

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CURSO PÓS GRADUAÇÃO EM AMBIENTE CONSTRUÍDO**

Catarina Mattos Barbosa de Oliveira

Proposta de drenagem superficial como fator determinante na redução de riscos em assentamentos precários em encostas no município de Juiz de Fora

Juiz de Fora

2015

Catarina Mattos Barbosa de Oliveira

Proposta de drenagem superficial como fator determinante na redução de riscos em assentamentos precários em encostas no município de Juiz de Fora

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído, da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial a obtenção do grau de Mestre em Ambiente Construído. Área de concentração: Gestão do Ambiente Construído.

Orientador: Prof. Marcos Martins Borges, D. Sc.

Juiz de Fora

2015

Imprimir na parte inferior, no verso da folha de rosto a ficha disponível em:
<http://www.ufjf.br/biblioteca/servicos/usando-a-ficha-catalografica/>

Catarina Mattos Barbosa de Oliveira

Proposta de drenagem superficial como fator determinante na redução de risco em assentamentos precários em encostas no município de Juiz de Fora

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído, da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial a obtenção do grau de Mestre em Ambiente Construído. Área de concentração: Gestão do Ambiente Construído.

Aprovada em 26 de janeiro de 2015.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Marcos Martins Borges, D. Sc. (Orientador)
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Otávio Eurico de Aquino Branco, D. Sc.
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Paulo Roberto Pereira Andery, D. Sc.
Universidade Federal de Minas Gerais

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Marcos, orientador desta dissertação, que demonstrou ao longo deste trabalho sua capacidade técnica, como professor e pesquisador.

Aos professores da banca de qualificação, Klaus e Piti que colaboraram para o enriquecimento do meu trabalho.

Aos professores Paulo Andery e Otávio Eurico pela disponibilidade em participar da banca final do trabalho e pela contribuição.

Aos professores do Mestrado em Ambiente Construído que dedicaram o seu tempo a arte de ensinar.

Aos colegas do mestrado pela convivência agradável e pelos momentos de alegrias, especialmente à Daniela e à Débora que me receberam com muito carinho.

A Professora Lia Soares Salerno que muito colaborou com material para este trabalho.

A Professora e grande amiga Renata Goretti que sempre me incentivou e apoiou.

A amiga Juliana que soube superar junto comigo as dificuldades e a quem desejo muito sucesso.

Ao Lúcio, meu marido, que me apoiou e incentivou em todos os momentos.

Ao meu pai, que tenho certeza, onde estiver, está olhando por mim.

As pessoas intimamente ligadas à minha vida, que no período de desenvolvimento deste trabalho me ajudaram com paciência, carinho e compreensão.

“Não pode existir harmonia urbana ou melhoria ambiental real sem paz e garantia da aplicação dos direitos humanos básicos.”

(Richard Rogers)

RESUMO

Sabendo-se que grande parte da população mundial vive em áreas geologicamente desfavoráveis e desprovidas de qualquer planejamento, esta dissertação apresenta uma pesquisa cuja temática é atual e de grande relevância no contexto urbano. Tal fato foi e continua sendo determinado pelo crescimento acelerado do processo de urbanização aliado à falta de controle e planejamento adequados ao uso do solo urbano. O objetivo principal deste trabalho é propor alternativas para a gestão das águas pluviais em comunidades de risco, estabelecidas em assentamentos precários, localizadas em áreas com infraestrutura insatisfatória e ambiente degradado, que contribuam para a redução de riscos da comunidade. A metodologia aplicada inicialmente é baseada em uma revisão bibliográfica multidisciplinar, que explora o contexto histórico, a formação, a natureza, as relações, os valores sociais e políticos, os conceitos, os riscos dos desastres naturais. Num segundo momento e tendo como base os conceitos teóricos sobre as soluções técnicas para drenagem superficial das águas pluviais e as condicionantes teóricas que validam essas soluções, foi aplicada uma nova metodologia através da elaboração de uma matriz de decisão adaptada da Metodologia para Desenvolvimento do Produto. Através da seleção de conceitos de produto, o somatório dos valores adotados para as condicionantes da matriz de decisão determinou o produto ou o conjunto de produtos passíveis de serem aplicados na gestão das águas pluviais em encostas acentuadas. Após a identificação das soluções viáveis, foi elaborada uma proposição de intervenção em local específico, tendo como base para a seleção da região, os dados das áreas de grau de risco a deslizamentos determinados pela Subsecretaria de Defesa Civil do município.

PALAVRAS-CHAVE: Encostas acentuadas. Áreas geologicamente desfavoráveis. Gestão das águas pluviais.

ABSTRACT

Given that much of the world's population lives in geologically unfavorable areas and devoid of any planning, this dissertation presents a research whose theme is current and highly relevant in the urban context. This fact has been and continues to be determined by the rapid growth of urbanization together with the lack of control and planning appropriate to the use of urban land. The main objective of this work is to propose alternatives for the management of stormwater at risk communities, established in slums located in areas with poor infrastructure and degraded environment, contributing to the community risk reduction. The methodology applied is initially based on a multidisciplinary literature review, which explores the historical background, training, nature, relationships, social and political values, concepts, the risks of natural disasters. Secondly, and based on the theoretical concepts of technical solutions for surface drainage of rainwater and the theoretical conditions that validate these solutions was applied a new methodology by developing a tailored decision matrix methodology for product development. By selecting product concepts, the sum of the values adopted for the constraints of decision matrix determined the product or set of products which can be applied in the management of rainwater on steep slopes. After the identification of viable solutions, an intervention proposition in a specific location was drawn up, taking as a basis for selection of the region, the data of risk degree of areas to mudslides determined by the Civil Defence Secretariat of the municipality.

KEYWORDS: Steep slopes. Geologically unfavorable areas. Management of Rainwater.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Diagrama síntese da metodologia adotada | 22 |
| Quadro 1 – Intervenções Antrópicas | 37 |
| Quadro 2 – Principais agravantes antrópicos relacionados aos riscos | 38 |
| Figura 2 – Diagrama do Ciclo Hidrológico | 39 |
| Figura 3 – Escorregamentos e deslizamentos em encostas | 42 |
| Quadro 3 – Classificação dos escorregamentos | 43 |
| Figura 4 – Tipos de movimentos de escorregamentos | 44 |
| Figura 5 – Situação de encosta ocupada..... | 47 |
| Figura 6 – Distribuição da água no mundo e sua importância..... | 49 |
| Figura 7 – Esquema de sistema de captação de água pluvial residencial..... | 53 |
| Figura 8 – Corte esquemático de pavimento poroso..... | 54 |
| Figura 9 – Corte esquemático de um biodigestor de estacionamento..... | 55 |
| Figura 10 – Biodigestor gramado..... | 55 |
| Figura 11 – Biodigestor seco..... | 56 |
| Figura 12 – Biodigestor molhado trapezoidal..... | 56 |
| Figura 13 – Bacia de retenção..... | 57 |
| Figura 14 – Telhado verde..... | 59 |
| Figura 15 – Valetas de proteção de corte e valetas de proteção de aterro..... | 60 |
| Figura 16 – Escada Hidráulica de corte..... | 62 |
| Figura 17 – Escada Hidráulica de aterro..... | 62 |
| Figura 18 – Escada Drenante..... | 64 |
| Figura 19 – Saídas de água..... | 65 |
| Figura 20 – Caixas Coletoras..... | 66 |
| Figura 21 – Dissipadores de energia..... | 67 |
| Figura 22 – Escalonamento de taludes..... | 68 |
| Figura 23 – Tipologias dos Sistemas de drenagem | 68 |
| Figura 24 – Fases de desenvolvimento de processos..... | 71 |
| Figura 25 – Matriz de tomada de decisão | 75 |
| Figura 26 – Modelos adaptados de escadas drenantes existentes | 76 |
| Figura 27 – Localização de Juiz de Fora em Minas Gerais e no Brasil | 78 |
| Figura 28 – Incremento da população urbana de Juiz de Fora | 79 |
| Figura 29 – Mapa de risco à escorregamento de solo em assentamentos precários | 87 |

| | |
|--|-----|
| Gráfico 1 – Índice pluviométrico no Município de Juiz de Fora – MG no período de 2000 a 2013..... | 89 |
| Quadro 4 – Ocorrências por bairros na cidade de Juiz de Fora de 2011 a 2013..... | 89 |
| Figura 30 – Mapas das ocorrências em Juiz de Fora de 2011 a 2013..... | 90 |
| Figura 31 – Localização Alto Três Moinhos – Linhares – Juiz de Fora | 91 |
| Figura 32 – Levantamento topográfico área Alto Três Moinhos | 92 |
| Figura 33 – Encosta do Alto Três Moinhos | 93 |
| Figura 34 – Construções frágeis e inadequadas | 94 |
| Figura 35 – Ocupação inadequada..... | 94 |
| Figura 36 – Depósito de lixo na encosta..... | 95 |
| Figura 37 – Acesso às moradias na parte íngreme do assentamento | 95 |
| Figura 38 – Via estreita e com infiltração por inexistência de captação pluvial..... | 96 |
| Figura 39 – Acesso precário..... | 96 |
| Figura 40 – Acesso sem iluminação..... | 97 |
| Figura 41 – Vista superior Alto Três Moinhos e ruas | 99 |
| Figura 42 – Levantamento topográfico com locação de escadas existentes – Alto Três Moinhos..... | 99 |
| Figura 43 – Proposta de Intervenção | 100 |
| Figura 44 – Volumetria da intervenção sugerida entre as Ruas José Luís Flores e a Rua A.. | 101 |
| Figura 45 – Planificação da intervenção sugerida entre as Ruas José Luís Flores e a Rua A..... | 101 |
| Figura 46 – Escada integrada – SanRafael Unido | 103 |
| Figura 47 – Situação anterior e posterior à implantação de um projeto urbano de integração em SanRafael Unido..... | 104 |
| Figura 48 – Vista da encosta do bairro SanRafael Unido e escadas integradas | 104 |
| Figura 49 – Vista bairro Bajo Tejada com implantação de escada e drenagem..... | 105 |
| Figura 50 – Escadaria Bajo Tejada em La Paz..... | 105 |
| Figura 51 – Escadaria associada à drenagem superficial da Rua São Bernardo, morro São Bento/ Jabaquara, 1992..... | 108 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Desastres causados por deslizamentos por ocasião de chuvas intensas no Município de Juiz de Fora – MG no período de Jan/2000 a Dez/2013 | 88 |
| Tabela 2 – Microárea de exclusão socioeconômica da região Alto Três Moinhos | 91 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---------|--|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| AEIS | Área de Especial Interesse Social |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| APP | Área de Preservação Permanente |
| BID | Banco Interamericano de Desenvolvimento |
| CODESCO | Companhia de Desenvolvimento de Comunidades |
| EM-DAT | Internacional Disaster Database |
| FEMA | Agência Federal de Gestão de Emergência |
| FNHIS | Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social |
| GND | Gerenciamento de Desastres Naturais |
| HIS | Habitação de Interesse Social |
| HMP | Habitação de Mercado Popular |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| IPPLAN | Instituto de Pesquisa e Planejamento |
| PAC | Programa de Aceleração do Crescimento |
| PAIAP | Plano de Ação Integrada em Assentamentos Precários |
| PLHIS | Plano Local de Habitação de Interesse Social |
| PMJF | Prefeitura Municipal de Juiz de Fora |
| PMRR | Plano Municipal de Redução de Riscos |
| PNH | Plano Nacional de Habitação |
| RP | Regiões de Planejamento |
| SNHIS | Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social |
| ZEIS | Zonas Especiais de Interesse Social |

SUMÁRIO

| | | |
|---------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 15 |
| 1.1 | CONSIDERAÇÕES INICIAIS | 15 |
| 1.2 | JUSTIFICATIVA E CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA..... | 17 |
| 1.3 | OBJETIVOS | 20 |
| 1.3.1 | Objetivo Geral | 20 |
| 1.3.2 | Objetivos Específicos | 20 |
| 1.4 | DELIMITAÇÃO DO TRABALHO | 20 |
| 1.5 | METODOLOGIA..... | 21 |
| 1.6 | ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO..... | 23 |
| 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 24 |
| 2.1 | O FATO HISTÓRICO: A ORIGEM E A PROLIFERAÇÃO DA FAVELA..... | 24 |
| 2.1.1 | A conseqüente imagem imposta à favela | 25 |
| 2.2 | O ESPAÇO URBANO E SUAS DIMENSÕES. | 26 |
| 2.3 | POLÍTICAS SOCIAIS ADOTADAS PARA OS ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS..... | 28 |
| 2.4 | INTERVENÇÕES URBANAS EM ÁREAS DE ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS: PROPOSTAS GOVERNAMENTAIS | 31 |
| 2.5 | OS FATOS GEOLÓGICOS, CLIMÁTICOS E HUMANOS COMO AGENTES DETERMINANTES DOS RISCOS DE DESLIZAMENTOS..... | 36 |
| 2.6 | OS RISCOS DOS ASSENTAMENTOS ESPONTÂNEOS EM ENCOSTAS | 45 |
| 2.7 | A IMPORTÂNCIA DA DRENAGEM SUPERFICIAL E DA CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS COMO REDUTORES DE RISCOS E COMO FORMAS DE MANEJO SUSTENTÁVEL | 48 |
| 3 | DESENVOLVIMENTO | 52 |
| 3.1 | SISTEMAS DE DRENAGEM E CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS | 52 |
| 3.1.1 | Sistemas que captam e escoam de uma área impermeável | 52 |
| 3.1.1.1 | <i>Sistemas de captação de água residencial - microbacias de telhados</i> | 52 |
| 3.1.2 | Sistemas de captação de água em superfícies permeáveis | 53 |
| 3.1.3 | Sistemas com biodigestores | 54 |
| 3.1.3.1 | <i>Biodigestores gramados</i> | 55 |
| 3.1.3.2 | <i>Biodigestores secos</i> | 56 |
| 3.1.3.3 | <i>Biodigestores molhados</i> | 56 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 3.1.4 | Sistemas com bacias de retenção | 57 |
| 3.1.5 | Micro bacias de telhados verdes | 58 |
| 3.1.6 | Sistema de drenagem superficial – Sistema de microdrenagem do terreno | 59 |
| 3.1.6.1 | <i>Valetas de proteção de corte e de aterro</i> | 59 |
| 3.1.6.2 | <i>Sarjetas de corte e de aterro</i> | 60 |
| 3.1.6.3 | <i>Descidas de água</i> | 61 |
| 3.1.6.3.1 | Escadas hidráulicas de corte e de aterro..... | 61 |
| 3.1.6.3.2 | Escadas e rampas drenantes | 63 |
| 3.1.6.4 | <i>Saídas de água</i> | 64 |
| 3.1.6.5 | <i>Caixas coletoras</i> | 65 |
| 3.1.6.6 | <i>Dissipadores de energia localizados – bacias de amortecimento</i> | 66 |
| 3.1.6.7 | <i>Escalonamento de taludes</i> | 67 |
| 3.2 | ASPECTOS HIDROLÓGICOS A SEREM CONSIDERADOS PARA SELEÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM | 69 |
| 3.3 | ADAPTAÇÃO DA METODOLOGIA DO DESIGN DE PRODUTO À PESQUISA EM ANDAMENTO | 70 |
| 3.4 | MATRIZ DE TOMADA DE DECISÃO E DEFINIÇÃO DO SISTEMA A SER ADOTADO | 73 |
| 4 | A CIDADE DE JUIZ DE FORA | 78 |
| 4.1 | APRESENTAÇÃO DA CIDADE DE JUIZ DE FORA: HISTÓRICO, LOCALIZAÇÃO, POPULAÇÃO | 78 |
| 4.2 | CONSIDERAÇÕES SOBRE O CLIMA E O RELEVO | 80 |
| 4.3 | A QUESTÃO DA OCUPAÇÃO DO ESPAÇO URBANO E DOS ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS | 82 |
| 4.3.1 | Apresentação e análise de dados recentes para a delimitação do espaço | 88 |
| 4.3.2 | Definição e delimitação da área onde será proposta a intervenção | 91 |
| 4.3.3 | A proposta de intervenção | 100 |
| 5 | EXEMPLOS NACIONAIS E INTERNACIONAIS COMPROBATÓRIOS DO EMPREGO DA DRENAGEM SUPERFICIAL ASSOCIADA À MOBILIDADE | 103 |
| 6 | CONCLUSÃO | 108 |
| | REFERÊNCIAS | 110 |
| | ANEXOS | 117 |

ANEXO A 118
ANEXO B 119
ANEXO C 120
ANEXO D 121
ANEXO D 122

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O meio ambiente urbano é produto de uma relação complexa entre os elementos de suporte oferecidos pela natureza (terra, água, ar, etc.) e o ambiente construído socialmente, a cidade e suas estruturas físicas, padrões sociais e culturais, entre outros:

Urbanização e alta densidade populacional caracterizam os assentamentos humanos atuais. A urbanização é o fenômeno social, econômico e ambiental mais significativo das últimas décadas, afetando significativamente todos os aspectos do planejamento, desenvolvimento e gestão das sociedades humanas (NOGUEIRA, 2002, p. 1).

Em decorrência dos fenômenos da intensa urbanização e do agravamento da crise econômica do Brasil, no século XX e principalmente nos anos de 1970, foram reduzidas as alternativas habitacionais da população de baixa renda, que passou a ocupar áreas geologicamente desfavoráveis, sem planejamento e infraestrutura. Esse quadro contribuiu para o incremento das situações de risco associadas aos processos do meio físico (ROSA FILHO, 2013).

Esse aumento da população agravou a situação, uma vez que houve uma grande apropriação das áreas de encosta através de desmatamentos, cortes e aterros, alterando a estabilidade e aumentando a probabilidade de desencadear deslizamentos (CASSETI, 1991), o que justifica a preocupação com os escorregamentos ou deslizamentos que podem ocorrer principalmente com elevados volumes de precipitação. É importante observar que tanto chuvas contínuas e intensas de curta quanto de longa duração atuam como um dos principais agentes deflagradores de movimentos de encostas em ambientes tropicais úmidos (KOBAYAMA, 2006). Nos últimos anos, os escorregamentos nas encostas urbanas vêm ocorrendo com uma frequência alarmante tendo como causa principal a ocupação desordenada de áreas que apresentam elevada susceptibilidade a escorregamentos (AZEVEDO, 2011).

O fato de os desastres vinculados a esses processos estarem associados tanto a causas naturais quanto à ação antrópica faz com que também sejam chamados, talvez com mais propriedade, de desastres socioambientais. No Brasil, a componente social desses desastres é particularmente importante, na medida em que a vulnerabilidade das nossas cidades aos desastres naturais está associada à nossa incapacidade histórica – característica do processo de urbanização brasileiro – de prover moradia adequada para toda a população e

promover um ordenamento territorial que sobreponha o interesse social ao interesse privado dos proprietários de terras (CARVALHO, 2013).

O espaço urbano é hoje ocupado pela população das cidades de forma heterogênea. A carência de oportunidades gerada pela precariedade ou inexistência de políticas públicas de moradia interfere nos motivos que objetivam a ocupação dos terrenos. De acordo com Maricato (2003, p. 15), “o universo urbano não superou algumas características dos períodos colonial e imperial, marcados pela concentração de terra, renda e poder, pelo exercício do coronelismo ou política do favor e pela aplicação arbitrária da lei”.

Assim sendo, as populações mais carentes ocupam os vazios urbanos, áreas geomorfologicamente vulneráveis, de baixo interesse imobiliário. As relações sociais influenciam nas decisões de moradia, mas a organização política e as ofertas encontradas na informalidade tornam-se os principais fatores de decisão no avanço ou recuo dessas ocupações (MARQUES, 2011).

A ausência da gestão do ambiente urbano torna as favelas e os assentamentos informais, nas cidades ou nas periferias das áreas urbanas, um dos aspectos mais preocupantes da atualidade. As populações carentes, na maioria das vezes sem opção, vivem em condições adversas (MARQUES, 2011).

Para Santos (2010), seis variáveis interferem nesse processo, podendo ocorrer isoladas ou concomitantes: “grandes distâncias do centro urbano, áreas de periculosidade, áreas de insalubridade, irregularidade imobiliária, desconforto ambiental e precariedade construtiva”. Embora os relevos estejam sujeitos às dinâmicas naturais de equilíbrio, esses fenômenos são frequentemente acelerados pela ação humana que, desprovida de critério técnico, interfere nas declividades naturais, gerando instabilidade, cujas consequências variam de acordo com os locais onde ocorrem. Nas regiões mais fragilizadas, em que predominam as moradias mais vulneráveis, como é o caso de favelas e assentamentos precários, as consequências são mais graves, aumentando as estatísticas anuais de mortes por escorregamentos de terra.

Os desafios urbanos do Brasil são imensos e precisam ser abordados como política pública para gestão dos problemas advindos dessa problemática. O acesso à moradia com sustentabilidade social e ambiental foi na história do país muitas vezes negligenciado pelo poder público que, em detrimento da fiscalização e do investimento, atua como fator de agravamento dos agentes causadores da ocupação de áreas de risco (SANTOS, 2010).

Segundo Marques (2011), observa-se que, para diminuir a vulnerabilidade e melhorar a segurança das populações que residem em locais de ocupação inadequada, devem ser realizadas medidas preventivas visando à diminuição dos danos materiais, ambientais e principalmente de vidas humanas.

Juiz de Fora, como diversas cidades brasileiras, com características de ocupação urbana significativa e desordenada, tem enfrentado problemas quanto à ocorrência de desastres. Devido às características de relevo acidentado do município, os escorregamentos de terra em encostas têm sido uma constante nos últimos anos, principalmente nos períodos de alto índice pluviométrico, observando-se a ocorrência de danos irreparáveis em algumas áreas da cidade, com acidentes e um considerável número de desabrigados e até de mortes (ROCHA, 2009).

1.2. JUSTIFICATIVA E CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Os principais desastres naturais que atingem as cidades brasileiras são as enchentes e os deslizamentos de encostas, entendidos aqui no seu sentido mais amplo, englobando os fenômenos climatológicos, geológicos e geotécnicos correlatos, como quedas de blocos de rocha, escorregamentos em rocha, rupturas de taludes de solo, rupturas de margens de rios, corridas de massas, vários fenômenos erosivos, inundações e enxurradas (CARVALHO, 2013).

Os deslizamentos inserem-se no grupo dos desastres naturais porque ocorrem na ‘encostas por ocasião de episódios de chuvas intensas e prolongadas, que saturam as camadas de solo, diminuindo sua resistência. Formas inadequadas de ocupação urbana nas áreas de média ou alta declividade contribuem de maneira decisiva para o aumento do porte e da frequência de ocorrência dos deslizamentos: a ocupação desordenada de morros, com execução de cortes e aterros precários, os depósitos de lixo e o lançamento de esgotos e águas pluviais nos taludes podem transformar áreas naturalmente estáveis em setores de risco extremamente elevado (CARVALHO, 2013).

Terrenos públicos foram sendo ocupados por favelas, de modo que, mesmo em áreas regulares, os moradores constroem aleatoriamente, sem projeto prévio. Nos loteamentos espontâneos, nas invasões de terrenos públicos, o processo de urbanismo acontece sem preocupação com o bem-estar coletivo, já que o poder público municipal não se faz presente.

As habitações são ampliadas conforme a demanda familiar – de espaço ou de renda (BUENO, 2004).

Dos fenômenos naturais extremos, os deslizamentos têm sido responsáveis pelos maiores números de vítimas fatais e por grandes prejuízos materiais. Em decorrência não só de fatores relacionados ao aumento de cortes para a construção de barracos e outras intervenções (esgoto, fossas, etc.), mas também de encostas íngremes situadas no sopé de afloramentos rochosos e de ocupação desordenada de áreas, todos os acidentes apresentam elevada susceptibilidade a escorregamentos (KOBAYAMA, 2006). Outro elemento agravante é que, devido às dificuldades de acesso e ausência de acompanhamento técnico adequado, as habitações dessas áreas apresentam baixa qualidade técnica das construções. Bressani e Bertuol (2010), afirmam que “o grande agente deflagrador de instabilidade de encostas é, sem dúvida, a ação humana, pela modificação da dinâmica natural do relevo”.

A estabilidade de uma encosta, em seu estado natural, é condicionada concomitantemente por três fatores principais: características geométricas, características geológicas (tipos de solos e rochas que a compõem) e ambientes fisiográfico em que se insere, abrangendo clima, cobertura vegetal, drenagens naturais, entre outros. Todos esses condicionantes, ocorrendo em uma encosta e submetidos à ocupação humana sem planejamento, podem levar a uma situação de instabilidade, aumentando o risco de escorregamentos de terra (FEMA, 2013).

A despeito da incerteza dos riscos, a ocorrência de deslizamentos de encostas concentra-se mais na época chuvosa, o que caracteriza um período de alerta para todos os moradores. Esse período, que se estende de dezembro a março, na região sudeste do Brasil, contrasta com o período de estiagem e calmaria relativa entre os meses de abril a novembro, apesar de os riscos estarem presentes em quase todas as ocupações localizadas em encostas de alta declividade (ROSA FILHO, 2013).

Segundo Crosta (1998), diferentes condições de instabilidade são introduzidas como consequência da resposta a padrões de chuva, sendo que a espessura do perfil de intemperismo, as propriedades mecânicas, físicas e hidráulicas dos solos e a cobertura vegetal dos mesmos contribuem para a resistência dos solos e as condições de fluxo superficial.

Conforme Pedrosa (1994), a infiltração caracteriza-se por um mecanismo que se destaca no processo de instabilidade de encosta provocado pelas chuvas, valendo ressaltar que, mesmo diante de índices pluviométricos baixos, a ocorrência de movimentos catastróficos pode ser desencadeada em taludes pela infiltração em virtude das condições

internas existentes no maciço, como o grau de saturação, teor de umidade, índices de vazios, topografia e litologia.

É necessário que haja intervenções nas áreas que estão constantemente sujeitas a riscos, devendo, para tal, ser empregados instrumentos para implementá-las. Segundo Cardoso (2007), são três os modelos básicos de intervenção em assentamentos precários:

1. **Urbanização:** é a intervenção que não modifica a estrutura do assentamento, apenas agrega infraestrutura e pavimentação.
2. **Reurbanização:** é a que refaz completamente a estrutura do assentamento, reformulando e reassentando as famílias na mesma área.
3. **Remoção:** implica a retirada da população e seu assentamento para outra área.

Quanto à remoção, pesquisas mostraram seu impacto na desestruturação das condições de vida da população afetada com queda da renda familiar pelo aumento dos gastos com transportes e com habitação, bem como com elevação dos níveis de desemprego, dada a distância entre os locais de moradia e de trabalho (VALADARES, 1980). Destaca-se ainda a desestruturação dos laços de sociabilidade e vizinhança que permitiam melhores condições de reprodução social das famílias faveladas (CARDOSO, 2013). A estratégia de resistência apoia-se em fatores como religiosidade e noção de um lugar identitário, que agrega aspectos subjetivos, extrapolando o espaço físico. O apego ao lugar aparece associado aos laços mais gerais criados ao longo das trajetórias de vida, situando a *moradia de risco* em um plano secundário frente aos perigos sociais (VARGAS, 2006).

Segundo Azevedo (2011), várias pesquisas têm se voltado para o estudo da relação entre clima e deslizamentos pelo fato de a **precipitação** apresentar-se como elemento que mais contribui para o desencadeamento de deslizamentos de terras em diversas regiões do mundo. Portanto, dentro do contexto de riscos de deslizamentos em função das **águas de chuvas**, ocorre, como citado anteriormente, a convivência diária das populações que moram em áreas de instabilidade. Para o controle e gerenciamento das situações de perigo, principalmente nas encostas das cidades de relevo acidentado, a captação e o reaproveitamento das águas pluviais apresentam-se como uma possível solução ao risco inerente.

As intervenções devem acontecer por necessidade, para recuperar feridas que o próprio homem produziu na natureza: “Em urbanismo é necessário fazer a cidade despertar, reagir, criar reações positivas e em cadeia. É fundamental intervir para revitalizar” (LERNER, 2005, p. 6).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

- Propor intervenções no âmbito urbano informal para a drenagem de águas pluviais visando à efetiva redução dos riscos existentes, ou seja, possibilitar com as intervenções propostas a redução dos deslizamentos de terras, desabamentos e mortes no município.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Discutir soluções para o problema das áreas de risco no Brasil e na cidade de Juiz de Fora (MG), onde os acidentes decorrentes de deslizamentos de massa em função das águas de chuvas são uma constante;
- Analisar as intervenções urbanas existentes e utilizadas como elementos colaboradores para a qualidade da vivência e da segurança da população de área de risco.
- Através de pesquisas junto ao poder público responsável pela gestão das áreas de risco do município, analisar os dados oriundos da coleta do ano de 2013 pela Defesa Civil, desenvolver a pesquisa baseada na análise dos dados, observações e literatura, para a proposição final.

1.4 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho tem como objetos de análise e recorte físico as situações específicas das encostas íngremes onde as moradias existentes, em sua grande maioria, podem ser consideradas como sub-habitações devido ao modo de construir, aos materiais empregados e à despreocupação com que essas habitações são implantadas nos terrenos em declive, não levando em consideração os riscos inerentes a essa declividade e o perigo que as águas pluviais podem trazer para essa população, no município de Juiz de Fora (MG).

Como limitação, o estudo ocorrerá em uma área a ser determinada após análise e comparação dos dados de acidentes fornecidos pela Defesa Civil de Juiz de Fora, sendo que não será proposto um projeto específico para o caso. O presente trabalho proporá uma intervenção para drenagem e captação de águas pluviais em encostas baseado em experiências já existentes no Brasil e que não são utilizadas na cidade.

1.5 METODOLOGIA

Esta dissertação caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, qualitativa, descritiva dado que “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos, envolve verdades e interesses locais” (PRODANOV e FREITAS, 2013).

Os estudos até então observados trazem a gestão urbana diretamente para o centro da questão, sendo poucas as intervenções existentes até hoje nos assentamentos precários em situação de risco que atenderam aos interesses da população.

Inicialmente será realizada uma revisão bibliográfica ampla, para apresentar:

- a) O contexto histórico, a natureza, as relações, os valores sociais e políticos, os conceitos e os riscos geológicos e climáticos dos desastres naturais e das formações desses assentamentos precários na cidade de Juiz de Fora;
- b) A importância que as águas pluviais têm para as comunidades das encostas acentuadas da cidade (áreas de risco), além de identificar as formas existentes, na bibliografia, de captação de águas pluviais passíveis de serem aplicadas em encostas;
- c) As áreas geologicamente desfavoráveis e desprovidas de qualquer planejamento na cidade, onde os deslizamentos constituem riscos constantes aos seus habitantes.

Posteriormente a pesquisa tratará da questão da captação das águas pluviais nos assentamentos precários em encostas onde os movimentos de terra em decorrência das águas das chuvas são uma constante.

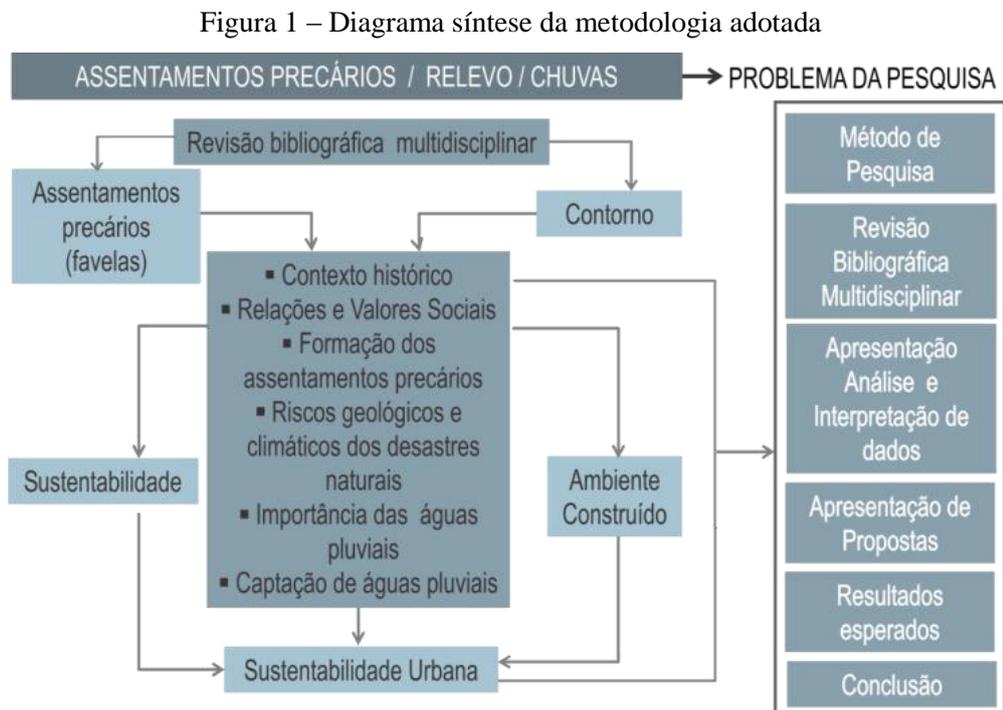
Para tanto se faz necessário:

- 1) O estudo da formação desses assentamentos;
- 2) Os modelos de intervenção nos mesmos;
- 3) A conceituação das características geológicas e climáticas da região, na intenção de obter uma maior fundamentação teórica necessária para o desenvolvimento desta pesquisa, bem como o estudo dos modelos existentes no Brasil para a captação de águas pluviais.

Apoiada em uma base teórica, a pesquisa buscará rever as soluções existentes para captação de águas pluviais e a utilização das mesmas para o consumo não potável, de modo que seu consumo contribua para a redução dos riscos identificados. Além disso, será analisada a viabilidade do aproveitamento da água de chuva para o consumo não potável da região especificada pela pesquisa, visando aperfeiçoar o controle dos riscos de escorregamentos, aos quais a população está sujeita.

A pesquisa será feita em duas etapas: trabalhos de gabinete e de campo. Os trabalhos de gabinete consistirão em uma revisão bibliográfica multidisciplinar para que sejam possíveis um contorno teórico e as definições sobre o objeto estudado, bem como um preparo de uma investigação sistematizada. Em seguida seguirão os trabalhos de campo, que consistirão na compilação e análise dos dados pluviométricos e de ocorrências na cidade, nos últimos três anos, em função das chuvas, fornecidos via documento pela Subsecretaria de Defesa Civil e, sobre essa base, construir uma reflexão teórica. A partir da obtenção desses dados, será possível realizar uma análise tendo como base a frequência das ocorrências, a sua gravidade, bem como as características de relevo, condição de exclusão social, grau de risco físico e ambiental, infraestrutura urbana, precariedade das habitações, titularidade da terra, densidade, acessibilidade e condição socioeconômica.

Após a fase da identificação dos potenciais de risco, os estudos serão aprofundados até o ponto de proposição de intervenções em local específico que pretende ter como resultados a apresentação de sua importância como agente redutor de riscos nas comunidades existentes em encostas acentuadas, procurando reforçar a necessidade de intervenções efetivas nesses locais. Na figura 1 é apresentado um diagrama síntese da metodologia utilizada.



Fonte: ELABORADO PELA PRÓPRIA AUTORA, 2014.

1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O presente trabalho é composto por cinco capítulos, conforme descrição a seguir:

Capítulo 1 – INTRODUÇÃO: Neste capítulo são apresentados os aspectos gerais da pesquisa: justificativa e caracterização do problema, objetivos gerais e específicos, os processos metodológicos, a delimitação e a estruturação adotada para a realização do trabalho.

Capítulo 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: Este capítulo é a revisão de literatura, onde são apresentadas as considerações gerais, a respeito da noção de relevo, clima e ocupação desordenada do espaço urbano que explicam a importância do planejamento, controle do espaço urbano construído; também são apresentadas as formas de captação das águas pluviais empregadas atualmente, nas regiões urbanas do Brasil.

Capítulo 3 – DESENVOLVIMENTO: O capítulo 3 tem como objetivo o desenvolvimento dissertativo do trabalho. Para tal serão expostas as considerações técnicas gerais sobre a possibilidade da captação das águas pluviais. Num segundo momento e tendo como base os conceitos teóricos sobre as soluções técnicas para drenagem superficial das águas pluviais e as condicionantes teóricas que validam essas soluções, será aplicada uma nova metodologia através da elaboração de uma matriz de decisão adaptada da Metodologia para Desenvolvimento do Produto. Através da seleção de conceitos de produto, o somatório dos valores adotados para as condicionantes da matriz de decisão determinará o produto ou o conjunto de produtos passíveis de serem aplicados na gestão das águas pluviais em encostas acentuadas.

Capítulo 4 – PROPOSTA DE INTERVENÇÃO: Este capítulo tem por objetivo apresentar a proposta de intervenção e sua justificativa. Além da definição do sistema a ser adotado e sua justificativa serão apresentados experiências semelhantes adotadas em outras cidades no Brasil e no continente americano, que comprovarão o sistema sugerido. Será também apresentada a contextualização histórica da cidade de Juiz de Fora, sua formação e sua importância histórica e cultural. Em seguida, serão apresentados os dados sobre deslizamentos, óbitos, desabamentos, edificações danificadas, entre outros, fornecidos pela Defesa Civil da cidade, de onde serão retiradas as informações das regiões e os graus de riscos da cidade. A compilação dos dados de ocorrências nas encostas íngremes da cidade, consideradas pelo 1º PMRR (Plano Municipal de Redução de Riscos) como áreas de risco, será fornecida pela subsecretaria de Defesa Civil.

Capítulo 5 – CONCLUSÃO: Considerações finais do trabalho dissertativo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O FATO HISTÓRICO: A ORIGEM E A PROLIFERAÇÃO DA FAVELA

Embora, no início, fosse um problema localizado apenas nos grandes centros e assumisse proporcionalmente uma dimensão pontual, o caso das favelas, no Brasil, é considerado um problema com raízes históricas (MANSUR, 2007).

A partir do Brasil Colônia, analisando-se o processo de acesso à propriedade da terra e o uso da mão-de-obra escrava africana, é possível colher os frutos de um passado para entender tanto o presente da sociedade brasileira, marcada por divisões e papéis para grupos étnicos distintos quanto o lugar que esses grupos ocupam na cidade.

Segundo autores como Holanda (1971) e Prado Jr (1977), ir às raízes da nossa história é fundamental para entender o presente, marcado, na atualidade, pela imposição de restrições ao acesso à terra por parte dos descendentes de escravos.

Marcado pela abolição da escravatura, em 1888, e proclamação da República, em 1889, o final do século XIX constitui um período de transição importante na história do Brasil, que vivenciou, no decorrer da última década do século, uma série de transformações econômicas, políticas e sociais responsáveis pela sua efetiva integração à nova ordem internacional, com a segunda revolução industrial (ABREU, 1994).

Capital do país e principal ponto de articulação do território brasileiro com os demais centros nervosos do capitalismo mundial da época, a cidade do Rio de Janeiro, tomada como referência, viu o seu crescimento demográfico expandir de forma rápida. Esse célere crescimento demográfico intensificou a demanda de habitações e, apesar dessa necessidade, a forma urbana, que necessitava ser modificada, permaneceu inalterada, em virtude das turbulências políticas e econômicas (ABREU, 1994).

A falta de opções para a moradia da população de baixa renda fez com que esta subisse os morros, ocupando as áreas públicas e outros terrenos pouco valorizados pelo mercado. As características principais desses assentamentos eram a ocupação do solo sem parcelamento prévio, a precariedade das moradias, a ausência de infraestrutura e a irregularidade da propriedade do solo.

Em todo o território, durante o século XX, as favelas foram consolidando-se como alternativa de moradia para as populações de baixa renda, já não mais restritas aos grandes centros (CARDOSO, 2007). A partir de 1920, com sua significativa difusão pelo espaço urbano, o termo favela generalizou-se, adotando sua forma substantivada com “f” minúsculo,

designando todas as aglomerações de habitações toscas da cidade, geralmente nos morros, construídas em terrenos de terceiros e sem a aprovação do poder público.

Muitas foram as tentativas para reverter o quadro de instalação definitiva das favelas, mas todas em vão, uma vez que o cerne do problema, em momento algum, foi atacado: a favela continuou sendo a possível solução para o problema da carência de moradia, consequência do modelo de desenvolvimento do país que o levou à constituição de um padrão associando um razoável grau de crescimento econômico com alto nível de desigualdade e com uma parcela significativa da população situada abaixo da linha de pobreza.

Desse modo, pobreza e desigualdade, durante longo período, estiveram associadas como características estruturais no decorrer do processo de crescimento brasileiro (CARDOSO, 2007). Para Maricato (2000), distinção territorial acaba estimulando a ocupação irregular do solo urbano na produção das favelas, com os consequentes impactos ambientais. Segundo a mesma autora, “a tragédia urbana brasileira não é produto das décadas perdidas, portanto tem suas raízes muito firmes em séculos de formação da sociedade brasileira, em especial a partir da privatização da terra (1850) e da emergência do trabalho livre (1888)” (2008, p. 23).

2.1.1 A consequente imagem imposta à favela

As favelas eram chamadas de locais de concentração das “classes perigosas” e identificadas pelos higienistas como focos de contaminação e propagação de doenças (ABREU, 1994).

Essa imagem atribuída à favela, no início do século, acabou englobando as demais favelas que se foram formando. Recém-saída da escravidão, a sociedade tinha como habitantes das favelas em sua maioria a população negra, considerada na época símbolo de atraso. Segundo Zaluar et Alvito (2006), o principal responsável pela divulgação dessa imagem negativa foram os meios de comunicação da época, a imprensa mais especificamente. Por outro lado, há uma série de evidências de que a favela, ao contrário do que se difundia, também tinha seus pontos positivos. Embora com condições precárias de habitabilidade, ali também moravam trabalhadores que, seja pela falta de opção, seja pelos altos preços dos cômodos, procuravam esses lugares de valor relativamente baixo:

Lugar de criminosos, mas também lugar de trabalhadores; lugar onde se mora mal, mas onde se mora barato; lugar insalubre, mas que é mais saudável do que as opções que se oferecem aos pobres na cidade legal; a favela vai assumindo assim as imagens contraditórias, e vai permanecendo também na paisagem carioca (ABREU, 1994, p. 40).

Essa duplicidade de imagens era evidente, e todos os processos faziam-se sentir nesse espaço: era ali a moradia do trabalhador honesto, mesmo que subempregado, do biscateiro, do mendigo, do vagabundo. Todos moravam em habitações que não eram consideradas pela lei como permanentes, não fazendo jus ao status de “domicílio certo”, o que era necessário ter para não ser considerado marginal (ABREU, 1994).

Aparentemente, em essência, esse tipo de postura imputa a culpa de acidentes em encosta à população de baixa renda e com a sociedade atual, a situação agrava-se cada vez mais.

2.2 O ESPAÇO URBANO E SUAS DIMENSÕES

À morfologia urbana interessam os instrumentos de leitura urbanística e arquiteturas, partindo do princípio de que as disciplinas de concepção do espaço têm instrumentos de leitura que lhes são próprios. À noção de forma urbana corresponde um conjunto de objetos arquitetônicos ligados entre si por relações espaciais. A arquitetura será assim a chave da interpretação correta e global da cidade como estrutura espacial.

O direito à urbanização é um direito adquirido e indiscutível. A questão já não é mais social e política, pois passa agora, obrigatoriamente, pela dimensão cultural e estética. As favelas, mesmo sendo consideradas partes ‘antiestéticas’ das cidades ditas formais, fazem parte do patrimônio cultural e artístico das cidades, constituindo-se segundo um processo arquitetônico e urbanístico vernáculo singular, que é o oposto do projeto, e que compõe uma estética própria – uma estética das favelas – diferente da estética da cidade dita formal e que possui características próprias (JAQUES, 2011, p. 125).

Para Rossi (1966), a forma da cidade corresponde à maneira como se organiza e se articula sua arquitetura. Conseqüentemente, a arquitetura não pode ser compreendida senão como uma parte da cidade, como um acontecimento submerso num sistema complexo de relações com o resto do espaço urbanizado, cujo desenho exige um profundo domínio de duas áreas do conhecimento, histórico e cultural, ou seja, o processo de formação da cidade, que é

histórico e cultural, interliga-se às formas utilizadas no passado. Hoje elas estão disponíveis como materiais de trabalho de arquitetos e urbanistas. Outra área do conhecimento consiste na reflexão sobre a forma urbana como objetivo do urbanismo, ou melhor, como corpo ou materialização da cidade capaz de determinar a vida humana em comunidade (LAMAS, 2007).

Criando áreas adensadas e sem infraestrutura adequada às condições de vida de seus habitantes, as favelas existem e continuam presentes no tecido urbano com suas características próprias, diferentes das áreas urbanizadas das cidades. Segundo Jacques (2011), as favelas podem ser apresentadas por três figuras conceituais, em três escalas diferentes.

A primeira, como um **fragmento**, resulta da forma de construção baseada na ideia de abrigo, que difere completamente da prática arquitetônica projetada. Cotidiana e continuamente inacabada, a construção é ligada ao acaso, correspondendo a uma “bricolagem”. Nesse sentido, vale ressaltar que, se a diferença entre o abrigar e o habitar da arquitetura é temporal, em que o primeiro implica provisoriedade, e o segundo, permanência, conseqüentemente os “construtores” da favela “temporalizam o espaço” e os arquitetos “espacializam o tempo”.

A segunda figura seria o **labirinto**, visualizando a escala da arquitetura ao urbano. Baseado no conjunto de barracos do processo urbano característico, o labirinto, compreendido através da noção de percurso e, conseqüentemente, da experiência do espaço urbano espontâneo, é totalmente diferente do espaço desenhado por urbanistas. O labirinto-favela é muito complexo, na medida em que não é fixo, acabado, e seu tecido é flexível e maleável. Na favela, as ruas são determinadas exclusivamente pelo uso, os espaços públicos e privados estão inextricavelmente ligados. Durante o dia, as ruas tornam-se continuações das casas, espaços semiprivados. A forma labiríntica dos caminhos provoca grande proximidade física, promovendo todo tipo de mistura.

Jacques (2011) considera a terceira e última figura o **rizoma** que, em escala, seria a consideração do urbano ao território. Determinando a ocupação selvagem dos terrenos pelo conjunto de barracos, forma um território urbano fundamentado no conceito de comunidade, independentemente de qualquer planejamento urbano.

Segundo Corrêa:

É na produção da favela em terrenos públicos ou privados invadidos, que os grupos sociais excluídos tornam-se, efetivamente, agentes modeladores produzindo seu próprio espaço, na maioria dos casos independentemente e a despeito dos outros agentes (CORRÊA, 2000, p. 30).

A construção das favelas tem em sua essência a formação de espaços orgânicos e excêntricos, próprios de invasão de espaços vazios.

2.3 POLÍTICAS SOCIAIS ADOTADAS PARA OS ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS

Segundo Koga (2003), há de se constatar o domínio da política econômica sobre a política social, porque o tratamento subalterno dado às políticas no Brasil tem resultado na crescente mercantilização dos serviços básicos à população, como os do campo da saúde, da educação ou da habitação, levando a crer num processo de responsabilização do Estado.

No que se refere às políticas urbanas, Garson (2007) argumenta que estas se caracterizam pelos compromissos de longo prazo, pela capacidade fiscal e técnica dos entes federativos, pelos substanciais montantes de recursos desigualmente distribuídos no tempo, pela incerteza de sucesso e pela possibilidade de defecções.

Já as políticas sociais, sobretudo a partir da década de 1990, recebem recursos definidos e determinados – referindo-se aos conselhos, aos fundos, assim como aos processos administrativos definidos em lei – que garantem maior estabilidade na sua implementação. Por outro lado, Ribeiro (2007) expõe que a política de investimentos urbanos tem sido orientada, no caso brasileiro, pelos interesses do setor econômico, apontando que a agenda de contratação de obras públicas pelo Estado efetivamente tem atendido com maior prioridade aos interesses econômicos específicos das empreiteiras de obras públicas, em detrimento das necessidades da população.

Essas formulações indicam que há uma hierarquia de poder no âmbito das políticas públicas em que se destacam as políticas macroeconômicas. Entretanto, dentro da formulação das políticas setoriais, também há divergências e interferências econômicas que trazem à tona os interesses e a forma de conduzir tal e qual política, conforme os parâmetros daqueles que detêm a decisão final.

Observa-se que há um grau de importância atribuída às políticas setoriais, na medida em que atendem à conjuntura e à necessidade dos interesses em jogo, expressas no financiamento de cada uma delas. Em segundo lugar, deve-se focar na análise dos interesses, já que, no âmbito das políticas, é comum que os interesses individuais sobreponham-se aos

interesses coletivos, conforme salienta Lobato (2006, p. 295): “na formulação de uma política interagem mutuamente interesses diversos, representados por vários setores, entre eles o Estado”.

Nessa condição de interesse, emerge o papel dos partidos políticos, dos movimentos sociais, dos conselhos de direitos e da própria sociedade que elege seus representantes. Os conflitos são expostos e clarificados ou obscurecidos de acordo com os *lobbys* realizados pelas partes. Nesse aspecto, quando a gestão municipal está submetida ao interesse das elites locais, passa a ser orientada por um único projeto de desenvolvimento, que é baseado em dois elementos: “o uso privado dos equipamentos e serviços públicos em proveito próprio e de seus pares e a manutenção de seu eleitorado cativo” (RAMOS, 2002).

Por fim, é necessário observar como a gestão administrativa, nos vários níveis de governo e envolvendo todos os entes federados, coloca-se diante da política pública e da intersectorialidade. Nesse sentido, é preciso considerar tanto os interesses em jogo e os processos de privilegio de determinada política setorial quanto as concepções e formatação das políticas pelos diferentes órgãos públicos, conforme sustenta Junqueira:

A nova realidade criada a partir de um novo conhecimento deve ser partilhada no interior das organizações gestoras das políticas, e isso vai depender da mudança das práticas institucionais e das relações sociais que se estabelecem entre os diversos atores organizacionais e societários. Essas práticas deverão privilegiar a integração de saberes e experiências em prejuízo da setorização e da autonomização (JUNQUEIRA, 2004, p. 5).

Por outro caminho, Silva (2008) destaca que é possível vislumbrar novas formas de democratização das relações internas ou do que pode ser chamado de “politização” da administração como arte da negociação entre diferentes atores. Para ele o importante é saber se o debate da democratização está na pauta da agenda do Estado e definir o que representa politização da questão administrativa.

Diante dessas diferentes perspectivas, é possível trazer para o campo de debate a discussão da articulação entre as políticas de desenvolvimento urbano e social. Para tanto, lança-se mão das contribuições de alguns autores que analisam a articulação entre as políticas e que levam em consideração as questões socioterritoriais, como segregação, lugar, local, espaço e o próprio território.

Observa-se que, da mesma forma que há uma preocupação com a interdisciplinaridade quando se busca discutir a temática da questão urbana e das cidades a

fim de abranger outros campos de conhecimento, é possível verificar nos artigos do campo das políticas sociais a preocupação com a intersectorialidade (SILVA, 2008).

No desenho da política de planejamento territorial urbano e da política fundiária, existem quatro linhas de trabalho coordenadas pela Secretaria Nacional de Programas Urbanos, as quais fazem parte da estrutura administrativa do Ministério das Cidades, a saber: reabilitação de áreas urbanas centrais, apoio à elaboração e revisão de planos diretores, apoio à regularização fundiária e mobilidade urbana sustentável (SILVA, 2008).

Entre os autores que chamam a atenção para a dimensão territorial das políticas, abordando a questão da intersectorialidade, destaca-se Ribeiro (2007), segundo o qual é premente a necessidade de as intervenções governamentais nas metrópoles buscarem a articulação entre os objetivos da assistência social e a transferência de renda aos grupos mais vulneráveis e os de reconstrução social, habitacional e urbanística dos territórios. No que se refere à política de habitação, identifica-se a intersectorialidade nas diretrizes e princípios dessa política expressas quando é afirmado que:

A implementação da Política Nacional de Habitação implica um novo desenho político institucional, a partir dos princípios da descentralização, territorialização, intersectorialidade, participação e desenvolvimento institucional e da elaboração e implementação de um Plano Nacional de Habitação (BRASIL, 2006, p. 58).

Além disso, é possível verificar o emprego das palavras articulação e integração quando da referência de trabalhos com outras políticas setoriais, instituições, setores privados etc. Tal análise pode ser comprovada em um dos itens dos princípios da política que expõe a “articulação das ações de habitação à política urbana de modo integrado com as demais políticas sociais e ambientais” (BRASIL, 2006); bem como presente em um dos itens dos objetivos gerais de tornar a questão habitacional uma prioridade nacional, integrando, articulando e mobilizando os diferentes níveis de governo e fontes, objetivando potencializar a incapacidade de investimentos com vistas a viabilizar recursos para a sustentabilidade da Política Nacional de Habitação (BRASIL, 2006), ou ainda quando menciona a atuação integrada com as demais políticas públicas ambientais e sociais para garantir a adequação urbanística e socioambiental das intervenções no enfrentamento da precariedade urbana e da segregação espacial e social que caracterizam esses assentamentos:

A política de prevenção de riscos em assentamentos precários, é mencionada em um dos trechos desse documento, e apresentada como modo de implementar nos municípios um programa específico de redução de riscos que se articule harmoniosamente e que seja complementar aos programas de urbanização integral e regularização fundiária dos assentamentos precários. Assim como compatibilizar as intervenções específicas de redução de riscos com os programas gerais de urbanização e regularização fundiária dos assentamentos precários (BRASIL, 2004b, p. 65).

Por outro lado, o crescimento de áreas ocupadas por favelas e assentamentos informais denota a clara tendência da população de baixa renda em solucionar, por iniciativa própria, o problema habitacional/social brasileiro. Esse fato revela o baixo alcance das políticas públicas implementadas ao longo de décadas em que o planejamento urbano tem sido negligenciado. A consequência dessas posturas administrativas é o aumento cada vez mais frequente, e sem precedentes, do número de acidentes, de desabrigados e de mortos. Como trágico exemplo, pode-se citar o desastre ocorrido na região serrana do Rio de Janeiro, em janeiro de 2011, também denominado de “O Megadesastre da Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro” (CORREIA et al., 2011), que foi responsável pela morte de 916 pessoas, além de deixar mais de 20.000 desabrigados.

2.4 INTERVENÇÕES URBANAS EM ÁREAS DE ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS: PROPOSTAS GOVERNAMENTAIS

A falta de alternativas habitacionais no Brasil, gerada pelo intenso processo de urbanização e falta de regulação e direcionamento estatal, pela baixa renda das famílias, pela apropriação especulativa de terra urbanizada e inadequação das políticas de habitação, levou um contingente significativo da população brasileira a viver em assentamentos precários e informais (BRASIL, 2004b).

Segundo o livro do Ministério das Cidades – Ações Integradas de Urbanização de Assentamentos Precários,

O Governo Brasileiro acredita que só será possível equacionar essa questão se a política de integração urbana de assentamentos precários for colocada no centro da agenda federal, estadual e municipal, com ênfase na garantia de acesso universal aos serviços de saneamento básico, à regularização fundiária e à moradia digna (BRASIL, 2004b, p. 45).

As ações do poder público, relacionadas com os assentamentos precários, variaram das tentativas de erradicação às melhorias pontuais e paliativas. Na prática, a atitude que predominou foi a complacência: os assentamentos precários foram tolerados, especialmente quando localizados nas periferias, e acabaram constituindo a principal solução para a questão da moradia popular (BRASIL, 2004b).

No final da década de 1970, num contexto de ampliação das mobilizações sociais e de reorganização das lutas por moradia, a política habitacional foi reorientada no sentido de mais adequação às demandas populares. Em todo o Brasil começaram a surgir iniciativas de governos estaduais e municipais dirigidas a programas de urbanização de assentamentos precários, com o apoio do governo federal e recursos próprios.

Na década de 1990, com a crise fiscal da maioria dos estados e com as mudanças institucionais introduzidas pela Constituição de 1988, os municípios passaram a assumir mais responsabilidades pelos programas habitacionais. Os programas de urbanização de favelas difundiram-se nas principais cidades e regiões metropolitanas do país, inclusive por meio de programas mais abrangentes que contaram com financiamentos e apoio de organizações multilaterais, como o Banco Mundial e o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) (BRASIL, 2004b).

Entre os principais desafios encontrados na implementação desses programas, destacavam-se: a mobilização de recursos em escala compatível com a demanda; a continuidade dos programas, cujos cronogramas geralmente extrapolavam os mandatos dos gestores iniciais; a influência de grupos de pressão e interesses políticos na alocação dos recursos; a articulação entre diversos órgãos e âmbitos governamentais em intervenções complexas; a dificuldade de relacionamento com as concessionárias dos serviços de luz, água e esgotos, que se pautam por padrões rígidos de projetos e intervenções; a necessidade de formação de profissionais, especialmente nas áreas de urbanismo e projeto, capacitados para atuar nos espaços heterodoxos das favelas; a manutenção das melhorias implantadas; a permanência dos moradores originais nos núcleos beneficiados; e a efetivação da regularização fundiária das áreas urbanizadas (BRASIL, 2004b).

Em 2003, reconhecendo que as favelas e assentamentos assemelhados faziam parte da solução da questão habitacional do país, o governo decidiu enfrentar de forma integrada esse conjunto de desafios. A partir de então, as verbas destinadas a programas de urbanização integrada de assentamentos precários foram ampliadas. Para tanto, foi fundamental a construção de um novo quadro institucional para o setor habitacional e urbano, com a criação do Ministério das Cidades, em 1º de janeiro de 2003, e do Conselho das

Cidades, em 2 de abril de 2004, bem como a aprovação da Política Nacional de Habitação, também em 2004.

Com a criação dessa base institucional, estavam definidas as condições para a abordagem da integração urbana de assentamentos precários como política de Estado. Nesse sentido, a Política Nacional de Habitação, aprovada pelo Governo Federal, define como prioritária a integração de assentamentos precários, o que foi reforçado com a aprovação da Lei Federal 11.124/ 2005, que instituiu o Sistema e o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social – SNHIS/FNHIS – e seu Conselho Gestor.

A partir de 2007, pretendeu-se com o PAC-Urbanização de Favelas, que as destinações de verbas ganhassem a escala necessária para gerar efeitos estruturais, na perspectiva de enfrentar, e reverter, os problemas sociais, urbanos e ambientais relacionados com o quadro dos assentamentos precários no Brasil, estimando-se em 3,2 milhões de domicílios, entre favelas, cortiços e loteamentos irregulares em situação de precariedade (BRASIL, 2004 c).

Algumas diretrizes orientavam as ações apoiadas pelo governo federal para o enfrentamento desse quadro, entre as quais o atendimento às dimensões básicas da integração urbana de assentamentos precários:

1. Intervenções físicas, incluindo obras de urbanização, recuperação ambiental e, quando necessário, construção de novas unidades habitacionais e/ou equipamentos sociais.
2. Regularização fundiária.
3. Trabalho social, dirigido à garantia de participação e apoio à inclusão social dos moradores.

O Plano de Ação Integrada em Assentamentos Precários (PAIAP), criado a partir da PNH, aborda os elementos necessários ao planejamento das intervenções em assentamentos precários como parte integrante da política habitacional do município. Para tanto, descreve os passos para o diagnóstico global dos assentamentos, sua classificação e priorização para intervenção, e as ações necessárias para levar a cabo a urbanização integrada (BRASIL, 2004 a).

A segunda parte do PAIAP informa os instrumentos e procedimentos de regularização fundiária a serem adotados como parte das ações de urbanização de assentamentos precários. A terceira aponta os procedimentos para o diagnóstico preliminar, com vistas à elaboração dos projetos de intervenção, e as diretrizes para diferentes alternativas de projeto. A quarta apresenta o discurso sobre o trabalho social e a participação de elementos

conceituais e metodológicos no desenho das ações que visam ao envolvimento da comunidade nas decisões sobre o assentamento. A quinta apresenta normas específicas e soluções de desenho que podem ser adotadas na elaboração de projetos executáveis, garantindo melhorias habitacionais, integração urbanística e recuperação ambiental.

Para encerrar, é apresentado um modelo sobre o monitoramento e a avaliação de programas que busca inserir essa dimensão como uma componente essencial na gestão das ações integradas em assentamentos precários (BRASIL, 2004a).

O Plano Local de Habitação de Interesse Social é direcionado especificamente ao município:

Recomenda que o município estruture sua política habitacional em duas grandes linhas de ação: provisão de novas moradias e integração de assentamentos precários. Essas ações devem estar vinculadas à política municipal de habitação, que, por sua vez, deve estar articulada tanto à política urbana municipal como à Política Nacional de Habitação (e à Política Nacional de Integração de Assentamentos Precários). Ou seja, a ação em favelas exige uma abordagem articulada verticalmente ao sistema nacional de habitação e, horizontalmente, à política de desenvolvimento urbano (BRASIL, 2004 c, p. 29).

O Plano Local de Habitação de Interesse Social (PLHIS), também criado a partir da PNH, é um importante instrumento de articulação entre a ação em favelas e as políticas habitacionais municipal, estadual e nacional para o setor, além de articular, entre si, as várias componentes da política de habitação local.

O PLHIS deve conter, no mínimo, um diagnóstico do setor habitacional e um plano de ação. O diagnóstico deve reunir informações a respeito do déficit habitacional (quantitativo e qualitativo), identificar os assentamentos precários e levantar suas características urbanísticas, ambientais, sociais e fundiárias. Deve, também, estimar a evolução das necessidades habitacionais e dimensionar os recursos necessários para enfrentar o problema. O plano de ação, por sua vez, consiste na definição de estratégias para resolver os principais problemas, especialmente no que se refere à habitação de interesse social, do qual devem constar:

Diretrizes e objetivos da política local de habitação; linhas programáticas e ações; metas a serem alcançadas e estimativa dos recursos necessários para atingi-las, por programas ou ação, identificando-se as fontes existentes; indicadores que permitam medir a eficácia do planejamento (BRASIL, 2004c, p. 34).

No âmbito desse plano é que será conhecido o problema dos assentamentos precários como um todo e será definida uma estratégia geral de ação, que norteará a tomada de decisão em relação a um determinado projeto ou assentamento específico. Em relação aos assentamentos precários, é importante, conhecer os seguintes aspectos:

Localização e delimitação dos assentamentos precários; carências de infraestrutura, equipamentos e serviços urbanos; grau de adensamento dos assentamentos; situações de risco; características socioeconômicas da população; condicionantes institucionais e normativas do setor habitacional e de planejamento urbano; conhecimento da situação de regularização de domínio de áreas públicas e privadas (BRASIL, 2004c, p. 34).

O PLHIS deve ser articulado com o Plano Diretor e sua legislação complementar. No âmbito do Plano Diretor ou da Lei que regulamenta as Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), definem-se os procedimentos e padrões urbanísticos especiais para promover a regularização dos assentamentos. As Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) têm por objetivo criar um instrumento que permita reconhecer e acolher, no arcabouço legal, os padrões urbanísticos específicos adotados pela população nas ocupações de interesse social. É possível, ainda, estabelecer padrões especiais para produção de Habitação de Interesse Social (HIS) e Habitação de Mercado Popular (HMP), além de delimitar áreas vazias como ZEIS, destinando-as para produção de habitação social e para atender às famílias que devem ser realocadas (removidas) (BRASIL, 2004 c).

Na maioria dos municípios, uma parcela significativa desses assentamentos localiza-se em áreas ambientalmente sensíveis. É mencionado aqui por ser recomendável que os municípios elaborem um plano de recuperação dessas áreas, que deve indicar quando e onde sua ocupação pode ser consolidada. Se possível, é importante que esse plano seja parte integrante do PLHIS; não sendo, é fundamental a articulação entre ambos. Outra parcela dos assentamentos localiza-se em áreas de risco, impróprias à ocupação e, para tratar deste problema, recomenda-se a elaboração de um Plano Municipal de Redução de Risco, que também deve ser articulado ao Plano de Ação Integrada em Assentamentos Precários (BRASIL, 2004 c).

O PLHIS não deve limitar-se ao diagnóstico: deve apresentar um “Plano de Ação” pactuado com a sociedade para orientar a ação governamental. É importante ressaltar que, em função de especificidades locais e regionais, do diagnóstico realizado, de condicionantes institucionais, um ou outro aspecto pode – e deve – ganhar maior importância ou ser mais bem aprofundado: é fundamental reconhecer que as propostas do plano tenham sido

discutidas e pactuadas com a sociedade e, em especial, com o setor dos movimentos de moradia e movimentos ambientais (BRASIL, 2004 c).

2.5 OS FATOS GEOLÓGICOS, CLIMÁTICOS E HUMANOS COMO AGENTES DETERMINANTES DOS RISCOS DE DESLIZAMENTOS

De modo geral, os desastres naturais são determinados a partir da relação entre o homem e a natureza. Em outras palavras, desastres naturais resultam das tentativas humanas de dominar a natureza, as quais, em sua maioria, acabam derrotadas. Além disso, como não são aplicadas medidas para a redução dos efeitos dos desastres, a tendência é aumentar a intensidade, a grandiosidade e a frequência dos impactos (KOBİYAMA, 2006).

Assim, grande parte da história da humanidade foi influenciada pela ocorrência de desastres naturais. Isso se deve, principalmente, ao aumento da população, à ocupação desordenada e ao intenso processo de urbanização e industrialização. Entre os principais fatores que contribuem para desencadear esses desastres nas áreas urbanas destacam-se a ocupação de áreas vulneráveis, a impermeabilização do solo, o adensamento das construções, a conservação de calor e a poluição do ar (KOBİYAMA, 2006). Esses desastres que tanto influenciam as atividades humanas vêm historicamente intensificando-se devido ao mau gerenciamento das bacias hidrográficas, especialmente pela falta de planejamento urbano (AZEVEDO, 2011). Para reduzir a vulnerabilidade e promover uma vida mais segura para a população, deve ser realizada a prevenção e a mitigação dos desastres naturais: “o requisito básico para mitigar as consequências trazidas pelos movimentos de massa em encostas é o entendimento dos seus fatores” (AZEVEDO, 2011, p. 65).

Farah (1998, apud NOGUEIRA 2002) sistematizou as intervenções antrópicas nas encostas (quadro 1), sendo que, nas áreas urbanas, é destacado o papel da atividade humana na indução, produção e condicionamento de escorregamentos.

Para Takahashi (1975), embora o fator tempo (história) em desastres não seja bem estudado, é possível observar dois aspectos distintos: um é a repetitividade, isto é, os desastres podem ocorrer diversas vezes em um mesmo lugar, de modo que, não havendo alteração na condição climática e na condição geomorfológica, a inundação e o escorregamento podem ocorrer várias vezes no mesmo local; o outro aspecto é que um determinado tipo de desastre pode alterar-se ao longo do tempo em um mesmo local.

Quadro 1 – Intervenções antrópicas.

| DEMANDAS TÍPICAS DA OCUPAÇÃO | INADEQUAÇÕES GEOTÉCNICAS OU DE INFRAESTRUTURA | POTENCIALIZAÇÃO DE ESCORREGAMENTOS |
|--------------------------------|---|--|
| DESMATAMENTO | Retirada indiscriminada da vegetação | Exposição do solo e perda da estruturação superficial conferida pelas raízes; Aumento da infiltração com favorecimento à elevação da carga piezométrica em chuva; Exposição à erosão. |
| EXECUÇÃO DE CORTES | Alteração inadequada de maciços | Desconfinamento do maciço, com possibilidade do aparecimento de juntas a montante, possibilitando infiltração. |
| | Cortes com inclinação e/ou alturas excessivas | Possibilidade de ultrapassagem do limite natural de estabilidade do talude. |
| | Cortes com descontinuidade de maciços | Possibilidade de quebra da situação anterior de equilíbrio das camadas sobrepostas. |
| | Cortes com ausência ou deficiência de proteção superficial ou drenagem | Saturação do solo, combinada ou não com elevação do lençol freático = escorregamentos mesmo em declives suaves. |
| | Cortes com erosão remontante | “Descalcamento” do pé do talude de corte |
| EXECUÇÃO DE ATERROS | Aterros com fundações inadequadas | Recalque do aterro = escorregamentos. |
| | Deficiência no corpo do aterro propriamente dito | Deficiência ou ausência de compactação; adoção de características geométricas (altura/inclinação) inadequadas ao tipo de solo = escorregamentos. |
| | Inadequações em aterros | Não execução ou sub-dimensionamento de galerias ou sua obstrução por lixo ou entulhos vindos a montante. |
| | Deficiências ou ausências de drenagens internas e superficiais e de proteção superficial | Talude de aterro normalmente requerem sistemas de drenagem interna e superficial para sua estabilidade (filtros-dreno, escadas de água, canaletas de pé e de crista, etc..) e proteção superficial (vegetação ou outros sistemas) |
| CONCENTRAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS | Deficiência de concepção ou ausência de sistema de drenagem | Concentrações de fluxos e lançamentos de águas pluviais podem causar escorregamento ou erosão, tanto em taludes naturais quanto em taludes de cortes e aterros. |
| LANÇAMENTO DE ÁGUAS SERVIDAS | Ausência de redes de esgotamento sanitário | Infiltração contínua de água tende a saturar o solo e participas da elevação de carga piezométrica, principalmente quando somadas a chuvas. |
| TUBULAÇÕES DE ÁGUA E ESGOTOS | Vazamentos | Saturação do solo e/ou criação de fluxos subterrâneos = escorregamentos |
| FOSSAS NEGRAS OU SÉPTICAS | Ausência de redes de esgotamento sanitário | Saturação do solo e/ou criação de fluxos subterrâneos = escorregamentos |
| LANÇAMENTO DE LIXO OU ENTULHOS | Ausência ou deficiência na coleta de lixo e entulhos e/ou deficiência de educação ambiental | A massa heterogênea constituída pelos detritos e refugos, com reduzidos parâmetros de resistência, é capaz de armazenar grande quantidade de água durante as chuvas e se instabiliza, podendo também afetar a estabilidade de porções do terreno do substrato. |

Fonte: ADAPTADO NOGUEIRA, 2002, P. 75.

No fluxograma do quadro 2 são apresentados alguns agravantes antrópicos e o tipo de desastres que provocam segundo VIANELO E ALVES (2000).

Quadro 2 – Principais agravantes antrópicos relacionados aos riscos.



Fonte: ADAPTADO, VIANELLO E ALVES, 2000, P. 49.

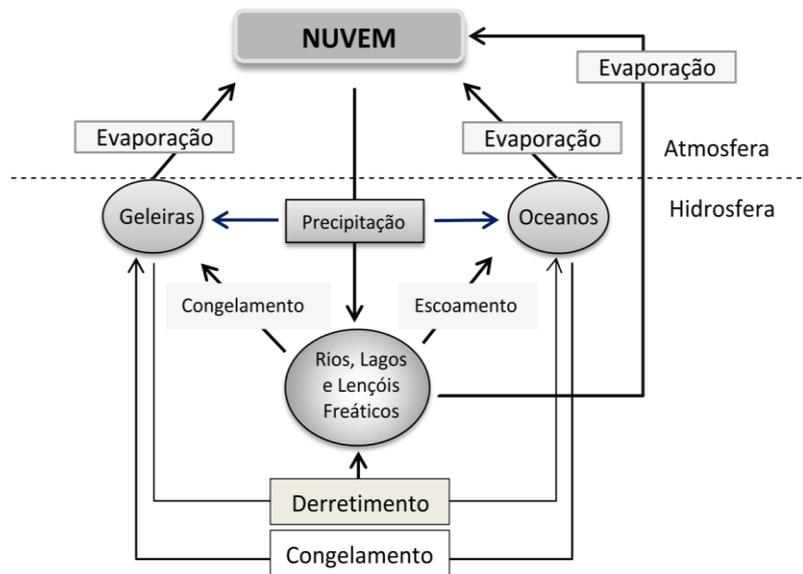
Devido às intervenções humanas, as condições geoambientais normalmente se alteram. A dinâmica das ocupações tende a promover o crescimento de áreas impermeáveis através da construção de telhados e pavimentos, refletindo diretamente na drenagem das bacias, o que acarreta o aumento das vazões e a velocidades superficiais de escoamento (MANGIERI, 2012).

Consequentemente, nas regiões de topografia acidentada, a supressão da vegetação existente e os cortes e aterros indiscriminados alteram os cursos dos canais naturais de drenagem. Vias de pedestres são criadas de maneira improvisada, acompanhando o perfil natural do terreno, sob a forma de rampas e escadarias. Esses novos caminhos tornam-se preferenciais ao escoamento das águas que, em função do elevado gradiente hidráulico, deslocam-se com grandes velocidades:

O incremento na velocidade de escoamento superficial aliado a menos resistência oferecida pelo solo, devido à remoção da vegetação natural, potencializam os efeitos das tensões tangenciais do escoamento sobre a superfície, intensificando processos erosivos, e, por conseguinte, o carreamento de partículas. Tal fato associado à precariedade das condições sanitárias, com lançamento de resíduos sólidos e esgotos de forma inadequada, contribui para a instabilidade dos maciços e o assoreamento de córregos e mananciais situados nos fundos dos vales, elevando o risco de deslizamentos e inundações (MANGIERI, 2012, p. 1).

A chuva tem um papel fundamental e faz parte de um dos ciclos mais importantes para a vida no planeta: o ciclo da água, conforme ilustra a figura 2.

Figura 2 – Diagrama do Ciclo Hidrológico.



Fonte: ELABORADO PELA PRÓPRIA AUTORA, 2014.

A energia produzida pelo ciclo da água vem do Sol, que inicia provocando a evaporação de lagos, mares, rios, etc. A água evaporada (vapor d'água) vai sendo acumulada no ar, que, ao subir, vai expandindo-se pela diminuição da pressão atmosférica. A expansão causa o resfriamento do ar, que vai perdendo a capacidade de conter umidade (vapor d'água), iniciando-se o processo de retorno ao estado líquido (condensação) sob a forma de pequenas gotículas de água. Desse processo resultam as nuvens, quando ocorre em altitude, e a neblina (cerração), quando próximo ao solo (VIANELLO e ALVES, 2000). Com a formação das gotas de chuva, ocorre a precipitação, que poderá ocorrer no estado líquido (chuva) ou sólido (granizo ou neve).

Embora evitar que fenômenos naturais severos ocorram esteja fora da capacidade humana, é possível, por meio da prevenção, desenvolver medidas que minimizem os impactos causados pelos mesmos (VIANELLO e ALVES, 2000). Segundo Kobiyama et al. (2004), existem dois tipos de medidas preventivas básicas: as estruturais e as não estruturais. Enquanto as estruturais envolvem obras de engenharia, que são complexas e caras, as não estruturais geralmente envolvem ações de planejamento e gerenciamento, como sistemas de alerta e zoneamento ambiental.

Nesse caso, dois aspectos devem ser considerados. O primeiro diz respeito à implantação da infraestrutura necessária às atividades humanas: ela deve ser orientada por um zoneamento ambiental que considere a possibilidade de riscos ambientais, o que, na prática, é representado por mapas de áreas de risco. As restrições de uso são dependentes do risco ao qual está submetida uma área. Por exemplo, em algumas áreas de alto risco são permitidas apenas as ocupações para fins comunitários (parques, praças etc.).

O segundo aspecto diz respeito à existência de atividades humanas já implantadas em áreas suscetíveis a desastres (centros urbanos onde ocorrem inundações, edificações construídas em encostas íngremes, etc.). Isso exige a criação de um sistema de alerta para auxiliar na redução dos danos e prejuízos. Para tanto, os principais fatores de desastres devem ser monitorados continuamente e, paralelamente, os dados devem alimentar um modelo capaz de simular os fenômenos em tempo real. Assim, no momento em que o sistema identifica a aproximação de uma condição crítica, inicia-se o processo de alerta e a retirada da população do local de risco.

O Sistema de alerta de escorregamentos em grandes áreas durante chuva intensa consiste em:

- 1) relações empíricas e teóricas entre o regime pluviométrico e a iniciação de movimento de massa;
- 2) determinação geológica das áreas de perigo;
- 3) monitoramento em tempo real com telemetria;
- 4) previsão de tempo.

Estudando a relação entre chuva e deslizamento, ficou concluído que tanto a chuva antecedente quanto a intensidade da chuva são igualmente importantes para a deflagração dos escorregamentos (KOBİYAMA et al., 2006).

O monitoramento é um processo contínuo de medição das características de um determinado fenômeno, visando à compreensão e modelagem dos mesmos. Os fenômenos naturais, em sua maioria, são de grande complexidade, impossibilitando medir e/ou analisar todas as suas partes e/ou etapas (KOBİYAMA et al., 2004).

Para prevenir ou minimizar o prejuízo com desastres naturais, é preciso que se execute o Gerenciamento de Desastres Naturais (GDN), que tem duas metas (NETO, 2000):

- 1) entender os mecanismos dos fenômenos naturais;
- 2) aumentar a resistência da sociedade contra esses fenômenos.

Além disso, a prevenção deve ser realizada em todas as etapas de um desastre natural, ou seja, antes, durante e depois de algum evento. Numa situação real, todos os órgãos sempre se apoiam entre si.

Para que seja possível conviver com os desastres naturais, é fundamental entender cada fenômeno, conceituando-o e verificando quais as medidas preventivas devem ser realizadas antes, durante e depois de sua ocorrência.

O fator gerador de situações de emergência ou estado de calamidade pública, o escorregamento (ou deslizamento), é o movimento coletivo de massa e/ou material sólido encosta abaixo, como solos, rochas e vegetação, sob a influência direta da gravidade (SELBY, 1993). Esses movimentos podem ocorrer principalmente com elevados volumes de precipitação e/ou terremotos. Tanto chuvas intensas de curta duração quanto de longa duração (chuvas contínuas) fornecem condições propícias para a diminuição da resistência do solo, atuando como um dos principais agentes deflagradores de movimentos de encostas em ambientes tropicais úmidos (GUIDICINI e IWASA, 1976).

Quanto à estabilidade de encostas, pode-se afirmar que o papel da precipitação pode atuar de duas formas distintas, sendo que os episódios muito intensos de chuvas proporcionam uma redução da resistência ao cisalhamento acompanhada da diminuição da coesão e de deslocamentos na massa superficial. Por outro lado, o aumento em longo prazo da pressão nos poros em uma região de ruptura potencial pode ser estabelecido por ação das chuvas, o que proporciona movimentos de massa de caráter mais profundo e por meio de superfícies potenciais de ruptura já desenvolvidas. Foi verificado que a chuva antecedente tem um papel importante em relação às respostas das medidas de poropressão durante um evento chuvoso, de forma que, quando seus valores iniciais encontram-se elevados, uma forte precipitação tem a capacidade de imprimir apenas uma pequena mudança na medida da poropressão (CROSTA, 1998). Em contrapartida, quando as medidas iniciais de poropressão encontram-se baixas, um pequeno evento é bastante para proporcionar uma grande mudança em seus valores (ARISTIZABAL, et al., 2010).

Na figura 3, são apresentados os fatores de deslizamentos em encostas urbanas vulneráveis ocupadas e suas consequências.

Figura 3 – Escorregamentos e deslizamentos em encostas.



Fonte: ELABORADO PELA AUTORA, 2014.

Os escorregamentos são classificados, conforme o quadro 3, quanto à cinemática do movimento (velocidade e direção), o tipo de material (solo, rocha, detritos, etc.), a geometria (tamanho e forma das massas) e o conteúdo de água (CARSON e KIRKBY, 1975; CROZIER, 1986; SELBY, 1993; FERNANDES e AMARAL, 1996).

Segundo Augusto Filho (1994), basicamente são quatro os tipos de movimentos básicos: os rastejos (*creep*), os escorregamentos (*slides*), as corridas (*flows*) e as quedas de blocos (*falls*). Como é um fenômeno bem lento (cm/ano), a energia destrutiva do rastejo é consequentemente menor que a dos demais tipos, conforme apresentado no quadro 3, embora possa ser facilmente identificado pela mudança na verticalidade das árvores, postes, muros, etc. (SELBY, 1993, AUGUSTO FILHO, 1994).

Os escorregamentos propriamente ditos, como os rotacionais e os translacionais, são movimentos rápidos com velocidade média a alta (m/h a m/s), de curta duração e de elevado poder destrutivo, em função do material transportado encosta abaixo (rocha, solo, detritos, árvores, etc.), conforme ilustrado na figura 3 acima. Por ser um fenômeno bastante comum em todo o mundo, a sociedade busca entender a dinâmica do fenômeno (modelagem)

mapear as áreas de risco, com o intento de evitar grandes danos e prejuízos (GUIDICINI e NIEBLE, 1993; AUGUSTO FILHO, 1994).

Quadro 3 – Classificação dos escorregamentos.

| PROCESSOS | CARACTERÍSTICAS DO MOVIMENTO/ MATERIAL/ GEOMETRIA |
|--|---|
| RASTEJOS creep | Vários planos de deslocamento (interno); Velocidades muito baixas e decrescentes; Decrescentes com a profundidade; Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes; Solo, depósitos, rocha alterada/fraturada; Geometria indefinida. |
| ESCORREGA- MENTOS slides | Poucos planos de deslocamento (externo); Velocidades médias e altas; Pequenos e grandes volumes de material; Geometria e materiais variáveis; Planares: solos pouco espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza; Circulares: solos espessos, solos e rochas muito fraturadas; Cunha: solos e rochas com 2 planos de fraqueza. |
| QUEDAS falls | Sem planos de deslocamento; Movimento tipo queda livre em plano inclinado; Velocidades muito altas; Material rochoso; Pequenos e médios volumes; Geometria variável: lascas, placas, blocos,... Rolamento matacão; Tombamento. |
| CORRIDAS flows | Muitas superfícies de deslocamento; Movimento semelhante ao de um líquido viscoso; Desenvolvimento ao longo das drenagens; Velocidades: médias e altas; Mobilização de solos, rochas, detritos e água; Grandes volumes de material; Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas |

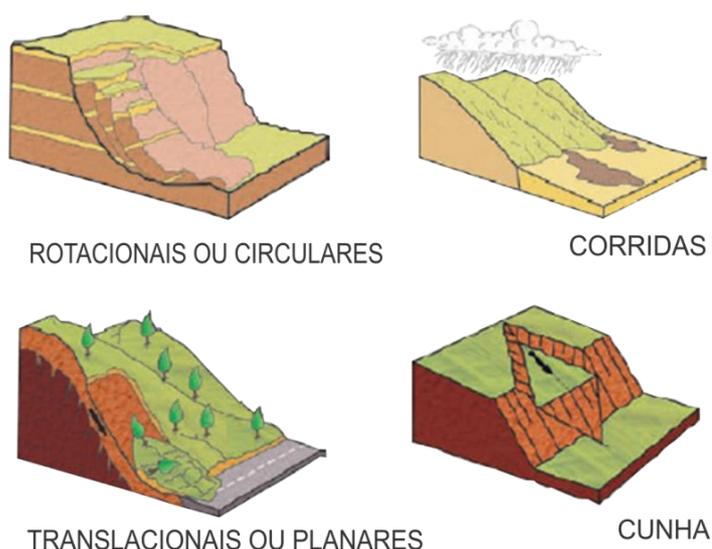
FONTE: ADAPTADO, AUGUSTO FILHO, 1999, P. 63.

As corridas são movimentos muito rápidos (m/s) devido às características do material transportado que se comportam como fluidos altamente viscosos, conforme representado no quadro 3 e na figura 4 abaixo. Apesar de serem mais raras de ocorrer, produzem estragos maiores que os escorregamentos, cujo fluxo tem forte potencial destrutivo, ou seja, no local de formação (encostas), durante o caminho (cursos d'água e fundo de vales) e nas áreas de deposição (planícies). Dependendo da viscosidade e do tipo de material, podem

receber outros nomes, como fluxos de terra (*earthflows*), fluxos de lama (*mudflows*) e fluxos de detrito (*debrisflows*) (SELBY, 1993; AUGUSTO FILHO, 1994; MARCELINO, 2003a). Muitas pesquisas têm sido realizadas com o intuito de se prever o local de ocorrência, como o material fluirá e aonde irá depositar-se (COUSSOT e MEUNIER, 1996).

Já nas quedas de blocos, as rochas desprendem-se de encostas extremamente íngremes (próximo a 90°), num movimento como queda livre de alta velocidade (vários m/s). Nesse fenômeno, a maior preocupação é com a trajetória dos blocos, ou seja, durante a queda e o rolamento (AUGUSTO FILHO, 1994).

Figura 4 – Tipos de movimentos de escorregamentos.



Fonte: ADAPTADO, AUGUSTO FILHO, 1994.

Segundo Bigarella et al. (1996), trata-se do mais importante processo geomorfológico modelador da superfície terrestre. Apesar dos danos causados pelos escorregamentos, esse fenômeno é um processo natural e faz parte da evolução da paisagem, de modo que viver com ele fenômeno é inevitável.

Em contrapartida, o aumento da população nas áreas urbanas pode agravar essa situação devido à ocupação de áreas inadequadas. De acordo com Casseti (1991), a partir do momento em que o homem apropria-se de uma encosta, através dos desmatamentos, cortes e aterros, alterando sua estabilidade, aumenta-se a probabilidade de desencadear um escorregamento. Zêzere et al. (1999), analisando os eventos ocorridos na região norte de Lisboa (Portugal), chegaram à conclusão de que, dos 597 escorregamentos ocorridos, 484 (81%) ocorreram em virtude da interferência humana direta (desmatamentos, estradas,

cultivos) ou indireta (áreas de regeneração), sendo que 20% dos escorregamentos foram induzidos pelos cortes de encostas para a construção de casas e estradas.

Alguns autores, como Marcelino (2003b) e Augusto Filho (1994), explicam que essa elevada frequência de escorregamentos está intimamente relacionada com o aumento dos cortes para a construção de barracos e outros fatores (esgoto, fossas, etc.), em encostas íngremes situadas no sopé de afloramentos rochosos.

Entre os fenômenos naturais extremos, os escorregamentos têm sido responsáveis por inúmeras vítimas fatais e grandes prejuízos materiais, com destaque para os eventos ocorridos em 1967, na Serra das Araras (RJ) e Caraguatatuba (SP), que resultaram em 1.320 mortes e destruição de centenas de edificações (AUGUSTO FILHO, 1994). Os estados brasileiros mais afetados são: Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco e Paraíba.

Com o avanço das geotecnologias (GPS, sensoriamento remoto, etc.), o mapeamento de áreas de risco de escorregamento vem tornando-se cada vez mais acessível (MARCELINO, 2003a). Apesar disso, a maioria dos trabalhos aborda apenas as encostas de origem, tanto na análise dos escorregamentos já ocorridos quanto na elaboração dos mapas de risco, em detrimento das áreas de deposição onde, a partir de análises dos desastres ocorridos, observam-se maiores danos e prejuízos. Em outras palavras, na elaboração dos mapas de risco, as áreas de deposição também devem ser levadas em consideração.

Embora os escorregamentos sejam de difícil de previsibilidade, algumas medidas podem ser tomadas, tanto pelos moradores quanto pelos órgãos competentes, principalmente antes que o evento ocorra (FEMA, 2004).

2.6 OS RISCOS DOS ASSENTAMENTOS ESPONTÂNEOS EM ENCOSTAS

Como abordado anteriormente neste estudo, o risco de escorregamentos de terra em áreas urbanas está profundamente associado às áreas de assentamentos em condições de vulnerabilidade: “nas cidades brasileiras, marcadas pela exclusão sócio-espacial, que lhes é característica, há outro fator que aumenta ainda mais a frequência dos deslizamentos: a ocupação das encostas por assentamentos precários, favelas, vilas e loteamentos irregulares” (BRASIL, 2006, p. 24). De acordo com dados do IBGE (2010), a população urbana no Brasil passou de 81,25% (ano 2000) para 84,35% (ano 2010), confirmando a crescente ocupação

urbana, que acontece acompanhada dos problemas advindos da aglomeração em locais inadequados à ocupação humana.

Os espaços urbanos, que a princípio deveriam ser ocupados de forma democrática, sucumbem ao interesse imobiliário especulativo e injusto que privilegia as classes sociais mais abastadas em detrimento das populações carentes, que são obrigadas a ocupar locais de baixo interesse imobiliário. Essas regiões, fragilizadas ambientalmente, colocam a população carente à mercê de condições inadequadas, com carência ou inexistência de infraestrutura urbana, tornando-se um fator importante na geração de áreas de risco social e ambiental (KOGA, 2002).

Nesse contexto, surgem os assentamentos precários, que são caracterizados por assentamentos informais urbanos e por moradias frágeis, loteamentos irregulares de moradores de baixa renda, cortiços ou conjuntos habitacionais produzidos pelo próprio setor público. A grande maioria dos assentamentos no Brasil encontra-se em situação de irregularidade ou de degradação, demandando ações de reabilitação ou adequação (KOGA, 2002).

A desigualdade de oportunidades de acesso à moradia foi uma das grandes causas da ocorrência de tantos assentamentos precários no cenário das cidades brasileiras. Nesse contexto surgiram a informalidade e a ilegalidade na ocupação dos espaços urbanos, cada vez mais frequentes e gerando problemas sociais e ambientais que beiram, em muitos casos, o limite do insustentável quanto às políticas habitacionais no país (MARICATO, 2008).

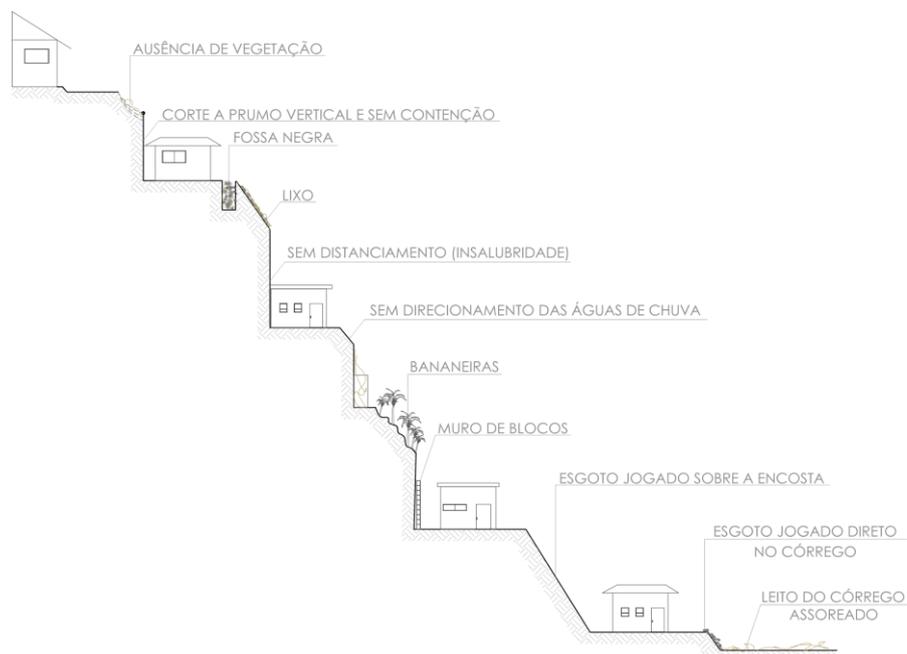
Desse modo, as favelas foram procuradas como solução de moradia para os cidadãos que se encontram em situação de exclusão social: “Hoje, as periferias de nossas grandes cidades são verdadeiros oceanos de autoconstruções” (SANTOS, 2010, p. 12).

Atualmente, considerando-se que a maioria da população brasileira reside em zonas urbanas, a distribuição espacial das cidades configura uma rede heterogênea que apresenta grandes desafios à gestão pública:

No contexto intra-urbano, embora existam problemas de extrema relevância relacionados ao financiamento do desenvolvimento urbano, há uma outra ordem de problemas, geralmente associados à falta ou à inadequação de políticas e instrumentos, que permitam melhor orientação do desenvolvimento urbano (MOTTA, MUELLER & TORRES, 1997, p. 2).

Grande parcela de ilegalidade na ocupação das cidades tem interferido de forma significativa no meio ambiente, tornando-se um fator importante nos desequilíbrios gerados pela ocupação de áreas de encostas íngremes, conforme apresentado na figura 05.

Figura 5 – Situação de encosta ocupada.



Fonte: ADAPTADO, DEFESA CIVIL DE JUIZ DE FORA, 2014.

Para Farah (2003, p. 42), a ocupação inadequada de encostas no Brasil “nada mais é que uma manifestação particular, ainda que de forte apelo, de um quadro mais generalizado de descaso institucional com o desenvolvimento urbano, desta feita, expresso pela desconsideração de condicionantes de meio físico”. Farah ressalta outros aspectos:

Um primeiro aspecto a mencionar é o da relação do uso urbano inadequado dos morros com inundações. Aos deslizamentos de terra e, principalmente, à erosão paulatina que tende a se desenvolver em loteamentos e favelas em encostas, corresponde um assoreamento importante dos cursos d’água, favorecendo, nas baixadas, as inundações. No Brasil, erosão é intensa nos loteamentos populares em encostas, cuja ocupação pode ser lenta e intensa, propiciando longos períodos de exposição de solos (Farah, 2003, p. 42).

Trata-se de uma segregação residencial que se expressa nos espaços separados por distintos regimes jurisdicionais da propriedade imobiliária: o da propriedade plena, cartorialmente assegurada, de valor vinculado ao mercado imobiliário; e o da posse precária, assegurada apenas pelas convenções sociais locais, sem capacidade de se comunicar com as instituições do mercado (BRASIL, 2006).

Segundo Maricato (2008, p. 15), “é nas áreas rejeitadas pelo mercado imobiliário privado e nas áreas públicas, situadas em regiões desvalorizadas, que a população trabalhadora pobre vai se instalar”. É importante salientar a tolerância e condescendência como o poder público encara as situações de ocupação irregular dos espaços urbanos. O controle do uso e ocupação por parte das prefeituras municipais é ignorado em detrimento de políticas eleitoreiras e de pouca abrangência social e ambiental. A fiscalização nos assentamentos precários caracterizados pela fragilidade das construções inexistente, levando ao agravamento de situações locais pela inexistência de obras de infraestrutura adequadas.

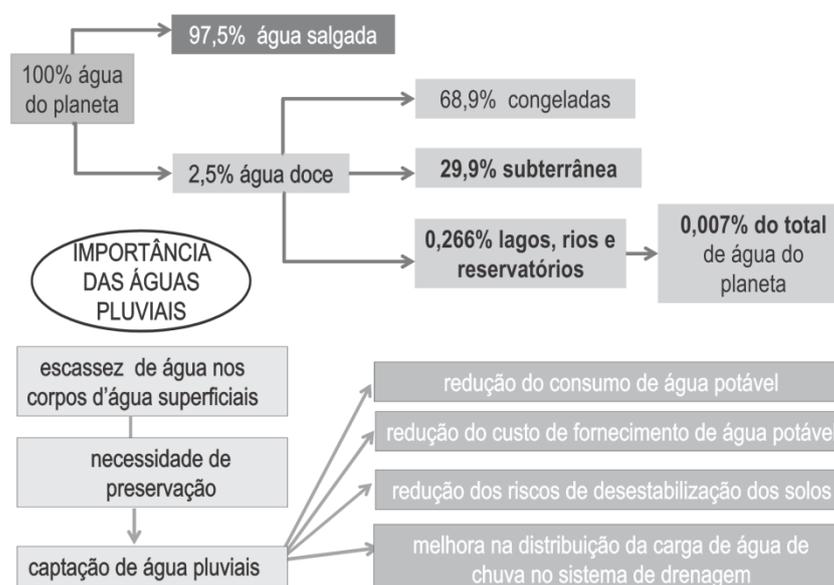
Quando a ocupação ocorre por parte da população de média alta e alta renda, as instabilidades, os riscos entre outros, não são tão grandes, já que essa parte da população paga a modernidade da construção civil e tem a seu favor todas as ferramentas possíveis que transportam o fator segurança. Apesar disso, essas construções ficam caras, sem estética e igualmente infringem a legislação (FARAH, 2003).

Paralelamente à ocupação de áreas inadequadas, ocorre a degradação ambiental desses ambientes, agravando ainda mais a vulnerabilidade das moradias dessas populações. Nessas situações as condições de risco são muito mais acentuadas, tornando mais frequentes os acidentes envolvendo escorregamentos de terra em áreas de assentamentos precários. Quando ocorrem as catástrofes, para se recuperar de um acidente, os assentamentos precários têm muito mais dificuldade de se restabelecer à condição anterior (FARAH, 2003).

2.7 A IMPORTÂNCIA DA DRENAGEM SUPERFICIAL E DA CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS COMO REDUTORES DE RISCOS E COMO FORMAS DE MANEJO SUSTENTÁVEL

No mundo, 97,5% da água é salgada; a água doce corresponde somente aos 2,5% restantes, dos quais 68,9% estão congelados nas calotas polares do Ártico e Antártida e em regiões montanhosas (TOMAZ, 2005). Na figura 6 abaixo, o fluxograma apresenta a distribuição da água, a sua importância e as consequências de sua utilização. O reconhecimento da importância da utilização de águas pluviais vem ganhando ênfase em várias partes do mundo devido aos riscos de escassez desse recurso natural nos corpos d'água superficiais. Sistemas de aproveitamento da água de chuva em locais que possuem desníveis topográficos no terreno favorecem o ganho energético, por não necessitar de sistemas de bombeamento para conduzir a água (MAY, 2004).

Figura 6 – Distribuição da água no mundo e sua importância.



Fonte: elaborado pela autora. Dados TOMAZ, 2005.

Vê-se uma grande preocupação com a preservação da água, recurso natural já escasso em quantidade e qualidade em algumas áreas. Destaca-se também que a distribuição da água é desigual sobre os continentes e que há ainda a variação da mesma em um mesmo local ao longo do ano. Observa-se, então, um número crescente de formas de captação de águas pluviais, seja pela necessidade da sua preservação, seja pela redução dos riscos de desestabilização dos solos e deslizamentos (MAY, 2004).

Como vantagens da utilização da água da chuva destacam-se a redução do consumo de água potável, o custo de fornecimento da mesma e a melhora da distribuição da carga de água da chuva no sistema de drenagem urbana, o que reduz, e muito, os problemas de inundações. O aproveitamento da água da chuva vem demonstrar grande potencial em usos domésticos e industriais, como alternativa de abastecimento para fins não potáveis de lavagens de carros, pisos, descarga de vasos sanitários, rega de jardins, entre outros. Seu manejo e seu aproveitamento para uso não potável vem sendo considerado um meio simples e eficaz para atenuar o grave problema ambiental mundial (TOMAZ, 2005).

Os sistemas de coleta e aproveitamento da água de chuva já existem, há milhares de anos, no deserto de Negev, na era Romana, no Parque Nacional Mesa Verde, nos EUA.

Segundo Tomaz (2005), no Oriente Médio foram encontradas inscrições datadas de 850 a. C., evidenciando a construção de uma cisterna. Já no México, as inscrições mais

antigas e tradicionais de coleta de água de chuva são datadas da época dos Aztecas e dos Mayas, que baseavam sua agricultura na coleta de água de chuva. A famosa fortaleza de Masala, em Israel, tem reservatórios cavados nas rochas com capacidade total de 40 milhões de litros.

Alguns países industrializados, como a Alemanha e o Japão, estão seriamente empenhados em desenvolver projetos de coleta e aproveitamento da água de chuva. Na Alemanha, a recuperação das águas pluviais generaliza-se nas habitações, nos edifícios públicos e até no setor terciário e na indústria. Além de várias legislações estaduais sobre a água preverem a gestão descentralizada das águas pluviais no próprio lote, a conexão da tubulação particular das águas pluviais à rede pública requer autorização prévia, evitando o uso das redes coletoras de águas pluviais, medida que permite considerável economia (TOMAZ, 2005). Em alguns países da Europa, como Holanda e Reino Unido, o aproveitamento da água de chuva é bastante intensificado. Além dos países europeus outros, como Estados Unidos e Japão, estão desenvolvendo sistemas de coleta e aproveitamento de água através de financiamento do próprio governo.

No Brasil, os sistemas de captação de água de chuva mais comuns são voltados para as microbacias de telhados de áreas residenciais, comerciais e industriais.

Na escala do terreno, a redução do escoamento da água e o aumento da recarga do lençol freático podem ser conseguidos por meio de redução da área pavimentada, uso de materiais permeáveis em que são necessários pavimentos secos, biodigestores, áreas de retenção de água, bacias de detenção artificiais, escadas hidráulicas, canaletas, escadas drenantes.

De técnica simples com inúmeros benefícios, os sistemas de captação de água têm sido historicamente usados na coleta de água para consumo (pessoas e animais), irrigação, lavagem de roupa e refrigeração passiva (KWOK, 2013).

De acordo com Rueda (1999), constituem impactos causados pela ocupação urbana no ciclo da água: aumento da sua velocidade, devido à impermeabilização de uma parte significativa da bacia e a canalização dos leitos dos rios; redução de áreas de infiltração; distorções no movimento por gravidade da água.

Mangieri (2012) observa o importante papel dos sistemas de drenagem implantados em áreas de encostas, promovendo a estabilidade do maciço, captando e conduzindo adequadamente as águas pluviais, evitando seu acúmulo e deslocamento em grandes velocidades. Importante salientar que, em virtude das altas declividades, a dissipação de energia é um aspecto de considerável importância na implantação dos sistemas de drenagem nas encostas.

Na visão de Bittencourt et al. (2006), a inexistência ou deficiência de sistemas de drenagem pluvial em áreas íngremes ocupadas de forma precária contribui substancialmente para a elevação dos riscos de deslizamentos. A infiltração de água nos maciços, através de trincas e fissuras, reduz a resistência do solo, podendo acarretar a ruptura de cortes e aterros, sobretudo na ocorrência de chuvas intensas e prolongadas (CUNHA, 1991).

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 SISTEMAS DE DRENAGEM E CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Segundo o conceito sugerido por Tucci (1993), o caminho percorrido pela água da chuva sobre uma superfície pode ser topograficamente bem definido ou não. Após a implantação de uma cidade ou, no caso em estudo, após a ocupação desordenada de uma encosta, o percurso caótico das enxurradas passa a ser determinado pelo traçado das ruas, caminhos e vielas, forçando seu comportamento, quantitativa e qualitativamente, tornar-se bem diferente de seu original. O sistema responsável pela captação dessa água pluvial e sua condução até o sistema de macrodrenagem é denominado *sistema de microdrenagem*, que é o objeto de estudo deste capítulo, que apresenta os sistemas de microdrenagem mais utilizados no Brasil.

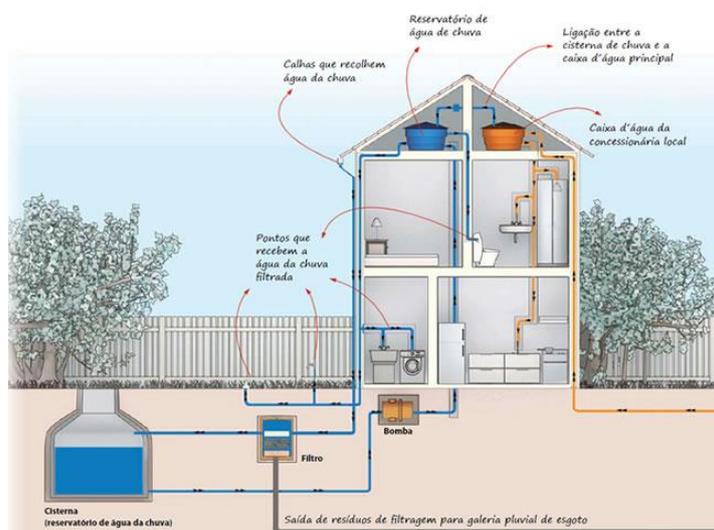
3.1.1 Sistemas que captam e escoam de uma área impermeável

Normalmente são utilizadas duas escalas de sistemas de captação de água pluvial: sistemas maiores, que usam elementos do terreno, como áreas de captação para fornecer irrigação complementar, e os menores, que captam o escoamento da cobertura para uso doméstico (KWOK, 2013).

3.1.1.1 Sistema de captação de água residencial – microbacias de telhados

Os componentes de um sistema de captação de água pluvial geralmente executam uma das seguintes funções: captação, transporte, purificação, armazenamento e distribuição. Para a maioria dos sistemas em escala residencial, o projeto da cobertura é determinante para a captação, sendo que o projeto deve abordar os materiais de cobertura, já que sua escolha afetará a qualidade da água (KWOK, 2013). Os reservatórios que fazem parte do sistema obrigatoriamente necessitam ficar numa área de altura superior à de coleta de esgoto, evitando as áreas mais baixas, onde possam ocorrer inundações e contaminações. Seu dimensionamento varia de acordo com o projeto e com o clima.

Figura 7 – Esquema de sistema de captação de água pluvial residencial



Fonte: <http://revistacasaconstrucao.uol.com.br/ESCC/Edicoes/55/imagens/i176945.jpg>

3.1.2 Sistemas de captação de água em superfícies permeáveis

Fazem parte das superfícies permeáveis, os pisos secos ou as coberturas vegetais que permitem que a água da chuva se infiltre e flua pelas camadas superficiais do solo. Os pavimentos de materiais superficiais permeáveis são indicados para o projeto de edificações ecológicas, já que evitam o escoamento da água pluvial urbana e diminuem o fluxo de poluentes no terreno (KWOK, 2013).

São várias as opções dessas superfícies que incluem o sistema de grelhas plásticas, pavimento asfáltico poroso, pavimento com blocos porosos, concreto poroso de cimento Portland e grande variedade de materiais granulares, bem como muitos tipos de vegetação, conforme representado na figura 8. Cada um desses materiais deverá ser empregado de acordo com o uso a que se destina, verificando-se as exigências e cargas de circulação de veículos e pedestres sobre eles (KWOK, 2013).

No caso dos pavimentos permeáveis, duas são as considerações mais importantes para sua implementação: a adequação à tarefa a que se destina e a aparência. O uso dessas superfícies permite uma abordagem muito abrangente em termos de paisagismo do terreno, além de ajudar a mitigar as temperaturas das superfícies pavimentadas em função da evapotranspiração da vegetação e da existência de vazios do material que retém a umidade (KWOK, 2013)

Figura 8 – Corte esquemático de pavimento poroso



Fonte: JON THWAITES, KWOK, 2013, p.287.

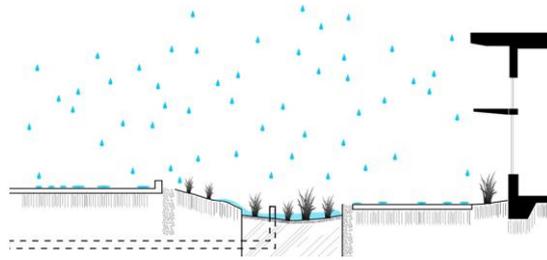
Para a implantação de um projeto de superfície permeável, cuidados devem ser observados:

1. Verificar a permeabilidade e a porosidade do solo, a profundidade do lençol freático em seu ponto mais alto e a profundidade até a rocha viva;
2. Conferir as declividades do terreno que não devem ultrapassar 5%;
3. Verificar as taxas de drenagem do solo, uma vez que tais pavimentos exigem uma taxa de infiltração mínima de 13 mm/h;
4. Chegar a uma profundidade mínima de 1,2m até a rocha viva ou ao lençol freático;
5. Verificar a profundidade do solo;
6. Considerar o potencial de entupimento nos vazios dos pavimentos;
7. Avaliar as condições de tráfego sobre essa superfície;
8. Verificar as condições do terreno em relação aos afastamentos mínimos exigidos em relação aos poços de água e às fundações de edificações.

3.1.3 Sistemas com biodigestores

Compostos por canais ao ar livre, com bastante vegetação, concebidos para atenuar e tratar o escoamento pluvial, os sistemas com biodigestores dividem-se em três tipos: gramados, secos e molhados. Com declives suaves para permitir que o escoamento seja filtrado pela vegetação plantada na sua base e nas suas laterais, conforme mostra a figura 9, esses sistemas não foram concebidos para reter a água por um longo período de tempo, mas para filtrar e devolver a água pluvial para ecossistema local. Enfim, focado no terreno, é um sistema de gerenciamento de água pluvial mais amplo, que pode beneficiar um grande número de pessoas, sendo também considerado mais ecológico (KWOK, 2013).

Figura 9 – Corte esquemático de um biodigestor de estacionamento.



Fonte: JON THWAITES, KWOK, 2013, p. 291.

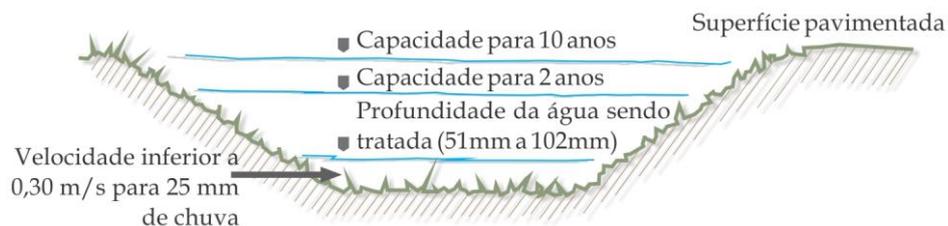
É um sistema de gerenciamento de água pluvial focado no terreno, ou seja, mais amplo e mais ecológico, podendo beneficiar um grande número de pessoas (KWOK, 2013). Assim que a água pluvial atravessa o biodigestor, é possível lidar com o escoamento filtrado de quatro formas:

1. Infiltração no solo;
2. Fluxo até uma área de biorretenção para aproveitamento posterior;
3. Descarga de um sistema de esgoto pluvial;
4. Direcionamento para os corpos de água.

3.1.3.1 Biodigestores gramados

Similares às valetas de drenagem convencionais, os biodigestores, porém, possuem laterais amplas e planas que proporcionam áreas de superfícies maiores a fim de desacelerar o escoamento (figura 10).

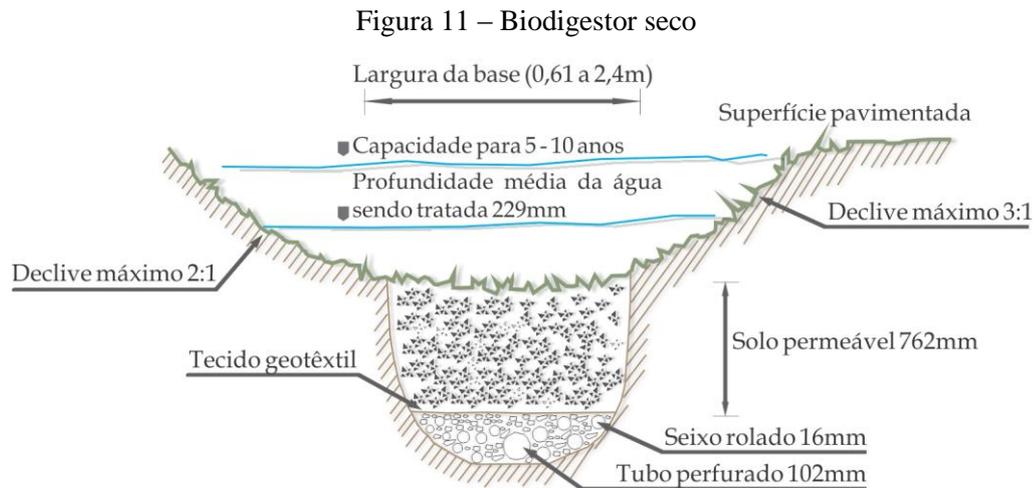
Figura 10 – Biodigestor gramado



Fonte: KWOK, 2013, p. 293.

3.1.3.2 Biodigestores secos

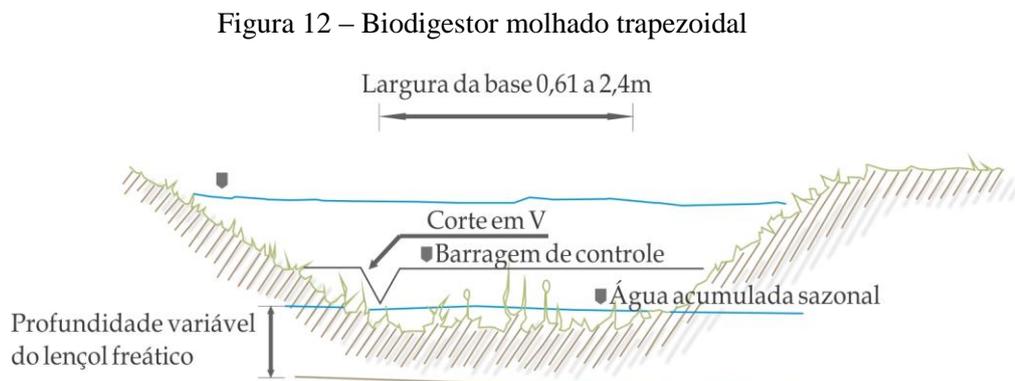
Normalmente utilizados no contexto residencial e concebidos para manter relativamente seca a cobertura de gramíneas, os biodigestores secos são semelhantes em conceito às bacias de retenção, possuem capacidade de armazenagem de água, permitindo que ela passe pelo fundo da valeta, conforme figura 11.



Fonte: KWOK, 2013, p. 292.

3.1.3.3 Biodigestores molhados

São bacias de retenção longas e lineares concebidas para armazenar água temporariamente em uma valeta rasa, conforme representado na figura 12. Por não ter um leito filtrante, o biodigestor molhado trata a água da chuva pela sedimentação.

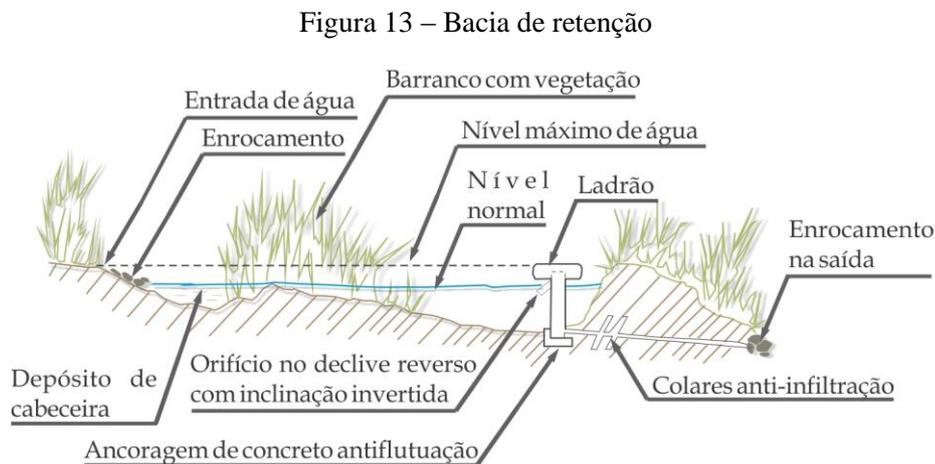


Fonte: KWOK, 2013, p. 292.

É crucial a integração física das valetas em relação à localização das edificações, estacionamentos e outras superfícies de escoamento de água. Por se tratar de uma estratégia que ocupa muito espaço, a disponibilidade de área adequada e a integração inicial no planejamento do terreno são vitais para a implementação de estratégias efetivas. Utilizados principalmente em situação de volume intenso, sua implantação exige que se sigam diretrizes para o projeto, o que normalmente é determinado pelas prefeituras (KWOK, 2013).

3.1.4 Sistemas com bacias de retenção

São bacias projetadas para controlar o escoamento pluvial do terreno e, em alguns casos, remover os poluentes da água retirada. Em geral, captam, armazenam, tratam e liberam lentamente a água da chuva em um ponto mais baixo ou permitem a infiltração no solo. A bacia de retenção (infiltração) coleta a água como destino final da armazenagem, onde ela é mantida até evaporar ou se infiltrar no solo. As bacias de detenção são criadas para armazenar a água acumulada temporariamente antes que ela seja drenada para a parte mais baixa do terreno, conforme representado na figura 13.



Fonte: KWOK, 2013, p. 297.

As bacias de retenção estão relacionadas aos biodigestores e recebem uma quantidade de água que é armazenada até evaporar ou se infiltrar no solo.

Caso seja necessário o tratamento da água, é possível incluir métodos de biorremediação (daí o termo biorretenção) envolvendo o uso de bactérias, fungos e vegetação no solo, de modo a remover poluentes. Tais organismos, por conseguirem decompor

rapidamente os poluentes orgânicos presentes na água, são mais indicados para as proximidades de grandes superfícies impermeáveis, como ao lado de estacionamentos, em canteiros de ruas e nos espaços entre os edifícios. Sua utilização é mais adequada em terrenos que serão trabalhados ou escavados de maneira que a bacia seja incluída no terreno sem causar outros impactos ambientais desnecessários. A taxa de infiltração recomendada é de 12 mm/h não podendo ser ultrapassada (KWOK, 2013).

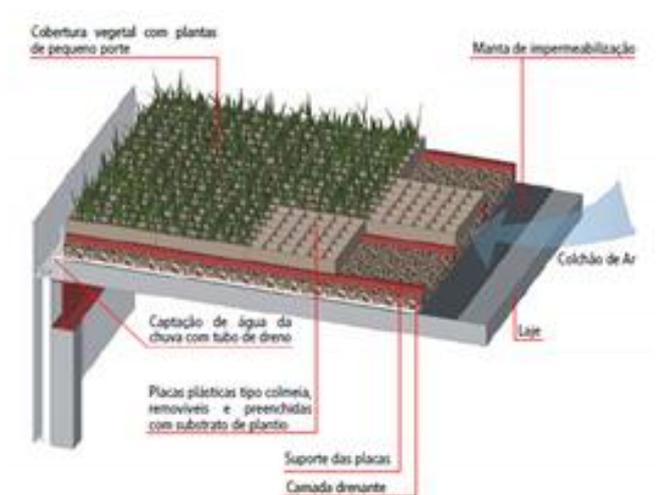
3.1.5 Micro bacias de telhados verdes

Trata-se de outra forma de captação de águas pluviais residenciais em áreas urbanas e, ambientalmente, oferece as seguintes contribuições: colaborar para a melhoria da qualidade do ar; reduzir os efeitos ilha-de-calor nos centros urbanos; minimizar as vazões dos rios que recebem as águas das redes de coleta pluvial das cidades por ocasião dos picos de chuva. Empregado atualmente devido à procura de mecanismos de eficiência energética, de conforto térmico e acústico, é também um potencial redutor da vazão da água pluvial escoada (BALDESSAR, 2012).

Esse tipo de cobertura é recomendado para diversos climas e lugares onde o regime de precipitação é variável. Apresenta grandes vantagens tanto do ponto de vista do conforto, devido à umidade do ar e de sua temperatura, quanto do ponto de vista do efeito ambiental que é capaz de produzir no seu entorno, como ilustrado na figura 14. A água de chuva recolhida a partir especificamente de telhados verdes apresenta uma grande redução de agentes poluidores pela ação das vegetações e substratos que funcionam como filtros.

Segundo Baldessar (2012), a utilização de telhados verdes contribui de maneira significativa para o processo de gestão das águas pluviais, reduzindo consideravelmente seu escoamento direto. Os resultados de simulação no *software* utilizado, de medição diária, apontaram os benefícios do uso do telhado verde no processo de gestão de águas pluviais, que foi capaz de escoar 30,7% de toda a água precipitada, enquanto o telhado de barro escoou 77,3% (BALDESSAR, 2012).

Figura 14 – Telhado Verde.



Fonte: ARQUIVOS DE EDUARDO THÁ, 2011.

3.1.6 Sistema de drenagem superficial – Sistema de microdrenagem do terreno

A drenagem superficial tem como objetivo interceptar e captar, conduzindo ao deságue seguro, as águas provenientes de áreas adjacentes e aquelas que se precipitam sobre o corpo, resguardando sua segurança e estabilidade (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, DNIT, 2006b).

Para um sistema de drenagem superficial eficiente, utiliza-se uma série de dispositivos com objetivos específicos: valetas de proteção de corte, valetas de proteção de aterro, sarjetas de corte, sarjetas de aterro, descidas d'água (escadas hidráulicas, escadas drenantes), saídas d'água, caixas coletoras, dissipadores de energia e escalonamento de taludes. A função dos dispositivos é na maioria das vezes complementar, isto é, um dispositivo resguarda e colabora na função do outro, fazendo do sistema um conjunto eficiente e sustentável.

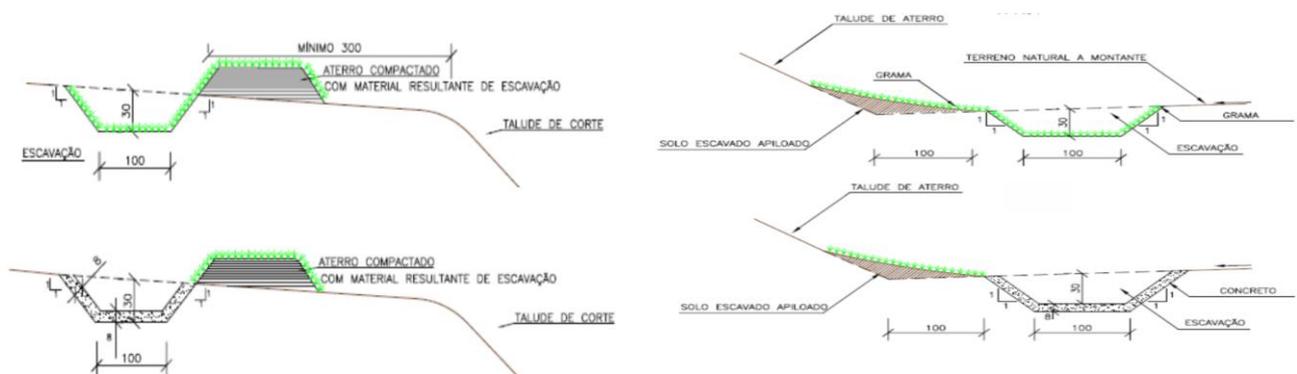
3.1.6.1 Valetas de proteção de Corte e de Aterro

Com o objetivo de interceptar as águas que escorrem pelo terreno natural a montante, impedindo-as de atingir o talude de corte, as valetas de proteção de cortes devem ser construídas em todos os trechos em corte onde o escoamento superficial proveniente dos terrenos adjacentes possa atingir o talude, comprometendo a estabilidade. Com cortes

trapezoidais, retangulares ou triangulares, elas deverão ser localizadas paralelamente às cristas dos cortes, a uma distância entre 2,0 a 3,0 metros.

Já as valetas de proteção de aterros, cujas seções podem ser trapezoidais ou retangulares, têm como objetivo interceptar as águas que escoam pelo terreno a montante, impedindo-as de atingir o pé do talude de aterro (figura 15). Além disso, têm a finalidade de receber as águas das sarjetas e valetas de corte, conduzindo-as com segurança ao dispositivo de transposição de talvegues¹ (DNIT, 2006b).

Figura 15 – Valetas de proteção de cortes e Valetas de proteção de aterro.



Fonte: DNIT, 2006 a.

3.1.6.2 Sarjetas de Corte e de Aterro

A sarjeta de corte tem como objetivo captar as águas que se precipitam sobre a plataforma e taludes de corte e conduzi-las, longitudinalmente, até o ponto de transição entre o corte e o aterro, de forma a permitir a saída lateral para o terreno natural ou para a valeta de aterro, ou então, para a caixa coletora de um bueiro de greide. Com diversos tipos de seção, variando conforme a capacidade de vazão necessária, as sarjetas de corte devem localizar-se em todos os cortes, terminando em pontos de saída convenientes (pontos de passagem de corte para aterro ou caixas coletoras) (DNIT, 2006b).

A sarjeta de aterro tem como objetivo captar as águas precipitadas sobre a plataforma, de modo a impedir que provoquem erosões na borda do acostamento e/ou no talude do aterro, conduzindo-as ao local de deságue seguro. Sua utilização deve ser fundamentada nas seguintes situações: trechos onde a velocidade das águas provoque erosão

¹ Talvegue – Linha mais ou menos sinuosa, no fundo de um vale, pela qual correm as águas; canal mais profundo do leito de um curso de água. Disponível em: <[http:// www.dicio.com.br/talvegue](http://www.dicio.com.br/talvegue)>. Acesso em: 22 nov. 14.

na borda da plataforma; trechos onde, em conjunto com a terraplenagem, for mais econômica, aumentando com isso a altura necessária para o primeiro escalonamento de aterro e interseções, coletando e conduzindo as águas provenientes dos ramos e ilhas (DNIT, 2006b).

3.1.6.3 Descidas de água

3.1.6.3.1 Escadas hidráulicas de Corte e de Aterro

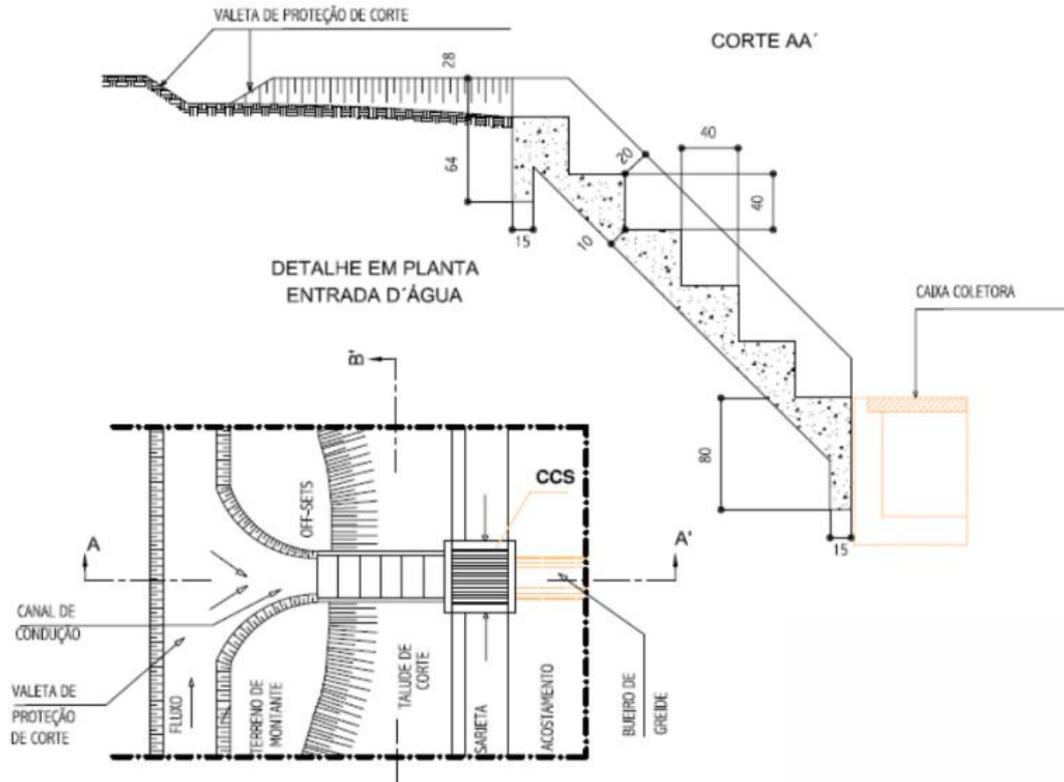
Como um sistema de drenagem superficial, as escadas hidráulicas têm por objetivo conduzir as águas captadas por outros dispositivos de drenagem, pelos taludes de corte e aterro. Tratando-se de cortes, as descidas d'água têm como objetivo principal conduzir as águas das valetas, quando atingem seu comprimento crítico, desaguando numa caixa coletora ou na sarjeta de corte. No aterro, as descidas d'água conduzem as águas provenientes das sarjetas de aterro, quando é atingido seu comprimento crítico, e nos pontos baixos, através das saídas d'água, desaguando no terreno natural. As descidas d'água também atendem, no caso de cortes e aterros, às valetas de banquetas, quando é atingido seu comprimento crítico e em pontos baixos. Não raramente, devido à necessidade de saída de bueiros elevados desaguando no talude do aterro, as descidas d'água são necessárias, visando conduzir o fluxo pelo talude até o terreno natural, conforme ilustrado na figura 16. Posicionam-se sobre os taludes dos cortes e aterros, seguindo suas declividades e também na interseção do talude de aterro com o terreno natural, nos pontos de passagem de corte – aterro (DNIT, 2006b).

As escadas hidráulicas podem ser do tipo rápido ou em degraus. A escolha entre um e outro tipo será função da velocidade limite do escoamento para que não provoque erosão, das características geotécnicas dos taludes, do terreno natural, da necessidade da quebra de energia do fluxo d'água e dos dispositivos de amortecimento na saída (dissipadores de energia). A análise técnica e econômica desse conjunto de fatores levará à escolha de uma descida do tipo rápido ou em degraus. Por se localizar em um ponto vulnerável, a descida d'água (escada hidráulica) requer cuidados especiais para evitar desníveis causados por caminhos preferenciais durante as chuvas intensas e consequentes erosões que podem levar toda a estrutura ao colapso. Assim, deve ser previsto o confinamento da descida nos taludes, com as escadas devidamente niveladas e protegidas com revestimento indicado para taludes (DNIT, 2006b).

Para uma drenagem sustentável e que não comprometa o *sistema de macrodrenagem urbana*, é necessário que as escadas hidráulicas sejam adaptadas a pequenas

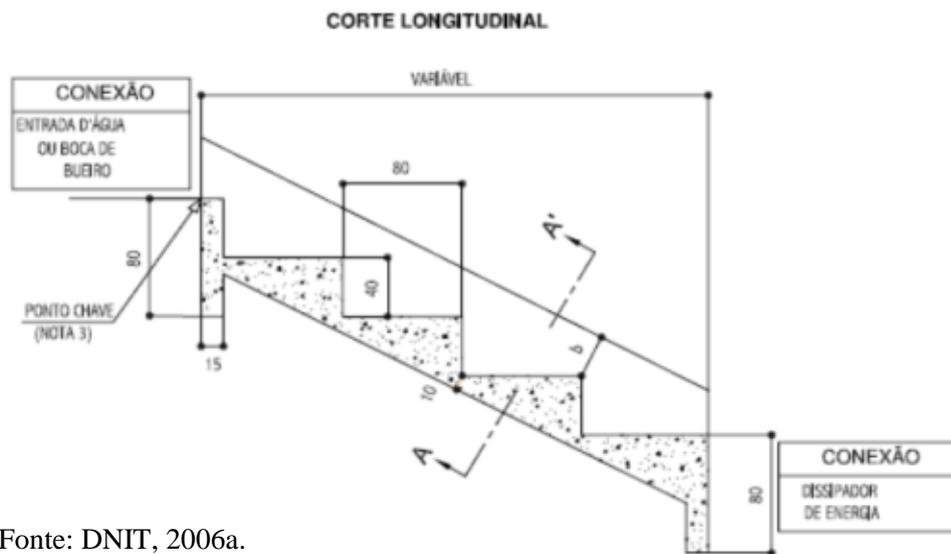
barragens que funcionariam como mini bacias de detenção para a atenuação das vazões de pico (MANGIERI, 2012).

Figura 16 – Escada Hidráulica de Corte.



Fonte: DNIT, 2006a.

Figura 17 – Escada hidráulica de aterro.



Fonte: DNIT, 2006a.

3.1.6.3.2 Escadas e Rampas drenantes

Foram desenvolvidas em 1979 por um grupo engenheiros e técnicos da Prefeitura Municipal da cidade de Salvador, para atuar simultaneamente como dispositivo de microdrenagem e via de pedestres em áreas de encostas ocupadas irregularmente, sendo que o grande mentor do projeto foi o arquiteto João Filgueiras Lima² (RISSELADA et LATORRACA, 2012). As escadas drenantes consistem basicamente de uma calha de seção retangular, pré-moldada em argamassa armada³, que operam por encaixe como ponta e bolsa, sobre a qual são apoiados degraus ou placas de cobertura, também pré-moldados em concreto armado. Suas peças são esbeltas, o que representa um peso final relativamente baixo, permitindo transporte e montagem inteiramente manual. É considerado, sob a ótica construtiva, de fácil execução, baixo custo de conservação e de boa capacidade de adaptação às características topográficas do local. Devido ao sistema de encaixe, os módulos apresentam boa adaptabilidade ao perfil natural dos locais de implantação (MAGIERI, 2012).

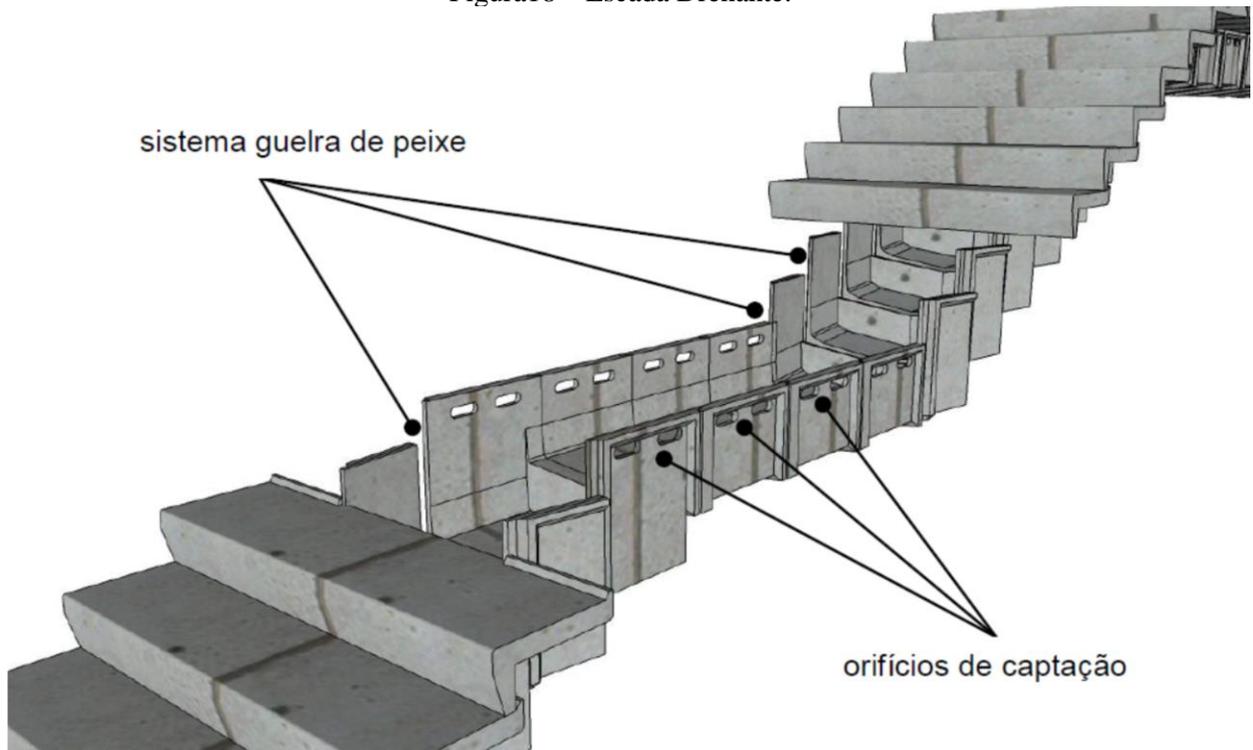
A coleta das águas pluviais, nos trechos em rampa, ocorre por meio de orifícios nas laterais das calhas e juntas entre as placas de cobertura, como ilustrado na figura 18. Nos trechos em degraus, a captação é feita lateralmente por um sistema como guelra de peixe. É necessária a previsão de pavimentação em solo cimento das áreas adjacentes ao dispositivo, formando calhas de seção triangular semelhante a uma sarjeta.

Deve ser prevista a pavimentação em solo-cimento nas áreas adjacentes ao equipamento, formando calhas de seção triangulas (sarjetas).

² João Filgueiras Lima, arquiteto, nascido em 10 de janeiro de 1932 na cidade do Rio de Janeiro, conhecido popularmente como Lelé. Desenvolveu importantes projetos utilizando o conceito de pré-fabricados em concreto e argamassa armada, com destaque para os Hospitais de Rede Sarah de Reabilitação (RISSELADA et LATORRACA, 2012).

³ A argamassa armada é uma variação do ferro cimento inventado há cerca de 70 anos pelo engenheiro italiano Pier Luigi Nervi. Na argamassa armada não é utilizado material pétreo em sua composição, somente areia como agregado. O teor de cimento é da ordem de 750 kg.m⁻³, duas vezes maior que do concreto comum. A armação é difusa, composta por telas e arames de diâmetros reduzidos e com densidade aproximada de 150 kg.m⁻³. Tais fatores possibilitam a redução do recobrimento e consequentemente, a fabricação de peças mais leves (RISSELADA et LATORRACA, 2012).

Figura18 – Escada Drenante.



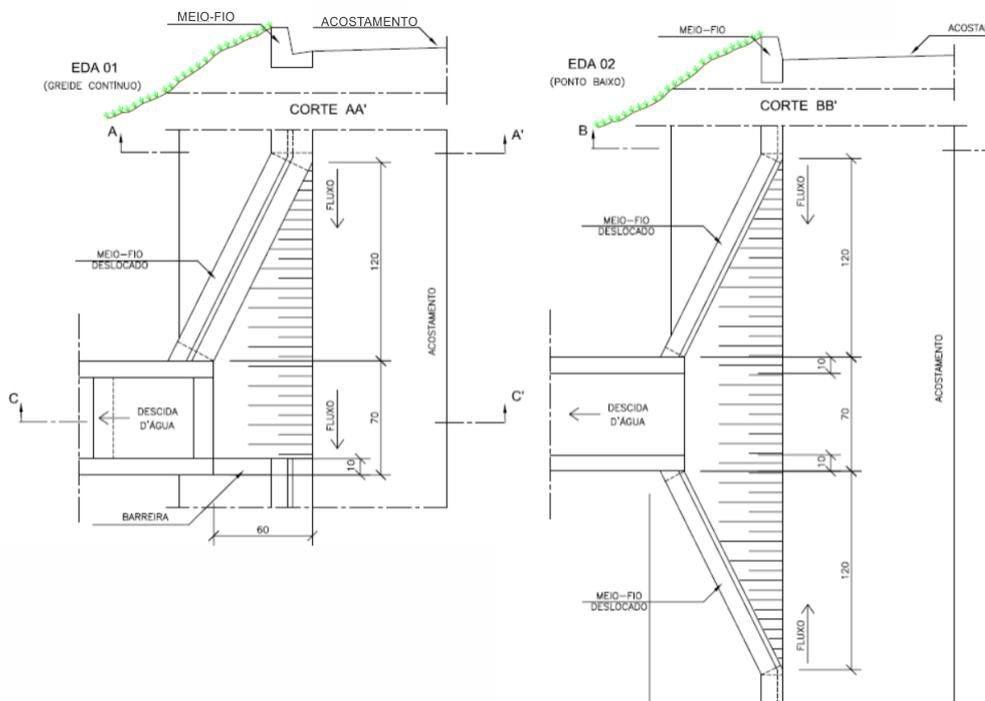
Fonte: MANGIERI, 2012.

3.1.6.4 Saídas de água

Localizadas na borda da plataforma, as saídas d'água são dispositivos de transição, conduzindo as águas coletadas pelas sarjetas de aterro, lançando-as nas descidas d'água. (DNIT, 2006). Por isso devem possuir uma seção tal que permita uma rápida captação das águas que escoam pela borda da plataforma, conduzindo-as às descidas d'água, conforme ilustra a figura 19. Considerando sua localização, as saídas d'água devem ser projetadas obedecendo-se aos seguintes critérios:

- Greide em rampa: quando o fluxo d'água se realiza num único sentido;
- Curva vertical côncava (ponto baixo): nesse caso o fluxo d'água se dá nos dois sentidos, convergindo para um ponto mais baixo (DNIT, 2006b).

Figura19 – Saídas de água.



Fonte: DNIT, 2006 a.

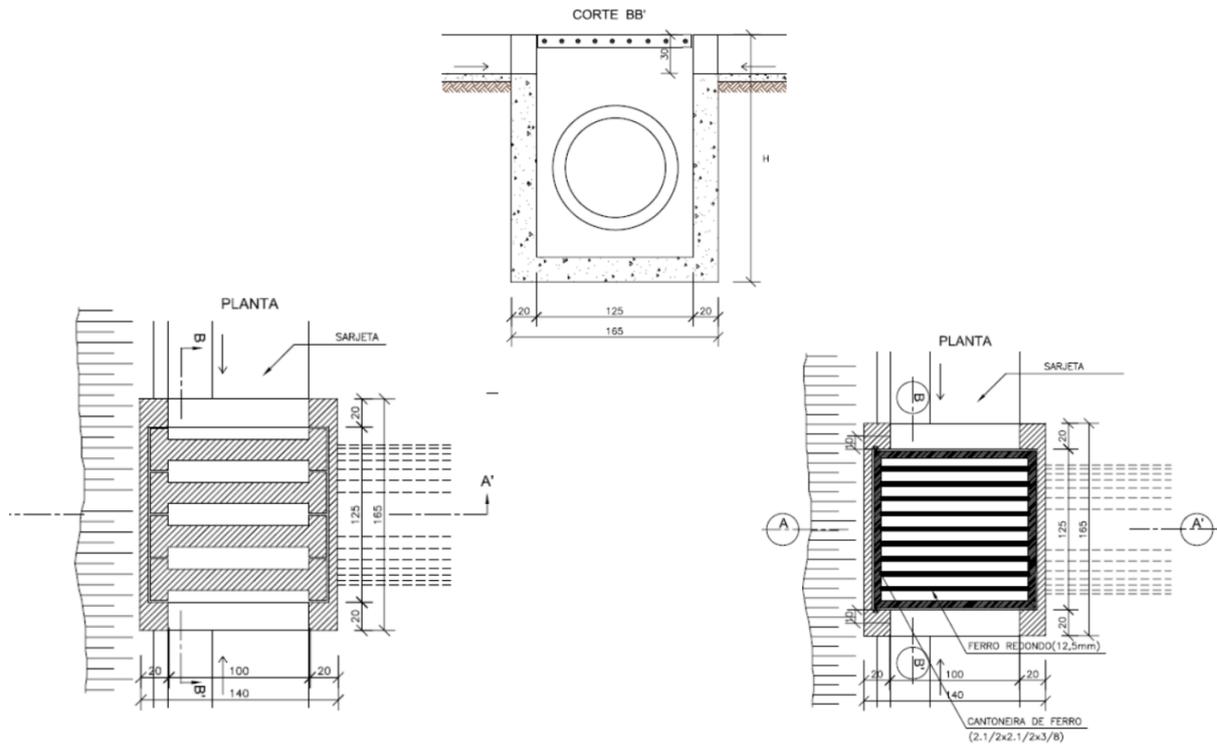
3.1.6.5 Caixas Coletoras

As caixas coletoras têm os seguintes objetivos principais: coletar as águas provenientes das sarjetas e que se destinam aos bueiros de greide; coletar as águas provenientes de áreas situadas a montante de bueiros de transposição de talvegues, permitindo sua construção abaixo do terreno natural; coletar as águas provenientes das descidas d'água de cortes, conduzindo-as ao dispositivo de deságue seguro; permitir a inspeção dos condutos que por elas passam, verificando sua funcionalidade e eficiência; possibilitar mudanças de dimensão de bueiros, de sua declividade e direção, ou ainda quando a um mesmo local concorre mais de um bueiro (DNIT, 2006b).

Com localização variada, podem ser instaladas nos seguintes locais: nas extremidades dos comprimentos críticos das sarjetas de corte, conduzindo as águas para o bueiro de greide ou coletor longitudinal, que as levará para o deságue apropriado; nos pontos de passagem de cortes para aterros, coletando as águas das sarjetas de modo a conduzi-las para o bueiro, nos casos em que as águas, ao atingir o terreno natural, possam provocar erosões; nas extremidades das descidas d'água de corte, quando se torna necessária a condução das águas desses dispositivos para fora do corte sem a utilização das sarjetas; no

terreno natural, junto ao pé do aterro, quando se deseja construir um bueiro de transposição de talvegues abaixo da cota do terreno, sendo, portanto, inaplicável a boca convencional; e em qualquer lugar onde se torne necessário captar as águas superficiais, transferindo-as para bueiros (figura 20).

Figura 20 – Caixas coletoras.



Fonte: DNIT, 2006 a.

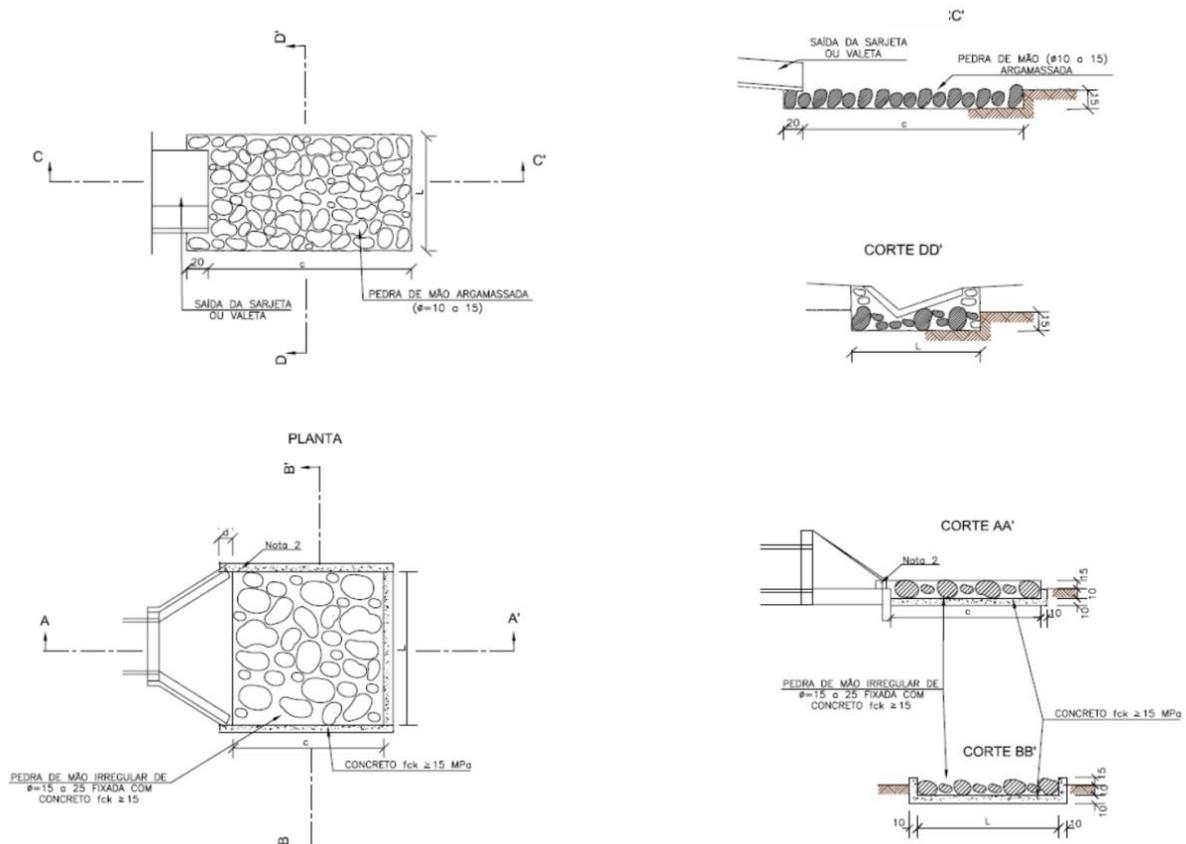
3.1.6.6 Dissipadores de energia localizados – Bacias de amortecimento

Os dissipadores de energia, como o nome indica, são dispositivos destinados a dissipar energia do fluxo d'água, sendo habitualmente instalados como mais um elemento colaborador das escadas hidráulicas. As bacias de amortecimento, ou dissipadores localizados, são obras de drenagem destinadas, mediante a dissipação de energia, a diminuir a velocidade da água quando esta passa de um dispositivo de drenagem superficial qualquer para o terreno natural, de modo a evitar o fenômeno da erosão. São instaladas, de modo geral, nos seguintes locais: no pé das descidas d'água, nos aterros, na boca de jusante dos bueiros, na saída das sarjetas de corte, nos pontos de passagem de corte – aterro. Localizam-se em geral nas descidas d'água, na forma de degraus, e ao longo do aterro, de modo que a água precipitada sobre a

plataforma seja conduzida pelo talude, continuamente, sem criar preferências e sem afetá-lo (DNIT, 2006b).

É recomendável a utilização de dissipador tipo “rip-rap” na saída das bacias de amortecimento, saída de bueiros e na saída de outros dispositivos cuja velocidade da água não comprometa seriamente o terreno natural, justificando, nesse caso, o projeto completo de uma bacia de amortecimento. A extensão do “rip-rap” deve ser adequada à velocidade e volume d’água que sai do dissipador e às condições do leito a jusante. Deve ser construído com as pedras dispostas em desordem, as quais devem possuir formas irregulares e diâmetros resultantes de um cálculo determinado, a fim de que permaneçam estáveis (figura 21).

Figura 21– Dissipadores de energia



Fonte: DNIT, 2006 a.

3.1.6.7 Escalonamento de Taludes

Seu objetivo é evitar que as águas precipitadas sobre a plataforma e sobre os taludes atinjam, através do escoamento superficial, uma velocidade acima dos limites de erosão dos materiais que os compõem (DNIT, 2006). O dimensionamento consiste em calcular a altura máxima entre a borda e a primeira banqueteta (figura 22), de modo que a velocidade de escoamento seja inferior à erosão do talude (DNIT,2006b).

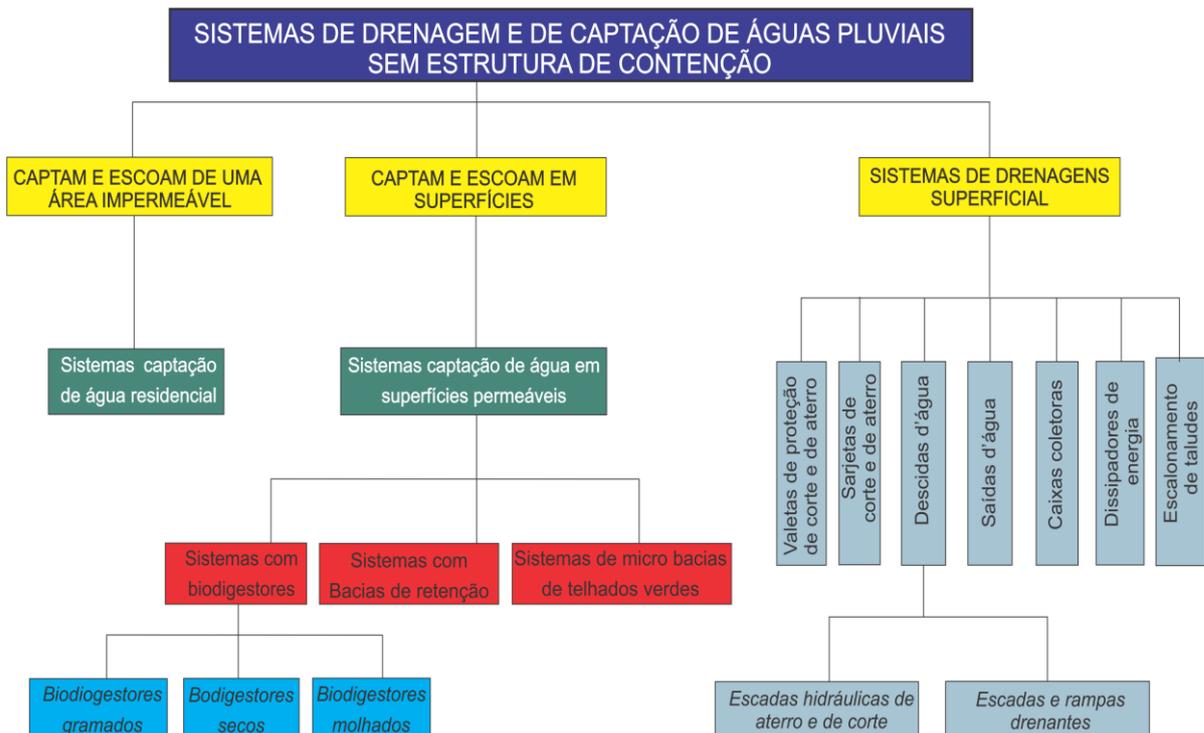
Figura 22 – Escalonamento de taludes



Fonte: www.lavoz.com.ar, 2014.

Segue abaixo a figura 23, que é um fluxograma dos sistemas de drenagem e captação de águas pluviais.

Figura 23 – Tipologia dos Sistemas de Drenagem



Fonte: ELABORADO PELA PRÓPRIA AUTORA, 2014.

3.2 ASPECTOS HIDROLÓGICOS A SEREM CONSIDERADOS PARA SELEÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM

Das diversas fases do ciclo hidrológico, o escoamento superficial é a de maior importância para a determinação das estruturas de drenagem urbana.

Porto (1995) destaca que a análise criteriosa do escoamento superficial é essencial para o sucesso de um projeto de drenagem e erros cometidos levarão ao sub ou superdimensionamento das obras. Fica ressaltado por Porto (1995) que os valores serão sempre aproximados, em função das incertezas hidrológicas, dos métodos e critérios adotados.

Segundo Georio (2000) o dimensionamento hidráulico dos sistemas de drenagem é feito com base no regime que se estabelece no canal condutor, que está relacionada com a quantidade de **energia associada ao fluxo**.

O **escoamento superficial** é significativamente pelo processo de urbanização desordenado, que produz mudanças nas características fisiográficas da bacia hidrográfica. Devido a aumento de áreas impermeáveis, ocorre a redução do tempo de concentração da bacia. Em regiões de topografia acidentada, com altas declividades, o tempo de deslocamento das partículas de água até a seção de controle é ainda menor. Como consequência ocorre um aumento no volume e na velocidade de escoamento, impactando diretamente no sistema a ser adotado.

O **tempo de concentração** tem interferência direta na intensidade da chuva de projeto, impactando na vazão e, portanto no dimensionamento hidráulico do dispositivo de drenagem. Segundo Chow et al (1988), em sistemas de drenagem urbana, o tempo de concentração corresponde ao tempo que o escoamento superficial leva até chegar à entrada da galeria, ou seja, o tempo de entrada e o tempo de percurso.

Segundo Mangiere (2012), a vazão máxima de projeto é associada ao período de retorno de precipitação de projeto e para sistemas de microdrenagens devem ser adotados períodos de dois a dez anos.

Ressalta-se na literatura técnica que no dimensionamento das estruturas dos sistemas devem observados os limites quanto à **velocidade de escoamento**, em regime de escoamento livre ou em canal condutor, e que sua **capacidade de escoamento** é geralmente feita considerando regime permanente e uniforme. A velocidade de escoamento é limitada pela possibilidade de erosão por abrasão do canal condutor e das estruturas hidráulicas associadas.

O **ressalto hidráulico** é a passagem de forma brusca do regime supercrítico para o subcrítico. Nesta transição, a superfície da água, eleva-se de maneira abrupta, normalmente ocorrendo formação de rolos d'água pela mistura intensa com o ar, ocorrendo dissipação de grande quantidade de energia (CHAUDHRY, 2008).

Toscano (1999) define a **dissipação de energia** como um fenômeno no qual a energia cinética associada ao movimento de massa fluida é transformada em energia de turbulência e logo após em energia térmica, em face da agitação interna do fluido. Em obras de drenagem são utilizados frequentemente dispositivos com a finalidade de dissipação de energia. Na parte final do dispositivo sempre haverá uma energia residual, sendo necessárias bacias de dissipação dimensionadas para conter completamente o ressalto hidráulico que se forma.

Ainda, segundo a literatura técnica apresentada, outros fatores condicionantes devem ser considerados para a determinação do sistema de drenagem superficial, como: a **adaptabilidade**, a **facilidade de manutenção**, a **modularidade** e a **mobilidade**. São questões consideradas fundamentais para que um sistema seja implantado em locais de topografia irregular e de difícil acesso. A **adaptabilidade** e a **modularidade** são questões que facilitam o manuseio, o transporte e a execução do sistema em espaços diversos e com inclinações também diferenciadas. A **mobilidade** deve também ser considerada, uma vez que em encostas a mobilidade da população é muito prejudicada em função da dificuldade de acesso de transportes coletivos e mesmo particular e deve ser considerada uma medida de cunho social. Já a **facilidade de manutenção** interfere diretamente na limpeza, recuperação, preservação e reposição de peças de um sistema.

3.3 ADAPTAÇÃO DA METODOLOGIA DO DESIGN DE PRODUTO À PESQUISA EM ANDAMENTO

Em busca de soluções que promovam melhor condição de vida, uma redução dos riscos existentes na região determinada e uma integração entre os espaços urbanos formal e informal, foi utilizada, como metodologia para definição do sistema de drenagem e captação mais adequado à região, uma *matriz de tomada de decisão*, adotando como base os conceitos e postulações de Ulrich et Eppinger (2012) no livro *Product Design and Development* que foram adaptados para atender a esta pesquisa.

O livro, *Product Design and Development*, trata as questões de projeto e desenvolvimento contemporâneos para identificar as necessidades do cliente, design de

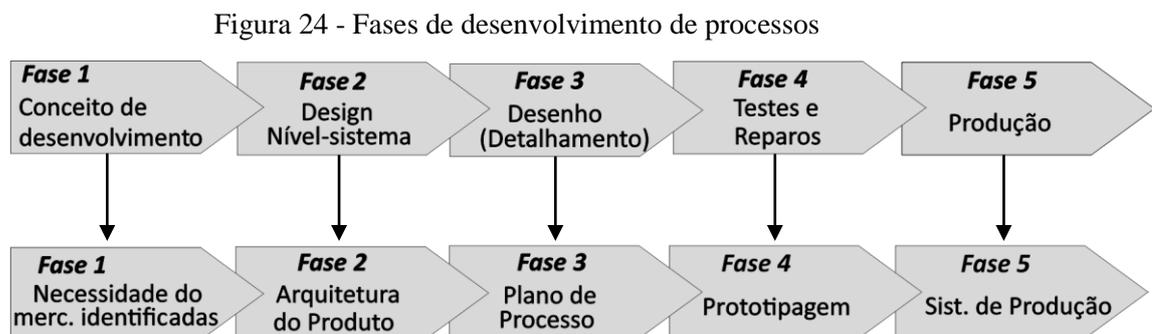
produção, prototipagem e design industrial, também apresenta de forma clara e detalhada um conjunto de técnicas de desenvolvimento de produto que visa reunir o marketing, design, e funções de produto e da produção da empresa. No livro é apresentada uma coleção de metodologias que se propõem a unir todas as equipes funcionais para que, juntas, possam trabalhar no desenvolvimento de produtos tangíveis.

Por focar nesse tipo de produtos, o livro se aplica melhor ao desenvolvimento de ferramentas e periféricos de computador. Como o livro enfatiza o material, algumas etapas específicas de desenvolvimento de serviço ou software não são abordadas. Apesar de todas essas restrições, as metodologias que são apresentadas são bem aplicadas a uma grande variedade de produtos, como por exemplo, aparelhos eletrônicos, instrumentos científicos, ferramentas para máquinas e utensílios médicos. Grande parte do material contido no livro é de grande valia para o desenvolvimento de qualquer produto, mas é dada maior atenção a produtos materiais e no caso da pesquisa em questão essa metodologia será adaptada para uma questão de urbanismo, arquitetura e engenharia, que até hoje não foi utilizada para tal.

O objetivo, portanto nesse capítulo é apresentar de forma clara e detalhada um conjunto de metodologias de desenvolvimento do produto e um conjunto de critérios para a seleção de conceitos do produto adaptados às necessidades da pesquisa.

Segundo os autores do livro, a qualidade do produto, o custo, o tempo de desenvolvimento, o custo de desenvolvimento e a capacidade de desenvolvimento, são características fundamentais para o desenvolvimento de um produto bem sucedido. No entanto, consideram que outros critérios devam ser considerados, que surgem dos interesses dos *stakeholders*, da comunidade e do produto propriamente dito.

Ulrich et Eppinger (2012) ainda definem que o desenvolvimento de processos é dividido em cinco fases (figura 24):



Fonte: ULRICH ET EPPINGER, 2012.

As fases de desenvolvimento de processos podem ser adaptadas ao processo de desenvolvimento do produto necessário à pesquisa, uma vez que o conceito do produto foi definido:

Fase 1:

- Necessidade de redução dos deslizamentos de terra em comunidades assentadas em áreas de risco;

Fase 2:

- Definição do desenho do produto, ou seja, um produto capaz de executar a drenagem superficial necessária para a redução dos riscos;

Fase 3:

- Planejamento da execução do produto;

Fase 4:

- Verificação e comprovação de produtos semelhantes, já existentes em outros lugares e que possam comprovar a eficiência do produto sugerido;

Fase 5:

- Após comprovada a eficiência do produto, sugerir a sua aplicação, haja vista que este pode ser instalado em lugares diferentes, definido por experiências anteriores.

Para resumir as necessidades do cliente, ou as necessidades dos consumidores finais ou ainda as necessidades do lugar, foram estabelecidas doze condicionantes, baseadas nos aspectos teóricos hidrológicos (item 3.2), que formarão as linhas da matriz de decisão, nos quais a escolha do conceito do produto deverá se basear:

- Adaptabilidade
- Armazenamento
- Captação de Água
- Dissipação de energia
- Facilidade de manutenção
- Modularidade
- Velocidade de Escoamento
- Escoamento Superficial
- Tempo de concentração
- Ressalto hidráulico
- Interação com o Sistema de macrodrenagem

Seja ou não o processo de seleção de conceito explícito, a pesquisa se valeu de algum *método* para escolher entre conceitos, seja pela *decisão externa, preferência pessoal, intuição, prós e contras, protótipo/teste e matriz de decisão* (onde são “dadas notas” para cada conceito em critérios preestabelecidos de seleção).

Os métodos variam em eficácia e incluem:

- 01 - Concept Screening - Peneiramento - Preparação da matriz de seleção
- 02 - Avaliação de Conceitos
- 03 - "Rankeamento" de Conceitos
- 04 - Combinação e melhoramento de Conceitos
- 05 - Seleção de um ou mais Conceitos

Como nesta fase existe uma maior "competição" entre os conceitos a serem selecionados, é necessária uma **escala de pontuação** mais refinada, onde o somatório dos valores adotados na matriz de decisão resultará na determinação de um sistema ou conjunto de produtos a serem empregados.

3.4 MATRIZ DE TOMADA DE DECISÃO E DEFINIÇÃO DO SISTEMA A SER ADOTADO

Tomando um sistema de drenagem/captação de águas pluviais como um produto, segundo os autores do livro *Product Design and Development*, pode-se observar que seu sucesso dependerá da habilidade em identificar as necessidades e os desejos dos consumidores, na medida em que um produto deve trazer a satisfação da sociedade e das necessidades individuais (ULRICH ET EPPINGER, 2012). Em outras palavras, a identificação das necessidades do consumidor em si é um processo que deve seguir uma estrutura metodológica para que seja desenvolvido o conceito do produto:

Uma condição necessária para o sucesso do produto é que o produto ofereça benefícios que sejam percebidos pelo consumidor. Produtos oferecem benefícios quando satisfazem necessidades. Isto é verdade mesmo que o produto seja uma variação de um produto existente tanto como um produto totalmente novo (ULRICH ET EPPINGER, 2012, p. 20).

Para que sejam estabelecidas as especificações alvo (produto), as necessidades dos consumidores têm que ser identificadas, tendo como foco as informações fornecidas pela

comunidade, as quais são de vital importância para o desenvolvimento do produto (drenagem/captação de águas pluviais) (ULRICH ET EPPINGER, 2012).

Embora o problema dos deslizamentos em encostas seja uma realidade, é fundamental que haja, primeiramente, um entendimento geral sobre esse problema complexo e, posteriormente, uma visão decomposta do mesmo, em subproblemas mais simples, para que possam ser solucionados. O emprego de uma metodologia estruturada oferece os seguintes benefícios: o produto é focado no consumidor; as decisões em grupo são mais efetivas; há uma melhor coordenação de todo o processo, estabelecendo como resultado um arquivo de fácil entendimento.

Para tal, como foi apresentado nos objetivos desta pesquisa, devem ser tomados os seguintes procedimentos: definir o escopo, coletar dados, ou seja, observar sistemas existentes e já utilizados em outros assentamentos precários em encostas; interpretar os dados em termos de necessidade do cliente, no caso, interpretar as necessidades da população de assentamentos precários; organizar essas necessidades hierarquicamente; estabelecer a importância relativa das necessidades, como, por exemplo, a redução de riscos de deslizamentos em encostas ocupadas por assentamentos precários; refletir sobre resultados e processos definidos.

Vale aqui ressaltar que a metodologia aqui aplicada, baseada na metodologia do livro *Product Design Design and Development* é inovadora, no sentido de que não foi até hoje empregada para o desenvolvimento de pesquisas de modelos de drenagem ou captação de águas pluviais.

Estando estabelecida a metodologia, de posse dos dados e da apresentação dos produtos existentes, com o objetivo de reduzir os riscos de deslizamentos em encostas, será apresentada a seguir a matriz de tomada de decisão, na figura 25, que irá definir, por meio de valores, o produto ou o conjunto de produtos que melhor se adaptem à região que será definida posteriormente.

Figura 25 – Matriz de Tomada de Decisão

| SOLUÇÕES CONDICIONANTES | Sist.de Captação de águas pluviais residencial (telhados) | Sis. com biodigestores gramados | Sist. com biodigestores secos | Sis. com biodigestores molhados | Sist. com bacia de retenção | Sist. com microbacias de telhados verdes | Sist. com valetas de proteção de corte e aterro | Sist. com sarjeta de aterro de corte | Sist. com Descidas d'água | | Sis. com saídas d'água | Sis. com caixas coletoras | Sist. com dissipadores de energia | Escalonamento de taludes |
|--|---|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--|---|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| | | | | | | | | | Escada hidráulica | Escada e rampa drenante | | | | |
| Adaptabilidade | 1 | -1 | -1 | -1 | 1 | -2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Armazenamento | 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | -2 | -2 | -2 | -2 | 0 | 0 | 0 | 0 | -2 |
| Captação de água | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 |
| Dissipação de Energia | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | -1 | -1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | -1 |
| Drenagem a montante | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 |
| Facilidade. de Manutenção | 2 | 1 | -1 | -1 | -1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Modularidade | -1 | -2 | -2 | -2 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | -1 | -1 | 0 | 0 |
| Sistema Passivo | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Velocidade de Escoamento | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| Escoamento superficial | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| Tempo de concentração | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| Ressalto hidráulico | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 |
| Interação com o sistema de macrodrenagem | -2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| PONTUAÇÃO | 6 | 9 | 10 | 7 | 11 | 11 | 14 | 15 | 13 | 20 | 15 | 15 | 17 | 3 |

| Valores adotados para avaliação | | | | |
|---------------------------------|----|---|---|---|
| -2 | -1 | 0 | 1 | 2 |

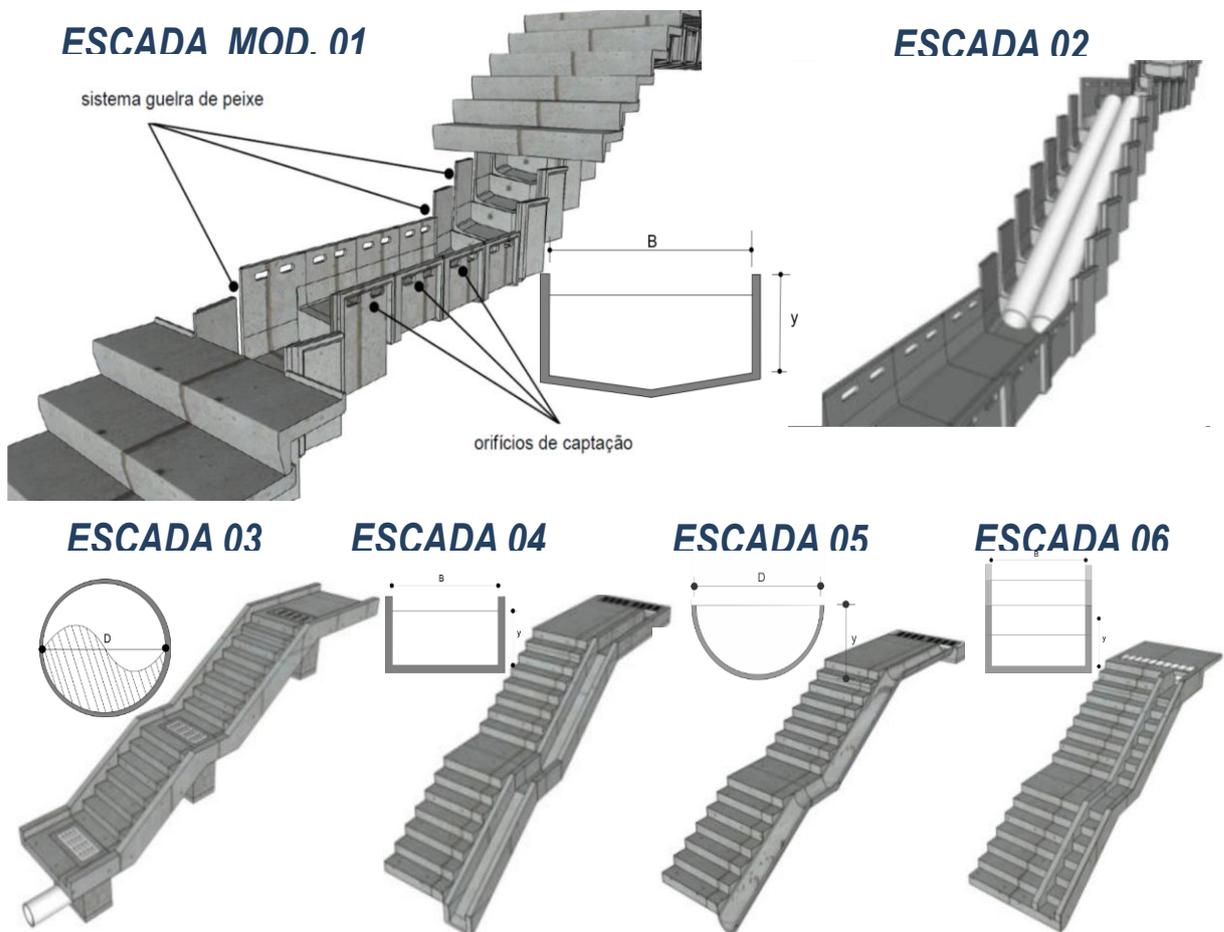
Fonte: ELABORADA PELA AUTORA, 2015.

O somatório dos valores adotados na matriz de decisão resultou na determinação de um sistema (produto) de drenagem e captação de águas pluviais, ou seja, um sistema que reduza a sua velocidade superficial estabelecendo a direção da água, drenando, captando e armazenando essa água pluvial para posterior utilização. Os equipamentos (conjunto de produtos) que deverão formar esse sistema são: **as valetas e as sarjetas de proteção de corte e aterro; as escadas e rampas drenantes com um sistema de dissipação de energia;** associadas **às microbacias de retenção** (caixas coletoras) para armazenamento e

aproveitamento das águas pluviais dessa forma combinando as alternativas determinadas pela matriz de decisão.

Na figura 26, são apresentados os modelos de escadas drenantes que foram até hoje adaptadas para uso no Brasil e que podem ser implantadas nas áreas de encostas da cidade. Os demais componentes do sistema de drenagem determinado pela matriz de decisão foram apresentados no capítulo 3, subtítulo 3.1.6 desta pesquisa.

Figura 26 – Modelos adaptados de escadas drenantes existentes



Fonte: MANGIERE, 2012.

Todos os equipamentos a serem utilizados deverão sofrer adaptações em função do terreno: da sua inclinação, do espaço livre disponível, da necessidade de armazenamento, dos índices pluviométricos médios da região, dos riscos existentes e das necessidades da comunidade, que deverão ser observadas e atendidas.

Um dos passos dado por esta pesquisa é a compreensão global de uma série de aspectos: a natureza dos fenômenos geológicos e climáticos; as condições da segregação

social; a ocupação deliberada do espaço urbano; a falta de infraestrutura; as formas de drenagem e captação de águas pluviais; o despreparo; a vontade política em promover o bem estar da população carente de Juiz de Fora mediante sua posição no contexto legal local. A visualização desses fatos e fenômenos com características bem definidas auxilia o entendimento de diferentes naturezas, intensidades e ambiências desse processo de ocupação das áreas de risco da cidade.

4 A CIDADE DE JUIZ DE FORA

4.1 APRESENTAÇÃO DA CIDADE DE JUIZ DE FORA: HISTÓRICO, LOCALIZAÇÃO E POPULAÇÃO

Pertencente à mesorregião da Zona da Mata e microrregião de mesmo nome, ocupando uma área total de 1.435,664 km², que é parte integrante da Mata Atlântica, Juiz de Fora, município brasileiro do interior do estado de Minas Gerais, localiza-se a sudeste da capital do estado, conforme apresentado na figura 27, situando-se num ponto estratégico: no triângulo entre Rio de Janeiro, São Paulo e Belo Horizonte.

Figura 27 – Localização de Juiz de Fora em Minas Gerais e no Brasil



Fonte: www.luventicus.org, 2014.

Sua fundação está intimamente ligada à abertura do caminho novo, em 1703, época da mineração no país. Com o declínio da mineração e com a expansão da agricultura cafeeira e da pecuária, o processo de ocupação da área foi intensificando-se, por meio de povoados, vilas e depois a sede do município. Por volta de 1850, com a construção da Estrada União Indústria, a região recebeu imigrantes com o objetivo de povoamento das cidades vazias.

Em 1889, a introdução da eletricidade favoreceu na cidade o crescimento da industrialização, que entrou em crise a partir da década de 1930, momento em que houve uma queda das indústrias familiares. A fragilidade industrial e a crise econômica cafeeira foram fatores determinantes para a mudança do perfil da cidade que, a partir da década de 1950, viu crescer o setor terciário.

Na década de 1960 a cidade passou por um crescimento populacional e por uma urbanização marcada pela concentração das atividades econômicas no segmento da prestação de serviços. Já a década de 1970 foi marcada pela instalação de projetos de siderurgia e metalúrgica, que inseriu a cidade na economia regional do estado, ampliando o mercado de trabalho e revigorando a economia local. Na década de 1990, a cidade acompanhava a reativação da economia nacional e a busca do poder público em atrair investimentos, com a melhoria da qualidade de vida e da infraestrutura local (MOURA, 2011).

No ano de 1996, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) constatou significativo incremento populacional em Juiz de Fora e uma conseqüente e desordenada expansão urbana. Segundo dados do IBGE, Juiz de Fora, em 1920 possuía um total de 118.166 habitantes, sendo que desse total 66.774 habitavam a área rural, e 51.392 habitavam a área urbana. Já em 1996, o IBGE constatou 424.479 habitantes, sendo que apenas 5.253 habitavam a área rural, e 419.226 habitavam a área urbana. Ainda segundo dados fornecidos pelo o IBGE (2010), a cidade possui uma população de 516.247 habitantes, com estimativa para 550.710 habitantes (figura 28), em 2014.

Figura 28: Incremento da população urbana de Juiz de Fora



Fonte: IBGE, 2010.

O IBGE ressalta a importância do incremento que houve na população urbana de Juiz de Fora. Dados comparativos com o ano de 2010 e demais anos anteriores, de acordo com a figura 25, indicam um grande crescimento da população urbana. Ainda considerando o Censo Demográfico 2010, no Caderno Aglomerados Subnormais, ficou especificado que, na cidade de Juiz de Fora, são encontrados 14 aglomerados subnormais e que, em função das características do relevo da cidade, a sua maioria é encontrada em encostas acentuadas (Censo Demográfico 2010).

Desse modo, cada vez mais, a população carente é deslocada para áreas periféricas, onde não existe infraestrutura satisfatória, faltando saneamento básico, calçamento e até energia elétrica. Pode-se observar que o crescimento da cidade não tem sido acompanhado de um planejamento adequado fruto da não implementação do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (1994) e que atualmente está sob uma revisão. A cidade vivencia vários problemas de ordem ambiental, como por exemplo, os constantes processos erosivos em encostas, a degradação da qualidade dos recursos hídricos (assoreamento e emissão de efluentes industriais e domésticos), apropriação em depósitos de resíduos sólidos e outros (ROCHA et al., 2003).

4.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CLIMA E O RELEVO

Segundo o Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais do Governo Federal (2012 – 2015), os eventos catastróficos que, de forma recorrente, afetam regiões brasileiras sujeitas a intensas e/ou prolongadas precipitações, representados por processos naturais, sociais (ocupações em áreas de risco) ou induzidos de natureza geotécnica, envolvendo rupturas em encostas, enchentes ou inundações, contribuíram para que fosse reconhecida a importância das características geológico-geotécnicas dos terrenos como informação fundamental para a aplicação de políticas públicas visando ao planejamento do uso do solo urbano (SAMPAIO et al., 2013).

Atualmente, a sustentabilidade das cidades representa um dos maiores desafios ambientais. Nas últimas cinco décadas, a intensa expansão urbana – fruto do êxodo rural, ocupação em áreas de risco, ações deletérias sobre o quadro físico e sobre o tecido urbano – converge para desafios de planejamento e gestão, imprimindo um novo modelo de desenvolvimento capaz de emprestar uma nova imagem às cidades, com novas formas de governar (SOUZA, 1996).

Com recorrência quase anual, a região Sudeste é afetada por intensas e prolongadas precipitações concentradas nos meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março, com um severo histórico de eventos de movimentos de massa, enchentes e inundações que já resultaram na perda de milhares de vidas e prejuízos materiais de grande monta nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo.

A grande diversidade morfológica e o predomínio, na faixa costeira de rochas cristalinas que formam a Serra do Mar, definem e condicionam a tipologia de processos geológicos, com predominantes deslizamentos planares (escorregamento de solos pouco espessos, com a presença de um plano de fraqueza). Esses processos advêm também dos cortes e aterros efetuados pelas formas de ocupação dos terrenos por parte das populações de baixa renda. Rupturas rotacionais (escorregamento de solos muito espessos, solos e rochas com presença de fraturas) são mais restritas, sendo condicionadas pelo perfil de intemperismo mais profundo e por estruturas geológicas falhas, fraturas e outras discontinuidades que atuam como condutos hidrogeológicos (FARAH, 2003).

Marcado pela marcante presença de rochas metamórficas, como gnaisses, filitos, xistos e itabiritos, apenas para citar algumas, o estado de Minas Gerais enfrenta significativa complexidade litológica, com foliação metamórfica responsável pelo desenvolvimento de rupturas planares. Desse modo, processos erosivos, como ravinas e voçorocas, são comumente instalados em relevo de montanhas com altas declividades onde as encostas foram desprovidas da cobertura vegetal para a implantação de habitações, pastagens e cultivos diversos (SAMPAIO et al., 2013). Segundo os mesmos autores, para vencer esse desafio, é preciso substituir a concepção de desenvolvimento como simples ato de ocupar espaços por uma mais ampla, compreendendo a possibilidade de uma construção sustentável: econômica, social e ambiental.

Situada geomorfologicamente na Unidade Serrana da Zona da Mata, incluída na Região Mantiqueira Setentrional, Juiz de Fora mostra um relevo intenso, com altitude média em torno de 800 metros. Suas vertentes mostram formas convexas, originando planícies “inter-montanhas” e grande número de anfiteatros, os quais são associados a intensos processos erosivos (INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO – IPPLAN, 1996).

Geologicamente, a área urbana assenta-se sobre o Complexo Juiz de Fora, ao sul, e o Gnaiss Piedade, ao norte (IPPLAN, 1996). Essas formações são separadas por um extenso sistema de falhamentos, e estes, com as fraturas, são os responsáveis pela significativa fragilidade geológica que se observa na região, definindo um ambiente de alta energia atestado pelos constantes movimentos de massa. Acima dessas formações ocorrem

depósitos residuais, sedimentos aluvionares e colúvios, de alto potencial erosivo quando da remoção da proteção vegetal (ROCHA et al., 2003).

Os movimentos de massa encontrados na região são de vários tipos, desde escorregamentos em solos residuais, corridas de terra, passando por queda de blocos rochosos, deslocamentos de depósitos de tálus (avalanche de detritos), até queda de matacões e escorregamentos a partir da superfície de contato solo/rocha. Além desses escorregamentos, agravados nos períodos de chuvas intensas, a forte erosão contribui para acelerar a instabilidade do relevo, sendo mais intensa a atuação da erosão laminar (reflexo das práticas inadequadas de uso e ocupação do solo, ocasionada pelo escoamento difuso da água, removendo camadas superficiais do solo), de presença extensiva nas áreas não urbanizadas (ROCHA et al., 2003).

Um dos problemas ambientais mais frequentes aparece principalmente nas encostas com os escorregamentos e movimentos de massa durante o período das chuvas. Várias práticas de uso e ocupação do solo têm agravado esse problema, como queimadas, remoção de vegetação, ocupações e cortes irregulares e lançamento de resíduos (ROCHA et al., 2003).

Genericamente definido como Tropical de Altitude, por corresponder a um tipo tropical influenciado pelos fatores altimétricos (em vista de o relevo local apresentar altitudes médias entre 700 e 900 m, que contribuem para a amenização das suas temperaturas), o clima da cidade apresenta duas estações bem definidas: uma, que vai de outubro a abril, com temperaturas mais elevadas e maiores precipitações pluviométricas, e outra, de maio a setembro, mais fria e com menor presença de chuvas (PMJF, 2004).

4.3 A QUESTÃO DA OCUPAÇÃO DO ESPAÇO URBANO E DOS ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS

O cenário da distinção territorial que estimula a ocupação irregular não está distante da cidade de Juiz de Fora, onde esse processo foi e é bastante visível, reforçado pelos interesses do mercado imobiliário e pela especulação fundiária. Segundo Chaves:

A ocupação de áreas de risco geoambientais em Juiz de Fora atinge grandes proporções. A falta de alternativas habitacionais coloca como solução para a população de baixa renda apenas a invasão e ocupação de áreas inadequadas para habitação, entre as quais, destacam-se as encostas de morros. A falta de conhecimento e de informações cria uma incapacidade das populações pobres de se respeitar os padrões mínimos de habitações. Por outro lado, as populações de classe alta e média alta também fazem parte deste processo de ocupações em áreas ambientais as quais deveriam ser protegidas, porém distanciando das outras ocupações, pois, essas estão apoiadas por todos os aparatos (CHAVES, 2010, p. 35).

Um dos fatores mais característicos e determinantes de como seria distribuída a estrutura espacial de sua malha urbana e a conseqüente acomodação da população foi seu sítio urbano acidentado. Sua população concentrou-se no centro da cidade estimulada pelo fato de os transportes terem sido um indutor de penetração para essa expansão. Inicialmente, a maior concentração foi no entorno da linha férrea, caracterizando o centro do município. Com o passar do tempo, as periferias do município converteram-se em áreas nobres, promovendo um processo de expulsão da população de baixa renda, forçada a ocupar áreas que não ofereciam recursos e infraestrutura (MOURA, 2011).

Nesse relevo acidentado, as ocupações ocorrem de duas maneiras: por populações de baixa renda e por populações de renda alta e média-alta. Com isso, verificam-se na cidade processos de degradação diferenciados. Somando-se a isso, a inadequação das características dos loteamentos irregulares e dos assentamentos subnormais, implantados e mantidos em discordância com a legislação, gera fortes deseconomias na cidade através da erosão e do conseqüente assoreamento dos córregos e cursos d' água, especificamente, do rio Paraibuna. Embora esse processo demande constantes dragagens e desobstruções de sistemas de drenagens tanto dos córregos e cursos d' água quanto principalmente do rio, essas medidas, na cidade, não são realizadas na frequência necessária, gerando riscos de inundação nas baixadas (CHAVES, 2010).

Ao longo do seu processo de expansão, a cidade foi sendo consolidada sem que houvesse preocupação quanto às formas de uso e ocupação do solo urbano. Problemas como erosão, deslizamentos de terra, enchentes, foram e são alguns dos resultados dos impactos causados pela brusca mudança na transformação do meio natural (MOURA, 2011).

Analisando os estudos de Farah e comparando-os com a cidade, pode-se observar em Juiz de Fora o mesmo processo de ocupações de encostas, sendo da ação formal ou informal, já que o processo acontece de maneiras distintas.

Pode-se falar, por um lado, de uma ação totalmente formal, cuja ocupação está legalizada pelos órgãos públicos responsáveis, para as habitações das populações de baixa,

média, média alta e alta renda. No caso de habitações voltadas à população de baixa e média renda, a produção formal do espaço urbano é caracterizada principalmente por conjuntos habitacionais com parcelamentos e edificações projetados, analisados e aprovados pelo Poder Público, portanto, predominantemente de acordo com as legislações urbanas da cidade e posturas técnicas em vigor, estando os loteamentos e as áreas sob a responsabilidade dos órgãos municipais competentes. Em contrapartida, esse processo de ocupação e de consolidação de loteamentos populares em Juiz de Fora caracteriza-se, ainda, por certa lentidão. Áreas já transformadas, pelos seus moradores, muitas drasticamente, e ocupadas convivem com terrenos vagos e desprotegidos, dando espaço a taludes e a “redes” imprevistas de drenagem superficial, potencializando mais uma vez erosões e deslizamentos (MARQUES, 2011).

Por outro lado, predominam as ocupações ilegais, por populações de baixa renda e oriunda do interior, desprovidas dos devidos cuidados de acompanhamento profissional. Como a devastação é feita aleatoriamente, essas grandes ocupações provocam impactos ambientais, tornando-se suscetíveis a riscos de deslizamentos e desmoronamento por ocasião de excesso de chuvas.

Observam-se também os loteamentos formais privados ou “lotes urbanizados”, seguidos de edificações construídas segundo procedimentos também formais (com aprovação de projetos), por agentes privados, de cunho empresarial ou individual, que se destinam às classes média e média alta. Há ainda os loteamentos formais, destinados principalmente às classes alta e média alta, em áreas de cobertura vegetal. Embora, nos dois casos, as áreas a serem construídas estejam a cargo de empreendedores de capital privado, o aval é do Poder Público:

A degradação é um fato visível, os impactos atingem não apenas o meio natural que as cercam, mas se refletem especialmente sobre as comunidades e bairros mais pobres. A política pública destinada a solucionar estes problemas tem sido tão fragmentada que mantém, de maneira crônica, déficit de serviços urbanos, de infraestrutura e saneamento ambiental. A permanência desses problemas tem contribuído para afetar negativamente os níveis de qualidade de vida da população urbana brasileira (CHAVES, 2010, p. 18).

Analisado no contexto das desigualdades sociais, o risco ambiental está associado ao ambiente urbano construído e ao processo de ocupação humana nas áreas urbanas, principalmente nas de topografia acidentada, possibilitando-nos avançar na ideia de problemas como deslizamentos de encostas, enchentes entre outros. As intervenções ou a

omissão do poder público configuram e reconfiguram o desenho da cidade, mesmo quando presenciamos uma disputa que envolve diferentes atores sociais (NOGUEIRA, 2002).

Foi promulgado, no Brasil, o Estatuto da Cidade (Lei federal n.º 10.257, de 10 de julho de 2001), que estabelece diretrizes gerais da política urbana, determinando em seu artigo 2.º:

“I - Garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações;

(...)

IV. Planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do município e do território sob sua área de influência, de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente;

(...)

VI. Ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar (...) a poluição e a degradação ambiental.

(...)

XIV. Regularização fundiária e urbanização de áreas ocupadas por população de baixa renda mediante o estabelecimento de normas especiais de urbanização, uso e ocupação do solo e edificação, consideradas a situação socioeconômica da população e as normas ambientais; (...) (BRASIL, Câmara dos Deputados, 2001)

Com o objetivo de promover um maior ordenamento da cidade, foi instituído, por meio da Lei nº 9.811, de 27 de junho de 2000, o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora (PDDU), que regulamentou a gestão da cidade (IPPLAN, 2004). Atualmente o PDDU da cidade encontra-se em novo momento de discussão e atualização. O PDDU, dividiu territorialmente a cidade em Regiões de Planejamento (RPs), na busca de um melhor gerenciamento, visando também as possíveis evoluções do perímetro urbano, vale ressaltar que essa divisão em RPs se mantém até o momento

Atualmente a preocupação com questões ambientais no Brasil vem gerando a delimitação de um número cada vez maior de áreas com restrições à ocupação, entre as quais as encostas especificamente ou circunstancialmente incluídas. Em razão dessa preocupação e procurando minimizar as questões ambientais e os riscos à população assentada em regiões vulneráveis, foi elaborado em Juiz de Fora, no ano de 2007, o 1º Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR), no qual foram consideradas 42 áreas de alto e muito alto risco em assentamentos precários. Dessas áreas, oito foram consideradas como prioritárias para a elaboração de projetos básicos de engenharia e posteriores projetos executivos com recursos

do Ministério das Cidades. As propostas de intervenção para as oito áreas prioritárias consistem basicamente em obras de proteção, contenção e de infraestrutura.

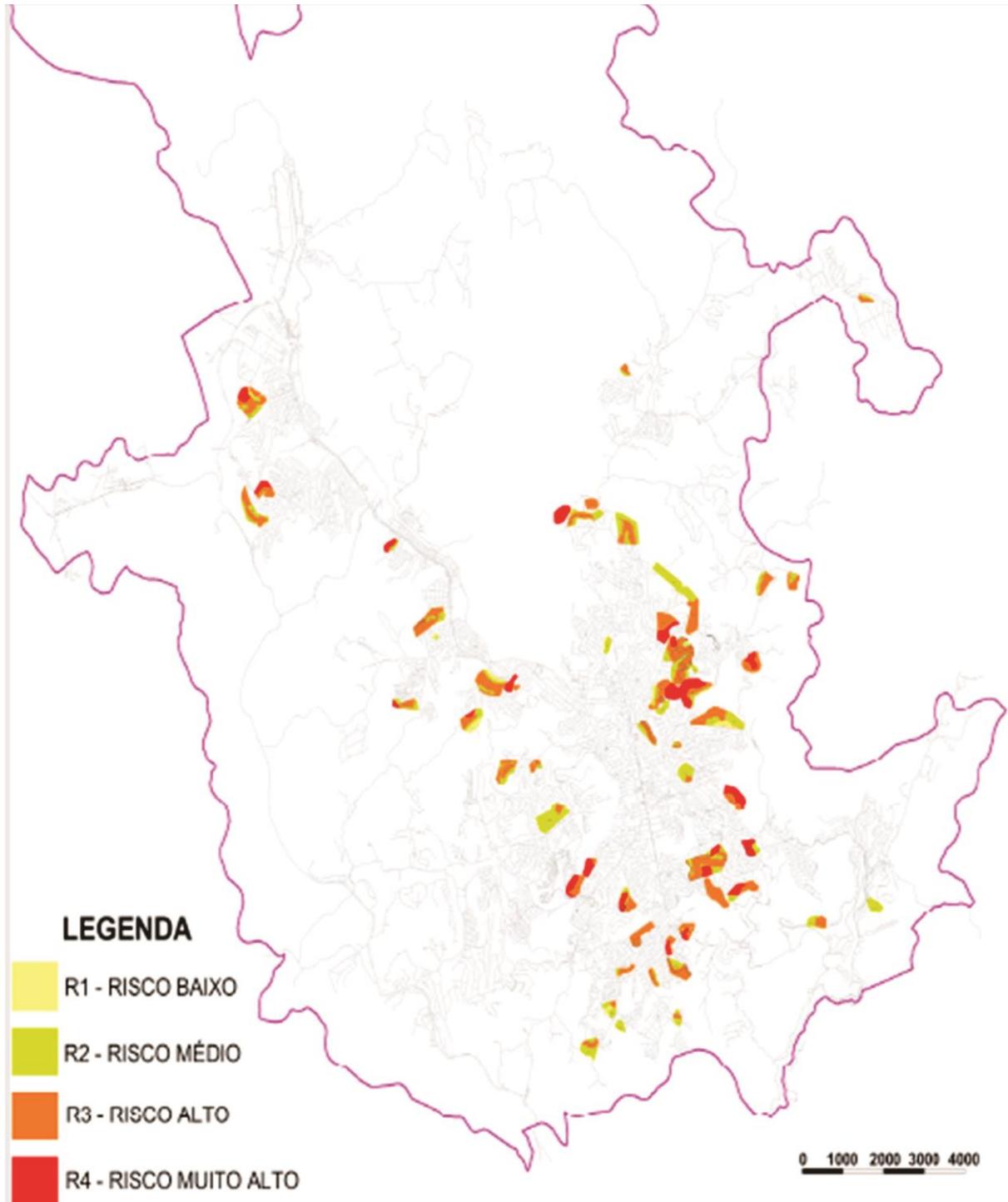
Elaborado em consonância com a metodologia do Ministério das Cidades / IPT, tal plano propõe utilizar escala de hierarquização com classificação distribuída em quatro graus (níveis) de probabilidade de ocorrência de processos de escorregamentos. Na etapa de identificação e análise de risco, foi realizado um diagnóstico dos riscos atuantes nas áreas e atribuídos os diferentes graus de risco, objetivando apresentar as prioridades de intervenção: R1 (risco baixo), R2 (risco médio), R3 (risco alto) e R4 (risco muito alto). Essa identificação é feita por meio de uma metodologia que propõe a utilização de oito passos que deverão orientar a avaliação do risco das encostas em questão:

1. Dados gerais sobre a moradia ou grupo de moradias: determinação de cada tipo;
2. Caracterização do local: descrição do terreno onde está a moradia;
3. Água: cadastramento das águas servidas e da chuva;
4. Vegetação no talude ou proximidade: definir se o tipo de vegetação constante no local favorece ou prejudica a ocorrência de deslizamentos;
5. Sinais de movimentação: observação dos sinais aparentes de movimentação;
6. Tipos de processos de “instabilização” esperados ou ocorridos;
7. Determinação do grau de risco: avaliação do nível de risco analisado;
8. Necessidade de remoção: são definidas quantas moradias estão em risco de desabamento e as informações que devem ser repassadas à Defesa Civil para a retirada das pessoas em risco (BRASIL, 2007).

Após a determinação das potencialidades e da identificação das situações de risco, foi criado pela Prefeitura Municipal de Juiz de Fora um primeiro mapa (figura 29), onde foram registradas as áreas de risco e escorregamento de solo em assentamentos precários na área urbana da cidade e a classificação quanto à sua intensidade.

Através da análise dos dados apresentados no figura 29, em função do qual foi elaborado o 1º PMRR, juntamente com dados atuais fornecidos pela Defesa Civil de Juiz de Fora e nos dados e mapa que seguem, no item 3.1.4, será determinada a região onde será desenvolvida a pesquisa.

Figura 29 - Mapa de Risco à Escorregamento de Solo em Assentamentos Precários



Fonte: SUBSECRETARIA DE DEFESA CIVIL DE JUIZ DE FORA, 2007

4.3.1 Apresentação e análise de dados recentes para delimitação do espaço

Está presente o risco de deslizamentos no município, como pode ser visto na tabela 1, e os dados justificam a necessidade de que se aprimorem os projetos elaborados no 1º PMRR para, desse modo, minimizá-lo.

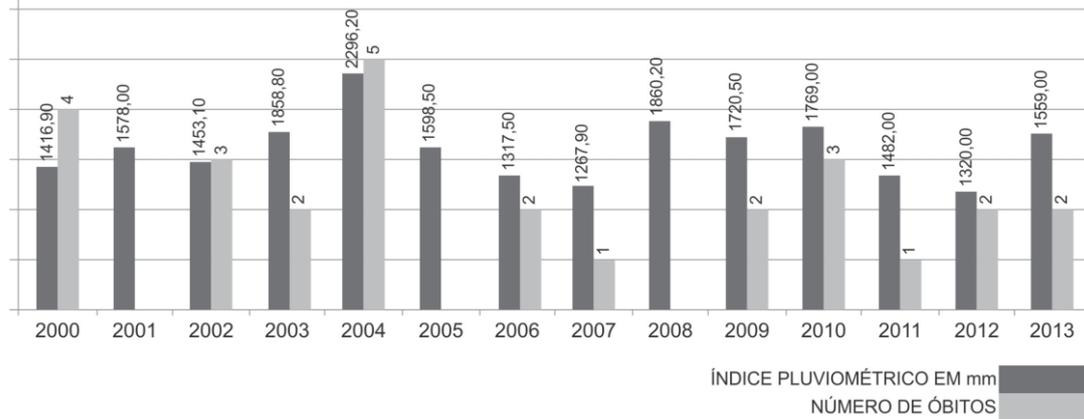
Na apresentação do gráfico 1, é possível observar a relação direta entre a tendência ao acréscimo do número de mortes com o aumento do índice pluviométrico detectado no mesmo período. Destaca-se o ano de 2004, quando ocorreram chuvas intensas com alto índice pluviométrico. Comparando-se esse período com os dados da tabela 2, percebe-se um acréscimo significativo de desalojados e desabrigados em relação a outros anos.

Tabela 1 – Desastres causados por deslizamentos, por ocasião de chuvas intensas no Município de Juiz de Fora- MG no período de Jan/2000 a Dez/2013

| ANO | DESASTRES | | CUSTOS HUMANOS | | | CUSTOS ECONOMICOS | |
|--------------|---------------|--------------|----------------|-----------|-----------|-------------------|--------------------------------|
| | DESLIZAMENTOS | DESABRIGADOS | DESALOJADOS | FERIDOS | MORTES | DESABAMENTOS | EDIF. DANIFICADAS / DESTRUÍDAS |
| 2000 | 157 | NR | 1031 | 0 | 4 | 56 | 79 |
| 2001 | 240 | NR | NR | 0 | 0 | 88 | 41 |
| 2002 | 373 | NR | NR | 0 | 3 | 75 | 38 |
| 2003 | 404 | NR | NR | 0 | 2 | 85 | 47 |
| 2004 | 479 | 87 | 3581 | 3 | 5 | 102 | 755 |
| 2005 | 120 | 47 | 170 | 0 | 0 | 38 | 40 |
| 2006 | 84 | 22 | 60 | 1 | 1 | 19 | 38 |
| 2007 | 548 | 70 | 681 | 8 | 0 | 89 | 180 |
| 2008 | 546 | 13 | 888 | 2 | 0 | 38 | 67 |
| 2009 | 673 | 11 | 171 | 6 | 2 | 88 | 43 |
| 2010 | 408 | 0 | 120 | 2 | 3 | 38 | 67 |
| 2011 | 385 | NR | NR | NR | 1 | 3 | 143 |
| 2012 | 243 | NR | NR | NR | 2 | 2 | 95 |
| 2013 | 362 | NR | NR | NR | 2 | 5 | 52 |
| TOTAL | 5022 | 250 | 6702 | 22 | 25 | 790 | 1684 |

Fonte: SUBSECRETARIA DA DEFESA CIVIL DA PMJF, 2014.

Gráfico 1- Índice pluviométrico no Município de Juiz de Fora – MG no período do ano 2000 a 2013



Fonte: SUBSECRETARIA DA DEFESA CIVIL DA PMJF, 2014

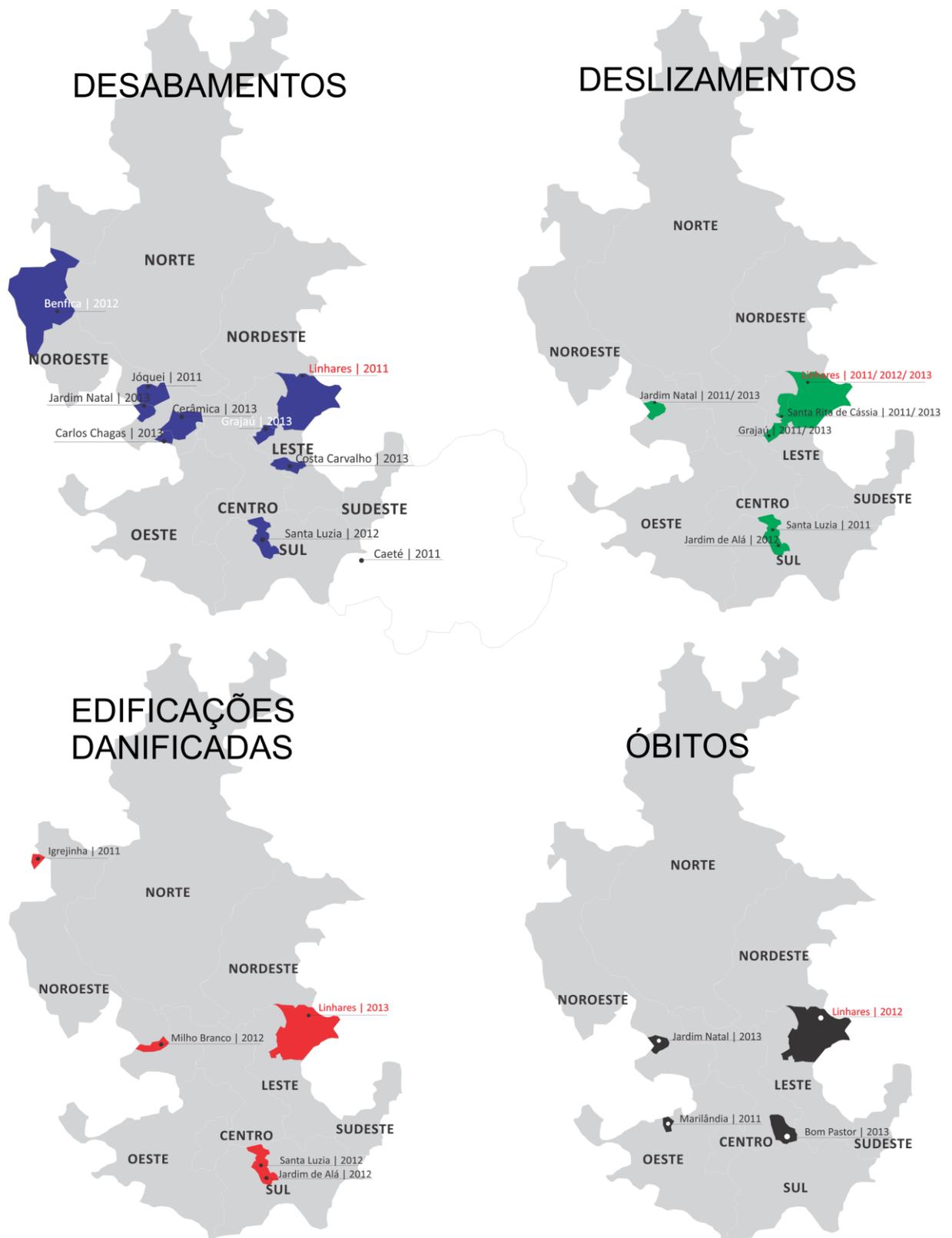
Com os dados fornecidos pela Subsecretaria de Defesa Civil do Município de Juiz de Fora apresentados no quadro 4, foi possível elaborar a figura 30, um instrumento de fácil compreensão para melhor visualização das áreas com incidência de ocorrências nos últimos três anos. O objetivo da elaboração dos mapas e tabelas consiste também em verificar se as áreas de ocorrência estão em consonância com as de grau de susceptibilidade a riscos definidos no 1º PMRR e do Atlas Social – Juiz de Fora.

Quadro 4- Ocorrências por bairros na cidade de Juiz de Fora de 2011 a 2013

| OCORRÊNCIAS | 2011 | 2012 | 2013 |
|------------------------------------|-----------------------------------|--|--|
| ÓBITOS | MARILÂNDIA | LINHARES | JARDIM NATAL BOM PASTOR |
| DESABAMENTOS | LINHARES JÓQUEI CAETÉ | BENFICA SANTA LUZIA | COSTA CARVALHO CERÂMICA CARLOS CHAGS |
| EDIFICAÇÕES DANIFICADAS | IGREJINHA | JARDIM DE ALÁ MILHO BRANCO SANTA LUZIA | LINHARES |
| DESLIZAMENTOS | GRAJAÚ LINHARES SANTA LUZIA | JARDIM DE ALÁ LINHARES | GRAJAÚ JARDIM NATAL SANTA LUZIA |

Fonte: SUBSECRETARIA DA DEFESA CIVIL DA PMJF, 2014.

Figura 30 - Mapas das Ocorrências em Juiz de Fora de 2011 a 2013



Fonte: ADAPTADO, DADOS FORNECIDOS PELA SECRETARIA DE DEFESA CIVIL DA PMJF, 2014.

4.3.2 Definição e delimitação da área onde será proposta a intervenção

Após obtenção e análise dos dados, foi possível definir a região de encosta de risco onde será proposta a intervenção.

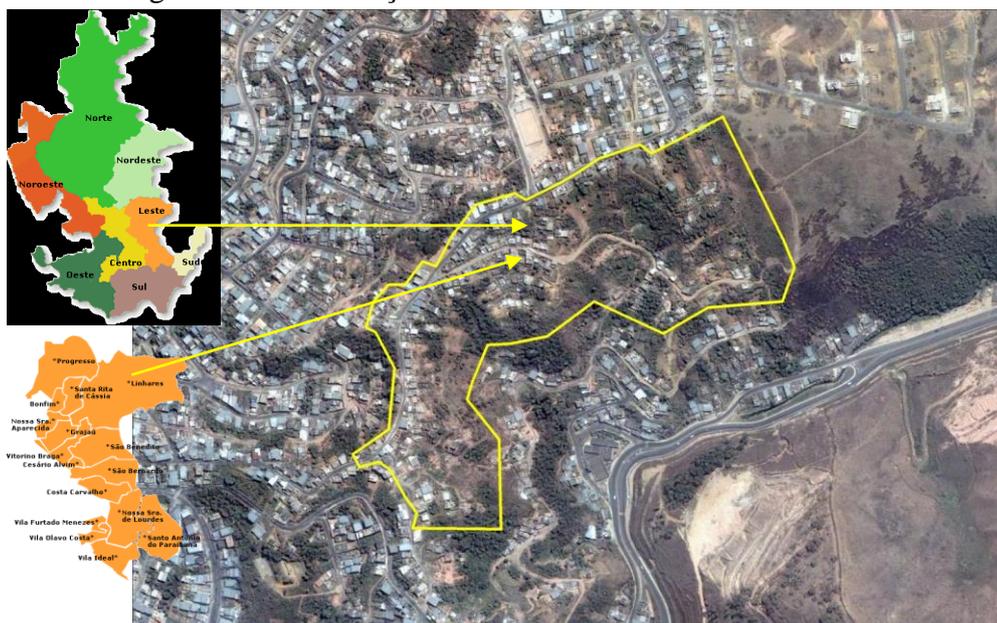
De acordo com os dados do Atlas Social, a grande área é a região leste que foi delimitada tomando como base a frequência das ocorrências, sua gravidade, bem como as características de relevo, condição de exclusão social, grau de risco físico e ambiental, infraestrutura urbana, precariedade das habitações, titularidade da terra, densidade, acessibilidade e condição socioeconômica, segundo dados da tabela 2. Após a definição da grande área, ficou caracterizada a necessidade de demarcar a microárea para a proposta. Sendo assim e como base todas as variáveis acima, ficou definido o bairro Linhares na área denominada Alto Três Moinhos (figura 31).

Tabela 2 – Microárea de exclusão socioeconômica da região Alto Três Moinhos

| | URBANIZAÇÃO | SITUAÇÃO RESUMO |
|-----------------|--|--|
| LINHARES | Alto Três Moinhos Grupo II 232 Domicílios | 1. Infraestrutura Urbana: parcial 2. Habitação: mínima 3. Titularidade da Terra: irregular 4. Risco: físico 5. Cond. Socioeconômica: muito baixa |

Fonte: ATLAS SOCIAL – JUIZ DE FORA: DIAGNÓSTICO, 2006.

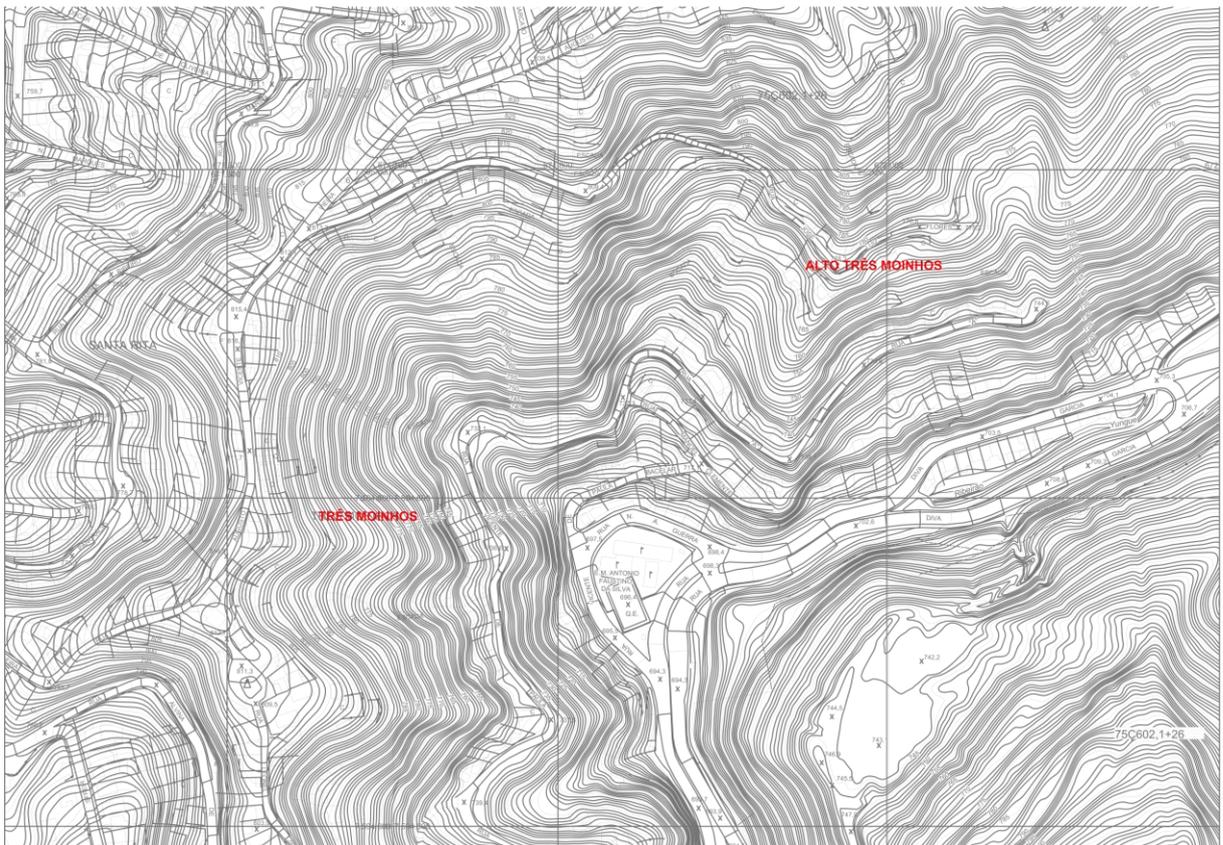
Figura 31- Localização Alto Três Moinhos – Linhares – Juiz de



Fonte: ATLAS SOCIAL – JUIZ DE FORA: DIAGNÓSTICO, 2006.

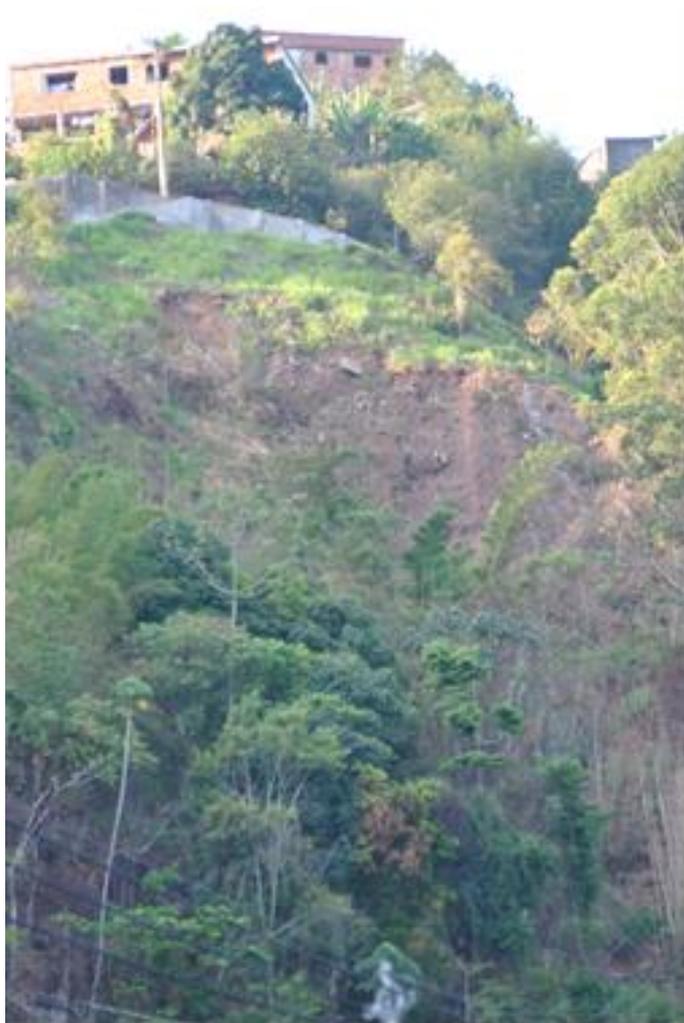
As características físicas dessa região mostram um relevo acidentado, apresentando áreas de risco nas partes mais elevadas dos morros, agravando-se com a ocupação de habitações subnormais, como pode ser observado na figura 32. A área tem encostas com declividade, em sua maioria entre 5% e 37%, e outras superiores. A ocupação da região ocorreu de forma desordenada, há cerca de 30 anos, observando-se que, enquanto a parte inferior é mais estruturada e consolidada, a superior, mais recente (13 anos), apresenta marcas de autoconstrução, com abertura de acessos e escavações executadas com equipamentos rudimentares, contribuindo consideravelmente para a descaracterização da topografia da região, com formações de seções de aterros e cortes indevidos. Nesses espaços vulneráveis a simples abertura de um caminho pode trazer instabilidade ao solo (CHAVES, 2011).

Figura 32– Levantamento topográfico – Área AltoTrês Moinhos



FONTE: BASE CARTOGRÁFICA, PMJF, 2014.

Figura 33 – Encosta do Alto Três Moinhos



Fonte: ACERVO PESSOAL, 2014.

É possível verificar que as áreas de riscos ambientais, com maiores altitudes e declividades, no Alto Três Moinhos, foram sendo ocupadas de maneira inadequada, provocando ampla degradação de suas encostas, com escorregamentos e deslizamentos (figura 33). Esse tipo de ocupação por populações de baixa renda (figura 34) demonstra que se trata de um processo socioeconômico, histórico e cultural de Juiz de Fora (CHAVES, 2011).

As construções ocorrem em terrenos que já foram alterados de forma inadequada (figura 35). Além de toda a suscetibilidade da área, alguns trechos de encostas do Alto Três Moinhos são utilizados como depósito irregular de lixo (figura 36), o que acarreta grandes transtornos, principalmente no período chuvoso.

Figura 34 – Construções frágeis e inadequadas



Fonte: ACERVO PESSOAL, 2014.

Figura 35 – Ocupação inadequada



Fonte: ACERVO PESSOAL, 2014.

Figura 36 – Depósito de lixo na encosta



Fonte: ACERVO PESSOAL, 2014.

Sem infraestrutura de rede de captação pluvial, com acesso restrito por uma via principal de 3 metros de largura máxima, estreitando em alguns trechos, sendo a via de pedestre bastante precária (figura 37). Além da via principal, o acesso às moradias, nos trechos mais íngremes, é feito por meio de duas escadas principais, em estado precário: ausência de degraus e outros invadidos por vegetação; escassa iluminação pública, como ilustrado nas figuras 37 a 40.

Figura 37- Acesso às moradias na parte íngreme do assentamento



Fonte: ACERVO PESSOAL, 2014.

Figura 38 – Via estreita com infiltração por inexistência de captação pluvial



Fonte: ACERVO PESSOAL, 2014.

Figura 39 – Acesso precário



Fonte: ACERVO PESSOAL, 2014.

Figura 40 – Acesso sem iluminação



Fonte: ACERVO PESSOAL, 2014.

Sob a gestão do Ministério das Cidades, com recursos do Orçamento Geral da União (OGU), o programa PAC2 (Programa Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários), juntamente com o Plano Municipal de Redução de Riscos de Juiz de Fora (PMRR), foi criado para minimizar, e até mesmo solucionar, o problema habitacional. Com recursos provenientes do Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social (FNHIS) acrescidos das contrapartidas obrigatórias de estados, municípios e Distrito Federal, tem como metas promover a urbanização, prevenir as situações de risco e regularizar a questão fundiária de assentamentos humanos precários.

O programa inclui ainda como objetivo construir referências técnicas e gerenciais que possibilitem, em assentamentos precários, as intervenções estruturais e não estruturais necessárias à erradicação das situações de riscos, como escorregamentos de solo e rocha em encostas e margens de cursos d'água: “Melhorar as condições de habitabilidade de assentamentos humanos precários, reduzir riscos mediante sua urbanização e regularização fundiária, integrando-os ao tecido urbano da cidade” (M. Cidades, 2012).

Em 2010, a Secretaria de Obras da Prefeitura firmou convênio com a Universidade Federal de Juiz de Fora, visando à elaboração de projetos de engenharia para contenção de encostas em oito áreas de risco da cidade. Os pontos de intervenção foram selecionados no Plano Municipal de Redução de Riscos a Escorregamento de Solo e Rocha em Assentamentos Precários de Juiz de Fora (PMRR). Segundo análise das condicionantes do local elaborado pela UFJF em parceria com a PMJF, entre as áreas selecionadas encontra-se, na região do Bairro Linhares, a área do Bairro Alto Três Moinhos:

Área de intervenções no bairro Linhares (Alto Três Moinhos) – (figura 41):
É atualmente considerada, pela Defesa Civil, a área de maior risco na cidade. O assentamento abriga atualmente 489 unidades habitacionais, que se encontram em situação fundiária irregular junto à Prefeitura de Juiz de Fora. Com relação aos aspectos ambientais na área, nota-se cobertura vegetal, pouco conservada, conjugada com elementos urbanos, colocando em risco iminente as edificações localizadas nessas áreas. Há sinais de desestabilização de encostas em trechos do interior da área, que apresentam riscos. Há também vias erodidas ou desmoronadas no interior da área, em alguns pontos, com risco iminente.
São dois os principais fatores de risco na área: linhões de alta tensão e edificações em encostas com risco iminente de desmoronamento. O uso predominante da área é residencial unifamiliar, mas também foram encontradas edificações mistas com habitação. Em seu entorno, verificou-se predominância de habitações unifamiliares regularizadas ou em vias de regularização, como é o caso da Vila Sô Neném. O acabamento externo predominante é a construção em blocos cerâmicos sem revestimento ou com caiação é o que predomina na Rua José de Castro Ribeiro. Na Rua José Luiz Flores, o predominante é a construção com blocos cerâmicos revestidos com reboco, algumas com pintura. Há também edificações que utilizam material improvisado. A ocupação predominante da área é de mais de uma unidade habitacional térrea por lote. Parte da área é servida pela rede pública de água e esgoto, e a maioria das unidades possui medidores. Aproximadamente 34% das moradias têm abastecimento de água por hidrômetro que atende mais de uma casa (hidrômetro coletivo). Quanto ao escoamento de esgoto, aproximadamente 22% das residências o lançam no córrego ou encosta, e 1,6% possuem fossas. A área é servida pela rede de energia elétrica. (NuGea. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/nugea/files/2012/10/Programa-Urbaniza-de-Assentamentos--PMRR.pdf>>. Acesso em nov. de 2014).

4.3.3 A proposta de intervenção

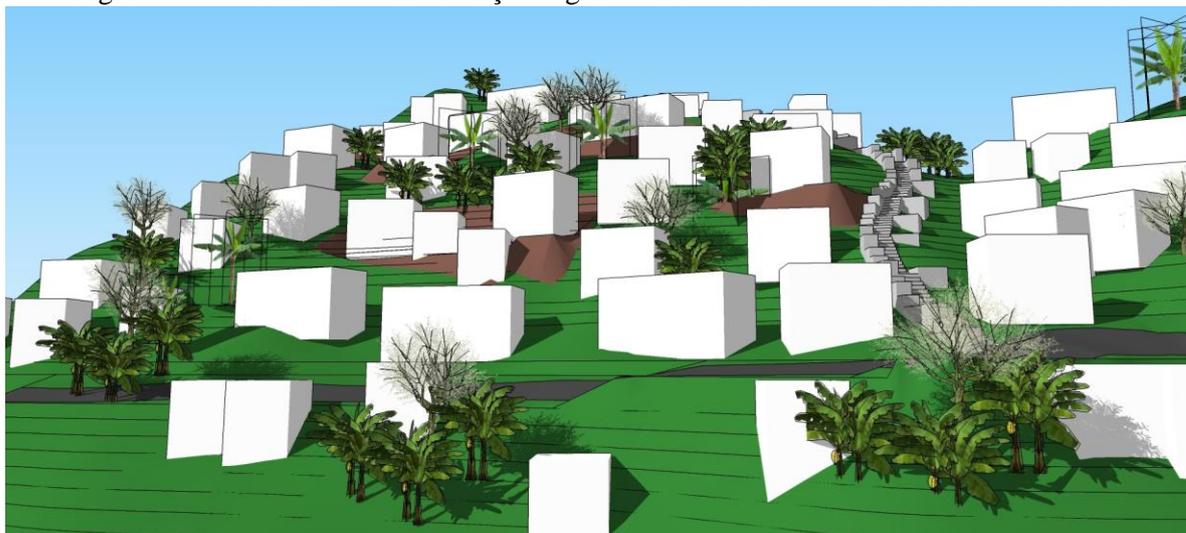
Os levantamentos e análises elaborados pela parceria entre a UFJF e a PMJF vêm ratificar a definição do Bairro Alto Três Moinhos como a área ideal para a proposição da intervenção e a figura 42, apresenta o ponto da região onde será proposta a intervenção.

Desse modo segue nas figuras de 43 a 45, a sugestão de uma proposta de intervenção, ou seja, um modelo conceitual a ser detalhado e avaliado em etapas posteriores, numa área do bairro que foi definido anteriormente e cujo risco considerado é *muito alto*, segundo o mapa de gerenciamento de riscos elaborado pela Defesa Civil do Município de Juiz de Fora (ANEXOS A e D).



Fonte: ELABORADO PELA PRÓPRIA AUTORA, 2015.

Figura 44 – Volumetria da intervenção sugerida entre as Ruas José Luís Flores e a Rua A



Fonte: ELABORADA PELA PRÓPRIA AUTORA, 2015.

Figura 45 - Planificação da intervenção sugerida entre as Ruas José Luís Flores e a Rua A



Fonte: ELABORADO PELA PRÓPRIA AUTORA, 2015.

Fica demonstrado que o desenvolvimento inadequado, associado a uma topografia bastante acidentada e aos cortes e aterros indevidos intensificam a velocidade de escoamento superficial das águas, potencializando os processos erosivos cuja consequência é o carreamento de partículas. Tal fato, associado à precariedade sanitária das habitações e ao lançamento de resíduos sólidos, contribui para a instabilidade da área, elevando o risco de deslizamentos. No assentamento precário, situado em região de topografia acidentada, como a região definida, deveria haver, além da implantação de redes de drenagem superficial, reduzindo a velocidade de escoamento, outros instrumentos para facilitar a mobilidade de pedestres. A associação desses dois fatores limitantes em encostas promoveria a minimização de processos erosivos.

As soluções normalmente adotadas para reduzir os deslizamentos são de caráter estrutural e vinculadas a sistemas de contenção. Além disso, não raro, recorre-se à construção de microdrenagens cuja função é conduzir de forma mais controlada o escoamento das altas áreas até os canais. Em contrapartida, os assentamentos precários em encostas, os elevados desníveis topográficos e a grande densidade das regiões, são fatores limitadores de ordem construtiva, de modo que a fragilidade e a proximidade das habitações impossibilitam escavações profundas, impondo aos dutos e calhas de drenagem, quando existentes, severas inclinações e a conseqüente alta velocidade de escoamento.

Tendo em vista a necessidade redução da velocidade de escoamento, dispositivos de dissipação devem ser instalados para promover a redução da energia cinética em excesso, minimizando os processos de erosão sobre o talude e a própria estrutura de drenagem.

As obras executadas em encostas, na maioria das vezes, são realizadas sem que a população diretamente interessada seja consultada quanto à sua prioridade e necessidade. Verifica-se que existe consenso entre os autores pesquisados quanto à fundamental participação da comunidade no que se refere à determinação das prioridades desses serviços, para que haja maior respeito e conservação dessas obras.

5 EXEMPLOS NACIONAIS E INTERNACIONAIS COMPROBATÓRIOS DO EMPREGO DA DRENAGEM SUPERFICIAL ASSOCIADA À MOBILIDADE

Experiências internacionais, como em Caracas (Venezuela), comprovam a eficiência da aplicação da solução integrada, mobilidade/drenagem, minimizando os problemas da comunidade (HOLCIM AWARDS, 2005). As escadarias passaram a funcionar como “recipientes de serviços”, realizando drenagem, além de abrigar redes de água, esgotamento sanitário e energia de forma sistemática. Trata-se de um projeto financiado pela Fundação Holcim, por meio de um programa urbano de integração, com maciça participação da comunidade do bairro SanRafael Unido (figuras 46 a 48).

Figura 46 – Escada integrada – SanRafael Unido



Fonte: <http://www.holcimfoundation.org/Projects/san-rafael-unido-urban-integration-project-venezuela>.
Acesso em: 29 de nov. de 2014.

Figura 47 - Situação anterior e posterior à implantação de um projeto urbano de integração em SanRafael Unido



Fonte: <http://www.holcimfoundation.org/Projects/san-rafael-unido-urban-integration-project-venezuela>. Acesso em: 29 de nov. de 2014.

Figura 48 – Vista da encosta do bairro SanRafael Unido e escadas integradas



Fonte: http://src.holcimfoundation.org/dnl/HolcimAwards05_LATAM_bronze.pdf. Acesso em: 29 de nov. de 2014.

O bairro operário Bajo Tejada, situado em encosta íngreme em La Paz, na Bolívia, também foi contemplado com um sistema integrado de escadas em concreto, disposta sobre a rede de drenagem e esgoto, com vários patamares proporcionando acesso às casas (figuras 49 e 50).

Figura 49 – Vista Bairro Bajo Tejada com implantação de escada e drenagem



Fonte: <http://www.iadb.org/es/noticias/articulos/2005-03-01/barrios-con-cimientos-solidos,5641.html>. Acesso em: 29 de nov. de 2014.

Figura 50 – Escadaria Bajo Tejada - em La Paz



Fonte: <http://www.iadb.webdamdb.com/viewphoto>. Acesso em: 29 de nov. de 2014.

O bairro *Bajo Tejada* foi uma das primeiras áreas a ser beneficiada pelo programa de melhoramentos de bairros, sendo uma iniciativa financiada em parte pelo BID para apoiar as políticas habitacionais do país (Holcim Awards, 2005). Segundo Constance:

Bajo Tejada fue uno de los primeros barrios en beneficiarse del Subprograma de Mejoramiento de Barrios del gobierno municipal, una iniciativa financiada con parte de un préstamo de 60 millones de dólares del BID para apoyar las políticas de vivienda del país. El subprograma busca introducir servicios básicos y mejorar la infraestructura física de comunidades de bajos recursos de la ciudad. Mientras iniciativas de esta naturaleza existen en casi todas las ciudades grandes de América Latina, en La Paz plantean retos muy especiales.

Bajo Tejada es un buen ejemplo de lo que el programa se propone hacer. En el vecindario residen 745 personas, en 135 viviendas, en un área total de 3,27 hectáreas. En comparación con muchos otros barrios, las condiciones de Bajo Tejada son relativamente aceptables: desde hace seis años hay servicios rudimentarios de agua, alcantarillado y electricidad. Sin embargo, cuando llegó el Subprograma de Mejoramiento de Barrios, la mayor parte de los residentes carecían de título de propiedad. No había aceras, desagües o escaleras de acceso a las calles. Casi ninguna vivienda tenía baño. Los viejos caminos que atravesaban el vecindario estaban en muy mal estado, en algunos lugares a punto de colapsar.

La alternativa :reubicar a miles de familias a nuevos distritos residenciales planeados adecuadamente – es financiera y políticamente inviable. Así que los planificadores urbanos en La Paz, al igual que sus colegas en ciudades brasileñas rodeadas de favelas, han adoptado una estrategia que busca incorporar estos vecindarios a la red de servicios de la ciudad mediante una amplia gama de mejoras en la infraestructura (CONSTANCE, 2005).⁴

O programa visa introduzir serviços básicos e melhorar a infraestrutura física das comunidades pobres da cidade. Embora as iniciativas dessa natureza existam em quase todas as grandes cidades da América Latina, em La Paz enfrentam-se desafios muito específicos:

⁴ Bajo Tejada foi uma das primeiras áreas a beneficiar do Subprograma governo municipal melhoria do bairro, uma iniciativa financiada com parte de um empréstimo de US \$ 60 milhões do BID para apoiar as políticas habitacionais do país. O subprograma visa introduzir serviços básicos e melhorar a infraestrutura física das comunidades pobres da cidade. Embora as iniciativas desta natureza existam em quase todas as grandes cidades da América Latina, em La Paz existem desafios muito especiais. Bajo Tejada é um bom exemplo do que o programa pretende fazer. No bairro vivem 745 pessoas, 135 famílias, com uma área total de 3,27 hectares. Em comparação com muitos outros bairros, as condições de Bajo Tejada são relativamente boas: há seis anos foram implantados os serviços básicos de água, esgoto e energia elétrica. No entanto, quando do início do programa de melhoria do bairro, a maioria dos moradores não tinha título de propriedade. Não havia calçadas, esgotos ou escadas para a rua. Quase não havia casas com banheiros. As estradas velhas através da vizinhança estavam em muito mau estado, em alguns lugares perto de entrar em colapso. A alternativa: mudar milhares de famílias para novos bairros residenciais adequadamente planejadas - é financeiramente e politicamente inviável. Planejadores urbanos, em La Paz, como seus colegas brasileiros, cercado de favelas, adotaram uma estratégia para incorporar esses bairros à rede de serviços da cidade através de uma ampla gama de melhorias de infra-estrutura (CONSTANCE, 2005).

numa área total de 3,27 hectares, viviam 745 pessoas, distribuídas em 135 famílias; a maioria dos moradores não possuía título da terra; ausência de calçamento, esgotos ou escadas para a rua; mau estado de conservação das estradas, próximas a entrarem em colapso. Considerando que a mudança da população para outra região era financeira e politicamente inviável, urbanistas de La Paz adotaram a estratégia de incorporar o bairro à cidade, fornecendo infraestrutura e rede de serviços à comunidade. Como se pode perceber, esse é um bom exemplo das pretensões do programa.

No Brasil, as experiências anteriores, em Salvador e em Santos, também comprovam a efetiva possibilidade de solução da drenagem superficial por meio do modelo conjunto – mobilidade/drenagem. A construção da escadaria da Rua São Manoel, como drenagem de crista da encosta a montante da Rua São Bernardo, Morro São Bento/Jabaquara, em São Paulo mostra que obras de drenagem superficial associadas à melhoria dos acessos (escadarias e caminhos públicos) possibilitaram disciplinar o escoamento das águas pluviais em grande parte das encostas, reduzindo o risco para a maioria das moradias e melhorando a qualidade da urbanização, conforme a figura 51.

Os critérios para priorização e os tipos de obras executadas evoluem de acordo com os recursos orçamentários disponíveis, o grau de participação e pressão da população e a capacidade gerencial da equipe técnico-administrativa. Enfim, trata-se de aspectos que se aperfeiçoam ao longo dos anos. Mais de uma centena de obras de drenagem superficial associada à melhoria dos acessos (escadarias e caminhos públicos) possibilitaram disciplinar o escoamento das águas pluviais em grande parte das encostas de Santos, reduzindo o risco para a maioria das moradias e melhorando a qualidade da urbanização.

Figura 51- Escadaria associada à drenagem superficial da Rua São Bernardo, Morro São Bento/Jabaquara, 1992



Fonte: NOGUEIRA, 2002, p.163.

6 CONCLUSÃO

Na presente pesquisa, foram constatados os desafios da cidade contemporânea e as dificuldades tanto de projetá-la como de (re)adaptá-la. As inquietações geradas tanto pelas dificuldades econômicas e sociais quanto pelas trocas tecnológicas têm reflexos na forma como as cidades são (re)produzidas e pensadas.

Centrando-se no urbanismo, como prática, foi possível estudar alguns projetos de (re)estruturação dos espaços de assentamentos espontâneos, focados na redução de riscos, isto é, na drenagem superficial, em cidades do Brasil e do continente americano, observando-se que persiste a carência de pesquisas que deem respostas aos desafios colocados pelo espaço metropolitano densamente ocupado e desorganizado.

A proposta de intervenção em questão busca, na sua essência, a prevenção e a redução de riscos em assentamentos precários, bem como sua efetiva colaboração para o espaço urbano formal, uma vez que o direito à segurança ambiental está implícito na concepção de uma cidade sustentável. Todos os sistemas de drenagem e captação apresentados, independentemente de ser o sugerido como o sistema de intervenção a ser utilizado, necessitam de cuidados na sua implantação e de constante manutenção. A formação de uma consciência sustentável através da educação e da participação da comunidade será de fundamental importância para coibir atitudes de degradação de qualquer dos sistemas.

Sendo assim, o sistema de escadarias e rampas drenantes foi o sistema indicado para a intervenção (associado às valetas, sarjetas e micro bacias), já que desempenham importante papel para a mobilidade da população dos assentamentos, além de cumprirem o seu objetivo principal: a drenagem, que é um fator determinante para a redução dos riscos de deslizamentos de encostas. As escadarias atuam como coletores primários de um sistema de macrodrenagem urbana, de forma interligada a outros sistemas, colaborando para sua efetiva e eficiente utilização. Verifica-se, então, que é possível executar uma drenagem efetiva das regiões informais, sem afetar negativamente a rede de drenagem à jusante. O escoamento pode ser controlado por pequenos tanques de armazenamento e/ou por maiores reservatórios em áreas de transição, localizados na interface entre a favela e a urbanização formal. Esse tipo de ação auxilia no processo de integração dessas áreas marginais com a cidade formal.

O modelo baseado na matriz de tomada de decisão e proposto nesta pesquisa tem como característica principal a flexibilidade, uma vez que o modelo conceitual pode ser aplicado em diversas regiões, necessitando apenas de uma adaptação ao espaço físico disponível.

Trata-se de uma medida eficiente tanto para futuros tratamento e reaproveitamento quanto para a redução da sobrecarga nos sistemas de macrodrenagem.

O risco de a população sentir-se atraída a fazer da escada drenante um despejo para seus esgotos é muito grande, uma vez que essa população, normalmente, não é atendida por um sistema de coleta de efluentes, portanto, essa situação pode ser evitada com a adoção de práticas que colem o esgoto, canalizando-o paralelamente à escada, de modo a evitar a contaminação das águas pluviais captadas pelas escadas drenantes.

Importante ressaltar que os sistemas associados sugeridos neste trabalho dependem para sua efetiva instalação, de projetos, variáveis e cálculos onde sejam definidos: a vazão necessária, a capacidade de descarga, a declividade, as dimensões dos condutos, o dimensionamento dos reservatórios ou micro bacias. Os projetos e cálculos também devem contemplar o tipo de solo, a sua inclinação, o espaço livre disponível, a necessidade e quantidade de armazenamento, os índices pluviométricos médios da região, os riscos existentes e as necessidades da comunidade, que deverão ser observadas e atendidas, ressaltando que estas variáveis são indissociáveis e devem sempre ser consideradas em conjunto.

Partindo dessas considerações, a presente pesquisa é relevante uma vez que trata de um problema real e atual da sociedade, o risco de deslizamentos e a drenagem superficial em encostas e também deu continuidade a estudos e diagnósticos anteriores.

Espera-se que, a partir da identificação do processo de captação de águas pluviais, no espaço urbano, estabeleçam-se diretrizes ou soluções adaptadas à realidade de Juiz de Fora, mais especificamente na área selecionada.

É de fundamental importância a articulação entre a Engenharia, a Arquitetura o Paisagismo e a comunidade, a fim de que soluções viáveis sejam criadas para a segurança das populações, para a sustentabilidade urbana e para a construção de um ambiente final justo e humano.

REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. NBR 15527/2007.
- ABREU, M. A. Reconstruindo uma história esquecida: origem e expansão inicial das favelas no Rio de Janeiro. **Interface: Revista Espaço e Debates**, v.14, n. 37, p. 34-46, 1994.
- ARISTIZABAL, E.; MARTINEZ, H.; VÉLEZ, J. I. A review on the study of mass movement triggered by rains (in Spanish). In: **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Física e Naturales**. v 34, p. 145-160, 2010.
- AUGUSTO FILHO, O. **Cartas de risco de escorregamentos: uma proposta metodológica e sua aplicação no município de Ithabela, SP**. 1994. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.
- AZEVEDO, G. F. **Análise da Relação Chuva-Escorregamentos em Regiões Tropicais Montanhosas Urbanas, Estudo de Caso Rio de Janeiro, Brasil**. 2011. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2011.
- AZEVEDO, S. Políticas públicas: discutindo modelos e alguns problemas de implementação. In: **Políticas públicas e gestão local: programa interdisciplinar de capacitação de conselheiros municipais**, p. 38-44. Rio de Janeiro: Fase, 2003.
- BALDESSAR, S. M. N. **Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada**. 2012. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade do Paraná, Curitiba, 2012.
- BIGARELLA, J. J; BECKER, R. D.; PASSOS, E. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: UFSC, 1996.
- BITTENCOURT, J. L. et al. **Prevenção de riscos de deslizamentos em encostas – guia para elaboração de políticas municipais**. Ministério das Cidades, Brasília: Ed. Brasil, 2006. (111p)
- BRASIL. Ministério das Cidades. Caderno de Saneamento Ambiental 5. Brasília, out. 2004a.
- _____. Estatuto da Cidade (Lei federal n. ° 10.257, de 10 de julho de 2001), que estabelece diretrizes gerais da política urbana, determina em seu artigo 2º.
- _____. Ministério das Cidades. Caderno de Planejamento Territorial Urbano e Política Fundiária 3. Brasília, nov. 2004b.
- _____. Ministério das Cidades. Caderno de Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável 6. Brasília, nov. 2004c.
- _____. Ministério das Cidades. Caderno de Habitação 4. Brasília, maio 2006.
- _____. Ministério das Cidades/Aliança de Cidades Ações Integradas de Urbanização de Assentamentos Precários — Ed. Bilíngue, Brasília/São Paulo: 2010.

_____. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa (DNIT). Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Álbum de projetos – tipo de dispositivos de drenagem. 2ª ed., Rio de Janeiro, 2006a.

_____. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa (DNIT). Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de drenagem de Rodovias. 2ª ed., Rio de Janeiro, 2006b.

BRESSANI, L. A.; BERTUOL, F. Alguns escorregamentos do RS e SC e a avaliação de susceptibilidade e risco de encostas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA GEOTÉCNICA, 15, 2010, Gramado, RS. **Anais**. São Paulo: ABMS, 2010. 1 CD-ROM.

BUENO, L. M. de M.; FREITAS, E. Plano integrado como método para intervenção em favela. **Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo de**, v. 4, 2007.

CARDOSO, A. L. Urbanização de favelas no Brasil: Revendo experiência e pensando desafios. **Anais. Encontros Nacionais da ANPUR**, v. 12, 2007.

_____. **Avanços e desafios na experiência brasileira de urbanização de favelas**. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/metropole/article>>. Acesso em: 12 de ago. 2013.

_____. Plano diretor e gestão democrática da cidade. In: **Reforma urbana e gestão democrática: promessas e desafios do Estatuto da Cidade**. Rio de Janeiro: Revan, 2003. p. 103-118.

CARSON, M. A.; KIRKBY, M. J. **Hillslope form and process**. London: Cambridge University Press, 1975.

CARVALHO, C. S.; GALVÃO, T. Gestão de riscos e resposta a desastres naturais: a atuação do ministério das cidades. IV CONSAD. Disponível em:<<http://repositorio.fjp.mg.gov.br/consad/handle/123456789/815>>. Acesso em: 28 de out. 2013.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**, p. 58-112. São Paulo: Contexto, 1991.

CHAUDHRY, M. H. **Open channel flow**. 2ª ed. Columbia: Springer, 2008.

CHAVES, T. S. Expansão urbana e degradação de encostas em Juiz de Fora- Mg: um estudo de caso do alto Três Moinhos e do Morro do Imperador. 2012. Dissertação (Especialização em Análise Ambiental) – Universidade Federal de Juiz de Fora, 2012. Juiz de Fora, 2010.

CHOW, V. T.; MAIDMENT, D. R.; MAYS, L. W. **Applied Hydrology**. New York: McGraw-Hill, 1988.

CONSTANCE, P. **Barrios con cimientos sólidos En La Paz, un programa de infraestructura para barrios en laderas empinadas combina mejoras físicas, servicios públicos y participación comunitaria**, 2005. Disponível em: <<http://www.iadb.org/es/noticias/articulos/2005-03-01/barrios-con-cimientos-solidos,5641.html>>. Acesso em nov. 2014

CORRÊA, R. L. **O espaço urbano**. 4 ed. São Paulo: Ática, 2000.

CORREIA S.; AMARAL C.; CAMPOS T. M. & PORTOCARRERO H. 2011. MEGADESASTRE da Serra Fluminense: o deslizamento da Prainha, em Nova Friburgo - resultados preliminares do mapeamento geológico e dos ensaios de campo. In: **SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE**, 12, Nova Friburgo, RJ, 2011.

COUSSOT, P.; MEUNIER, M. **Recognition, classification and mechanical description of debris flows**. Earth-Science Reviews, v. 40, n. 3-4, 1996.

CROSTA, G. Regionalization off rainfall threshold: an aid for landslide susceptibility zonation. **Environmental Geology**, v. 35, p. 131-145, 1998.

CUNHA, M.A. **Manual de ocupação de encostas**. São Paulo: IPT, 1991.

FARAH, F. **Habitação e encostas**, p. 12 – 45. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003.

FEMA – Agência Federal de Gestão de Emergência. Disponível em <<http://www.fema.gov>> Acesso em 28 ago. 2013.

_____. Federal Emergency Management Agency. Are you ready? - An in-depth guide to citizen preparedness. Emmitsburg, USA: FEMA, 2004.

GARSON, S. G. **Regiões Metropolitanas: obstáculos institucionais à cooperação em políticas urbanas**. 2007. Tese (Doutorado em Planejamento Urbano e Regional). Instituto de Pesquisas e Planejamento Urbano e Regional — UFRJ, Rio de Janeiro, 2007.

GEORIO. **Manual técnico de encostas – Drenagem e proteção superficial**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Insitutek Consultores Ltda, 2000.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**, 196 p. São Paulo: Edgard Blücher, 1993.

HOLANDA, S. B. de. **Raízes do Brasil**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1971.

HOLCIM FUNDAÇÃO. **Sustainable construction projects awarded in Latin America. Sustainable development. Holcim Awards, 2005** Disponível em: <<http://www.holcimfoundation.org/Downloads>>. Acesso em nov. 2014.

_____. **Innovative scheme with positive impact for the local community**. Holcim Awards Jury, 2005 . Disponível em: <<http://www.holcimfoundation.org/Projects/san-rafael-unido-urban-integration-project-venezuela>>. Acesso em out. 2014.

HOWYAN, G. **Saneamento e expansão da cidade de Juiz de Fora: águas e esgotos; retificação de rios, drenagem**. Tradução de Walquiria Corrêa de Araújo C.Valle, Juiz de Fora: FUNALFA, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **Censo Demográfico 2010 Cidades@**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel>>. Acesso em: 02 de set. 2013.

JACQUES, P. B. **Estética da ginga: a arquitetura das favelas através da obra de Hélio Oiticica**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2011.

JUNQUEIRA, L. A. P. **A gestão intersetorial das políticas sociais e o terceiro setor**. Saúde e Sociedade, São Paulo, v. 13, n. 1, jan./abr., 2004.

KOBIYAMA, M. (org.) **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Curitiba: Organic Trading, 2006.

KOGA, D. **Medidas de Cidades entre territórios de vida e territórios vividos**. São Paulo: Côrtes, 2003.

KWOK, A. G.; GRONDZIK W. T. **Manual de Arquitetura Ecológica**, p. 261 -301. 2ª ed.. Porto Alegre: Bookman, 2013.

LAMAS, J. M. R. G. **Morfologia Urbana e Desenho da Cidade**. Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior/ Fundação para a Ciência e a Tecnologia, 4ª ed, Lisboa: Fundação Calouste GulBenkiran, 2007 .

LENER, J. **Acupuntura Urbana**. 3 ed, Rio de Janeiro: Record, 2005.

LOBATO, Lenaura V. S. Algumas representações sobre a representação de interesses no processo de formulação de políticas públicas. In: **POLÍTICAS PÚBLICAS**. Coletânea. Brasília: Enap, v. 2, p. 289-311, 2006.

MANGIERI, L. S. G. **Avaliação dos Sistemas de escadarias e rampas drenantes implantadas nos assentamentos espontâneos na cidade do Salvador – Bahia**. 2012. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente, Água e Saneamento) – Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, 2012.

MANSUR, A. L. **Estudo sobre o processo de intervenção em favelas e habitações de interesse social em encostas**. Tese (Doutorado em Arquitetura) - EPUSP. São Paulo, Brasil, 2007.

MARCELINO, E. V. **Mapeamento de áreas susceptíveis a escorregamento no município de Caraguatatuba (SP) usando técnicas de sensoriamento remoto e SIG**. São José dos Campos. 218p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2003a.

MARCELINO, I. P. V. O. **Análise de episódios de tornados em Santa Catarina: caracterização sinótica e mineração de dados**. 214p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003b.

MARCELINO, E. V. et al. **Impacto do Furacão Catarina sobre a região sul catarinense: monitoramento e avaliação pós-desastre**. Geografia, v. 30, n. 3, 2005.

MARICATO, E. **Brasil Cidades**. 3ª ed. Petrópolis: Vozes, 2008.

MARQUES, J. A. P. **Escorregamento de terra em área urbana: o caso do município de Juiz de Fora MG**. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) - Universidade Federal de Juiz de Fora, 2011.

- MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento da água de chuva para consumo não potável em edificações**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- MOTTA, D. M.; MUELLER, C. C.; TORRES, M. O. **A dimensão urbana do desenvolvimento econômico-espacial brasileiro**. Texto para discussão do IPEA. N. 530, 1997.
- MOURA, I. H. **O processo de ocupação irregular com a atuação dos agentes modeladores do espaço e seus impactos ambientais: um estudo de Juiz de Fora**, 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2001.
- NOGUEIRA, F. R. **Gerenciamento de Riscos Ambientais Associados a Escorregamentos: Contribuição às Políticas Públicas Municipais para Áreas de Ocupação Subnormal**. 2002. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, SP, 2002.
- PEDROSA, M. G. A. **Análise de Correlações entre Índice de Pluviometria e Escorregamentos de Taludes**. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, 1994.
- PORTO, R. L. L. **Escoamento Superficial Direto**. In: **Drenagem Urbana**. 1ª ed. Porto Alegre: ABRH, Editora da UFRGS, 1995.
- PRADO Jr., C. **Formação do Brasil Contemporâneo: Colônia**. São Paulo: Brasiliense, 1977.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE JUIZ DE FORA, Secretaria de Ação Social. Disponível em: <<http://www.pjf.mg.gov.br>>. Acesso em: 02 set. 2013.
- _____. Plano Diretor de desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 1999 e 2004.
- _____. Plano Diretor de Desenvolvimento de Juiz de Fora - Diagnóstico. Juiz de Fora, 2004.
- _____. Subsecretaria de Defesa Civil. 2014.
- _____. Atlas Social – Juiz de Fora: Diagnóstico. (Orgs) Gisele Machado Tavares, 2006.
- _____. INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO (IPLAN) – Prefeitura de Juiz de Fora. Legislação Urbana Básica. Juiz de Fora, 1987.
- PRODANOV, C.C; FREITAS E.C. Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. Novo Hamburgo, RS: FEEVALE, 2013. Disponível em: <<http://.metodologiacientifica.com/200000005-138251575c/e-book-mtc.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2014.
- RAMOS, M. H. R.; BARBOSA, M. J. S. Gestão de políticas urbanas e mecanismos de democracia direta. In: **Metamorfoses sociais e políticas urbanas**. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.
- RIBEIRO, L. C. de Q. Metrôpoles, reforma urbana e desenvolvimento nacional. In: **As metrôpoles e a questão social brasileira**. Rio de Janeiro: Reven, p. 21-50, 2007.

RISSELADA, M.; LATORRACA G. Organizadores. **A arquitetura de Lelé: fábrica e invenção**. São Paulo: MCB Imprensa Oficial de São Paulo: Museu da Casa Brasileira, 2012.

ROSA FILHO, A.; CORTEZ, A.T. C. **Os deslizamentos de encostas nas favelas em áreas de risco da “suíça brasileira”**: Campos do Jordão. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br>> Acesso em: 28 ago.2013

ROCHA, G. C.; LATUF, M. O.; ZANCANELA do C. Mapeamento de riscos ambientais a escorregamentos na área urbana de Juiz de Fora, MG. In: **Revista Geografia** – vol. 12, n 1, jan./jun. 2003.

ROCHA, S.R.; SOUZA, J. H.; BARROS, A. B. Análises de risco e políticas públicas: Juiz de Fora, uma experiência pioneira. In: **SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE DEFESA CIVIL – DEFENCIL**, 5, 2009, São Paulo, **Anais**. SP.

RUEDA, Salvador. **Modelos e Indicadores para ciudades más sostenibles. Taller sobre Indicadores de Huella y Calidad Ambiental Urbana**. Barcelona, Departament de Medi Ambient de la Generalitat de la Catalunya /Fundació Forum Ambiental, 1999.

SAMPAIO, T. Q., PIMENTEL, J.S., CASSIO R.M., HELION F. **A atuação do serviço geológico do Brasil (CPRM) na questão de riscos e resposta a desastres naturais**. Disponível em: <<http://repositorio.fjp.mg.gov.br/consad/handle/123456789/815>>. Acessado em: 15 de out. de 2013.

SANTOS, M. **Por uma geografia nova**. São Paulo: HUCITEC-EDUSP, 1978. 25p.

SANTOS, Á. R. Carta geotécnica e carta de riscos: distinções no significado, na elaboração e no uso. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA 144 DOS SOLOS E ENGENHARIA GEOTÉCNICA**, 15, 2010, Gramado, RS. **Anais**. São Paulo: ABMS, 2010.

SELBY, M.J. **Hillslope materials and processes**. 2ed. Oxford: Oxford Univ. Press, 1993.

SILVA, G. T. da. Políticas públicas e intersetorialidade: uma discussão sobre a democratização do Estado. In: **Cadernos Metrópole** n. 19, p. 81-97, 1 sem. 2008.

SOUZA, J. H. **Processo de mapeamento de áreas urbanizadas com risco a escorregamento de solo: o caso de Juiz de Fora - MG**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2010.

SOUZA, M. L. **Urbanização e desenvolvimento no Brasil atual**. 2ª ed. São Paulo: Ática, 1996.

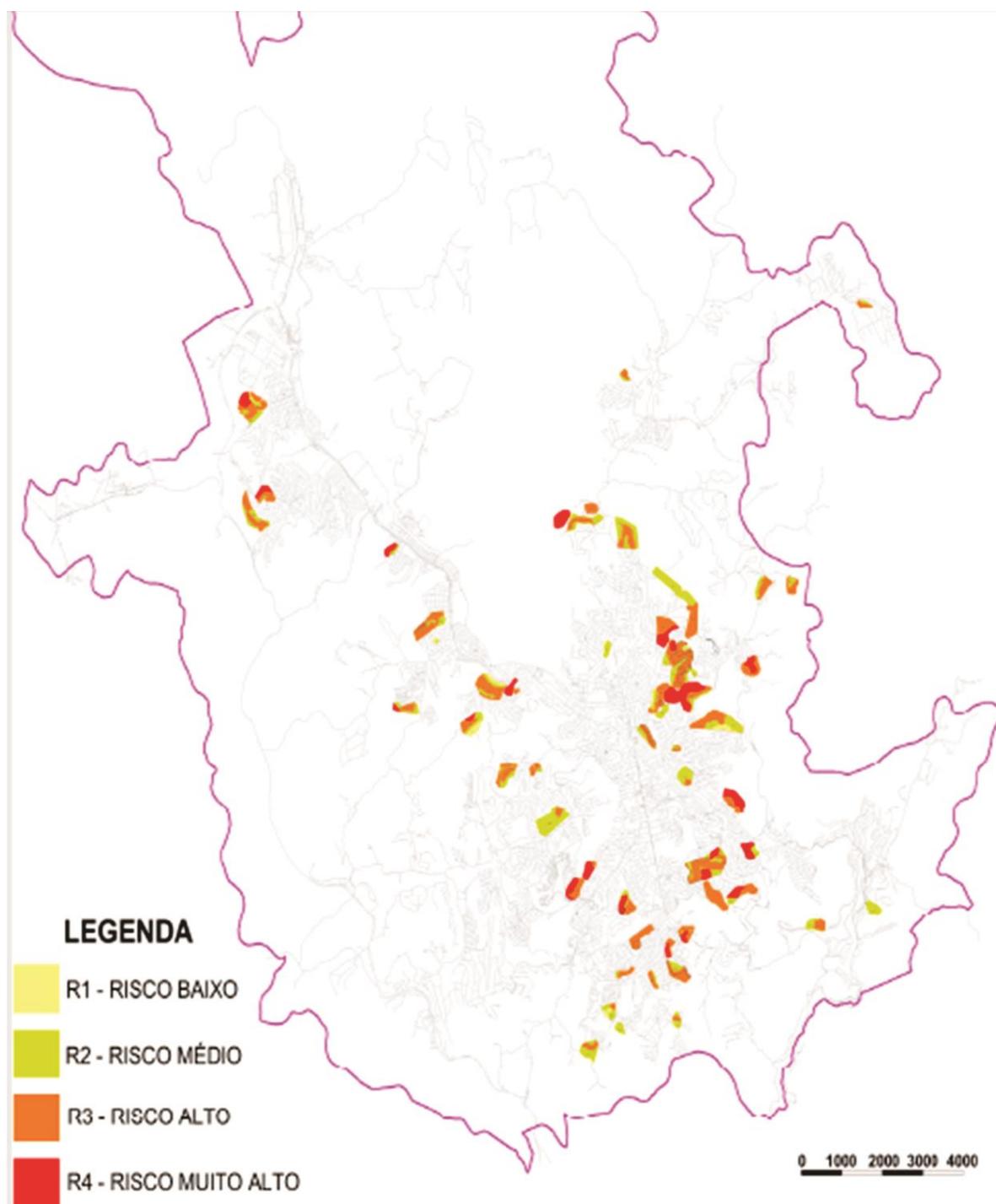
TAKAHASHI, K. **Disaster sciences**, 215p. Tokyo: Nippon Hoso Shuppan Kyokai, 1975.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis**. 2ª ed. São Paulo: Navegar, 2005.

TOSCANO, M. **Estudo dos dissipadores de energia para obras hidráulicas de pequeno porte**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

- TUCCI, C. E. M. **Hidrologia. Ciência e Aplicação**. São Paulo: EDUSP, 1993.
- VARGAS, M. A. R. Construção social da moradia de risco: trajetórias de depressão e resistência – a experiência de Juiz de Fora/MG. In: **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v8, n 1, maio 2006.
- ULRICH, K.T.; EPPINGER, S.D. **Product Design**. Mc Grow – Hill Primis, 2012.
- VALLADARES, L. do P. **Passa-se uma casa**. Análise do programa de remoção de favelas do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Zahar, 1980.
- VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1991.
- ZALUAR, A.; ALVITO, M. (orgs.). **Um Século de Favela**. Rio de Janeiro: Ed. Fundação Getúlio Vargas, 2006.
- ZÊZERE, J. L.; FERREIRA, A. B.; RODRIGUES, M. L. Landslide in the North of Lisbon Region (Portugal): conditioning and triggering factors. **Physics and Chemistry of the Earth, Part A: Solid Earth and Geodesy**, v. 24, n. 10, p. 925-934, 1999.

ANEXOS

ANEXO A – Áreas de risco na sede urbana

Fonte: SUBSECRETARIA DE DEFESA CIVIL DE JUIZ DE FORA, 2007

ANEXO B - Diagnóstico da situação atual do saneamento básico



PSB/JF – PRODUTO 02 – DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL DO SANEAMENTO BÁSICO

CR – LESTE

4 REGIÃO LESTE

No geral, os bairros estudados nas AEIS, região Leste, possuem algumas deficiências podendo citar algumas das ruas e respectivos problemas na infraestrutura conforme se segue:

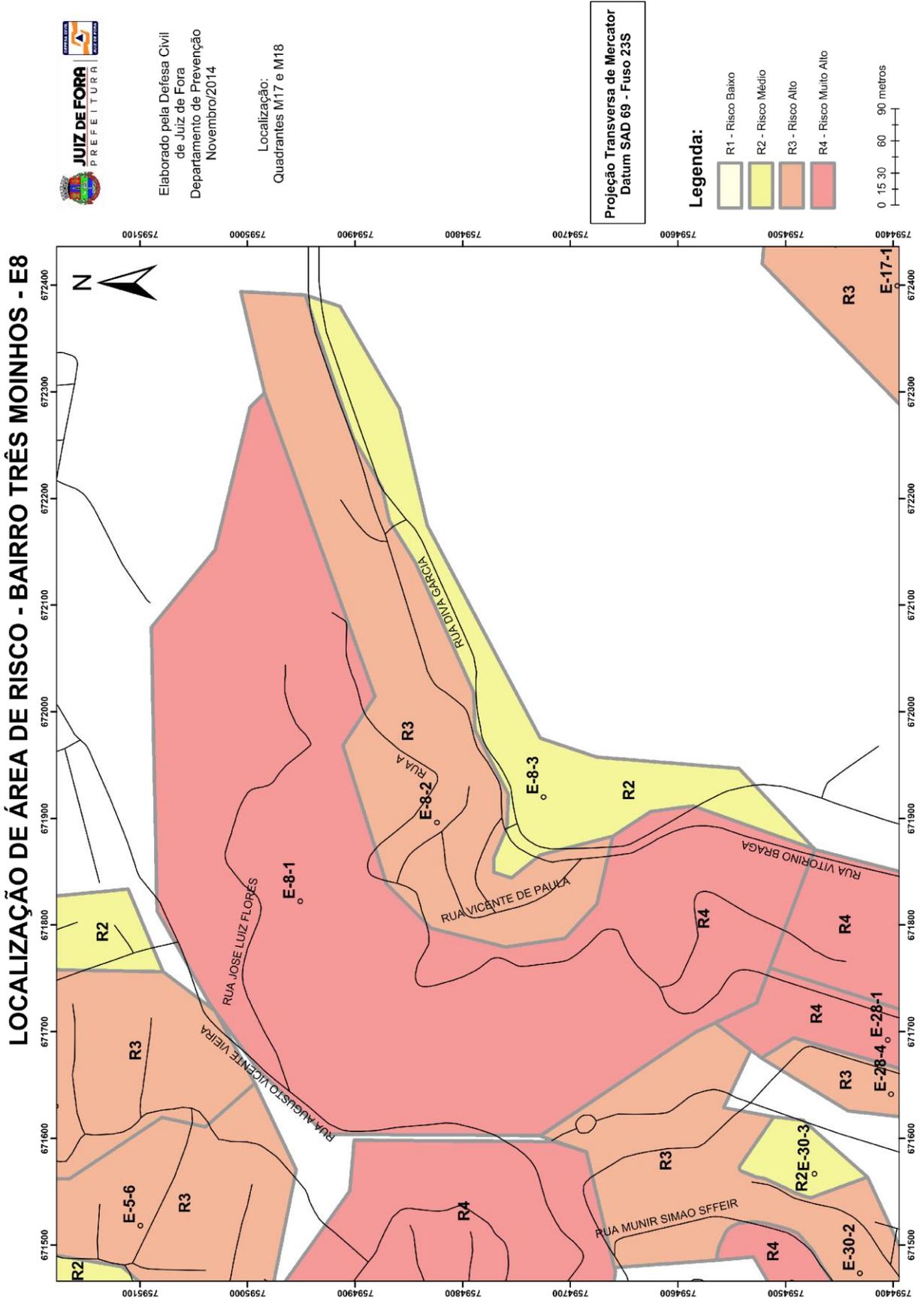
- **Ausência ou estado precário da rede pública de água e esgoto:** Rua José Inácio (Leito da Leopoldina II); Praça Teotônio Vilela (esgotos lançados no córrego Yung); Rua B (Bairro Vitorino Braga/Ladeira); Campo do Grotão; Rua Raimundo Tavares; Rua Teresina Nunes; Vila Yung (Rua B); Rua do Boto I e II; Mirante São Bernardo; Escadaria A (Mirante São Bernardo).
- **Ausência de soluções de drenagem:** Rua B; Rua A; Escadaria A; Mirante São Bernardo, Rua Maranhão (Mirante São Bernardo).
- **Ausência ou precariedade de vias para acesso de veículos de serviços:** Rua A; Adelino Almeida Silva, Tancredo Neves e Francelino Chaves; Vila Yung (Rua B); Rua do Boto I e II; Escadaria A (Mirante São Bernardo).
- **Lixo na rua:** Praça Teotônio Vilela; Rua Camilo Marques e Rua N (não têm coleta de lixo); Escadaria A.
- **Riscos iminentes:** Rua Augusto Alves; Rua José Inácio (Leito da Leopoldina II); Campo do Grotão; Três Moinhos; Rua Augusto Vicente Vieira (Alto Três Moinhos); Vila Alpina; José Sobreira; Vila Fortaleza (Grotá Funda).
- **Situação fundiária não regularizada:** Rua Augusto Alves; Rua José Inácio (Leito da Leopoldina II); Campo do Grotão; Três Moinhos; Rua Augusto Vicente Vieira (Alto Três Moinhos); Loteamento São Paulo; Rua Raimundo Tavares; Vila Fortaleza (Grotá Funda); Rua do Boto I e II; Mirante São Bernardo.

ANEXO C - Diagnóstico físico e ambiental da AEIS

| Bairro | Identificação | Nº de domicílios em 2006 | Descrição | Situação | Fotos |
|--------------------------|--|--------------------------|---|--------------------|---|
| Três Moínhos (Linhares) | Três Moínhos | 257 | Na área, o fator de risco existente é a presença de linhões, com distância de quatro a cinco metros apenas das casas dos moradores. A maior parte do esgoto é lançado na rede pública, mas registrou existência de fossas e lançamento de esgoto e águas servidas em encostas e córrego. | Não regularizada |  |
| Três Moínhos (Linhares) | Rua Augusto Vicente Vieira (Alto Três Moínhos) | 323 | Na área, o fator de risco existente é a presença de linhões, com distância de quatro a cinco metros apenas das casas dos moradores. Há sinais de desestabilização de encostas em trechos do interior da área, que apresentam risco iminente. Há também vias erodidas ou desmoronadas no interior da área sendo que em alguns pontos com risco iminente. | Não regularizada |  |
| Vila Alpina/São Benedito | Loteamento São Paulo | 17 | Três casas no final da Rua N utilizam água por meio de irregular e fazem uso de fossa séptica em mau estado de conservação. Linhas de transmissão da CEMIG a menos de 300m do local. Rua Camilo Marques e Rua N. | Não regularizada |  |
| Vila Alpina | Vila Alpina | 302 | Área possui infraestrutura. Há casas construídas em encostas. Contêntes feitas pelos moradores. Risco de desabamento. | Parte regularizada |  |
| Linhares | Grota dos Puris | 193 | Área margeia córrego do Yung. Possui infraestrutura interna. Presença de vias erodidas no interior da área. Foi identificada a presença de desestabilização de encostas nos trechos da via pedestre I e da José Sobreira assim como foram encontrados sinais de desmoronamento e casas em situação de risco no mesmo. | Parte regularizada |  |

Fonte: DIAGNÓSTICO FÍSICO E AMBIENTAL DA AEIS, 2013, p. 149.

ANEXO D - Localização de área de risco – Bairro Três Moinhos



Fonte: SECRETARIA DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA DE JUIZ DE FORA, 2014.

