consolidou e a que apenas assinava o próprio nome.

A questão associa-se à vulnerabilidade pela maior dificuldade de compreensão do processo causador de desastres e pela dificuldade da divulgação de informações preventivas e organização de pós-acidente. Sob esta perspectiva, Setores Censitários com elevados índices de analfabetismo imprimem às áreas sob ameaça elevados graus de vulnerabilidade.

Como as variáveis anteriores, a taxa de alfabetização foi estabelecida com base na população total alfabetizada com idade superior a 15 anos de cada Setor Censitário; obteve-se o índice numérico mais pertinente através da diferença entre o total de pessoas residentes acima de 15 anos e o total de pessoas alfabetizadas na mesma faixa etária, como mostra o Quadro 9.

- *Número de moradias*

O adensamento urbano, principalmente quando irregular, reflete na vulnerabilidade social no que tange o elevado número de pessoas que podem ser atingidas pelos desastres. Áreas que contem número elevado de moradias apresentam, portanto, maior grau de vulnerabilidade em comparação àquelas que são menos habitadas. O número de residências foi obtido através do IBGE, trabalhos de campo e imagens de satélites (DigitalGlobe datadas de 11/09/2014, obtidas via Google Earth Pro) estimando-se o número de moradias em cada área susceptível aos processos causadores de desastres.

Acreditou-se mais adequado aos objetivos da pesquisa, a utilização do número de moradias sob ameaça ao invés do total de moradias no setor, como é mais comumente utilizado nos trabalhos deste gênero.

Para tanto, realizou-se a contagem das moradias (ou domicílios) em cada polígono de susceptibilidade. A partir deste número, com base no número total de moradias por Setor Censitário, foi obtida a porcentagem de moradias em situação de perigo.

O Quadro 9 apresenta síntese e exemplos dos dados utilizados como indicadores de vulnerabilidade.

<i>Dados por setor/área de perigo</i>	<i>Indicadores de vulnerabilidade</i>	<i>Exemplo (Setor Censitário 431.690.705.080.036)</i>	
Pessoas com 10 anos ou mais com rendimento mensal de até 1 salário mínimo	Soma da porcentagem da população com até um salário mínimo mensal e população sem rendimento.	População > 10 anos = 482 (100%) Pessoas com Rendimento Mensal de 1 SM = 171 (35%)	
% da população acima de 65 anos	Soma da porcentagem da população acima de 65 e abaixo de 15 anos no setor.	30%	População Total = 598 (100%) Jovens + idosos = 212 (35%)
% da população abaixo de 15 anos		5%	
% de pessoas alfabetizadas acima de 15 anos	% de pessoas alfabetizadas acima de 15 anos.	Pessoas residentes > de 15 anos = 416 (100%) Pessoas alfabetizadas > de 15 anos = 391 (94%) Pessoas analfabetas > de 15 anos = 25 (6%)	
Número de moradias em cada área de perigo	% de moradias em cada área de perigo.	Total de moradias = 161 (100%) Moradias por área = 69 (43%)	

Quadro 9: Dados por setor e respectivos indicadores de vulnerabilidade - Dados Censitários com acréscimo do número de residências por área susceptível

Assim, a vulnerabilidade será maior quanto menor o rendimento, maior número de criança/idoso, maior o número de pessoas residentes, menor número de pessoas alfabetizadas. Os dados censitários indicadores de vulnerabilidade (InV) foram dispostos na seguinte equação:

$$\text{InV} = \underbrace{\text{RM} + \text{SP} + \text{PA}}_{\text{Setores Censitários}} + \underbrace{\text{NM}}_{\text{Imagens/campo}}$$

Nos quais:

RM - rendimento mensal de até 1 salário mínimo;

SP - % da população acima de 65 e abaixo de 15 anos;

PA - % das pessoas alfabetizadas acima de 15 anos.

NM - % de moradias nas áreas susceptíveis;

Os resultados percentuais de cada variável (rendimento mensal, faixa etária, taxa de alfabetização e número de moradias afetadas) foram divididos em 4 intervalos de classe, aos quais atribui-se peso de 1 a 4. O resultado indicou 4 classes diferentes de indicadores de vulnerabilidade: Alta (peso 4); Média (peso 3); Baixa (peso 2); e Muito Baixa (peso 1), conforme a organização apresentada no Quadro 10.

Indicadores de Vulnerabilidade (Σ)	Peso atribuído	Classes
14 a 16	4	Alta
11 a 13	3	Média
8 a 10	2	Baixa
< 8	1	Muito Baixa

Quadro 10: Classes de indicadores de vulnerabilidade.

O resultado final foi obtido através da correlação dos valores da análise do padrão urbano-constutivo, definidos em trabalhos de campo, e as classes de Indicadores de Vulnerabilidade (InV) determinadas pelos dados censitários, juntamente com o número percentual de moradias sob ameaça.

Salienta-se que valores elevados correspondem às classes inferiores de padrão construtivo e que classes de padrão construtivo elevado associam-se aos valores inferiores. A obtenção dos Graus de Vulnerabilidade está indicada no Quadro 11.

Classes - Indicadores de Vulnerabilidade (InV)	Classes - Padrão urbano construtivo			
	4 - Muito Baixa	3 - Baixa	2 - Média	1 - Alta
4 - Alta	16	12	8	4
3 - Média	12	9	6	3
2 - Baixa	8	6	4	2
1 - Muito Baixa	4	3	2	1

Quadro 11: Graus de Vulnerabilidade – Indicadores de Vulnerabilidade x Padrão urbano construtivo.

Os graus de vulnerabilidade foram associados às cores. Desta forma, a cor verde mostra resultados favoráveis, ou seja, os indicadores socioeconômicos e construtivos são elevados, revelando uma vulnerabilidade **Baixa (Grau I)**; com a cor amarela vê-se indicadores socioeconômicos e padrões urbano-constutivos com variação negativa de taxas, mostrando **Média** vulnerabilidade (**Grau II**); a cor laranja representa uma queda significativa dos padrões de qualidade socioeconômica e urbano-constutiva o que resulta em **Alta** vulnerabilidade (**Grau III**); a coloração vermelha indica padrões urbano-constutivos precários/inexistentes e dados socioeconômicos de péssima qualidade ocasionando **Muito Alta** vulnerabilidade aos desastres naturais (**Grau IV**).

A organização e descrição dos Graus de Vulnerabilidade das áreas sob ameaça de desastres naturais estão dispostas no Quadro 12.

Graus de Vulnerabilidade	Descrição
Grau I – Baixa Vulnerabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Predomínio de padrão construtivo elevado, construções de alvenaria > 100m² e com acabamento adequado, ocupação ordenada da área, presença de rede de esgoto e de vias pavimentadas nas áreas com susceptibilidade. • Elevada taxa de pessoas que recebem mais que um salário mínimo mensal, baixa porcentagem da população acima de 65 e abaixo de 15 anos, reduzidas taxas de analfabetos por setor censitário. • Reduzido número de moradias por área susceptível.
Grau II – Média Vulnerabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Redução da qualidade do padrão urbano-construtivo área, existência de moradias entre 50 e 100m², o acabamento residencial pode ser precário em moradias de alvenaria ou madeira, o entorno das mesmas pode ou não apresentar rede de esgoto e/ou pavimentação. • Pequeno declínio na qualidade dos indicadores socioeconômicos, com redução do rendimento mensal, podendo haver tênue acréscimo nas taxas de crianças/idosos/analfabetos. • Pouca interferência do número da variável ‘moradia’ nas áreas sob ameaça.
Grau III – Alta Vulnerabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Queda significativa nos padrões de qualidade das construções e do entorno urbano, cuja a ocupação é desordenada, existência de moradias com área inferior à 50m² com acabamento precário, construídas com madeira ou material misto, com rede de esgoto e pavimentação praticamente inexistentes. • Há redução também na qualidade dos indicadores socioeconômicos, com taxas mais elevadas de analfabetos/crianças/idosos, e queda na taxa daqueles que têm rendimento mensal superior à um salário mínimo. • Aumento no número de residências por área susceptível.
Grau IV – Muito Alta Vulnerabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Predomínio de padrão construtivo baixíssimo, construções de material misto ou reciclado < 50m² sem acabamento ou acabamento precário, ocupação desordenada da área, sem rede de águas servidas, onde as vias não apresentam pavimentação nas áreas susceptíveis. • É elevada da taxa de moradores que tem rendimento mensal inferior à um salário mínimo, grande parte da população tem idade superior à 65 e inferior à 15 anos, alta taxa de analfabetos por setor censitário. • Elevado número de moradias por área susceptível.

Quadro 12: Descrição Graus de Vulnerabilidade

A utilização de diferentes variáveis, apesar de apresentar-se conflituosa por vezes, serviu adequadamente para a obtenção dos graus de vulnerabilidade em que a população santamariense está exposta. É possível afirmar que os Setores Censitários, apesar de apresentarem áreas/limites superiores aos polígonos estabelecidos para o perigo, apresentam dados

condizentes com realidade socioeconômica dos moradores, corroborando, juntamente com o padrão construtivo das residências e seu entorno, para o acréscimo ou decréscimo da vulnerabilidade.

Contudo, a obtenção dos resultados esperados está diretamente associada aos trabalhos de campo realizados em todas as áreas sob ameaça, permitindo conhecer, comparar ou descartar dados e informações obtidas anteriormente. Ou seja, tais procedimentos metodológicos exigem o conhecimento físico e socioeconômico da região estudada perpassando, impreterivelmente, pelos trabalhos de campo.

4 CARACTERIZAÇÃO DA CIDADE DE SANTA MARIA

Neste capítulo são apresentadas as características que compõem os aspectos históricos, naturais, socioeconômicos e culturais da cidade de Santa Maria. O conjunto destas características resulta, quase sempre, em diferentes situações de ocupação e, como consequência, desencadeia ou não, áreas vulneráveis de diferentes naturezas.

4.1 Histórico e ocupação

A cidade originou-se a partir de ocupações militares portuguesas no centro do Estado no século XIX. Os primeiros agrupamentos populacionais aconteceram na Rua do Acampamento, hoje, um dos principais cenários urbanos centrais.

O marco cronológico oficial da história de Santa Maria data de 1791, com o acampamento da Segunda Subcomissão Demarcadora dos Limites. Conforme Beltrão (1979), com o referido acampamento militar, local estratégico entre terras de Portugal e da Espanha, surgiu um novo povoamento que se tornou um atrativo para pessoas de todo o Rio Grande do Sul.

Santa Maria, desde cedo, foi centro militar e teve nas atividades da pecuária, da agricultura e do comércio sua base econômica. Em 1835, Santa Maria progredia e a indústria pastoril desenvolvia-se prodigiosamente, sendo mercado das localidades circunvizinhas (BELÉM, 1989).

O município de Santa Maria foi criado em 1858 e, por sua localização, desde cedo se constituiu em entreposto comercial da região e ponto estratégico-militar. Em 1877, chegam à região de Santa Maria os imigrantes italianos. Vieram em levadas e se estabeleceram em pequenos lotes de terras na serra, formando uma vasta colônia: a Quarta Colônia Imperial de Imigração Italiana do Rio Grande do Sul, denominada de Silveira Martins, conforme dados da Prefeitura Municipal de Santa Maria (2006).

Nesta colônia desenvolveu-se a agricultura de subsistência. Os imigrantes vinham a Santa Maria para venderem seus produtos e também para adquirir, no comércio local, os artigos de que necessitavam. Com o passar do tempo, muitos se estabeleceram na cidade.

No ano de 1885 foi implantada a ferrovia na cidade. Com a estrada de ferro houve um maior dinamismo econômico e cultural no município, desenvolvendo o setor de serviços como

a rede hoteleira, além do aumento das atividades econômicas, pela abertura de entrepostos comerciais e de grandes depósitos de produtos agrícolas e pastoris. Santa Maria passou a ser entreposto obrigatório das praças comerciais da fronteira e da região serrana com a de Porto Alegre.

Em 1898, a diretoria do *Compagnie Auxiliare des Chemis de Fér du Brèsil*, da Bélgica, assume a Rede Ferroviária Riograndense em Santa Maria. Com a Companhia, vem para a cidade famílias belgas e francesas, surgindo em 1903, o conjunto habitacional denominado Vila Belga.

Em 1913 é criada a Cooperativa de Consumo dos Empregados da Viação Férrea, com papel destacável em toda a América Latina, pois se tornou um poderoso centro comercial que investiu também na educação, através da criação da Escola de Artes e Ofícios (1922), denominada posteriormente de Ginásio Industrial Hugo Taylor (1934), segundo a Prefeitura Municipal de Santa Maria (2006).

No setor da saúde, a Cooperativa dos Empregados da Viação férrea criou a Casa de Saúde, um centro de assistência médico-hospitalar aos associados. Além desses investimentos da cooperativa, destaca-se a infraestrutura industrial que criou, como a torrefação e moagem de café, oficinas tipográficas, moldagem, fundição, marcenaria, oficina mecânica e de eletricidade, confecção, entre outros.

Santa Maria, por volta de 1950, já possuía o título de Metrópole Escolar do Rio Grande do Sul, devido ao grande número de escolas municipais, estaduais e particulares existentes. Isso colaborou para a criação, em 1955, da Faculdade Imaculada Conceição (FIC) e da Faculdade de Enfermagem Nossa Senhora Medianeira (FACEM), bem como, em 1960, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), primeira Universidade Federal do interior do Brasil.

No final dos anos 50, o governo brasileiro, continuando com a política de incentivo à industrialização, começou a investir na indústria automobilística e no desenvolvimento das rodovias. Isso contribuiu, juntamente com outros fatores, para o decréscimo da importância das ferrovias no País.

Nas primeiras décadas do século XX, a cidade apresentava um expressivo crescimento urbano. Nesta época, o tecido urbano era constituído por 33 ruas e 5 praças, alguns anos mais tarde, o traçado viário era duplicado, passando a apresentar amostras da sua expansão para além do perímetro central (BELÉM, 1989).

Em meados de 1930, o crescimento já era visto em todas as regiões da cidade. No centro, novas vias foram incorporadas às já existentes, seguindo ou não o traçado reticular original.

Nas regiões periféricas, o crescimento foi acentuado devido à presença de loteamentos originados nesta época. Na zona oeste, o uso do solo foi anexado às funções urbanas a partir da construção da estrada que ligava a cidade de Santa Maria às cidades de Rosário do Sul e São Gabriel. A ocupação inicial das demais áreas periféricas do espaço urbano aconteceu ao longo das vias de acesso à cidade.

No final da década de 30, foi elaborado um Plano de Extensão para Santa Maria. A criação desta medida fazia-se necessária em função do crescimento desordenado da cidade nos anos anteriores, principalmente devido aos loteamentos que surgiam em toda a cidade e, mais intensamente, nas periferias.

Nos anos seguintes, os loteamentos seguiram impulsionando a ocupação do espaço urbano da cidade. O centro rumava para a estabilização da utilização, enquanto novos lotes, associados aos já criados, estimulavam o preenchimento das áreas “vazias” ainda existentes.

Em 1950, ocorreu a implantação de 21 novos loteamentos, dentro e fora do perímetro urbano. As vias que ligavam os lotes mais isolados também eram atrativos populacionais. A partir da década de 1960, Santa Maria apresentou um grande crescimento populacional passando de 85 mil habitantes, naquele ano, para quase 250.500 nos anos 2000.

Num primeiro momento, a expansão urbana de Santa Maria ocorreu em todas as direções, porém, sofreu algumas limitações, principalmente ao sul e sudoeste, pela presença de extensas áreas sobre domínio militar e, ao norte, pela existência das encostas do Rebordo do Planalto. Neste sentido, o Escritório da Cidade (2012) acrescenta:

Ao longo de sua existência, o município de Santa Maria adquiriu características étnicas diversificadas que o caracterizam até os dias atuais, sendo que poucas cidades no Estado gaúcho apresentam grande diversidade. Os aspectos socioeconômicos e educacionais contribuíram ao longo dos anos, para vinda de moradores de várias cidades, regiões brasileiras e estrangeiras. Nesta estatística, inclui-se o forte contingente militar que se estabeleceu em Santa Maria, fortalecendo a migração de militares, a rede ferroviária com sua forte influência econômica no município e a construção da Universidade Federal de Santa Maria, em 1960, a qual até os dias atuais atrai especialmente estudantes, funcionários e professores, que passam a residir no município. (ESCRITÓRIO DA CIDADE, p. 2)

A urbanização do setor leste está associada à implementação da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), na década de 1960. No mesmo período, a inauguração da Base Área de Santa Maria (BASM) impulsionou o crescimento do setor leste da cidade, onde, atualmente, há forte expansão, principalmente, em função da especulação imobiliária.

A expansão urbana na porção oeste de Santa Maria foi impulsionada pela implantação do Distrito Industrial, na década de 1970. Esta ação foi pensada para expandir o setor produtivo,

o que demandaria a alocação de toda a mão de obra envolvida na construção e na manutenção das indústrias. Por consequência, em 1980, surgiram dois importantes aglomerados urbanos da cidade: as Cohab's Santa Marta e Tancredo Neves.

No entanto, o Distrito Industrial não prosperou como o esperado, assistiu-se na década de 90, a dois processos concorrentes: a ocupação irregular do espaço livre deixado pelas indústrias não implantadas e a transferência de uma classe trabalhadora pauperizada e expulsa das áreas mais valorizadas (PINHEIRO, 2002).

Na atualidade, a extensão urbana da porção oeste aconteceu pelo adensamento das áreas já instituídas, sendo estruturada pelo sistema viário da Rodovia 287 em direção à cidade de São Pedro e da BR 158 em direção a Rosário do Sul.

Da ocupação desordenada decorre a transformação dos espaços livres, pelo interesse especulativo, em solo urbano disponível às pressões de uso e ocupação mesmo que alguns locais não fossem passíveis de ocupação.

Neste contexto, estão inseridas as áreas ao longo dos cursos d'água, principalmente do Arroio Cadena, e da encosta da Serra, ao norte da cidade. Diante desta realidade, iniciam-se as ocupações em áreas susceptíveis aos riscos associados à dinâmica fluvial e à dinâmica das encostas.

4.2 Características socioeconômicas

O Município de Santa Maria, localizado no Centro do Estado do Rio Grande do Sul, a 292 km de Porto Alegre, está situado na Mesorregião Oeste, abrangendo uma área aproximada de 1.788.129 km². Santa Maria obteve um crescimento significativo em termos populacionais no estado do Rio Grande do Sul, com uma população que já ultrapassava os 80 mil habitantes, na metade do século XX (Figura 36).

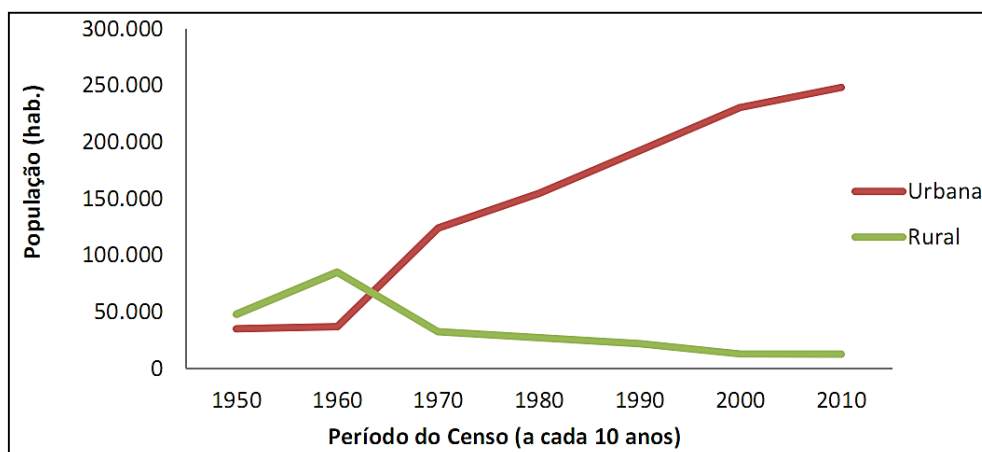


Figura 36: Evolução da população urbana e rural em Santa Maria/RS nas últimas seis décadas. Org. Escritório da Cidade – Prefeitura Municipal de Santa Maria/RS (2012).

Em números mais exatos, constatou-se uma população total de 261.031 habitantes residentes em Santa Maria. Foram cerca de 17.420 habitantes a mais, em relação ao censo realizado no ano 2000, o qual apontou 243.611 habitantes. A população urbana ficou em 248.347 habitantes, tendo um aumento de 17.651 habitantes em relação ao ano 2000 (230.696 habitantes). Já a população rural teve o menor valor comparativo na relação: 12.684 habitantes no último censo e 12.915 habitantes em 2000, uma queda de 231 habitantes. Na Figura 37 é possível observar a densidade demográfica da área urbana no ano de 2012, distribuição conforme os bairros.

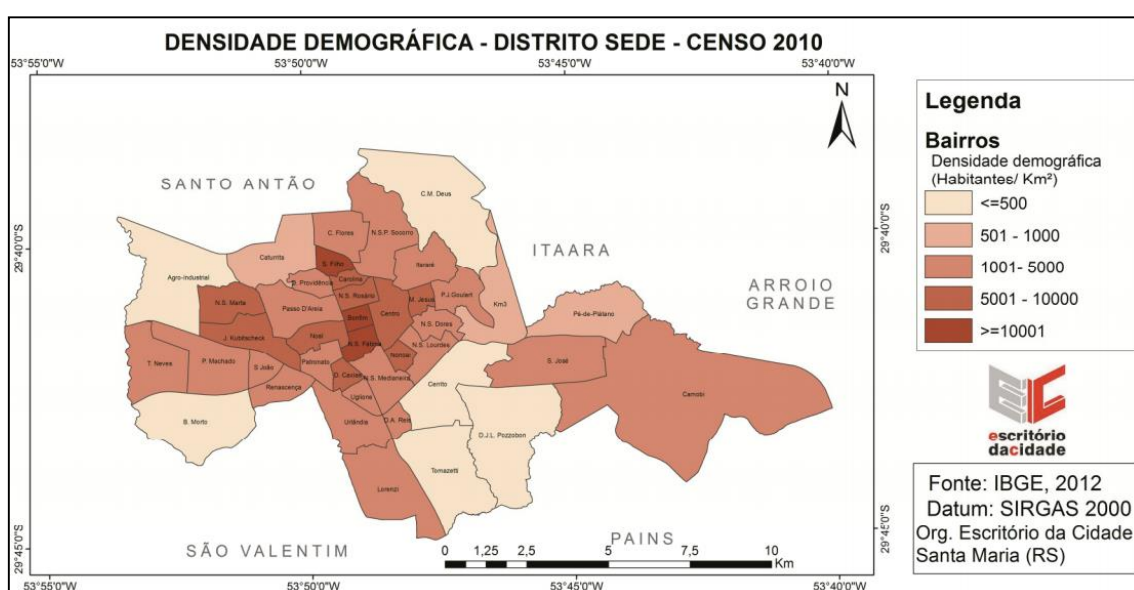


Figura 37: Densidade Demográfica dos Bairros em Santa Maria/RS. Org.: Escritório da Cidade – Prefeitura Municipal de Santa Maria/RS.

A base econômica do município é representada essencialmente pelos serviços (setor terciário), respondendo por mais de 80% dos empregos da população economicamente ativa da cidade. A Figura 38 apresenta os gráficos do Produto Interno Bruto do município em comparação com o Rio Grande do Sul e com o Brasil.

Os serviços públicos federais são constituídos pela Universidade Federal de Santa Maria, pelas Unidades Militares (Exército, Aeronáutica), por uma escola de formação militar e por 11 quartéis. Santa Maria constitui o segundo centro militar do Brasil, ficando atrás somente do Rio de Janeiro.

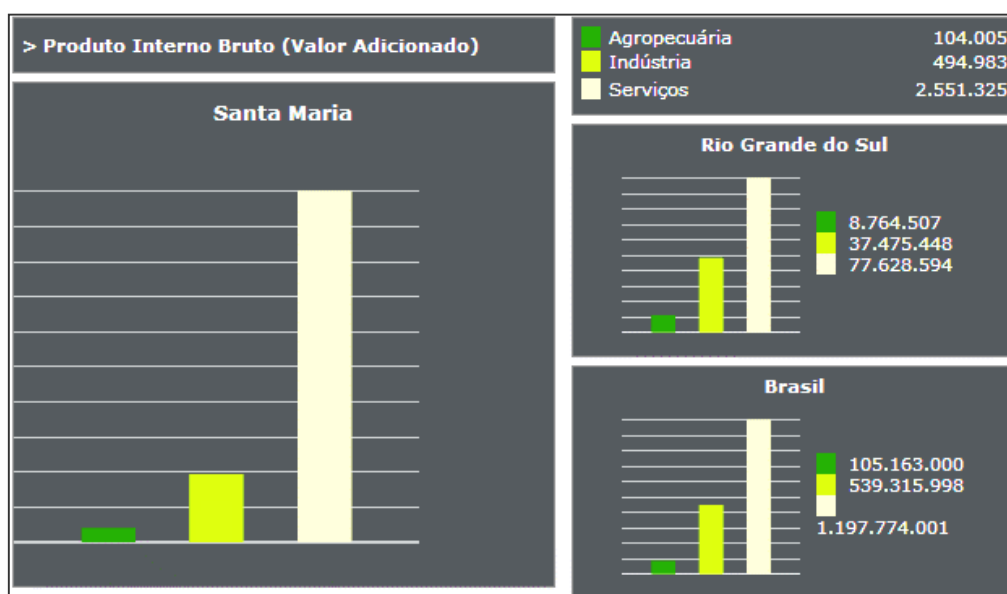


Figura 38: Produto Interno Bruto (PIB) de Santa Maria, conforme dados censitários de 2010. Fonte: IBGE (<http://www.ibge.gov.br>).

Instituições particulares de ensino, como a Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), o Centro Universitário Franciscano (UNIFRA), a Faculdade Metodista (FAMES), as Faculdades Palotinas (FAPAS), a Faculdade Santa Clara (FASCLA) e a Faculdade de Direito de Santa Maria (FADISMA), além de um grande número de escolas de Ensino Fundamental e Médio, contribuem de forma significativa pela economia do município.

O comércio, intenso e variado, e o setor da saúde, no que se refere às especialidades e hospitais de referência da região, juntamente com o setor educacional, são responsáveis por um grande número de postos de trabalho. Por isso a cidade é considerada um centro prestador de serviços comerciais, educacionais, médico-hospitalar e militar, sendo também um ponto de cruzamento rodoviário (federal e estadual).

O setor primário é caracterizado por regiões de minifúndios junto a Serra Geral, e áreas de pecuária e agricultura em propriedades maiores, tanto na Serra Geral quanto na região da Depressão Central. Na agricultura, a maior produção é de arroz irrigado, seguindo-se a produção de soja. O setor secundário abrange indústrias de pequeno e médio porte que, no geral, são voltadas para o beneficiamento de produtos agrícolas, indústrias moveleiras, construção civil, laticínios e outros.

Conforme a Tabela 7, verifica-se que mais de 60% dos responsáveis pelos domicílios apresentam rendimento de até 5 salários mínimos, revelando o baixo poder aquisitivo das famílias e levando-as à impossibilidade de aquisição de bens que atendam suas necessidades básicas de alimentação, moradia, vestuário, lazer e outras. Salienta-se também o número de pessoas sem rendimentos, o que significa que dependem de outras pessoas ou do poder público para garantir as necessidades básicas de vida.

Tabela 7: Número de salários mínimos por responsáveis pelo domicílio em Santa Maria (em 2010).

<i>Rendimentos</i>	<i>Total</i>	<i>%</i>
Até ½ salário mínimo	877	1
Mais de 1/2 a 1 salário mínimo	7.244	8,2
Mais de 1 a 2 salários mínimos	16.270	18,6
Mais de 2 a 5 salários mínimos	32.479	37,1
Mais de 5 a 10 salários mínimos	17.629	20,1
Mais de 10 a 20 salários mínimos	8.094	9,2
Mais de 20 salários mínimos	2.958	3,3
Sem rendimento	1.899	2,1
Total	87.450	100

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2012.

O processo de urbanização de Santa Maria, assim como em muitos outros municípios brasileiros, ocasionou significativa segregação espacial, com a valorização de áreas da cidade em detrimento de outras. Com o encarecimento dos lotes urbanos, parte da população mais pobre é destinada a ocupar os locais mais afastados do centro, cujo valor é menos expressivo.

Neste contexto, BOLFE (2001) caracteriza Santa Maria pelo termo “cidade das invasões” devido à problemática que envolve a sua regularização fundiária. Ressalta que a cidade possui um “histórico complexo quanto à ausência de ordenação territorial, implicando diversas irregularidades de uso e ocupação do espaço urbano, as quais dificultam a gerência do espaço” (p. 78).

Sobre o assunto, Pinheiro (2002) revela que as ocupações irregulares tiveram início na década de 1960, a partir da invasão na Vila Nossa Senhora do Trabalho, na porção norte da

cidade, nas proximidades do matadouro municipal. Acrescenta ainda que a ilegalidade jurídica é aquela em o imóvel não está devidamente registrado em cartório imobiliário municipal. Já a ilegalidade urbanística refere-se à inexistência de infraestrutura básica e equipamentos comunitários.

Estes não possuem condições mínimas de infraestrutura básica de habitação, de água potável, de esgoto pluvial e cloacal, de segurança, de vias de acesso, de escolas e unidades de saúde, além de estarem sujeitos a diferentes tipos de riscos.

Ainda, sobre a temática, URRUTIA (2002) ressalta que a própria população de baixa renda, por falta de opções, invade e demarca os lotes urbanos escolhidos, após a demarcação do terreno, passa à edificação da moradia que, quase sempre, possui aspecto inacabado.

Os moradores destas áreas, geralmente são trabalhadores informais ou catadores cuja família é numerosa e, buscam através de associações de moradores, a legalização dos lotes e infraestrutura para a área invadida.

Esta inversão de população se mantém até os dias atuais, pelo próprio crescimento da cidade e de seus serviços. O grau de urbanização também se elevou de 30,6% em 1960 para 79,3% em 1970, crescimento que se mantém no último Censo em 2010, onde o grau é de 95%.

Esse crescimento do grau de urbanização revela, além da diferença entre as populações rural e urbana, contrastes e espaços bem diferenciados e consequentes de um sistema político e econômico que leva grande parte da população à exclusão dos serviços assistenciais mais básicos.

A Secretaria de Município de Assistência Social e Cidadania (2003) mostra dados conflitantes no que diz respeito às condições socioeconômicas do município. Segundo a Fundação Getúlio Vargas (FGV), 15,98% da população está em situação de miséria. Conforme levantamento dos bolsões de pobreza, reconheceu as seguintes áreas populacionais em situação de miséria no município:

- Vila Ecologia; Sete de Dezembro; Núcleo Central; Alto da Boa Vista; Pôr-do-Sol; Lixão da Caturrita; Ocupação da Vila Bela União; Vila Portão Branco;
- Canalização do Arroio Cadena, junto à Vila Urlândia, Vila Oliveira, Vila Renascença, Vila Lídia e na Vila Arco-Íris; Canalização do Arroio Cancela na Vila Santos;
- Ferrovia Vila Nossa Senhora do Trabalho e Cel. Valença, Ferrovia ao longo da Vila Brasília, e da Vila Aparício de Moraes; Ocupação do km 2; Vila Norte; região da Caturrita; Vila Canário; Beco da tela na Vila Schirmer; Montanha Russa; Rua Tapes;

Vila Bilibio; Ocupação do km 3; Ocupação do Cerrito; Beco do Resvalo; Ocupação da Vila Lorenzi.

Verifica-se que estas áreas estão localizadas na periferia da cidade, visto as grandes migrações oriundas de cidades vizinhas e da zona rural nesta direção. Esta nova população, por falta de condições financeiras e dificuldade de acesso a emprego por falta de qualificação profissional, tem formado núcleos desordenados de ocupações irregulares, quase sempre em áreas de risco (Tabela 8).

Tabela 8: Ocupações irregulares e áreas de risco em Santa Maria/RS (ano de 2005).

<i>Situação</i>	<i>Nº de áreas</i>	<i>Total de moradores</i>
Área de risco e/ou preservação	22	4.500
Ocupação de loteamentos irregulares	63	2.500
Total	85	7.000

Fonte: Plano Plurianual de Assistência Social (2002/2005).

São exemplos desta situação, as ocupações irregulares junto às margens dos arroios Cadena e Cancela, e do rio Vacacaí Mirim, onde as famílias estão sujeitas aos processos de dinâmica fluvial em episódios de pluviosidade mais intensa. Outro exemplo é a ocupação irregular localizada nas encostas dos morros, como a do Morro Cechela, que apresenta risco associados à dinâmica das encostas.

4.3 Geologia e Geomorfologia

As unidades geológicas que ocorrem em Santa Maria estão inseridas na Bacia do Chaco-Paraná a qual é uma das grandes bacias intracratônicas fanerozóicas brasileiras. Sua história deposicional está diretamente relacionada à evolução tectônica do sudoeste do Gondwana.

As rochas aflorantes são rochas sedimentares desde o Triássico até os períodos mais recentes recente e rochas vulcânicas. A Figura 39 apresenta uma coluna estratigráfica das formações que ocorrem no município.

O relevo atual provém de uma sequência climática alternada entre climas áridos e semi-áridos com intensos processos erosivos ainda no Período Terciário. De acordo com Bortoluzzi (1974) a Depressão Periférica caracteriza-se pela presença de formas de relevo modestas, sendo

as feições mais típicas são representadas por colinas alongadas de baixa altitude, por tabuleiros areníticos de relevo mais acentuado, porém não ultrapassam os 150 metros.

Era	Período	Epoca/ Idade	Formação	Litologias	Área (ha)	
CENOZÓICA	QUATERNÁRIO	RECEN- TE	Sedimentos atuais (ALUVIÕES)	Cascalhos, areias, siltes e argilas fluviais.	1643,63 (12%)	
		PLEIS- TO- CENO	TERRAÇOS FLUVIAIS	Conglomerados, arenitos médios argilosos com estratificação cruzada e planar e siltitos arenosos, de ambiente fluvial	1206,85 (9%)	
MESOZÓICA	CRETÁCEO	INFERIOR	SERRA GERAL	Sequência Superior – Rochas vulcânicas ácidas: riólitos granofíricos de cor cinza clara a média e vitrófiros de cor preta ou castanha subordinados, com disjunção tabular dominante.	635,01 (5%)	
				Sequência Inferior – Rochas vulcânicas básicas: basaltos e andesitos toleíticos de cor cinza escura, com intercalações de arenito eólico.		
	CRETÁ- CEO/ JURÁS- SICO		BOTUCATU	Arenitos médios a finos, de cor rosa, com estratificação cruzada cuneiforme de grande porte de ambiente eólico.	558,19 (4%)	
	JURÁS- SICO/ TRIÁS- SICO		CATURRITA	Arenitos médios a finos róseos, com estratificação cruzada acanalada e planar, intercalados com siltitos vermelhos, de ambiente fluvial. Troncos vegetais fósseis silicificado.	2059,19 (16%)	
	TRIÁSSICO	SUPERIOR	SANTA MARIA	MEMBRO ALEMOA	Siltitos argilosos maciços, de cor vermelha, com níveis esbranquiçados de concreções calcárias. Ambiente de sedimentação controverso (Lacustre? Loess?)	4132,62 (32%)
				MEMBRO PASSO DAS TROPAS	Arenitos feldspáticos grosseiros, com estratificação cruzada acanalada na base, seguidos de siltitos arenosos roxo-avermelhados de ambiente fluvial, além de arenitos finos e siltitos laminados, de cor rosa a lilás, de ambiente flúvio-lacustre. Impressões de restos da flora <i>Dicroidium</i>	2099,31 (16%)
ROSÁRIO DO SUL			Arenitos finos micáceos, bem consolidados, de cor rosa a vermelha na base, passando a amarelo – acinzantada e lilás em direção ao topo, com estratificação cruzada acanalada e planar de origem fluvial.	757,16 (6%)		

Figura 39: Coluna Estratigráfica da área urbana de Santa Maria/RS.

Fonte: Sartori (1998).

Durante o Período Jurássico ocorreu um longo período de intensa erosão continental, originando um ambiente desértico caracterizado, principalmente, pela sedimentação de arenitos eólicos. No início do Cretáceo, a região de Santa Maria foi palco de intensas atividades

vulcânicas, o que recobriu parte do ambiente sedimentar por derrames de lavas básicas provenientes do Manto Superior, e por lavas ácidas provenientes no interior da Crosta Terrestre (SARTORI, 2009).

O perímetro urbano de Santa Maria está situado na zona de transição entre a depressão e a escarpa arenito-basáltica da Formação Serra Geral. As formações que compõem a geologia do município encontram-se mais ou menos paralelas entre si, onde as mais antigas envolvem as rochas pré-cambrianas do Escudo, e as mais jovens estão mergulhadas sob as rochas básicas da Formação Serra Geral. A Figura 40 apresenta as principais estruturas litológicas.

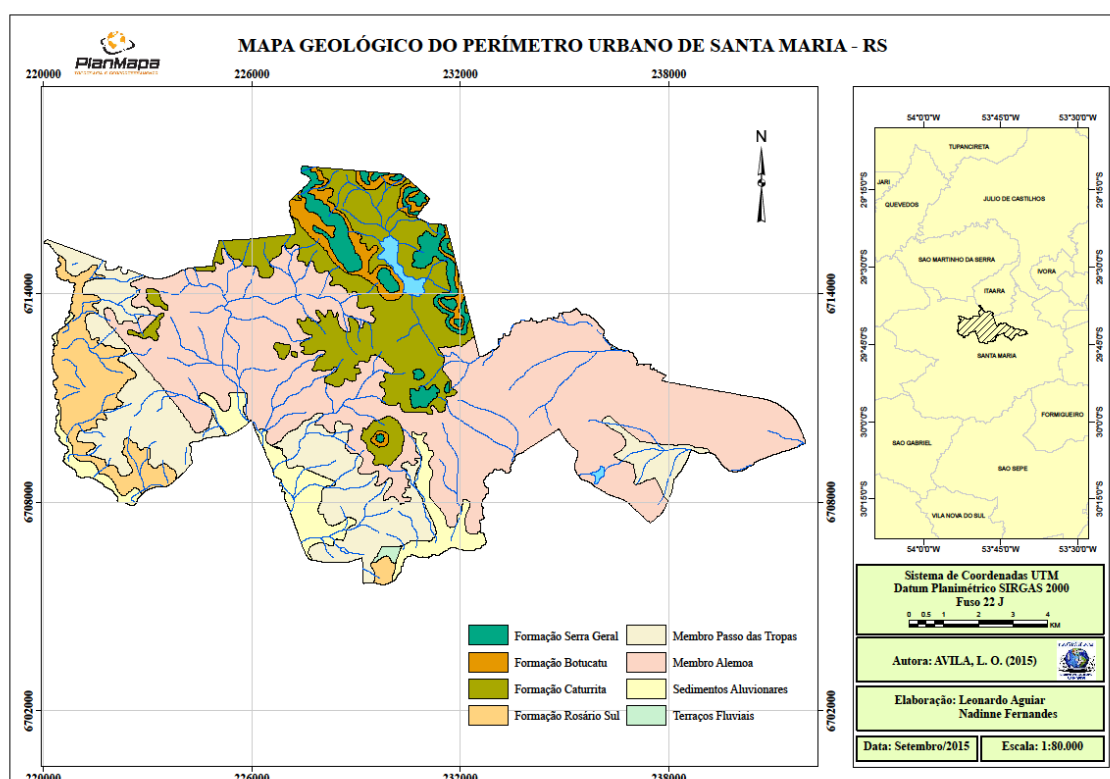


Figura 40: Mapa geológico do perímetro urbano de Santa Maria. Autora: Avila, 2015.

4.3.1 Formação Rosário do Sul

A formação Rosário do Sul, aflora no extremo oeste do perímetro urbano e numa pequena área ao sul. O substrato rochoso do Grupo Rosário do Sul é composto por rochas sedimentares de origem fluvial, com predomínio de arenito muito fino ou siltito, cuja estratificação é cruzada acanalada ou paralela, podendo conter fraturas (MACIEL FILHO, 1990).

Conforme Gamermann (1973), a disposição espacial e estrutural das litologias sugere uma origem fluvial, onde os arenitos mais grosseiros são produto direto das correntes, e as litologias mais finas foram originadas da deposição lateral nas planícies de inundação, durante os períodos de extravasamento das correntes.

O intemperismo é bastante atuante, sendo caracterizado pela descoloração da rocha, pela forte fragmentação em superfície que segue a estratificação e diáclases, formando, com o passar o tempo, conjuntos de fragmentos angulosos de diversas cores.

No que se refere aos horizontes pedológicos, Maciel Filho (1990) descreve espessuras variáveis que dependem da permeabilidade da rocha e da formação do relevo, os tipos de solo são “podzólico vermelho amarelo, onde é mais profundo, e o podzólico bruno acinzentado, onde é mais raso” (p. 9).

Os terrenos ocupados pelo Grupo Rosário do Sul formam colinas alongadas, geralmente com pequenas escarpas, sem grandes declives topográficos, dissecadas por correntes secundárias que se encaixam às vezes profundamente e que formam pequenas planícies do tipo alveolar (GAMERMANN, 1973).

As propriedades geotécnicas são variáveis em decorrência da diversidade litológica (arenitos e siltitos). As obras sobre o arenito apresentam, geralmente, boas condições de estabilidade, no entanto, a presença de siltitos tende a diminuir a resistência devido à desagregação superficial (MACIEL FILHO, 1990). A Figura 41 apresenta sinteticamente a organização litológica, pedológica e geomorfológica de Santa Maria.

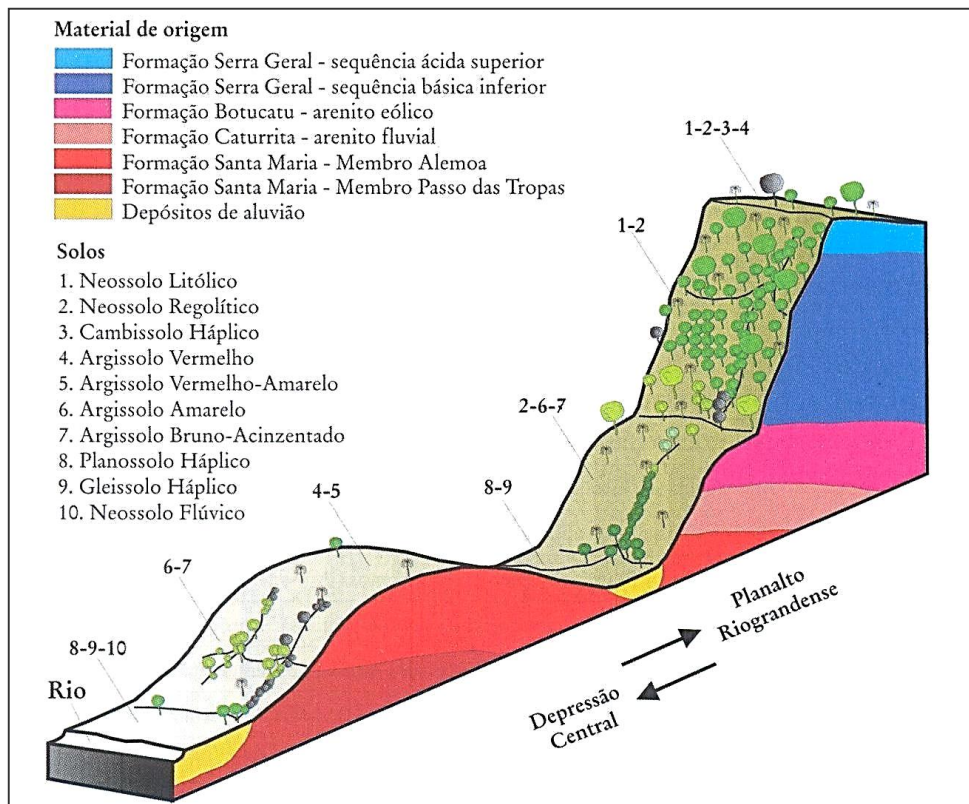


Figura 41: Representação da relação entre a estrutura geológica, o relevo e a ocorrência dos diferentes tipos de solo no município de Santa Maria. Fonte: Pedron (2007).

4.3.2 Formação Santa Maria

A Formação Santa Maria acompanha os contornos da Serra Geral, na porção sudoeste da cidade. Na direção L-W atinge aproximadamente 90 km, enquanto na porção N-S sua extensão varia entre 10 e 20 km, sua espessura aproximada é de 80 metros (MEDEIROS, 1980).

Mais ao sul, junto ao Arroio Passo das Tropas, ocorre o contato da porção inferior da Formação Santa Maria sobrepondo-se à Formação Sanga do Cabral. Conforme Bortoluzzi (1974), sua sequência deposicional data do Período Cenozóico, aflorando em direção ao norte, ao longo do perímetro urbano.

Neste período, o processo de sedimentação da Formação Santa Maria teria ocorrido em ambiente fluvial, no entanto, conforme a ação da das águas e da erosão sobre a superfície, o ambiente passou de fluvial para lacustre.

Do ponto de vista geomorfológico, descrito por Medeiros (1980), a Formação Santa Maria apresenta colinas suaves, de baixa declividade e com fracos desníveis entre os interflúvios e os talwegues.

Seu conteúdo superior é facilmente verificado em ravinas, mesmo de pouca profundidade, também ao longo de cursos d'água de canais mais profundos e que apresentam erosão de margens, enquanto o material basal pode ser identificado em cortes mais profundos do terreno, principalmente ao longo das estradas.

Bortoluzzi *op cit* dividiu a Formação Santa Maria em duas fácies conforme suas características litológicas: Membro Alemôa, que corresponde à porção superior; e Membro Passo das Tropas, que corresponde à porção inferior, ambos com idade correspondente ao Triássico Médio.

Medeiros (1980) acrescenta que a formação basal correspondente ao Membro Passo das Tropas limita-se, superficialmente, à porção oeste; enquanto o Membro Alemôa aflora em quase toda a área urbana de Santa Maria.

- Membro Passo das Tropas

Bortoluzzi (1974) descreve a constituição basal do Membro Passo das Tropas como arenito vermelho claro, grosseiro, com presença de feldspato, friável e muito poroso. Medeiros (1980, p. 24) acrescenta que

Essas litologias, associadas às estruturas cruzadas de baixo ângulo do tipo irregular e tabular-planar, indicam a ocorrência de um ambiente fluvial, onde os sedimentos mais grosseiros representam os depósitos de canais, enquanto os finos, eventuais planícies de inundação. A matriz é argilosa à siltica e o cimento é ferruginoso.

Essa associação de Fácies de arenitos e conglomerados intercalados contém quartzo de grânulos e de seixos arredondados e interclástos argilosos de cor vermelha. Podem ocorrer variações da cor vermelha, principalmente em afloramentos, frente aos processos de lixiviação de material ferruginoso.

A cerca da formação e estrutura organizacional do membro Passo das Tropas, Soares *et al.* (2008) adiciona:

A unidade Passo das Tropas é formada corpos espessos de até 5m de arenitos acinzentados de granulação grossa, conglomeráticos, feldspáticos, micáceos, intercalados com finas camadas de pelitos. Possuem estratificação cruzada e *climbing ripples* com direção de transporte para norte, nordeste e oeste.... Esta unidade é constituída por depósitos de canais de baixa sinuosidade e planícies aluviais, com menor contribuição de fácies finas, representando o estabelecimento de um sistema fluvial proximal. (SOARES et a, 2008, p. 120)

As áreas de afloramento são segmentadas, com os contatos de base e de topo não ocorrendo em uma mesma faixa contínua de rocha aflorante, o que dificulta a avaliação de sua espessura. Estima-se uma espessura mínima de 75m para esta unidade (CPRM, 2007).

Apresenta, quase sempre, material facilmente escavável e com baixa resistência aos processos erosivos, por isso é bastante comum o aparecimento de sulcos e ravinas em taludes na beira das estradas locais. No entanto, as porções que contém cimento ferruginoso apresentam uma resistência muito maior à erosão (MACIEL FILHO, 1990).

- Membro Alemoa

O Membro Alemoa corresponde à porção superior da Formação Santa Maria. Sua constituição básica apresenta argila siltosa (lamito) de cor avermelhada, porém há variações mais claras em decorrência de concreções calcárias. A CPRM (2007) confirma a presença de lutitos vermelho-escuro maciços e laminados, ricos em nódulos e veios carbonáticos, septárias e coprólitos. Sobre as características gerais do Membro Alemoa, Bortoluzzi (1974) argumenta

A litologia típica desta fácies começa a surgir ao norte do Passo da Canela, à cota de 85 metros, defronte a instituição conhecida por "Lar das Vovozinhas". As relações de contato com a sequência inferior podem ser observadas na área enravinhada constituída pela drenagem do arroio Cancela, delimitada por um lado pela BR-158 e, pelo outro, pela estrada Santa Maria - São Sepé. Deste local até a Vila Kennedy, onde está o contato superior, com sedimentos da Formação Botucatu, a espessura do pacote e de 41,5 m referidas em função do desnível entre os contatos. (Bortoluzzi, 1974) p. 27)

Característica comum nesta unidade é a presença de material fossilífero que sofreu processo de carbonatação (SCHULTZ, 1994), responsável pela deformação e rompimento dos ossos. Outro processo, anterior à carbonatação, descrito por Da-Rosa (2005), associado à pedogênese, em que são formadas cutículas de hematita, com a carbonatação ocorrendo com o soterramento, em maiores profundidades.

O contato basal desta unidade é marcado por uma superfície erosional, uma desconformidade regional com hiato deposicional e paleontológico definido entre o Triássico Inferior e Médio. O contato superior é representado por interdigitação com os pelitos vermelhos lacustres do Membro Alemoa, caracterizando uma progressiva ampliação do ambiente lacustre, atestado por uma deposição essencialmente pelítica, de até 50 m de espessura (SOARES *et al*, 2008).

Os materiais constituintes são pouco resistentes aos processos erosivos. O solo desprotegido tende a sofrer ravinamento, sendo retirado até mesmo o solo saprolítico. A rocha

exposta sofre desagregação, permitindo o aprofundamento das ravinas. Conforme Maciel Filho (1990) a expansividade dos materiais constituintes podem acarretar problemas de ordem geotécnica tanto para as edificações quanto para a malha viária.

4.3.3 Formação Caturrita

A Formação Caturrita foi elevada a categoria de Formação por Medeiros em 1980, apesar de ser definida em 1974 por Bortoluzzi como membro da Formação Botucatu.

Apresenta lentes de arenitos de granulação grossa a fina, frequentemente com clastos de argila, intercalados e sobrepostos ao pacote pelítico do Membro Alemoa. Predominam estratificações cruzadas direcionadas para nordeste. A presença de fósseis nesta unidade indica idade Neo-Triássica, podendo se estender ao início do Jurássico (SOARES *et al.*, 2008). Sobre a origem e estrutura, detalham ainda:

Esta unidade representa o assoreamento rápido do lago por um sistema fluvial anastomosado com canais múltiplos instalado no Neo-Triássico. Com espessura variável de até 60 m, os arenitos registram depósitos de rios semi-encaixados em amplas planícies, frequentemente sujeitos a extravasamento de canal. As características sedimentológicas indicam clima seco sob a influência de regimes de chuvas esporádicas e torrenciais. (SOARES *et al.*, 2008, p. 121)

Através de pesquisas realizadas pela CPRM (2007) na região central do RS, foi possível definir quatro fácies principais pertencentes à Formação Caturrita. Arenitos médios a grossos quartzo-feldspáticos, amarelo e rosa, lenticulares, com laminação cruzada acanalada de médio e grande portes, ricos em intraclastos lutíticos; ritmitos laranja e rosa, composto por camadas tabulares de arenito fino maciço e com laminação horizontal, intercaladas com camadas centimétricas de arenito síltico com laminação cruzada cavalgante ou de lutito laminado; arenitos finos maciços rosa e laranja sigmoidais e lenticulares, eventualmente com intraclastos lutíticos. De forma mais rara, estes arenitos também apresentam laminação cruzada sigmoidal; lutitos vermelhos maciços e laminados, podendo conter fósseis de tetrápodes, plantas, conchostráceos e asas de insetos. A fácies de lutitos ocorre numa posição stratigráfica intermediária, em contato com as fácies areníticas, tanto na base como no topo.

Característica da Formação Caturrita os aquíferos, estão associados, geralmente, à camada basal constituída por arenitos grosseiros e muito permeáveis. As camadas semipermeáveis e impermeáveis são relacionadas à presença de siltes e argilas expansivas o que, dependendo do teor, diminui a permeabilidade (MACIEL FILHO, 1990).

Sobre a Formação Caturrita os solos são, em termos geotécnicos, pouco resistentes aos processos erosivos. A topografia inclinada ao longo do Rebordo do Planalto favorece a formação de degraus de abatimento junto aos arenitos fluviais, podendo ocasionar movimentos de massa.

Conforme Pedron (2007), 69% da área de Santa Maria apresenta classes de solos originados a partir de rochas sedimentares, cujo predomínio é dos alissolos e dos argissolos.

Neste sentido, para Oliveira (2004), as sequências areníticas que constituem colinas mais acentuadas originam solos mais espessos, cuja profundidade varia de 1,5 m a pouco mais de 3 m. Sobre as sequências lamíticas, devido à permeabilidade da rocha, o solo é mais raso, não ultrapassando muito mais que 1 m de profundidade.

A variação na origem e nas características do solo afeta o seu potencial de uso, aumentando a susceptibilidade à degradação ambiental quando manejados de forma inadequada, potencializando os riscos referentes à erosão hídrica nas camadas superficiais.

4.3.4 Formação Botucatu

Os arenitos eólicos da Formação Botucatu configuram depósitos continentais, dos quais fazem parte sistemas fluviais e eólicos. No que se refere à idade, considera-se que a Formação Botucatu seja do Cretáceo Inferior, pelas relações de contato com Formação Serra Geral.

Sobre as características gerais da Formação Botucatu, Sartori (2009) descreve:

No extremo norte da Depressão Periférica, nos distritos sede, Santo Antônio, Boca do Monte e Arrio Grande, na altitude média das elevações que compõem a Serra Geral, ocorre, sotoposta, em discordância erosiva sobre a Formação Caturrita, a Formação Botucatu, constituída por arenito eólico de cor rosa-avermelhada, granulometria fina a média, homogênea, e com estratificação cruzada de grande porte, depositado em ambiente desértico.(SARTORI, 2009, p. 27)

Para Maciel Filho (1990) esta formação é essencialmente constituída por arenitos ricos em quartzo, cuja presença de feldspatos alterados (cimentados por sílica) caracteriza este material.

A Formação Botucatu não constitui material basal para as formas de relevo locais. O que ocorre, geralmente, é a formação de relevo residual (testemunhos) que se apresentam isolados ou encaixados nas escarpas da Serra Geral (MEDEIROS, 1980).

Ocorrem variações na espessura das camadas de arenito. No leste do perímetro urbano, as maiores variações são causadas pela junção com camadas de arenito eólico interderrame (*intertrap*). A espessura média da Formação Botucatu é em torno de 40 m, mas pode chegar aos 80 m, junto ao Cerro da Caturrita.

A cerca das propriedades geotécnicas da Formação Botucatu, Maciel Filho (1990) explica:

Essa formação tem um comportamento geotécnico que varia desde rocha dura e muito abrasiva, quando muito silicificada como em locais próximo ao topo e junto às escarpas, até arenito brando e mesmo areia com pouca coesão, quando alterada... A resistência à erosão das partes litificadas é alta, porém das partes alteradas e solo residual arenoso é baixa.(MACIEL FILHO, 1990, p. 13)

O autor salienta, ainda, a possibilidade de ocorrência de quedas de blocos junto aos taludes verticalizados, apesar de taludes mais antigos cortados nesta posição terem se mostrado estáveis ao longo do tempo. E, quanto às escavações, oferece resistência variável de acordo com o grau de litificação.

4.3.5 Formação Serra Geral

A Formação Serra Geral está situada ao norte do perímetro urbano de Santa Maria, recobrando os arenitos da Formação Botucatu. Formou-se a partir de uma sequência de derrames de origem vulcânica fissural durante o Cretáceo.

Pesquisas de Sartori (1980) revelaram a existência de duas sequências de derrames: uma sequência inferior básica, com basaltos-andesitos tholeínicos; e uma sequência superior ácida, com a presença de vitrófiros, riólitos-riodacitos granofíricos. O autor explica:

Na origem dos derrames, durante o Cretáceo inferior, o vulcanismo através de fraturas relacionadas com a abertura do Atlântico Sul provocou, inicialmente, a ascensão de lavas básicas gerando derrames de basaltos-andesitos tholeínicos, provenientes do manto superior e com assimilação crustal. Na etapa seguinte, com maior contribuição de material gerado por fusão parcial na base da crosta continental, originaram-se os derrames ácidos de vitrófiro pelo resfriamento rápido, na superfície, de pequenos volumes de lava. Por último, os riólitos-riodacitos representaram volume maior de lavas ácidas, submetidas na superfície a condições de resfriamento mais lento (SARTORI, 2009, p. 31).

Sobre o tema, Maciel Filho (1990) acrescenta a existência de 5 derrames distintos na região norte da cidade, sendo formados por corpos tabulares mas nem sempre contínuos ou de mesma espessura, até mesmo inexistindo em certos locais.

Adiciona ainda, que o contato entre os derrames “pode acrescentar material brechoide e/ou delgadas camadas de arenito *intertrap* com exceção do intervalo entre o terceiro e o quarto derrame onde ocorre uma espessa camada do Arenito Botucatu”.

Em afloramento, estas rochas apresentam-se com cor cinza escuro, estando frequentemente alteradas, quando assumem uma coloração marrom-avermelhada.

Os solos desenvolvidos em parte da Formação Serra Geral são do tipo litólico. São pouco desenvolvidos em função da declividade acentuada, constituídos por fragmentos de rocha alterada e por material terroso. Além disso, são encontrados também solos muito profundos e material colúvionar em superfície.

A diversidade do material constituinte juntamente com a declividade acentuada da região, são fatores que tendem a causar a instabilidade dos taludes. Como explica Maciel Filho (1990), em períodos chuvosos a pressão exercida pela água provoca a perda de estabilidade, podendo resultar em escorregamentos. O autor prossegue:

A estabilidade dos taludes cortados nesta formação está na dependência principalmente do tipo de material (basaltos compactos, arenitos intertrapeanos, materiais brechoides, basaltos vesículo-amigdaloides) bem como da estrutura da rocha e compartimentação do maciço...Como grande parte constitui as encostas da Serra, esta unidade apresenta frequentemente fenômenos de rastejo, indicando a instabilidade dos taludes naturais ou artificiais onde se encontram...A absorção de esgotos por sumidouros não é indicada, tanto devido a baixa permeabilidade do solo residual, como pela elevada permeabilidade das fraturas que poderiam levar os poluentes aos aquíferos. (MACIEL FILHO, 1990, p. 14)

Vale ressaltar que, devido à presença de rochas mais resistentes, ocorre na região a extração em pedreiras. Sartori (2009) destaca que até a década de 1970 a rocha extraída era usada nas obras de engenharia em Santa Maria, sendo obtida ao norte da cidade nas encostas dos morros. No entanto, hoje a extração vem ocorrendo fora dos limites do município.

4.3.6 Terraços fluviais e depósitos colúvionares

Em Santa Maria os principais depósitos fluviais estão situados ao longo do arroio Cadena e do rio Vacacaí Mirim. Conforme Maciel Filho (1990) os depósitos do Arroio Cadena

são formados por dois tipos de materiais: sedimentos arenosos à montante; e por sedimentos areno-argilosos à jusante, ambos apresentam como característica a cor cinza.

A espessura desses depósitos, geralmente, não ultrapassa os 5 m de profundidade, o solo encontrado nestes locais tem formação recente e, portanto, é pouco desenvolvido. Materiais com estas características são encontrados sobre as Formações Caturrita, Santa Maria e Rosário do Sul.

Os depósitos do Rio Vacacaí Mirim, em geral, são compostos, em profundidade, por areia fina a grossa com presença de cascalho e/ou silte. Nas proximidades da superfície o material varia de areia fina a areia siltosa e silto-argilosa. O solo é muito raso, com espessura em torno de 1 m, já a espessura máxima dos aluviões é de 7 m, podendo recobrir parte das Formações Caturrita e Santa Maria (MACIEL FILHO, 1990).

Sobre esta Unidade Estratigráfica, Maciel Filho (1990) descreve:

Os depósitos coluvionares ficam melhores caracterizados observando-se onde provém cada mancha desse material. Na Serra provém geralmente do riólito, basalto e Arenito Botucatu, encontram-se frequentemente uma mistura de blocos ou matacões de riólito principalmente, basalto e às vezes de arenito, imersos ou emergentes de uma massa de solo com matéria orgânica. Em muitos casos possuem uma formação incipiente de solo propriamente dito....Os paleossolos recobertos pelo colúvio apresentam frequentemente apenas o solo saprolítico. Esses colúvios da Serra situam-se abaixo da escarpa rochosa e recobrem a vertente daí para baixo, de uma forma não contínua, até o talvegue do vale ou até além da ruptura de declive quando encontra áreas mais planas. Concentram-se principalmente nas partes côncavas da vertente (MACIEL FILHO, 1990, p. 15).

Sobre a localização dos depósitos coluvionares em Santa Maria, Sartori (2009) acrescenta:

Depósitos coluvionares constituídos por uma mistura de fragmentos de tamanho variado de rocas vulcânicas da Formação Serra Geral e de arenitos da Formação Botucatu ocorrem de forma descontínua nas encostas dos morros da Serra Geral, como na vertente sul do primeiro morro da Montanha Russa, onde está localizada a Vila Bilibio. No Cerro Santo Antão, o colúvio é formado essencialmente por areias da Formação Botucatu (SARTORI, 2009, p. 32).

Em decorrência também da variedade deste arcabouço litológico, os problemas geotécnicos se fazem presentes. Neste sentido Maciel Filho (1990) explica que os problemas geotécnicos estão associados à pouca profundidade do lençol freático nestas áreas, às inundações em períodos de pluviosidade mais intensa e à pouca resistência à fundações.

No que se refere à geomorfologia, Sartori (2009) explica que o município de Santa Maria encontra-se em uma área de transição entre a sequência sedimentar do Terciário e os derrames de lava do Quaternário, originando, respectivamente, a Depressão Periférica e a Serra Geral, esculpidas a partir de dissecação fluvial e erosão. E acrescenta:

O relevo de Santa Maria está inserido na unidade morfoestrutural da Bacia do Paraná, que, durante os períodos Triássico e início do Cretáceo, foi preenchida por uma sedimentação continental característica, representada por camadas vermelhas (*red beds*) depositadas por sistemas fluviais alternados com lacustres, seguidos por arenitos eólicos de ambiente desértico. (SARTORI, 2009, p. 32)

Portanto, o relevo do município desenvolveu-se sobre as duas unidades morfoesculturais: Depressão Periférica e Serra Geral. Frente às diferenças de gênese e estrutura, as formas originadas também apresentam características distintas.

Ao norte o relevo é bastante acidentado, cujas vertentes são muito acentuadas nas escarpas junto ao Rebordo do Planalto. Nas demais regiões, o relevo é formado por colinas suaves e por planícies extensas ao longo das drenagens principais.

A Depressão Periférica é formada essencialmente por rochas sedimentares que ocuparam a grande Bacia do Paraná. Sua formação data os 400 milhões de anos, ou seja, período anterior à Pangea, a partir de depósitos sedimentares removidos por intemperismo e erosão.

Conforme Sartori (2009) Santa Maria localiza-se entre a Depressão do Rio Jacuí que abrange a maior parte do município; e a Depressão do Rio Ibicuí no extremo oeste do distrito de Boca do Monte. O eixo tectônico São Gabriel - Santa Maria (Figura 42) separa essas duas unidades através de um conjunto de coxilhas topograficamente mais altas (SARTORI, 2009).

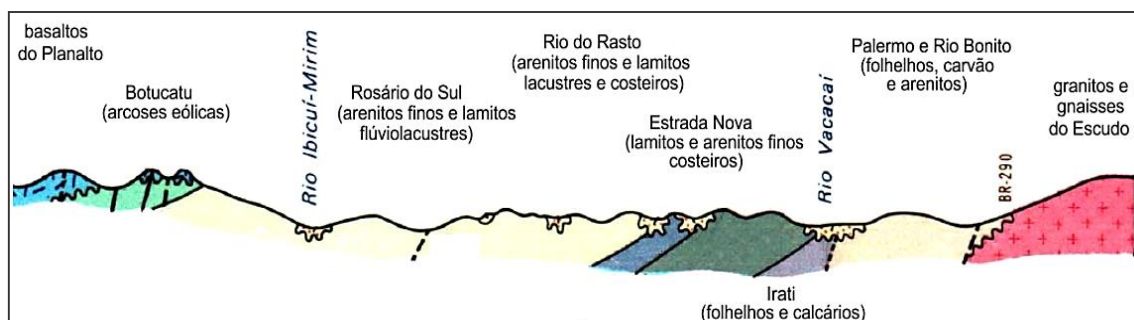


Figura 42: Seção geológica da Depressão Periférica entre Santa Maria (esquerda) e São Gabriel (direita). As rochas sedimentares apresentam as camadas mergulhadas em direção norte devido ao efeito de basculamento que o peso do derrame provocou.

Fonte: Pedron (2007).

As camadas mais recentes desta Unidade são constituídas por arenitos de origem eólica da Formação Botucatu, podendo apresentar cimentação silicosa que imprime maior resistência às rochas. As camadas mais antigas formaram-se a partir de uma sequência de lamitos e arenitos de origem marinha. Em profundidades maiores ocorrem argilitos, calcários, e folhelhos.

Inicialmente as camadas sedimentares da Depressão Periférica ocupavam uma posição horizontal, no entanto, foram sendo curvadas ao longo do tempo geológico pelo peso dos derrames vulcânicos sobre elas e pela subida do Escudo, na medida em que a erosão desgastava as montanhas.

Cabe ressaltar que, nas proximidades com derrames vulcânicos existem diques de diabásio, soleiras e, menos frequentes, lacóitos. Essas rochas formaram-se a partir dos caminhos de lava que cristalizaram com o término das erupções.

As formas de relevo predominantes nestas áreas de depressão são do tipo colinas e planícies aluviais. As planícies aluviais se intercalam entre as colinas e acompanham a rede hidrográfica do município, constituindo as várzeas e banhados. São formas de relevo topograficamente planas, cuja altitude média fica em torno de 50 metros (SARTORI, 2009).

Apresenta-se, no Distrito sede, outro tipo de relevo na forma de patamar, constituído por depósitos coluvionares oriundos das encostas da Serra Geral. Essa formação, geralmente, é susceptível de sofrer escorregamentos em períodos de pluviosidade mais intensa, em função da sua constituição geológica e da sua declividade.

Durante o último período de alternância climática na região (Holoceno), originaram-se, nas vertentes das colinas, formas de relevo denominadas voçorocas e, na base, formas denominadas ravinas. Ambas desencadeadas a partir do escoamento superficial.

Conforme descrição de Dal'Asta (2007), os morros apresentam fortes ondulações e apresentam uma área de com alta energia do relevo, com predomínio de declividades superiores a 15%, podendo chegar a inclinações superiores aos 30% e, as altitudes variam entre 110 a 430 metros (Figura 43). As formas apresentam topos convexos ou planos e vertentes que decaem em direção às drenagens (DAL'ASTA, 2007).

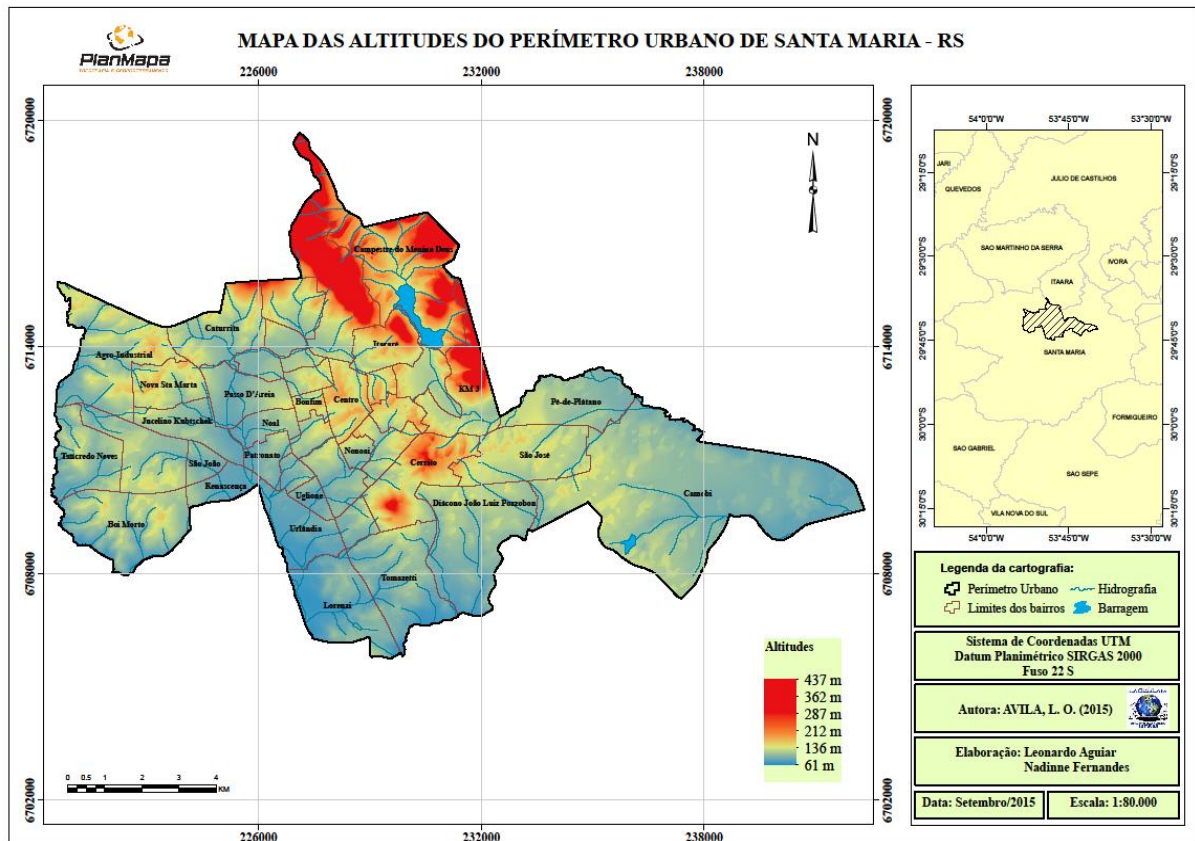


Figura 43: Mapa das altitudes do perímetro urbano de Santa Maria. Autora: Avila, 2015.

As unidades do sistema de dissecção subdividem-se em escarpas com topos planos e morros testemunhos, onde os processos de movimentação de massa são mais intensos; em colinas junto ao rebordo do planalto onde os processos erosivos são mais ativos e em colinas suaves onde a erosão tem ação mais tênue. No que se refere às unidades de acumulação a divisão dá-se em terraços, em planície aluvial alta e em planície aluvial baixa onde os processos de dinâmica fluvial são mais intensos (OLIVEIRA, 2004).

Sobre as unidades de relevo de Santa Maria, Robaina *et al* (2002) definiram dois sistemas básicos: áreas de dissecção e áreas de acumulação. Ambos foram divididos em porções menores de acordo com as características do relevo e onde os processos de dinâmica superficial se diferenciam.

4.4 Características climáticas

As características climáticas de Santa Maria são influenciadas, principalmente, pela continentalidade e baixa altitude. Segundo Heldwein *et al.* (2009) a umidade do ar é elevada durante grande parte do ano, condicionando um clima úmido com chuvas bem distribuídas.

O referido autor acrescenta ainda que, os índices pluviométricos podem ficar abaixo dos totais mensais de evaporação e evapotranspiração, causando deficiência hídrica mais pronunciada no verão. Neste sentido, os períodos de seca são comuns no município, principalmente nos meses de verão e, no inverno, merecem destaque os excessos hídricos.

No entanto, essas características podem ser alteradas conforme a maior ou menor influência dos fenômenos La Niña e El Niño que costumam afetar o Rio Grande do Sul com certa frequência.

Sartori (1979) salienta a importância da disposição da compartimentação geomorfológica para o clima de Santa Maria. As maiores altitudes do Rebordo do Planalto na porção norte da cidade produzem efeito orográfico na precipitação, ou seja, pode proporcionar o aumento das chuvas nas porções ao sul do Planalto.

A altitude também influencia nos ventos da direção norte que, durante a passagem pela Serra se aquece e se intensifica, chegando na Depressão bem mais quente e seco do que no topo do Planalto (Figura 44).

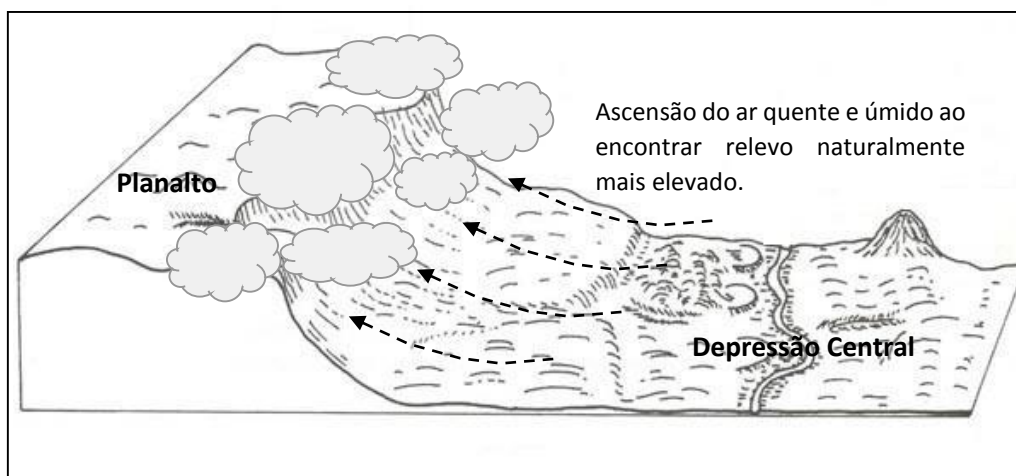


Figura 44: Esquema representativo da influência do Rebordo do Planalto na formação das chuvas orográficas em Santa Maria. Fonte: Pedron (2007).

O vento Norte, característico de Santa Maria, é responsável por períodos de forte calor em diferentes épocas do ano. Quando esta condição é acompanhada por estiagem, costumam

ocorrer temperaturas máximas diárias muito altas para a época do ano em questão (HELDWEIN et al, 2009).

Os autores acrescentam que, apesar desse fenômeno que proporciona altas temperaturas ao município, a região de Santa Maria é considerada, no que diz respeito à temperatura média anual, relativamente baixa em relação à média do Brasil. A Figura 45 apresenta perfil esquemático da atuação do vento Norte na cidade.

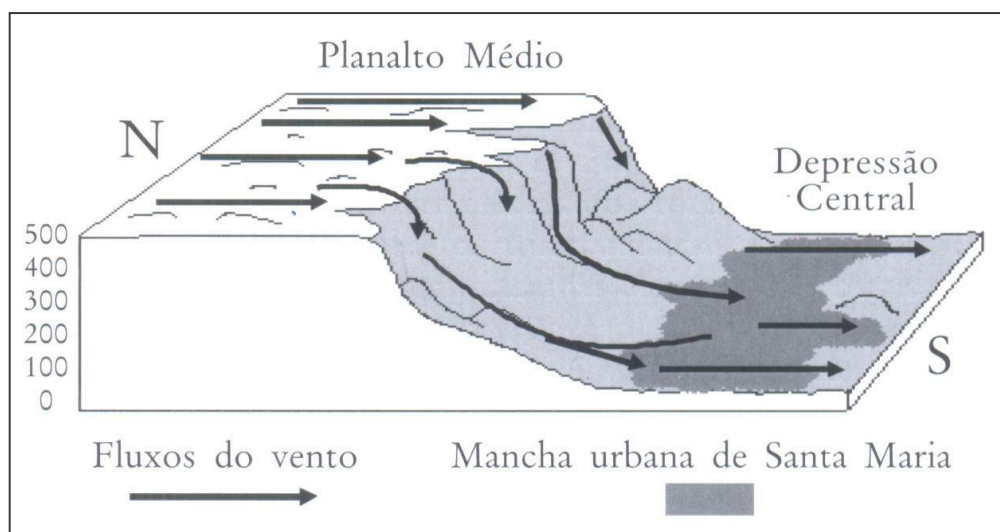


Figura 45: Esquema representativo da influência orográfica nas características do vento norte. Fonte: Pedron (2007).

Acerca das temperaturas, Santa Maria apresenta uma amplitude térmica extremamente alta entre as máximas e as mínimas anuais. Janeiro, normalmente, é o mês mais quente, com temperatura média de 25 °C. Nos meses de junho a agosto são registradas as temperaturas mais baixas, cuja média é de 14 °C.

Conforme classificação de Rossato (2012), a região central do Rio Grande do Sul apresenta clima Subtropical II. Esse tipo climático é caracterizado pela maior influência dos sistemas polares, sofrendo interferência dos sistemas tropicais marítimos, principalmente na sua porção leste.

Os sistemas frontais atuantes são responsáveis pela maior parte das precipitações. Neste tipo climático percebe-se um aumento no volume e no número de dias de precipitação (1500-1700 mm anuais distribuídas em 90-110 dias). Mensalmente, o número de dias de chuva varia entre 6 e 12 dias. O volume médio de precipitação mensal varia conforme o maior ou menor distanciamento do núcleo seco, cuja média é de 115-155 mm na maior parte dos meses. Como

é um tipo climático distribuído longitudinalmente, a umidade relativa e a temperatura, varia na direção leste-oeste (ROSSATO, 2012).

4.5 Rede Hidrográfica

A geomorfologia de Santa Maria possibilita a formação de dois sistemas hídricos importantes, constituindo um divisor de águas entre as duas principais bacias hidrográficas do Estado, pois grande parte de seus afluentes nascem na região. Para leste convergem as águas que constituem a Bacia Hidrográfica do Guaíba e para oeste as águas da Bacia Hidrográfica do Uruguai (ROBAINA et al., 2002).

Grande parte de Santa Maria está inserida na Bacia Hidrográfica do Guaíba, Bacia do Vacacaí – Vacacaí Mirim, banhada pelos tributários das Bacias do Arroio Cadena, do Arroio Ferrera, do Arroio Passo das Tropas e do arroio Vacacaí Mirim. Sutili et al (2009), descreve:

As águas do município são recolhidas, em grande parte, por dois cursos de água, o Rio Vacacaí Mirim e o Vacacaí, contribuintes do maior rio do interior do Estado, o Jacuí. O rio Jacuí nasce no Planalto Médio e escoar no sentido sul tomando, posteriormente, o sentido leste, logo após descer os contrafortes do rebordo sul da Serra Geral. Depois de percorrer a Depressão Central, o Jacuí deságua na Laguna dos Patos, através do Guaíba. As águas de drenagem de Santa Maria, juntam-se ao rio Jacuí quando este muda o sentido do escoamento, do sul para o leste. (SUTILI et al., 2009, p. 81)

Segundo pesquisas de Dal'Asta (2007), mais de 73% da área urbana de Santa Maria é ocupada pelas bacias do Arroio Vacacaí Mirim e do Arroio Cadena, cujos afluentes percorrem os setores leste, norte, sul e centro da cidade. Enquanto as regiões oeste e sudeste são banhadas pela margem direita do Arroio Ferrera e margem esquerda do Arroio Passo das Tropas. Sobre as características da drenagem, a autora acrescenta que no setor norte das bacias dos Arroios Cadena e Vacacaí Mirim o controle estrutural caracteriza padrões retangulares, enquanto nos demais setores o padrão é dendrítico.

A diferença de padrões de drenagem destas bacias pouco extensas pode ser explicado, conforme Bortoluzzi (1974, apud PEREIRA et al., 1989), pela diversidade lito-estrutural da área, enquanto o padrão desenvolvido na Depressão Periférica é o dendrítico ajustado ao terreno sedimentar, no Planalto e no Rebordo o padrão é retangular, sendo determinado por diáclases e falhas. A Figura 46 apresenta a rede hidrográfica do perímetro urbano de Santa Maria.

Trabalho realizado por Vaz (2009) descreve características físicas e modificações antrópicas mais significativas das microbacias que drenam a área urbana do município, conforme a seguir:

A microbacia Sanga da Aldeia tem suas nascentes na área central. Em alguns trechos do médio e baixo curso ainda podem ser encontrados trechos abertos, mas descaracterizadas por obras construídas pelos próprios moradores.

A microbacia do Arroio Cancela apresenta seus canais abertos nas nascentes da margem esquerda, mas já ameaçadas pelo crescimento de condomínios residenciais nesta porção. As margens direitas encontram-se com canalização mista e fechada, assim como o seu canal principal, até a confluência deste com o Arroio Cadena.

A microbacia da Caturrita apresenta a transição do ambiente urbano para o rural, com a incorporação do último pelo primeiro de forma gradual. Grande parte da microbacia da Caturrita ainda não foi ocupada para fins urbanos. Os canais de drenagem destas microbacias ainda apresentam um baixo impacto com relação à intervenção antrópica, sendo que os canais encontram-se abertos, com a morfologia pouco ou nada alterada, a vegetação ciliar ainda está preservada e a zona ribeirinha pouco ocupada.

A microbacia dos Quartéis constitui de ocupações urbanas que ainda não são muito densas. A maior parte destes setores é ocupada pelas classes social média e baixa;

A microbacia do Bairro Lorenzi constitui em forte vetor de crescimento da cidade. Apresenta grande número de ocupações irregulares ao longo dos cursos d'água e nas cabeceiras de drenagem;

A microbacia Nossa Senhora das Dores situa-se na base e na meia encosta da vertente oeste do morro Cechela, no Rebordo do Planalto Sul-Rio-Grandense, numa área que se caracteriza pela transição entre o Planalto e a Depressão Periférica. A ocupação é mais densa na base do morro, mas estende-se até, aproximadamente, 240 metros, na meia encosta. A porção situada mais próxima do topo ainda não está ocupada e encontra-se com cobertura vegetal de médio e grande porte;

A microbacia do Bairro Nossa senhora do Rosário a urbanização teve início com o auge da Rede Ferroviária Federal, dando origem a um dos bairros mais antigos de Santa Maria. Do alto ao médio curso desta bacia, existem áreas urbanas, atualmente com as edificações avançando nas margens dos rios. Os canais fluviais encontram-se abertos, porém com contenção nas margens com o uso de gabiões e enrocamento;

A microbacia do bairro Santa Marta apresenta a ocupação desordenada como característica espacial. A área foi repassada recentemente ao município de Santa Maria no mês de abril de 2009 e após aproximadamente 20 anos está recebendo a infraestrutura urbana necessária para que os efeitos dos problemas de saneamento, mobiliário urbano e saúde;

No ambiente urbano, as tentativas de regularizar a vazão e de moldar a rede de drenagem ao processo de urbanização, por meio de retificações, canalizações, desvios e mesmo supressões de cursos de água, acabam por introduzir importantes modificações na dinâmica natural. Em Santa Maria, como na maioria das cidades brasileiras, a expansão do tecido urbano deu-se através da adaptação da rede de drenagem ao processo de urbanização, quando do ponto de vista ecológico, o correto seria o contrário (SUTILI et al., 2009).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta os resultados das inúmeras correlações realizadas entre as variáveis indicadoras de vulnerabilidade. A susceptibilidade foi analisada a partir das declividades e da distância das moradias em relação aos canais de drenagem e às encostas. As discussões acerca da temática tornaram-se amplamente abrangentes ao contemplar os aspectos físicos dos desastres e a vulnerabilidade da população inserida em áreas sob ameaça e risco.

5.1 Susceptibilidade e Variáveis Indicadoras de Vulnerabilidade

A delimitação das áreas sob ameaça de desastres aconteceu a partir das áreas que apresentaram susceptibilidade aos processos de dinâmica fluvial e de encostas. As situações de ameaça e risco relacionadas à dinâmica das encostas foram observadas em áreas ocupadas com inclinação entre 30% e 45%. As situações desastrosas relacionadas à dinâmica fluvial foram detectadas em áreas ocupadas com declividade em torno de 2% junto aos canais de drenagem. A Figura 47 apresenta o mapa das declividades do perímetro urbano.

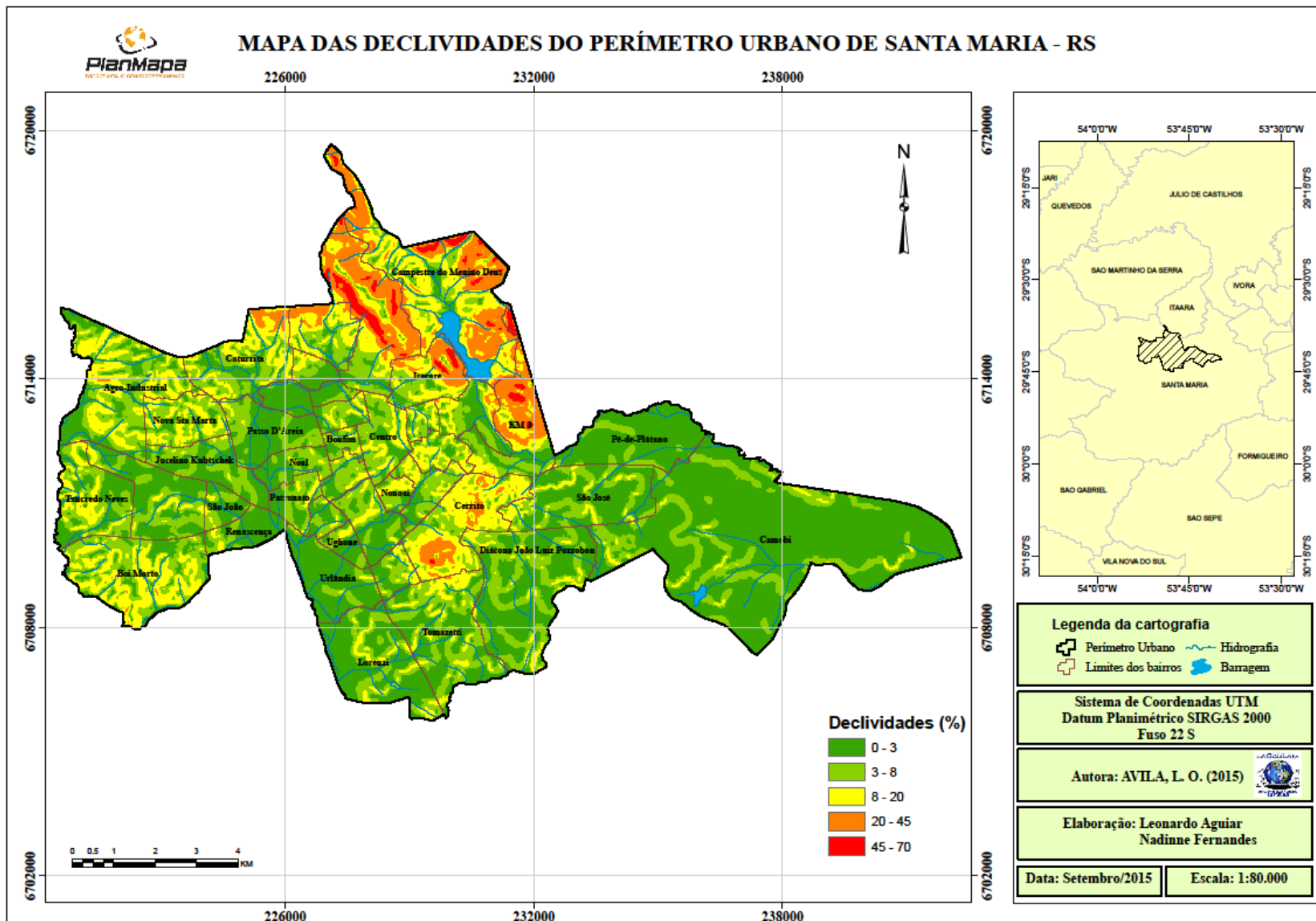


Figura 47: Mapa das declividades do perímetro urbano de Santa Maria. Autora: Avila (2015).

Parte das encostas do rebordo do Planalto Meridional encontram-se ocupadas, onde verifica-se áreas sob ameaça nos patamares mais elevados, no entanto, existem situações perigosas em patamares com memores inclinações, devido, principalmente, às alterações realizadas nos taludes para a edificação das moradias. É frequente a construção de aterros na tentativa de expansão das áreas construídas, contudo, a utilização de técnicas e materiais inadequados intensificam as chances de ocorrência de desastres.

Quanto aos processos de dinâmica fluvial, a ameaça refere-se às inundações e à erosão de margens. A ocupação expandiu-se ao longo das planícies de inundação de inúmeros cursos fluviais ao longo do perímetro urbano, sendo, portanto, praticamente inevitáveis os episódios daquela natureza. A erosão das margens fluviais são sentidas quase que exclusivamente pelos moradores que edificaram suas residências junto aos terrenos marginais, com distância aproximada de 5 metros do leito (Figura 48).



Figura 48: Área suscetível à erosão fluvial no perímetro urbano. Fonte: DigitalGlobe datadas de 11/09/2014, obtidas via Google Earth Pro e trabalhos de campo.

Observou-se que, nas áreas susceptíveis, os processos causadores de desastres são desencadeados ou intensificados pela ação humana, ou seja, mesmo existindo a predisposição

natural aos processos, eles não teriam as dimensões atuais caso a ocupação acontecesse de forma adequada/ordenada junto à estas áreas.

Os cursos fluviais sofreram, ao longo da ocupação do espaço urbano de Santa Maria, intensas modificações. Verifica-se obras de retificação, de canalização, de aterros que descaracterizaram a sua formação original. Este tipo de obras, geralmente, estão associadas às áreas centrais da cidade mais densamente ocupadas e de intervenções mais antigas, cujos problemas relacionados já foram, parcialmente, minimizados.

Áreas periféricas do perímetro urbano, ainda encontram-se em processo de expansão, portanto, constituem espaços de ocupação mais recente. Obras de intervenção são menos numerosas, as moradias, em sua maioria, de padrão construtivo inferior. Moradias estas que, quando edificadas com materiais pouco resistentes como madeira de rejeito ou reciclados, são ainda mais afetadas por episódios de inundação e erosão fluvial.

Geralmente estes processos estão associados, são reduzidas as áreas que apresentam apenas um ou outro. Isso ocorre quando as margens fluviais tem maior altura e largura e não possibilitam o extravasamento da água, atua então, o processo de erosão.

As áreas sob ameaça de processos fluviais apresentam, quase sempre, grande quantidade de lixo depositado nas margens ou no interior do canal, resultando em assoreamento do leito ou sobrepeso junto ao talude marginal. Lixo e vegetação transportados pela corrente formam barramentos, principalmente nos pilares das pontes, intensificando as inundações à montante.

A tentativa dos moradores de expandir os terrenos das moradias resulta, muitas vezes, na construção de aterros dentro do canal, aumento ainda a susceptibilidade aos processos de ameaça e risco. A erosão da margem fluvial fica evidenciada por inúmeras cicatrizes de solapamento recentes ou ativos; pela inclinação da vegetação, que perde sustentação pela retirada do material basal pela força da água; por trincas visíveis nas moradias e muros; pelo tombamento de obras de contenção para dentro do canal.

A vegetação natural foi, em toda a extensão das drenagens, intensamente reduzida. Encontram-se muitos trechos vegetados, contudo, não condizem a vegetação original e sim com espécies introduzidas, utilizadas na tentativa de conter a movimentação das margens.

A Carta Geotécnica de Santa Maria (Maciel Filho, 1990), conforme Figura 49, define as áreas em que os processos de dinâmica fluvial e de encosta são mais intensos, portanto existe a restrição de uso e ocupação em consequência do perigo potencial, sendo, portanto, geotecnicaamente instáveis.

Quanto à dinâmica fluvial, as áreas desfavoráveis à ocupação encontra-se sobre Depósitos Fluviais que apresentam solos pouco drenados e inundáveis, ou ainda, sobre condições de fundamentação desfavoráveis. Constituem-se por planícies de inundação ou várzeas, localizadas, quase sempre sobre a Formação Santa Maria, devendo ser ocupadas com restrições e precauções.

Quanto à dinâmica de encostas, as áreas desfavoráveis à ocupação apresentam pequena extensão e declividades superiores a 15% ou instabilidade de taludes naturais, e com presença de depósitos coluvionares, sobre o Arenito Botucatu e o Basalto da Serra Geral. Esta descontinuidade dos materiais imprimem maior estabilidade às áreas. As construções tornam-se mais limitadas devido à necessidade de cortes e aterros, e frequentemente, ocorrem situações de instabilidade dos taludes.

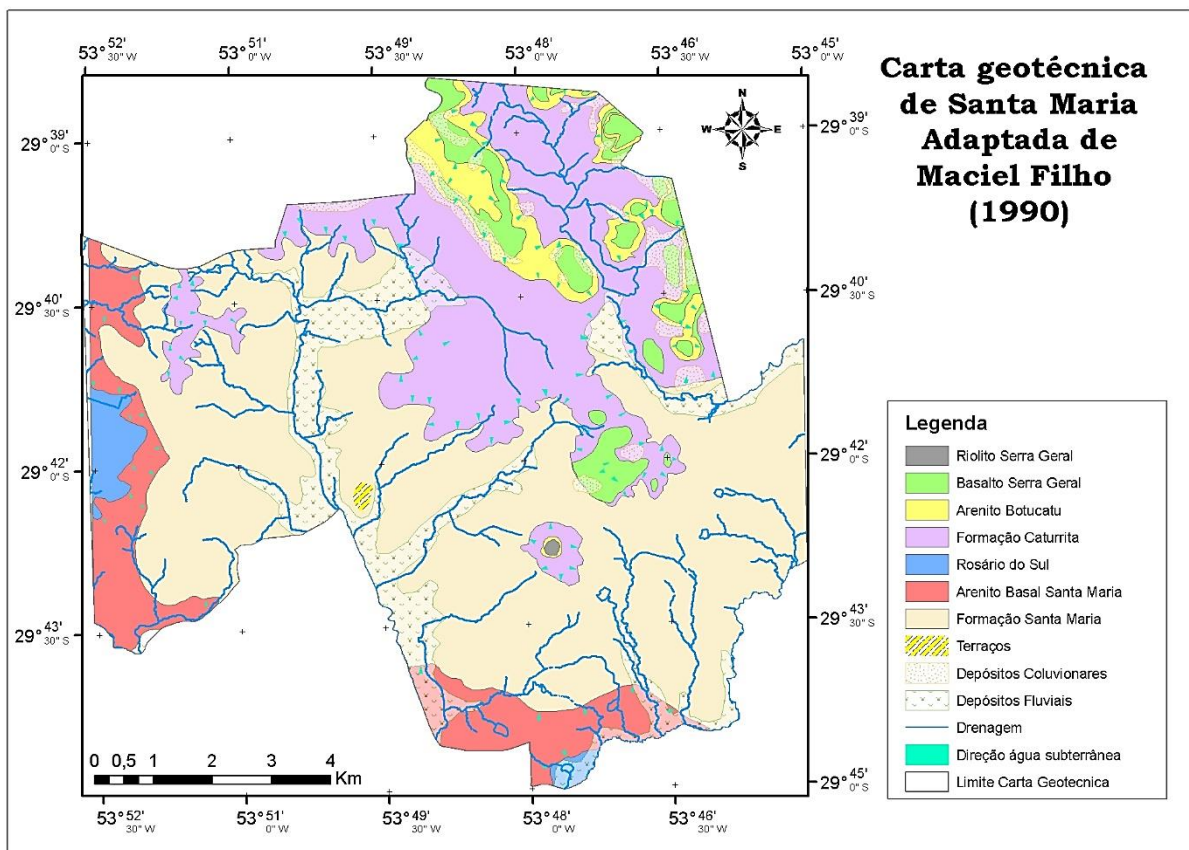


Figura 49: Carta Geotécnica de Santa Maria, adaptada de Maciel Filho. Fonte: Maciel Filho (1990), adaptação, Avila (2015).

As áreas sob ameaça foram delimitadas junto aos Setores Censitários, através da correlação das variáveis censitárias, dos domicílios sob ameaça e das condições estruturais das moradias (e entorno), foi possível estabelecer o Grau de Vulnerabilidade.

O setor censitário é a menor unidade territorial, formada por área contínua, integralmente contida em área urbana ou rural, com dimensão adequada à operação de pesquisas e cujo conjunto esgota a totalidade do Território Nacional. Para o Censo Demográfico 2010, foi produzido o primeiro arquivo com dados em nível de setor censitário, contendo os resultados para as mesmas variáveis que foram divulgadas na Sinopse, em abril de 2011. A Figura 50 apresenta o mapa dos Setores Censitários e a divisão do perímetro urbano por Zonas Administrativas.

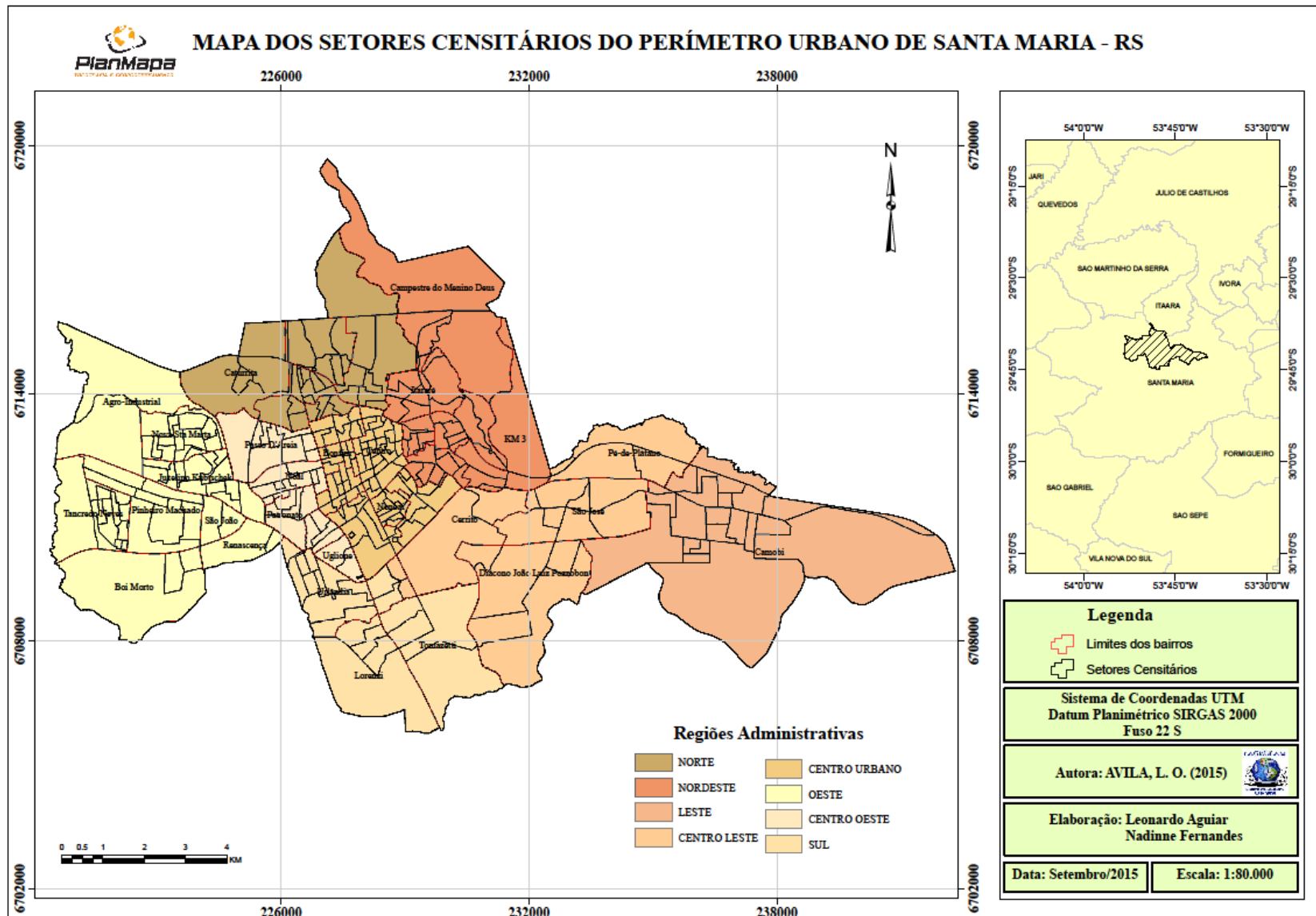


Figura 50: Mapa dos Setores Censitários do perímetro urbano de Santa Maria. Autora: Avila (20015)

contexto reflete-se no padrão urbano construtivo das moradias que, salvo exceções, reduzem a possibilidade de recuperação frente à situações de risco.

Verifica-se que a taxa de pessoas analfabetas acima de 15 anos é expressiva em Santa Maria. Dos setores sob ameaça, 10 deles mostram índices superiores à 8%, verifica-se que quase a totalidade das menores taxas correspondem aos Setores localizados na porção central, enquanto as menores correspondem aos Setores localizados junto à periferia da cidade.

Essa realidade condiz com as expectativas levantadas no início do trabalho, ou seja, comprova-se que as pessoas analfabetas tem menor capacidade de enfrentamento e resposta frente às situações de desastre. E, além disso, a taxa de analfabetismo está diretamente relacionada com a situação socioeconômica dos moradores, pois verifica-se que os Setores que apresentam as taxas mais elevadas condizem com aqueles em que maior porcentagem da população tem rendimento mensal de até um salário mínimo, conforme as Figuras 52 e 53.

O crescimento urbano de Santa Maria revela inúmeras desigualdades, características comuns em muitas cidades de médio porte. A concentração de renda e de serviços urbanos mais desenvolvidos ocorre no centro, reduzindo a qualidade e a área de abrangência à medida que a ocupação se direcionada para as regiões periféricas.

Existem áreas sob ameaça em todas as regiões da cidade, no entanto, o elevado padrão urbano-construtivo da área central atenua na vulnerabilidade, mesmo que os processos causadores de ameaça e risco sejam atuantes. A vulnerabilidade não é sinônimo de pobreza, contudo, as situações socioeconômicas desfavoráveis reduzem as chances de recuperação após um desastre.

Verificou-se, através de história e entrevistas informais, que os moradores das áreas sob ameaça, muitas vezes, têm consciência e esclarecimento do problema que enfrentam. No entanto, não vislumbram alternativas para a redução dos problemas, e responsabilizam o Poder Público Municipal pela situação susceptível e vulnerável em que se encontram.

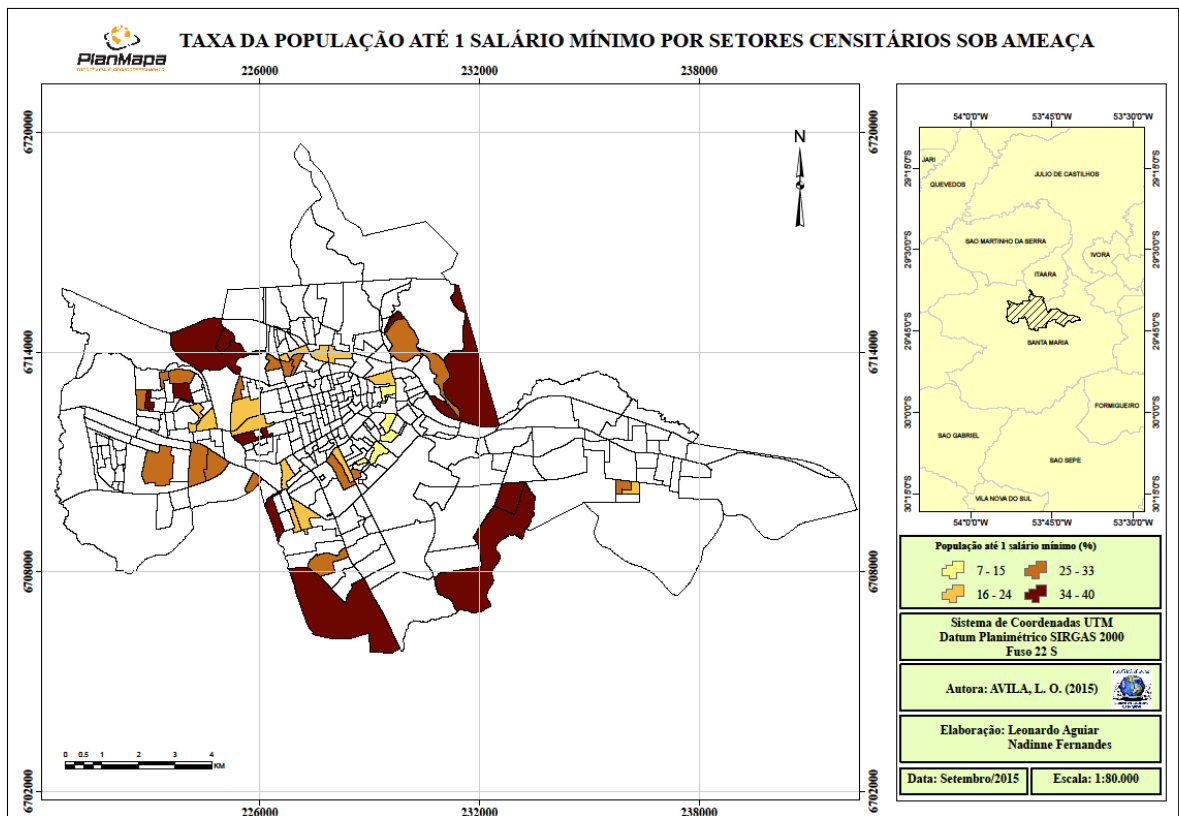


Figura 52: Taxa da população com rendimento mensal de até 1 salário mínimo. Autora: Avila (2015).

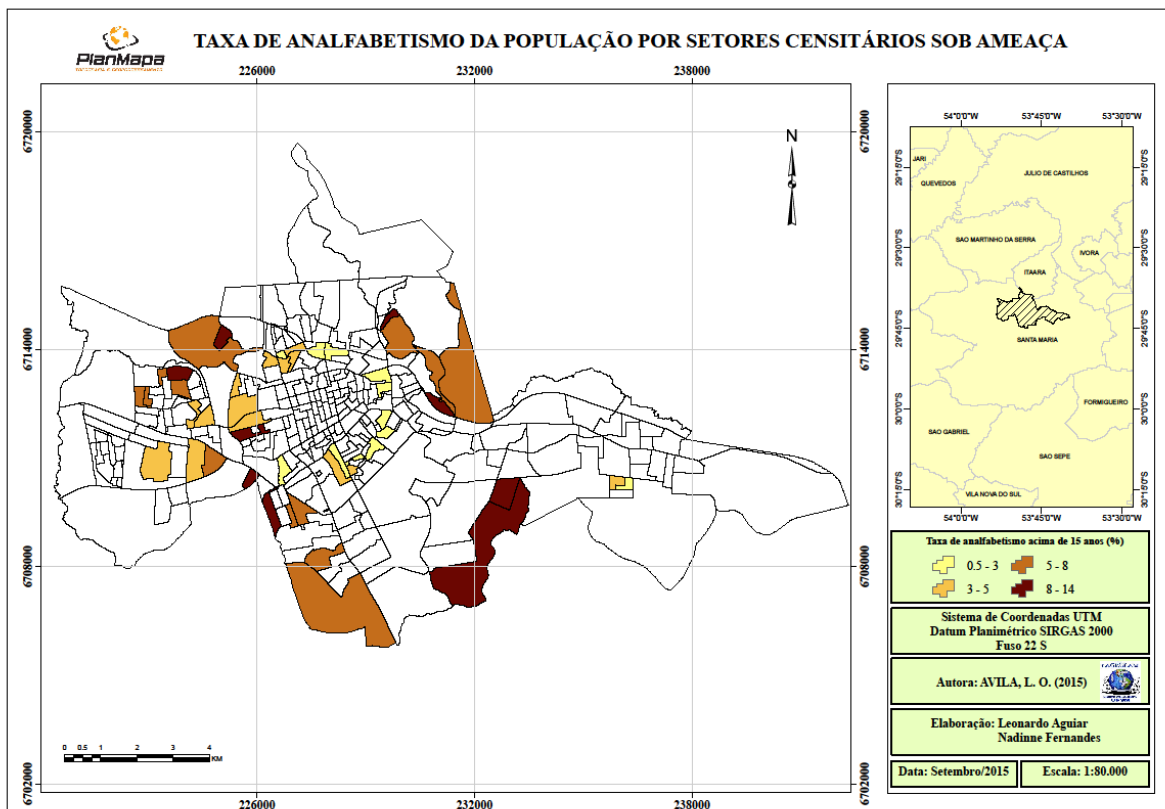


Figura 53: Taxa de analfabetos da população acima de 15 anos. Autora: Avila (2015).

Análise da variável censitária ‘faixa etária’ revela que as taxas de crianças e idosos é elevada nos Setores sob ameaça. Mesmo verificando que apenas dois Setores apresentam índice superior à 37%, aqueles que apresentam taxas de 26 a 37% são muito numerosos e correspondem à periferia da cidade.

Essa faixa etária caracteriza a população mais vulnerável, ou seja, que tem menor capacidade de enfrentar e de se recuperar de possíveis desastres. Durante trabalhos de campo foi possível observar a realidade retratada nas taxas, a maioria das histórias orais foram realizadas com pessoas idosas, que vivem nas áreas por mais tempo e conhecem as situações de perigo. Verificou-se, ainda, que as crianças são numerosas, sendo facilmente observadas durante as pesquisas locais.

Pessoas com idade superior à 65 e inferior à 15 anos (Figura 54), em caso de desastres necessitam de atenção e atendimento mais rigoroso, devido à dificuldade de locomoção e de orientação, além de cuidados mais intensos com a saúde.

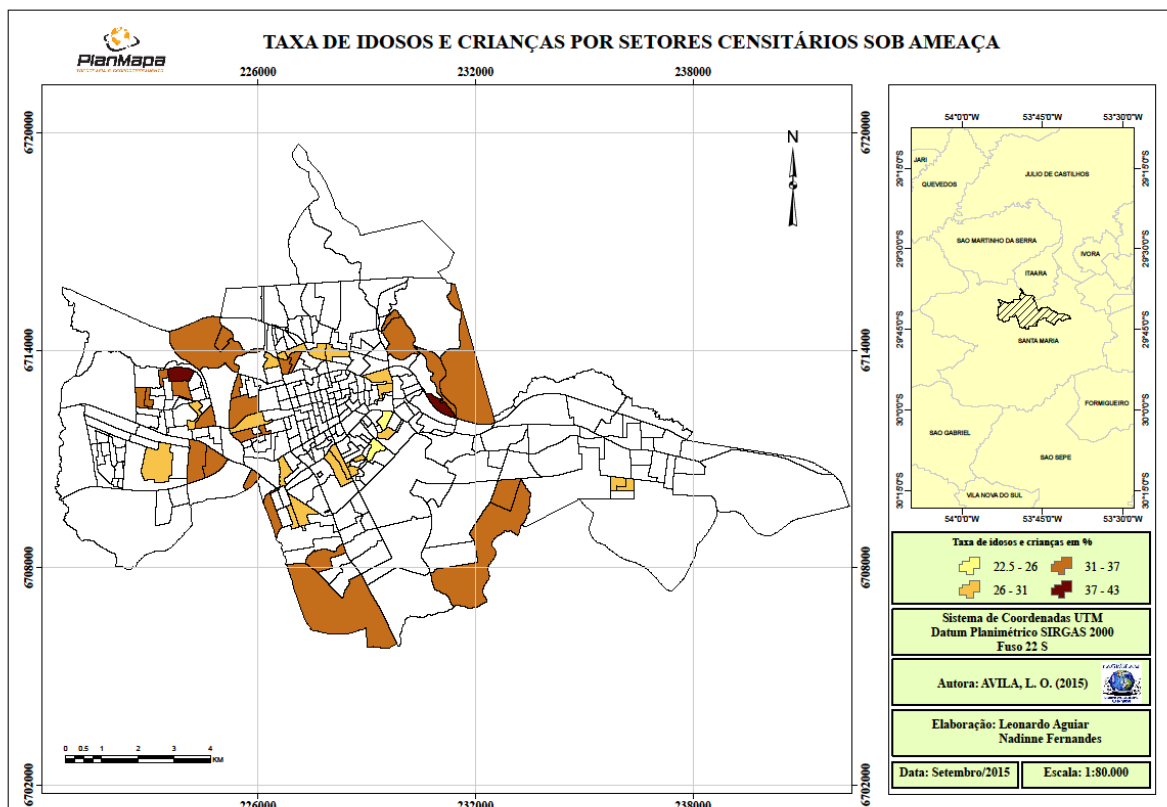


Figura 54: Taxa de idosos (superior à 65 anos) e crianças (inferior à 15 anos). Autora: Avila (2015).

Corroborando com a determinação dos graus de vulnerabilidade, as variáveis observadas em campo (padrão urbano-constructivo) e por imagens de alta resolução (porcentagem de moradias) mostram diferenças significativas no que diz respeito à estrutura urbana e ao adensamento populacional. Áreas de ocupação desordenada apresentam classe de padrão urbano-constructivo inferior àquelas cuja ocupação aconteceu de forma ordenada. Nas áreas mais próximas aos cursos d'água e nos patamares mais elevados das encostas estão localizadas as moradias que exibem menor área construída, material constructivo reciclado ou misto, acabamento precário ou inexistente. As vias existentes, quase sempre, são vielas, becos ou ruas que não apresentam calçamento.

Os valores apresentados na Quadro 13 (capítulo procedimentos metodológicos) resultaram em classes de padrão urbano constructivo. Os padrões urbano-constructivos Baixo (Classe 3) e Muito Baixo (Classe 4) apresentam características construtivas inferiores, onde a grande maioria das variáveis tem valor atribuído maior que zero; os padrões urbanos-constructivos Médio (Classe 2) e Alta (Classe 1) têm valores ainda mais reduzidos, ficando próximo de zero. O peso atribuído para cada intervalo de classe serviu para a correlação com as demais variáveis.

Intervalo de classe	Peso atribuído	Padrão urbano-constructivo
9 e 10	4	Muito Baixo (Classe 4)
6 a 8	3	Baixo (Classe 3)
3 a 5	2	Médio (Classe 2)
0 a 2	1	Alto (Classe 1)

Quadro 13: Classificação da variável padrão urbano-constructivo e respectivos pesos atribuídos.

A maioria das áreas apresentou padrão urbano-constructivo Baixo ou Muito Baixo. Essa situação caracteriza-se pela ocupação desordenada dos terrenos próximos aos cursos fluviais e junto às encostas do planalto; por residências de tamanho inferior à 50 m², construídas com madeira, material misto ou até mesmo reciclado, cujo acabamento é precário ou inexistente; por vias sem pavimentação e por uma rede de esgoto doméstico/pluvial precária ou inexistente.

Os padrões Médio e Alto caracterizam-se por ocupação ordenada do território urbano, por moradias com área construída superior à 50 m², edificadas com materiais mais resistentes como alvenaria ou madeira, com acabamento da obra; por rede eficiente de drenagem pluvial e de esgoto doméstico; por vias que apresentam algum tipo de pavimentação/calçamento.

A porcentagem de moradias por área de ameaça tornou-se importante para a delimitação da vulnerabilidade, tendo em vista a perspectiva de que, quanto maior o número de moradias será maior também o número de pessoas residentes. Portanto, mais pessoas podem ser afetadas por eventos de ameaça e risco.

Neste contexto, por vezes, os resultados das demais variáveis obtiveram valores elevados (indicando maior vulnerabilidade) e, devido ao reduzido número de moradias por área afetada dentro do Setor Censitário, o grau de vulnerabilidade foi atenuado.

5.2 Graus de vulnerabilidade

A soma das variáveis censitárias com a porcentagem de moradias por área (indicadores de vulnerabilidade) teve valor máximo 15 e o mínimo foi 4 (Quadro 14). Esses valores correlacionados (através dos pesos atribuídos) com as classes de padrão urbano-constructivo das moradias resultou em quatro graus de vulnerabilidade: Grau I – Baixa Vulnerabilidade; Grau II – Média Vulnerabilidade; Grau III – Alta Vulnerabilidade e Grau IV – Muito Alta Vulnerabilidade (Quadro 15).

Intervalo de classe	Peso atribuído	Indicadores de vulnerabilidade
> 13	4	Muito Baixo
10 a 13	3	Baixo
6 a 9	2	Médio
< 6	1	Alto

Quadro 14: Classificação das variáveis indicadoras e vulnerabilidade e seus respectivos pesos atribuídos.

O Grau I indica Baixa Vulnerabilidade, onde as áreas são caracterizadas por predomínio de padrão construtivo elevado, construções de alvenaria > 100m² e com acabamento adequado, ocupação ordenada da área, presença de rede de esgoto e de vias pavimentadas nas áreas com susceptibilidade; por elevada taxa de pessoas que recebem mais que um salário mínimo mensal, baixa porcentagem da população acima de 65 e abaixo de 15 anos, reduzidas taxas de analfabetos por setor censitário, por reduzido número de moradias por área susceptível.

O Grau II indica Média Vulnerabilidade cujas características principais são a redução da qualidade do padrão urbano-constructivo, a existência de moradias entre 50 e 100m², o acabamento residencial pode ser precário em moradias de alvenaria ou madeira, o entorno das

mesmas pode ou não apresentar rede de esgoto e/ou pavimentação, o pequeno declínio na qualidade dos indicadores socioeconômicos, com redução do rendimento mensal, podendo haver ténue acréscimo nas taxas de crianças/idosos/analfabetos; a reduzida interferência do número da variável ‘moradia’ nas áreas sob ameaça.

O Grau III indica Alta Vulnerabilidade caracterizada pela queda significativa nos padrões de qualidade das construções e do entorno urbano, cuja a ocupação é desordenada, existência de moradias com área inferior à 50m² com acabamento precário, construídas com madeira ou material misto; com rede de esgoto e pavimentação praticamente inexistentes; pela redução na qualidade dos indicadores socioeconômicos, com taxas mais elevadas de analfabetos/crianças/idosos, e queda na taxa daqueles que têm rendimento mensal superior à um salário mínimo; pelo aumento no número de residências por área susceptível.

O Grau IV indica Muito Alta Vulnerabilidade, onde as áreas caracterizam-se pelo predomínio de padrão construtivo baixíssimo, construções de material misto ou reciclado < 50m² sem acabamento ou acabamento precário, ocupação desordenada da área, sem rede de águas servidas, onde as vias não apresentam pavimentação nas áreas susceptíveis; pela elevada taxa de moradores que tem rendimento mensal inferior à um salário mínimo, grande parte da população tem idade superior à 65 e inferior à 15 anos, alta taxa de analfabetos por setor censitário; pelo elevado número de moradias por área susceptível.

O Quadro 15 apresenta o resultado da correlação das variáveis e os respectivos graus de vulnerabilidade.

<i>Indicadores de Vulnerabilidade (InV)</i>	<i>Padrão urbano construtivo</i>			
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto
Alto	Grau IV	Grau IV	Grau III	Grau II
Médio	Grau IV	Grau IV	Grau III	Grau II
Baixo	Grau III	Grau III	Grau II	Grau I
Muito Baixo	Grau II	Grau II	Grau I	Grau I

Quadro 15: Correlação das variáveis e os respectivos graus de vulnerabilidade.

A espacialização da vulnerabilidade foi organizada por regiões administrativas urbanas. Nelas encontram-se inseridos os bairros e Setores Censitários com as respectivas áreas sob ameaça. A análise segue com a descrição dos Setores Censitários, onde são apresentados a localização, número de moradores, as taxas referentes à todas as variáveis indicadoras de vulnerabilidade e as características dos processos causadores de desastres atuantes em cada área.

Anterior ao início da discussão dos resultados obtidos, salientamos que os extensos códigos atribuídos aos Setores Censitários é uma nomenclatura própria do IBGE, portanto decidiu-se continuar e mencionar esta mesma nomenclatura de códigos, que apesar da extensão numérica, cada um das unidades numéricas tem um significado dentro do Banco de Dados do Instituto.

Caso fossem modificadas, resumidas ou reduzidas tais sequências numéricas, existiria o risco de descaracterizar ou ocultar números importantes da nomenclatura dos códigos originais que possuem 15 dígitos divididos da seguinte forma: UFM MMMMM DDD SSSSS, onde: UF – Unidade da Federação; MMMMM – Município; DD – Distrito; SD – Subdistrito; SSSS – Setor.

5.3 Setores que apresentam áreas sob ameaça - REGIÃO ADMINISTRATIVA OESTE

A zona administrativa oeste apresenta nove Setores Censitários com áreas sob ameaça de desastres, localizadas em 4 bairros: Nova Santa Marta, João Goulart, Pinheiro Machado e Renascença. Seis destas áreas apresentam grau de vulnerabilidade Muito Alto, duas apresentam Médio Grau de vulnerabilidade e uma apresenta Baixo Grau de vulnerabilidade (Figura 55).

5.3.1 Setores Censitários Códigos 431690705130021, 431690705130022, 431690705130025, 431690705130039 e 431690705130040

Estes Setores estão localizados junto ao Bairro Nova Santa Marta. Na área a situação de ameaça e risco estão relacionadas à dinâmica fluvial associada às cabeceiras de drenagens. As nascentes correspondem à tributários que convergem para o arroio Cadena. Os dados referentes à vulnerabilidade e ao padrão construtivo são semelhantes em todos os Setores, conforme a Tabela 9.

Tabela 9: Indicadores de vulnerabilidade.

<i>Código do Setor</i>	<i>Nº de pessoas residentes</i>	<i>Taxa de analfabetismo</i>	<i>% de idosos e crianças</i>	<i>% com rendimento de até 1 salário mínimo</i>	<i>Classe Padrão urbano-construtivo</i>	<i>% de moradias sob ameaça</i>
431690705130021	1122	6	35	30	9	11
431690705130022	830	6	32	35	8	7
431690705130025	1000	7,5	36	36	10	14
431690705130039	900	6,5	35	27	9	10
431690705130040	1520	9,5	40	33	8	7

Todos os Setores apresentaram grau de vulnerabilidade Muito baixo (Grau IV). Por ser uma área de ocupação recente, porém já urbanizada, sofreu/sofre intensas modificações de ordens estrutural, social e ambiental. Além disso, trata-se de um local de conflito pelo uso e ocupação do solo em dois aspectos: da regularização fundiária e da legislação ambiental.

O conjunto das características naturais constitui, juntamente com uso e ocupação inadequados do solo e margens, fator decisivo à elevada susceptibilidade da área aos processos geomorfológicos, mais especificamente à erosão linear e à erosão marginal.

Grande parte dos cursos d'água que cruzam a área é de primeira ordem, cujas características são determinadas pela intensidade dos processos erosivos em cada local. Verifica-se o aprofundamento e alargamento dos canais devido, principalmente, à intensa erosão desencadeada pela concentração do escoamento em caminhos preferenciais superficiais e subterrâneos.

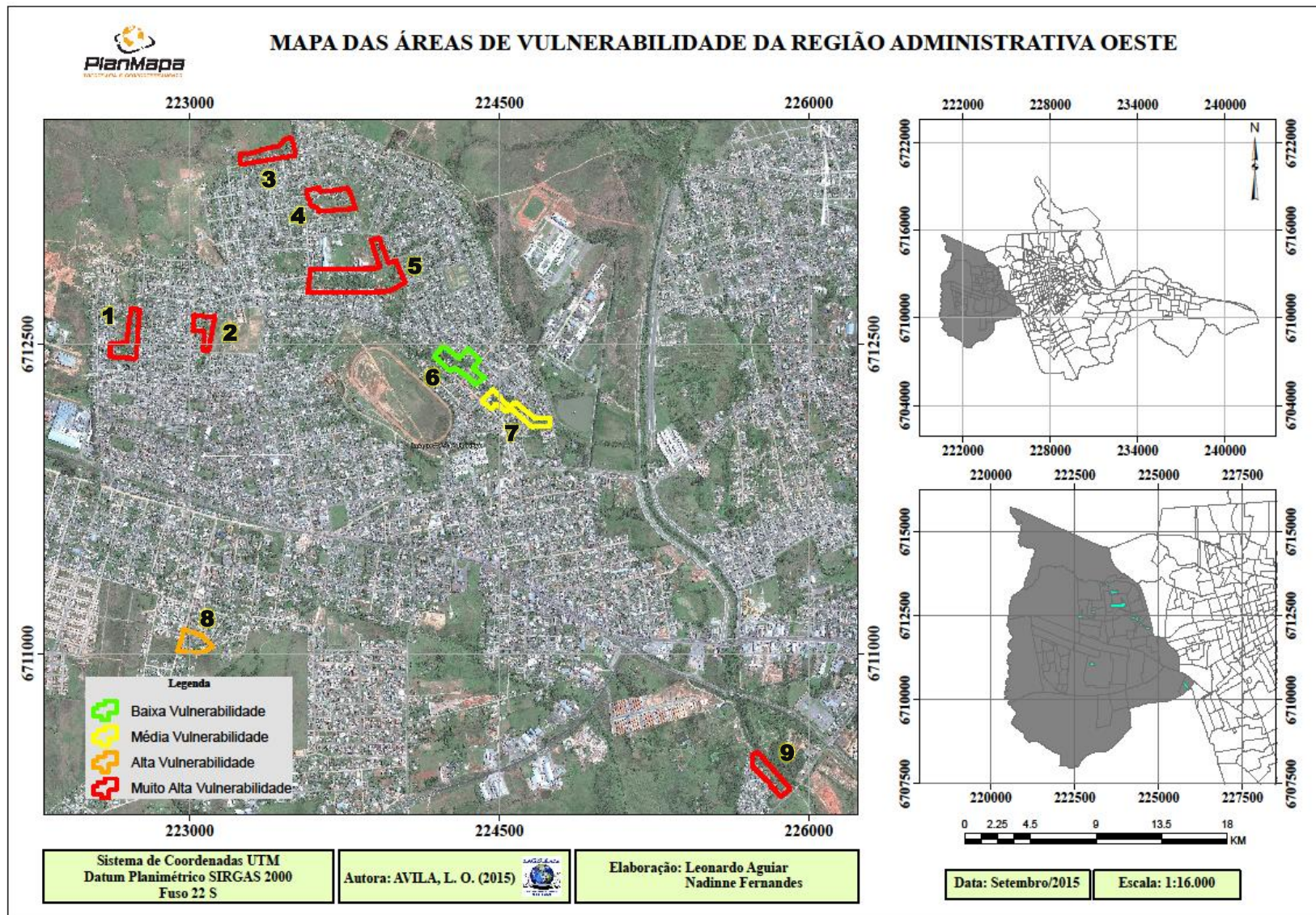


Figura 55: Áreas sob ameaça de processos de dinâmica fluvial, região administrativa Oeste. Os números indicam: 1 – Setor Censitário 431690705130021; 2 – Setor Censitário 431690705130022; 3 – Setor Censitário 431690705130039; 4 – Setor Censitário 431690705130040; 5 – Setor Censitário 431690705130025; 6 – Setor Censitário 431690705130003; 7 – Setor Censitário 431690705130010; 8 – Setor Censitário 431690705130032; 9 – Setor Censitário 431690705130027. Autora: Avila (2015).

A ausência de vegetação, a declividade acentuada e a exposição do substrato litológico são fatores que contribuem, naturalmente, para o desenvolvimento da erosão associada às cabeceiras de drenagem. No entanto, a interferência antrópica no local constitui-se fator decisivo frente a estes processos.

Junto às margens, verificam-se diferentes graus de intervenção (Figura 56), ou seja, a modificação e a adequação dos locais destinados à moradia dependem da condição socioeconômica de cada família. No entanto, constatou-se que essa interferência, na maioria das vezes, é realizada sem a infraestrutura e serviços adequados, acelerando os processos erosivos, aumentando ameaças e riscos à população.



Figura 56: Características da ocupação e situações de ameaça nos Setores Censitários 431690705130021, 431690705130022, 431690705130025, 431690705130039 e 431690705130040. Fonte: Trabalhos de campo, maio de 2014.

Muitas das moradias observadas apresentam baixo padrão construtivo caracterizado pela falta de acabamento, pequeno espaço interno, construções de madeira e/ou material reciclado. Além disso, a proximidade das construções em relação à margem fluvial potencializa o risco associado à erosão.

O solapamento das margens ocorre a partir de eventos pluviométricos intensos que incrementam o fluxo dos canais, sendo assim, a força da água origina ruptura dos taludes marginais pela retirada do material basal, ocasionando rapidamente o alargamento do leito. Neste contexto, as moradias mais próximas estão mais susceptíveis às consequências do processo.

Verifica-se no local, que muitas residências são construídas sobre aterros lançados em direção ao talude marginal. Como já evidenciado, o risco é grande pela proximidade ao canal. Mas, ainda, grande parte das obras é feita sem levar em conta as condições geotécnicas do terreno, sendo realizadas pelos próprios moradores sem acompanhamento profissional adequado. Aterros são construídos a partir de material inconsolidado pouco resistente. Estes materiais, dependendo do arranjo em que foram dispostos, tornam-se facilmente instáveis. Além disso, podem ocasionar sobrepeso às margens, acelerando o solapamento.

Salienta-se que, nas áreas mais planas junto à drenagem, pode ocorrer o extravasamento da água da calha ocasionando eventos de inundação. Isso ocorre em pontos mais isolados onde o leito é pouco profundo, locais com barramentos impedindo o fluxo; ou ainda em solos com baixa capacidade de infiltração ou escoamento.

5.3.2 Setores Censitários Códigos 431690705130003 e 431690705130010

O Setor Censitário número 431690705130003 localiza-se junto à unidade habitacional Vila Jóquei Clube, Bairro Juscelino Kubitschek. A área abrangida pelo Setor apresenta em torno de 238 domicílios, destes, 25 (11%) estão situados nas proximidades de um dos tributários da margem direita do Arroio Cadena, sujeitos, portanto, aos processos de dinâmica fluvial.

A população total do Setor é de 741 moradores, a taxa de pessoas analfabetas acima de 15 anos é de apenas 4%; o percentual de pessoas residentes (acima de 10 anos) que ganham até 1 salário mínimo é em torno de 22%; pessoas com idade inferior à 15 anos e superior à 65 anos totalizam 31%.

A classificação do padrão construtivo das residências é Classe 1 (Alta), a área apresenta uma estrutura urbana bem desenvolvida, conta com pavimentação nas ruas principais e com rede de água e esgoto doméstico. As moradias são de alvenaria e com tamanho que varia entre 50 e mais de 100 m².

O curso d'água existente no local apresenta, em parte, canalização fechada, conforme moradores não existe risco efetivo referente à inundação, mas ocorrem, de forma isolada, situações relacionados à alagamentos, devido, principalmente, à ineficiência da rede de drenagem pluvial.

No entanto, a ameaça existe devido à ocupação rente as margens, verifica-se moradias cuja distância em relação à margem é inferior à 5 metros. A modificação das margens é intensa, a vegetação natural é praticamente inexistente, foi substituída, muitas vezes, por espécies de taquaireiras para a contenção dos terrenos junto às margens, verifica-se a utilização de pneus e madeira para a mesma finalidade.

É notável que as intervenções ocorrem de acordo com a condição socioeconômica dos moradores, assim, em meio à estruturas amplamente deficientes do ponto de vista técnico-construtivo, observa-se aterros e muros muito bem estruturados.

Conforme moradores locais, as inundações são mais frequentes à montante, intensificadas pelas transformações no leito e nas margens. O próprio fenômeno natural de erosão de marginal contribui para o assoreamento do canal ao depositar o material desagregado dentro do rio, no entanto, o assoreamento é intensificado pelo considerável lançamento de lixo e entulho. Este material lançado provoca, muitas vezes, barramentos junto à pontes, ocasionando inundações.

O setor Censitário 431690705130010 também localiza-se na porção centro-oeste da cidade junto à unidade habitacional Vila Jóquei Clube (Bairro Juscelino Kubitschek). Apresenta população de 2066 pessoas morando em, aproximadamente, 830 domicílios. É um Setor densamente povoado, onde a taxa de moradias em área de risco é de apenas 4%. Contudo, área apresenta problemas relacionado à dinâmica fluvial (tributário da margem direita o arroio Cadena).

Apresenta Classe 2 (Média) nos valores atribuídos ao padrão urbano-construtivo, caracterizada por moradias com infraestrutura construtiva adequada, com base de alvenaria ou madeira e acabamento, onde o tamanho das construções varia entre 50 e 100 m²; por vias principais pavimentadas; pela presença de rede de esgoto doméstico e pluvial, mesmo que a canalização seja ineficiente em pontos isolados.

A situação socioeconômica caracteriza-se por apresentar cerca de 22% da população com renda mensal de até um salário mínimo; por uma taxa de 23% de moradores com idade superior à 65 e inferior à 15 anos de idade; por uma taxa de analfabetismo de aproximadamente 4% (população acima de 15 anos de idade).

As moradias afetadas pela dinâmica fluvial estão sujeitas aos processos de inundação e de erosão marginal. Em determinados locais, as construções encontram-se praticamente dentro do curso d'água, sem respeitar uma distância mínima entre a margem e a residência (Figura 57).

As margens sofrem erosão intensa, principalmente pela modificação de sua estrutura original para a construção de aterros. Devido à este processo, houve tombamento de muros e de estruturas de contenção, em função da força das águas em períodos de pluviosidade mais intensa e pela própria ação da gravidade que tende a movimentar as margens.

As inundações são favorecidas com a perda da profundidade do canal em decorrência do assoreamento pela presença de solo, rochas, entulho, lixo, restos vegetais, bancos de areia, entre outros. As intervenções humanas junto às margens dependem a situação socioeconômica de cada morador, nem todos estão preparados tecnicamente para obras de contenção adequadas e consistentes.



Figura 57: Características da ocupação e situações de ameaça nos Setores Censitários 431690705130003 e 431690705130010. Verifica-se que as intervenções nas margens acontecem de acordo com a situação de cada morador; o assoreamento do canal pelo intenso de lixo aumenta as possibilidades de inundações.

Fonte: Trabalhos de campo, maio de 2014.

5.3.3 Setor Censitário Código 431690705130032

O Setor Censitário 431690705130032 compreende parte da unidade habitacional Vila Ecologia junto ao bairro Pinheiro Machado. No local existe área susceptível à inundações em função da proximidade das moradias do canal fluvial (pequeno tributário canalizado do arroio Cadena, como mostra a Figura 58). Dos 645 domicílios localizados no setor, 7% deles encontram-se em área sob ameaça de desastre.



Figura 58: Características da ocupação e situações de ameaça no Setor Censitário 431690705130032. Fonte: Trabalhos de campo, maio de 2014.

A classificação correspondente ao padrão urbano-constructivo é Classe 3 (Baixa). Apresenta uma população de 1967 habitantes, cuja taxa de analfabetismo é de 5% das pessoas acima de 15 anos; do total de moradores com idade superior à 10 anos, 26 % tem renda mensal de até 1 salário mínimo; taxa significativa de 30% da população tem idade superior à 65 anos e inferior à 15 anos de idade.

O curso encontra-se canalizado (canalização aberta) com adequada estrutura de contenção de margens e rede de tubulação, estando localizado entre a via de circulação e as residências. Praticamente não existe depósito de lixo nas margens e no interior do canal, a vegetação foi amplamente removida em função das obras de canalização e da construção das moradias.

Apesar da canalização, conforme moradores existe situações em que a água extravasa a calha e atinge as residências e as vias, isso porque o fluxo à montante é intenso quando em períodos de pluviosidade elevada, e a reduzida profundidade e largura do canal não suporta a vazão. As inundações que ocorrem no local são intensificadas, muitas vezes, pela obstrução da tubulação por restos vegetais e lixo, provenientes de áreas mais elevadas da região trazidos pela corrente.

Observa-se que as águas servidas de certas residências são lançadas diretamente no canal. Existe, em alguns pontos, vegetação arbustiva de pequeno porte junto às margens; não identificou-se processos de erosão marginal ativo em função da canalização do curso.

5.3.4 Setor Censitário Código 431690705130027

O Setor está inserido na porção bairro Renascença, junto à unidade habitacional do mesmo nome. Apresenta uma população de aproximadamente 450 pessoas, deste total, 37% possui idade inferior a 15 anos e superior a 65 anos de idade; das pessoas com idade superior a 10 anos, 33% delas tem renda mensal de até um salário mínimo; para a mesma faixa etária, o índice de pessoas analfabetas é de considerável 10%; do total dos domicílios, 8% está inserido no polígono de ameaça. O padrão urbano-construtivo desta área é Classe 3 (Baixa), os Indicadores de Vulnerabilidade são considerados altos, resultando, corroborando para Grau de vulnerabilidade Muito Alto.

O local apresenta riscos relacionados à dinâmica fluvial, onde os processos de erosão marginal são mais intenso quando comparado aos eventos de inundação. O curso que cruza a área é o próprio arroio Cadena, apenas a margem esquerda é ocupada em direção montante; a margem direita apresenta vasta faixa de vegetação nativa, apesar de indícios do avanço das moradias em direção ao canal fluvial (Figura 59).

As margens se caracterizam por uma altura e largura variáveis ao longo da área ocupada, chegando em torno de 5 metros de altura e 10 de largura em alguns pontos; a vegetação é diversificada e abundante, inclusive com espécies de grande porte.



Figura 59: Características da ocupação e situações de ameaça no Setor Censitário 431690705130027. Fonte: Trabalhos de campo, maio de 2014.

5.4 Setores que apresentam áreas sob ameaça - REGIÃO ADMINISTRATIVA CENTRO OESTE

A região administrativa Centro Oeste apresenta 4 áreas sob ameaça de inundação e erosão fluvial, localizadas em três bairros: Passo d'Areia com área que apresenta grau Médio de vulnerabilidade, localizadas junto ao Setor Censitário 431690705120019; Noal que apresenta áreas com grau Alto e Muito Alto localizadas nos Setores 431690705120001 e 431690705120005, respectivamente; Duque de Caxias, cuja área apresenta grau de vulnerabilidade Baixo, inserida no Setor Censitário 431690705120030 (Figura 60).

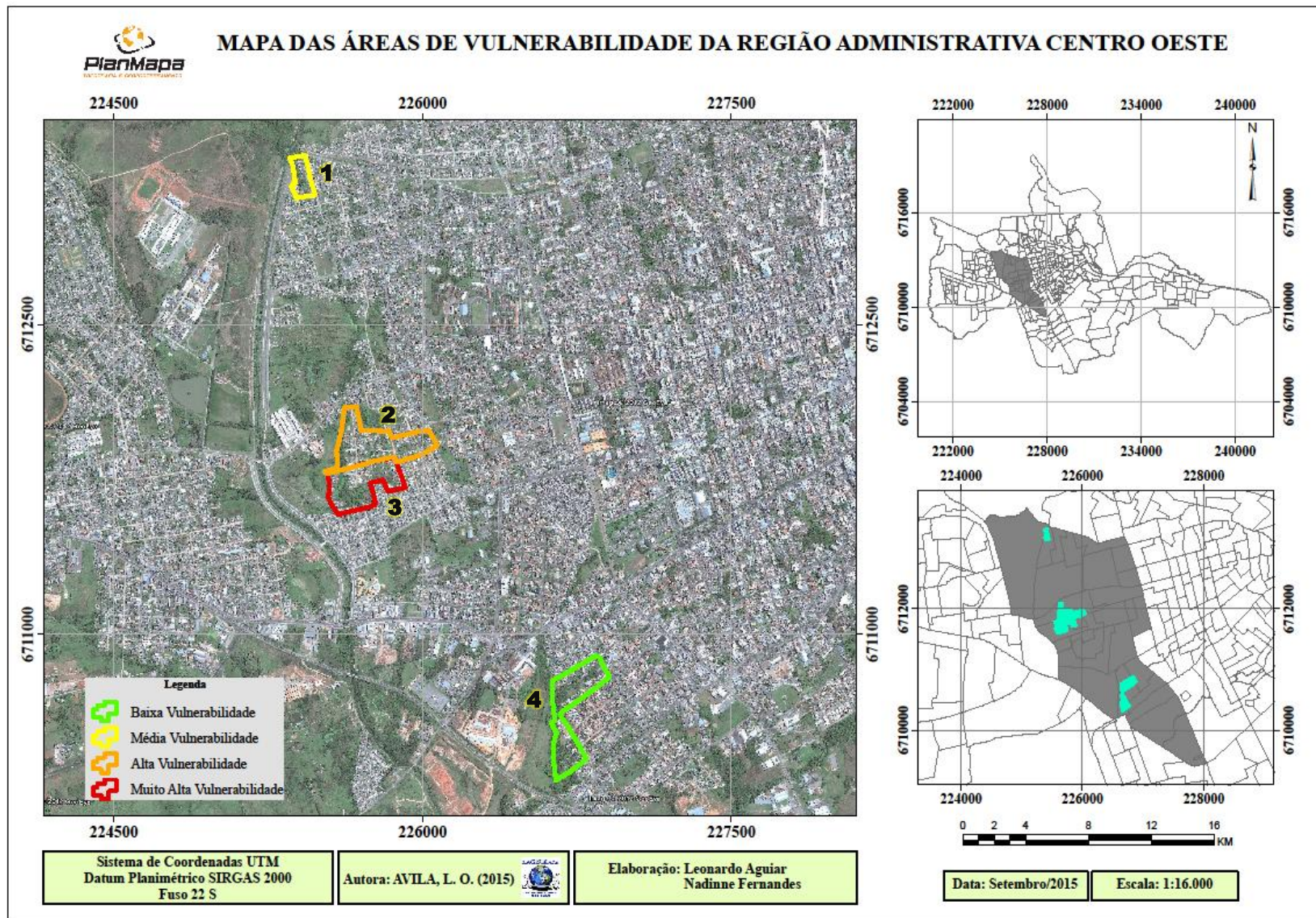


Figura 60: Áreas sob ameaça de processos de dinâmica fluvial, região administrativa Centro Oeste. Os números indicam: 1 – Setor Censitário 431690705120019; 2 – Setor Censitário 431690705120001; 3 – Setor Censitário 431690705120005; 4 – Setor Censitário 431690705120030. Autora: Avila (2015).

5.4.1 Setor Censitário Código 431690705120019

O Setor apresenta uma população de aproximadamente 750 habitantes; deles, 35% tem idade inferior à 15 e superior a 67 anos, a taxa de analfabetismo atinge 5% e o rendimento mensal de 35% é de até um salário mínimo. A área sob ameaça totaliza 7% das moradias do Setor; o padrão construtivo foi considerado Médio (Classe 2). Esses resultados corroboraram para a determinação da vulnerabilidade como sendo Médio (Grau II).

Neste Setor vale ressaltar que o arroio Cadena, a partir da Avenida Valter Jobim, foi retificado à montante num trecho de aproximadamente 2 Km. Parte da margem direita é ocupada, área no qual foi construída a Avenida Maestro Roberto Barbosa Ribas. Havendo, portanto, a realocação das famílias que ocupavam a área. Está relacionada à falta de drenagem pluvial, havendo acúmulo de água junto ao antigo leito do Cadena. Verifica-se depósito de diversos materiais, com destaque para grande quantidade de lixo e rejeitos da construção civil.



Figura 61: Porção final da canalização do arroio Cadena junto ao Setor Censitário 431690705120019. Fonte: Trabalhos de campo, março de 2013.

5.4.2 Setores Censitários Códigos 431690705120005 e 431690705120001

Estão inseridos na área correspondente ao bairro Noal, região centro-oeste do perímetro urbano. Nesta área, no passado, havia atividade de extração de argila para olarias, o local apresenta cavas profundas deixadas pelo processo de retirada do material. Hoje, parte dessas cavidades está sendo aterrada para o avanço da ocupação (Figura 62).



Figura 62: Situações de ameaça e risco aos processos de dinâmica fluvial junto aos Setores Censitários 431690705120005 e 431690705120001. Em ‘A’ e ‘B’ é possível observar a proximidade das moradias do canal e seu padrão construtivo (muito baixo); em ‘C’ e ‘D’ verifica-se a construção de aterros em direção às antigas cavas de extração de argila. Fonte: Trabalhos de campo, março de 2013.

Os aterros são constituídos de material terroso/rochoso, rejeitos da construção civil, restos vegetais. A acumulação de água permite a proliferação de diversas espécies vegetais. Por ser uma área plana, cuja ocupação está consolidada no entorno, a tendência é a retirada da vegetação para a construção de novas edificações.

A ameaça está associada à inundação e à erosão de margens. Ao longo de tributário do Arroio Cadena encontram-se inúmeras moradias de muito baixo padrão construtivo, situadas muito próximas às margens, ambas ocupadas. A vazão do curso é muito baixa, no entanto, em função da proximidade das moradias e baixa altura das margens, pode ocorrer inundações em períodos de pluviosidade mais intensa.

O setor Censitário 431690705120005 é habitado por aproximadamente 1.000 pessoas, apresenta o percentual de crianças e idosos é de significativos 36%; quase 40% dos residentes tem rendimento mensal de até um salário mínimo; a taxa de analfabetismo fica em torno de 9%; 11% das moradias do Setor encontram-se em área sob ameaça; o padrão urbano-construtivo

desta área foi classificado como Muito Baixo (Classe 4); os indicadores de vulnerabilidade são altos. A correlação dos dados resultou em grau Muito Alto de vulnerabilidade.

Nas construções há o predomínio de madeira reutilizada, apesar de haver residências de alvenaria de médio padrão construtivo. Na área encontram-se em construção inúmeros aterros que avançam sem direção à drenagem, modificando suas margens e ocasionado assoreamento pelo transporte do material para dentro do leito.

O Setor Censitário número 431690705120001 apresenta em torno de 1300 habitantes, destes, 31% são considerados mais vulneráveis devido à faixa etária; tem renda mensal de até 1 salário mínimo 19%; a taxa de analfabetos é de 3,5%. A moradias sob ameaça totalizam 7% das moradias do Setor.

O cruzamento do muito baixo padrão urbano-construtivo com os indicadores de vulnerabilidade baixos resultaram em grau de vulnerabilidade Muito Alto. Na área sob ameaça as moradias estão construídas junto à antigas cavas de extração de argila e à microdrenagem, sendo facilmente atingidas por inundações, geralmente associadas aos alagamentos resultantes da deficiência da rede de drenagem pluvial.

Aterros são construídos sobre terrenos com lençol freático próximos à superfície, mal drenados e facilmente desestabilizados frente à índices mais elevados de chuva. A susceptibilidade relacionada à declividade de 2% e à proximidade das moradias dos canais de drenagem, aliada à situação de vulnerabilidade da população, tende à proporcionar sérios problemas à estrutura espacial do lugar

5.4.3 Setores Censitário Código 431690705120030

O Setor Censitário 431690705120030 está inserido em parte do bairro Duque de Caxias, região sudoeste da cidade. Sua população ultrapassa os mil habitantes, destes, a taxa de crianças e idosos é de aproximadamente 28%; 16% recebe rendimento mensal de até um salário mínimo; a população analfabeta totaliza 2%; está em área sob ameaça de dinâmica fluvial 4% das moradias. O padrão urbano-construtivo foi classificado como Alto (Classe 1).

A manipulação dos dados permitiu concluir que a área sob ameaça apresenta vulnerabilidade Baixa (Grau I). As áreas da pesquisa estão localizadas junto à margem esquerda do arroio Sanga da Aldeia, caracterizam-se por apresentar padrões construtivos médios e altos,

pela existência de serviços urbanos eficientes, por modificação intensa do terreno marginal em função da ocupação.

Apesar da proximidade das moradias em relação ao canal fluvial, existem obras de contenção bem estruturadas que mantem a estabilidade da margem apesar dos processos erosivos atuantes. A vegetação ao longo do curso está, de certa forma, preservada, caracterizada por espécies de portes variados (Figura 63). Conforme história oral dos moradores locais, as inundações são muito raras, podendo acontecer em períodos excepcionais.



Figura 63: Ocupação das margens junto ao Setor Censitário 431690705120030. Fonte: Trabalhos de campo, março de 2013.

5.5 Setores que apresentam áreas sob ameaça - REGIÃO ADMINISTRATIVA CENTRO URBANO

Apresenta 6 Setores com áreas sob ameaça relacionadas à dinâmica fluvial, destas, três apresentaram vulnerabilidade Grau II - Médio e restante apresentou Grau I – Baixo (Figura 64). A região é composta por bairros centrais: N^a Sr^a Medianeira, Nonoai, N^a Sr^a de Lourdes e N^a Sr^a das Dores.

5.5.1 Setores Censitários Códigos 431690705060067, 431690705060066 e 431690705060046

Todos os três Setores estão inseridos no bairro N^a Sr^a Medianeira, porção centro-sul da cidade. Áreas estão susceptíveis aos processos de dinâmica fluvial junto ao arroio Cancela, porém, parte do curso está canalizado praticamente anulando tais processos.

A estrutura urbana é completa, apresentando ruas pavimentadas/calçadas, rede de esgoto doméstico e pluvial. Entre as moradias predominam padrões médios e altos, observa-se um

número reduzido de moradia com padrões inferiores. As características indicadoras de vulnerabilidade dos Setores encontram-se na Tabela 10.

Tabela 10: Variáveis indicadoras de vulnerabilidade.

<i>Código do Setor</i>	<i>Nº de pessoas residentes</i>	<i>Taxa de analfabetismo</i>	<i>% de idosos e crianças</i>	<i>% com rendimento de até 1 salário mínimo</i>	<i>Classe Padrão urbano-constutivo</i>	<i>% de moradias sob ameaça</i>
431690705060067	1180	4,5	29,5	26	4	7
431690705060066	990	2,5	28	17	6	3
431690705060046	535	4,5	28	26	5	5

Elaboração: Avila (2015).

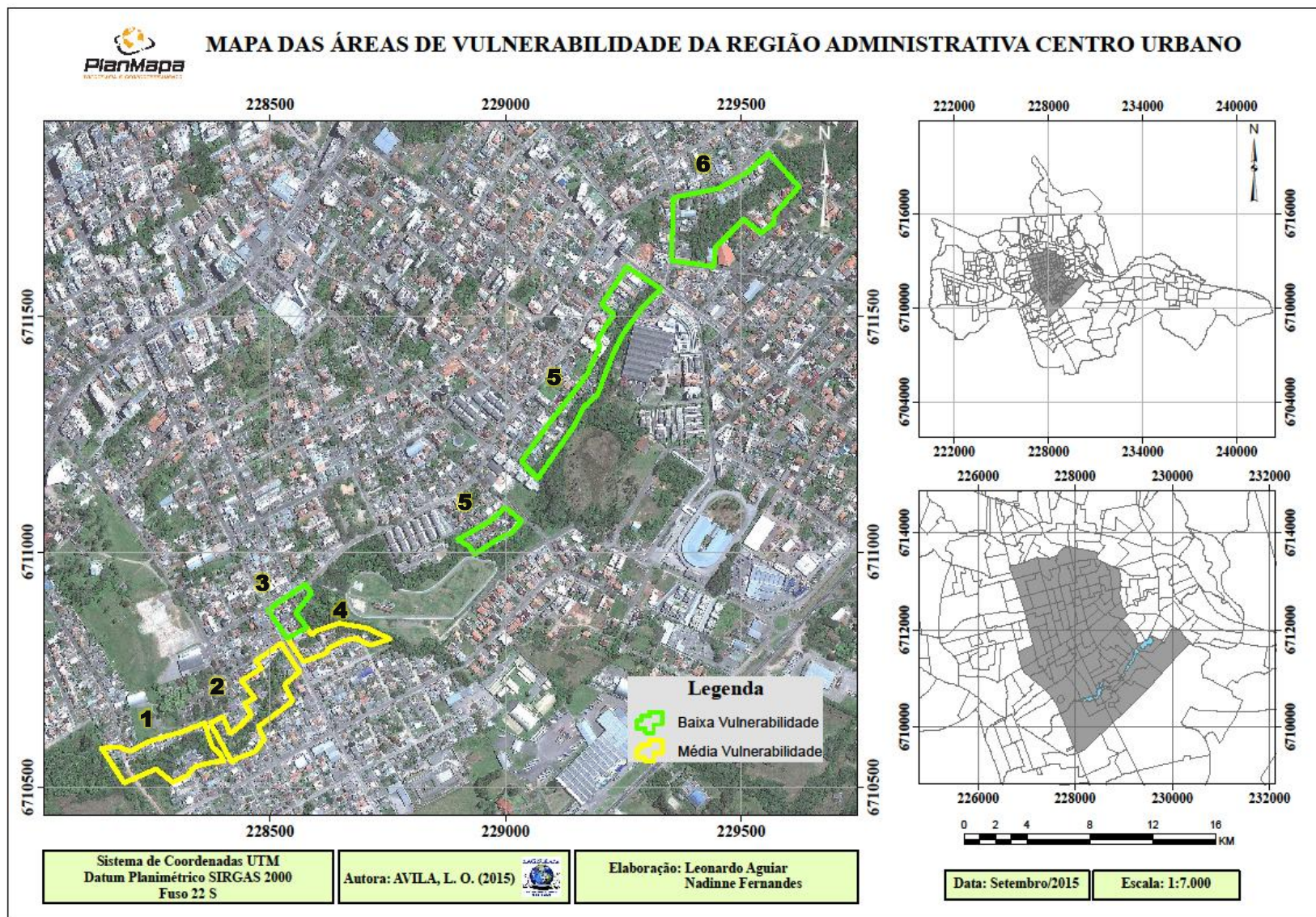


Figura 64: Áreas sob ameaça de processos de dinâmica fluvial, região administrativa Centro Urbano. Os números indicam: 1 – Setor Censitário 431690705060067; 2 – Setor Censitário 431690705060066; 3 – Setor Censitário 431690705060056; 4 – Setor Censitário 431690705060046; 5 – Setor Censitário 431690705060052; 6 – Setor Censitário 431690705060050. Autora: Avila (2015).

O Setor Censitário 431690705060067 apresenta área sob ameaça com Grau II (Médio) de vulnerabilidade. Moradias estão construídas rente às margens onde o processo de erosão encontra-se ativo (Figura 65), as inundações são menos frequentes devido às condições adequadas do canal que permite vazão durante as cheias. Existe vegetação abundante junto aos terrenos marginais, onde apenas uma pequena parcela corresponde às espécies nativas, geralmente, os moradores introduzem outras espécies vegetais na tentativa de contenção do material marginal.



Figura 65: Situação das margens ocupadas junto ao Setor Censitário 431690705060067. Verifica-se vegetação abundante e aterro lançado em direção ao canal. Fonte: Trabalhos de campo, novembro de 2014.

Sobre o Setor Censitário 431690705060066 as variáveis indicam vulnerabilidade Grau II (Médio). Ambas as margens estão descaracterizadas pela ocupação, as moradias encontram-se em distância inferior à 5 metros e são, frequentemente, atingidas por inundações e pela ação erosiva da corrente. Verifica-se volume expressivo de lixo e rejeitos lançados dentro do canal, causando assoreamento/barramento do leito, intensificando os processos fluviais.

O Setor Censitário 431690705060046 apresenta, em área de ameaça, parte do curso do arroio canalizada. O grau de vulnerabilidade do local é Baixo (Grau I) explicado pelo padrão urbano-construtivo Médio (Classe 2) e por taxas reduzidas no que tange as variáveis indicadoras. As margens são densamente ocupadas, apresentam vegetação variada e as moradias localizam-se em distâncias variadas em relação ao leito.

5.5.2 Setor Censitário Código 431690705060056

O Setor está localizado junto ao bairro Nonoai, porção sudeste do perímetro urbano. Neste local apenas a margem esquerda do arroio Cancela é ocupada, correspondendo à área sob ameaça em estudo. A vulnerabilidade aqui foi considerada Grau I (Baixo).

Residem aproximadamente 700 pessoas, destas, idosos e crianças totalizam 27%; tem rendimento mensal de um salário mínimo 15%; a taxa de analfabetismo é de apenas 0,5%; estão sob ameaça em torno de 5% dos domicílios do Setor. O padrão urbano-constructivo é considerado Médio (Classe 2).

Conforme moradores, as inundações são raras devido à inúmeras obras de contenção e canalização da drenagem, reduzindo o risco de inundações. No entanto, a erosão marginal é atuante, verifica-se a queda de muros e aterros, a inclinação da vegetação e as trincas nas moradias são evidências do processo.

5.5.3 Setores Censitários 431690705060052 e 431690705060050

Os Setores Censitários 431690705060052 e 431690705060050 estão localizados junto ao bairro Nossa Senhora de Lourdes. Consiste em uma região amplamente ocupada, sendo uma das mais importantes da cidade. As áreas sob ameaça encontram-se junto às margens do arroio Cancela, são raros os episódios de inundação porque, apesar da susceptibilidade natural, as intervenções antrópicas limitam os processos de dinâmica fluvial, atenuando ou impedindo a sua atuação. A Tabela 11 resume as taxas indicadoras de vulnerabilidade.

Tabela 11: Indicadores de vulnerabilidade.

Código do Setor	Nº de pessoas residentes	Taxa de analfabetismo	% de idosos e crianças	% com rendimento de até 1 salário mínimo	Classe Padrão urbano-constructivo	% de moradias sob ameaça
431690705060052	700	0,5	24	7	2	5
431690705060050	600	1	29	11	2	8

Elaboração: Avila (2015).

Ambos apresentaram Grau I (Baixa) de vulnerabilidade, resultado explicado pelo elevado padrão constructivo das moradias e das baixas taxas referentes aos indicadores de vulnerabilidade além de um percentual mínimo de moradias sob área de ameaça.

Nas áreas, os terrenos são extensos, permitindo construções de residências amplas e condizentes com a situação socioeconômica dos moradores. As intervenções junto às margens, quase sempre, são bem estruturadas, mantendo a estabilidade dos taludes marginais, mesmo com os processos erosivos atuantes. A movimentação dos terrenos é evidenciada pela inclinação da vegetação, pela existência de cicatrizes erosivas recentes, por trincas e rachaduras nas construções.

As enchentes são verificadas com frequência nestas áreas, porém as inundações, conforme moradores, aconteciam no passado, anteriores às inúmeras obras realizadas pela expansão urbana. A conservação de parte da vegetação junto às margens atenua os processos erosivos, no entanto, a ocupação de todos os espaços junto ao leito (aterros e moradias) modifica a estrutura dos terrenos adjacentes, quase sempre, desestabilizando as formações menos resistentes.

5.6 Setores que apresentam áreas sob ameaça – REGIÃO ADMINISTRATIVA SUL

No sul perímetro urbano as áreas sob ameaça encontram-se junto aos Setores Censitários Códigos 431690705110010 e 431690705110005 (bairro Lorenzi), ambos apresentaram grau de vulnerabilidade Muito Alto (Grau IV); 431690705110014, 431690705110018 e 431690705110019 (bairro Urlândia), o primeiro teve a vulnerabilidade classificada como Grau IV e os demais, Baixa e Média vulnerabilidades, respectivamente (Figura 66).

As áreas sob ameaça nestes setores estão relacionadas à dinâmica fluvial dos afluentes da margem esquerda do arroio Cadena, arroios do Hospital e da Aldeia.

5.6.1 Setor Censitário Código 431690705110014

O Setor Censitário 431690705110014 abrange a área oeste do Bairro Urlândia, sendo banhado pelo arroio Cadena, em um dos trechos em que houve a retificação do canal. Também faz parte deste Setor o extremo norte do bairro, área situada ao longo da Sanga da Aldeia, curso tributário do arroio Cadena.

O número de habitantes no Setor é de 846 pessoas, onde 35% delas tem idade superior à 65 anos e inferior à 15 anos; o índice de pessoas analfabetas é de expressivo 15%; os

moradores que obtêm renda mensal de até um salário mínimo mensal totalizam quase 36%. Das moradias localizadas no Setor, 16% encontram-se em área sob ameaça.

Os dados socioeconômicos expostos evidenciam o elevado grau de vulnerabilidade da população (no Setor) aos referidos eventos. Ou seja, a vulnerabilidade é diretamente proporcional ao índice de pessoas analfabetas, ao número de crianças e idosos e à renda mensal da população.

Para o elevado grau de vulnerabilidade corrobora o padrão construtivo das moradias. Em todo o Setor, verificam-se distintos padrões construtivos, no entanto, à medida que se aproximam dos cursos fluviais acentuam-se padrões inferiores. As moradias são construídas de madeira (rejeitos) e de material reciclado, apresentam pequena área construída ($< 50\text{m}^2$), cujo acabamento é precário ou mesmo inexistente, caracterizando padrão urbano-construtivo Classe 4 (Muito Baixa).

Até a década de 1990, junto à planície fluvial existiam atividades de extração de sedimentos como matéria-prima para olarias da região. Com término das atividades extrativistas, subsistiram inúmeras cavas (ou barreiros) que, atualmente, retém águas pluviais e contribuem para a inundação dos terrenos adjacentes da zona oeste do Setor.

Apesar da distância das construções do canal fluvial (em torno de 100 metros) os eventos de inundação frequentemente atingem as moradias em função da baixa cota altimétrica e pela água acumulada nas cavas. Por se tratar de uma área em que as águas subterrâneas são pouco profundas existe, naturalmente, umidade em sub superfície, o que contribui para a rápida elevação do nível freático.

Segundo os moradores locais, a água extravasada da calha atingiu uma distância de quase 200 metros do leito fluvial, cuja cota ultrapassou os 40 cm de acordo com as marcas deixadas pela água nas paredes das residências. Segundo eles, esse acidente ocorreu a mais ou menos 10 anos, onde dezenas de famílias foram atingidas e foram computados inúmeros prejuízos financeiros.

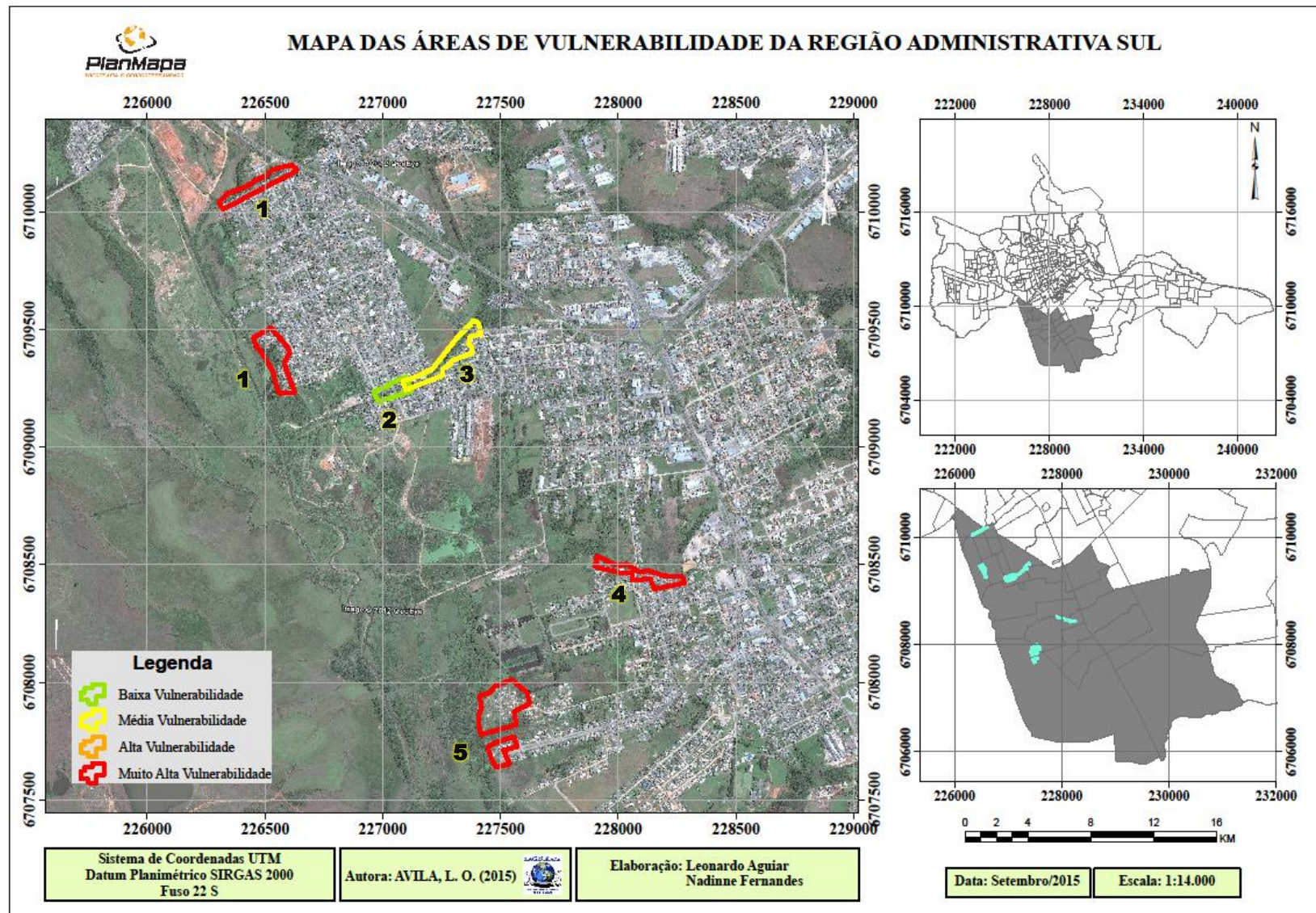


Figura 66: Áreas sob ameaça de processos de dinâmica fluvial, região administrativa Sul. Os números indicam: 1 – Setor Censitário 431690705110014; 2 – Setor Censitário 431690705110018; 3 – Setor Censitário 431690705110019; 4 – Setor Censitário 431690705110005; 5 – Setor Censitário 431690705110010. Autora: Avila (2015).

Enquanto na zona oeste do Setor verifica-se risco de inundação, no extremo norte o risco está associado ao processo de erosão marginal. Neste local, apenas a margem esquerda (direção jusante) é ocupada por moradias, a margem direita corresponde à propriedade particular de indústrias do município.

Nas áreas de planícies fluviais, o solo encontrado tem formação recente e, portanto, apresenta-se pouco desenvolvido, composto por sedimentos areno-argilosos pouco consolidados. Estas características, juntamente, com variações granulométricas verticais, elevam a susceptibilidade natural da área aos processos de erosão marginal.

As moradias encontram-se muito próximas ao canal fluvial (Sanga da Aldeia), cuja distância chega à menos de 5 metros. As margens foram intensamente modificadas pela ocupação; ainda é possível observar espécies de vegetação natural, com predomínio de arbustos, gramíneas e árvores de portes variados.

As residências, habitualmente, são edificadas sobre aterros construídos em direção ao canal fluvial, cuja função é aumentar a extensão do terreno. No entanto, as obras são realizadas conforme as condições socioeconômicas de cada famílias, como consequência observa-se estruturas precárias e amplamente susceptíveis à ação erosiva das águas.

O padrão construtivo das moradias é variado ao longo da margem, pode-se afirmar, de modo geral, que há predomínio de padrões médio e baixo. Verifica-se, por meio de trincas e rachaduras nas estruturas, a movimentação do terreno marginal. Além disso, nota-se inúmeras cicatrizes e escorregamentos recentes que evidenciam a atividade erosiva.

5.6.2 Setor Censitário Código 431690705110018

O Setor Censitário 431690705110018 abrange uma área da porção central do bairro Urlândia. Apresenta população aproximada de 951 habitantes, deles, em torno de 30% tem idade inferior à 15 anos e superior à 65 anos; a renda mensal de 23% dos moradores é de até um salário mínimo; a taxa de analfabetos é pouco mais de 7%. As moradias sob ameaça totalizam 16%. O padrão construtivo das moradias é variado, porém a soma das variáveis analisadas resultaram em classe Muito Baixa (4).

A problemática de risco está associada à dinâmica fluvial do curso Sanga do Hospital, tributário da margem direita do arroio Cadena. Destaca-se o risco referente à inundação e à erosão marginal ao sul do Setor, sendo uma área urbanizada e densamente povoada.

A vegetação ciliar encontra-se muito reduzida em função da ocupação, restando espécies arbustivas, árvores de grande porte introduzidas pela população junto ao quintal das residências, ao longo das margens. As edificações estão localizadas muito próximas ao curso fluvial, com distância inferior à 5 metros.

Verifica-se que a interferência junto às margens ocorre de acordo com a condição socioeconômica dos moradores, individualmente. Obras de contenção, por toda a extensão do curso, são realizadas com materiais diversificados como concreto, tijolos, pneus, restos vegetais, madeira, rejeitos e lixo sólido.

A base de cada estrutura depende do conhecimento técnico, ou ausência dele, e do capital disponível no emprego da obra. Isto determina a deficiência na contenção das margens, tornando-as ainda mais susceptíveis ao processo erosivo devido à desestabilização do material constituinte.

Os eventos de inundação são frequentes em períodos de pluviosidade elevada. O risco eleva-se à medida que as moradias encontram-se mais próximas às margens; o extravasamento das águas é resultado, também, do assoreamento do canal em consequência do acúmulo de material sólido no leito fluvial.

O material sólido, constituído de lixo e restos vegetais, obstrui o canal principalmente junto às pontes, ocasionando o barramento do fluxo, intensificando as inundações à montante. O número de residências atingidas é reduzido, porém os terrenos e as vias de circulação são comumente invadidos pelas águas.

5.6.3 Setor Censitário Código 431690705110019

O Setor Censitário 431690705110019 encontra-se imediatamente paralelo ao Setor anterior. As características físicas e populacionais são muito semelhantes, assim como as situações de risco relacionadas à Sanga do Hospital. Sua população soma 811 pessoas, em torno de 29% possui idade superior à 65 anos e inferior à 15 anos; 23% tem renda mensal de até um salário mínimo; a taxa de pessoas analfabetas é de aproximadamente 6%. Sob ameaça de erosão marginal e de inundações encontram-se 12% do total de moradias do Setor.

Neste setor, grande parte da extensão do curso d'água é ocupada em apenas uma das margens. A margem direita em direção montante é totalmente ocupada, enquanto a margem esquerda é, apenas, em parte. Existe extensa área desabitada que pertence à indústrias da região.

As vias de circulação, em parte, são calçadas, contudo, muitas delas transversais ao canal fluvial não apresentam nenhum tipo de calçamento.

As moradias encontram-se muito próximas ao canal, cuja distância é inferior à 5 metros. Em direção a montante, o padrão construtivo das moradias diminui consideravelmente, havendo predomínio de padrões baixos e muito baixos, resultando em classe de padrão urbano-construtivo Muito Baixa (4). As moradias são caracterizadas por uma área construída inferior à 50 m², com acabamento precário ou inexistente; o material utilizado nas construções variam entre recicláveis, madeira e alvenaria; certas vias não apresentam calçamento/pavimentação e a rede de esgoto doméstico/pluvial é ineficiente ou até mesmo inexistente.

Vale ressaltar que, o padrão construtivo das moradias analisados e mencionados, de forma geral, corresponde às características construtivas das moradias que encontram-se nas proximidades dos canais fluviais, ou seja, não equivalem às características do setor como um todo.

Existem locais em que a vegetação é inexistente, cujo desmatamento ocorreu em função da ocupação pelas moradias ou, ainda, pela construção de vias de circulação. O risco está associado tanto à erosão marginal quanto à inundações, contudo, os processos não ocorrem de forma generalizada ao longo das margens, verificam-se problemas em pontos restritos, conforme a susceptibilidade e as características de cada local.

Encontram-se obras edificadas rente ao curso, ou seja, a margem natural foi totalmente modificada e substituída pela construção. A intervenção e a contenção junto ao terreno marginal são realizadas conforme a condição socioeconômica de cada família, portanto, verifica-se diferentes formas de ação.

As moradias mais afetadas pela processo de erosão marginal são aquelas em que obras estruturais são inadequadas ou existentes (aterros ou muros de contenção). As ruas sem calçamento cuja extensão termina junto ao curso, também são atingidas pela erosão.

O processo erosivo é intensificado pela sobrepeso causado por cargas depositadas ao longo das margens. Geralmente, a carga corresponde aos aterros lançados e à depósitos de lixo próximos ou sobre os terrenos marginais.

No local verifica-se grande volume de lixo sólido lançado no canal fluvial (Figura 67). Muitos moradores utilizam parte do lixo doméstico como matéria prima para a construção de aterros, corroborando para o assoreamento do curso. Este material sólido transportado pela corrente, ao encontrar obstáculos ao longo do canal, ocasiona o barramento das águas, intensificando as inundações à montante.

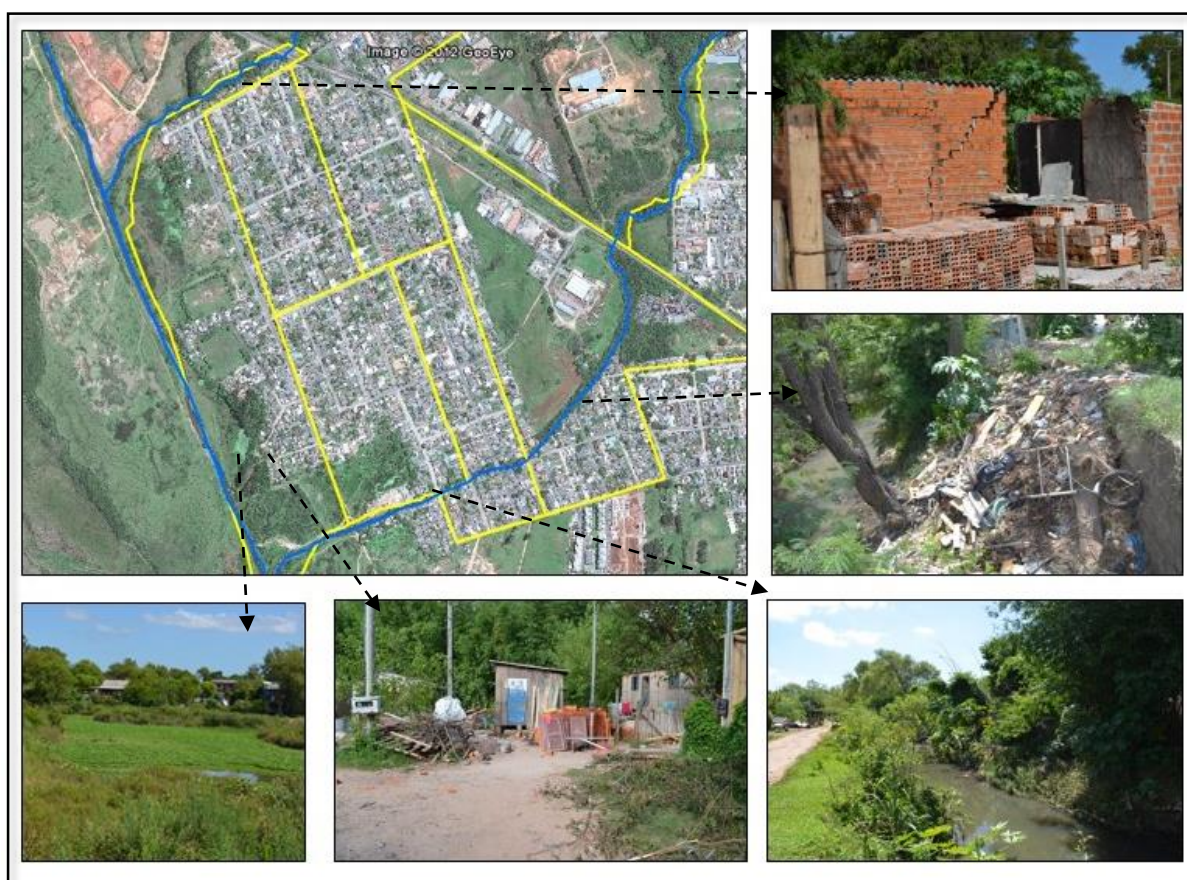


Figura 67: Ocupação e situações de ameaça e risco junto aos Setores Censitários 431690705110014, 431690705110018 e 431690705110019, região administrativa Sul. Fonte trabalhos de campo, março de 2014.

5.6.4 Setor Censitário Código 431690705110010

O setor Censitário 431690705110010 apresenta uma população de aproximadamente 1584 pessoas; destas, 33% tem idade superior à 65 anos e inferior à 15 anos, o que indica um número expressivo de pessoas vulneráveis no que se refere à faixa etária. No que tange à renda da população, em torno de 34% das pessoas maiores de 10 anos tem rendimento mensal de até um salário mínimo; a taxa de analfabetismo desta faixa etária ultrapassa 7%.

O número total de domicílios é em torno de 456, destes, 12% encontra-se em área de ameaça. O padrão urbano-construtivo foi classificado como sendo Classe 3 (Baixo) caracterizado por moradias de reduzida área, edificadas com material misto (alvenaria, madeira ou reciclado); por inúmeras vias sem calçamento e/ou pavimentação; por uma ocupação desordenada ou até mesmo irregular da área; por uma rede de doméstico/pluvial deficiente,

cujas tubulações convergem, muitas vezes, em direção ao curso d'água. O lixo doméstico é coletado pelo sistema de coleta municipal, apesar de parte ser lançado junto ao canal fluvial.

No local a superfície é plana, com declividade em torno de 2%, apresentando susceptibilidade à processos de inundação. As áreas que compõem as planícies de inundação são zonas saturadas, onde o lençol freático encontra-se muito próximo à superfície. Em função disso, as águas da chuva são facilmente acumuladas mesmo em episódios de curta duração.

O avanço da ocupação local é evidente pelo número de habitações em construção, e pelos aterros depositados na planície fluvial. O depósito desordenado de materiais de aterro pode modificar drasticamente o sistema natural de infiltração da drenagem local. No entanto, por haver lotes desocupados, sem construções e sem impermeabilização do solo, a infiltração das águas pluviais acontece facilmente, o que diminui o risco de inundação nas adjacências.

O curso d'água, que corta a porção sul do Setor, é tributário da bacia do Arroio Cadena, e apresenta uma lâmina d'água muito rasa com apenas poucos centímetros (em condições pluviométricas normais). A área apresenta baixa susceptibilidade à inundação, no entanto, o avanço das moradias em direção ao canal fluvial pode indicar a existência de problemas futuros.

A mata ciliar apresenta-se degradada, principalmente nos locais em que a ocupação ocorre mais próxima ao tributário. Em função das modificações junto às margens, o canal está sofrendo amplo processo de assoreamento por materiais de aterro, transportados pelo escoamento superficial, e pelo e lixo doméstico lançado diretamente em seu interior.

5.6.5 Setor Censitário Código 431690705110005

O Setor Censitário 431690705110005 possui, aproximadamente, 911 habitantes, destes, 32% tem idade superior à 65 anos e inferior à 15 anos; a taxa de alfabetização é de 6%; em torno de 26% dos moradores possui renda de até um salário mínimo; sob ameaça encontra-se 7% das moradias.

As situações de risco relacionadas aos processos fluviais acontecem em duas áreas do Setor: a oeste verifica-se ocorrência de inundações; ao norte é intenso o processo de erosão marginal. Em ambas as áreas a classe do padrão urbano-construtivo é Baixa (Classe 3), muitas moradias são as edificadas a partir de rejeitos de madeira e/ou material reciclado, totalizando pequenas áreas construídas, sem ou com acabamento precário.

Inundações (porção oeste do Setor) acontecem a partir da elevação do nível da micro drenagem que cruza à área. Tal drenagem compõem-se de pequenos leitos fluviais ou caminhos preferenciais do escoamento superficial. Em função do encontro dos canais e da diferença de declividade do terreno, forma-se um polígono de inundação em que a água atinge cinco moradias. O esquema representativo foi elaborado a partir da descrição dos moradores conforme o nível máximo atingido pelas águas.

Na porção norte do Setor, verificam-se processos ativos de erosão marginal em importante tributário do arroio Cadena. Somente a margem esquerda é densamente ocupada; a vegetação natural é quase inexistente, predominam arbustos e gramíneas, porém, existem árvores de grande porte. Por encontrarem-se muito próximas às margens, o material basal que sustenta essa vegetação de grande porte é, muitas vezes, retirado pela força da corrente fluvial, exposta as raízes as árvores tombam facilmente para dentro do canal.

O grau de modificação da margem ocupada é intenso, existem inúmeros aterros em direção ao leito fluvial, construídos para aumentar o terreno (pátio) das moradias. Salienta-se que tais construções não obedecem nenhuma norma técnica adequada para a sustentação e a contenção do solo sendo, portanto, facilmente desestruturadas pelo fluxo (quando mais intenso) do canal fluvial.

Na área, o substrato é composto por materiais do Membro Passo das Tropas e por depósitos fluviais recentes que, segundo Maciel Filho (1990), pode oferecer problemas de ordem geotécnica como a baixa resistência às fundações. Isso acontece devido à presença de rochas impermeáveis que são susceptíveis à erosão assim como o saprolito que compõem as camadas superficiais.

A exposição do talude, de composição granulométrica predominantemente arenosa, torna as margens mais vulneráveis à erosão, favorecendo o assoreamento do curso. Esse processo tende a diminuir a profundidade da calha podendo, futuramente, ocasionar inundações.

Sedimentos inconsolidados são extremamente frágeis aos processos erosivos desencadeados pela vazão das águas no canal, principalmente em períodos de cheia, onde erosividade é potencializada (*op. cit.*). No trecho em que os processos erosivos são mais atuantes, o canal apresenta uma sinuosidade bastante acentuada, o que caracteriza a margem onde o material (solo/rocha) é desagregado pela força da água, e a outra onde existe a deposição deste material. Evidentemente, as moradias que estão localizadas junto à margem de desagregação estão muito mais susceptíveis ao risco de erosão.

É fundamental mencionar que, no trecho afetado, existe o estrangulamento da secção do curso d'água em vários pontos. O próprio material (solo, rocha, vegetação) desagregado das margens forma pequenas barragens naturais que represam temporariamente o fluxo, quando a força das águas rompe esse barramento, a capacidade de desagregação e transporte é acrescida significativamente.

No entanto, a situação é agravada em função da quantidade de resíduos sólidos descartados dentro do curso (Figura 68). Os aterros ultrapassam o limite da margem e diminuem a capacidade de vazão, o material desprendido e o lixo doméstico ficam acumulados dentro do canal e formam barreiras que impedem o percurso natural das águas.



Figura 68: Ocupação e situações de ameaça junto aos Setores Censitários 431690705110005 e 431690705110010, região administrativa Sul.

Fonte trabalhos de campo, março de 2013.

5.7 Setores que apresentam áreas sob ameaça - REGIÃO ADMINISTRATIVA CENTRO LESTE

As áreas sob ameaça estão localizadas em dois Setores: 431690705100008, que apresentou grau de vulnerabilidade Muito Alto (Grau IV); e o 431690705100009 cuja vulnerabilidade foi classificada como Alta (Grau III), ambos localizados junto ao bairro João Luiz Pozzobon (Figura 69).

As áreas sob ameaça estão relacionadas com os processos de dinâmica fluvial. São áreas em expansão urbana, que apresentam ocupação recente. As alterações nos terrenos para a construção de loteamentos residenciais têm provocado situações perigosas até então inexistentes.

5.7.1 Setores Censitários Códigos 431690705100008 e 431690705100002

Ambos os Setores Censitários estão inserido no bairro João Luiz Pozzobon à sudeste do perímetro urbano da cidade. A região apresenta expansão urbana recente, ainda encontram-se muitos condomínios e moradias sendo construídas, apresenta também espaços vazios (sem ocupação).

Contudo, a dinâmica fluvial proporcionada situações perigosas de inundação e erosão marginal. A área susceptível localiza-se entre as obras de loteamento e construção de moradias, o que, segundo os moradores, tem intensificado as ocorrências, devido ao barramento dos canais de drenagem pelo material de terraplanagem transportados pelo escoamento superficial.

No Setor Censitário 431690705100008 localizam-se em torno de 80 moradias (dados anteriores à construção/ocupação dos novos loteamentos), destas, em torno de 15 (19%) estão no polígono sob ameaça relaciona à dinâmica fluvial.

A população local totaliza 240 habitantes, o Setor apresenta em torno de 40% de pessoas com rendimento mensal de até salário mínimo; da população total, 36% tem idade superior à 65 anos e inferior à 15 anos; significativo é o percentual de pessoas analfabetas com 15 anos ou mais, cuja soma é quase 10%. Esses dados determinam a vulnerabilidade como sendo Grau IV (Muito Alta).

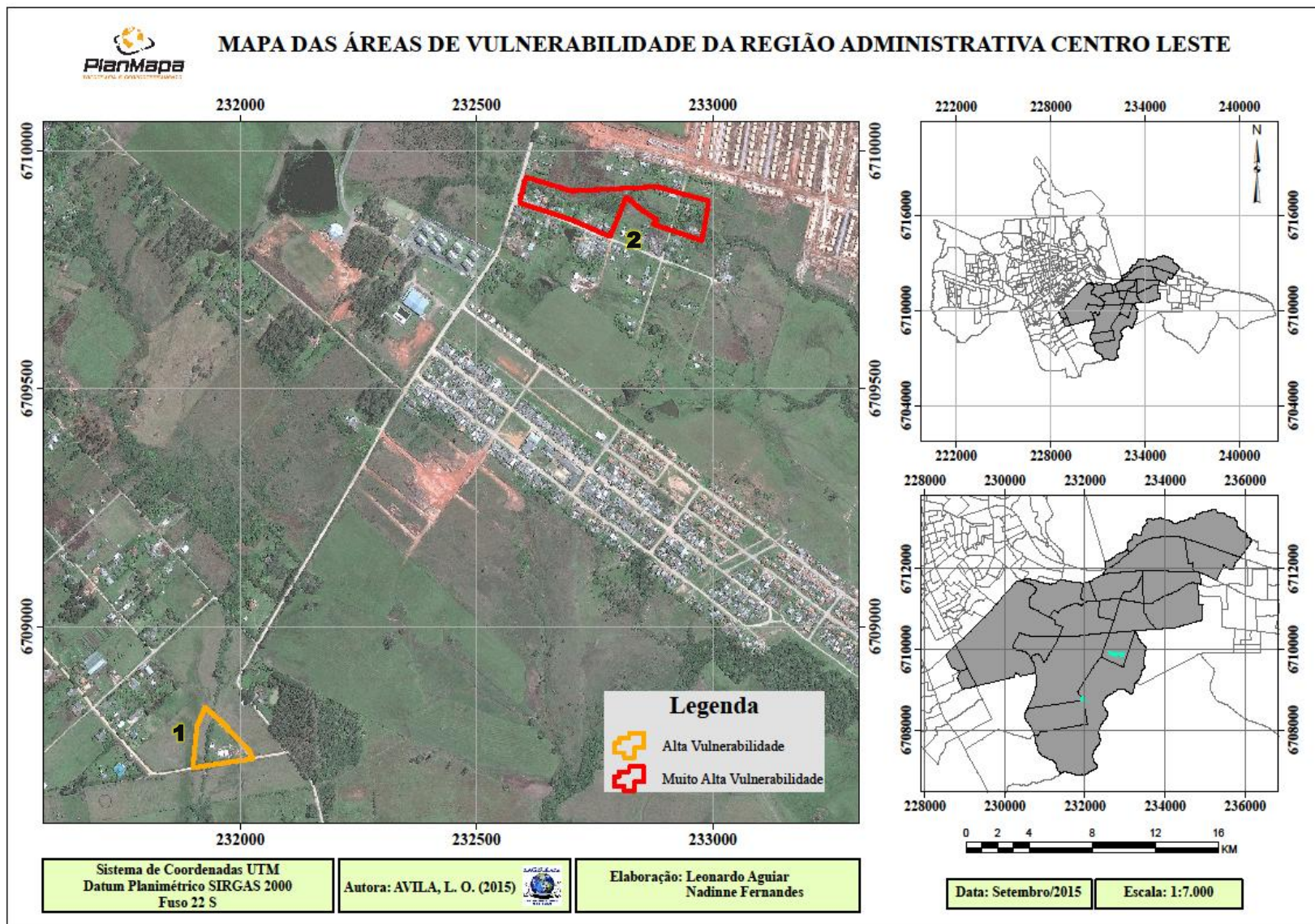


Figura 69: Áreas sob ameaça de processos de dinâmica fluvial, região administrativa Centro Leste. Os números indicam: 1 – Setor Censitário 431690705100002; 2 – Setor Censitário 431690705100008. Autora: Avila (2015).

No local, o risco está associado à inundações e erosão marginal. Encontram-se moradias próximas ao canal fluvial sujeitas, portanto, ao extravasamento das águas; o processo erosivo atua com menor intensidade devido, principalmente, pela presença de vegetação densa ao longo das margens. Estas ainda encontram-se preservadas, no que diz respeito à sua disposição original, o canal está praticamente livre da presença de lixo e de aterros.

O maior agravante quanto à situação de ameaça é a classificação do padrão urbano-constructivo, considerado Classe 3 (Baixa). Moradias apresentam, em sua estrutura, material recicláveis e madeira, com acabamentos precários facilmente desagregáveis sob episódios de inundação. Os dados censitários mostram uma população amplamente vulneráveis frente às significativas taxas de analfabetismo, de pessoas idosas e de crianças e, ainda, à baixa renda.

O Setor Censitário 431690705100002 apresenta população de 818 habitantes, destes, 35% possuem idade superior à 65 e inferior à 15 anos. A taxa de alfabetização é de aproximadamente 9% entre os moradores com mais de 10 anos; 38% dos moradores com idade superior à 10 anos possui renda mensal de até um salário mínimo.

O padrão urbano-constructivo das moradias da área sob ameaça é classificado como Classe 1 (Alta). As características atribuídas à esse padrão correspondem à construções de alvenaria, de edificação recente, com acabamento adequado e área construída superior à 100 m². No local não existe rede de esgoto doméstico e fluvial devido à ocupação ainda em fase de expansão, a mesma situação explica a ausência de pavimentação das vias. O percentual de moradias sob ameaça é baixo, em torno de 2%. Classificou a vulnerabilidade como sendo Grau III (Alta).

Devido à data da imagem (2012), as alterações do terreno e as novas moradias não constam na Figura 69, junto ao Setor 431690705100002. Imagens DigitalGlobe via Google Earth Pro datadas de 2015, já apresentam as modificações na área e a presença de novos loteamentos residenciais, como mostra a Figura 70.

Na grande maioria da área abrangida por este setor não existe riscos relacionados à inundação ou à erosão marginal. No entanto, trata-se de um espaço em que a ocupação está em ampla expansão devido, principalmente, à criação de novos loteamentos residenciais.

A área é apresenta um canal fluvial de pouca profundidade e largura, no entanto, ao sul, junto à obras de loteamento, moradias e a principal via de acesso são frequentemente atingidas por inundações. Obras (construção de residenciais) à montante produzem grande quantidade de sedimentos que são transportados pela corrente fluvial, cujo canal, assoreado e com tubulação obstruída, não consegue dar vazão ao fluxo.

Para a ocupação dos terrenos a vegetação ciliar foi amplamente retirada, fato que, juntamente com a construção de aterros, deixou as margens expostas e ainda mais susceptíveis aos processos erosivos. Portanto, a situação de risco foi tende à se agravar com o avanço da ocupação desordenada.



Figura 70: Ocupação e situações de ameaça junto à região administrativa Centro-Leste. Em ‘A’ e ‘B’ verifica-se as condições das margens fluviais e o padrão construtivo junto ao Setor 431690705100008; em ‘C’ e ‘D’ o avanço da ocupação em relação ao ano de 2012 junto ao Setor 431690705100002. Fonte: Trabalhos de campo, novembro de 2014.

5. 8 Setores que apresentam áreas sob ameaça - REGIÃO ADMINISTRATIVA LESTE

As áreas sob ameaça que estão inseridas nos Setores 431690705090011 e 431690705090012, classificam-se como vulnerabilidade Graus IV e III, respectivamente, ambos localizados junto ao bairro Camobi. As situações de ameaça estão relacionadas com erosão fluvial e inundações, processos que ocorrem junto à microdrenagem (Figura 71).

5.8.1 Setores Censitários Códigos 431690705090011 e 431690705090012

Estes Setores Censitários estão inseridos na unidade habitacional Cohab Fernando Ferrari junto ao bairro Camobi, região leste do perímetro urbano. Ambos apresentam características muito semelhantes, são áreas adensadas sob ameaça de dinâmica fluvial, afetadas por erosão marginal e inundações. As variáveis indicadoras de vulnerabilidade encontram-se na Tabela 12.

Tabela 12: Variáveis indicadoras de vulnerabilidade

<i>Código do Setor</i>	<i>Nº de pessoas residentes</i>	<i>Taxa de analfabetismo</i>	<i>% de idosos e crianças</i>	<i>% com rendimento de até 1 salário mínimo</i>	<i>Classe Padrão urbano- construtivo</i>	<i>% de moradias sob ameaça</i>
431690705090012	905	4,5	27	25	8	22
431690705090011	790	2	28	16,5	8	11

Autora: Avila (2015).

Em ambos os Setores a situação perigosa está associada às inundações e aos processos de erosão marginal, ou seja, a população atingida reside ao longo do canal fluvial. No local existem registros de ocorrências destes eventos, além disso, os sinais de movimentação das margens são evidentes e, ainda, relatos dos moradores comprovam a sua periodicidade.

As margens fluviais encontram-se intensamente alteradas pela ocupação. As características da intervenção/alteração variam de acordo com a condição socioeconômica de cada família, ou seja, obras são realizadas conforme a possibilidade e o alcance econômico dos moradores.

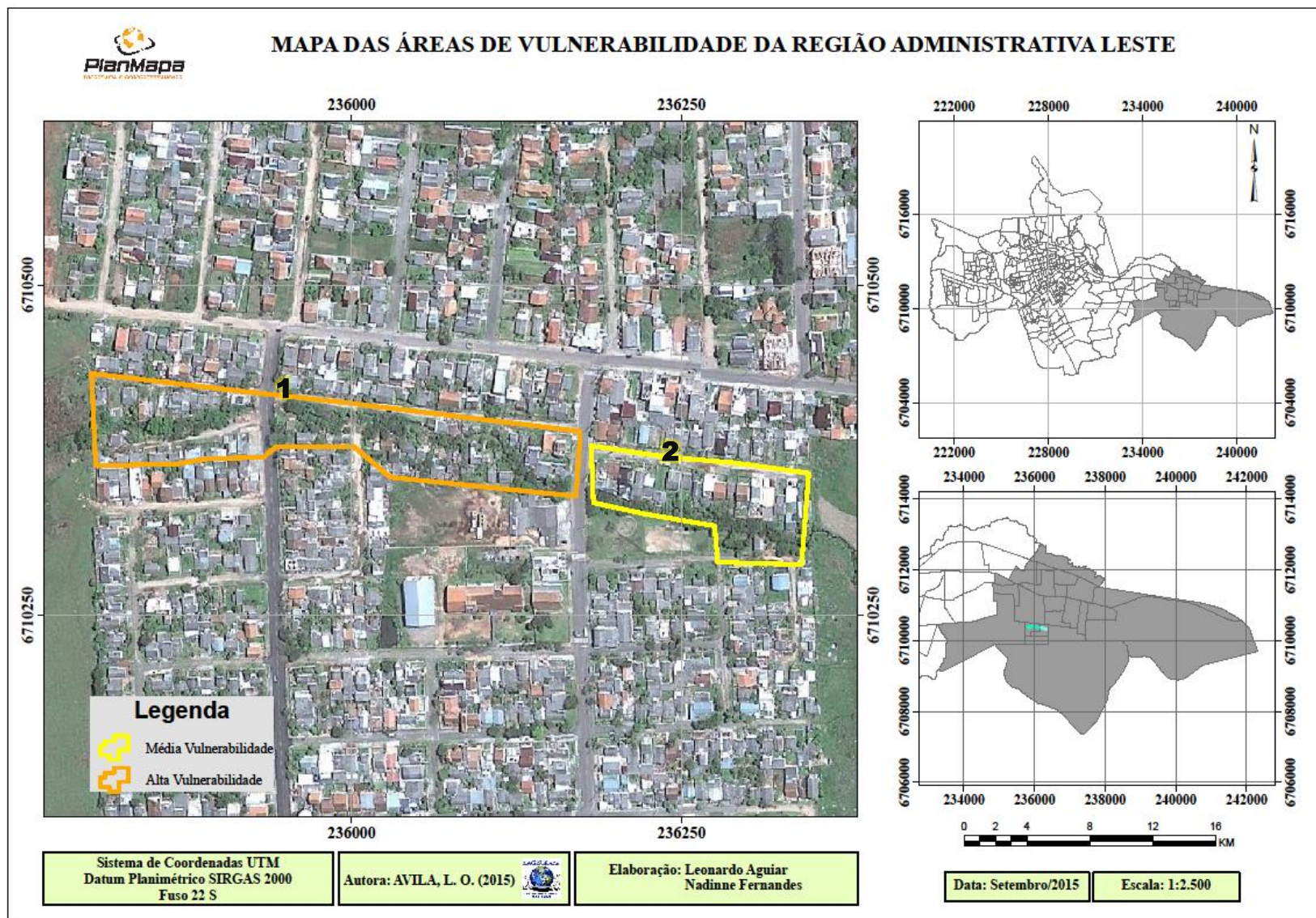


Figura 71: Áreas sob ameaça de processos de dinâmica fluvial, região administrativa Leste. Os números indicam: 1 – Setor Censitário 431690705090012; 2 – Setor Censitário 431690705090011. Autora: Avila (2015).

Encontram-se moradias construídas muito próximas às margens (menos de 5 metros), diante do processo erosivo a contenção dos terrenos é realizada com diversas estruturas e materiais como pneus, rochas, restos vegetais, concreto, rejeitos da construção civil, entre outros. O plantio de vegetação de variados portes é uma técnica muito utilizada para a contenção das margens.

No canal e nas adjacências existem depósitos de lixo, verifica-se grande quantidade de entulho lançado nas margens. Acredita-se que os moradores utilizam esse material com o intuito de conter o avanço da erosão ou, até mesmo, de servir de barramento para as águas. Contudo, como esse material é apenas lançado de forma desestruturada para o interior do curso, acelera a erosão ao imprimir maior peso sobre às margens e provoca o assoreamento do canal.

Registrou-se locais em que as margens naturais foram substituídas por muros ou pelas próprias residências, ou seja, não existe espaço entre o leito e as construções, as obras estão edificadas dentro do curso d'água. Águas servidas e esgoto pluvial convergem para o interior do canal fluvial, parte da tubulação encontra-se obstruída por sedimentos e lixo, o que dificulta o fluxo da corrente em períodos de precipitação mais intensa agravando, assim, as inundações à montante.

Parte de muros e cercas tombaram com a força erosiva das águas que retira o material basal das margens, desestabilizando as camadas superiores do solo. O material em colapso provoca barramentos que, juntamente com inúmeras pontes construídas pelos moradores, obstrui o canal. Nestes locais, predomina padrões construtivos Classe 3 (Baixa), são estruturas de pequenas áreas, edificadas a partir de material misto (madeira, alvenaria, material reciclado), com acabamento precário ou inexistente, ainda apresenta vias sem pavimentação/calçamento.

A situação pode ser considerada de risco em função de inúmeros fatores como os processos de dinâmica fluvial ativos/intensos (susceptibilidade); as moradias construídas muito próximas e/ou junto às margens; intervenções antrópicas intensas e inadequadas e elevado grau de vulnerabilidade (Figura 72).



Figura 72: Ocupação e situações de ameaça junto aos Setores Censitários 431690705090011 e 431690705090012. Em ‘A’ e ‘C’ verifica-se o padrão construtivo das moradias (muito baixo); em ‘B’ alteração completa da margem pela ocupação; em ‘D’ é possível observar a erosão e solapamento da margem. Fonte: trabalhos de campo, novembro de 2014.

5.9 Setores que apresentam áreas sob ameaça - REGIÃO ADMINISTRATIVA NORDESTE

As áreas sob ameaça e risco estão inseridas em Seis Setores Censitários. Destes, 4 apresentam processos de dinâmica de encostas (movimentos de massa) e os demais apresentam problemas relacionados à dinâmica fluvial. Os Setores com as respectivas áreas estão localizados junto aos bairros Km 3, Itararé e Menino Jesus.

As áreas sob ameaça de movimentos de massa, junto às encostas do planalto, foram classificadas como graus de vulnerabilidade Alto e Muito Alto; as áreas sob ameaça de inundações e erosão fluvial foram classificadas como graus Baixo e Médio (Figura 73).

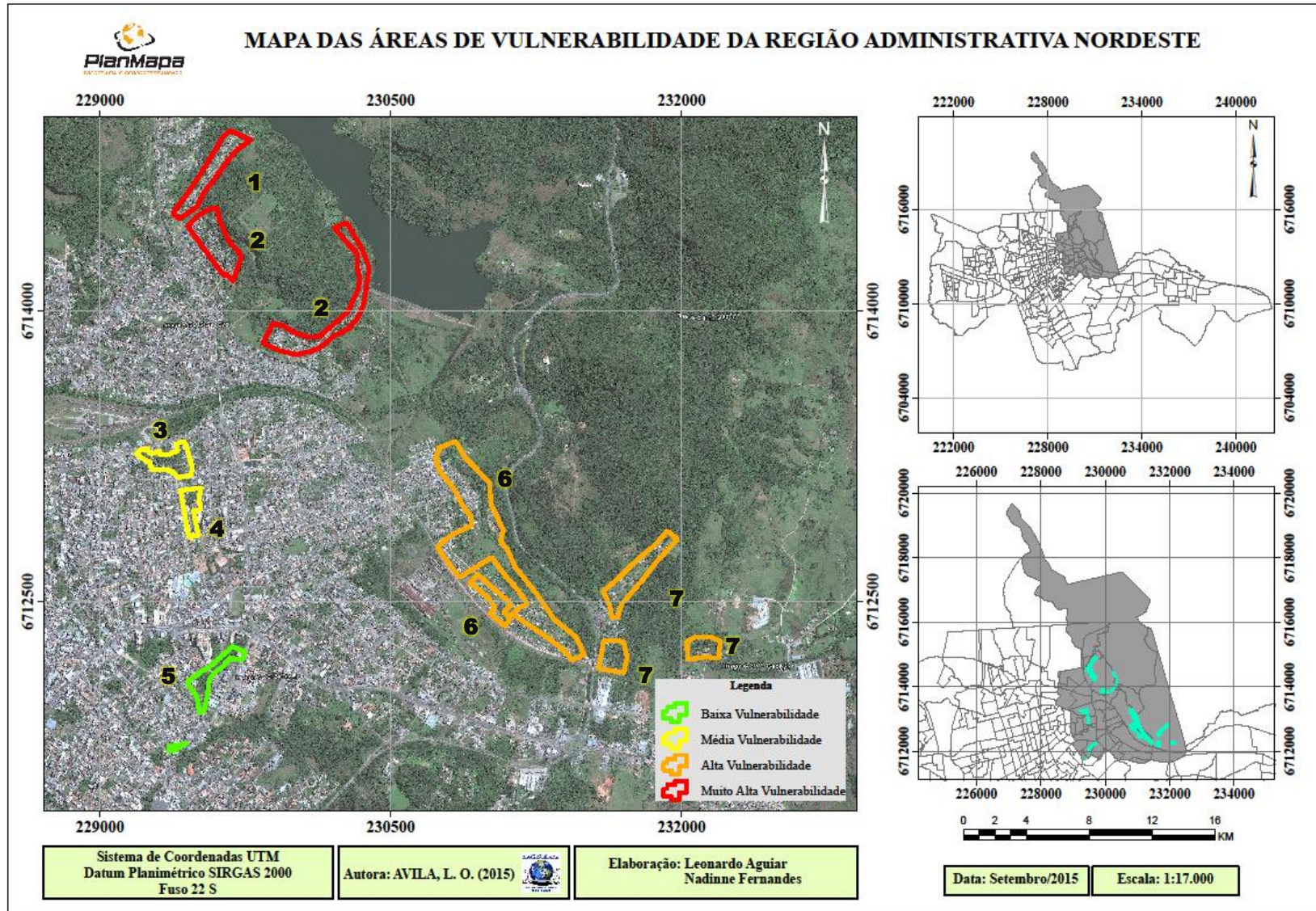


Figura 73: Áreas sob ameaça de processos de dinâmica fluvial, região administrativa Nordeste. Os números indicam: 1 – Setor Censitário 431690705080035; 2 – Setor Censitário 431690705080021; 3 – Setor Censitário 431690705080005; 4 – Setor Censitário 431690705080004; 5 – Setor Censitário 431690705080026; 6 – Setor Censitário 431690705080022; 7 – Setor Censitário 431690705080036. Autora: Avila (2015).

5.9.1 Setor Censitário Código 431690705080021

O Setor Censitário número 431690705080021 está inserido no bairro Itararé, porção norte do perímetro urbano. No local, a ocorrência de desastres está relacionada à dinâmica das encostas, cuja ocupação ocorre nas vertentes sul, leste e oeste do Morro Cechela. Na porção oeste situa-se a unidade habitacional Vila Bela Vista e, na porção sul, localiza-se a unidade habitacional Vila Nossa Senhora Aparecida.

O Morro Cechela é considerado como um Morro Testemunho, situado na área de transição entre o Planalto e a Depressão Periférica, evidenciando a ação erosiva que propiciou o recuo da antiga posição do planalto. A origem da ocupação local está associada à presença de antiga pedreira que foi desativada na década de 70. Logo após a extinção das atividades de extração, a infraestrutura abandonada possibilitou a construção de moradias, muitas irregulares, ocupadas em sua maioria, por famílias de baixa renda.

O Setor Censitário número 431690705080021 apresenta em torno de 1.100 moradores. Deles, 25% com idade superior a 10 anos possui renda de até 1 salário mínimo; aproximadamente 6% da população acima de 15 anos é analfabeta; e 35% dos moradores são mais vulneráveis devido à idade inferior a 15 e superior a 65 anos.

No que refere-se a Classe Padrão Urbano-construtivo, o cruzamento dos dados mostrou Classe 3 (Baixa), caracterizada por moradias, em sua maioria, com dimensões inferiores à 100 m², por apresentar edificações com material misto e/ou madeira, com acabamento precário ou faltante; por uma rede de águas servidas e de escoamento pluvial inexistente ou deficiente; e ainda por vias sem pavimentação adequada. Das 311 habitações existentes no Setor, em torno de 60 delas (19%) encontram-se em área sob ameaça de movimentos de massa, principalmente escorregamentos e queda de blocos. O grau de vulnerabilidade foi considerado Muito Alto.

Verifica-se os taludes foram amplamente modificados para a edificação das moradias. Cada morador, conforme a sua condição econômica e sua capacidade de intervenção adequam o terreno para as construções. No entanto, na maioria dos casos, essa intervenção é feita precariamente, sem orientação e acompanhamento técnico necessário, expondo o talude/aterro aos movimentos de massa.

Nos primeiros patamares da encosta, onde a declividade é menos acentuada, as moradias foram construídas sem grandes alterações no terreno. A condição socioeconômica dos moradores é maior, em comparação àqueles que ocupam os patamares superiores. Devido à

essas condições favoráveis de ocupação não verifica-se grandes situações de risco, apenas pequenos escorregamentos isolados ao longo da via.

Moradias apresentam muros com base construtiva adequada, com estrutura de contenção pertinente junto aos taludes. No entanto, verifica-se aterros com material heterogêneo (solo, rocha, rejeitos, restos vegetais), pouco consolidado e contenções precárias que favorecem a movimentação principalmente em períodos de pluviosidade intensa, quando o escoamento superficial tende a desgastar, deslocar e retirar este material.

Em direção aos patamares superiores, a declividade aumenta e, portanto, os sinais de movimentação são mais evidentes. Residências encontram-se muito próximas à encosta, o padrão construtivo é mais baixo (em relação aqueles encontrados no patamar inferior), as vias não apresentam calçamento nem sistema de escoamento pluvial. São evidentes as cicatrizes de movimentos de massa anteriores e recentes principalmente junto às vias de circulação. Existem, nesta área, árvores de grande porte, cuja inclinação evidencia a movimentação do terreno, podendo tombarem sobre as moradias.

Nas áreas mais elevadas em direção ao topo do morro, verifica-se um padrão construtivo baixo e muito baixo, as moradias são construídas muito próximas aos taludes tanto superior quanto inferior. Os aterros são construídos com material variado como blocos irregulares de rochas, rejeitos da construção civil, madeira e solo.

A precariedade dessas fundações aumenta o risco de movimentação. Cicatrizes de escorregamentos são evidentes, verifica-se blocos de rochas expostos e rolados das áreas mais elevadas, ainda que não tenha ocorrido nenhum acidente grave, a situação de risco pode ser agravada à medida que intervenções inadequadas sejam acentuadas.

Devido à ocupação e às intensas modificações realizadas em toda a encosta, o escoamento superficial ganha velocidade em direção às áreas mais baixas e, pela ausência de um sistema de captação adequada, causa danos às residências ao carrear solo e rocha ao longo do percurso.

A situação de vulnerabilidade também é acentuada no Setor Censitário número 431690705080021 onde situa-se a unidade habitacional Vila Nossa Senhora Aparecida junto à porção sul do Morro Cechela.

Verifica-se uma via principal de acesso que, cuja construção, formou dois patamares diferentes na encosta. A via principal, e as ruelas que compõem o pequeno sistema viário local, não apresenta calçamento, tampouco rede de escoamento pluvial. As construções estão localizadas acima (talude de corte superior) e abaixo (talude de corte inferior) da rua principal.

O talude superior (em relação à via) caracteriza-se por uma declividade acentuada (acima de 30%), por modificações decorrentes da ocupação (principalmente cortes e aterros), por uma vegetação nativa abundante e variada, por locais com solo/rocha exposta e por movimentos de massa ativos. As intervenções no terreno estão de acordo com a condição socioeconômica de cada morador, sendo assim, os aterros são construídos com materiais variados e pouco coesos, imprimindo maior instabilidade ao terreno.

Encontra-se, ao longo da encosta, quantidade de fragmentos e blocos de rocha (depósitos coluvionares) sobre arenito alterado e solo residual. Essas características geotécnicas são favoráveis à erosão e aos movimentos de massa. A rocha alterada e o solo residual são facilmente transportados talude abaixo pela ação das águas e/ou gravidade, além disso, os blocos rochosos perdem a base de sustentação, podendo deslizar sobre as residências ou sobre as vias.

Os aterros junto ao talude de corte são estabelecidos a partir de matéria-prima diversa, principalmente, rejeitos de construção, lixo, restos vegetais, blocos de rocha e solo. Diferenças de estrutura e permeabilidade dos materiais construtivos, são, muitas vezes, responsáveis pela desestabilização da estrutura frente à presença de água. A percolação do escoamento sub superficial ocorre facilmente pelos materiais pouco coesos e muito permeáveis, ao encontrar as camadas mais resistentes de solo/rocha o fluxo adquire maior volume e velocidade, destruindo as camadas superiores.

O grau de susceptibilidade é elevado em função da declividade acentuada da encosta; o perigo existe pela interferência e alterações antrópicas através da ocupação, pela evidência de movimentação do terreno através de cicatrizes de escorregamentos e de processos ativos. Corroboram ainda, a pluviosidade intensa em certos períodos frente à ineficácia/inexistência de uma rede de escoamento pluvial, e a umidade decorrente do lançamento das águas servidas de muitas residências diretamente sobre o talude.

5.9.2 Setor Censitário Código 431690705080035

O Banco de Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) não apresenta dados sobre o Setor Censitário número 431690705080035. Todos os campos referentes ao Censo Demográfico de 2010 estão em branco ou nulos.

Mesmo sem as variáveis socioeconômicas indicadoras de vulnerabilidade, acreditou necessário apresentar as características da área sob ameaça e a classificação conforme o padrão urbano-constutivo das moradias. Trabalhos de campo revelaram elevada susceptibilidade aos processos causadores de desastre devido às condições da encosta e à ocupação desordenada.

O padrão urbano-constutivo das moradias foi classificado como Classe 4 (Muito Baixa), caracterizada por habitações com infraestrutura precária, por vias sem calçamento, pela ausência de serviços urbanos básicos. No que se refere ao número de moradias, através de imagens de satélite de alta resolução, verificou-se em todo o setor aproximadamente 50 moradias, destas, pelo menos 34 (quase 70%) estão em área afetada pela dinâmica da encosta.

As construções estão localizadas muito próximas ao talude, cujas bases estão sobre aterros, em sua maioria, construídos com material pouco conciso, sem estrutura e contenção adequadas (Figura 74). Verificam-se cicatrizes de escorregamentos recentes ao longo de toda área, a inclinação da vegetação e as trincas nas construções evidenciam processos de movimentação de massa ativos.

Os movimentos de massa verificados ocorrem no talude de corte da via principal, não apresentam grande volume de material, contudo, pela proximidade das residências, causam algum tipo de dano (queda de muros, trincas nas residências, perda de solo, depósito de material na via e nas moradias). A contenção dos terrenos, quando existe, é realizada, principalmente, com o uso de pneus e madeira, poucos moradores tem capacidade de efetuar contenções mais estruturadas tipo muros de concreto.



Figura 74: Ocupação e situações de ameaça junto aos Setores Censitários 431690705080021, 431690705080035, região administrativa Nordeste. Verifica-se os diferentes modos de interferência junto às encostas, e o padrão construtivo precário das moradias. Fonte trabalhos de campo, novembro de 2014.

Observa-se a presença de umidade resultante, principalmente, de águas servidas lançadas diretamente no talude ou nas vias e, ainda, de vazamentos existentes na tubulação. O sistema de drenagem de esgoto doméstico é bastante ineficiente frente à precariedade em que é implantado, ou seja, os próprios moradores organizam, de acordo com a situação socioeconômica de cada um, pequenas redes de tubulação. Assim, a ação das águas lançadas/vazadas pode causar a desestabilização do terreno.

5.9.3 Setor censitário Código 431690705080036

O Setor Censitário número 431690705080036, engloba parte do bairro Km 3 localizado na porção oeste do perímetro urbano de Santa Maria, abrangendo as margens do rio Vacacaí Mirim e o Rebordo do Planalto Central em direção aos terrenos mais elevados. As áreas susceptíveis aos desastres localizam-se junto às unidades residenciais Vila Bilibio e Vila Favarin, ambas contempladas pelo mesmo setor. Na primeira, a ameaça está relacionada aos processos de dinâmica de encosta (movimentos de massa); na segunda os processos atuantes são vinculados à dinâmica fluvial (inundações e erosão marginal).

O grau de vulnerabilidade foi considerado Alto nas áreas susceptíveis neste setor. No local residem em torno de 600 pessoas, destas, 35% são maiores de 65 anos e menos de 15 anos, portanto, mais vulneráveis; 6% dos moradores maiores de 15 anos são analfabetos; do total de moradores maiores de 10 anos, 35% tem renda de até 1 salário mínimo. Cerca de 43%, das 160 moradias localizadas no Setor, está sob ameaça de desastres.

Do ponto de vista do padrão urbano-constructivo, a maioria das moradias (ou domicílios), situada junto às áreas sob ameaça, está inserida na Classe 3 (Baixa). Essa situação caracteriza-se pela ocupação desordenada dos terrenos próximos ao rio Vacacaí Mirim e junto às encostas do planalto; por residências de tamanho inferior à 50 m², construídas com madeira, material misto ou até mesmo reciclado, cujo acabamento é precário ou inexistente; por vias sem pavimentação e por uma rede de águas servidas precária.

A susceptibilidade às inundações no local fundamenta-se através da Carta Geotécnica de Maciel Filho (1990) que estabelece a inadequação da ocupação das áreas com declividade inferior a 2% ao longo dos canais de drenagens, devido à presença de depósitos fluviais e lençol freático próximo à superfície, definidas pelas planícies de inundação. Maciel Filho determina esta área como sendo geotecnicaamente instável e não adequada ao uso.

Outro fator que estabelece a susceptibilidade no local é a distância das moradias do curso d'água. Algumas delas encontram-se a menos de 10 m do leito do rio Vacacaí Mirim, enquanto o Código Florestal brasileiro institui que a distância mínima para a ocupação em planícies fluviais é de 30 m. No entanto, o texto do novo Código Florestal Brasileiro (2012) descreve que havendo Área de Preservação Permanente (APP) consolidada em rio de até 10 m de largura, reduz-se a área *non-edificandi* (que não poderia ser construída) para 15 m.

A existência de uma ponte que faz a ligação entre as comunidades da Vila Bilibio e da Vila Favarin corrobora, em parte, para os eventos de inundação. As bases (pilares) da

construção retém lixo, restos de vegetação e sedimentos transportados pela corrente, ocasionando, portanto, o barramento das águas que extravasam a calha à montante.

Neste local, o rio Vacacaí Mirim apresenta margens com pouca altura, característica esta que facilita o transbordamento do fluxo d'água para o exterior da calha. A inundação, conforme moradores, costuma atingir as residências localizadas junto à margem direita do rio, onde o terreno é mais plano e a água tem maior facilidade de escoamento. Pode-se associar a diminuição da profundidade do leito ao assoreamento provocado pelas alterações antrópicas, principalmente o que diz respeito à alteração das margens para a ocupação.

Trechos do leito do rio contém intensa vegetação arbustiva de pequeno/médio porte que, juntamente com bancos de sedimentos, contribui para o barramento das águas em períodos de pluviosidade elevada.

É necessário ressaltar, que juntamente com o fluxo das águas, é trazido grande volume de lixo das áreas à montante do curso que corta boa parte da área urbana do município. Assim, o acúmulo de lixo associado às condições naturais da vegetação e à morfologia fluvial, contribui para a ocorrência (ou intensificação) das inundações.

A ocupação da encosta acontece através de intensas intervenções nos taludes para possibilitar a construção das moradias. Na área, verifica-se a ocupação em três patamares diferentes da encosta. As características geológicas corroboram para a ocorrência dos movimentos de massa no local, principalmente o que tange a presença de depósitos coluvionares, devido a heterogeneidade de estrutura e de espessura do material coluvionar, proporcionando maior instabilidade ao terreno.

Áreas com declividades iguais ou superiores à 12 % são consideradas não adequadas à ocupação em função da suscetibilidade aos processos de dinâmica das encostas. Portanto, o terreno sobre as sequências da Formação Serra Geral tendem à instabilidade devido à sua declividade acentuada e não pela composição material propriamente dita.

Assim, os patamares superiores, devido à declividade elevada, estão susceptíveis ao movimentos de massa. A encosta apresenta declividades superiores a 30%, cujo substrato é composto por materiais coluvionares heterogêneos; partes da encosta foram modificadas para a ocupação, havendo inúmeros cortes que causaram a exposição do material rochoso em superfície. Alteração das vertentes, quando realizada sem a técnica necessária e adequada, desestabilizam o terreno que, juntamente com a retirada da vegetação, diminuem a sustentação dos blocos de rocha que, certamente, tendem à movimentação (Figura 75).



Figura 75: Ocupação e situações de ameaça de movimentos de massa, inundações e erosão fluvial junto ao Setor Censitário 431690705080036.
 Fonte trabalhos de campo, dezembro 2014.

São comuns escorregamentos do tipo planar ocorridos recentemente (à data da fotografia) envolvendo material superficial. Neste local a encosta foi modificada para a ocupação, onde houve plantio de bananeiras e vegetação arbustiva, no entanto, esta espécie não é indicada para a contenção dos taludes pois as raízes são pouco profundas e sofre facilmente efeito alavanca que, neste caso, desestabilizou ainda mais o terreno.

Neste ponto verifica-se a inclinação da vegetação indicando a instabilidade do talude. A percolação da água em subsuperfície favorece a movimentação desestabilizando as partículas

de solo/rocha, principalmente, no contato entre materiais de diferentes estruturas/texturas. Abatimento e trincas no terreno mostram que os movimentos podem continuar ocorrendo.

Devido à evidências de movimentação, famílias de 2 residências foram removidas e realocadas. No entanto, conforme moradores, as moradias desocupadas são frequentemente utilizadas por pessoas como abrigo para o consumo de drogas.

Os taludes junto à via de acesso aos patamares superiores apresentam declividades acentuadas (em torno de 30%). A realização de cortes e aterros para a construção de vias e moradias expõem o material rochoso, promove a remoção da vegetação e altera a condição estrutural do talude. Verifica-se sinais de movimentação recente que afeta diretamente ruas e residências. O material escorregado é, quase sempre, composto por blocos de rocha, solo e restos vegetais.

Em certos locais, ao longo dos patamares superiores, o risco está relacionado à presença de árvores de grande porte inclinadas no talude que, devido à movimentação do terreno, podem tombar sobre as residências.

5.9.4 Setor Censitário Código 431690705080022

O Setor Censitário número 431690705080022 localiza-se junto ao bairro Presidente João Goulart. No local, verifica-se susceptibilidade aos processos de inundação e de erosão de margens devido à proximidade das moradias ao leito do rio Vacacaí Mirim.

Das 28 moradias situadas no Setor, pelo menos dez estão em área sob ameaça de desastre, ou seja, quase 40%. Residem 87 pessoas, destas, 33% são mais vulneráveis devido à idade, ou seja, tem menos de 15 ou mais de 65 anos; em torno de 8% das pessoas acima de 15 anos são analfabetas e, 28% das pessoas maiores de 10 anos tem renda de até um salário mínimo.

A quantificação das variáveis responsáveis pela determinação do padrão urbano-construtivo resultou em Classe 3 (Baixa), caracterizada pela ocupação desordenada das áreas marginais do rio Vacacaí Mirim (Figura 76); por residências de tamanho inferior à 50 m², construídas com madeira, material misto ou até mesmo reciclado, cujo acabamento é precário ou inexistente; por vias sem pavimentação e por uma rede de águas servidas precária.



Figura 76: Ocupação e situações de ameaça e risco junto ao rio Vacacaí Mirim, Setor Censitário 431690705080022. Fonte trabalhos de campo, dezembro de 2014.

As características descritas determinam o Muito Alto Grau de vulnerabilidade. A susceptibilidade é determinada pela proximidade das moradias do canal fluvial. No local a drenagem apresenta canal pouco profundo, a largura do leito é de aproximadamente 8 m, as margens apresentam pouca altura, no máximo 2 m. Entre a margem e as residências existe uma via (sem calçamento) que encontra-se, praticamente, no mesmo nível do leito. Pesquisa oral com moradores e notícias de jornais locais mostraram que as inundações são muito frequentes, quando em períodos de pluviosidade elevada.

O processo de erosão marginal é menos intenso, tendo em vista a pouca altura das margens. Verifica-se a atuação das águas fluviais junto às margens através da retirada e do

transporte de material (solo e rocha), deixando cicatrizes de escorregamento pouco profundas e expondo as raízes da vegetação. Portanto, apesar da existência desse fenômeno, sua baixa magnitude, de forma geral, quase não imprime risco à população.

A vegetação é abundante e variada junto à margem esquerda, porém, junto à margem direita, devido à ocupação, a vegetação nativa é menos já está muito degradada. Verifica-se, ainda, algumas árvores de grande porte e vegetação rasteira. As águas servidas são, em quase o trecho ocupado, lançadas diretamente no canal, mas, verifica-se pouca quantidade de lixo.

É comum a expansão dos terrenos, através de aterros, para dentro do canal. As inundações atingem cotas que podem ser verificadas, principalmente, pelo material (lixo e restos vegetais) transportado pela corrente que fica retido junto à vegetação das margens. No local as margens foram amplamente modificadas, as intervenções ocorrem de acordo com as condições socioeconômicas dos moradores.

Contudo, é preciso salientar que, por se tratar de uma área com muitos espaços vazios, a expansão da ocupação é evidente, em função da presença de moradias em construção. Desta forma, o perigo, no que diz respeito à dinâmica fluvial, tende à aumentar na medida que a ocupação segue em direção ao curso d'água.

5.9.5 Setores Censitários Códigos 431690705080005 e 431690705080004

Ambos os Setores estão inseridos no perímetro correspondente ao bairro Menino Jesus, região nordeste a cidade. A área susceptível está localizada junto às nascentes do arroio Sanga do Hospital, no local observa-se intensa ocupação com adensamento populacional elevado. A disparidade mais acentuada entre os Setores reflete-se no padrão urbano-constructivo das moradias e entorno, e no percentual de moradias sob ameaça, conforme Tabela 13.

Tabela 13: Variáveis indicadoras de vulnerabilidade.

<i>Código do Setor</i>	<i>Nº de pessoas residentes</i>	<i>Taxa de analfabetismo</i>	<i>% de idosos e crianças</i>	<i>% com rendimento de até 1 salário mínimo</i>	<i>Classe Padrão urbano-constructivo</i>	<i>% de moradias sob ameaça</i>
431690705080005	1150	2,5	31	20	8	9
431690705080004	975	2,5	31	13	3	4

Autora: Avila (2015).

Os dados revelam, para a área sob ameaça do Setor 431690705080005 grau de vulnerabilidade Médio (Grau II); no Setor 431690705080004 a vulnerabilidade corresponde ao Grau I (Baixo). Parte da drenagem fluvial apresenta canalização aberta e fechada, que localmente diminui o perigo de inundação e erosão. Conforme moradores, devido à dificuldade da vazão do escoamento superficial, são comuns os episódios de alagamento.

O curso fluvial apresenta reduzidas largura e profundidade, o canal apresenta-se intensamente assoreado pela presença de lixo e rejeitos de construção civil. Nos locais onde não existe canalização, a erosão é atuante, podendo atingir as residências mais próximas das margens,

Verifica-se a contenção dos taludes marginais com material rochoso/terroso, com pneus, restos vegetais e espécies plantadas rente à margem. No entanto, devido à falta de estrutura coesa, estas obras de contenção não suportam a força erosiva da água, sendo facilmente desestruturadas, pelo menos parte delas. Conforme a situação socioeconômica de cada morador, os muros, aterros e contenções apresentam maior ou menor estabilidade de acordo com o material utilizado e à técnica empregada.

Vale salientar que, o padrão construtivo das moradias e a condição do serviço urbano tornam-se cada vez mais reduzidos à medida que a distância das construções diminui em relação ao arroio. Verifica-se, pontualmente o lançamento de águas servidas em seu interior, mesma situação é observada quanto ao lixo doméstico.

5.10 Setores que apresentam áreas sob ameaça - REGIÃO ADMINISTRATIVA NORTE

As áreas sob ameaça estão inseridas em nove Setores Censitários: 431690705070028 e 431690705070036 (bairro Caturrita), ambos apresentam vulnerabilidade Muito Alta (Grau IV); 431690705070011, 431690705070003 e 431690705070008 (bairro Salgado Filho) cujo Graus de vulnerabilidade são Alto, Médio e Muito Alto, respectivamente (Figura 77).

Ameaça e risco estão associados à dinâmica fluvial de tributário do arroio Cadena, as áreas caracterizam-se por ocupação intensa e significativas alterações ao longo das margens.

5.10.1 Setores Censitários Códigos 431690705070028 e 431690705070036

O Setor 431690705070028 localiza-se junto ao bairro Caturrita, apresenta população de aproximadamente 1000 pessoas; o percentual de crianças e idosos é de 35%, um salário mínimo mensal é o ganho de 34% dos moradores; a taxa de analfabetos fica em torno de significativos 10%; os domicílios sob ameaça totalizam 15%. Estes dados associados ao baixo padrão construtivo das residências evidenciam grau de vulnerabilidade Muito Alto (Grau IV).

A população do Setor 431690705070036 gira em torno de 660 habitantes, destes, 34,5% apresentam faixa etária mais vulnerável; 33,5% tem rendimento mensal de até um salário mínimo; a taxa de analfabetos é de aproximadamente 8%; as moradias sob ameaça totalizam 8%. Estas características associadas ao padrão urbano-construtivo muito baixo resultam em vulnerabilidade Grau IV.

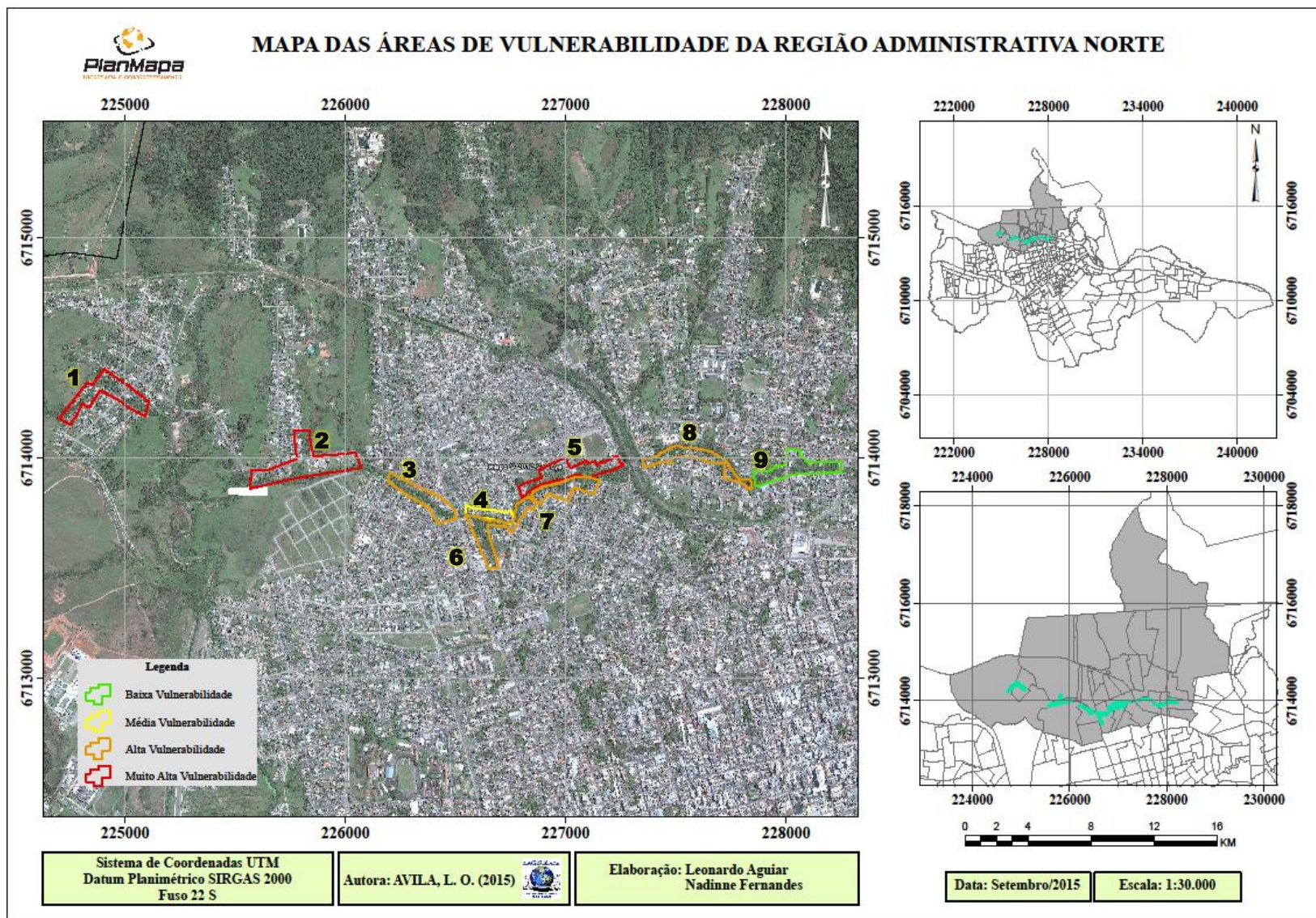


Figura 77: Áreas sob ameaça de processos de dinâmica fluvial, região administrativa Norte. Os números indicam: 1 – Setor Censitário 431690705070028; 2 – Setor Censitário 431690705070036; 3 – Setor Censitário 431690705070011; 4 – Setor Censitário 431690705070003; 5 – Setor Censitário 431690705070008; 6 – Setor Censitário 431690705070010; 7 – Setor Censitário 431690705070009; 8 – Setor Censitário 431690705070016; 9 – Setor Censitário 431690705070034. Autora: Avila (2015).

Ambos os Setores marcam o início da ocupação urbana de tributários da margem esquerda do Arroio Cadena, a porção mais setentrional é caracterizado por lotes extensos, permitindo que as moradias sejam construídas a certa distância da margem direita (a esquerda não é ocupada neste trecho). É possível verificar de forma geral, Setor, um padrão construtivo médio/baixo.

No local acontecem inundações, principalmente, em função de problemas de vazão, decorrentes de barramentos mal dimensionados e obstrução da canalização de drenagem fluvial (Figura 78). Esse fato acontece no curso de pequeno afluente do Cadena, canalizado, em parte, para a construção de via de circulação.



Figura 78: Ocupação e situações de ameaça junto ao Setor Censitário 431690705070028, região administrativa Norte. Fonte: trabalhos de campo, março de 2013.

Moradias encontra-se em risco devido ao solapamento da margem. Grande parte do terrenos já foi erodido, porém, obras de aterro deram certa estabilidade ao solo, construído com rejeitos da construção civil, pneus, material terroso e restos vegetais.

Nas margens verifica-se o plantio de vegetação de porte variado, auxiliando na estabilidade do talude, cuja altitude varia em torno de 2 metros. São evidentes as cicatrizes de escorregamentos recentes e a inclinação de certas árvores permite dizer que a margem encontra-se em movimentação.

À montante do canal, verifica-se modificação das margens por aterros constituídos por rochas, solo, rejeitos, restos vegetais e lixo. A distância das moradias em relação as margem varia entre 1 e 2 metros, o mesma medida pode ser observada na altura da margem. Muitas árvores encontram-se inclinadas, evidenciando a movimentação das margens.

A jusante, na margem esquerda, existe cicatriz de escorregamento recente, a qual foi utilizada como depósito de lixo, ainda que com o intuito de conter a erosão. As margens foram modificadas por aterros, com movimentação evidente pela inclinação da vegetação e exposição de raízes. Aqui a altura da margem é de aproximadamente 2 metros e, verifica-se, o rebaixamento das margens decorrente do processo erosivo.

5.10.2 Setores Censitários Códigos 43169070507011, 4316900570003 e 431900570008

Os Setores abrangem parte da área pertencente ao bairro Salgado Filho, porção noroeste do perímetro urbano. As características que indicam a vulnerabilidade da população são muito semelhantes nos três Setores, a diferença mais significativa entre eles fica por conta do percentual de moradias ameaçadas. Os processos causadores de desastre estão relacionados à dinâmica fluvial atuantes em ambas as margem do arroio Cadena.

O Setor Censitário 43169070507011, como um todo, apresenta estrutura urbana organizada, com padrões construtivos bem variados, no entanto, nas áreas sob ameaça a estrutura das moradias e seu entorno apresentam característica bem inferiores, imprimindo-lhes maior vulnerabilidade.

A população residente soma pouco mais de 1000 pessoas; os mais vulneráveis conforme a faixa etária totalizam 32%; o rendimento mensal de 26% dos moradores é de até um salário mínimo; a taxa de analfabetismo é de aproximadamente 4%; os domicílios em risco no setor são 17%, o padrão urbano-construtivo foi classificado como Médio (Classe 2). A correlação das variáveis socioeconômicas e do padrão construtivo das moradias resultou em vulnerabilidade Alta (Grau III).

À jusante do arroio Cadena, na margem esquerda verifica-se a presença de vegetação abundante, porém, as espécies nativas foram amplamente reduzidas ao longo do processo de ocupação, havendo atualmente o predomínio de árvores e arbustos introduzidos no local pelos moradores. Muitas árvores encontram-se inclinadas, havendo também a exposição de raízes e tombamento, devido à movimentação das margens. As cicatrizes de escorregamento juntamente com a presença de diferentes patamares no talude evidenciam processo erosivo atuando intensamente nesta local.

Na margem direita, também à jusante, verifica-se processo erosivo em desenvolvimento na base de uma ponte. Neste local efetua-se aterro com lixo, material terroso e basalto. A vegetação varia entre espécies de grande a pequeno porte, devido à movimentação das margens, ocorre exposição de raízes e inclinação de caules e troncos. As moradias apresentam um baixo padrão construtivo, edificadas em alvenaria e/ou madeira, construídas junto à margem, com distancia inferior à 1 m.

Neste ponto, a erosão junto à margem é intensa, ocasionando o rompimento de parte canalização da rede de esgoto, o desabamento de muros e a formação de trincas nas construções. A tentativa de controle do processo é efetuada pelos moradores através de aterros constituídos de lixo, material de rejeito e rochas. Além disso, é realizado o plantio de espécies vegetais junto ao talude, principalmente mamona (*Ricinus communis* L.) e taquaireira (*Bambusa Taquara*). Nesta área não ocorrem inundações, a situação perigosa está associada à erosão de margens.

Em outro local, verifica-se grande quantidade de lixo junto ao canal, contribuindo para o assoreamento do mesmo, cuja lamina d'água apresenta menos de 1m de profundidade. Em ambas as margens muitas árvores encontram-se inclinadas e com raízes expostas devido à movimentação do terreno, além disso, cicatrizes de escorregamento demonstram a atividade do processo erosivo.

O setor Censitário 4316900570003 habitam em torno de 480 pessoas, destas, 31% têm idade inferior à 15 ou superior à 65 anos, os analfabetos totalizam 4%; pouco mais de 27% tem rendimento mensal de até um salário mínimo; as moradias sob ameaça somam 9%; o padrão urbano-construtivo é considerado Muito Baixo (Classe 4). A interpolação dos dados resultou em Muito Alta Vulnerabilidade (Grau IV).

A área caracteriza-se pela ameaça e risco relacionados à dinâmica fluvial, apesar de extensão reduzida e de poucas moradias afetadas, a situação complica-se pela situação socioeconômica precária da população e das condições das margens e leito do canal. Os processos de inundação e erosão ocorrem junto margem esquerda do arroio Cadena.

As moradias são construídas com distância inferior à 5 metros da margem amplamente modificada pela construção de aterros, pela retirada da vegetação nativa e pela presença intensa de lixo. Conforme moradores, a água periodicamente extravasa a calha do arroio, mesmo em períodos de chuva menos intensa. A inclinação da vegetação e dos muros, juntamente com trincas nas construções evidenciam a movimentação intensa das margens.

O Setor Censitário 431900570008 apresenta características muito semelhantes ao anterior (padrão urbano-constutivo Classe 3 – Baixo; Grau de vulnerabilidade Muito Baixo (IV), porém com pequena variação nos percentuais (660 habitantes; faixa etária mais vulnerável - 33%; rendimento mensal de até um salário mínimo - 32%; taxa de analfabetismo - 8%; moradias sob ameaça - 5%).

A margem esquerda foi totalmente ocupada, as moradias com piores condições construtivas encontram-se em distância inferior à 5 metro do canal. A erosão marginal é evidenciada processos ativos e cicatrizes recentes, a perda do material marginal pela erosão deixa raízes expostas, que sem sustentação geralmente tombam para dentro do curso.

A água comumente extravasam a calha, atingindo as moradias e as vias mais próximas ao leito. Os moradores efetuam obras de contenção conforme a situação socioeconômica de cada um, no entanto, muitas vezes esses procedimentos são realizados sem nenhum auxílio técnico, construídos com materiais pouco coesos e facilmente desestabilizados em eventos de inundação.

Nota-se a presença de pequenas pontes, construídas, por vezes, pelos próprios moradores. Junto aos pilares acumula-se grande quantidade de material sólido transportado pela corrente, originando, nestes locais, barramentos que intensificam às inundações. Além disso, o assoreamento do canal fluvial principalmente por lixo e rejeitos de construção, tornam ainda mais frequentes as situações desastrosas.

5.10.3 Setores Censitários Códigos 431690705070010 e 431690705070009

Ambos os Setores abrangem parte do bairro Carolina, região noroeste do perímetro urbano. Por estarem localizados muito próximos e inseridos no mesmo contexto urbano, apresentam características semelhantes. A dinâmica fluvial atua junto à margem direita do arroio Cadena e sua microdrenagem tributária. Os dados censitários e de campo indicadores de vulnerabilidade estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 14: Características indicadoras de vulnerabilidade.

<i>Código do Setor</i>	<i>Nº de pessoas residentes</i>	<i>Taxa de analfabetismo</i>	<i>% de idosos e crianças</i>	<i>% com rendimento de até 1 salário mínimo</i>	<i>Classe Padrão urbano- construtivo</i>	<i>% de moradias sob ameaça</i>
431690705070010	860	5	32,5	28	6	8
431690705070009	740	4	33	27	6	5

Autora: Avila (2015).

A correlação dos variáveis permite grau Médio de Vulnerabilidade (Grau II). Moradias encontram-se em distâncias inferiores à 5 metros em relação às margens. Neste cenários é possível perceber a atuação intensa dos processos erosivos marginais, além de registros frequentes de inundações. As margens fluviais foram totalmente modificadas pela ocupação (Figura 79), para conter a erosão, os moradores realizam obras de contenção, cuja estrutura vai depender da situação socioeconômica de cada família.



Figura 79: Ocupação e situações de ameaça junto à Setores Censitários da zona administrativa Norte. É possível verificar a proximidade das moradias em relação ao canal fluvial, a erosão das margens é intensa devido às modificações no terreno, o assoreamento é incrementado pelo acúmulo de lixo junto ao leito. Fonte trabalhos de campo, março de 2013.

Verifica-se em toda a extensão do curso na área sob ameaça, a construção de aterros lançados em direção ao canal, na tentativa de expandir a área construída e conter processos fluviais. É comum o tombamento do material de sustentação do terreno marginal em períodos em que o fluxo da água é mais intenso, barramentos e acúmulo de lixo originam o turbilhonamento da corrente em locais específicos, aumentando a força erosiva da água.

Nesta região o arroio Cadena é o limite natural entre os bairros Carolina e Salgado Filho, portanto encontra-se ao longo da área estudada inúmeras pontes (muitas vezes construídas pelos próprios moradores). Junto aos pilares, quase sempre, ficam retidas quantidades significativas de lixo, restos vegetais e outros materiais transportados ao longo do leito, originando barramentos que, muitas vezes, intensificam a inundação à montante.

A vegetação é abundante, seja ela nativa ou exótica, certas espécies como a taquaireira é utilizada no intuito de promover mais estabilidade ao terreno marginal. Árvores de grande porte junto ao pátio das moradias podem adicionar maior peso às margens, facilitando o tombamento das mesmas.

Os Setores Censitários Códigos 431690705070016 e 431690705070034 localizam-se junto ao bairro N^a Sr^a do Perpétuo Socorro, foram classificados como Alto e Baixo graus de vulnerabilidade. A situação dos dados censitários são muito semelhantes entre eles, com variação que não ultrapassa 2 pontos percentuais. Tem rendimento mensal de até um salário mínimo 22 e 19% da população, respectivamente; a taxa de analfabetos é inferior à 3%; a taxa de idosos e crianças são idênticos 31% em ambos os Setores. A diferença entre os graus de vulnerabilidade ocorre em função do número de moradias sob a área de ameaça e, ainda, pela queda no padrão urbano-constutivo.

O Setor 431690705070034 apresenta trechos em que a drenagem encontram-se em canalização fechada, praticamente anulando as situações de ameaça. O que verifica-se na área são episódios de alagamentos, em decorrência da ineficiência da rede de drenagem pluvial e da incapacidade da canalização em dar vazão ao escoamento.

5.11 Gerenciamento das áreas sob ameaça de desastres em Santa Maria/RS

Contemplando um dos objetivos da pesquisa, procurou-se analisar e discutir o gerenciamento das áreas sob ameaça junto ao perímetro urbano de Santa Maria. As evidências

de susceptibilidade e os registros periódicos de eventos causadores de risco requerem providências por parte do poder público municipal.

Conforme dados censitários de 2010, Santa Maria ultrapassou os 260 mil habitantes. Em função do crescimento populacional, foi necessária a elaboração da Lei Complementar nº 034 de dezembro 2005, que dispõe sobre a Política de Desenvolvimento Urbano e sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental do Município de Santa Maria.

O PDDUA tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e do meio rural e garantir o bem estar de seus habitantes. É o instrumento básico da política de desenvolvimento sustentável urbano e rural. Prioriza a qualidade de vida da população. Apresenta vários objetivos, princípios, políticas, projetos, premissas e outros. Também é importante instrumento de planejamento e suporte para o desenvolvimento do potencial turístico da cidade, no qual estão sendo realizados importantes investimentos (SCALABRIN, 2012)

Sobre as áreas de ameaça e risco, o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental apresenta, na Subseção III, da Regularização Fundiária, o Artigo 17 que trata da incorporação da regularização fundiária ao planejamento municipal, propondo diretrizes que visam:

I. A realocação de famílias localizadas em situação de risco, áreas de preservação ou por necessidade da obra de regularização;

II. A formulação de critérios de seleção e priorização de áreas a serem integradas na regularização fundiária, considerando aspectos referentes a adequabilidade do sítio, especialmente a situações de risco e aos condicionantes legais da regularização fundiária.

Acrescenta ainda, em parágrafo único, que são consideradas de risco as áreas insalubres com a existência de rede de alta tensão, aterro de resíduos sólidos, áreas alagáveis, margens de rodovias, ferrovias e cursos d'água; áreas de risco geológico e geotécnico com declividades iguais ou superiores a 30%; áreas de risco hidrológico, suscetíveis a inundações.

Em novembro de 2009, o município elaborou a Lei Complementar 072 do Uso e Ocupação do Solo de Santa Maria. No Anexo 5 desta lei, encontram-se as sete Áreas Especiais Naturais do Primeiro Distrito Sede (área urbana): Área de Conservação Natural Parque Ferreira; Área de Conservação Natural - Parque Cadena-Cancela; Arroio Cancela; Área de Conservação Natural - Sub-bacia do Rio Vacacaí Mirim; Área de Conservação Natural - Parque dos Morros; Área de Conservação Natural - Parque São José; Área de Conservação Natural – Parque Produtivo Vacacaí-Mirim.

Conforme a Lei Complementar N° 033 de 29 de dezembro de 2005, as Áreas Especiais de Conservação Natural são aquelas onde podem conviver homem e ecossistemas, sem grandes impactos ou traumas ambientais, destinadas ao turismo ecológico, atividades culturais, educacionais, recreativas, de lazer e loteamentos, desde que respeitem os recursos naturais.

Áreas Especiais de Preservação Permanente (Figura 80) são aquelas com inclinação igual ou superior a 45° (quarenta e cinco graus), cursos hídricos e suas margens contendo ou não matas ciliares, áreas vegetadas ou não no entorno de nascentes, topos de morros, como forma de proteger a água, o solo e toda ou qualquer cobertura vegetal com características originais da paisagem.

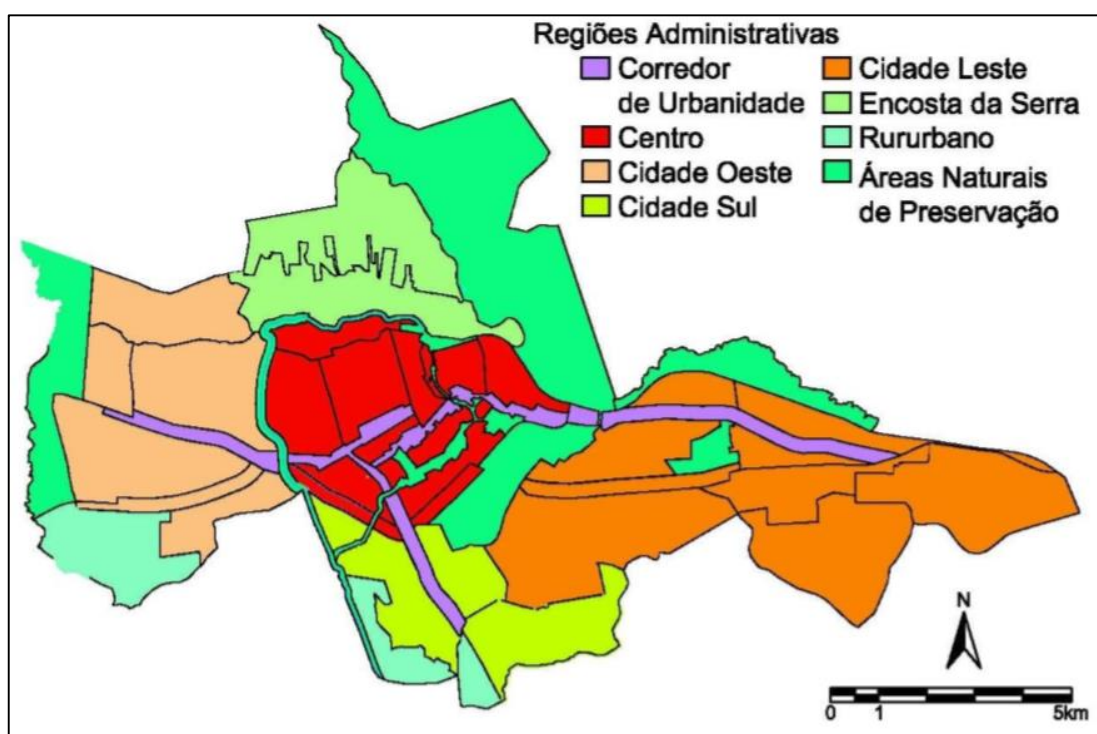


Figura 80: Regiões administrativas do perímetro urbano, verifica-se a grande extensão das Áreas Naturais de Preservação. Fonte: PDDUA (2005).

A legislação municipal é bastante clara quanto à descrição das áreas não adequadas à ocupação devido às características naturais de restritivas. Sob o ponto de vista desta pesquisa, reconhece-se estas áreas como sendo susceptíveis aos processos de dinâmica fluvial e de encostas, portanto áreas sob ameaça.

Se o cumprimento da legislação fosse seguido, não seria possível verificar as inúmeras situações de risco durante trabalhos de campo em toda a cidade. É possível afirmar que, a grande maioria das áreas sob ameaça estão localizadas em áreas, que segundo as leis municipais, não poderiam ser habitadas ou, pelo menos, apresentar restrições de ocupação.

O Plano Municipal de Redução de Riscos de Santa Maria (2006), aponta as principais áreas e os riscos geomorfológicos associados conforme o Quadro 16. A partir dos dados obtidos nos estudos de análise de risco são realizadas atividades para o gerenciamento propriamente dito das áreas de risco.

O gerenciamento do problema compreende a definição, formulação e execução de medidas estruturais e não estruturais mais adequadas ou factíveis de serem executadas a curto, médio e longo prazo, no sentido de reduzir os riscos (PMRR, 2006).

Risco de Alagamento e Inundação	Risco de Deslizamento e Solapamento	Risco Simultâneo Alagamento/Inundação e Deslizamento/Solapamento	Margens de BR
Km 2	Bela Vista	Vila Urlândia	BR 287 -Trecho 1
Km 3	Montanha Russa	Vila Salgado Filho	BR 287-Trecho 2
Vila Cerro Azul	Margens da Ferrovia	Vila Favarin	BR 287-Trecho 3
Vila Ecologia	Passo dos Weber	Vila Medianeira	
Vila Renascença	Vila Arco-Íris	Vila Schirmer	
Vila Santos	Vila Oliveira		
	Vila Nonoi		
	Vila Bilibiu		

Quadro 16: Localização de áreas de risco geomorfológico em Santa Maria.
Fonte: PMRR (2006).

Os produtos obtidos nos estudos de análise de risco permitiram a elaboração de um plano de prevenção de acidentes. As principais medidas estruturais apresentadas no PMRR: remoção e realocação; programa sazonal de mutirões de limpeza de valas de esgoto e cursos d'água; programa de coleta seletiva e reciclagem de lixo; programa de urbanização e regularização de áreas marginais; obras de recuperação dos taludes da Via Férrea; construção do Parque Cadena-Cancela; construção do Parque da Barragem; construção do Parque Bela Vista; revitalização dos cursos d'água, desvio de esgoto cloacal dos cursos d'água, com a ampliação da rede coletora de esgoto cloacal.

A realização de medidas estruturais pode ser observada junto ao Arroio Cadena, a partir da Avenida Valter Jobim na porção centro-oeste da cidade, foi canalizado à montante (Figura), num trecho de aproximadamente 2 km (Figura 81). Parte da margem direita é ocupada, área no qual foi construída a Avenida Maestro Roberto Barbosa Ribas. Havendo, portanto, a realocação das famílias que ocupavam a área.



Figura 81: Arroio Cadena antes (A) e depois (B) da canalização. Fonte: Oliveira (2004).

No local, a obra de retificação possibilitou a extinção do risco relacionado à erosão das margens e à inundação que afetava a população da Vila Oliveira (situada na margem direita) até a década passada. Para a contenção dos taludes foram construídos muros de arrimo juntamente com a utilização de gabiões e enrocamento.

Apesar da rica legislação pertinente ao tema, e da realização de obras estruturais importantes junto às áreas sob ameaça e risco, é possível afirmar que o gerenciamento destas áreas ainda é ineficiente. As medidas estruturais podem solucionar problemas pontuais, mas não reduzem os riscos na maior parte das vezes, tampouco visam atenuar a vulnerabilidade da população frente aos desastres.

As situações de ameaça e risco poderiam, em grande parte, ser reduzidas com medidas não estruturais que impedisse a ocupação das áreas susceptíveis. Verificou-se a realocação de pessoas que habitavam áreas nestas condições, no entanto, a falta de fiscalização permitiu/permite que, muitas vezes, as mesmas moradias desocupadas voltem à abrigar famílias ainda mais vulneráveis.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento da população urbana brasileira ocasionou um ordenamento territorial desigual, a partir da década de sessenta, que resultou na conversão em uso urbano de locais desfavoráveis do ponto de vista habitacional, direcionando os membros menos favorecidos da sociedade para áreas susceptíveis a diferentes tipos de riscos ambientais.

Um evento natural passa a ser considerado como desastre no momento em que as suas consequências, independente da magnitude, podem afetar o bem-estar dos seres humanos, individual ou coletivamente.

Frente à associação do termo desastre ser quase que exclusivamente sobre os eventos de grande magnitude, ou seja, aqueles em que são volumosos o número de vítimas e o montante capital em perdas e prejuízos, a minudência das análises permite inferir que os danos físicos, morais e patrimoniais sofridos são intrínsecos à capacidade de enfrentamento e resposta de uma comunidade afetada por eventos naturais perigosos.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo principal analisar as áreas sob ameaça de desastres naturais em Santa Maria/RS, identificando a vulnerabilidade da população que pode ser afetada. Buscou-se, ainda, as relações existentes entre as situação de vulnerabilidade e as características sócioespaciais da cidade. A temática exigiu uma análise dos processos naturais causadores de desastres: inundação, erosão marginal e movimentos de massa.

A delimitação das áreas aconteceu a partir daquelas que apresentaram susceptibilidade aos processos de dinâmica fluvial e de encostas. As situações de ameaça e risco relacionadas à dinâmica das encostas foram observadas em áreas ocupadas com inclinação entre 30% e 45%. As situações desastrosas relacionadas à dinâmica fluvial foram detectadas em áreas ocupadas com declividade em torno de 2% junto aos canais de drenagem.

Observou-se que, nas áreas susceptíveis, os processos causadores de desastres são desencadeados ou intensificados pela ação humana. Ou seja, mesmo existindo a predisposição natural aos processos, eles não teriam as dimensões atuais caso a ocupação acontecesse de forma adequada/ordenada ao longo do perímetro urbano.

As áreas sob ameaça foram mapeadas estabelecendo-se, a partir das variáveis socioeconômicas e do padrão construtivo das moradias, diferentes graus de vulnerabilidade para a população local. Para a obtenção dos dados populacionais, utilizou-se a base de informações referente aos Setores Censitários (IBGE, 2010).

Conforme designação específica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, considera-se por Setor Censitário “a menor unidade territorial, formada por área contínua, integralmente contida em área urbana ou rural, com dimensão adequada à operação de pesquisas e cujo conjunto esgota a totalidade do Território Nacional, o que permite assegurar a plena cobertura do País”.

As áreas sob ameaça não correspondem à totalidade da extensão dos Setores Censitários demarcados pelos IBGE, entretanto optou-se pelas informações contidas neste banco de dados, pois os trabalhos de campo deram suporte às análises. Os dados censitários informam uma realidade impressa no espaço urbano, podendo ser confrontada e comprovada durante os trabalhos de campo. Graças à possibilidade das averiguações *in loco* garantiu-se a eficácia da utilização desta base de informações.

Devido, principalmente, à especulação imobiliária e à falta ou à ineficiência de fiscalização, terrenos mais próximos dos cursos fluviais e das encostas são ocupados, quase sempre, pela população de menor poder aquisitivo, com menor capacidade de enfrentamento e resposta em situações de desastre.

Os dados censitários indicadores de vulnerabilidade - analfabetismo, taxa de crianças/idosos e o rendimento mensal - revelaram que, em Santa Maria, a população mais vulnerável reside em áreas periféricas, desprovidas, muitas vezes, de serviços urbanos básicos. Este contexto reflete-se no padrão urbano construtivo das moradias que, salvo exceções, reduzem a possibilidade de recuperação frente à situações de risco.

Verifica-se que a taxa de pessoas analfabetas acima de 15 anos é expressiva em Santa Maria - dos setores sob ameaça, 10 deles mostram índices superiores a 8% - e verifica-se que quase a totalidade das menores taxas corresponde aos Setores localizados na porção central, enquanto as menores correspondem aos Setores localizados junto à periferia da cidade.

Essa realidade condiz com as expectativas levantadas no início do trabalho, ou seja, comprova-se que as pessoas analfabetas têm menor capacidade de enfrentamento e resposta frente às situações de desastre. E, além disso, a taxa de analfabetismo está diretamente relacionada com a situação socioeconômica dos moradores, pois verifica-se que os Setores que apresentam as taxas mais elevadas condizem com aqueles em que maior porcentagem da população tem rendimento mensal de até um salário mínimo.

O crescimento urbano de Santa Maria revela inúmeras desigualdades, características comuns em muitas cidades de médio porte. A concentração de renda e de serviços urbanos mais

desenvolvidos ocorre no centro, reduzindo a qualidade e a área de abrangência à medida que a ocupação se direcionada para as regiões periféricas.

Existem áreas sob ameaça em todas as regiões da cidade, no entanto, no padrão urbano-constructivo da área central atenua a vulnerabilidade, mesmo que os processos causadores de ameaça e risco sejam atuantes. A vulnerabilidade não é sinônimo de pobreza, contudo, as situações socioeconômicas desfavoráveis reduzem as chances de recuperação após um desastre.

A maioria das áreas apresentou padrão urbano-constructivo baixo ou muito baixo. Essa situação caracteriza-se pela ocupação desordenada dos terrenos próximos aos cursos fluviais e junto às encostas do planalto; por residências de tamanho inferior à 100 m², construídas com madeira, material misto ou até mesmo reciclado, cujo acabamento é precário ou inexistente; por vias sem pavimentação e por uma rede de esgoto doméstico/pluvial precária ou inexistente.

Verificou-se, através de história e entrevistas informais, que os moradores das áreas sob ameaça, muitas vezes, têm consciência e esclarecimento do problema que enfrentam. No entanto, não vislumbram alternativas para a redução dos problemas, e responsabilizam o Poder Público Municipal pela situação susceptível e vulnerável em que se encontram.

A realização deste estudo só foi possível devido à verificação das informações obtidas através dos trabalhos de campo. A observação e a coleta de dados junto às áreas susceptíveis foram essenciais para a determinação dos graus de vulnerabilidade obtidos, isso porque, apesar de certas semelhanças, em cada local visitado, em cada rua, em cada residência, em cada problema detectado existem disparidades, por vezes muito sutis, que o olhar do pesquisador pode distinguir.

Na etapa de campo observou-se as características da infraestrutura urbana, do padrão urbano-constructivo das moradias. As entrevistas informais com os moradores consistiu nas perguntas: tempo de moradia no local; existência de serviços urbanos de saneamento; se foi afetado por algum tipo de problema relacionado à dinâmica fluvial ou de encosta.

Frente a essa situação, percebemos que a problemática que envolve os desastres é uma questão que envolve inúmeros agentes. Além dos fatores naturais que atuam ao longo dos cursos fluviais e das encostas, ameaças e risco estão associadas à ocupação irregular de locais susceptíveis e, como causa disso, encontra-se a ineficiência do poder público em proporcionar moradias adequadas à população menos favorecida economicamente.

7 BIBLIOGRAFIA

- AIRES, Q. Claude. **La erosión del suelo y su control**. Barcelon: Omega, 1960.
- ALCÁNTARA-AYALA, I. **Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries**. *Geomorphology*, 2002, 47, 107–124.
- ANEAS DE CASTRO, S. D. **Riesgos y Peligros: una visión desde la Geografía**. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 2000, vol. IV, núm. 60.
- AUGUSTO FILHO, O. Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. **In:** Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas, 1, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABMS/ABGE/PUCRJ, 1992, v.2, 1992. p.721-733.
- BELÉM, João. **História do Município de Santa Maria – 1797-1933**. Reedição. Santa Maria: edições UFSM, 1989.
- BELTRÃO, Romeu. **Cronologia Histórica de Santa Maria e do Extinto Município de São Martinho**. Independente, 2ª Ed de 1979.
- BERZ, Gerhard. **Flood Disasters: Lessons form the Past – Worries for the Future**. In: F. Toensmann e M. Koch (eds.) *River Flood Defence*. Kassel: Herkules Verlag, 2000. V2. p. F1-F10.
- BERGER, M. G. **Uso do Sensoriamento Remoto na Hierarquização das Áreas de Risco Ambiental na Sub-Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena, Município de Santa Maria – RS**. 2001. 144f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.
- BOLFE, S. A. **Transformações do Espaço Urbano de Santa Maria-RS e sua Região: tendências de condicionantes**. Dep. De Geografia. Programa de Pós-Graduação em Geografia, FFLCH/USP, São Paulo, 2003 (Tese de Doutorado).
- BORTOLUZZI, C.A. **Contribuição à Geologia da Região de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil**. *Pesquisas*, 4(1):7-86, 1974.
- BLAIKIE, P., Cannon, T., Davis, I. e Wisner, B. **Em risco: Riscos Naturais, A vulnerabilidade das pessoas, e Desastres**. London: Routledge, 1994.
- BRITTO, F. P. BARLETTA, R. MENDONÇA, M. Regionalização sazonal e mensal da precipitação pluvial máxima no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Climatologia**. Associação Brasileira de Climatologia. Ano 2. p. 35 - 51, 2004.
- BURTON, I.; KATES, R.W.; WHITE, G. F. **The environment as hazard**. New York: Oxford Uni. Press, 1978, 240 p.
- BRIGHETTI, G. e MARTINS, J. R. S. **Estabilização e proteção de margens – PHD 5023 – Obras Hidráulicas**. Escola Politécnica/Dep. De Engenharia Hidráulica e Sanitária, São Paulo, 2001.

- DWYER, A., ZOPPOU, C., NIELSEN, O., DAY, S. & ROBERTS, S. **Quantifying Social Vulnerability: A methodology for identifying those at risk to natural hazards. Austrália: Record, 2004.**
- CAMPBELL, R.L.; LANGFORD, E. **Fundamentals hazardous materials incidents.** Michigan. Lewis Publishers. 1991, 449 pp.
- CAMPOS, Armando. **Educación y prevención de desastres.** Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres em América Latina, 1999. Disponível em: Acesso em: 15 mar. 2008.
- CARRARA, A.; CROSTA, G. & FRATTINI, P. Geomorphological and Historical Data in Assessing Landslide Hazard. *Earth Surface Processes and Landforms*, 2003. Vol. 28: 1125-1142.
- CARLOS, A. F. **A Cidade.** São Paulo: Contexto, 1994.
- CARVALHO, C. S.; GALVÃO, T. **Prevenção de risco de deslizamentos em encostas: guia para elaboração de políticas municipais.** Brasília: Ministério das Cidades/ Cities Alliance, 2006.
- CASTRO, A. L. C. **Glossário de defesa civil:** estudo de riscos e medicina de desastres. Brasília: MPO/ Departamento de Defesa Civil. 283 p, 1999.
- CASTRO, A. L. C. **Manual de planejamento em defesa civil.** Vol.1. Brasília: Ministério da Integração Nacional/ Departamento de Defesa Civil. 2003,133 p.
- CEOS – Committee on earth observation Satellites. **The use of earth observing satellites for hazard support: assessments & scenarios: USA, 2002**
- CERRI, L. E. S. Riscos geológicos associados a escorregamentos: uma proposta para a prevenção de acidentes. 1993. 197f. **Tese** (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- CHOUDHURY, N. Y.; POUL, A.; POUL, B.K. **Impact of costal embankment on the flash flood in Bangladesh: a case study.** Applied Geography, 2004 v. 24, pp. 241-258.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** São Paulo: Edgard Blucher, 1980.
- CLICHEVSKY, N. **Regularizando la Informalidad del Suelo en América Latina y el Caribe.** Una evaluación sobre la base de 13 países y 71 programas, Santiago de Chile, Serie Manuales N° 50, CEPAL/ Naciones Unidas, 2006.
- CPRM, Instituto Geológico do Brasil, disponível em <http://www.cprm.gov.br/>, acesso em fevereiro de 2013.
- CRUDEN, D.M. and Varnes, D.J., Landslide types and processes. **In:** Landslides, Investigation and Mitigation. Special Report 247, Transportation Research Board, Washington, 1996. p. 36-75.
- CUTTER, S. **The Changing Nature of Risks and Hazards.** American Hazardscapes. The regionalization of Hazards and Disasters. Washington, D.C. Joseph Henry Press. 2001, 179 p.
- CUTTER, S.L., B.J Boruff and W.L. Shirley (2003). **Social Vulnerability to Environmental Hazards.** Social Science Quarterly 84(1): 242-61.

CUTTER, Susan. **Moral Hazard, Social Catastrophe**: The changing face of vulnerability along the hurricane coasts. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 604(1), 102-112, 2006.

DE LLANO, F. L. C; CRIADO, M. B. **Aspectos cualitativos e cuantitativos de la erosión hídrica, y del transporte y depósito de materiales**. Madrid: Instituto Forestal de Investigaciones y Experiências, 1968.

DEYLE, R. E.; French, S. P.; Olshansky, R. B. & Paterson, R. G. **Hazard Assessment**: The Factual Basis for Planning and Mitigation. *In*: Cutter, S. (ed.) 1998. **Cooperating with Nature**. Confronting Natural Hazards with Land-Use Planning for Sustainable Communities. Washington, D.C. Joseph Henry Press.

DESCHAMPS, M. V. Vulnerabilidade socioambiental na região metropolitana de Curitiba/PR. Curitiba. **Tese** (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, 2004.

EM-DAT Emergency Database. OFDA/CRED – **The Office of US Foreign Disaster Assistance/Centre for Research on the Epidemiology of Disasters** – Université Catholique de Louvain, Brussels, Belgium. Disponível em: <http://www.emdat.be/> Database. Acesso em setembro de 2011.

GASPARETTO, N. V. M; MEDEIROS, E. R.; MACIEL FILHO, C. L.; SARTORI, P. L. P.; MENEGOTO, E. **Mapa geológico da folha de Santa Maria – RS (1:50000)**. Santa Maria: FINEP, 1998.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

GUIDICINI, G. & NIEBLE, C. M. **Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação**. São Paulo: 2a ed. Edgard Blücher, 1984. 194p.

HOGAN, D.; MARANDOLA Jr., E. Toward an interdisciplinary conceptualization of vulnerability. **Population, Space and Place**, n.11, p.455-471, out. 2005.

HOOKE, J.M. 1979. An Analysis of the Processes of River Bank Erosion. **Journal of Hydrology**, 42:39-62.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Disponível em <www.ibge.gov.br> Acesso em novembro de 2011.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em <http://www.inpe.br/>, acesso em dezembro de 2011.

INFANTI JR., N., FORNASARI Filho, N. Processos de Dinâmica Superficial. **In**: Geologia de Engenharia. Santos, A, M dos, Oliveira, S. N A. de B. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.

JULIÃO, P.; NERY, F.; RIBEIRO, J.; BRANCO, M. & ZÊZERE, J. **Guia Metodológico para a Criação de Cartografia Municipal de Risco e para a Criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de Base Municipal**. Autoridade Nacional de Proteção Civil: 20-65, 2009.

LICCO, Eduardo Antônio. **Desastres Naturais: riscos e vulnerabilidades**, Relatório Final. Projeto de Pesquisa, Centro Universitário Senac, São Paulo, 2012.

- KOBIYAMA, M. **Prevenção de Desastres Naturais: Conceitos Básicos**. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2006.
- MACEDO, E. S.; OGURA, A.T.; SANTORO, J. **Defesa Civil e escorregamentos: o Plano Preventivo do Litoral Paulista**. In: Congresso Brasileiro De Geologia De Engenharia, 9, 1999, São Pedro. Boletim de resumos...São Pedro: ABGE, 1999.p.83.
- MACIEL FILHO, C. L. **Carta Geotécnica de Santa Maria**. Santa Maria: Imprensa Universitária UFSM, 1990.
- MARICATO, E. **Habitação e cidade**. Série Espaço & Debate. 3. ed., São Paulo: Atual Editora, 1997.
- MENDIONDO, E. M. An overview on urban flood risk management. **Revista Minerva**, v. 2, n.2, p. 131-144. 2005.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES / INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT – **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios**. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. 176 p.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, RJ; 421 p., 1989.
- NWS/NOAA - National Weather Service/National Oceanic Atmospheric Administration. Glossary. (Disponível em <http://www.nws.noaa.gov/glossary>. Acesso em novembro de 2012.
- OGURA, A; MACEDO, E. S. Procesos y riesgos geológicos . **In: II curso internacional de aspectos geológicos e protección ambiental: notas de clases**. Montevideo:UNESCO, 2002. p. 114-137.
- OFDA/CRED – **The Office of US Foreign Disaster Assistance/Centre for Research on the Epidemiology of Disasters** – Université Catholique de Louvain – Annual Disaster Statistical Review 2008 – The numbers and trends, Brussels, Belgium, 2009.
- OLIVEIRA, E. L. de A. **Áreas de Risco Geomorfológico na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena, Santa Maria/RS: Zoneamento e Hierarquização**. 2004. 141f. **Dissertação** (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- PEDRON, F.A. **Mineralogia, morfologia e classificação de saprolitos e Neossolos derivados de rochas vulcânicas no Rio Grande do Sul**. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2007. 160p. (Tese de Doutorado).
- PHILLIPS, Brenda; THOMAS, Deborah; Fothergill, Alice; Pike-Blinn, Lynn**. Social Vulnerability to Disasters. **Boca Raton, Florida: CRC Press – Taylor and Francis Group, 2009**.
- PERONI, R**. Princípios de sensoriamento Remoto. **2004. FINOM**.
- WITHE, G. F. Natural Hazards Research: concepts, methos and policy implications. **In: WHITE, G. F. Natural Hazards: local, national, global**. New York: Oxford Univ. Press, 1974, p.3-16.)
- REBELO, F. **Risco e crise nas inundações rápidas em espaço urbano**. Alguns exemplos portugueses analisados a diferentes escalas. Coimbra: Territorium, 4, p. 29-47, 1997.

- RECKZIEGEL, B. W. (2007). “Levantamento dos desastres desencadeados por eventos naturais adversos no Estado do Rio Grande do Sul no período e 1980 a 2005”. 261p. Vol.I. **Dissertação de mestrado em Geografia**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- ROBAINA, L. E. S.; OLIVEIRA, E. L. A.; PIRES, C. A. F. **Estudo para instalação de aterro sanitário no município de Santa Maria – RS**. In: Congresso Brasileiro De Geologia De Engenharia E Ambiental, 10º CGBE, Ouro Preto, MG. 2002.12p.
- ROSSATO, M. S. Os Climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia. Porto Alegre: UFRGS/PPGEA, 2011, 240 f. **Tese de Doutorado** (Programa de Pós-Graduação em Geografia).
- SANTOS, A. R. dos. **Enchentes e deslizamentos: causas e soluções**. São Paulo: Pini, 2012. 136 p.
- SARTORI, P. L. P. Geologia e Geomorfologia de Santa Maria. **In: Ciência&Ambiente**. Universidade federal de Santa Maria, v 38, p 19 – 42, 2009.
- SEDEC, Secretaria Nacional de Defesa Civil. 2009. Disponível em: <http://www.defesacivil.gov.br/publicacoes/index.asp>. Acesso em dezembro de 2011.
- SIDLE, R. C.; TAYLOR, D.; ADGER, W. N. et al. **Interactions of natural hazards and society in Austral-Asia: evidence in past and recent records**. Quaternary International, n. 118-119, p.181-203, 2004.
- SPOSITO, E. S. **A Vida nas Cidades**. São Paulo: Contexto, 1994.
- THORNE, C.R. & TOVEY, N.K., **Stability of Composite River Banks**. Earth Surface Processes and Landforms, 6, 469 - 484. 1990.
- TOMINAGA, L. K. 2007. **Avaliação de Metodologias de Análise de Risco a Escorregamentos: Aplicação de um Ensaio em Ubatuba, SP**. Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo. Tese de Doutorado 220 p.
- TUCCI, C. E. M.; Genz, F. Controle do Impacto da Urbanização. In: Tucci, C.; Porto, R.; Barros, M., (orgs). **Drenagem Urbana**, ABRH- Associação Brasileira de Recursos Hídricos, p278-347, 1995.
- UN-ISDR – United Nations International Strategy for Disaster Reduction – **Living with Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiatives**. United Nations. Geneva, Suíça. 2002.
- UNDRO – UNITED NATIONS DISASTER RELIEF OFFICE. **UNDRO’s approach to disaster mitigation**. UNDRO News, jan.-febr.1991. Geneva: Office of the United Nations Disasters Relief Co-ordinator, 1991, 20p.
- VEYRETTE, Yvette. (Org.) **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 320 p., 2007.