

MAPEAMENTO DE RISCOS EM ENCOSTAS E MARGENS DE RIOS

PRESIDENTE DA REPÚBLICA

Luís Inácio Lula da Silva

MINISTRO DAS CIDADES

Marcio Fortes de Almeida

**SECRETÁRIO NACIONAL DE
PROGRAMAS URBANOS SUBSTITUTO**

Benny Schasberg

**DIRETOR DE ASSUNTOS FUNDIÁRIOS
URBANOS**

Celso Santos Carvalho

**REALIZAÇÃO, COORDENAÇÃO E
FINANCIAMENTO**Secretaria Nacional de Programas Urbanos
- SNPU**ELABORAÇÃO**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT

**COORDENAÇÃO GERAL E REVISÃO DE
CONTEÚDO**Celso Santos Carvalho
Frederico do Monte Seabra
Leonardo de Almeida Ferreira
Thiago Galvão**ORGANIZAÇÃO**Agostinho Tadashi Ogura
Celso Santos Carvalho
Eduardo Soares de Macedo**COLABORADORES**Fernando Rocha Nogueira
Margareth Mascarenhas Alheiros
Leandro Eugênio da Silva Cerri**EQUIPE MINISTÉRIO DAS CIDADES**Adriana de Melo Alves
Antonio Menezes Júnior
Celso Santos Carvalho
Deborah Lyra Marques da Silva
Denise de Campos Gouvêa
Felipe Vilarinho e Silva
Frederico do Monte Seabra
Gleisson Mateus Souza
Jorge Lucien München Martins
Leonardo Augusto Rodrigues Barros
Leonardo de Almeida Ferreira
Marta Wendel Abramo
Roberta Pereira da Silva
Sandra Bernardes Ribeiro
Thiago Galvão**EQUIPE INSTITUTO DE PESQUISAS
TECNOLÓGICAS - IPT**Agostinho Tadashi Ogura
Alessandra Cristina Corsi
Cláudio Benedito Baptista Leite
Eduardo Soares de Macedo
Fabiana Checchinato Silva
Fabrício Araújo Mirandola
Gerson Salviano de Almeida Filho
Kátia Canil
Marcelo Fischer Gramani
Samuel Sussumu Avena
Maíra Rosa Avelino Pinto Scarance
Nabil Alameddine
Nestor Kenji
Airton Marambaia Santa
Luis Celso Coutinho da Silva**PROJETO GRÁFICO E EDITORAÇÃO**

Cris Fernandes

CAPARicardo Luis Neves Cardoso
Juliana de Castro Faria**FICHA CATALOGRÁFICA**Brasil. Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT
Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios / Celso Santos Carvalho,
Eduardo Soares de Macedo e Agostinho Tadashi Ogura, organizadores – Brasília:
Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007

176 p.

ISBN 978-85-60133-81-9

1. Mapeamento. 2. Gerenciamento de Riscos. 3. Deslizamentos de Encostas.
I. Título. II. Carvalho, Celso Santos. III. Macedo, Eduardo Soares de.

CDU 551.577.6

Uma pesquisa realizada pela Fundação João Pinheiro em 2005 apontou um déficit habitacional de 7.902.699 no Brasil. Isso reflete o atual quadro de exclusão social quanto ao direito de moradia, tendo como pano de fundo o processo desordenado histórico de urbanização no País.

Ausência ou má aplicação de uma política de habitação e de desenvolvimento urbano levou boa parte da população a ocupar áreas ambientalmente frágeis, especialmente em margens de rios e encostas.

Em regiões marcadas por períodos chuvosos mais severos, tais ocupações, caracterizadas por baixo construtivo e pela ausência de infra-estrutura urbana, tornam-se extremamente vulneráveis a eventos como os deslizamentos de encostas e inundações que, por sua vez, implicam acidentes envolvendo danos materiais e perdas humanas.

Ciente de sua responsabilidade na promoção do desenvolvimento urbano, o Ministério das Cidades tem apoiado dentre outros, os municípios mais atingidos por deslizamentos de encostas, visto que apresentam maior registro de vítimas, embora as inundações causem maiores danos materiais. A nossa atuação tem se voltado principalmente para as ações de planejamento e de capacitação técnica para que as equipes técnicas tenham condições de, a partir do reconhecimento e dimensão do problema, montar um sistema municipal de gerenciamento de riscos, articulado e integrado com as políticas de habitação, saneamento e defesa civil.

Neste cenário é que apresentamos o Material de Treinamento de Equipes Municipais para o Mapeamento de Riscos de Deslizamentos de Encostas e Solapamentos de Margens aos técnicos dos municípios brasileiros sujeitos a

riscos, a fim de identificarem e hierarquizarem suas áreas de riscos a partir de uma linguagem comum e unificada.

Nosso intuito é de que esta publicação se transforme em um material de referência para todos os municípios que sofrem de forma recorrente com esses problemas a cada período de chuvas e, assim, possam reduzir suas vulnerabilidades e o risco de ocorrência de novos acidentes.

Marcio Fortes de Almeida
MINISTRO DAS CIDADES

APRESENTAÇÃO

Considerando que diversas cidades brasileiras possuem áreas de risco de deslizamentos de encostas, enchentes e inundações, o Ministério das Cidades tem como um dos seus principais objetivos o combate à exclusão territorial e degradação ambiental das cidades brasileiras, o que, por sua vez, pressupõe uma atuação decisiva na política de prevenção de desastres sócio-ambientais.

Um sistema de gerenciamento de áreas de risco implica, em primeiro lugar, no conhecimento do problema por meio do mapeamento dos riscos, sendo que essas áreas caracterizadas em seus diferentes níveis de risco, hierarquizadas para o estabelecimento de medidas preventivas e/ou corretivas, e administradas por meio de ações de controle de uso e ocupação do solo.

Para que as equipes municipais desenvolvam seus trabalhos com a melhor qualidade possível, se faz necessário o seu treinamento. Essa ação deve permitir a formação ou atualização do conhecimento de profissionais para que esses possam atuar como agentes multiplicadores dos conhecimentos técnicos e dos métodos empregados.

É com base nesse princípio que o Ministério das Cidades propôs, a partir da experiência de instituições que trabalham com o tema, a elaboração de um material de treinamento para o gerenciamento de áreas de risco com ênfase no mapeamento de risco de deslizamentos, enchentes e inundações.

Com isso pretende-se unificar, em âmbito nacional, um método de mapeamento que apresente menor grau de

complexidade para a determinação e hierarquização das áreas de riscos, e com baixo custo de execução, permitindo comparar as mais variadas situações de risco no País, quais sejam as diferenças regionais, auxiliando no dimensionamento do problema.

Este Material de Treinamento de Equipes Municipais para o Mapeamento e Gerenciamento de Riscos, concebido e desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, com recursos do Banco Mundial, objetiva fortalecer a gestão urbana nas áreas sujeitas a riscos de deslizamentos, enchentes e inundações, investindo na capacitação de técnicos municipais para elaborarem, de forma autônoma, o diagnóstico das áreas de risco e a montagem de um sistema municipal de gerenciamento de riscos que contemple a participação ativa das comunidades.

Benny Schasberg
SECRETÁRIO NACIONAL DE PROGRAMAS URBANOS -
SUBSTITUTO

SUMÁRIO

Introdução	09
Capítulo 1: Introdução ao Gerenciamento de Áreas de Risco	13
Capítulo 2: Conceitos básicos de risco e de Áreas de risco	23
Capítulo 3: Identificação, análise e mapeamento de áreas de risco de escorregamentos	27
Capítulo 4: Apresentação de roteiro metodológico para análise de risco e mapeamento de áreas de risco em setores de encosta e de baixada	49
Capítulo 5: Identificação, análise e mapeamento de áreas de risco de enchentes e inundações ...	87
Capítulo 6: Noções de sistema de informações geográficas como ferramenta na gestão municipal	113
Capítulo 7: Gerenciamento de Áreas de Risco: Medidas Estruturais e Não-Estruturais	123
Capítulo 8: Plano Preventivo de Defesa Civil – PPDC ...	141
Capítulo 9: Introdução ao treinamento de campo em área de risco previamente escolhida com aplicação do roteiro metodológico e montagem do PPDC	157
Bibliografia	161
Anexo I	165
Anexo II	169

INTRODUÇÃO

O processo de urbanização brasileiro, caracterizado pela apropriação pelo mercado imobiliário das melhores áreas das cidades e pela ausência, quase que completa, de áreas urbanizadas destinadas à moradia popular, levou a população mais pobre a buscar resolver seu problema de moradia ocupando áreas vazias desprezadas pelo mercado. Neste processo, áreas ambientalmente frágeis, como margens de rios, mangues e encostas íngremes desocupadas, foram ocupadas de forma precária.

A precariedade da ocupação (representada por aterros instáveis, taludes de corte em encostas íngremes, palafitas, ausência de redes de abastecimento de água e coleta de esgoto), aumenta a vulnerabilidade das áreas já naturalmente frágeis, fazendo com que surjam setores de alto risco que, por ocasião dos períodos chuvosos mais intensos, têm sido palco de graves acidentes.

De fato, apesar da possibilidade de ocorrência de escorregamentos atingir todas as áreas de maior declividade das cidades, é inegável que os acidentes são maiores e mais frequentes nas favelas, loteamentos irregulares e demais formas de assentamentos precários que abrigam a população de baixa renda.

Um levantamento feito pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT indica a ocorrência de acidentes relacionados com deslizamentos de encostas em cerca de 150 municípios brasileiros, localizados principalmente nos estados de SP, RJ, MG, PE, BA, ES e SC.

Nesses municípios, a gravidade do problema torna necessário incluir, no rol das políticas de desenvolvimento urbano, uma componente específica de gerenciamento de risco associada aos programas de urbanização de assentamentos precários.

O Governo Federal, por meio da Secretaria Nacional de Programas Urbanos do Ministério das Cidades, inseriu no Programa de Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários, uma ação específica de “Prevenção e Erradicação de Riscos em Assentamentos Precários”. Esta Ação, inédita na área de políticas nacionais de desenvolvimento urbano, é composta por três grandes atividades: (a) apoio para elaboração de planos municipais de redução de riscos e projetos de obras de estabilização de encostas; (b) capacitação de equipes municipais para a elaboração de mapas de risco e a concepção de programas preventivos de gerenciamento de risco; e (c) difusão de políticas preventivas de gestão de risco e intercâmbio de experiências municipais.



Municípios com registro de mortes ocorridas por escorregamentos de 1988 a 2007. Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do ESP – IPT.

A presente publicação faz parte desse conjunto de ações e consiste no material didático básico para treinamento de equipes municipais encarregadas do mapeamento de risco e da implementação de medidas de segurança nas áreas de risco. Apresenta um método de análise de risco adaptado à realidade das cidades brasileiras, de baixo custo de execução e que permite comparar as situações de risco nas diversas regiões do País e, dessa forma, dimensionar o problema em escala nacional.

Concebido e elaborado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo em 2004, a pedido do Ministério das Cidades, este material de treinamento tem sido utilizado em mais de 60 municípios para elaboração dos planos municipais de redução de riscos, servindo de base também para todos os cursos de capacitação promovidos pelo Ministério das Cidades para técnicos municipais nos estados de Santa Catarina, São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Pernambuco.

A presente publicação apresenta, nos capítulos iniciais, conceituações básicas sobre risco e gestão, enquanto os seguintes referem-se aos métodos de identificação, análise e avaliação de áreas de risco. É dada atenção também às ferramentas tecnológicas como instrumento de apoio ao gerenciamento de riscos e aos planos preventivos de defesa civil.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO AO GERENCIAMENTO DE ÁREAS DE RISCO



CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO AO GERENCIAMENTO DE ÁREAS DE RISCO

CENÁRIO POLÍTICO E SOCIAL

Atualmente, o aumento do número de pessoas vivendo em áreas de risco de deslizamentos, enchentes e inundações tem sido uma das características negativas do processo de urbanização e crescimento das cidades brasileiras, o que se verifica, principalmente, nas regiões metropolitanas.

Fatores econômicos, políticos, sociais e culturais contribuem para o avanço e a perpetuação desse quadro indesejável. Em linhas gerais o problema das áreas de risco de deslizamentos, enchentes e inundações nas cidades brasileiras pode ser sintetizado nos itens abaixo:

- Crise econômica e social com solução a longo prazo;
- Política habitacional para baixa renda historicamente ineficiente;
- Ineficácia dos sistemas de controle do uso e ocupação do solo;
- Inexistência de legislação adequada para as áreas suscetíveis aos riscos mencionados;
- Inexistência de apoio técnico para as populações;
- Cultura popular de “morar no plano”.

Alternativas Técnicas

As ações para o controle dos riscos geológicos e hidrológicos e a prevenção de acidentes podem ser aplicadas a partir de três enfoques distintos, simultaneamente ou não, conforme observado a seguir:

Eliminar/reduzir o risco

- Agindo sobre o processo
- Agindo sobre a consequência

Evitar a formação de áreas de risco

- Controle efetivo do uso do solo

Conviver com os problemas

- Planos Preventivos de Defesa Civil

A **primeira ação** tem como objetivo, eliminar ou reduzir o risco agindo sobre o próprio processo - por meio da implantação de medidas estruturais, ou sobre a consequência - removendo os moradores das áreas de risco.

A **segunda ação** visa, evitar a formação e o crescimento de áreas de risco aplicando um controle efetivo da forma de uso e ocupação do solo, por meio de fiscalização e de diretrizes técnicas que possibilitem a ocupação adequada e segura de áreas suscetíveis a riscos geológicos e hidrológicos.

A **terceira ação** objetiva a convivência com os riscos geológicos presentes por meio da elaboração e operação de planos preventivos de defesa civil, envolvendo um conjunto de ações coordenadas que buscam reduzir a possibilidade de ocorrência de perda de vidas humanas, visando um convívio com as situações de risco dentro de níveis razoáveis de segurança.

Perguntas Básicas

O gerenciamento de áreas urbanas com risco de deslizamentos, enchentes e inundações tem como base quatro questões, a partir das quais o trabalho é desenvolvido.

A primeira questão é relativa ao tipo de processo a ser mapeado/identificado. Deve-se definir quais são os processos presentes e como eles ocorrem, identificando quais são seus condicionantes naturais e/ou antrópicos.

Definidos os processos, o mapeamento identificará onde estes ocorrem e, por meio de estudos de correlação e monitoramento, serão definidos os momentos de maior probabilidade de deflagração do processo.

Sabendo **o tipo** de processo, **como**, **onde** e **quando** ele poderá ocorrer, serão definidas as medidas a serem tomadas, sejam de caráter estrutural ou não-estrutural e quem será o responsável por elas. Em linhas gerais o quadro abaixo sintetiza as cinco perguntas básicas:

1. **O que e como ocorre?** Identificação da Tipologia dos Processos.
2. **Onde ocorrem os problemas?** Mapeamento das áreas de risco.
3. **Quando ocorrem os problemas?** Correlação com condições hidrometeorológicas adversas, Monitoramento.
4. **Que fazer?** Medidas Estruturais e Não-Estruturais.
5. **Quem ira fazer?** Responsáveis pela implementação das medidas.

Fundamentos

No gerenciamento de áreas com risco de deslizamentos, enchentes e inundações, existem dois fundamentos principais.

O primeiro fundamento é a Previsão, que possibilita a identificação das áreas de risco e indica os locais onde poderão ocorrer acidentes (definição espacial = ONDE), estabelecendo as condições e as circunstâncias para a ocorrência dos processos (definição temporal = QUANDO).

O segundo é a Prevenção, que fornece a possibilidade de adotar medidas preventivas, visando impedir a ocorrência dos processos ou a redução das magnitudes, minimizando os impactos e agindo diretamente sobre edificações e/ou a própria população.

MODELO DE ABORDAGEM DA ONU

No ano de 1991, a UNDRO (Agência de Coordenação das Nações Unidas para o Socorro em Desastres) elaborou um modelo de abordagem para o enfrentamento de acidentes naturais, baseando-se em duas atividades: prevenção e preparação.

As atividades de prevenção estão relacionadas a estudos de natureza técnico-científica, na definição da magnitude de um desastre e no estabelecimento das medidas que possibilitem a proteção da população e de seus bens materiais. Tais atividades compreendem os estudos da fenomenologia dos processos, da análise de risco e a formulação de métodos, técnicas e ações de prevenção de desastres.

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

De acordo com este modelo, os programas de Mitigação de Desastres da UNDRO incluem a seguinte seqüência de ações de prevenção e preparação:

Eliminar/reduzir o risco

- Identificação dos riscos
- Análise dos riscos
- Medidas de prevenção
- Planejamento para situações de emergência
- Informações públicas e treinamento

19

A seguir são descritas cada uma das ações relacionadas a estas atividades, discutindo-se, em linhas gerais, algumas práticas de atuação em relação às áreas de risco de deslizamentos, enchentes e inundações.

Identificação dos Riscos

Esta ação se refere aos trabalhos de reconhecimento de ameaças ou perigos e da identificação das respectivas áreas de risco. Para cada tipo de ameaça, deve-se entender os fatores condicionantes, os agentes deflagradores e os elementos sob risco. Os trabalhos de identificação apresentam-se, geralmente, sob a forma de mapas de identificação espacial das áreas de risco. Estudos de retro-análise de acidentes

associados aos diferentes tipos de processos passíveis de ocorrer em uma dada localidade, são um dos métodos aplicados na identificação dos riscos para o reconhecimento prévio do problema.

Desta forma, a identificação de riscos envolve:

Eliminar/reduzir o risco

- Estudos fenomenológicos dos processos;
- Pré-setorização das áreas.

Análise de Riscos

A análise de riscos inicia-se a partir dos resultados gerados pela **identificação dos riscos**, objetivando reconhecer mais detalhadamente o cenário presente num determinado espaço físico, de acordo com os diferentes tipos de processos previamente reconhecidos.

Esse tipo de análise pode ser realizado, tanto para uma área restrita, quanto para um conjunto de áreas, envolvendo:

- Zoneamento ou setorização das áreas;
- Quantificação relativa e/ou absoluta do risco;
- Cadastramento de risco;
- Carta de risco;
- Hierarquização de risco;
- Avaliação de possíveis cenários de acidentes.

Estes estudos possibilitam o melhor reconhecimento do grau de risco efetivo em cada área, o que possibilita a

definição de medidas mais adequadas de prevenção de acidentes.

Medidas de Prevenção de Acidentes

A partir dos dados obtidos nos estudos de **análise de risco** são realizadas atividades para o gerenciamento das áreas de risco, o que compreende a definição, formulação e execução de medidas estruturais e não estruturais mais adequadas ou factíveis de serem executadas a curto, médio e longo prazos, no sentido de reduzir o risco de acidentes. Os produtos obtidos nos estudos de análise de risco permitem a formulação de um plano de prevenção de acidentes. Este plano deve priorizar a aplicação de medidas de prevenção nas áreas que apresentam os cenários de risco mais críticos, considerando as avaliações de custo/benefício para as medidas passíveis de serem implantadas. Estas medidas podem ser estruturais ou não estruturais, as quais são detalhadas no capítulo 6: “Gerenciamento de Áreas de Risco – Medidas Estruturais e Não-Estruturais”.

21

Planejamento para Situações de Emergência

No caso dos desastres naturais, os acidentes podem acontecer mesmo que diversas ações estruturais e não estruturais de prevenção sejam executadas. Para poder enfrentar condições potencialmente adversas, há que se planejar ações logísticas para o atendimento das emergências. O planejamento para situações de emergência trata, principalmente, da determinação de como uma dada população em uma área de risco deve ser preventivamente evacuada ou protegida quando o risco é muito alto. Dentre os trabalhos a serem realizados, constam:

- Determinação da fenomenologia preliminar, causas, evolução, área de impacto;
- Delimitação da área de risco para remoção da população;
- Abrigo da população;
- Orientação do resgate;
- Obras emergenciais;
- Sistema de monitoramento da área;
- Recomendações para o retorno da população.

Informações Públicas e Treinamento

A existência de um sistema educativo eficaz, que gere e difunda uma cultura de prevenção, é o melhor instrumento para reduzir os desastres. Esse sistema deve abranger todos os níveis de ensino, com a inclusão de conhecimentos e experiências locais e soluções pragmáticas, com o intuito de serem colocadas em prática pela própria população.

Devem ser elaborados e organizados cursos, oficinas, palestras, manuais, livros e cartilhas que possibilitem a capacitação de equipes locais e da população. Com o mesmo propósito, deve ser incentivada a utilização dos meios massivos de informação como rádio, televisão e imprensa escrita. O conteúdo desses instrumentos deve abranger a identificação dos perigos, vulnerabilidades, medidas de prevenção e mitigação, legislação e sistemas de alerta.

CAPÍTULO 2

CONCEITOS BÁSICOS DE RISCO E DE ÁREAS DE RISCO



CAPÍTULO 2

CONCEITOS BÁSICOS DE RISCO E DE ÁREAS DE RISCO

Embora as últimas décadas tenham assistido a um crescente avanço técnico-científico em relação à área de conhecimentos sobre riscos naturais, a terminologia usualmente empregada pelos profissionais que atuam com o tema ainda encontra algumas variações e divergências em sua definição.

Termos como evento, acidente, desastre, perigo, ameaça, suscetibilidade, vulnerabilidade, risco e o muito discutido “hazard”, ainda não encontraram definições unânimes entre os seus usuários.

Surge então a necessidade em se homogeneizar o entendimento das equipes técnicas, por meio das seguintes e definições dos termos mais utilizados:

EVENTO

Fenômeno com características, dimensões e localização geográfica registrada no tempo, sem causar danos econômicos e/ou sociais.

PERIGO (HAZARD)

Condição ou fenômeno com potencial para causar uma consequência desagradável.

VULNERABILIDADE

Grau de perda para um dado elemento, grupo ou comunidade dentro de uma determinada área passível de ser afetada por um fenômeno ou processo.

SUSCETIBILIDADE

Indica a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em uma dada área, expressando-se segundo classes de probabilidade de ocorrência.

RISCO

Relação entre a possibilidade de ocorrência de um dado processo ou fenômeno, e a magnitude de danos ou conseqüências sociais e/ou econômicas sobre um dado elemento, grupo ou comunidade. Quanto maior a vulnerabilidade, maior o risco.

ÁREA DE RISCO

Área passível de ser atingida por fenômenos ou processos naturais e/ou induzidos que causem efeito adverso. As pessoas que habitam essas áreas estão sujeitas a danos à integridade física, perdas materiais e patrimoniais. Normalmente, no contexto das cidades brasileiras, essas áreas correspondem a núcleos habitacionais de baixa renda (assentamentos precários).

CAPÍTULO 3

IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE E MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE DESLIZAMENTOS



CAPÍTULO 3

IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE E MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE DESLIZAMENTOS

A paisagem de nosso planeta é dinâmica, sendo caracterizada por uma constante mudança nas suas formas. Parte destas mudanças necessita de milhares de anos para completar seu ciclo, outras ocorrem relativamente rápido, sendo perceptíveis na escala de tempo humana.

As encostas constituem uma conformação natural do terreno, originadas pela ação de forças externas e internas por meio de agentes geológicos, climáticos, biológicos e humanos, os quais, através dos tempos esculpem a superfície da Terra.

29

Conceitos

Taludes Naturais: são definidos como encostas de maciços terrosos, rochosos ou mistos, de solo e/ou rocha, de superfície não horizontal, originados por agentes naturais.

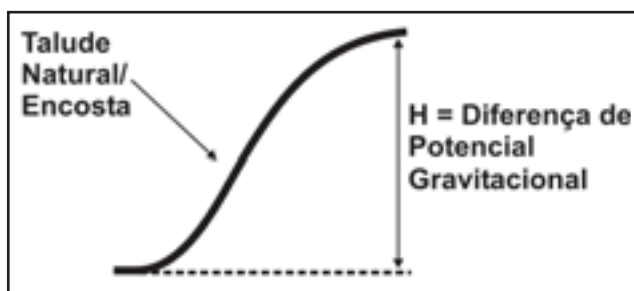


Figura 3.1 – Perfil de encosta ou talude natural.

Talude de Corte: é definido como um talude, resultante de algum processo de escavação executado pelo homem.

Talude de aterro: refere-se aos taludes originados pelo aporte de materiais, tais como, solo, rocha e rejeitos industriais ou de mineração.

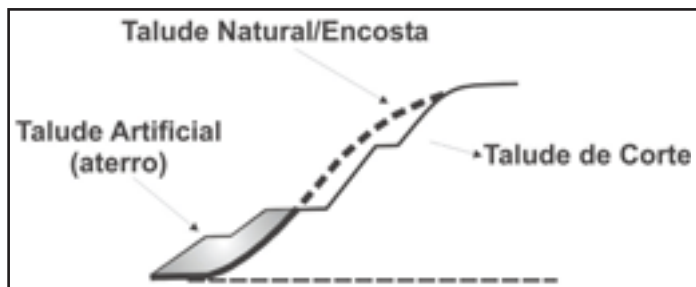


Figura 3.2 – Perfil de encosta com taludes de corte e aterro.

Elementos geométricos básicos do talude

Inclinação: traduz o ângulo médio da encosta com o eixo horizontal medido, geralmente, a partir de sua base. (inclinação = $\text{ARCTAN } (H/L)$).

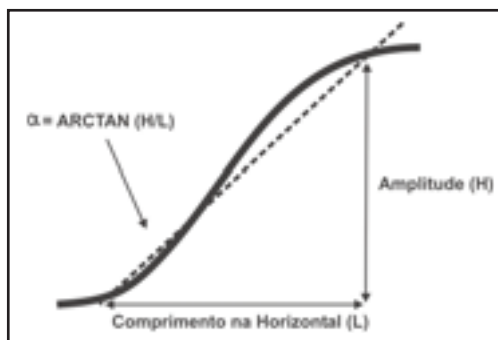


Figura 3.3 – Cálculo da inclinação de uma encosta.

Declividade: representa o ângulo de inclinação em uma relação percentual entre o desnível vertical (H) e o comprimento na horizontal (L) da encosta (declividade = $H/L \times 100$).

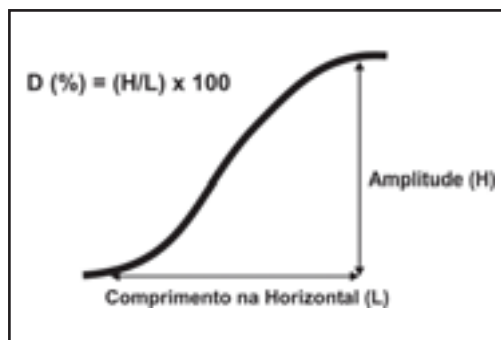


Figura 3.4 – Cálculo da declividade.

O quadro abaixo apresenta a relação entre os valores de declividade e inclinação. Ressalta-se que esta relação não é proporcional.

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

Tabela 3.1 – Tabela de conversão entre os valores de declividade e inclinação.

O termo genérico **escorregamentos** ou **deslizamentos** engloba uma variedade de tipos de movimentos de massa de solos, rochas ou detritos, gerados pela ação da gravidade, em terrenos inclinados, tendo como fator deflagrador principal a infiltração de água, principalmente das chuvas.

Podem ser induzidos, gerados pelas atividades do homem que modificam as condições naturais do relevo, por meio de cortes para construção de moradias, aterros, lançamento concentrado de águas sobre as vertentes, estradas e outras obras. Por isso, a ocorrência de deslizamentos resulta

da ocupação inadequada, sendo, portanto, mais comum em zonas com ocupações precárias de baixa renda.

Os deslizamentos podem ser previstos, ou seja, pode-se conhecer previamente onde, em que condições vão ocorrer e qual será a sua magnitude. Para cada tipo de deslizamento existem medidas não estruturais e estruturais específicas.

TIPOS DE DESLIZAMENTOS

Existem diversas classificações nacionais e internacionais relacionadas a deslizamentos. Neste texto será adotada a classificação proposta por Augusto Filho (1992), onde os movimentos de massa relacionados a encostas são agrupados em quatro grandes classes de processos, sendo: Rastejos, Escorregamentos, Quedas e Corridas.

Tabela 3.2 – Classificação de deslizamentos (Augusto Filho, 1992)

PROCESSOS	CARACTERÍSTICAS DO MOVIMENTO/ MATERIAL/GEOMETRIA
RASTEJO (CREEP)	vários planos de deslocamento (internos)
	velocidades muito baixas a baixas (cm/ano) e decrescentes com a profundidade
	movimentos constantes, sazonais ou intermitentes
	solo, depósitos, rocha alterada/fraturada
	geometria indefinida
ESCORREGAMENTOS (SLIDES)	poucos planos de deslocamento (externos)
	velocidades médias (m/h) a altas (m/s)
	pequenos a grandes volumes de material
	geometria e materiais variáveis:
	PLANARES: solos poucos espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza
	CIRCULARES: solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas
	EM CUNHA: solos e rochas com dois planos de fraqueza

QUEDAS (FALLS)	sem planos de deslocamento
	movimento tipo queda livre ou em plano inclinado
	velocidades muito altas (vários m/s)
	material rochoso
	pequenos a médios volumes
	geometria variável: lascas, placas, blocos, etc.
	ROLAMENTO DE MATAÇÃO
	TOMBAMENTO
CORRIDAS (FLOWS)	muitas superfícies de deslocamento (internas e externas à massa em movimentação)
	movimento semelhante ao de um líquido viscoso
	desenvolvimento ao longo das drenagens
	velocidades médias a altas
	mobilização de solo, rocha, detritos e água
	grandes volumes de material
	extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas

Rastejo

33

Os rastejos são movimentos lentos, que envolvem grandes massas de materiais, cujo deslocamento resultante ao longo do tempo é mínimo (mm a cm/ano). Esse processo atua sobre os horizontes superficiais do solo, bem como, nos horizontes de transição solo/rocha e até mesmo em rocha, em profundidades maiores. Também é incluído neste grupo o rastejo em solos de alteração (originados no próprio local) ou em corpos de tálus (tipo de solo proveniente de outros locais, transportado para a situação atual por grandes movimentos gravitacionais de massa, apresentando uma disposição caótica de solos e blocos de rocha, geralmente, em condições de baixa declividade).

Este processo não apresenta uma superfície de ruptura definida (plano de movimentação), e as evidências da ocorrência deste tipo de movimento são trincas observadas

em toda a extensão do terreno natural, que evoluem vagarosamente, e árvores ou qualquer outro marco fixo, que apresentam inclinações variadas.

Sua principal causa antrópica é a execução de cortes em sua extremidade média inferior, o que interfere na sua precária instabilidade.



Figura 3.5 – Árvores inclinadas e degraus de abatimento indicando processo de rastejo

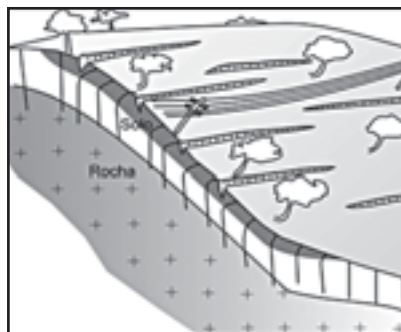


Figura 3.6 – Perfil esquemático do processo de rastejo.

Deslizamentos propriamente ditos

Os deslizamentos são processos marcantes na evolução das encostas, caracterizando-se por movimentos rápidos (m/h a m/s), com limites laterais e profundidade bem definidos (superfície de ruptura). Os volumes instabilizados podem ser facilmente identificados, ou pelo menos inferidos. Podem envolver solo, saprolito, rocha e depósitos. São subdivididos em função do mecanismo de ruptura, geometria e material que mobilizam.

O principal agente deflagrador deste processo são as chuvas. Os índices pluviométricos críticos variam de acordo com a região, sendo menores para os deslizamentos induzidos e maiores para os generalizados.

Existem vários tipos de deslizamentos propriamente ditos: planares ou translacionais, os circulares ou rotacionais,

em cunha e os induzidos. A geometria destes movimentos varia em função da existência ou não de estruturas ou planos de fraqueza nos materiais movimentados, que condicionem a formação das superfícies de ruptura.

Os deslizamentos planares ou translacionais em solo são processos muito freqüentes na dinâmica das encostas serranas brasileiras, ocorrendo predominantemente em solos pouco desenvolvidos das vertentes com altas declividades. Sua geometria caracteriza-se por uma pequena espessura e forma retangular estreita (comprimentos bem superiores às larguras). Este tipo de deslizamento também pode ocorrer associado a solos saprolíticos, saprolitos e rocha, condicionados por um plano de fraqueza desfavorável à estabilidade, relacionado a estruturas geológicas diversas (foliação, xistosidade, fraturas, falhas, etc.).



Figura 3.7 – Deslizamentos planares induzidos pela ocupação.

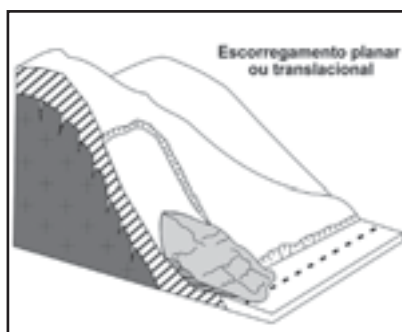


Figura 3.8 – Perfil esquemático dos deslizamentos planares.

Os deslizamentos circulares ou rotacionais possuem superfícies de deslizamento curvas, sendo comum a ocorrência de uma série de rupturas combinadas e sucessivas. Estão associadas a aterros, pacotes de solo ou depósitos mais espessos, rochas sedimentares ou cristalinas intensamente fraturadas. Possuem um raio de alcance relativamente menor que os deslizamentos translacionais.



Figura 3.9 – Deslizamento circular ou rotacional.

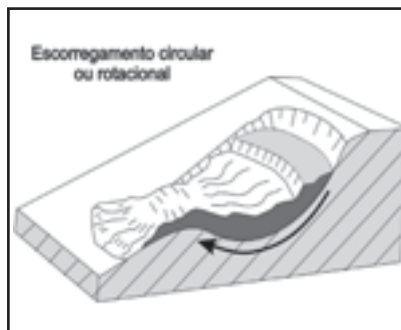


Figura 3.10 – Perfil esquemático do deslizamento circular ou rotacional.

Os deslizamentos em cunha estão associados a saprolitos e maciços rochosos, onde a existência de dois planos de fraqueza desfavoráveis à estabilidade condicionam o deslocamento ao longo do eixo de intersecção destes planos. Estes processos são mais comuns em taludes de corte ou encostas que sofreram algum processo natural de desconfinamento, como erosão ou deslizamentos pretéritos.



Figura 3.11 – Deslizamento em cunha ou estruturado.

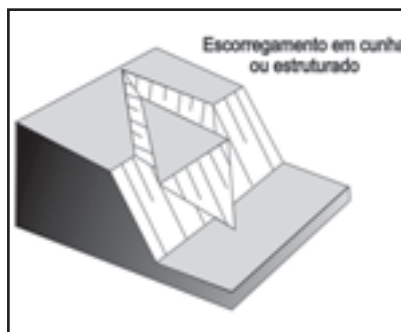


Figura 3.12 – Perfil esquemático de um deslizamento em cunha ou estruturado.

Os deslizamentos induzidos, ou causados pela ação antrópica, são aqueles cuja deflagração é causada pela execução de cortes e aterros inadequados, pela concentração de águas pluviais e servidas, pela retirada da vegetação, etc. Muitas vezes, estes deslizamentos induzidos mobilizam

materiais produzidos pela própria ocupação, envolvendo massas de solo de dimensões variadas, lixo e entulho.

Em geral, a evolução da instabilização das encostas acaba por gerar feições que permitem analisar a possibilidade de ruptura. As principais feições de instabilidade, que indicam a iminência de deslizamentos, são representadas por fendas de tração na superfície dos terrenos ou pelo aumento de fendas preexistentes, devido ao embarrigamento de estruturas de contenção, pela inclinação de estruturas rígidas, como postes, árvores, etc., pelo surgimento de degraus de abatimento e trincas no terreno e nas moradias.

Quedas

Os movimentos do tipo queda são extremamente rápidos (da ordem de m/s) e envolvem blocos e/ou lascas de rocha em movimento de queda livre, instabilizando um volume de rocha relativamente pequeno.

A ocorrência deste processo está condicionado à presença de afloramentos rochosos em encostas íngremes, abruptas ou taludes de escavação, tais como, cortes em rocha, frentes de lavra, etc., sendo potencializados pelas amplitudes térmicas, por meio da dilatação e contração da rocha. As causas básicas deste processo são a presença de descontinuidades no maciço rochoso, que propiciam isolamento de blocos unitários de rocha; a subpressão por meio do acúmulo de água, descontinuidades ou penetração de raízes. Pode ser acelerado pelas ações antrópicas, como, por exemplo, vibrações provenientes de detonações de pedreiras próximas. Ressalta-se que as frentes rochosas de pedreiras abandonadas podem resultar em áreas de instabilidade decorrentes da presença de blocos instáveis remanescentes do processo de exploração.



Figura 3.14 – Área de risco de processos de queda de blocos rochosos.

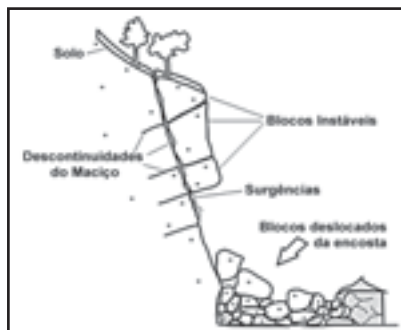


Figura 3.15 – Perfil esquemático do processo de queda de blocos.

Além da queda, existem mais dois processos envolvendo afloramentos rochosos, o tombamento e o rolamento de blocos.

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



Figura 3.15 – Situação de risco de tombamento de bloco rochoso.

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



Figura 3.16 – Situação de risco de rolamento de bloco rochoso.

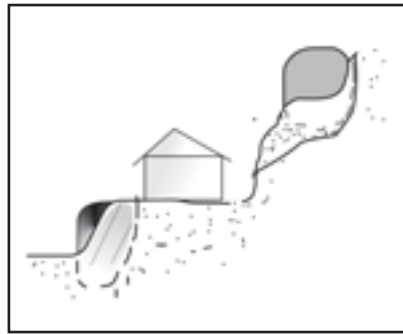


Figura 3.17 – Perfil esquemático de rolamento de bloco rochoso.

Corridas de massa

As corridas de massa são movimentos gravitacionais de massa complexos, ligados a eventos pluviométricos excepcionais. Ocorrem a partir de deslizamentos nas encostas e mobilizam grandes volumes de material, sendo o seu escoamento ao longo de um ou mais canais de drenagem, tendo comportamento líquido viscoso e alto poder de transporte.

Estes fenômenos são mais raros que os deslizamentos, porém podem provocar consequências de magnitudes superiores, devido ao seu grande poder destrutivo e extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas.

As corridas de massa abrangem uma gama variada de denominações na literatura nacional e internacional (corrida de lama, mud flow, corrida de detritos, corrida de blocos, debris flow, etc.), principalmente em função de suas velocidades e das características dos materiais que mobilizam.



Figura 3.18 – Perfil esquemático de processos do tipo corrida.

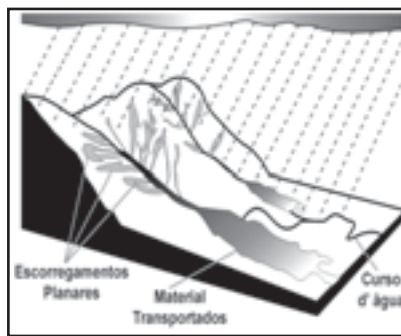


Figura 3.19 – Acidente associado ao processo do tipo corrida.

CONDICIONANTES E CAUSAS DOS DESLIZAMENTOS

Os deslizamentos ocorrem sob a influência de condicionantes naturais, antrópicos, ou ambos. As causas destes processos devem ser entendidas, a fim de se evitar e controlar deslizamentos similares.

Os Condicionantes naturais podem ser separados em dois grupos, o dos agentes predisponentes e o dos agentes efetivos. Os agentes predisponentes são o conjunto das características intrínsecas do meio físico natural, podendo ser diferenciados em complexo geológico-geomorfológico (comportamento das rochas, perfil e espessura do solo em função da maior ou menor resistência da rocha ao intemperismo) e complexo hidrológico-climático (relacionado

ao intemperismo físico-químico e químico). A gravidade e a vegetação natural também podem estar inclusos nesta categoria.

Os agentes efetivos são elementos diretamente responsáveis pelo desencadeamento dos movimentos de massa, sendo estes diferenciados em preparatórios (pluviosidade, erosão pela água e vento, congelamento e degelo, variação de temperatura e umidade, dissolução química, ação de fontes e mananciais, oscilação do nível de lagos e marés e do lençol freático, ação de animais e humana, inclusive desflorestamento) e imediatos (chuva intensa, vibrações, fusão do gelo e neves, erosão, terremotos, ondas, vento, ação do homem, etc.).

Outros condicionantes naturais de grande importância são as características intrínsecas dos maciços naturais (rochosos e terrosos), a cobertura vegetal, a ação das águas pluviais (saturação e/ou elevação do lençol freático, geração de pressões neutras e forças de percolação, distribuição da chuva no tempo), além dos processos de alteração da rocha e de erosão do material alterado.

Com relação aos **condicionantes antrópicos**, pode-se citar como principais agentes deflagradores de deslizamentos a remoção da cobertura vegetal, lançamento e concentração de águas pluviais e/ou servidas, vazamento na rede de água e esgoto, presença de fossas, execução de cortes com alturas e inclinações acima de limites tecnicamente seguros, execução deficiente de aterros (compactação, geometria, fundação), execução de patamares (“aterros lançados”) com o próprio material de escavação dos cortes, o qual é simplesmente lançado sobre o terreno natural, lançamento de lixo nas encostas/taludes, retirada do solo superficial expondo

horizontes mais suscetíveis, deflagrando processos erosivos, bem como elevando o fluxo de água na massa do solo.

Um grande problema presente em áreas de assentamentos precários urbanos é a implantação de obras que provocam a obstrução da drenagem natural, levando a saturação do solo e à redução de sua resistência, o que é agravado pelo lançamento de detritos e lixo, e pela ação das chuvas de verão.

Raramente um deslizamento pode ser associado a um único e definitivo fator condicionante, devendo ser observado como o produto de uma cadeia de fatores e efeitos que acabam determinando sua deflagração. A identificação precisa dos elementos responsáveis pela deflagração dos deslizamentos e dos processos correlatos é fundamental para a adoção de medidas corretivas ou preventivas, o que garante maior acerto do ponto de vista técnico e econômico.

TIPOS DE MAPEAMENTOS

Dentre os tipos de mapeamentos existentes, três podem ser destacados, os quais, conjuntamente, resultarão no mapa de risco de uma determinada área. O primeiro mapa a ser elaborado é o mapa de inventário. Este mapa é a base para a elaboração da carta de suscetibilidade e do mapa de risco. São suas características:

- distribuição espacial dos eventos;
- conteúdo: tipo, tamanho, forma e estado de atividade;
- informações de campo, fotos e imagens.

Tendo o mapa de inventário em mãos, pode-se iniciar a elaboração do mapa de suscetibilidade. Este é muito importante para a elaboração de medidas de prevenção e planejamento

do uso e ocupação, pois indica a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em áreas de risco, expressando a suscetibilidade segundo classes de probabilidade de ocorrência. Apresenta as seguintes características:

- baseado no mapa de inventário;
- mapas de fatores que influenciam a ocorrência dos eventos;
- correlação entre fatores e eventos;
- classificação de unidades de paisagem em graus de suscetibilidade;

Tendo o mapa de inventário e o de suscetibilidade para se basear, inicia-se a elaboração do mapa de risco. Este mapa preponderará a avaliação de dano potencial à ocupação, expresso segundo diferentes graus de risco, resultantes da conjunção da probabilidade de ocorrência de processos geológicos naturais ou induzidos, e das conseqüências sociais e econômicas decorrentes. Suas características principais são:

- conteúdo - probabilidade temporal e espacial, tipologia e comportamento do fenômeno;
- vulnerabilidade dos elementos sob risco;
- custos dos danos;
- aplicabilidade temporal limitada.

PROPOSTA DE MÉTODO PARA MAPEAMENTO

Os métodos para mapeamento apresentados a seguir têm por finalidade a identificação e a caracterização de áreas de risco sujeitas a deslizamentos e solapamento de margens, principalmente em assentamentos precários, com vistas à implementação de uma política pública de gerenciamento de riscos.

O zoneamento compreende a identificação dos processos destrutivos atuantes, a avaliação do risco de ocorrência de acidentes e a delimitação e distribuição espacial de setores homogêneos em relação ao grau de probabilidade de ocorrência do processo ou mesmo ocorrência de risco, estabelecendo tantas classes quantas necessárias. Permite individualizar e caracterizar cada um dos setores, fornecendo informações sobre aos diversos níveis de suscetibilidade ao qual estão submetidos.

O cadastramento de risco fornece informações específicas, como a quantidade de moradias localizadas nos setores de risco, além de identificar aquelas passíveis de uma prévia remoção, constituindo-se em subsídio para ações que necessitem de uma rápida intervenção dos órgãos responsáveis. Possibilita o detalhamento das situações caso a caso ou, às vezes, por agrupamentos de mesmo grau de probabilidade de ocorrência do processo ou risco.

Zoneamento – pré setorização

O zoneamento de risco geológico se inicia com a pré-setorização da área, utilizando-se a percepção e parâmetros básicos.

A percepção está atrelada à experiência e à vivência do profissional nos trabalhos de mapeamento. Os parâmetros básicos a serem observados, são os seguintes:

- Declividade/inclinação;
- Tipologia dos processos;
- Posição da ocupação em relação à encosta;
- Qualidade da ocupação (vulnerabilidade).

A declividade/inclinação pode variar de acordo com o tipo de solo, rocha, relevo, ou de acordo com as

intervenções antrópicas, como cortes e aterros. Existem valores de referência para este parâmetro, acima dos quais a deflagração do processo de deslizamento é iminente. Como referências temos:

- 17° (30%) Lei Lehman (Lei Federal 6766/79), que determina que áreas com declividades acima de 30% devem ter sua ocupação condicionada a não existência de riscos (verificado por laudo geológico-geotécnico);
- 20°-25° é a declividade onde já se iniciam os deslizamentos na Serra do Mar no litoral paulista;

Mesmo com as referências apresentadas, cada área deve passar por avaliação, principalmente a partir do reconhecimento de deslizamentos já ocorridos.

A tipologia do processo, assim como a declividade, está intimamente ligada ao tipo de solo, rocha, relevo da área e varia de acordo com as intervenções antrópicas, como cortes e aterros. Os tipos mais comuns observados no Brasil são:

- Deslizamento planar em corte e aterro (sudeste);
- Deslizamentos na Formação Barreiras (nordeste).

Mesmo com as referências apresentadas, cada área deve passar por avaliação, principalmente a partir do reconhecimento de deslizamentos já ocorridos.

A posição da ocupação em relação à encosta indica a possibilidade de queda ou atingimento. As moradias localizadas no alto da encosta apresentam possibilidade de queda e as localizadas na base apresentam possibilidade de atingimento. As moradias localizadas em meia encosta apresentam tanto a possibilidade de queda como atingimento.

A qualidade da ocupação (vulnerabilidade) é outro parâmetro importante. Uma ocupação com moradias em madeira apresenta menor resistência ao impacto da massa escorregada. Já as moradias em alvenaria têm maior resistência ao impacto devido as suas fundações e paredes mais resistentes. As ocupações mistas apresentam média vulnerabilidade. Em resumo:

- Madeira
- Misto
- Alvenaria



**AUMENTO DA
VULNERABILIDADE**

Zoneamento – setorização

Após a pré-setorização, iniciam-se os trabalhos de setorização, realizado com o auxílio de fichas de campo (check list). Além da ficha que contempla campos para preenchimento sobre a caracterização do local, sobre a presença de evidências de movimentação, presença de água e vegetação, são utilizadas plantas, mapas, ou mesmo guia de ruas para identificação e delimitação correta da área a ser mapeada.

Para se obter melhor representação do local são utilizadas fotografias aéreas, imagens de satélite e fotografias oblíquas de baixa altitude (obtidas a partir de sobrevôo por helicóptero), onde serão representados os setores identificados.

Este trabalho deve ser realizado por uma equipe treinada, que possua um conhecimento mínimo do histórico da área com relação à presença de deslizamentos, a fim de se determinar o grau de probabilidade de ocorrência do processo ou mesmo do risco dos setores.

Determinação do grau de probabilidade de ocorrência do processo ou risco

Propõe-se utilizar escala com 4 graus (níveis) de probabilidade de ocorrência dos processos, com base nas informações geológico-geotécnicas. Esta escala será explicada no Capítulo 4:

- Muito Alto - R4
- Alto - R3
- Médio - R2
- Baixo ou sem risco - R1

Quadro 3.1 - Exemplo de ficha de campo preenchida.

MAPEAMENTO DE RISCO	
Ficha de Campo:	☒ Encosta ☒ Margem de Córrego
SUBPREFEITURA DO CAMPO LIMPO ÁREA Nº 02 (JD. COMERCIAL I) SETOR 1	
Equipe:	
Data:	
Diagnóstico do setor (condicionantes e indicadores do processo de instabilização):	
Ocorrência de cicatriz de escorregamento. Três casas foram afetadas e demolidas pela prefeitura. Talude da margem do córrego. Declividade acentuada 45°. Altura de 8m.	
Descrição do Processo de Instabilização: (escorregamento de solo / rocha / aterro; naturais / induzidos; materiais mobilizados; solapamento; ação direta da água, etc):	
Escorregamento induzido no talude do córrego devido à presença de aterro sobre o solo e a drenagem superficial. Também houve contribuição do processo de solapamento da margem do córrego.	
Observações (incluindo descrição de fotos obtidas no local e coordenadas):	
Área parcialmente consolidada, faltando a complementação da infra-estrutura. Devem ser realizados serviços de limpeza e recuperação da área com a retirada do entulho e lixo do talude na margem do córrego, e obras de drenagem de superficial que conduza as águas superficiais do alto do talude até o córrego, e retaludamento e estabilização do canal do córrego. Fotos: FV-CL-2-01; FH-CL-2-01; FC-CL-2-01.	
Grau de Probabilidade: R3- ALTO	

CAPÍTULO 4

APRESENTAÇÃO DO ROTEIRO METODOLÓGICO PARA ANÁLISE DE RISCO E MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO EM SETORES DE ENCOSTA E BAIXADA, COM ENFOQUE EM DESLIZAMENTOS DE SOLO – PARTE 1



CAPÍTULO 4

APRESENTAÇÃO DO ROTEIRO METODOLÓGICO PARA ANÁLISE DE RISCO E MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO EM SETORES DE ENCOSTA E BAIXADA, COM ENFOQUE EM DESLIZAMENTOS DE SOLO – PARTE 1

O cadastro de riscos é um instrumento utilizado em vistorias em campo que permite determinar a potencialidade de ocorrência de acidentes, com a identificação das situações de risco.

Para a elaboração de um roteiro de vistoria visando o cadastro de risco em situações emergenciais, com público-alvo formado por não especialistas, deverão ser contemplados os parâmetros mais importantes para a realização da avaliação, dentre aqueles listados pelo meio técnico. Esses parâmetros são discutidos em cada passo deste roteiro.

A proposta do roteiro de cadastro emergencial de risco de deslizamentos que se segue, deverá permitir ao usuário a conclusão sobre o grau (nível) de risco da situação em análise. Este cadastro é proposto para uso de pessoas que não tenham necessariamente formação técnica em geologia ou engenharia.

INTRODUÇÃO AO ROTEIRO

O Quadro 4.1 mostra a introdução do roteiro, que deverá ser modificada conforme as características e necessidades de cada local. Todos os passos do roteiro são precedidos por instruções, onde se procura direcionar a análise da situação, fornecendo alternativas que possam facilitar a tarefa para o usuário.

Quadro 4.1 - Introdução ao roteiro de cadastro

ROTEIRO DE CADASTRO EMERGENCIAL DE RISCO DE DESLIZAMENTOS

Município
Bairro

Nº do cadastro
Data: / /

- a) Este roteiro objetiva auxiliar a tomada de decisão sobre as moradias que estão sob risco de deslizamentos.
- b) Ao final do preenchimento será possível se estabelecer o grau (nível) de risco ao qual está sujeita a moradia.
- c) O preenchimento deve ser feito passo-a-passo. Para cada passo existem instruções que devem ser lidas com atenção.
- d) Converse com os moradores das casas e vizinhos. As pessoas têm a tendência de tentar esconder fatos, pensando nos problemas que uma remoção pode lhes causar. Quando for possível pergunte para crianças.

52

1º Passo – Dados gerais sobre a moradia

O Quadro 4.2 apresenta o 1º Passo do roteiro de cadastro, onde são levantados os dados gerais sobre a moradia ou grupo de moradias.

Quadro 4.2 - Roteiro de cadastro (1º Passo)

1º passo – dados gerais sobre a moradia

Instruções: Este campo deve ser preenchido com cuidado, pois deverá permitir que qualquer pessoa possa chegar (retornar) ao local. Colocar a localização (“endereço”) da moradia (usar nome ou número da rua, viela, escadaria, ligação de água ou luz, nomes de vizinhos), nome do morador e as condições de acesso à área, como por exemplo: via de terra, escadaria de cimento, rua asfaltada, boas ou más condições, etc. Mencionar o tipo de moradia (alvenaria, madeira ou misto (alvenaria e madeira)).

LOCALIZAÇÃO:			
NOME DO MORADOR:			
CONDIÇÕES DE ACESSO À ÁREA:			
TIPO DE MORADIA:	Alvenaria	Madeira	Misto (alvenaria e madeira)

A necessidade de levantar o tipo de moradia se deve às diferentes resistências que cada tipo (madeira ou alvenaria) tem com relação ao impacto dos materiais mobilizados pelos deslizamentos. Pressupõe-se que casas em alvenaria apresentem maior resistência que as de madeira. Esse fator pode influenciar a classificação dos graus de risco a que a moradia está submetida.

2º Passo – Caracterização do local

Este passo descreve a caracterização do local da moradia ou grupo de moradias, conforme o Quadro 4.3:

- Tipo de talude - natural ou corte;
- Tipo de material - solo, aterro, rocha;
- Presença de materiais - blocos de rocha e matacões, bananeiras, lixo e entulho;
- Inclinação da encosta ou corte;
- Distância da moradia ao topo ou base dos taludes.

Os tipos de talude e de materiais presentes dão pistas sobre a tipologia dos processos esperados e dos materiais que podem ser mobilizados.

A determinação da inclinação dos terrenos no campo, sem o auxílio de inclinômetros ou bússolas, tem se mostrado um problema que envolve não só pessoal sem formação técnica, mas também técnicos especializados. Para evitar problemas com essa determinação, já que a inclinação é

reconhecidamente um dos principais parâmetros para a determinação da estabilidade de uma área, foram desenhadas as várias situações considerando como inclinações-tipo os ângulos de 90°, 60°, 30°, 17° e 10°. O ângulo de 17° é mencionado na Lei 6766/79 (Lei Lehman) como referência para os planejadores municipais.

Quadro 4.3 - Roteiro de cadastro (2º Passo)

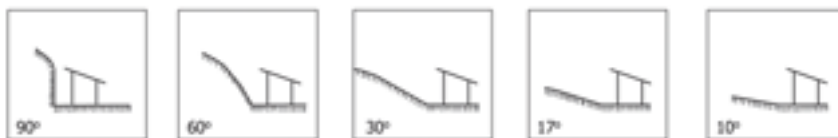
2º Passo – Caracterização do local

Instruções: Descrever o terreno onde está a moradia. Marque com um “X” a condição encontrada. Antes de preencher dê um “passeio” em volta da casa. Olhe com atenção os barrancos (taludes) e suba neles se for necessário.

() Encosta Natural

altura _____ m

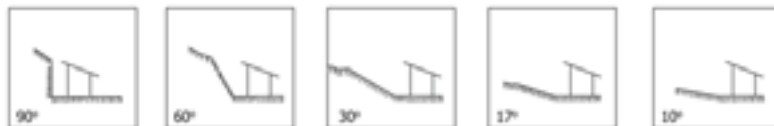
Inclinação (marque com “x” o desenho que apresenta a condição mais parecida com a situação)



() Talude de corte

altura _____ m

Inclinação (marque com “x” o desenho que apresenta a condição mais parecida com a situação)



Dist. da moradia: _____ m da base da encosta/talude



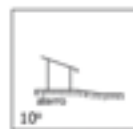
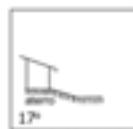
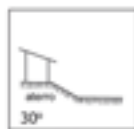
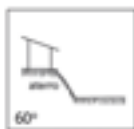
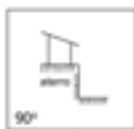
OU _____ m do topo da encosta/talude



() **Aterro Lançado**

altura _____ m

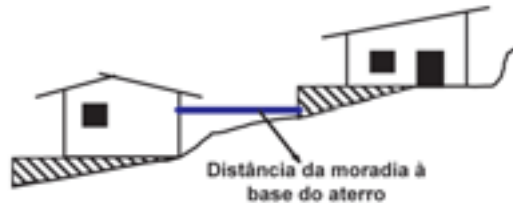
Inclinação (marque com "x" o desenho que apresenta a condição mais parecida com a situação)



() **Dist. Da moradia:** _____ m do topo do aterro



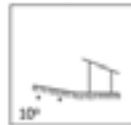
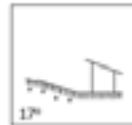
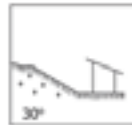
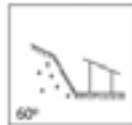
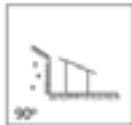
OU _____ m da base do aterro



() **Presença de parede rochosa**

altura _____ m

Inclinação (marque com "x" o desenho que apresenta a condição mais parecida com a situação)



() **Presença de blocos de rocha e matacões**

() **Presença de lixo/entulho**

A distância da moradia ao topo ou base de taludes e aterros também é crucial para a determinação do grau (nível) de risco a que a moradia está sujeita. Várias tentativas já foram feitas pelo meio técnico para tentar determinar qual a distância que os materiais mobilizados atingem a partir da base do deslizamento. Augusto Filho (2001), em trabalhos na região da Serra do Mar em Caraguatatuba (SP), estimou que os materiais mobilizados percorreram aproximadamente 70% da altura dos taludes (0,7:1). Para os trabalhos do Plano Preventivo de Defesa Civil, no Estado de São Paulo, tem sido considerada, ao menos em caráter provisório, a largura da faixa de segurança da ordem de uma vez a altura do talude (1:1).

A presença de paredes, blocos e matacões rochosos indicam a possibilidade de ocorrência de um processo diferente do que aqueles para solos. Neste caso, deve ser utilizado o material exposto na Parte 2 deste capítulo.

3º Passo – Água

A água é reconhecidamente o principal agente deflagrador de deslizamentos. A presença da água pode se dar de diversas formas, como água das chuvas, águas servidas e esgotos. A origem e destino dessas águas são fatores que devem ser levantados durante os cadastramentos. O Quadro 4.4 mostra os itens referentes ao papel da água.

Quadro 4.4 - Roteiro de Cadastro (3º Passo)

3º Passo – Água

Instruções: A água é uma das principais causas de deslizamentos. A sua presença pode ocorrer de várias formas e deve ser sempre observada. Pergunte aos moradores de onde vem a água (servida) e o que é feito dela depois do uso e o que ocorre com as águas das chuvas.

☐ Concentração de água de chuva em superfície (enxurrada)	☐ Lançamento de água servida em superfície (a céu aberto ou no quintal).
Sistema de drenagem superficial ☐ inexistente ☐ precário ☐ satisfatório	
Para onde vai o esgoto? ☐ fossa ☐ canalizado ☐ lançamento em superfície (céu aberto)	
De onde vem a água para uso na moradia? ☐ Prefeitura ☐ mangueira	
Existe vazamento na tubulação? ☐ SIM ☐ esgoto ☐ água ☐ NÃO	
Minas d'água no barranco (talude) ☐ no pé ☐ no meio ☐ topo do talude ou aterro	

4º Passo – Vegetação no talude ou proximidades

O papel da vegetação na estabilidade das encostas já foi objeto de vários trabalhos. Gusmão Filho et al. (1997) mostraram, nas encostas do Recife, que as áreas com cobertura vegetal menor que 30%, tiveram 46% dos deslizamentos registrados. No entanto, nem toda vegetação traz acréscimo de estabilidade para as encostas. Discute-se, e é largamente aceito, que as bananeiras são prejudiciais à estabilidade, por facilitar a infiltração de água. Paradoxalmente, a bananeira é o cultivo preferencial das populações que ocupam encostas, seja para a produção destinada à venda, seja como fonte de alimento. Outra característica da vegetação que pode ser prejudicial é a resistência em relação ao vento, pois existe a possibilidade de galhos se quebrarem e atingir as moradias. O quadro 4.5 mostra as informações que devem ser coletadas durante o cadastro.

Quadro 4.5 - Roteiro de Cadastro (4º Passo).

4º Passo – Vegetação no talude ou proximidades

Instruções: Dependendo do tipo de vegetação, ela pode ser boa ou ruim para a segurança da encosta. Anotar a vegetação que se encontra na área da moradia que está sendo avaliada, principalmente se existir bananeiras.

() Presença de árvores	() Vegetação rasteira (arbustos, capim, etc)
() Área desmatada	() Área de cultivo de _____

5º Passo – Sinais de Movimentação (Feições de instabilidade)

Trata-se do parâmetro mais importante para a determinação de maior risco. As feições de instabilidade serão mais úteis quanto mais lentos forem os processos. Assim, deslizamentos planares de solo que, segundo Augusto Filho (1992), tem velocidades de metros por segundo a metros por hora, são processos cujo desencadeamento é passível de ser monitorado por meio de seus sinais. Outros autores, como Cerri (1993) e Gusmão Filho et al. (1997), ressaltam a importância das feições de instabilidade.

As feições principais se referem às juntas de alívio, fendas de tração, fraturas de alívio, trincas, e os degraus de abatimento, segundo os diversos autores que trataram do assunto. As trincas podem ocorrer tanto no terreno como nas moradias. Quando ocorrem em construções, é interessante o concurso de profissional especializado em patologia de construções, para determinar a causa precisa dessas trincas. Estas duas feições (trincas e degraus de abatimento) podem ser monitoradas por meio de sistemas muito simples (medidas com régua, selo de gesso) até muito complexos (medidas eletrônicas).

Outra feição importante é a inclinação de estruturas rígidas como árvores, postes e muros e o “embarrigamento” de muros e paredes. A inclinação pode ser fruto de um longo rastejo, denotando que a área tem movimentação antiga. É interessante a avaliação da inclinação de árvores. Quando o

tronco for reto e estiver inclinado demonstra que o movimento é posterior ao crescimento da árvore. Já quando o tronco for torto e inclinado, o crescimento é simultâneo com o movimento.

A presença de cicatriz de deslizamento próxima à moradia leva-nos a supor que taludes em situação semelhante, também poderão sofrer instabilizações. Essa situação deve ser aproveitada para a observação da geometria do deslizamento (inclinação, espessura, altura, distância percorrida pelo material a partir da base, etc.). Esses parâmetros podem auxiliar o reconhecimento de outros locais em condições semelhantes.

O Quadro 4.6 ilustra o 5º Passo do roteiro.

Quadro 4.6 - Roteiro do cadastro (5º Passo).

5º Passo – Sinais de movimentação (Feições de instabilidade)		
Instruções: Lembre-se que antes de ocorrer um deslizamento, a encosta dá sinais que está se movimentando. A observação desses sinais é muito importante para a classificação do risco, a retirada preventiva de moradores e a execução de obras de contenção.		
Trincas	() no terreno () na moradia	() Degraus de abatimento
Inclinação	() árvores () postes () muros	() Muros/paredes “ embarrigados ”
() Cicatriz de deslizamento próxima à moradia		

6º Passo – Tipos de processos de instabilização esperados ou ocorridos

Os processos de instabilização podem ser classificados conforme proposto por Augusto Filho (1992). Espera-se que com a caracterização do local (2º Passo), onde se verifica os tipos de taludes (natural, corte, aterro), presença de parede rochosa, blocos, matacões, lixo e entulho, inclinação dos

taludes e distância da moradia à base e ao topo dos taludes; com a análise da presença da água (3º Passo); da vegetação (4º Passo) e dos sinais de movimentação (5º Passo), o usuário responsável pelo cadastro tenha condições de reconhecer o tipo de processo que pode vir a ocorrer. Nos casos em que o processo já tenha ocorrido, isso se torna mais simples. Nas instruções do roteiro tomou-se o cuidado de indicar a consulta a um especialista caso o técnico se defronte com situações que ele julgue muito complicadas.

Tabela 4.1 - Classificação de movimentos de massa. (Augusto Filho, 1992)

PROCESSOS	CARACTERÍSTICAS DO MOVIMENTO/MATERIAL/ GEOMETRIA
RASTEJO (CREEP)	() vários planos de deslocamento (internos) () velocidades muito baixas a baixas (cms/ano) e decrescentes c/ a profundidade () movimentos constantes, sazonais ou intermitentes () solo, depósitos, rocha alterada/fraturada () geometria indefinida
ESCORREGAMENTOS (SLIDES)	() poucos planos de deslocamento (externos) () velocidades médias (m/h) a altas (m/s) () pequenos a grandes volumes de material () geometria e materiais variáveis: - PLANARES: solos poucos espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza - CIRCULARES: solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas - EM CUNHA: solos e rochas com dois planos de fraqueza
QUEDAS (FALLS)	() sem planos de deslocamento () movimento tipo queda livre ou em plano inclinado () velocidades muito altas (vários m/s) () material rochoso () pequenos a médios volumes () geometria variável: lascas, placas, blocos, etc. - ROLAMENTO DE MATAÇÃO - TOMBAMENTO

CORRIDAS (FLOWS)	☐ muitas superfícies de deslocamento (internas e externas à massa em movimentação) ☐ movimento semelhante ao de um líquido viscoso ☐ desenvolvimento ao longo das drenagens ☐ velocidades médias a altas ☐ mobilização de solo, rocha, detritos e água ☐ grandes volumes de material ☐ extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas
------------------	--

No roteiro são indicados os deslizamentos em taludes natural, de corte e aterro; queda e rolamento de blocos. O quadro 4.7 traz o 6º Passo do roteiro.

Quadro 4.7 - Roteiro de cadastro 6º Passo.

6º Passo – Tipos de processos de instabilização esperados ou já ocorridos

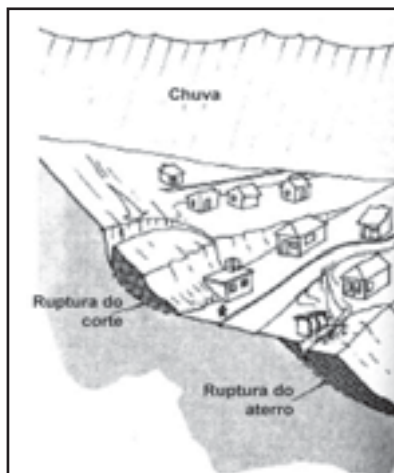
Instruções: Em função dos itens anteriores, é possível se prever o tipo de problema que poderá ocorrer na área de análise. Leve em conta a caracterização da área, a água, a vegetação e as evidências de movimentação. A maioria dos problemas ocorre com deslizamentos. Existem alguns casos de queda ou rolamento de blocos de rocha que são de difícil observação. Neste caso, encaminhe o problema para um especialista.

Deslizamentos

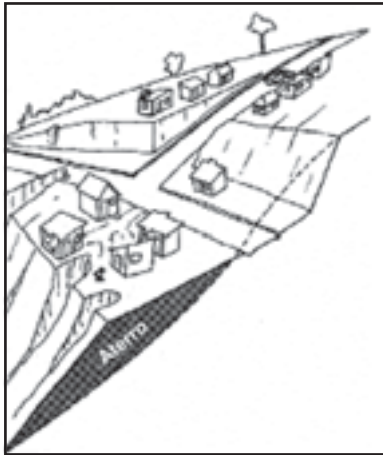
☐ no talude natural



☐ no talude de corte



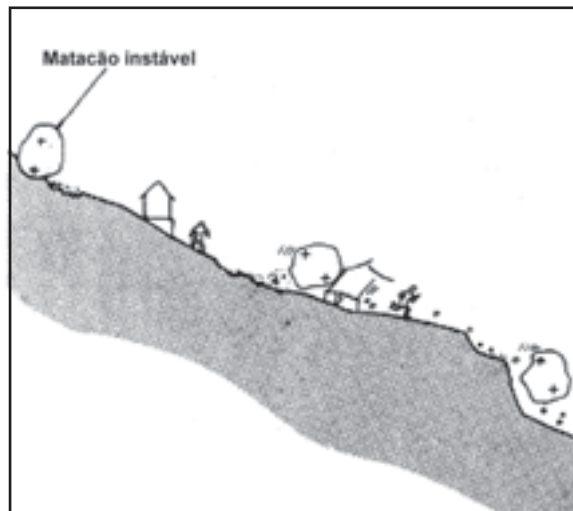
() no aterro



() Queda de blocos



() Rolamento de blocos



7º Passo – Determinação do grau de risco

Este é o ponto mais importante do roteiro. O nível de acerto de um usuário não especializado em geologia de engenharia/geotecnia será testado neste Passo.

Os graus de probabilidade de ocorrência do processo ou risco propostos estão baseados naqueles estabelecidos por documento do Ministério das Cidades e nos trabalhos realizados na Prefeitura de São Paulo, pelo IPT e Unesp. Para a tomada de decisão em termos dos parâmetros analisados nos passos do roteiro, pode-se dizer:

- Padrão construtivo (madeira ou alvenaria): para uma mesma situação a construção em alvenaria deve suportar maior solicitação e, portanto, deve ser colocada em classe de risco inferior à moradia de madeira;
- Tipos de taludes: taludes naturais estão, normalmente, em equilíbrio. Taludes de corte e de aterro são mais propensos a instabilizações;
- Distância da moradia ao topo ou à base dos taludes: deve ser adotada como referência uma distância mínima com relação à altura do talude que pode sofrer a movimentação; lembrar que para a Serra do Mar e outras áreas em São Paulo, adota-se a relação 1:1;
- Inclinação dos taludes: os deslizamentos ocorrem a partir de determinadas inclinações. Por exemplo, na região da Serra do Mar, em São Paulo, ocorrem a partir de 17° (poucos) e 25/30° (a maioria). Pode-se estabelecer que taludes acima de 17° são passíveis de movimentações e assim relacionar com a Lei 6766/79 (Lei Lehman). Lembrar que as estruturas geológicas podem condicionar a existência de taludes muito inclinados e mesmo assim estáveis.

- A presença de água deve ser criteriosamente observada. A existência de surgências nos taludes e a infiltração de água sobre aterros devem ser tomadas como sinais de maior possibilidade de movimentações.
- A chave para a classificação é a presença de sinais de movimentação/feições de instabilidade. Essa presença pode ser expressiva e em grande número; presente; incipiente ou ausente.

O Quadro 4.8 explicita os critérios para a determinação dos graus de risco.

Quadro 4.8 – Critérios para a determinação dos graus de risco

Grau de Probabilidade	Descrição
R1 Baixo ou sem risco	1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa ou nenhuma potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos. 2. não se observa(m) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade. Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens. 3. mantidas as condições existentes não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período compreendido por uma estação chuvosa normal.
R2 Médio	1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de média potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos. 2. observa-se a presença de algum(s) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s). Processo de instabilização em estágio inicial de desenvolvimento. 3. mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.

R3 Alto	1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos. 2. observa-se a presença de significativo(s) sinal/ feição/ evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.). Processo de instabilização em pleno desenvolvimento, ainda sendo possível monitorar a evolução do processo. 3. mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.
R4 Muito Alto	1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de muito alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos. 2. os sinais/feições/evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de deslizamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação à margem de córregos, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento. É a condição mais crítica, sendo impossível monitorar a evolução do processo, dado seu elevado estágio de desenvolvimento. 3. mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.

O Quadro 4.9 traz o 7º Passo do roteiro.

Quadro 4.9 - Roteiro de Cadastro (7º Passo).

7º Passo – Determinação do grau de risco
Instruções: Agora junte tudo o que você viu: caracterização do local da moradia, a água na área, vegetação, os sinais de movimentação, os tipos de deslizamentos que já ocorreram ou são esperados. Avalie, principalmente usando os sinais, se esta área está em movimentação ou não e se o deslizamento poderá atingir alguma moradia. Utilize a tabela de classificação dos níveis de risco. Caso não haja sinais expressivos, mas a sua observação dos dados mostra que a área é perigosa, coloque alto ou médio, mas que deve ser observada sempre. Cadastre somente as situações de risco, marcando também as de baixo risco.
() MUITO ALTO - Providência imediata
() ALTO - Manter local em observação
() MÉDIO - Manter o local em observação
() BAIXO OU SEM RISCO (pode incluir situações sem risco)

8º Passo – Necessidades de remoção

Este Passo se refere às informações que devem ser anotadas quando a situação indicar a necessidade de remover moradores (Quadro 4.10).

Quadro 4.10 - Roteiro de cadastro (8º Passo).

8º Passo – Necessidade de remoção (para as moradias em risco muito alto)	
Instruções: Esta é uma informação para a Defesa Civil e para o pessoal que trabalha com as remoções. Marque quantas moradias estão em risco e mais ou menos quantas pessoas talvez tenham que ser removidas.	
Nº de moradias em risco: _____	Estimativa do nº de pessoas p/ remoção: _____

Outras informações

Neste espaço o usuário poderá fazer anotações que julgar importantes, inclusive sobre os processos analisados e situações especiais verificadas.

Desenhos

São propostos dois desenhos:

- Planta da situação da moradia ou moradias. Devem ser desenhados os caminhos que levam à moradia, lembrando sempre que, normalmente os trabalhos são realizados em áreas com pouca ou nenhuma organização do sistema viário. Assim, uma planta bem ilustrativa facilita muito o retorno ao local. Tudo o que for possível deve ser anotado no desenho, principalmente fatores importantes para classificação de riscos, como, por exemplo, trincas, degraus, inclinação de estruturas, embarrigamento de muros e paredes e cicatrizes de deslizamentos;
- Perfil da encosta, onde as alturas e inclinações de taludes, distâncias da moradia à base ou ao topo de taludes devem ser marcadas.

Os desenhos visam dar à equipe de trabalho uma melhor visão da situação, permitindo a discussão, mesmo com quem não participou do cadastro. É claro que fotografias, principalmente as digitais por sua rapidez e facilidade de obtenção, podem auxiliar nessa visualização da situação. O quadro 4.10 mostra o espaço para desenhos no roteiro.

Quadro 4.10 - Roteiro de cadastro Desenhos

DESENHO 1 – PLANTA Instruções: Neste espaço faça um desenho de como chegar até a área. Coloque a casa, os taludes, os sinais de movimentação, árvores grandes, etc.	DESENHO 2 – PERFIL Instruções: Neste espaço faça um desenho com um perfil da área ou a casa vista de lado, com a distância e altura do talude e do aterro, posição dos sinais de movimentação, etc.
--	--

Equipe Técnica

A assinatura dos cadastros é importante, pois permite saber o seu autor, podendo esclarecer dúvidas geradas pelo cadastro. Existe, é claro, sempre a possibilidade de responsabilização por um diagnóstico equivocado, que possa ter causado prejuízos materiais ou sociais.

Lembrete importante

Este lembrete foi colocado no roteiro para que ficasse consignado que em caso de dúvidas, a equipe de vistoria sem formação técnica em geologia-geotecnia, tivesse uma saída consultando um técnico especialista. O quadro 4.11 mostra o lembrete.

Quadro 4.11 - Lembrete colocado ao final do roteiro de cadastro.

LEMBRETE IMPORTANTE: Em caso de dúvidas encaminhe o problema para um técnico especialista mais experiente.

ROTEIRO PARA AVALIAÇÃO DE ESTABILIDADE DE ROCHAS E MACIÇOS ROCHOSOS - PARTE 2

Para a compreensão do comportamento dos taludes rochosos e blocos rochosos é importante conhecer alguns parâmetros mecânicos das rochas. Cada tipo de solo ou rocha possui características físicas e mecânicas que, correlacionadas com as condições do entorno, podem ser analisadas, visando um estudo de estabilidade.

- Tipo de rocha – A identificação do tipo de rocha nos dá informação dos seus constituintes minerais principais e de sua resistência.
- Grau de alteração das rochas – Fornece diretamente a resistência mecânica da rocha e, aliado ao conhecimento do tipo de rocha, pode-se estimar a velocidade de evolução da alteração.
- Ângulo de atrito – É um parâmetro relacionado diretamente com o coeficiente de atrito. Trata-se do ângulo pelo qual ocorre a ruptura do material por cisalhamento.
- Coesão – Fornece características de ligação das partículas constituintes da rocha, indicativas da resistência do material.
- Forma geométrica dos blocos rochosos – Possibilita determinar o centro de gravidade, para analisar se o bloco rochoso se encontra em equilíbrio instável ou estático (“balanço”).
- Condições de contato – É o comportamento do contato entre

dois planos, podendo estar preenchidos por um terceiro material diferente ou permitindo a percolação de água. As condições de contato podem definir também a condição do deslizamento, estudando-se as condições de rugosidade e inclinação do plano basal.

- Plano basal – Superfície planar constituída de solo ou rocha, na qual pode ocorrer uma movimentação de materiais rochosos ou terrosos.
- Descontinuidades – São fraturas naturais ou mecânicas (por intervenção), seladas ou não (preenchimento de material na fratura aberta).

CONSIDERAÇÕES SOBRE OS PROBLEMAS MAIS COMUNS COM INSTABILIDADE DE ROCHAS EM ÁREAS DE RISCO

70

As áreas de encostas onde afloram blocos e maciços rochosos, principalmente no litoral do sudeste brasileiro, têm sido ocupadas por moradias originando diversas situações de risco. Nestes locais, o intenso intemperismo e as intervenções humanas ao longo do processo de ocupação têm dado origem a grandes afloramentos e exposição de blocos rochosos que se movimentam ao longo do tempo. Os casos mais comuns de instabilidade ocorrem conforme mostram a figura 4.1, na qual os sucessivos cortes na encosta produzidos pelo processo desordenado de ocupação podem causar o afloramento e a instabilização de matacões inicialmente imersos no solo.

A partir da geração de uma situação potencialmente instável, a ação posterior de águas pluviais e servidas pode deflagrar processos erosivos e mudanças na condição de estabilidade do bloco rochoso, provocando sua movimentação

ao longo do tempo, até sua ruptura (queda). A figura 4.2 mostra um perfil esquemático com os processos mais comuns de instabilização de blocos rochosos e o risco para moradias. A situação se agrava quando o bloco possui descontinuidades (fratura).

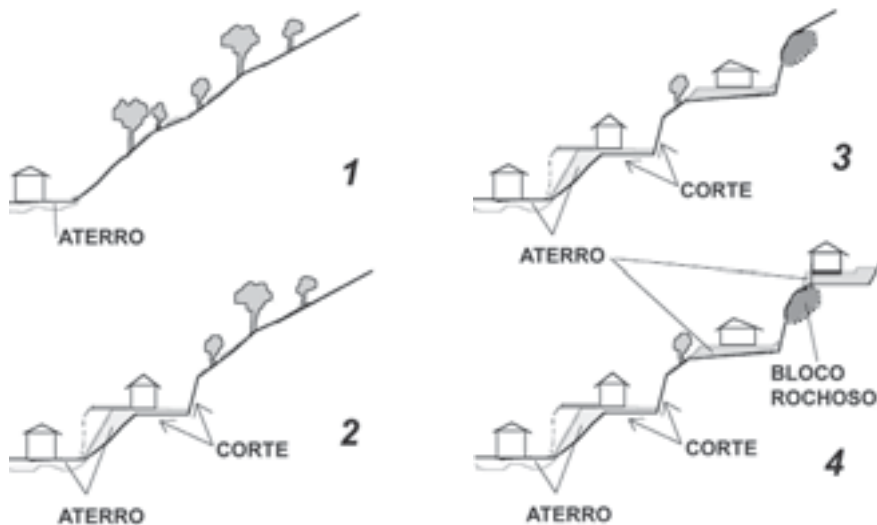


Figura 4.1 - (1) Ocupação de base de encosta; (2) evolução da ocupação; (3) Execução de cortes e aterros aflorando blocos rochosos; (4) Instabilização do bloco rochoso.

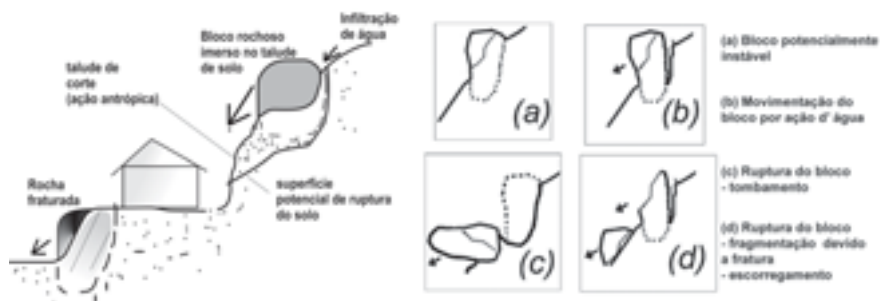


Figura 4.2 – (1) Alguns exemplos de processos que instabilizam o bloco rochoso e criam uma situação de risco para a moradia; (2) seqüência dos processos de instabilização até a ruptura de um bloco rochoso fraturado.

Os casos mais comuns de instabilidade em rocha são mostrados esquematicamente na Figura 4.3

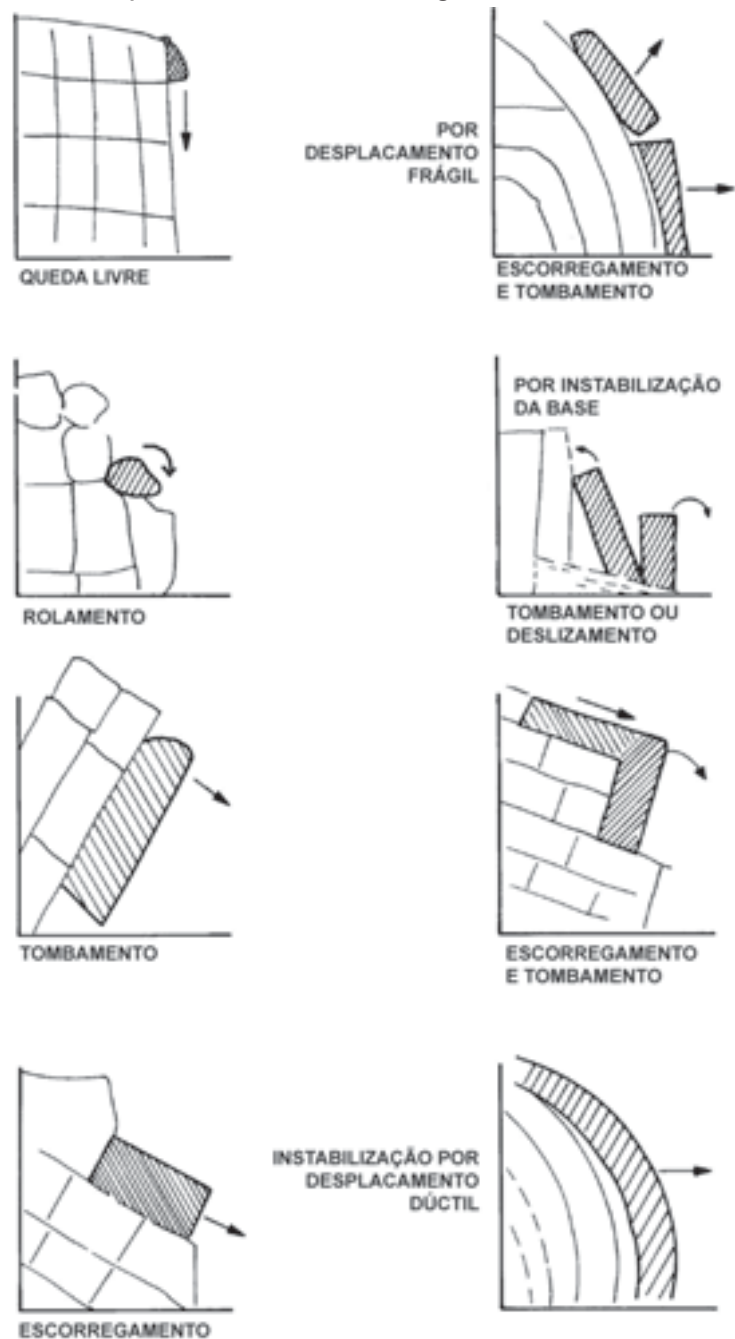
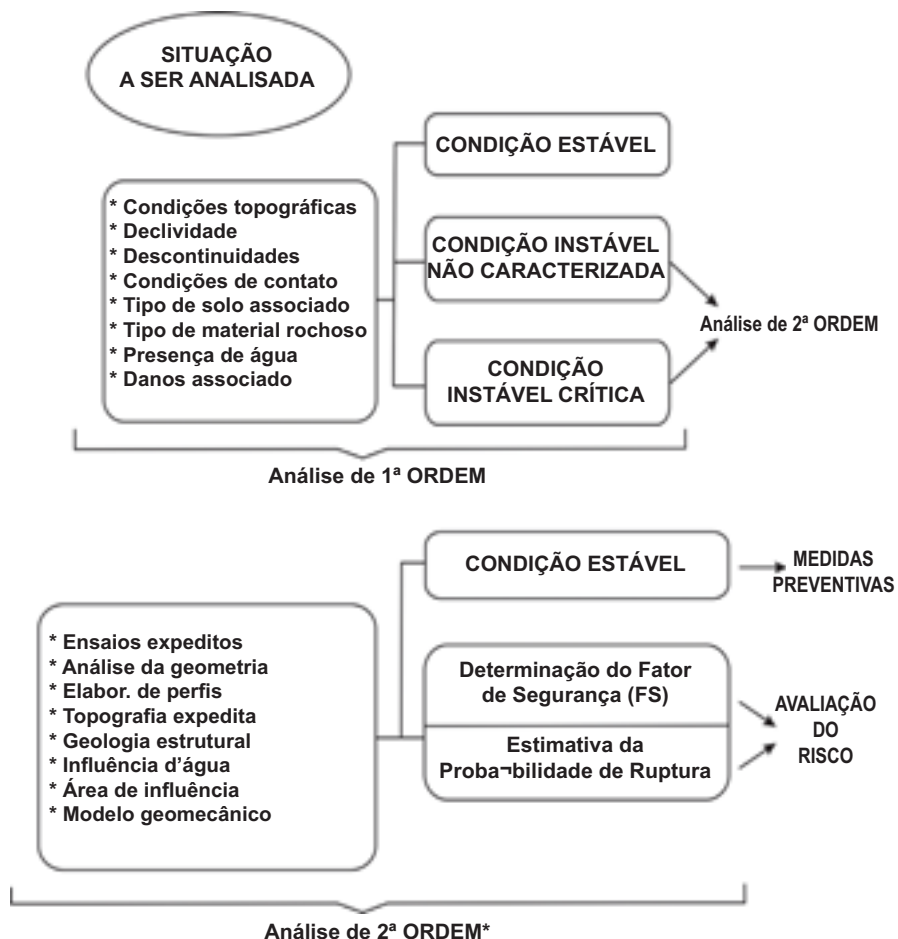


Figura 4.3 – Casos comuns no processo de instabilização

Logo abaixo é mostrado por meio do Fluxograma a seqüência ideal a ser adotada, a partir de uma situação encontrada, até a avaliação de risco.

Quadro 4.12 - Fluxograma parcial para avaliação de encostas rochosas (Yoshikawa, 1997).



* A análise de 3ª ORDEM, referem-se a Investigação detalhada visando a elaboração de procedimentos para estabilização definitiva do problema (ver Yoshikawa, NK, 1997 Fluxograma de Decisões - tese de doutorado - EPUSP)

Análise pós-ruptura

Normalmente as análises são feitas somente após um acidente, quando o ideal seria a identificação das condições desfavoráveis para a tomada de ações de prevenção. Na maioria dos casos, quando ocorre a ruptura, a situação remanescente é de difícil análise e geralmente a solução por contenção exige um alto custo. A investigação de um acidente pressupõe identificar se o talude é de solo ou de rocha:

a) Talude em solo: (superfície do plano basal em solo)

1. Verificar se há outros blocos na massa terrosa;
2. Verificar se o talude remanescente é vertical, inclinado ou negativo;
3. Medir a altura em que encontra o bloco rochoso em relação à base;
4. Verificar a forma geométrica do bloco rochoso;
5. Identificar se o solo é de aterro ou solo natural;
 - 5.1 solo residual – apresenta estruturas e granulometria homogênea;
 - 5.2 solo coluvionar – apresenta uma heterogeneidade de grãos;
 - 5.3 solo de aterro – desagrega facilmente e geralmente apresenta entulhos na massa terrosa.
6. Identificar se há condução de água de chuva para o talude, e identificar surgência d'água;
7. Verificar a direção preferencial de queda do bloco;
8. Interditar as casas na faixa de influência (faixa de espera);
9. Se a base for uma berma de talude, construir alambrado provisório para amortecimento; e
10. Verificar se a remoção estabiliza o talude.

b) Talude em rocha: (superfície do plano basal em rocha)

1. Classificar se o talude é vertical, inclinado ou negativo;
2. Verificar os planos da fratura e se possível medir os ângulos basais de inclinação e sua direção (acima de 30 graus);
3. Verificar se há percolação de água pelas fraturas;
4. Determinar o nível de alteração;
5. Identificar se há intercalações de rocha mais alteradas;
6. Identificar se há blocos em “balanço”;
 - 6.1 plano basal inclinado, e porção do bloco em contato maior que 80%;
 - 6.2 plano basal subhorizontal a horizontal – porção bloco em contato maior que 60%;
 - 6.3 blocos com altura maior que 1,5 vezes a largura de base;
7. Verificar a dimensão do bloco rochoso, ou talude rochoso instável, pois normalmente o volume envolvido de material é fundamental para se ter uma idéia do poder de destruição no caso de ruptura, bem como questão de custo e dificuldades associadas a sua remoção ou estabilização.

Como foi citado anteriormente, são quatro os tipos distintos nos quais podem ocorrer as rupturas:

1. Queda de blocos;
2. Queda e rolamento;
3. Deslizamento (escorregamento); e
4. Deslizamento e rolamento.

Geralmente a ruptura em rocha, seja qual for a natureza do processo mecânico, ocorrerá somente nos casos onde o Fator de Segurança (FS) já se encontra baixo (próximo de 1,0). Em uma análise, para se garantir que a situação não se encontre nesta condição, conforme Yoshikawa (1997), devido

às incertezas presentes na avaliação de encostas em área de risco, deve-se ter como referência um FS determinado bem acima de 1,0 (em torno de 3,5).

O processo de ruptura pode ser somente por queda de blocos, porém, na maioria dos casos, o processo termina com o rolamento nas encostas até encontrar uma barreira suficiente para impedir sua progressão.

A queda sempre ocorre por um desequilíbrio do corpo rochoso, deflagrado por presença de água ou movimentos de solo. Pelo fato da rocha encontrar-se com um fator de segurança baixo, este se desequilibra e cai.

O deslizamento de rocha é deflagrado sempre que as condições de atrito são vencidas por influência da água e pela alteração do material de contato. No entanto, na maioria dos casos em que ocorrem estes processos de ruptura, observa-se condições de fraturamento, bem como ângulos de mergulho destes planos desfavoráveis às características do material. A pressão neutra provocada pela vazão de água sempre é um fator desencadeador de um processo de ruptura.

No caso em que a rocha encontra-se em talude de solo, há que se verificar a forma geométrica, as condições de drenagem, e se a base do talude é vertical ou negativa.

No caso de talude em rocha, deve-se verificar primordialmente o ângulo de contato, o tipo de rocha, o grau de alteração e a presença de percolação de água nas fraturas.

Para taludes de rocha mediana a muito alterada, as condições de drenagem são desfavoráveis, possibilitando um processo de intemperização muito rápido. Sendo assim, há que se identificar e barrar a percolação de água e verificar o ângulo de inclinação do talude, que não poderá ultrapassar 45 graus.

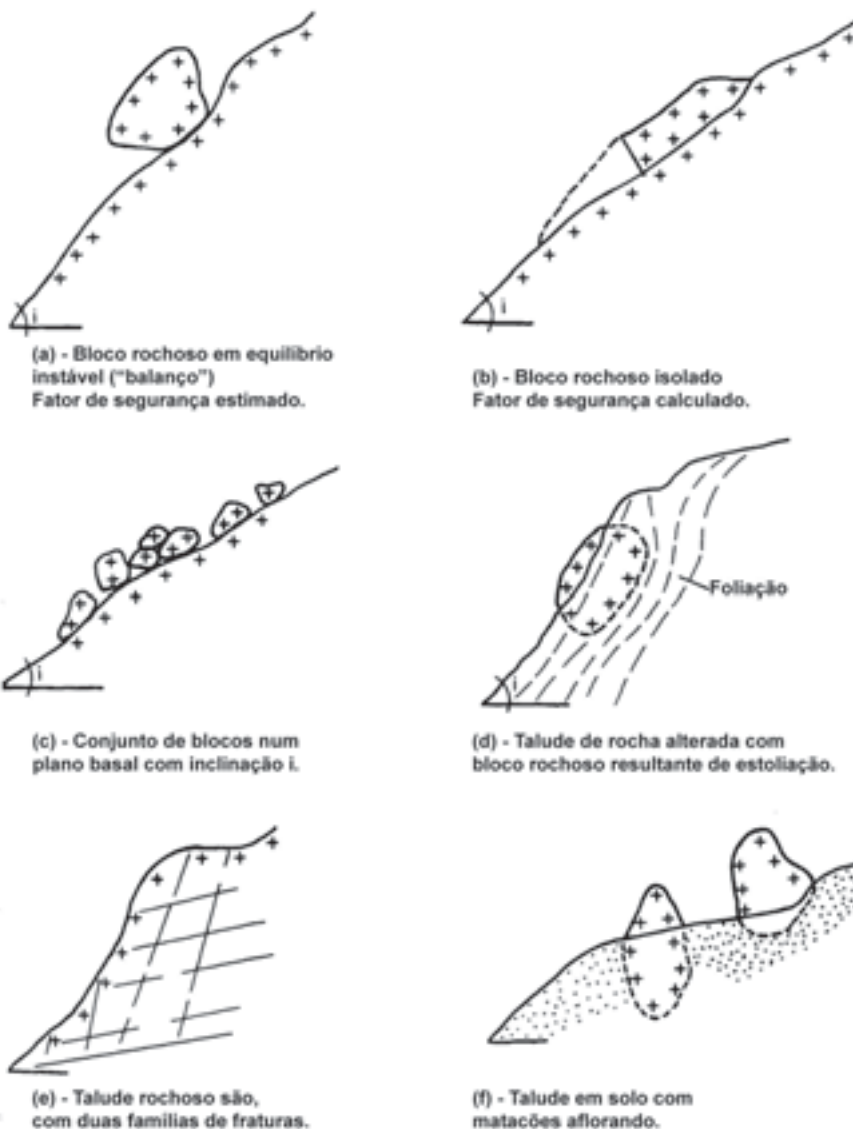


Figura 4.4 – Casos típicos encontrados nos morros do litoral paulista (Yoshikawa, 1997).

A partir da adoção do método de equilíbrio limite, onde são contabilizadas as condições favoráveis e desfavoráveis traduzidas pelo balanço de forças na condição de estabilidade presente, pode-se determinar um Fator de Segurança. Para

um estudo detalhado é necessária a obtenção de dados para o cálculo do Fator de Segurança. As figuras 4.5, 4.6 e 4.7 mostram exemplos de alguns levantamentos feitos para tal estudo.

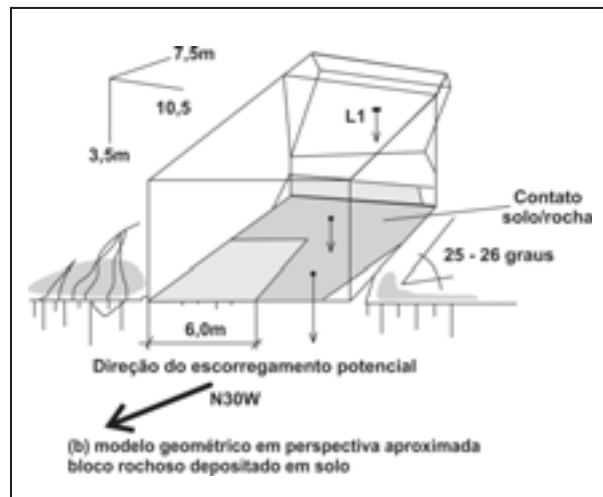


Figura 4.5 - Levantamento geométrico modelizado efetuado para uma bloco rochoso (Ilhabela, 2000)

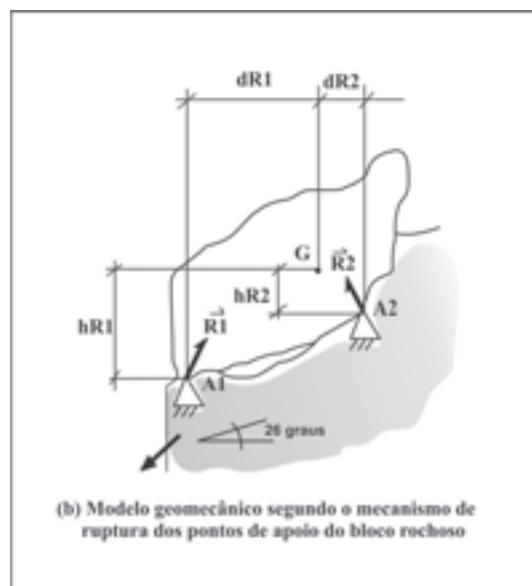
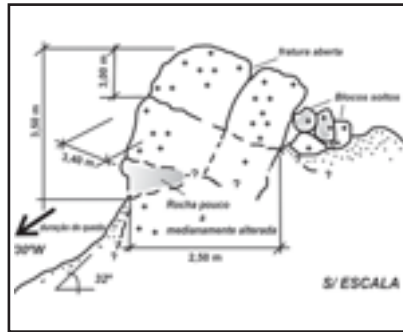


Figura 4.6 - Exemplo de um modelo geomecânico para estudo de estabilidade pelo método do equilíbrio limite



FIGURA 4.7 - Blocos rochosos potencialmente instáveis.



Exemplo de ilustração para levantamento geométrico

Na avaliação expedita, ou de caráter emergencial, executa-se o levantamento dos parâmetros que em tese, são determinantes para se fazer o balanço de forças. Deve-se incluir ainda outros condicionantes geotécnicos considerados importantes baseados em observações estatísticas de muitos casos. Portanto, empiricamente, através de uma ficha de levantamento dos parâmetros relevantes, os casos analisados são classificados em estável ou instável.

Avaliação da instabilidade

Para o estudo de estabilidade de solo, temos na maioria dos casos, como processo deflagrador da ruptura, a ação das águas. Já no caso de rochas, podemos separar em 3 categorias:

1. Bloco rochoso depositado em talude de solo

Processo deflagrador:

- Ação das águas (perda de resistência por saturação, erosão na base, etc.).
- Mudança do estado de tensão no solo (escavações, progressão da vegetação no talude, etc).

2. Bloco rochoso depositado em talude de rocha

Processo deflagrador:

- a. Ação das águas (alteração diferencial no contato, pressão neutra nas fraturas, solicitação mecânica por fluxo d'água).
- b. Vegetação (abertura de fraturas, reposicionamento dos blocos, solicitação por movimentação de árvores, etc.).

3. Talude rochoso fraturado

Processo deflagrador:

- a. Ação das águas (pressão neutra nas fraturas, solicitação mecânica por fluxo d'água, alteração nas discontinuidades, remoção de materiais de preenchimento nos contatos, etc.).
- b. Vegetação (abertura de fraturas, reposicionamento dos blocos, solicitação por movimentação de árvores, etc.).

Grau de instabilidade inerente a cada categoria

Considera-se que, para cada situação de instabilidade encontrada é necessária uma avaliação particular, no entanto, nos casos analisados pelo IPT, considerando-se o plano basal inclinado, observou-se que a instabilidade aumenta quando a rocha está associada a solo. Temos a instabilidade inerente decrescente nas categorias de 1 a 3.

Na Categoria 1, quando há contato de rocha com solo, a instabilidade resultante é sempre maior do que quando ocorrer contato rocha com rocha.

UTILIZAÇÃO DO ROTEIRO SINTETIZADO NUMA FICHA DE AVALIAÇÃO DE CAMPO

Conforme citado anteriormente, todos os conceitos associados a estabilidade de taludes rochosos, tais como,

condições de atrito, grau de fraturamento, alteração, coesão, equilíbrio instável estão previstos como fatores favoráveis e/ou desfavoráveis para estabilidade de um bloco rochoso ou de um talude rochoso.

Como nos trabalhos emergenciais de campo, as análises são expeditas. Os estudos realizados visam distinguir basicamente duas condições:

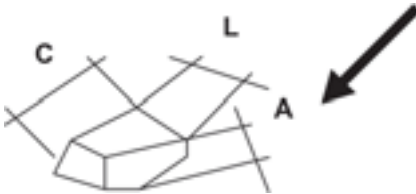
- Estáveis
- Instáveis

O grupo de situações instáveis deverá ser subdividido em subgrupos, nos quais a tomada de decisão será de acordo com a situação encontrada após análise mais detalhada, a cargo de um profissional habilitado.

Adotando-se uma postura conservadora, todos os casos que recaírem na condição instável deverão ser considerados de risco quando vislumbrado o potencial de danos.

Quadro 4.13 - Ficha de preenchimento de campo.

CADASTRO E AVALIAÇÃO DE RISCO DE ROCHAS		1/2
VISTORIA TÉCNICA PARA BLOCOS ROCHOSOS		Cadastro _____
EM ENCOSTAS		Número _____
LOCALIZAÇÃO:		DATA: ____/____/200__
1. Tipologia		
TALUDE ROCHOSO		TALUDE EM SOLO
A) VERTICAL ☐ (80 A 90) B) INCLINADO ☐		A) VERTICAL ☐ (80 A 90) B) INCLINADO ☐
2. Localização dos blocos rochosos		
A) IMERSO NO SOLO ☐ B) DEPOSITADO NO TOPO/FACE DO TALUDE DE SOLO ☐ A) FAZ PARTE DO TALUDE EM ROCHA ☐ B) DEPOSITADO NO TOPO/FACE DO TALUDE EM ROCHA ☐		
3. Condições de contato do(s) bloco(s) rochoso(s)		
1. Rocha/Rocha		2. Rocha/Solo
A) INCLINADO ☐ B) CONTATO LISO ☐		A) SOLO SECO ☐ B) SOLO SATURADO ☐ C) EROSÃO NO CONTATO ☐
4. Ângulo do Plano basal (GRAUS)		
A) 0 - 15 ☐	A) 15 - 35 ☐	C) MAIOR QUE 35 graus ☐
5. Condições de equilíbrio estático		
A) 70% EM CONTATO ☐ B) > 70% EM CONTATO ☐		
6. Condições de alteração do material		
A) SÃO ☐ A) MÉDIO A POUCO ALTERADO ☐ B) MUITO ALTERADO ☐ B) DESAGREGA MANUAL ☐		
		
		
		

7. Forma geométrica		8. Posição	
A) LASCAS (Extremidades finas) ☐ B) LAJES (Larura ou espessura bem menor que o comprimento) ☐ C) ARREDONDADOS OU CÚBICOS ☐		A) ÁREA MAIOR DO BLOCO EM CONTATO ☐ B) ÁREA MENOR DO BLOCO EM CONTATO ☐	
		9. Dimensões (aproximadas)	
		LARGURA (L) _____ COMPRIMENTO _____ ALTURA (A) _____ A) Menor que 20X20X20 cm ☐ B) Maior que 20X20X20 cm ☐	
10. Estrutura			
1. Talude em Rocha		2. Talude em solo	
A) 01 família de fraturas ☐ B) 02 famílias de fraturas ☐ B) 03 ou mais famílias ☐		A) Associado a solo natural ☐ B) Associado a aterro ☐	
11. Desenho da situação		Observações:	
		(ex.: é caminho d'água)	
		Quantidade de A) = _____ Quantidade de B) = _____	
		Se $B \geq A$ INSTÁVEL Se $B \gg A$ MUITO INSTÁVEL Se $B < A$ ESTÁVEL	
1. ESTÁVEL ($B < A$) ☐ 2. MONITORAR ($B = A$ OU $B > A$ DIF. ATÉ 1) ☐ 3. INTERDITAR E SOLICITAR INSPEÇÃO TÉCNICA ☐ (B >>> A)			
Vistoria efetuada por:			
Nome: _____ Ass _____			

Avaliação do risco

No roteiro aqui estabelecido, a caracterização do risco será puramente qualitativa, pois não se pretende fazer uma análise de risco propriamente dita, mas sim, ter uma noção do risco a partir de observações expeditas no campo, considerando-se o perigo existente, principalmente quanto a localização e a quantidade de moradias ou edificações.

Critério para estabelecimento de risco

No Quadro 4.14 é feito um resumo dos critérios para o estabelecimento do grau de risco e as ações correspondentes. Deve-se enfatizar que para os graus de risco médio, alto e muito alto, mesmo não ocorrendo indícios de movimentação da encosta ou talude, as moradias e outras áreas deverão ser interditadas.

Quadro 4.14 - Critério para estabelecimento do grau de risco

Grau de risco	Condição da rocha obtida na ficha de campo	Caracterização do risco	Condicionante	Ação
R1	Estável	Risco baixo ou inexistente	Sinais de escavação ou outra atividade antrópica	-
R2	Instável	Risco Médio	Já ocorreu a ruptura Remanescente em direção da área de influência	Alerta – Interdição
R3	Instável	Risco Alto	Não ocorreu a ruptura Direção de queda provavelmente na área de influência	Alerta – Interdição
R4	Muito Instável	Risco Muito Alto	Qualquer atividade de uso e ocupação no entorno.	Alerta – Interdição

AÇÕES EMERGENCIAIS E OBRAS DE ESTABILIZAÇÃO

Para ações emergenciais, tendo em vista uma ruptura ocorrida ou a determinação de uma situação muito instável por meio da ficha de avaliação, pode-se lançar mão de algumas intervenções emergenciais.

Técnicas de contenção emergenciais

- Reforço de base com cascalhos ou rachão;
- Impermeabilização contra águas pluviais na superfície do talude de solo;
- Paliçadas de madeira com telas de alambrado;
- Desvio das águas superficiais de cotas superiores com canaletas tipo meia-cana;
- Suspensão por cabos de aço;
- Escavação de “berços”;
- Desvios de água por meio de meias-canas.

85

Técnicas de estabilização

Depois de definida a probabilidade do risco conforme análise anterior pode se definir o tipo de intervenção a ser adotada, tais como:

- Muros de arrimo;
- Atirantamento de blocos;
- Muros atirantados;
- Grelhas atirantadas;
- Contrafortes (Gigantes);
- Construção de pilares de concreto;
- Retaludamento do solo;
- Retaludamento do maciço rochoso; e
- Drenagem por barbacãs.

Conforme citado anteriormente, para eliminar o risco, caso o problema esteja restrito a blocos rochosos devidamente identificados como instáveis, pode-se executar sua remoção ou sua fragmentação em dimensões menores. Os métodos mais comuns são:

- Cantaria;
- Métodos de desmonte por explosivos convencionais e plásticos;
- Argamassas ou lamas expansivas;
- Pólvora negra;
- Boulder buster”; e
- Derrubada por alavancas (manual).

MONITORAMENTO EXPEDITO

Uma etapa de suma importância, porém pouco utilizada, é a observação contínua de situações potencialmente instáveis, que poderão gerar situações de risco. O processo sistemático de observação e medição, visando estabelecer o comportamento de uma rocha ou maciço rochoso, denomina-se monitoramento ou auscultação quando se utiliza equipamentos de precisão.

Recomenda-se a adoção de monitoramento expedito, devido a seu baixo custo e facilidade de operação. Os métodos de monitoramento expedito mais comuns são:

- Indicadores de abertura de fraturas com colunas de gesso;
- Documentação fotográfica;
- Medida de deslocamento de blocos com trena;
- Verificação da movimentação de solo através da vegetação, em taludes com blocos imersos;
- Inspeção de surgências ou percolações de água; e
- Verificação de trincas ou abatimentos de solo.

CAPÍTULO 5

IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE E MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES



CAPÍTULO 5

IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE E MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES

As enchentes e inundações representam um dos principais tipos de desastres naturais que afligem constantemente diversas comunidades em diferentes partes do planeta, sejam áreas rurais ou metropolitanas. Esses fenômenos de natureza hidrometeorológica fazem parte da dinâmica natural e ocorrem freqüentemente deflagrados por chuvas rápidas e fortes, chuvas intensas de longa duração, degelo nas montanhas e outros eventos climáticos tais como furacões e tornados, sendo intensificados pelas alterações ambientais e intervenções urbanas produzidas pelo Homem, como a impermeabilização do solo, retificação dos cursos d'água e redução no escoamento dos canais devido a obras ou por assoreamento.

Boa parte das cidades brasileiras apresenta problemas de enchentes e inundações, sendo as das regiões metropolitanas aquelas que apresentam as situações de risco mais graves decorrentes do grande número de núcleos habitacionais de baixa renda ocupando terrenos marginais de cursos d'água.

Este tópico visa mostrar aspectos de interesse ao estudo de enchentes e inundações, com base no entendimento dos diferentes tipos de processos e proposição de medidas de gerenciamento de risco, a partir da identificação e análise de cenários de risco que comumente ocorrem em cidades brasileiras.

ASPECTOS CONCEITUAIS

Enchente

As águas de chuva, ao alcançar um curso d'água, causam o aumento na vazão por certo período de tempo. Este acréscimo na descarga d'água tem o nome de cheia ou enchente, como observado na figura 5.1



Figura 5.1 – Situação de enchente em um canal de drenagem.

ENCHENTE ou CHEIA

Elevação temporária do nível d'água em um canal de drenagem devida ao aumento da vazão ou descarga.

Inundação

Por vezes, no período de enchente, as vazões atingem tal magnitude que podem superar a capacidade de descarga da calha do curso d'água e extravasar para áreas marginais habitualmente não ocupadas pelas águas. Este extravasamento caracteriza uma inundação (figura 5.2), e a área marginal, que periodicamente recebe esses excessos de água denomina-se planície de inundação, várzea ou leito maior.



Figura 5.2 – Inundação de terrenos marginais.

INUNDAÇÃO

Processo de extravasamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais (planície de inundação, várzea ou leito maior do rio) quando a enchente atinge cota acima do nível máximo da calha principal do rio.

Na figura 5.3, observa-se, didaticamente, os processos de enchente e inundação.



Figura 5.3 – Perfil esquemático do processo de enchente e inundação.

Vazão

A vazão é definida como o volume de água escoado na unidade de tempo em uma determinada seção do curso d'água.

VAZÃO

Quantidade de água que passa por uma dada seção em um canal de drenagem num período de tempo.

Planície de inundação

Define-se como planície de inundação as áreas relativamente planas e baixas que de tempos em tempos recebem os excessos de água que extravasam do seu canal de drenagem (figura 5.4). Tecnicamente, o canal de drenagem que confina um curso d'água denomina-se leito menor e a planície de inundação representa o leito maior do rio. Emprega-se também o termo várzea para identificar a planície de inundação de um canal natural de drenagem.



Figura 5.4 – Planície de inundação.

PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO, VÁRZEA OU LEITO MAIOR DO RIO

Áreas marginais que recebem episodicamente os excessos de água que extravasam do canal de drenagem.

Alagamento

93

Define-se alagamento como o acúmulo momentâneo de águas em uma dada área por problemas no sistema de drenagem, podendo ter ou não relação com processos de natureza fluvial (figura 5.5).



Figura 5.5 – Situação de alagamento.

ALAGAMENTO

Acúmulo momentâneo de águas em uma dada área decorrente de deficiência do sistema de drenagem.

Enxurrada

Define-se enxurrada como o escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode ou não estar associado a áreas de domínio dos processos fluviais (figura 5.6). É comum a ocorrência de enxurradas ao longo de vias implantadas sobre antigos cursos d'água com alto gradiente hidráulico e em terrenos com alta declividade natural.



Figura 5.6 – Escoamento concentrado das águas pluviais.

ENXURRADA

Escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte.

Erosão marginal

Remoção e transporte de solo dos taludes marginais dos rios provocados pela ação erosiva das águas no canal de drenagem (figura 5.7).



Figura 5.7 – Taludes marginais sujeitos a erosão.

Solapamento

Ruptura de taludes marginais do rio por erosão e ação instabilizadora das águas durante ou logo após processos de enchentes e inundações (figura 5.8).



Figura 5.8 – Situação de risco associada a erosão e solapamento dos taludes marginais, com ocupação ribeirinha.

Área de risco de enchente e inundação

No contexto urbano, define-se como área de risco de enchente e inundação os terrenos marginais a cursos d'água ocupados por núcleos habitacionais precários sujeitos ao impacto direto desses fenômenos (figura 5.9). As pessoas que habitam essas áreas estão sujeitas a danos à integridade física, perdas materiais e patrimoniais.



Figura 5.9 – Área de risco de enchentes e inundações, associada a ocupação de baixa renda.

ÁREA DE RISCO DE ENCHENTE E INUNDAÇÃO

Terrenos marginais e cursos d'água ocupados por assentamentos habitacionais precários sujeitos ao impacto direto de processos de enchentes e inundações.

CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ASPECTOS CONCEITUAIS

Pelas definições conceituais apresentadas, a diferença entre enchente e inundação se resumiria ao confinamento ou não das águas de um curso d'água no seu canal de drenagem.

Importante entender que o processo hidrológico de enchente ou inundação é um fenômeno dinâmico e que ao longo de um curso d'água podemos ter trechos com cenários de enchentes e trechos com cenários de inundação, com características dinâmicas específicas de energia cinética, volumes de água e impacto destrutivo que podem ou não causar efeitos adversos às ocupações humanas presentes nas áreas de domínio dos processos hidrológicos.

Nas cidades, a questão da drenagem urbana envolve, além dos processos hidrológicos de enchentes e inundações diretamente ligadas aos cursos d'água naturais, processos de alagamentos e enxurradas, decorrentes de deficiências no sistema de drenagem urbana e que podem ou não ter relação com os processos de natureza fluvial. Em muitas cidades o descompasso entre o crescimento urbano e a drenagem urbana tem originado graves problemas de alagamentos e enxurradas.

Os trabalhos em áreas de risco de enchentes e inundações devem procurar identificar e entender os diversos processos passíveis de ocorrer, tanto aqueles de natureza efetivamente hidrológica, quanto os processos conseqüentes tais como erosão marginal e solapamento, capazes de causar danos para a ocupação.

Considerações sobre aspectos que condicionam a ocorrência de acidentes de enchentes e inundações em áreas urbanas

Os condicionantes naturais climáticos e geomorfológicos de um dado local (pluviometria; relevo; tamanho e forma da bacia; gradiente hidráulico do rio) são determinantes na

freqüência de ocorrência, tipologia e dinâmica do escoamento superficial de processos de enchentes e inundações.

Pode-se dizer que, além dos condicionantes naturais, as diversas intervenções antrópicas realizadas no meio físico têm sido determinantes na ocorrência de acidentes de enchentes e inundações, principalmente nas áreas urbanas. Nas cidades brasileiras a expansão urbana se dá com um conjunto de ações que modificam as condições originais do ciclo hidrológico de uma dada região: o desmatamento, a exposição dos terrenos à erosão e conseqüente assoreamento dos cursos d'água, a impermeabilização dos terrenos, os diversos tipos de intervenção estrutural nos cursos d'água e, principalmente, no tocante à questão de risco, a ocupação desordenada dos seus terrenos marginais.

Sob o ponto de vista hidrológico a Figura 5.10 mostra de forma clara a alteração provocada na vazão máxima de uma bacia em função da impermeabilização dos terrenos em decorrência da urbanização.



Figura 5.10 - Modificações no hidrograma pela impermeabilização da bacia

Efeitos adversos de enchentes e inundações

As enchentes e inundações apresentam efeitos danosos sobre a população, os quais podem ser classificados como diretos e indiretos.

Os principais efeitos diretos são mortes por afogamento, a destruição de moradias, danos materiais diversos e gastos com recuperação. Os indiretos são principalmente aqueles relacionados às doenças transmitidas por meio da água contaminada, como a leptospirose, a febre tifóide, a hepatite e a cólera.

PROCESSOS E CENÁRIOS DE RISCO DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES

A seguir, são descritos os principais processos e respectivos cenários de risco ligados a enchentes e inundações nas cidades brasileiras. Tais processos apresentam diferentes características dinâmicas, que dependem das condições climáticas e das características do relevo e da conformação geológica e geomorfológica da área de ocorrência do processo.

Cenário de risco de enchente e inundação de planícies fluviais

Os processos de enchentes e inundações ocorrem em cidades que apresentam relevo com planícies fluviais extensas, onde normalmente se concentram grandes aglomerações de pessoas e diferentes ramos de atividade humana (figura 5.11). São áreas que apresentam como principal característica uma baixa capacidade natural de escoamento dos cursos principais de drenagem. Nas

áreas litorâneas, o escoamento das águas superficiais é condicionado também pela condição da maré.

O crescimento acelerado da ocupação nas grandes cidades, com o aumento da área impermeabilizada, diminui o tempo de concentração, aumentando a velocidade de escoamento das águas superficiais em direção às calhas de drenagem principal. A carência de obras de drenagem e outros serviços de infra-estrutura urbana contribuem para o incremento do problema.

Acidentes dessa natureza causam diversos transtornos em áreas com ocupação consolidada e não consolidada. As áreas de risco com seus assentamentos precários constituem os elementos de risco com maior grau de vulnerabilidade. Geralmente o risco de perdas sociais é pequeno, considerando a dinâmica relativamente lenta do processo de inundação, sendo pequena a possibilidade de ocorrência de óbitos. Por atingir freqüentemente extensas áreas, os transtornos à rotina da cidade são grandes. Da mesma forma, as diversas perdas materiais e patrimoniais são significativas.



Figura 5.11 – Planície de inundação com ocupação urbana.

Características do processo

Geralmente os processos de enchente e inundação envolvendo extensas planícies fluviais apresentam dinâmica relativamente lenta no início das chuvas, desenvolvimento das cheias e extravasamento para as planícies de inundação.

Além da dinâmica relativamente lenta de escoamento superficial, o recuo das águas para o leito menor também é lento o que aumenta os danos, os riscos de contaminação e os transtornos. Este processo atinge um grande número de moradias, porém, existe uma pequena possibilidade de perda de vidas humanas, mesmo em relação às áreas de risco caracterizadas pelas ocupações precárias.

Cenário de risco de enchente e inundação com alta energia cinética atingindo ocupação ribeirinha

101

Este processo ocorre ao longo dos cursos d'água, em vales encaixados ou espremidos pela ocupação marginal. São processos comuns em anfiteatros de drenagem restritos com alta declividade nas porções de cabeceira. Ocorrem enchentes violentas, com alta velocidade de escoamento, produzindo forças dinâmicas capazes de causar acidentes, destruindo moradias localizadas no leito menor do curso d'água, junto aos barrancos dos rios, por ação direta das águas ou, por erosão e conseqüente solapamento das margens dos rios. Nas metrópoles brasileiras, muitas áreas de risco de enchentes estão relacionadas com a ocupação de favelas em margens de córrego. Enchentes com alta energia e alto poder erosivo e de impacto são processos ocorrentes, principalmente, nas áreas de domínio serrano e montanhoso,

em bacias hidrográficas que permitem rápida concentração e altos valores de vazão.

Processos deste tipo possibilitam a ocorrência de óbitos, perdas materiais e patrimoniais diversas, pelo impacto direto das águas ou solapamento de taludes marginais. A ocorrência de processos de enchente e inundação atinge principalmente os assentamentos precários situados na porção ribeirinha (figura 5.12).



Figura 5.12 – Situações de risco associado a enchentes com alta energia de escoamento.

Características do processo

Este tipo de processo apresenta geralmente efeitos destrutivos mais restritos ao canal de drenagem, com ocorrência de erosão e solapamento dos taludes marginais decorrentes da enchente. Sua característica principal é o impacto destrutivo em função da alta energia de escoamento, podendo ocorrer a destruição de moradias, com possibilidade moderada a alta de perda de vidas humanas, na medida em que as edificações com piores condições construtivas e maior vulnerabilidade localizam-se à beira dos córregos.

Cenário de risco de enchente e inundação com alta energia de escoamento e capacidade de transporte de material sólido

São enchentes e inundações de alta energia cinética, onde a água transporta elevada carga de material sólido (sedimentos de diferentes granulometrias e detritos vegetais) por saltação, suspensão, rolamento e arraste. São processos que ocorrem principalmente em ambiente de relevos montanhosos e, em razão da presença de muito material sólido, o fenômeno adquire poder destrutivo maior do que aquele descrito anteriormente (figura 5.13).

Processos deste tipo possibilitam a ocorrência de óbitos, perdas materiais e patrimoniais diversas, pelo impacto direto das águas com alta energia de escoamento e transporte de material sólido (sedimentos, blocos de rocha, troncos de árvore) quando a ocorrência de processo de enchente e inundação atinge assentamentos precários.



Figura 5.13 – Situação de risco associado a enchentes e inundações com alta energia cinética e alta capacidade de erosão e arraste.

Características do processo

Este tipo de processo ocorre geralmente em anfiteatros de drenagem de relevo serrano, tendo alta energia de impacto destrutivo. Devido à alta energia é alta a possibilidade de perda de vidas humanas e de destruição total ou parcial de moradias.

MÉTODOS E TÉCNICAS DE IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE ÁREAS DE RISCO DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES

Como já foi visto o primeiro passo dos trabalhos para o gerenciamento de áreas de risco é a identificação e a localização das áreas potencialmente sujeitas a sofrerem danos relacionados a processos de enchentes e inundações.

No caso das cidades, devem ser identificados prioritariamente os assentamentos precários ao longo dos cursos d'água, que constituem comumente as situações de risco mais grave.

Identificação de risco

A seqüência das atividades de identificação de riscos pode ser assim conduzida:

1. o que identificar?

Identificar os cenários de risco de enchentes e inundações presentes na cidade envolvendo principalmente os assentamentos precários.

2. como identificar?

Reconhecer os locais de perigo ou as áreas de risco por meio de pesquisa dirigida, buscando registros de ocorrências de enchentes e inundações na área urbana e registros de ocorrências de enchentes e inundações envolvendo assentamentos precários. Outra alternativa, seria a identificação dos principais cursos d'água, a verificação posterior da ocupação presente e o seu risco potencial, a ser realizado nos trabalhos subseqüentes de mapeamento de áreas de risco propriamente dito.

3. como localizar?

As áreas de risco ou locais potenciais de risco de enchente e inundações envolvendo assentamentos precários previamente identificados e listados, devem ser, a seguir, localizados espacialmente em plantas cartográficas, guias de ruas, fotos aéreas de levantamentos aerofotogramétricos recentes, ou outra alternativa locacional disponível. Além da identificação e delimitação espacial das áreas, as bacias e os cursos d'água problemáticos podem ser representados em plantas cartográficas.

Poderá ser feito ainda um cadastramento preliminar das áreas de risco por meio de banco de dados específico, que contemplará fichas de cadastro com descrição do nome da área, nome do córrego, nome da bacia, histórico de acidentes, tipologia de ocupação urbana e outras informações de interesse.

MAPEAMENTO E ANÁLISE DE ÁREAS DE RISCO DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES EM ÁREAS URBANAS

Após a identificação e a delimitação preliminar da área em fotos aéreas ou plantas cartográficas, há que se buscar por produtos cartográficos cadastrais ou imagens com escalas maiores, onde seja possível visualizar moradia por moradia.

Fotos aéreas de baixa altitude, obtidas a partir de sobrevôos de helicóptero, tem sido uma ferramenta de grande utilidade para mapeamentos de áreas de risco, na medida em que são de rápida execução, apresentam excelente escala de trabalho e mostram a condição atual de risco.

Nessas fotos aéreas de baixa altitude é possível fazer uma pré-setorização ou setorização preliminar dos diferentes compartimentos de risco.

No caso dos processos de enchentes e inundações, essa setorização preliminar terá como vetor de análise o curso d'água, e os diferentes compartimentos de risco deverão ser delimitados em função dos critérios adotados na classificação de risco. A utilização dessas fotos facilita a contagem do número de moradias presentes na área, fornece uma melhor visualização do padrão construtivo e da localização relativa com relação à drenagem. Toda etapa descrita anteriormente é realizada em escritório.

Critérios de análise de risco

A seguir são apresentados alguns parâmetros e critérios de análise e de classificação de riscos para ocupações urbanas sujeitas a processos de enchentes e inundações.

1. Análise dos cenários de risco e potencial destrutivo dos processos hidrológicos ocorrentes.

O primeiro critério de análise refere-se à identificação do cenário hidrológico presente em cada área a ser investigada. Nesse sentido, e de forma orientativa, pode-se considerar as tipologias de processos hidrológicos referentes aos respectivos cenários de risco anteriormente descritos:

- a) Processo hidrológico 1: enchente e inundação lenta de planícies fluviais - C1;
- b) Processo hidrológico 2: enchente e inundação com alta energia cinética - C2;
- c) Processo hidrológico 3: enchente e inundação com alta energia de escoamento e capacidade de transporte de material sólido - C3.

107

Cada um dos processos hidrológicos comumente ocorrentes será utilizado como critério de análise e de periculosidade na medida em que consistem em processos com diferente capacidade destrutiva e potencial de danos sociais e econômicos em função da sua magnitude, energia de escoamento, raio de alcance lateral e extensão e impacto destrutivo.

2. Vulnerabilidade da ocupação urbana

O segundo critério para análise de risco refere-se à vulnerabilidade da ocupação urbana presente em cada área de risco. A avaliação da vulnerabilidade compreende a análise do padrão construtivo considerando basicamente 2 tipologias construtivas:

- a) alta vulnerabilidade de acidentes (V1): baixo padrão construtivo onde predominam moradias construídas com madeira, madeirite e restos de material com baixa capacidade de resistir ao impacto de processos hidrológicos;
- b) baixa vulnerabilidade de acidentes (V2): médio a bom padrão construtivo onde predominam moradias construídas em alvenaria com boa capacidade de resistir ao impacto de processos hidrológicos.

3. Distância das moradias ao eixo da drenagem

O terceiro critério para análise de risco refere-se à distância das moradias ao eixo da drenagem, logicamente considerando o tipo de processo ocorrente na área e o raio de alcance desse processo. Intrinsecamente neste critério há embutida a frequência de ocorrência: fenômenos com maior raio de alcance estão associados a eventos de maior magnitude e de menor tempo de retorno em termos estatísticos tendo as chuvas como agente deflagrador do processo.

- a) alta periculosidade (P1): alta possibilidade de impacto direto considerando o raio de alcance do processo;
- b) baixa periculosidade (P2): baixa possibilidade de impacto direto considerando o raio de alcance do processo.

Definição de níveis de risco

A definição de níveis relativos de risco considerando os 3 critérios e parâmetros de análise de risco pode ser desenvolvida considerando diferentes arranjos entre os mesmos. São definidos nessa análise 4 níveis de risco: RISCO MUITO ALTO (MA), RISCO ALTO (A), RISCO MÉDIO (M) E RISCO BAIXO (B).

Descreve-se a seguir a análise de risco de enchentes e inundações segundo os três critérios adotados.

Tabela 5.1 – Grau de risco preliminar segundo arranjo entre cenários hidrológicos e vulnerabilidade das habitações.

	C1	C2	C3
V1	M	A	MA
V2	B	M	A

Tabela 5.2 – Grau de risco final segundo arranjo considerando os cenários hidrológicos, vulnerabilidade das habitações e periculosidade do processo segundo a distância das moradias ao eixo da drenagem.

	P1	P2
C1xV1	M	B
C1xV2	B	B
C2xV1	A	M
C2xV2	M	B
C3xV1	MA	A
C3xV2	A	M

No resultado final dos arranjos considerando os 3 critérios teríamos:

Cenário de risco muito alto (MA) – Risco R4:

a) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo (C1) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1).

Cenários de risco alto (A) – Risco R3:

a) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder

destrutivo (C3) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2);

b) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo (C3) atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1);

c) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alto poder destrutivo (C2) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P2).

Cenários de risco médio (M) – Risco R2:

a) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo (C3) atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2);

b) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alto poder destrutivo (C2) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P2);

c) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alto poder destrutivo (C2) atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1);

d) Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo (C3) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1).

Cenários de risco baixo – Risco R1:

- a) Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo (C1) atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1);
- b) Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo (C1) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V2), situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2);
- c) Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo (C1) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2);
- d) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alto poder destrutivo (C2) atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2).

Com base nos níveis de risco segundo o arranjo analisado para os critérios adotados, pode-se fazer a pré-setorização espacial de risco, em fotos aéreas de baixa altitude ou em bases cartográficas de grande escala.

Após a realização da setorização preliminar iniciam-se os levantamentos de campo para análise mais detalhada dos processos hidrológicos ocorrentes, vulnerabilidade das moradias e periculosidade da área ocupada. Tais critérios e outros dados de interesse, bem como a indicação do grau de risco, fazem parte do conteúdo das fichas de cadastro.

Com os dados do levantamento de campo faz-se a síntese final da setorização de risco dos setores de baixada, com a delimitação dos compartimentos com os diferentes graus de risco de enchentes e inundações.

CAPÍTULO 6

NOÇÕES DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS COMO FERRAMENTA NA GESTÃO MUNICIPAL



CAPÍTULO 6

NOÇÕES DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS COMO FERRAMENTA NA GESTÃO MUNICIPAL

A coleta de informações sobre a distribuição geográfica de recursos minerais, propriedades animais e plantas sempre foi uma parte importante das atividades das sociedades. Até recentemente, no entanto, isto era feito em documentos e mapas em papel, impedindo uma análise que combinasse diversos mapas e dados. Com o desenvolvimento da tecnologia de informática, tornou-se possível armazenar e representar tais informações em ambiente computacional, abrindo espaço para o aparecimento do Geoprocessamento.

Nesse contexto, o termo Geoprocessamento denota o conjunto de tecnologias de coleta, tratamento e desenvolvimento de informações espaciais.

Dentre estas tecnologias, o SIG (Sistema de Informações Geográficas) é o conjunto de instrumentos computacionais que processam dados de natureza espacial (exemplos: os CEPs, os números de telefone, os bairros, os municípios, banco de dados, mapas, etc.), permitindo a realização de análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados

georreferenciados. Tornam possível, ainda, automatizar a produção de documentos cartográficos. Em resumo, os SIGs são sistemas voltados à aquisição, análise, armazenamento, manipulação e apresentação de informações espaciais.

Arquitetura de SIG

Numa visão abrangente, pode-se considerar que um SIG tem os seguintes componentes: interface com o usuário, entrada e interação de dados, consulta e análise de dados, ferramentas de visualização e plotagem, gerência de dados espaciais. A figura 6.1 mostra esses relacionamentos.

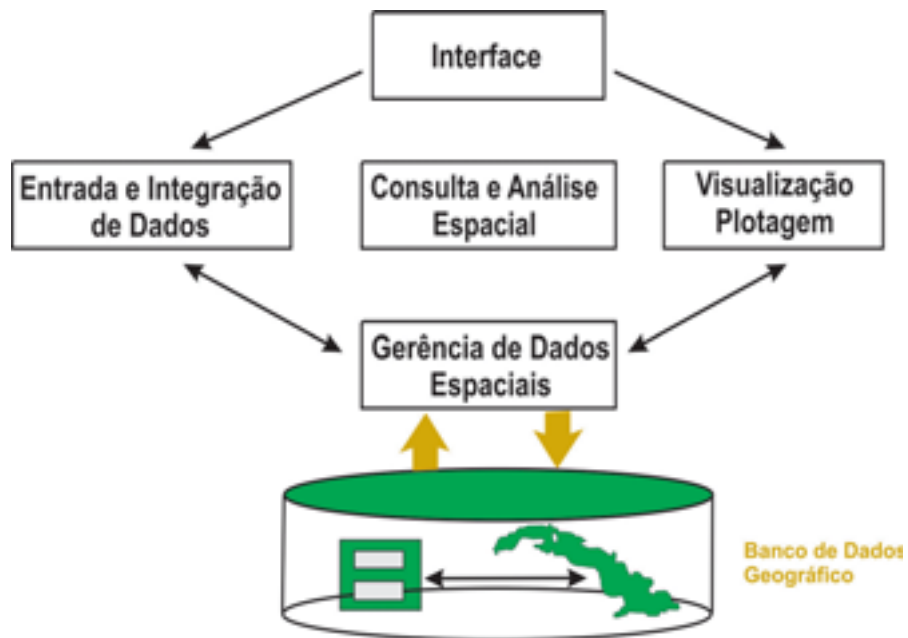


Figura 6.1 - Arquitetura de um SIG.

Para se montar um SIG, é necessário que certos requisitos sejam cumpridos, tais como:

1. Obtenção de um software – o próprio SIG
 - Existem diversos softwares de SIG no mercado, como SPRING (INPE – gratuito), ArcView e ArcInfo (ESRI), MapInfo.
2. Hardware - o computador propriamente dito (Computador, Impressora, Scanner, Plotter etc)
 - Observar especificações necessárias para rodar o software do SIG.
3. Recursos humanos – motor do SIG
 - Profissional especializado em SIG.
 - Definição clara do produto esperado.
 - Definição de métodos e procedimentos de análise.
4. Dados – o combustível do SIG
 - Mapas
 - Tabelas
 - Cartas
 - Imagens
 - Bancos de dados
 - Etc...

Tipos de dados

Os dados que são inseridos no SIG podem ser de várias naturezas. Mapas digitalizados ou escaneados, imagens de satélite, fotografias aéreas entre outros. A seguir são descritos alguns desses tipos de dados.

Dados temáticos

Dados temáticos descrevem a distribuição espacial de uma grandeza geográfica, expressa de forma qualitativa, como os mapas de pedologia e a aptidão agrícola de uma região. Estes dados, obtidos a partir de levantamento de campo, são inseridos no sistema por digitalização ou de forma mais automatizada, a partir de classificação de imagens.

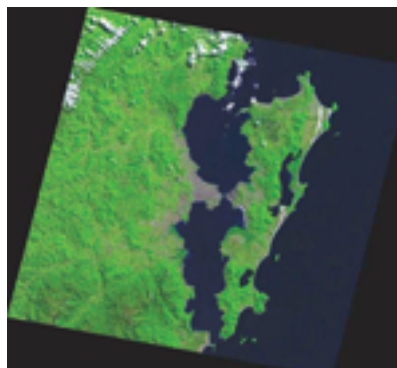
Um dado cadastral distingue-se de um temático, pois cada um de seus elementos é um objeto geográfico, que possui atributos e pode estar associado a várias representações gráficas. Por exemplo, os lotes de uma cidade são elementos que possuem atributos (dono, localização, valor venal, IPTU devido, etc.) e que podem ter representações gráficas diferentes em mapas de escalas distintas. Os atributos estão armazenados num sistema gerenciador de banco de dados.

IMAGENS

Obtidas por satélites, fotografias aéreas ou “scanners” aerotransportados, as imagens representam formas de captura indireta de informação espacial. Armazenadas como matrizes, cada elemento de imagem (denominado “pixel”) tem um valor proporcional à energia eletromagnética refletida ou emitida pela área da superfície terrestre correspondente. A figura 6.2 apresenta uma relação de imagens obtidas por diversos tipos de satélite.



A – Imagem Landsat TM 7



B – Spot



C – Ikonos



D – Quickbird

Figura 6.2 - Exemplos de imagens de satélite disponíveis no mercado.

São várias as dificuldades na utilização do SIG, a saber:

- Alto custo na montagem do computador.
- Alto custo na aquisição de programas.
- Necessidade de um profissional especializado.
- Falta de dados:
 - Bases cartográficas
 - Dados censitários

É importante ressaltar que o papel dos técnicos municipais, além de definir o produto final desejado com o SIG, é obter dados de diversas fontes e documentos cartográficos à serem inseridos em um determinado SIG por

um profissional especializado, pois sem este profissional, o SIG não se viabiliza.

PORQUE É IMPORTANTE A UTILIZAÇÃO DO SIG?

Possibilita a análise de grande quantidade de dados.

- Facilita a geração de mapas temáticos.
- Facilita a consulta e manutenção de dados.
- Representa graficamente informações de natureza espacial.
- Recupera informações com base em critérios.
- Realiza operações sobre elementos gráficos.
- Limita o acesso e controla a entrada de dados.
- Possibilita a visualização dos dados geográficos.
- Possibilita a importação e exportação de dados.
- Possibilita a entrada e manutenção de dados com mouse, mesa digitalizadora e scanner.
- Apresenta recursos de saída na forma de mapas, gráficos e tabelas para vários dispositivos (impressoras e plotters).
- Integra conjuntos de dados diversos (espaciais e não espaciais).

Principais aplicações

As principais aplicações do SIG no planejamento urbano são:

- Ordenamento e gestão do território - permite a constituição de uma base cartográfica georeferenciada que servirá às demais aplicações setoriais. Trata-se de construir uma base de dados informatizada que reproduza a configuração do território do município, identificando logradouros, lotes e glebas, edificações, redes de infra-estrutura, propriedades

rurais, estradas e acidentes geográficos.

- Otimização de arrecadação - a atualização da base cartográfica do município fornece informações para a revisão da planta genérica de valores.
- Localização de equipamentos e serviços públicos – inclusão de informações sócio-econômicas e sobre equipamentos públicos, o que torna possível a identificação das áreas com maior nível de carência e os melhores locais para instalação de equipamentos e serviços públicos.
- Identificação de público-alvo de políticas públicas – incorporar dados sócio-econômicos, onde se pode identificar o público-alvo para aplicação de programas públicos.
- Gestão ambiental - monitorar áreas com maior necessidade de proteção ambiental, acompanhar a evolução da poluição da água e do ar, níveis de erosão do solo, disposição irregular de resíduos e para o gerenciamento dos serviços de limpeza pública. É possível a elaboração de mapas de riscos que auxiliam na elaboração de rotas de fuga.
- Gerenciamento do sistema de transportes - realizar estudos de demanda do transporte coletivo ou de carregamento de vias, identificar pontos críticos de acidentes e vias com mais necessidade de manutenção.
- Comunicação com os cidadãos - pode-se incorporar a elas informações que permitam identificar necessidades e oportunidades de contato com os cidadãos.
- Gestão da frota municipal - é possível obter informações sobre os tipos de usos da frota municipal, conhecendo os trajetos mais comuns e sua intensidade. Estas informações possibilitarão a definição de roteiros otimizados para a frota municipal, gerando economia de tempo, combustível e uso de veículos.

CAPÍTULO 7

GERENCIAMENTO DE ÁREAS DE RISCO: MEDIDAS ESTRUTURAIS E NÃO-ESTRUTURAIS



CAPÍTULO 7

GERENCIAMENTO DE ÁREAS DE RISCO: MEDIDAS ESTRUTURAIS E NÃO-ESTRUTURAIS

Como visto anteriormente, os programas de Mitigação de Desastres da UNDRP incluem uma seqüência de ações de prevenção e preparação, que envolvem:

1. Identificação do risco;
2. Análise de risco;
3. Medidas de prevenção de acidentes;
4. Planejamento para situações de emergência;
5. Informações Públicas e Treinamento.

125

Os itens 1 (Identificação do risco), 2 (Análise de risco), 4 (Planejamento para situações de emergência) e 5 (Informações públicas e treinamento) já foram vistos em capítulos anteriores. Este capítulo tratará então do item 3 (Medidas de prevenção de acidentes).

MEDIDAS DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES PARA ÁREAS DE RISCO DE DESLIZAMENTO, ENCHENTE E INUNDAÇÃO

A Figura 7.1 apresenta um quadro com diversas alternativas de ações de prevenção de acidentes de deslizamentos, que, em resumo, se referem a medidas de caráter estrutural ou não estrutural.

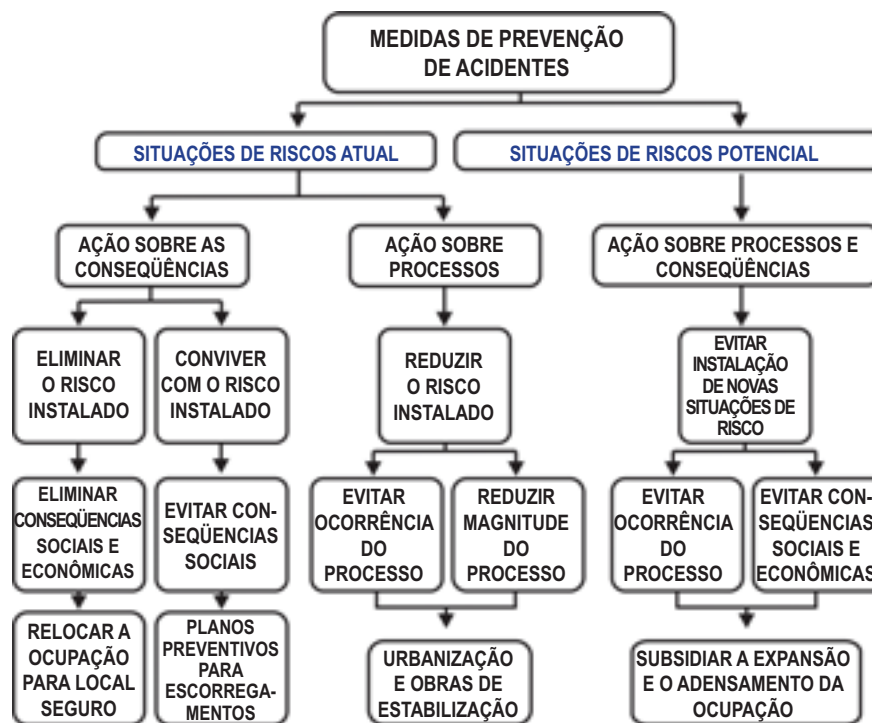


Figura 7.1 – Formas de atuação em relação a áreas de risco de deslizamentos.

São apresentadas a seguir algumas considerações acerca das medidas estruturais e não estruturais como ações de gerenciamento envolvendo áreas de risco de deslizamentos, enchentes e inundações.

Medidas estruturais

As medidas estruturais são aquelas onde se aplicam soluções da engenharia, executando-se obras de estabilização de encostas, sistemas de micro e macro drenagem, obras de infra-estrutura urbana, relocação de moradias, etc. Essas ações são normalmente muito custosas, sobretudo quando é necessário conter deslizamentos de

grande magnitude, estabilizar grandes blocos de rocha ou evitar enchentes e inundações, e processos correlatos de erosão e solapamento de margens de córregos em extensas áreas ocupadas.

Especificamente em relação a enchentes e inundações, as ações estruturais são aquelas que modificam o sistema fluvial, evitando prejuízos decorrentes das inundações, onde se aplicam soluções de engenharia construindo reservatórios e bacias de contenção, canalizações, relocação de moradias, etc, podendo ser extensivas ou intensivas.

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

1. Obras de engenharia específicas para cada tipo de processo

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

Obras de contenção de encostas incluem os retaludamentos e aterros, as diversas tipologias de estruturas de contenção e proteção superficial de taludes e sistemas de drenagem específicos. Os retaludamentos compreendem obras de estabilização a partir da mudança na geometria das encostas, por meio de cortes e aterros, com ou sem estruturas de contenção, como os atirantamentos e os aterros reforçados com geotêxtil. As obras com estruturas de contenção incluem os muros de gravidade (muros de pedra seca, pedra argamassada, gabião, concreto ciclópico e concreto armado) cujo dimensionamento pressupõe que o próprio peso da estrutura suportará os esforços do maciço que precisa ser estabilizado. Obras específicas para deslizamentos em maciços rochosos incluem desde os desmontes manuais de lajes e blocos de rocha, até obras de engenharia mais complexa e bem mais custosa envolvendo atirantamentos e muros de proteção. As obras de proteção contra deslizamentos incluem ainda as barreiras vegetais e os muros de espera.

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

água durante as enchentes, reduzindo o pico e o impacto a jusante do barramento. Os diques são muros laterais de terra ou concretos, construídos a certa distância das margens, que protegem as áreas ribeirinhas contra a inundação. As modificações na morfologia dos rios visam aumentar a vazão para um mesmo nível, reduzindo a frequência de inundações. A canalização é o tipo de obra mais utilizada nas grandes cidades, porém, a maioria dos projetos é inadequada. Estes visam escoar a água o mais rápido possível da área projetada, gerando um aumento na magnitude da vazão máxima, na frequência e no nível de inundação a jusante. Os projetos visam apenas os problemas pontuais, sendo esquecida a necessidade de se estudar a bacia de uma maneira mais ampla. Cada problema precisa ser avaliado para se determinar qual a obra mais eficaz, principalmente em relação aos processos e custos envolvidos. Todas estas obras necessitam de acompanhamento técnico especializado.

2. Drenagem

O ordenamento do escoamento das águas superficiais é uma das medidas estruturais mais importantes para a prevenção de acidentes de deslizamentos em áreas de risco.

As obras de drenagem têm por objetivo captar e conduzir as águas superficiais e subterrâneas das encostas, evitando a erosão, infiltração e o acúmulo da água no solo, responsáveis pela deflagração de deslizamentos. Essas águas podem ter origem natural (chuvas, minas e fontes), sendo, em geral, concentradas por diversos tipos de intervenção nas encostas (sistemas viários, escadarias de acessos e as próprias edificações), e podem se originar também das águas servidas e descartadas na forma de esgoto lançadas de forma

desordenada encosta abaixo. Todas as obras de contenção têm a drenagem como uma das suas mais importantes medidas complementares. Em muitos casos, envolvendo áreas de risco de deslizamento com núcleos habitacionais de ocupação precária nas encostas, os sistemas de ordenação do escoamento da drenagem superficial são as medidas mais importantes para a estabilidade das encostas.

Existem diversos tipos de obras de drenagem. A drenagem superficial pode utilizar valas revestidas, canaletas, canaletas pré-moldadas, guias e sarjetas, tubos de concreto, escadas d'água, caixas de dissipação, caixas de transição. A drenagem das águas subterrâneas pode ser realizada por trincheiras drenantes ou por drenos profundos. Todos esses tipos de obras de drenagem devem ser devidamente dimensionados em função da vazão e da quantidade de água que o sistema deve conduzir.

Medidas estruturais de prevenção de acidentes contra enchentes e inundações compreendem obras de engenharia de macro e micro drenagem, em função basicamente da escala de abordagem e enfrentamento do problema. Obras de engenharia no bojo de Planos de Macro Drenagem Municipal ou Planos de Macro Drenagem de Bacias Hidrográficas envolvendo extensas planícies inundáveis em grandes bacias hidrográficas urbanizadas referem-se idealmente a um conjunto integrado de obras de grande porte para ordenamento e controle do escoamento das águas superficiais visando à redução de acidentes e transtornos diversos em amplas áreas ocupadas. Compreendem, a grosso modo, obras de canalização, retificação, alargamento, aprofundamento, estabilização e proteção de taludes marginais, e obras de retenção ou detenção (piscinões). No âmbito das micro bacias

de drenagem com áreas de risco associadas, por exemplo, as ocupações ribeirinhas, a medida estrutural geralmente realizada é a remoção e realocação das pessoas em caráter permanente, recuperação estrutural do canal de drenagem e reabilitação da várzea do rio e ocupação segura de suas margens.

As inundações têm sua frequência e magnitude aumentada devido às interferências antrópicas nos canais de drenagem. As principais interferências constatadas nos canais de drenagem localizados em áreas urbanas são definidas por projetos e obras de drenagem inadequada (tipologias, dimensão e posicionamento); pela redução do escoamento nos canais de drenagem (assoreamento e estrangulamentos); pela obstrução das linhas de drenagem por obras de arte, taludes e aterros; pelas impermeabilizações das superfícies, execução de canais e condutos provocando aumento das vazões e pela obstrução de linhas de drenagem por lixo, entulhos diversos e sedimentos. À medida que essas interferências se intensificam, as inundações atingem áreas mais extensas.

Cada caso precisa ser avaliado para se determinar qual a obra mais eficaz, principalmente em relação aos custos envolvidos. Todas estas obras necessitam de acompanhamento técnico especializado.

3. Reurbanização de áreas

A enorme quantidade de famílias que vivem em áreas de risco, a falta de terrenos disponíveis para a construção de novas moradias em áreas urbanas, o alto custo de programas habitacionais e a incapacidade do Poder Público em evitar a ocupação de áreas impróprias fazem com que a reurbanização

de áreas seja uma solução de gerenciamento vantajosa, tendo como fator positivo a manutenção das famílias em sua vizinhança. Os projetos de reurbanização de áreas devem conter soluções para o sistema viário, água potável, drenagem de águas pluviais e esgotos, fornecimento de eletricidade, coleta de lixo, abertura de espaços de lazer, realocação e melhoria de moradias e obras para diminuir riscos.

A regulamentação para a reurbanização de áreas de riscos deve também considerar os estudos específicos de análise de risco. Por exemplo, no caso das áreas de risco de enchentes e inundações, as alternativas técnicas de reurbanização da área devem levar em conta os resultados dos mapeamentos de risco reconhecendo o potencial energético do processo hidrológico, danos sociais, danos materiais, frequência e magnitude do evento hidrológico, histórico de ocorrências na área e a condição de vulnerabilidade das moradias. Nas áreas de maior risco onde a habitação urbana não é recomendável, ações localizadas de realocação da população e reabilitação da área para outra finalidade, como recreação, podem ser interessantes sob o ponto de vista de custo e benefício. Nas regiões onde o risco é menor, pode ser permitida a construção de moradias, desde que, as mesmas apresentem condições que suportem os impactos gerados por uma eventual inundação.

4. Moradias

Em terrenos de encosta onde é possível a ocupação urbana por moradias populares, alguns cuidados e procedimentos devem ser tomados para minimizar o risco de acidentes. As intervenções para implantação de moradias e o projeto construtivo das mesmas em áreas de encostas

devem ser devidamente controlados, levando em conta as características dos terrenos e sua suscetibilidade para a ocorrência de deslizamentos. Deve-se evitar ou reduzir a necessidade e dimensão de cortes e aterros, localizando as edificações com seu lado maior paralelo às curvas de nível. As moradias com mais de um pavimento devem ser construídas em desnível, acompanhando a declividade natural da encosta. Os componentes e sistemas construtivos devem incluir materiais mais resistentes, principalmente paredes, muros e estruturas que possam servir como contenção de solo, com impermeabilização, tubulações hidráulicas estanques (não ter vazamentos). As águas pluviais devem ser captadas nos telhados e as áreas livres necessitam de uma destinação adequada, impedindo o despejo sobre terrenos e aterros desprotegidos.

No caso das áreas de risco de enchentes e inundações, deve-se evitar a ocupação de áreas sujeitas freqüentemente a esses processos. Caso isso não seja possível, as moradias devem apresentar padrão construtivo adequado às condições dinâmicas dos fenômenos de enchentes e inundações ocorrentes, para evitar a sua destruição ou comprometimento estrutural no caso do impacto direto ou indireto das cheias.

As moradias em área de risco de inundação devem ser devidamente projetadas levando em conta o cenário de risco identificado. Essas moradias devem seguir normas que prevêm a execução de pisos com cotas acima da área de atingimento da inundação; o reforço ou drenagem da laje do piso; o uso de materiais resistentes à submersão ou com o contato com a água; ancoragem de paredes e fundação para evitar vazamentos, empuxos e deslizamentos; estanqueidade e reforço das paredes de porões; instalação de comportas

associadas a sistemas de bombeamento de água; execução de projetos que facilitem a rápida retirada dos bens materiais e evacuação dos moradores, bem como, acesso facilitado para equipes de resgate; prever o efeito das enchentes nos projetos das redes de esgoto, pluvial, de gás, dentre outras e proteção de equipamentos fixos.

5. Proteção de superfície

A proteção das superfícies dos terrenos visa impedir a formação de processos erosivos e diminuir a infiltração de água no maciço. Essa proteção pode utilizar materiais naturais ou artificiais. Sempre que possível, deve-se optar pela utilização de materiais naturais por serem, em geral, mais econômicos. A proteção com materiais naturais inclui a própria cobertura vegetal (devendo ser, de preferência, semelhante à cobertura vegetal natural da área), a cobertura com gramíneas, o uso de solo argiloso para preenchimento de trincas, fissuras e sulcos erosivos e o uso de blocos de rocha, tanto assentados sobre o talude, como na forma de gabião.

A proteção com materiais artificiais inclui alternativas como a impermeabilização asfáltica, a aplicação de solo-calcimento; de argamassa; de argamassa projetada sobre tela (tela e gunita) e aplicação de telas metálicas sobre a superfície, principalmente para a contenção de blocos de rocha.

Medidas não estruturais

As ações não-estruturais são aquelas onde se aplica um rol de medidas relacionadas às políticas urbanas, planejamento urbano, legislação, planos de defesa civil e educação. São consideradas tecnologias brandas e, normalmente, têm custo muito mais baixo que as medidas estruturais (tecnologias

duras), além de apresentar bons resultados, principalmente na prevenção dos desastres. Tratam-se, portanto, de medidas sem a intervenção de obras de engenharia. No caso da educação, pela sua importância, é tratada pela UNDRO como uma ação específica.

1. Planejamento urbano

Constitui um processo minucioso e necessário para subsidiar medidas e ações ligadas à ocupação de um município. Deve resultar de um processo participativo do Poder Público com representantes de setores da sociedade, englobando as áreas rurais, considerando sua interação com municípios vizinhos. Além disso, as metas e ações estabelecidas devem ser monitoradas durante sua gestão, em uma relação contínua de interação.

As informações da gestão devem realimentar o planejamento, com eventuais modificações necessárias. O crescimento/expansão das cidades, principalmente em países emergentes, tem ocorrido sem o devido planejamento. O desenvolvimento urbano assim, desordenado, aumenta os níveis de risco de desastres naturais associados a deslizamentos, enchentes e inundações. Em muitas cidades brasileiras, tem ocorrido a ocupação inadequada de áreas suscetíveis a tais processos o que tem causado o crescimento de áreas de risco e o número de acidentes com perdas materiais e, sobretudo, de vidas humanas.

Existem vários instrumentos para o planejamento urbano. O Plano Diretor ou Plano de Ordenamento Territorial é um instrumento que organiza o crescimento e o funcionamento da cidade, indicando o que pode ser feito em cada área, orientando as prioridades de investimentos e os instrumentos

urbanísticos que devem ser implementados. Esses planos devem ser feitos para níveis regionais, metropolitanos e municipais. Uma das bases para os Planos Diretores são as cartas (mapas) geotécnicas de planejamento e de risco. Dentro desses Planos devem ser explicitas as fontes de financiamento para implementação das medidas e ações propostas, dentre elas, aquelas referentes ao controle e prevenção de acidentes de deslizamentos, enchentes e inundações.

2. Legislação

As ações de gerenciamento de áreas de risco e prevenção de acidentes de deslizamentos, enchentes e inundações seriam mais eficazes se baseadas em preceitos legais, o que regulamentaria, por exemplo, os trabalhos de Defesa Civil. Existe legislação em todos os níveis que tratam do assunto, principalmente relacionadas ao Meio Ambiente, à regulamentação do uso e ocupação do solo, às normas de construção (principalmente municipais), à Defesa Civil e aos Planos Diretores, porém, esta só será eficaz se incluir normas técnicas que tornem efetiva a sua implantação.

Em termos do uso e ocupação do solo, a legislação deverá provir de um sistema participativo da sociedade, sendo necessária a obrigação do exame e do controle da execução dos projetos pela Prefeitura local, além da emissão de um licenciamento de parcelamentos (loteamentos).

3. Política habitacional

A maioria dos casos de desastres causados por deslizamentos, enchentes e inundações está ligada à população de baixa renda ocupando áreas não apropriadas, geralmente por falta de melhores opções de moradia. As políticas habita-

cionais devem contemplar programas para populações de baixa renda, com acompanhamento técnico, projetos e materiais adequados aos espaços que serão ocupados. Esses programas devem estar relacionados aos planos de requalificação de espaços urbanos, urbanização de favelas/assentamentos urbana precários e mapeamentos detalhados de risco.

4. Pesquisas

O tratamento das situações de risco no planejamento urbano só é possível quando reconhecidas as condições de estabilidade das vertentes e dos riscos associados a deslizamentos, enchentes e inundações. Isso implica no estudo dos fenômenos, suas causas, localização espacial, análise de ocorrências do passado, e possíveis consequências. Um dos produtos é o Mapa de Perigo ou Ameaça, onde determina-se o nível de exposição a um dado processo, levando em conta, por exemplo, frequência e intensidade das chuvas. Outro produto é o Mapa de Vulnerabilidade, que estuda o nível de danos a que a ocupação está sujeita. O Mapa de Risco é a integração do Mapa de Perigos e do Mapa de Vulnerabilidade, tendo como resultado a probabilidade de ocorrência do processo e a magnitude das perdas materiais e de vidas humanas.

As pesquisas também devem incluir a base para os Sistemas de Alerta e Contingência, além de estudos sobre soluções de engenharia, materiais mais adequados e soluções não estruturais.

5. Sistemas de alerta e contingência (Defesa Civil)

O conhecimento acerca dos processos naturais tem permitido a previsão de sua ocorrência, o que possibilita

a preparação de Planos de Alerta (ou Preventivos) e de Contingência específicos para cada tipo de processo, considerado (deslizamentos/inundações). Esses Planos baseiam-se no monitoramento das chuvas, nas previsões de meteorologia e nos trabalhos de campo para verificação das condições das vertentes.

Na montagem e operação desses Planos devem ser realizadas diversas tarefas, tais como: definição do tipo de processo a ser considerado, levantamento das áreas de risco, estruturação logística das ações do plano, definição do aparato tecnológico de recepção e transmissão de dados hidrometeorológicos e geotécnicos (de preferência em tempo real), capacitação das equipes locais para realizar vistorias das áreas durante todo o período das chuvas, difusão do sistema para a população por meio de palestras, folhetos, cartilhas e a realização de simulados (ensaios) de evacuação de áreas.

6. Educação e Capacitação

A existência de um sistema educativo eficaz, que gere e difunda uma cultura de prevenção, é o melhor instrumento para reduzir os desastres. Essa educação deve abranger todos os níveis de ensino, com a inclusão de conhecimentos e experiências locais, soluções pragmáticas e que possam ser colocadas em prática pela própria população.

Devem ser organizados cursos, oficinas, palestras, manuais, livros e cartilhas que possibilitem a capacitação de equipes locais e população, além dos meios massivos de informação como rádio, televisão e imprensa escrita, devem ser incentivados. O conteúdo desses instrumentos deve abranger a identificação dos perigos, vulnerabilidades,

medidas de prevenção e mitigação, legislação e sistemas de alerta.

A decisão de executar uma dada medida seja ela estrutural ou não estrutural, voltada a reduzir ou eliminar os riscos deve ser balizada pelo diagnóstico correto dos cenários potenciais de risco.

Somente o correto diagnóstico qualitativo e se possível quantitativo do risco efetivo, permitirá hierarquizar as áreas de risco e planejar as ações e disponibilizar os recursos para a realização das medidas estruturais e/ou não estruturais possíveis de serem adotadas.

CAPÍTULO 8

PLANO PREVENTIVO DE DEFESA CIVIL (PPDC)



CAPÍTULO 8

PLANO PREVENTIVO DE DEFESA CIVIL (PPDC)

A operação de um Plano de Contingência ou Preventivo de Defesa Civil (PPDC) corresponde a uma ação de convivência com os riscos geológicos associados a deslizamentos de encostas (escorregamentos), presentes nas áreas de ocupação de encostas, em razão da gravidade do problema e da impossibilidade de eliminação, no curto prazo, dos riscos identificados (Macedo, Ogura e Santoro, 1998 e 1999; Macedo e Santoro, 2002).

Assim, o PPDC pode ser considerado uma eficiente medida não-estrutural de gerenciamento deste risco, estando consonante com o método e as técnicas adotadas pelos mais adiantados sistemas de Defesa Civil internacionais e recomendadas pela ONU.

Esse Plano é um instrumento de defesa civil importante dos poderes públicos estaduais e municipais que garante maior segurança aos moradores instalados nas áreas de risco de deslizamentos.

O PPDC tem por objetivo principal dotar as equipes técnicas municipais de instrumentos de ação, de modo a, em situações de risco, reduzir a possibilidade de perdas de vidas humanas decorrentes de deslizamentos. A concepção

do PPDC baseia-se na possibilidade de serem tomadas medidas anteriormente à deflagração de deslizamentos, a partir da previsão de condições potencialmente favoráveis à sua ocorrência, por meio do acompanhamento de alguns parâmetros que serão discutidos a seguir.

Planos com esses objetivos devem ser operados preferencialmente no período com maior probabilidade de ocorrer deslizamentos, ou seja, nos períodos chuvosos de cada região. Séries históricas (30 anos) de dados pluviométricos podem ser obtidos nos sites do INMET (<http://www.inmet.gov.br>) e do CPTEC/ INPE (<http://www.cptec.inpe.br>) para identificar os períodos de chuva em várias cidades do país.

COMO SE MONTA UM PLANO

Para se montar um Plano, deve-se responder às seguintes perguntas:

1. Qual é o problema e como ele ocorre?
2. Onde ocorre o problema?
3. Quando ocorre o problema?
4. O que fazer?
5. Quem irá fazer?

O estudo dos deslizamentos, seus diversos tipos, suas causas, as relações diretas com a infiltração da água das chuvas e com as intervenções da ocupação e as formas de mapeamento já foram explicados em capítulos anteriores. Neste capítulo, discutiremos como essas informações são utilizadas para a montagem dos PPDCs. Para facilitar o entendimento, essa montagem será dividida em 4 etapas: elaboração, implantação, operação e avaliação.

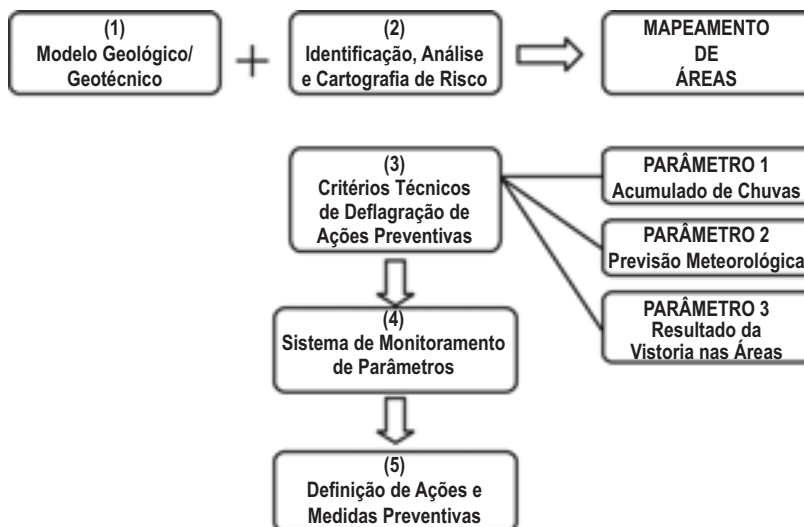
Etapa 1 – Elaboração

Nesta etapa o Plano deverá ser elaborado iniciando-se com o mapeamento das áreas de risco e determinando as ações preventivas e seus critérios técnicos. Em resumo são realizadas as seguintes tarefas:

1. Modelo geológico/geotécnico;
 2. Identificação, análise e cartografia de riscos;
 3. Critérios técnicos de deflagração de ações preventivas;
 4. Sistema de monitoramento de parâmetros;
 5. Definição de ações e medidas preventivas;
- O mapeamento das áreas de risco é obtido a partir das tarefas 1 e 2.

O Fluxograma 8.1 demonstra de forma mais clara a seqüência das tarefas a serem realizadas:

145



Fluxograma 8.1. Fluxograma contendo as tarefas para a elaboração do PPDC.

CrITÉRIOS tÉCNICOS

A definição dos critérios técnicos para a deflagração de ações leva em consideração que a água (e portanto, a chuva) é o principal agente deflagrador de deslizamentos. Além disso, os sinais de movimentação da encosta devem determinar o momento crucial de intervenção do Plano.

Assim, a principal questão é: qual a quantidade de água necessária para causar o deslizamento? Para respondê-la são realizados os estudos de correlação chuvas e deslizamentos, com o modelo geológico/geotécnico dos deslizamentos como referência.

Esses estudos se baseiam na catalogação dos eventos de deslizamentos e dos dados de chuvas. Quanto mais longos forem os períodos de estudo e mais detalhados os dados de deslizamentos e chuvas, melhores resultados podem ser obtidos.

Por exemplo, foram elaborados estudos de correlação chuvas versus deslizamentos na região de Cubatão (SP), por Tatizana et al. (1987), baseados em levantamento de eventos de deslizamentos e em dados pluviométricos horários, num período de mais de 30 anos. Esses autores obtiveram uma curva que correlaciona a precipitação acumulada em 84 horas e a precipitação horária (Gráfico 8.2). A equação que representa essa curva é utilizada para se obter um Coeficiente de Precipitação Crítica (CPC), cujos valores são a base para a tomada de decisões no PPDC em Cubatão.

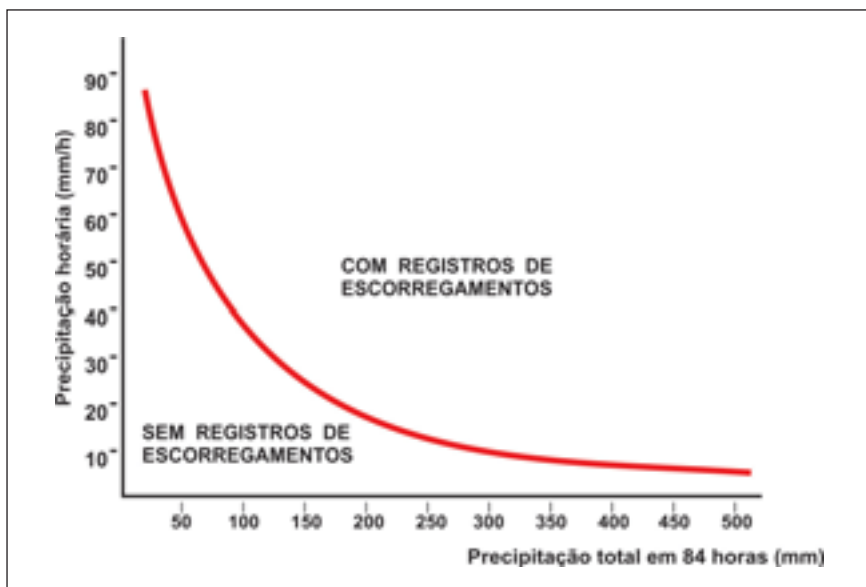


Gráfico 8.2 - Correlação chuva versus deslizamentos elaborado para Cubatão por Tatizana et. al. (1987).

A partir desses estudos se extrapolou para toda a região da Serra do Mar e depois para outras áreas do estado de São Paulo, a referência de 84 horas (3,5 dias) para as chuvas acumuladas. Para aumentar a segurança desse parâmetro se adotou 3 dias de chuva acumulada.

Outros estudos de correlação, para outras áreas, já foram realizados. Outros exemplos são a região de Blumenau com valores entre 3 e 4 dias e a região de Campinas, com períodos entre 6 e 7 dias.

É claro, que estudos devem ser efetuados nas regiões onde se pretende implantar o PPDC. No entanto, para início de trabalhos ou enquanto os estudos não estiverem prontos, propõe-se a adoção do período de 3 dias. Apenas a título de exemplo, a região da Baixada Santista adota 100 mm de chuvas acumuladas em 3 dias. Essas medidas são feitas nos postos pluviométricos existentes na região, considerando-

se como ideal, a instalação de postos em todas as áreas de risco.

A Figura 8.3 sintetiza a forma de obtenção do 1º parâmetro (Acumulado de Chuvas) e destaca sua importância como critério técnico.

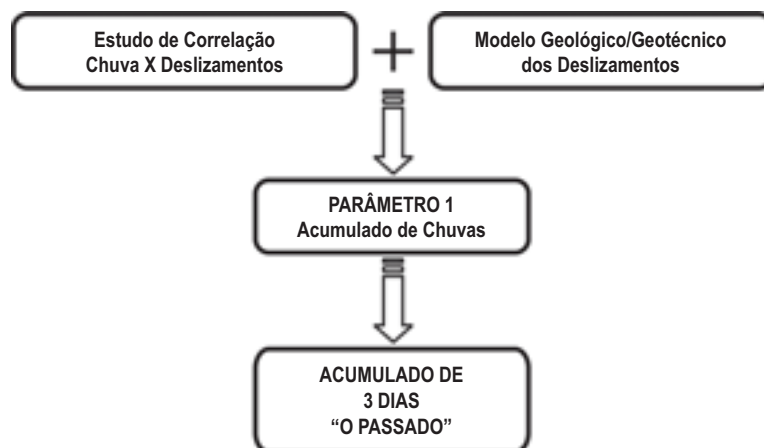


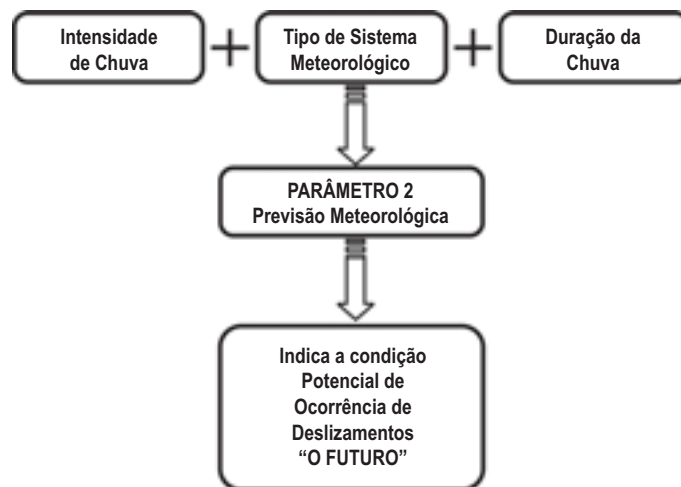
Figura 8.3 - fluxograma contendo a forma de obtenção do 1º parâmetro do critério técnico.

O acumulado de chuvas mede a quantidade de água que já atingiu a área de risco (o passado). Um segundo parâmetro a ser considerado é a quantidade de chuva que poderá cair sobre a área (o futuro). Essa previsão do futuro é dada pela meteorologia.

A ocorrência de chuvas moderadas e fortes associadas aos Sistemas Meteorológicos (Frontais, Linhas e Áreas de Instabilidade, ZCAS, etc.) com tendência de longa duração, é condição potencial para que ocorram deslizamentos. A Previsão Meteorológica é uma informação valiosa, pois além de indicar as condições de tempo e tipo de precipitação que podem ocorrer num dado período e região, ainda é subsídio para a mudança de níveis do PPDC. Essa previsão deve ser a

mais detalhada e localizada possível e incluir uma estimativa da quantidade de chuva que pode vir a cair.

A Figura 8.4 sintetiza a forma de obtenção do 2º parâmetro (Previsão Meteorológica) e destaca sua importância como critério técnico.



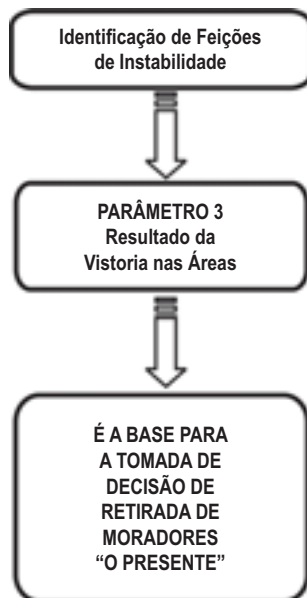
Fluxograma 8.4 - Contendo a forma de obtenção do 2º parâmetro do critério técnico.

O terceiro parâmetro é a vistoria de campo. Ela parte do pressuposto que a retirada de população não se deve dar a partir apenas de acumulados de chuvas e meteorologia, considerando a qualidade dos dados, a distribuição irregular de postos pluviométricos, as diferenças de solos, rochas, relevo, nível de intervenção da ocupação, dentre outras características. Assim, a confirmação da ocorrência de problemas deve ser feita no próprio local.

As vistorias de campo objetivam a identificação de feições de instabilidade (trincas no solo e nas moradias, degraus de abatimento, muros e paredes embarrigados, inclinações de árvores, postes e muros, etc). Em princípio são feitas pelas equipes municipais treinadas e o seu resultado é

a base para a tomada de decisão de retirada dos moradores.

A Figura 8.5 sintetiza a forma de obtenção do 3º parâmetro (Vistoria De Campo) e destaca sua importância como critério técnico.



Fluxograma 8.5 - Contendo a forma de obtenção do 3º parâmetro do critério técnico.

Níveis do plano e ações correspondentes

O PPDC está estruturado em 4 níveis, denominados: observação, atenção, alerta e alerta máximo, que indicam a situação que o município se encontra durante a vigência do Plano. Para cada nível estão previstas ações preventivas para avaliar a possibilidade de ocorrência de deslizamentos. A combinação dos parâmetros operacionais (índices pluviométricos, previsão meteorológicas e vistorias de campo nas áreas de risco), orienta a deflagração das ações preventivas, isto é, entrada e saída em cada nível do plano. O resultado das ações do plano em cada nível pode ser vista no Quadro 8.6:

Quadro 8.6 – níveis do plano preventivo de defesa civil e principais ações correspondentes.

NÍVEL DO PLANO	CRITÉRIO DE ENTRADA NO NÍVEL	AÇÕES A SEREM EXECUTADAS PELO MUNICÍPIO	AÇÕES A SEREM EXECUTADAS PELO APOIO TÉCNICO
OBSERVAÇÃO	- Início da operação do plano.	- Conscientização da população das áreas de risco; - Obtenção do dado pluviométrico; - Cálculo do acumulado de chuvas; - Recebimento da previsão meteorológica; - Transmissão para o apoio técnico do dado pluviométrico e nível vigente; - Avaliação da necessidade de MUDANÇA DE NÍVEL.	- Manter técnicos em plantão para acompanhamento e análise da situação; - Enviar previsões meteorológicas.
ATENÇÃO	- Quando o acumulado de chuvas ultrapassar o valor de referência combinado com a previsão meteorológica.	- Declarar MUDANÇA DE NÍVEL; - Comunicar a o apoio técnico sobre MUDANÇA DE NÍVEL; - Realizar VISTORIAS de campo visando verificar a ocorrência de deslizamentos e feições de instabilização. Devem ser iniciadas pelas áreas de risco; - Obtenção do dado pluviométrico; - Cálculo do acumulado de chuvas; - Recebimento da previsão meteorológica; - Transmissão ao apoio técnico do dado pluviométrico e nível vigente; - Avaliação da necessidade de MUDANÇA DE NÍVEL.	- Manter técnicos em plantão para acompanhamento e análise da situação; - Enviar previsões meteorológicas.
ALERTA	- Quando as vistorias de campo indicarem a existência de feições de instabilidade ou mesmo deslizamentos pontuais.	- Declarar MUDANÇA DE NÍVEL; - Comunicar o apoio técnico sobre MUDANÇA DE NÍVEL; - Realizar VISTORIAS de campo; - RETIRADA da população das áreas de risco iminente; - Obtenção do dado pluviométrico; - Cálculo do acumulado de chuvas; - Recebimento da previsão meteorológica; - Transmissão ao apoio técnico do dado pluviométrico e nível vigente; - Agilizar os meios necessários para POSSÍVEL retirada da população das demais áreas de risco; - Avaliação da necessidade de MUDANÇA DE NÍVEL.	- Deslocamento de técnicos para acompanhamento da situação e avaliação da necessidade de medidas complementares. - Enviar previsões meteorológicas.
ALERTA MÁXIMO	- Quando ocorrerem deslizamentos generalizados.	- Declarar MUDANÇA DE NÍVEL; - Comunicar o apoio técnico sobre MUDANÇA DE NÍVEL; - Proceder a retirada da população das áreas de risco e demais áreas necessárias; - Obtenção do dado pluviométrico; - Cálculo do acumulado de chuvas; - Recebimento da previsão meteorológica; - Transmissão ao apoio técnico do dado pluviométrico e nível vigente; - Avaliação da necessidade de MUDANÇA DE NÍVEL.	- Deslocamento de técnicos para acompanhamento da situação e avaliação da necessidade de medidas complementares. - Enviar previsões meteorológicas.

Etapa 2 – implantação

Nesta etapa deve ser elaborado o planejamento para implantar o PPDC. Devem ser destacadas como tarefas principais a atribuição de responsabilidades e o treinamento de técnicos e população. As tarefas desta etapa são:

1. Procedimentos operacionais;
2. Atribuições e responsabilidades;
3. Sistema de comunicação;
4. Recursos necessários;
5. Treinamento de técnicos municipais e população envolvida;
6. Informações públicas.

152

Após a definição dos procedimentos para operação do PPDC devem ser montadas as equipes responsáveis pelas ações. Deve-se ressaltar que essas equipes devem compor a Coordenação Municipal de Defesa Civil (Comdec) ou outro órgão responsável por essas ações. Essas equipes, ainda, podem ser organizadas a partir da estrutura de pessoal e meios já existentes na Prefeitura. Essas equipes são, no mínimo:

1. Equipe de Secretaria Executiva, responsável por:
 - Monitoramento dos índices pluviométricos;
 - Recebimento e interpretação da meteorologia;
 - Recebimento de chamadas;
 - Manutenção de arquivos;
 - Tomada de decisões.

2. Equipe de vistorias, responsável por:

- Mapeamento prévio das áreas;
- Vistorias durante a operação do Plano;
- Informações para remoção.

3. Equipe de remoções, responsável por:

- Cadastro de moradores;
- Remoção de moradores e seus bens, quando necessário.

4. Equipe de abrigos, responsável por:

- Cadastro e manutenção dos abrigos;
- Administração dos abrigos durante o uso.

5. Equipe de recuperação de áreas, responsável por:

- Trabalhos de recuperação de vias, rios e áreas de risco;
- Uso de equipamentos/máquinas;
- Auxílio nas decisões sobre obras.

153

A montagem do sistema de comunicação deve levar em conta a estrutura da prefeitura e as condições técnicas da região. Podem ser mencionadas as telefonias fixa e móvel (celular), sistemas de rádio, internet (home-page e e-mail).

Os recursos necessários devem ser avaliados e contém no mínimo estoque estratégico de cestas básicas, colchonetes, cobertores, roupas, materiais para atendimentos, lona plástica preta (para impermeabilização e proteção de taludes e moradias).

Os trabalhos de elaboração e implantação do sistema PPDC devem sempre ser acompanhados de campanhas de

treinamento de técnicos municipais e população envolvida, além de informações públicas para a comunidade em geral, imprensa, autoridades, formadores de opinião. Essas atividades são cursos de formação, palestras, folders, cartazes, cartilhas, materiais para imprensa.

A idéia principal por trás dessas atividades de educação e informação é a de que o sistema deve ser conhecido por toda a comunidade, garantindo uma participação ativa das equipes responsáveis e seus usuários finais, a população moradora nas áreas. Além disso, a plena transparência do sistema garante o seu funcionamento por meio do apoio da comunidade em geral, imprensa e formadores de opinião.

Etapa 3 – operação e acompanhamento

Nesta etapa, já com o sistema em operação, deverá ser feita a identificação de problemas do sistema. As equipes anteriormente descritas deverão trabalhar de forma organizada, tornando a operação do Plano um procedimento de rotina.

Etapa 4 – avaliação

Nesta etapa, após a operação do Plano, os problemas devem ser corrigidos e os aprimoramentos técnicos e operacionais planejados para implantação na próxima operação.

HISTÓRICO DO PPDC EM SÃO PAULO

O PPDC no estado de São Paulo iniciou-se em 1988 na Baixada Santista e Litoral Norte, e tem sido um instrumento eficiente na diminuição do número de vítimas, e como elemento de suporte ao Sistema Estadual de Defesa

Civil, na medida em que auxilia na estruturação das Defesas Civis municipais, capacitando técnicos municipais e inserindo a população interessada nos trabalhos. Hoje o sistema está organizado, além da Baixada Santista (4 cidades) e Litoral Norte (4 cidades), na região do Vale do Paraíba e Serra da Mantiqueira (16 cidades), Campinas (25 cidades), Sorocaba (11 cidades) e ABCD (7 cidades), totalizando 67 municípios. Os municípios foram selecionados em função de alguns fatores, principalmente pelo seu histórico de eventos e quantidades de áreas de risco a deslizamentos.

**O Sistema tem por base legal
o Decreto Estadual Nº 42565.**

O gerenciamento geral do sistema e o fornecimento das previsões meteorológicas estão a cargo da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil – CEDEC; o gerenciamento regional é das Regionais de Defesa Civil – REDECs; as atividades de natureza geológica e geotécnica inseridas no Plano são desenvolvidas pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT e pelo Instituto Geológico - IG, e finalmente, as prefeituras municipais, por meio de suas Coordenadorias Municipais de Defesa Civil – Comdecs, realizam os trabalhos a nível local, de leitura de dados de chuvas, recebimento de previsões meteorológicas, vistorias por suas equipes treinadas, remoção e abrigo de moradores. Essas equipes recebem treinamento todos os anos em cursos ministrados pela Defesa Civil Estadual, o IPT e o IG.

CAPÍTULO 9

INTRODUÇÃO AO TREINAMENTO
DE CAMPO EM ÁREA DE RISCO
PREVIAMENTE ESCOLHIDA
COM APLICAÇÃO DO ROTEIRO
METODOLÓGICO E MONTAGEM
DO PPDC.



CAPÍTULO 9

INTRODUÇÃO AO TREINAMENTO DE CAMPO EM ÁREA DE RISCO PREVIAMENTE ESCOLHIDA COM APLICAÇÃO DO ROTEIRO METODOLÓGICO E MONTAGEM DO PPDC.

O treinamento de campo é parte fundamental do treinamento. Nele serão testados e aplicados os conhecimentos adquiridos, onde as dúvidas e contribuições aparecerão com maior facilidade.

Os trabalhos constarão do zoneamento ou setorização de área de ocupação precária e que apresente problemas de deslizamentos. Preferencialmente, esse trabalho deverá utilizar fotografias aéreas verticais ou oblíquas, plantas/mapas/cartas com o maior detalhe possível, levantamentos de ocorrências de eventos de deslizamentos na área. A ausência desses materiais não impede a realização dos trabalhos. O roteiro a ser utilizado para esse mapeamento encontra-se explicado no capítulo 4.

Para auxiliar os trabalhos de campo propõe-se o uso dos seguintes materiais, que se encontram a seguir:

- Ficha do mapeamento dos setores. Deve ser utilizada para as anotações das características de cada um dos setores mapeados (Anexo II);
- Ficha do mapeamento da área como um todo. Deve ser utilizada como um resumo das características da área, com seus vários setores, incluindo a tipologia da ocupação (usando a tabela resumo abaixo), a descrição da geologia (tipo de rocha, por exemplo), da geomorfologia (tipo de relevo, por exemplo), os materiais utilizados (mapas, fotos;etc.) - Anexo II;
- Tabela resumo (check list) dos itens a serem observados (Anexo II);
- Tabela resumo da classificação da ocupação (Anexo II);
- Tabela com graus de probabilidade de ocorrência de processos de instabilização do tipo deslizamentos em encostas ocupadas e solapamento de margens de córregos (Capítulo 4);
- Tabela com a tipologia de intervenções voltadas à redução de riscos associados a deslizamentos em encostas ocupadas e a solapamentos de margens de córregos (Anexo II);
- Roteiro de cadastro de risco de deslizamentos (Capítulo 4).

BIBLIOGRAFIA

ALHEIROS, M.M. et al. Manual de ocupação de morros da Região Metropolitana de Recife. Recife:Fundação de desenvolvimento municipal (Recife), 2003. 384p. Disponível em: <<http://www.proventionconsortium.org/toolkit.htm>>.

ARANOFF, S. Geographic Information Systems: a Management Perspective. WDL Publications, Ottawa, Canadá. 1989.

AUGUSTO FILHO, O. 1992. Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, 1, 1992, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: ABMS/ABGE. p. 721-733.

AUGUSTO FILHO, O. 2001. Carta de risco de escorregamentos quantificada em ambiente de SIG como subsídio para implantação de seguros em áreas urbanas: um ensaio em Caraguatatuba (SP). Rio Claro. 196p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

BURROUGH, P. A. Principles of Geographical Information Systems: Methods and Requirements for Landuse Planning. Clarendon, Oxford. 1986.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. Fundamentos de Geoprocessamento. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos, INPE, 2001. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/livro/introd/index.html>. Acesso em: Janeiro/2006.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. Conceitos Básicos em Ciência da Geoinformação. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V.

Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos, INPE, 2001. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/livro/introd/index.html>. Acesso em: Janeiro/2006.

CARVALHO, C.S. 1997. Processos de instabilização de taludes em maciços artificiais. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, 2, 1997, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: ABMS/ABGE/ISSMGE. p.901-908.

CARVALHO, C.S. HACHICH, W. 1997. Gerenciamento de riscos geotécnicos em encostas urbanas. Solos e Rochas, São Paulo, v.20, n.3, p.179-187, dez.

CARVALHO, C. S. GALVÃO T. (orgs.) Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais. Ed. Gráfica Brasil. Brasília, Ministério das Cidades; Cities Alliance; 2006, 111p.

CERRI, L. E. S. 1993. Riscos geológicos associados a escorregamentos: uma proposta para prevenção de acidentes. Rio Claro. 197p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

COWEN, D. J. GIS versus CAD versus DBMS: What are the differences. Photog. Eng. And Rem. Sens. 54: 1551-4, 1988.

FICCDC - TECHNOLOGY WORKING GROUP A Process for evaluating Geographic Information Systems. Technical Report 1, USGS Open-File Report, p. 88-105, 1988.

GOODCHILD, M. F. Spatial Analysis with GIS: Problems and Prospects GIS/LIS. The Inforum Atlanta, Georgia, p. 40-48, 1991.

GUSMÃO FILHO, J.A., ALHEIROS, M.M., GUSMÃO, A. D. 1997. Estudo das encostas ocupadas do Recife. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA

SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, 2, 1997, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABMS/ABGE/ISSMGE. p.919-927.

MACEDO, E. S. 2001. Elaboração de cadastro de risco iminente relacionado a escorregamentos: avaliação considerando experiência profissional, formação acadêmica e subjetividade. Rio Claro, 276 p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

NAKAMURA, H. 1990. Landslide prevention law and law concerning prevention of failure of steep slopes in Japan. Landslide News, Tokyo, p. 28-30, july.

NOGUEIRA, F.R. 2002. Políticas públicas municipais para gerenciamento de riscos ambientais associados a escorregamentos em áreas de ocupação subnormal. Rio Claro. 256p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Universidade Estadual Paulista.

163

OGURA, A. T. et al. 2006. Apostila do Curso de Capacitação em Mapeamento e Gerenciamento de Risco na modalidade à distância. Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, Centro de Pesquisas Sobre Desastres Naturais – CEPED, 122 p.

SILVA, A. B. Sistemas de Informações Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos. Editora da Unicamp, Campinas, São Paulo, 236 p., 1999.

SMITH, T. R.; MENON, S.; STAR, J. L.; ESTES, J. E. Requirements and principles for the implementation and construction of large-scale Geographic Information Systems. In. Jour. Of Geog. Inf. Sys. 1: 13-31, 1987.

YOSHIKAWA, N.K. “Nova metodologia de avaliação de encostas rochosas”. São Paulo, 1997. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 268 p.

ANEXO I – CONTEÚDO PROGRAMÁTICO DO CURSO DE CAPACITAÇÃO DE TÉCNICOS MUNICIPAIS PARA O MAPEAMENTO E GERENCIAMENTO DE RISCOS

APRESENTAÇÃO DO CURSO

Considerando que diversas cidades brasileiras possuem áreas de risco a escorregamentos, enchentes e inundações, o Ministério das Cidades propôs, a partir da experiência de algumas instituições que trabalham com o tema, a elaboração de um curso de gerenciamento de áreas de risco relativo a esses processos com ênfase ao mapeamento de escorregamentos. Dessa forma, o curso pretende estabelecer um roteiro de cadastro a ser utilizado em todas as cidades brasileiras e adaptado conforme os tipos de processos característicos de cada local.

165

PÚBLICO ALVO

O curso visa atender os profissionais de Prefeituras envolvidos com gerenciamento de áreas de risco, tais como: arquitetos, engenheiros, geólogos, geógrafos, assistentes sociais, tecnólogos, advogados, técnicos de nível médio, fiscais, etc.

OBJETIVO PRINCIPAL

O objetivo principal do curso é capacitar os técnicos municipais para realizar o mapeamento e o gerenciamento de áreas de risco sujeitas a escorregamentos, enchentes e inundações.

OBJETIVO ESPECÍFICO

Os participantes, ao final do curso, deverão estar capacitados para executar o mapeamento das áreas de risco de escorregamentos em seus municípios bem como preparados para elaborar o sistema de gerenciamento de áreas de risco.

CONTEÚDO DO CURSO

O curso está dividido em duas partes: aulas teóricas e práticas (campo e exercícios aplicados). O curso será ministrado em cinco dias, conforme o seguinte programa:

PRIMEIRO DIA

166

MANHÃ

Abertura

Apresentação do curso e sua inserção no Programa de Prevenção e Erradicação de Riscos em Assentamentos Precários do Ministério das Cidades.

Curso

1. Introdução ao Gerenciamento de Áreas de risco.
2. Conceitos básicos de risco e de Áreas de risco.
3. Identificação, análise e mapeamento de áreas de risco de deslizamentos.
 - 3.1 Aspectos conceituais.

TARDE

- 3.2 Tipologia de escorregamentos e cenários de risco correspondentes.
 - indicadores de risco (indícios) e condicionantes de risco.
- 3.3 Identificação, análise e mapeamento de risco.
 - métodos e técnicas;
 - critérios de análise e mapeamento de risco;
 - estabelecimento de graus de risco; parâmetros de hierarquização de risco.

SEGUNDO DIA

MANHÃ

- 4. Apresentação de roteiro metodológico para análise de risco e mapeamento de áreas de risco em setores de encosta e de baixada.

167

TARDE

- 5. Identificação, análise e mapeamento de áreas de risco de enchentes e inundações.
 - 5.1 Conceitos
 - 5.2 Tipologia de processos hidrológicos e principais cenários de risco em áreas urbanas;
 - 5.3 Identificação, análise e mapeamento de áreas de risco de enchentes e inundações:
 - métodos e técnicas;
 - critérios de análise e mapeamento de risco;
 - estabelecimento de graus de risco;
 - parâmetros de hierarquização de risco.

TERCEIRO DIA

MANHÃ

6. Noções Gerais sobre Geoprocessamento.
7. Noções Gerais de Gerenciamento de Áreas de Risco.
 - 7.1 Medidas de Prevenção e Controle de Risco de Escorregamentos e de Enchentes.

TARDE

8. Plano Preventivo de Defesa Civil:
 - 8.1 concepção;
 - 8.2 implantação;
 - 8.3 operação;
 - 8.4 exemplos.
9. Introdução ao treinamento de campo em área de risco previamente escolhida com aplicação do roteiro metodológico e montagem do PPDC.

168

QUARTO DIA

10. Exercício prático de campo em área de risco de escorregamentos.

QUINTO DIA

11. Trabalhos de escritório para sistematização dos dados do mapeamento e cadastro de moradias.
12. Trabalhos de escritório para montagem do PPDC.
13. Discussões finais e fechamento do curso.

IMPORTANTE!

No site do MCIDADES encontram-se aulas na forma de apresentações interligadas aos capítulos desta publicação a fim de apoiar instrutores / professores na realização de cursos de capacitação e treinamento (www.cidades.gov.br/bibliotecarisco).

ANEXO II – MATERIAIS DE APOIO À ELABORAÇÃO DO MAPEAMENTO DE RISCO

a) Tabela resumo da classificação da ocupação.

CATEGORIA DE OCUPAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
Área consolidada	Áreas densamente ocupadas, com infraestrutura básica.
Área parcialmente consolidada	Áreas em processo de ocupação, adjacentes a áreas de ocupação consolidada. Densidade da ocupação variando de 30% a 90%. Razoável infraestrutura básica.
Área parcelada	Áreas de expansão periféricas e distantes de núcleo urbanizado. Baixa densidade de ocupação (até 30%) desprovidas de infraestrutura básica.
Área mista	Nesses casos, caracterizar a área Quanto a densidade de ocupação e Quanto a implantação de infraestrutura básica.

169

b) Tabela resumo (*check list*) dos itens a serem observados.

CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL Talude natural / corte Altura do talude Aterro compactado / lançado Distância da moradia Inclinação / Declividade Estruturas em solo / rocha desfavoráveis Presença de blocos de rocha / matacões / paredões rochosos Presença de lixo / entulho Aterro em anfiteatro Ocupação de cabeceira de drenagem	EVIDÊNCIAS DE MOVIMENTAÇÃO Trincas moradia/aterro Inclinação de árvores/postes/muros Degraus de abatimento Cicatrices de escorregamentos Feições erosivas Muros / paredes “embarrigados”
	ÁGUA Concentração de água de chuva em superfície Lançamento de água servida em superfície Presença de fossas / rede de esgoto / rede de água Surgências d’água Vazamentos
VEGETAÇÃO NO TALUDE OU PROXIMIDADES Presença de árvores Vegetação rasteira Área desmatada Área de cultivo	MARGENS DE CÓRREGO Tipo de canal (natural / sinuoso / retificado) Distância da margem Altura do talude marginal Altura de cheias Trincas na superfície do terreno

c) Mapeamento de Risco - Ficha geral de campo.

Local:	Área:
Equipe:	Data:
Localização:	
GPS:	
Foto Aérea:	
Fotos de Helicóptero:	

Caracterização da Ocupação (padrão, tipologia das edificações, infra-estrutura):

Caracterização Geológica:

Caracterização Geomorfológica:

170

Setor nº	Grau de probabilidade	Nº de moradias ameaçadas	Alternativa de intervenção

d) Mapeamento de Risco - Ficha de setor.

() Encosta		
() Margem de Córrego		
Local:	Área nº:	Setor:
Equipe:		
Data:		
Referência:		
Fotos:		

Diagnóstico do setor (condicionantes, evidências e indícios do processo destrutivo):
--

Descrição do processo destrutivo: (deslizamento de solo / rocha / aterro; naturais / induzidos; materiais mobilizados; solapamento; ação direta da água; etc):
--

171

Observações (incluindo descrição de fotos obtidas no local):
--

Grau de Probabilidade:
Indicação de intervenção:
Custo aproximado da intervenção sugerida:
Estimativa de nº de edificações no setor:

e) Tipologia de intervenções voltadas à redução de riscos associados a deslizamentos em encostas ocupadas e a solapamentos de margens de córregos.

TIPO DE INTERVENÇÃO	DESCRIÇÃO
SERVIÇOS DE LIMPEZA E RECUPERAÇÃO	Serviços de limpeza de entulho, lixo, etc. Recuperação e/ou limpeza de sistemas de drenagem, esgotos e acessos. Também incluem obras de limpeza de canais de drenagem. Correspondem a serviços manuais e/ou utilizando maquinário de pequeno porte.
OBRAS DE DRENAGEM SUPERFICIAL, PROTEÇÃO VEGETAL (GRAMÍNEAS) E DESMONTE DE BLOCOS	Implantação de sistema de drenagem superficial (canaletas, rápidos, caixas de transição, escadas d'água, etc.). Implantação de proteção superficial vegetal (gramíneas) em taludes com solo exposto. Eventual execução de acessos para pedestres (calçadas, escadarias, etc.) integrados ao sistema de drenagem. Proteção vegetal de margens de canais de drenagem. Desmonte de blocos rochosos. Predomínio de serviços manuais e/ou com maquinário de pequeno porte.
OBRAS DE DRENAGEM DE SUBSUPERFÍCIE	Execução de sistema de drenagem de subsuperfície (trincheiras drenantes, DHP, poços de rebaixamento, etc.). Correspondem a serviços parcial ou totalmente mecanizados.
ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO LOCALIZADAS OU LINEARES	Implantação de estruturas de contenção localizadas, como chumbadores, tirantes, microestacas e muros de contenção passivos de pequeno porte ($h_{\max} = 5 \text{ m}$ e $l_{\max} = 10 \text{ m}$). Obras de contenção e proteção de margens de canais (gabiões, muros de concreto, etc.). Correspondem a serviços parcial ou totalmente mecanizados.
OBRAS DE TERRAPLENAGEM DE MÉDIO A GRANDE PORTE	Execução de serviços de terraplenagem. Execução combinada de obras de drenagem superficial e proteção vegetal (obras complementares aos serviços de terraplenagem). Obras de desvio e canalização de córregos. Predomínio de serviços mecanizados.
ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO DE MÉDIO A GRANDE PORTE	Implantação de estruturas de contenção de médio a grande porte ($h_{\max} > 5 \text{ m}$ e $l_{\max} > 10 \text{ m}$), envolvendo obras de contenção passivas e ativas (muros de gravidade, cortinas, etc.). Poderão envolver serviços complementares de terraplenagem. Predomínio de serviços mecanizados.
REMOÇÃO DE MORADIAS	As remoções poderão ser definitivas ou não (para implantação de uma obra, por exemplo). Priorizar eventuais realocações dentro da própria área ocupada, em local seguro.

f) Mapeamento de Risco - Ficha da área / assentamento (para uso em sistemas de informações geográficas - SIG).

IDENTIFICAÇÃO

Assentamento/código:	Bairro:
Município:	Micro Região:
Técnico responsável:	Data:
	Líder comunitário/ OP:

CARACTERIZAÇÃO GERAL DA LOCALIDADE

Modo de Ocupação	Estágio da Ocupação	Padrão das Edificações
() – espontânea (informal)	() – consolidada	() – alvenaria
() – planejada (formal)	() – inconsolidada	() – taipa
() – parcialmente planejada	() – parcialmente consolidada	() – madeira
		() – outros materiais

Relevo	Hidrografia	Vegetação no taludes
() – tabuleiros e vertentes	() – rede fluvial esparsa	() – vegetação rasteira natural
() – morros	() – rede fluvial densa	() – gramínea
() – colinas	() – alta concentração de águas	() – capim
() – anfiteatro (microbacia aberta)	() – nível freático alto (cacimbas)	() – arbustos
() – planície emersa	() –	() – árvores de grande porte
() – planície alagável	() –	() – bananeiras

173

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS(*)

Tipo de Solo (Litologia)	Texturas e Estruturas dos Solos	Estabilidade dos Maciços
() – Fm. Barreiras (fácies arenosa)	() – alta permeabilidade	() – maciço estável
() – Fm. Barreiras (fácies argilosa)	() – baixa permeabilidade	() – evidências de deslizamento
() – Fm. Cabo	() – estratificação horizontal	() – evidências de erosão
() – Solo residual (emb. cristalino)	() – falhas/fraturas/xistossidade	() – evidências de solapamento
() – Solo orgânico (mangues)	() – crosta / blocos lateríticos	() – sem evidências de processos
() – Solo arenoso (aluvião)	() – matações de rocha	() –

(*) Definidas em função das características da área analisada

SÍNTESE DOS SETORES DE RISCO

Setor (cód):	Grau de Risco:	Nº de moradias do Setor	Nº de moradias Ameaçadas (*)	Nº de moradias p/ Remoção*

(*) Indicadas para cadastro e monitoramento

OBSERVAÇÕES:

h) Mapeamento de Risco - Setor de Risco (para uso em sistemas de informação geográficas - SIG).

Assentamento:			SETOR:
Município:	Bairro:	Região:	RISCO:
Técnico responsável:			Data: / /

FATORES DE SUSCETIBILIDADE (*)

Tipo e Caracterização dos Processos Atuentes	
() – Deslizamento Planar em solo sedimentar	() – Deslizamento Planar em solo residual
() – Deslizamento Rotacional em solo sedimentar	() – Deslizamento Rotacional em solo residual
() – Deslizamento em aterros	() – Deslizamento de lixo / entulhos
() – Erosão em aterros	() – Rolamento de matacões
() – Erosão superficial (sulcos)	() – Queda de blocos de rocha ou de crostas
() – Erosão severa (ravinas profundas / voçorocas)	() – Sem evidências de processos destrutivos
() – Solapamento de solo em margem de córrego	() –

Causas e Agravantes da Instabilidade	
() – Ocupação de bordas de tabuleiros	() – Exploração de jazidas em áreas ocupadas
() – Ocupação de cabeceiras de drenagem	() – Sobrecarga de edificações de grande porte
() – Taludes de corte/aterro sem proteção vegetal	() – Lançamento de lixo nas encostas e drenagem
() – Altura dos taludes m	() – Lançamento de entulho nas encostas e drenagem
() – Declividade dos taludes graus	() – Árvores de grande porte na crista dos taludes
() – Ausência / insuficiência de microdrenagem	() – Concentração de bananeiras nos taludes
() – Concentração de águas de chuva nos taludes	() – Presença de surgências de água nos taludes
() – Lançamento de águas servidas no solo	() – Presença de fendas e batentes no solo
() – Vazamento nas tubulações de água e esgoto	() – Proximidade da casa à borda do talude.....m
() – Fossas drenantes próximas às cristas	() – Proximidade da casa ao pé do talude.....m
() – Cisterna / cacimba próximo a crista	() – Recorrência dos processos ano(s)

(*) definidos em função das características da área analisada.

FATORES DE VULNERABILIDADE

() – Número de edificações no setor	() – Infra-estrutura / Equip. públicos ameaçados
() – Nº de edificações ameaçadas (monitoramento).....	() – Nº de edificações removidas
() – Nº de edificações p/ remoção	() – Nº de edificações destruídas em acidente

Registros ou relatos de acidentes (dia/mês/ano – mortes, feridos, endereços, tipos de processo atuantes, volumes, distâncias).
--

Moradias Indicadas para Monitoramento (M) e Remoção (R)

Endereço (rua, nº)	Coordenadas	Fotos	M	R
	UTM (GPS)			

(*) Para as moradias que não constam da Base Cartográfica utilizar FOTOS DO SETOR (continuar no verso da ficha)

i) Setor de Risco - Intervenções de Engenharia

Localidade:			SETOR:
Município:	Bairro:	MR:	RISCO:
Técnico resp.:			Data: / / 2006

Propostas de Intervenção(*)

endereço	cód. interv.	quant.	diâm.	altura (m)	largura (m)	extensão (m)

(*) Lançar as intervenções sobre o mapa de detalhe

Intervenções e Códigos

Serviços Preliminares: SP 01 – Limpeza do terreno e Remoção de entulhos; SP 02 – Demolição e remoção de material demolido; Poda e Corte de Árvores: PC 01 – Corte de árvores de grande porte; PC 02 – Corte de árvore de pequeno porte ou poda; Micro-drenagem: MD 01 – Calha pré-moldada Ø 0,30m; MD 02 – Calha pré-moldada Ø 0,40m; MD 03 – Canaleta Ø 0,40m (construção “in loco”); Macro-drenagem (construção de canal para coleta das micro-drenagens): MA 01 – Revestimento lateral em pedra rachão e fundo de concreto - Ø 0,60m; MA 02 – Revestimento lateral em pedra rachão e fundo de concreto - Ø 1,00m; Contenção de encosta: Pedra Rachão CE 01 – Alvenaria de pedra rachão até 3,0m de altura; CE 02 – Alvenaria de pedra rachão até 5,0m de altura; CE 03 – Alvenaria de pedra rachão até 3,0m de altura com tela argamassada até 15,0m; Solo-cimento ensacado (Rip-Rap) CE 04 – Construção de solo/cimento ensacado até 5,0m de altura; CE 05 – Construção de solo/cimento ensacado de 2,0m em 2,0m de altura (em patamares), até 6,0m; CE 06 – Construção de solo/cimento ensacado até 5,0m com tela argamassada até 15,0m;	Revestimento de taludes: Retaludamentos RE 01 – Retaludamento de encosta (corte ou aterro) com plantação de gramínea até 25,0m de altura; RE 02 – Retaludamento de encosta em bermas a cada 5,0m de altura (corte ou aterro) com plantação de gramínea até 50,0m de altura; RE 03 – Retaludamento de encosta (corte ou aterro) com plantação de gramínea sintética / geotêxtil até 50,0m de altura; RE 04 – Retaludamento de encosta com aplicação da técnica Cal-Jet Alvenaria / Tela Argamassada RA 01 – Alvenaria de tijolos cerâmicos até 2,0m de altura; RA 02 – Alvenaria de tijolos cerâmicos até 2,0m de altura e tela argamassada até 15,0m de altura; RT 01 – Revestimento em tela argamassada até 15,0m de altura; RT 02 – Revestimento em tela argamassada em bermas a cada 10,0m de altura até 30,0m de altura; Sistema viário: Escadarias: AE 01 – Escadaria com uma canaleta e corrimão; AE 02 – Escadaria com duas canaletas e corrimão; Pavimentação AP 01 – Pavimentação em paralelo com drenagem – Tubo Ø 0,60m AP 02 – Pavimentação em paralelo com canaleta aberta – Ø 0,80m AP 03 – Pavimentação em paralelo com canaleta aberta – Ø 1,00m AP 04 – Revestimento asfáltico lançado diretamente no solo – CBUQ Melhoramento de via AM 01 – Construção de cortinas a cada 3,00m e canaleta lateral de Ø 0,60m; Barreira vegetal BV 01 – barreira vegetal para redução do assoreamento
--	--

OBSERVAÇÕES:

