

**Ministério das Cidades - Secretaria de Programas Urbanos  
Universidade Federal de Pernambuco  
Coordenação de Educação a Distância  
Grupo de Engenharia Geotécnica de Encostas e Planícies**



# **Gestão e Mapeamento de Riscos Socioambientais**

**Curso de Capacitação**

**Presidente da República**

Luís Inácio Lula da Silva

**Ministro das Cidades**

Marcio Fortes de Almeida

**Secretária Nacional de Programas Urbanos**

Maria Teresa Saenz Surita Jucá

**Diretor de Assuntos Fundiários Urbanos**

Celso Santos Carvalho

**Coordenação Geral e Revisão de Conteúdo**

Celso Santos Carvalho - MCidades

Frederico do Monte Seabra - MCidades

Leonardo de Almeida Ferreira - MCidades

Thiago Galvão - MCidades

**Colaboração**

Weber Sutti - Arquiteto e Urbanista

**Universidade Federal de Pernambuco**

Reitor: Prof. Amaro Henrique Pessoa Lins

Vice Reitor: Prof. Gilson Edmar Gonçalves da Silva

**Centro de Tecnologia e Geociências**

Diretor: Prof. Edmilson Lima dos Santos

**Departamento de Engenharia Civil**

Chefe do Departamento: Prof. José Jeferson do Rêgo Silva

**Grupo de Engenharia Geotécnica de Encosta e Planície - GEGEP**

Coordenador: Roberto Quental Coutinho

**Coordenação de Educação a Distância**

Coordenador: Sonia Schechtman Sette

**Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade  
Federal de Pernambuco - FADE**

Diretor Administrativo: Prof. Ivaldo Dário da Silva Pontes Filho

## APRESENTAÇÃO

Os escorregamentos em encostas urbanas estão entre os principais fatores de risco causadores de desastres naturais nas cidades brasileiras. Este quadro é reflexo de um processo de urbanização excludente, que reserva para milhões de famílias brasileiras apenas as áreas mais inadequadas das cidades, incluindo aquelas ambientalmente frágeis, como as encostas íngremes e margens de rios.

Sendo o Município o ente da Federação que tem a competência constitucional para implementar a política urbana, várias prefeituras têm investido na produção de moradias para as famílias de menor renda, na elaboração de Planos Diretores dotados de instrumentos que aumentem a oferta de lotes urbanizados de interesse social e na urbanização e regularização fundiária de favelas e loteamentos irregulares.

Além dessas ações, cabe ao município atender, também, às comunidades já instaladas nas encostas íngremes e nas margens de rios que se encontram sujeitas a sofrer os efeitos dos processos naturais de escorregamentos e erosão, principalmente durante os períodos de chuvas mais intensos. várias Prefeituras já instituíram programas específicos de prevenção de riscos, que envolvem o mapeamento dessas áreas de risco, o planejamento das obras de segurança e o desenvolvimento de planos preventivos de defesa civil.

O Governo Federal, por meio do Ministério das Cidades, apóia os municípios na implementação dessa Nova Política de Desenvolvimento Urbano, investindo em infra-estrutura social (PAC - Programa de Aceleração do Crescimento), assistência técnica e capacitação de técnicos municipais.

Desde a sua criação em 2003, o Ministério das Cidades desenvolve o Programa Nacional de Capacitação das Cidades, com cursos de treinamento nas áreas de planejamento urbano, habitação, saneamento ambiental, urbanização, regularização fundiária, mobilidade urbana e prevenção de riscos, entre outras.

A Secretaria Nacional de Programas Urbanos insere-se nesse programa de capacitação atuando especificamente nas áreas de planejamento urbano, reabilitação de áreas centrais, regularização fundiária e prevenção de riscos.

Com base nessa linha de atuação, estamos promovendo, em parceria com a Universidade Federal de Pernambuco, o Curso de Gestão e Mapeamento de Riscos Socioambientais, como parte da

Ação de Prevenção de Riscos do Programa Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários.

Esta parceria dá seqüência a uma série de projetos de capacitação já realizados em conjunto com Governos Estaduais e Universidades Públicas e pretende ampliar ainda mais a visão de nossos gestores municipais sobre o gerenciamento de riscos, apresentando e discutindo técnicas de mapeamento, concepção de intervenções de segurança, planejamento, mobilização social e ações preventivas de defesa civil.

Esse curso traz informações e instrumentos que podem contribuir no entendimento e na construção de um Sistema Municipal de Gestão de Riscos como mais um componente do rol das políticas urbanas de inclusão social.

A estruturação do curso busca aproximar a Universidade dos gestores municipais, integrando o conhecimento acadêmico dos professores e pesquisadores universitários à experiência prática dos 1.000 alunos que, nas várias cidades brasileiras, desenvolvem cotidianamente novas estratégias para melhorar as condições de segurança da nossa população. Neste sentido, o intercâmbio de experiências entre os alunos é parte essencial das atividades acadêmicas.

Além deste livro, que integra o material didático do curso, a qualquer momento você poderá consultar orientações para estudar à distância e realizar sua atividade de aprendizagem, aproveitando, assim, toda a estrutura pedagógica e didática, planejada e construída para que você tenha um aprendizado significativo.

Agradecendo a participação e o empenho, desejamos um ótimo curso a todos!

**Maria Teresa Saenz Surita Jucá**  
Secretária Nacional de Programas Urbanos

# SUMÁRIO

<b>CURSO DE CAPACITAÇÃO EM GESTÃO E MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCOS SOCIOAMBIENTAIS</b>	<b>07</b>
<b>Módulo 1</b> <b>INTRODUÇÃO AO GERENCIAMENTO DE ÁREAS DE RISCO</b>	<b>13</b>
<b>Módulo 2</b> <b>POLÍTICAS PÚBLICAS EM PREVENÇÃO DE RISCOS SOCIOAMBIENTAIS</b>	<b>21</b>
<b>Módulo 3</b> <b>O PROCESSO DE URBANIZAÇÃO BRASILEIRA E A OCUPAÇÃO DE ÁREAS AMBIENTALMENTE FRÁGEIS</b>	<b>30</b>
<b>Módulo 4</b> <b>MOBILIZAÇÃO SOCIAL PARA A REDUÇÃO DE VULNERABILIDADES</b>	<b>43</b>
<b>Módulo 5</b> <b>PROCESSOS GRAVITACIONAIS DE MASSA E PROCESSOS EROSIVOS</b>	<b>58</b>
<b>Módulo 6</b> <b>MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO EM ENCOSTA</b>	<b>89</b>
<b>Módulo 7</b> <b>RISCOS HIDROLÓGICOS</b>	<b>117</b>
<b>Módulo 8</b> <b>MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÕES E ENCHENTES</b>	<b>124</b>
<b>Módulo 9</b> <b>AÇÕES ESTRUTURAIS PARA REDUÇÃO DE RISCOS</b>	<b>130</b>
<b>Módulo 10</b> <b>AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS PARA A REDUÇÃO DE RISCOS</b>	<b>156</b>
<b>Módulo 11</b> <b>PLANOS DE CONTINGÊNCIA</b>	<b>165</b>
<b>Módulo 12</b> <b>NOÇÕES GERAIS SOBRE GEOPROCESSAMENTO</b>	<b>171</b>



# **CURSO DE CAPACITAÇÃO EM GESTÃO E MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCOS SOCIOAMBIENTAIS**

## **APRESENTAÇÃO**

A Ação de Apoio à Prevenção e Erradicação de Riscos em Assentamentos Precários do Ministério das Cidades, criada em 2003, lança uma nova cultura de procedimentos uniformes de gerenciamento de risco no Brasil, tendo na prevenção a grande estratégia para a redução dos desastres naturais. Essa Ação, inédita no âmbito das políticas nacionais de desenvolvimento urbano, permite uma leitura mais consistente dos dados sobre riscos, na esfera nacional e vem investindo sistematicamente na capacitação em mapeamento e gestão de risco ambiental, para técnicos municipais ligados ao planejamento urbano e redução de riscos. No Brasil, já foram capacitados mais de 2.000 técnicos por meio de cursos presenciais e na modalidade à distância.

Dando continuidade a esse trabalho é que o Ministério das Cidades está promovendo, em parceria com a Universidade Federal de Pernambuco, o Curso de Capacitação em Gestão e Mapeamento de Riscos Socioambientais. Este Curso será realizado na modalidade à distância, com um público-alvo de 1.000 técnicos municipais e profissionais que atuam na gestão dos riscos.

## **OBJETIVO GERAL DO CURSO**

O Curso de Capacitação em Gestão e Mapeamento de Riscos Socioambientais tem por objetivo principal capacitar os técnicos para desenvolverem a análise e o mapeamento de risco em áreas sujeitas a movimentos gravitacionais de massa, erosão hídrica e inundações; elaborarem o Plano Municipal de Redução de Risco – PMRR; construir um modelo de gerenciamento de risco em áreas sujeitas a desastres naturais, com a participação ativa das comunidades; e estruturarem um Plano de Contingência para os períodos de chuvas.

## **INFORMAÇÕES SOBRE O CURSO**

O Curso terá carga horária total de 88 horas, conforme apresentado na Tabela 1, distribuído em três principais etapas: 1) Módulo Introdutório (16 horas), contendo a apresentação do funcionamento de cursos à distância, da ferramenta *E-proinfo* e da estrutura e atividades do Curso; 2) Conteúdo técnico composto de 12 módulos (60 horas); e 3) Consolidação do Projeto do Curso (12 horas).

Os módulos foram elaborados com objetivo de fornecer conteúdos temáticos para técnicos municipais que, em sua maioria, não lidam com informações teóricas, indispensáveis para o entendimento dos fenômenos envolvidos nos desastres naturais.

Por outro lado, empreendeu-se o esforço de introduzir neste Curso, um processo de construção da aprendizagem que não fique exclusivamente associado à leitura e assimilação de conteúdos teóricos, denominado Projeto do Curso. Este Projeto, que será melhor detalhado no ambiente virtual, consta de atividades sucessivas a serem desenvolvidas em grupo e acompanhadas pelos tutores e professores, que envolverão pesquisa e discussão da realidade acerca do risco e do seu gerenciamento, nos municípios onde os cursistas moram ou trabalham. Por essa razão é imprescindível que a frequência às atividades do Curso seja regular e conte com a participação de todos os componentes do grupo.

**Tabela 1: Conteúdo do Curso**

Semana	Aula	Atividade	Carga Horária	Objetivos
1 e 2	Módulo Introdutório	Apresentação do Sistema EAD Apresentação do Curso	16h	Apresentar o funcionamento do Curso através da educação à distância, ferramentas disponíveis e formas de interação com os demais integrantes da equipe. Apresentar a estrutura do Curso, o conteúdo a ser ministrado, as atividades a serem realizadas e o processo de avaliação.
3	Módulo 1	Introdução ao Gerenciamento de Áreas de Risco.	4h	Definir os elementos básicos da análise de risco e identificar os passos do modelo de gerenciamento de risco, sugerido pelas Nações Unidas.
	Módulo 2	Políticas Públicas em Prevenção de Riscos Socioambientais.	4h	Diferenciar as esferas públicas de ação na redução do risco e dos desastres.
4	Módulo 3	O Processo de Urbanização Brasileira e a Ocupação de Áreas Ambientalmente Frágeis	4h	Analisar como se deu o processo de ocupação do solo urbano no Brasil e o reflexo disso na condição de habitabilidade da população considerando o desencadeamento de problemas socioambientais nos assentamentos precários e a evolução dos instrumentos legais no tocante ao desenvolvimento das políticas públicas para gestão do espaço urbano.
	Módulo 4	Mobilização Social para a Redução de Vulnerabilidades	4h	Construir e cultivar novos olhares que favoreçam o incentivo de habilidades na comunidade e beneficiem a organização de diversos atores sociais para formação de uma cultura de prevenção.

**Tabela 1 (Continuação): Conteúdo do Curso**

Semana	Aula	Atividade	Carga Horária	Objetivos
5	Módulo 5	Processos Gravitacionais de Massa e Processos Erosivos.	8h	Definir conceitos relativos aos processos de movimento de massa, incluindo descrição, tipos, classificação e fatores de causas. São apresentados movimentos gravitacionais de massa e movimentos de transporte de massa (erosão).
6	Módulo 6	Mapeamento de Áreas de Risco em Encosta	8h	Apresentar metodologias para mapeamento de áreas de risco em encostas utilizadas no Brasil
7	Módulo 7	Riscos Hidrológicos	4h	Reconhecer as ameaças ou perigos e identificar as áreas de risco de um determinado local, com enfoque sobre enchentes e inundação.
	Módulo 8	Mapeamento de Áreas de Risco de Inundações	4h	Apresentar Metodologia para avaliação de níveis de risco de inundação e de solapamento de margens para um determinado local.
8	Módulo 9	Ações Estruturais para Redução de Riscos	8h	Definir princípios e critérios para a análise de solução de estabilização para os movimentos de massa, incluindo tipos principais e exemplos de uso.
9	Módulo 10	Ações Não-Estruturais para Redução de Riscos	4h	Difundir e apropriar o Plano Municipal de Redução de Risco – PMRR como uma medida preventiva, não estrutural, de grande significado para a redução dos desastres.
	Módulo 11	Planos de Contingência	4h	Caracterizar um Plano de Contingência em todas as suas etapas de construção e operação.
10	Módulo 12	Noções Gerais sobre Geoprocessamento	4h	Levar aos leitores noções conceituais acerca das Tecnologias da Geoinformação e sua aplicabilidade no contexto das ações estruturais e não estruturais de redução do risco, abordando conteúdos que vão desde conceitos básicos de cartografia, de SIG (Sistemas de Informação Geográfica), da composição das bases de dados espaciais até exemplos de aplicações práticas das Tecnologias.
	Módulo 13	Projeto do Curso - Instruções Finais	4h	Fornecer as orientações finais para a consolidação do projeto do curso.
11	Módulo 14	Projeto do Curso - Produto	8h	Consolidar a elaboração do Projeto do Curso
		ENCERRAMENTO		

## O PROJETO DO CURSO

O Projeto do Curso é uma atividade obrigatória, que será desenvolvida por um grupo de 5 cursistas, definido pelo sistema. Esse Projeto será construído ao longo do curso, com atividades específicas estabelecidas em cada Módulo.

É uma atividade de grande importância para o aprofundamento do aprendizado e da discussão sobre os conteúdos estudados. Compreende a leitura de textos, a pesquisa de informações sobre a estrutura e funcionamento do sistema de gerenciamento de riscos nas cidades onde residem ou trabalham os componentes do grupo, os modelos de gerenciamento adotados, tipos e características dos desastres registrados, mapas de risco, tipos de obras e intervenções para a redução de risco, investimentos em ações estruturais e não estruturais, Planos Municipais de Redução de Risco e Planos de Contingência para períodos críticos.

A síntese das discussões sobre cada tema será depositada pelo representante do grupo na Biblioteca virtual para o acompanhamento pelos tutores das turmas e pelos professores. Ao final do Curso será possível montar o Projeto do Curso, reunindo os textos produzidos por cada grupo de cursistas. O Fórum será um recurso auxiliar da maior importância para o Projeto, visto que permitirá a discussão do tema pelo grupo e a formatação do documento síntese do tema abordado.

## INFORMAÇÕES SOBRE OS RECURSOS DIDÁTICOS

Os recursos didáticos adotados terão como principal objetivo proporcionar aos alunos condições de ensino-aprendizagem respaldadas na interação entre os participantes (aluno-professor, aluno-aluno, tutor-aluno e tutor-professor). No ambiente virtual (“homepage”) do curso, ficarão disponíveis aos participantes, os seguintes recursos didáticos:

**Biblioteca Virtual:** local na rede onde ficará disponível o material didático necessário à realização das atividades. São artigos, apostilas, referências bibliográficas, links abertos para pesquisa e outras informações de interesse.

**Atividade dos alunos:** espaço virtual para onde serão enviados os trabalhos realizados pelos alunos, como artigos, resenhas e apresentações. Possibilita ao professor o gerenciamento e o acompanhamento do aprendizado.

**Chat:** local específico para discussão, onde os alunos debatem temas de interesse ou situações-problema encontradas no banco de casos.

**Fórum:** local onde se darão atividades discursivas lançadas pelos professores e onde os participantes podem interagir um com os outros. Os temas das discussões serão lançados nos Fóruns para determinados grupos de alunos ou para toda a classe do Curso, sendo uma atividade que pode ser realizada de forma on line ou off line. Questões que demandam a mediação do professor para esclarecimento podem ter sessões específicas, também com a participação de convidados selecionados por ele.

**Tutoria:** disponibilização de tutores com a tarefa de acompanhar os trabalhos, resolver dúvidas, proceder a avaliações individuais e informar aos alunos sobre o resultado das avaliações.

**Tira-dúvidas:** local específico para a retirada de dúvidas com o professor responsável pelo Curso, provenientes da leitura dos textos, da resolução dos exercícios ou outras questões relacionadas ao mesmo.

**Contato com os professores:** serviço de correio eletrônico para correspondência individual entre alunos e professor.

**Informações e Cronograma:** consistem em uma agenda virtual para comunicação de datas, prazos e informações relativas ao Curso.

## COMO REALIZAR O CURSO?

O Curso será realizado na modalidade de educação à distância (EAD), por meio do uso de diferentes recursos. Nessa modalidade, é o próprio aluno que organiza seu tempo de estudo e a elaboração das atividades previstas. Para que o estudo à distância se torne possível é necessária a utilização de alguns recursos didáticos, assim como a disponibilização de recursos humanos para o acompanhamento sistemático dos estudantes.

Para realizar este Curso você recebeu um Kit Didático formado por este livro e um CD. Além do kit estão à sua disposição outros recursos, também muito importantes para o desenvolvimento de seus estudos, e para a construção do seu conhecimento.

Endereço de Acesso: <http://www.eproinfo.mec.gov.br/>

Para um bom aproveitamento do curso é necessário que você fique atento para:

- Entrar regularmente no ambiente do Curso;
- Utilizar todos os materiais didáticos disponibilizados;
- Consultar o EAD quando surgirem dúvidas e/ou sugestões;
- Participar dos Fóruns de discussão;
- Realizar as atividades de aprendizagem;
- Realizar as atividades do Projeto do Curso e encaminhá-las à Biblioteca para avaliação.

## PARTICIPANDO DOS FÓRUNS

Os Fóruns de discussão são espaços para troca de idéias e opiniões, entre os cursistas, sobre um tema específico referente ao conteúdo do Curso, bem como para troca de experiências. A participação dos cursistas não se dá ao mesmo tempo, pois cada um insere sua opinião no momento que lhe couber. Para entrar no Fórum, acesse o link “FÓRUM”, você pode responder à pergunta inicial, responder uma das perguntas dos participantes ou lançar uma nova pergunta.

Utilize o Fórum para discutir o Projeto do Curso com seu grupo. Se tiver alguma dúvida específica em relação ao conteúdo do Curso, entre em contato com seu tutor. Não utilize o Fórum para essa finalidade. No Fórum, não basta apenas enviar uma mensagem, é importante interagir com os colegas, ler suas mensagens, comentar, ler os comentários publicados para você, para permitir um diálogo.

## INTERAGINDO COM OS TUTORES

Os Tutores vão oferecer o subsídio necessário para o melhor aproveitamento do Curso. Eles esclarecerão as dúvidas relacionadas aos aspectos pedagógicos: conteúdos, metodologia e elaboração da atividade de aprendizagem; e suas dúvidas administrativas: cadastro, recebimento dos materiais didáticos, e emissão de certificados. Cada Tutor será responsável por um mesmo grupo de alunos do início ao fim deste Curso. Assim que o Curso começar, você irá receber um e-mail de apresentação de seu Tutor, no qual ele informará nome e horário de atendimento.

## COMENTÁRIOS FINAIS

Esperamos que através deste curso os técnicos tenham uma visão mais abrangente sobre gerenciamento de áreas de risco, contribuindo para o planejamento urbano dos municípios e para a redução dos riscos naturais. Desejamos desde já um bom aproveitamento das aulas e uma boa interação entre os professores, tutores e participantes.

**Prof. Roberto Quental Coutinho – GEGEP / DEC / UFPE**  
Coordenador Técnico

**Prof<sup>a</sup> Sonia Sette – CEAD / UFPE**  
Coordenadora do Ensino à Distância

# Módulo 1

## INTRODUÇÃO AO GERENCIAMENTO DE ÁREAS DE RISCO

Margareth M. Alheiros

### ANOTAÇÕES

Seja bem vindo ao Curso à Distância de Capacitação sobre Mapeamento e Gerenciamento de Riscos Socioambientais. Este é o seu primeiro Módulo de conteúdo específico.

Aqui será apresentada a Classificação internacionalmente adotada para os riscos, os conceitos básicos que serão necessários à análise de risco e o Modelo de Gerenciamento de Risco proposto pela ONU e que vem servindo de referência para o trabalho de Gestão de Risco.

CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS*	
<p align="center"><b>RISCOS NATURAIS</b></p> <p>Processos ou fenômenos naturais que ocorrem na biosfera e podem resultar em danos. podem ser classificados de acordo com sua origem em: geológicos, hidrometeorológicos ou biológicos.</p>	
ORIGEM	FENÔMENOS
<p><b>Riscos Hidrometeorológicos</b> Processos naturais ou fenômenos de ordem atmosférica, hidrológica e oceânica.</p>	<p>inundações, fluxos de detritos ou de lama erosão hídrica e costeira ciclones tropicais, tempestades, ventos, chuvas e outros eventos climáticos severos, raios, relâmpagos secas, desertificação, incêndios florestais, temperaturas extremas, tempestade de areia e poeira solos congelados (permafrost), avalanches de neve</p>
<p><b>Riscos Geológicos</b> Fenômenos terrestres naturais associados a processos endógenos tectônicos ou exógenos, como os movimentos de massa.</p>	<p>terremotos, maremotos (tsunamis) atividade e emissões vulcânicas movimentos de massa: deslizamentos, queda de rochas, corridas de lama, deslizamentos submarinos colapsos e atividades de falhas geológicas</p>
<p><b>Riscos Biológicos</b> Processos de origem orgânica decorrentes de vetores biológicos, incluindo exposição a microrganismos patogênicos, toxinas e substâncias bioativas.</p>	<p>surtos de doenças epidêmicas, contágio por planta ou animal e infestações extensivas (pragas de gafanhotos)</p>
<p align="center"><b>RISCOS TECNOLÓGICOS</b></p> <p>Perigo associado a acidentes tecnológicos ou industriais, falhas estruturais ou humanas que possam causar perdas de vidas, ferimentos, danos à propriedade, ruptura social ou econômica, ou danos ambientais, quase sempre associados a riscos antropogênicos. Exemplos: poluição industrial, emissão nuclear e radioatividade, lixos tóxicos, ruptura de barragens, acidentes de transportes ou acidentes tecnológicos (explosões, incêndios, derramamentos)</p>	

**CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS (Cont.)\***

**DEGRADAÇÃO AMBIENTAL**

Processos induzidos por comportamentos e atividades humanas (às vezes combinados com riscos naturais) que causam danos aos recursos naturais, impactam adversamente processos naturais e ecossistemas. Os efeitos potenciais são variados e podem contribuir para o aumento da vulnerabilidade, frequência ou intensidade dos riscos naturais. Exemplos: degradação da terra, desflorestamento, desertificação, incêndios florestais, perda da biodiversidade, poluição do ar e das águas, mudanças climáticas, subida do nível do mar, depleção de ozônio.

\* fonte: ISDR - International Strategy for Disaster Reduction, 2004 (Estratégia Internacional para a Redução de Desastres)

**CONCEITOS BÁSICOS**

**EVENTO** - fenômeno natural já ocorrido, sem perdas sociais e/ou econômicas.



(fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Imagem:Alluvial\\_fan.JPG](http://pt.wikipedia.org/wiki/Imagem:Alluvial_fan.JPG))

**ACIDENTE OU DESASTRE** - resultado de processos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um sistema vulnerável, causando danos humanos, ambientais e/ou materiais e consequentes prejuízos econômicos e sociais.



**PERIGO** - situação de ameaça potencial a pessoas, bens ou ao ambiente, com ênfase nos fatores condicionantes do processo.

**RISCO** - possibilidade de danos causados por eventos físicos, fenômenos da natureza ou atividade humana, que podem resultar em perdas de vidas ou ferimentos, danos à propriedade, rupturas sociais e econômicas ou degradação ambiental.



(fonte: Ministério das Cidades – Curso à Distância, 2006)



CADASTRO DE RISCO – conjunto de informações sistematizadas em Fichas, sobre moradias em situação de risco, constando de informações sobre: localização e condições da edificação, nomes dos ocupantes e dados que permitam avaliar sua vulnerabilidade frente a um possível acidente, além de outros dados cadastrais de interesse para a Defesa Civil. Essas informações deverão ser armazenadas em planilhas digitais e as moradias, localizadas em mapa, para facilitar a visualização espacial dos problemas na área.

### MODELO DE GERENCIAMENTO DE RISCO

Planejar é hoje uma prerrogativa indispensável para enfrentar os problemas urbanos, com vistas à evitar perdas de vidas humanas e de bens, decorrentes de desastres associados a causas naturais, ou induzidos pela ocupação das cidades. As comunidades mais pobres são quase sempre as mais vulneráveis frente aos desastres naturais, deixando ao poder público uma grande responsabilidade sobre as conseqüências dessas ocorrências, pela baixa capacidade de autoproteção dessa população. Os recursos humanos e materiais quase sempre insuficientes das prefeituras forçam a busca de ferramentas de gestão, para otimizar sua capacidade de intervenção.

O nível de conhecimento atual sobre processos destrutivos e riscos e as experiências positivas desenvolvidas no Brasil e em outras cidades em todo o mundo permitem recomendar práticas e métodos que podem ser executadas pelos municípios, no sentido de reduzir danos e perdas resultantes dos desastres.

O Modelo de Gerenciamento pode ajudar as prefeituras a atuar para evitar acidentes, atender as emergências, reduzir e até mesmo erradicar os riscos ambientais, nas áreas de assentamentos precários do seu município.

### MODELO DE ABORDAGEM DA ONU

Em 1991 a UNDRO - Escritório das Nações Unidas para a Redução de Desastres - elaborou um modelo de abordagem para o enfrentamento de acidentes naturais, baseando-se em dois eixos de ação: **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 estudos abordam a fenomenologia dos processos, a análise de risco e a formulação de métodos, técnicas e ações que evitem ou reduzam a intensidade dos 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 risco muito alto ou logo após a ocorrência do processo.

Este modelo recomenda as atividades básicas mostradas a seguir que devem ser consideradas para a prevenção e preparação, ajustando-se a qualquer município em função das suas necessidades e características.

1. Identificação dos riscos
2. Análise (e mapeamento) dos riscos
3. Medidas de prevenção (estruturais e não estruturais)
4. Planejamento para situações de emergência
5. Informações públicas e treinamento

### **1. Identificação dos Riscos**

Sem conhecer o tamanho do problema, não há como planejar e agir adequadamente para resolvê-lo. 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 descrever os fatores condicionantes, os agentes deflagradores e condicionantes e os elementos sob risco.

Os trabalhos de identificação utilizam-se de acidentes já ocorridos (retroanálise), considerando os diferentes tipos de processos passíveis de ocorrer em uma dada localidade, para aplicar na identificação dos riscos e no reconhecimento prévio do problema em situações similares.

### **2. Análise de Riscos**

A análise de riscos inicia-se a partir do conhecimento gerado pela identificação dos riscos. Sabendo-se qual é o processo destrutivo e como ele ocorre, buscam-se mais informações e elementos da área de risco (formas de ocupação, vulnerabilidade dos moradores, presença de cortes e aterros, fossas, sistema de micro e macrodrenagem, entre outros), para avaliar as conseqüências e hierarquizar as diferentes situações identificadas na área avaliada, através de níveis de risco (baixo, médio, alto e muito alto). Estas informações são indispensáveis para a implementação das estratégias seguintes.

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

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

1. Zoneamento ou setorização das áreas;
2. Quantificação relativa e/ou absoluta do risco;
3. Cadastramento de risco;
4. Carta de risco;
5. Hierarquização de risco;
6. Previsão de possíveis cenários para acidentes.

### 3. Medidas de Prevenção de Acidentes

A partir da análise de risco são identificadas as necessidades de intervenção para a redução ou eliminação do risco. Nessa fase do gerenciamento é feita a formulação e execução de medidas estruturais e não estruturais mais adequadas ou factíveis de serem executadas a curto, médio e longo prazos.

Os produtos obtidos na análise de risco devem permitir a montagem de um plano de prevenção de acidentes, voltado para a redução do risco. O Plano Municipal de Redução de Risco, recomendado, estimulado e apoiado financeiramente pelo Ministério das Cidades tem essa finalidade. Este plano deve priorizar a adoção de medidas de prevenção nas áreas que apresentam os cenários de risco mais críticos, considerando um horizonte temporal, geralmente até 10 anos, para reduzir de modo definitivo, o risco no município.

### 4. Planejamento para Situações de Emergência

O grau de incerteza, que é uma característica dos desastres naturais, não permite garantir que os acidentes serão evitados, porque importantes ações estruturais e não estruturais de prevenção tenham sido executadas.

Para poder enfrentar condições potencialmente adversas, devem ser planejadas com antecedência quais ações deverão ser deflagradas na hipótese de possíveis desastres, definindo em tempo a logística para o atendimento dessas emergências.

O planejamento para situações de emergência visa essencialmente a elaboração de Planos de Contingência, onde constem as ações a serem realizadas, as pessoas responsáveis pela sua execução, a quantidade e a origem dos recursos materiais e humanos, as provisões necessárias à situação a ser enfrentada e as formas de evacuação ou proteção de uma dada população.

#### Ações a serem realizadas após a ocorrência de um desastre

- Determinação das áreas de impacto e da provável evolução dos processos destrutivos;
- Delimitação das áreas para remoção da população;
- Encaminhamento para os abrigos destinados à população afetada;
- Orientação do resgate;
- Execução de obras emergenciais;
- Sistema de monitoramento da área;
- Recomendações para o retorno seguro da população.

## 5. Informações Públicas e Treinamento

## ANOTAÇÕES

A cultura de prevenção é o melhor instrumento para reduzir os desastres e a educação é o sistema que melhor responde às mudanças de comportamento. Desse modo a educação formal (em todos os níveis de ensino) e não formal deve ser enriquecida com a inclusão de conhecimentos e experiências locais e soluções pragmáticas, com o intuito de serem colocadas em prática pela própria população.

A informação pública e a capacitação, tanto para os agentes públicos municipais quanto para os moradores dos assentamentos sujeitos a riscos é, outra estratégia de grande efeito no gerenciamento de riscos.

O diagnóstico dos riscos urbanos e os planos de ação para sua redução não se restringe às comunidades afetadas, atingindo toda a cidade. Por isso, devem ser conhecidos por todos os órgãos da administração pública (especialmente aqueles vinculados à defesa civil, obras e serviços urbanos, planejamento, habitação, assistência social, saúde e educação), pelas Câmaras Municipais, pelo Ministério Público e por toda a sociedade, com especial ênfase para os moradores das áreas de risco.

Ouvir as experiências e orientar os moradores dos assentamentos precários sobre as situações de risco existentes, as suas causas e as alternativas de obras e ações para minimizá-los ou evitar situações semelhantes, pode resultar no estabelecimento de parcerias na gestão de risco, no compartilhamento das responsabilidades de monitoramento e prevenção.

As formas de abordagem podem ser feitas através de cursos, oficinas, palestras, manuais, livros e cartilhas, peças teatrais e outras formas de expressão artística e cultural, que possibilitem a capacitação e a motivação 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, na divulgação de conteúdos abrangendo a identificação dos perigos, vulnerabilidades, medidas de prevenção e mitigação, legislação e sistemas de alerta.

## ANOTAÇÕES

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. ALHEIROS, M. M.; SOUZA, M. A. A.; BITOUN, J.; MEDEIROS, S. M. M. (coords.) 2003. *Manual de Ocupação dos Morros da Região Metropolitana do Recife*. Programa Viva o Morro. Edição em CDRom. Recife, 384p.

2. ALHEIROS, M. M. O Plano Municipal de Redução de Risco, p: 56-75. In: BRASIL, Ministério das Cidades / Cities Alliance. *Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: guia para Elaboração de Políticas Municipais*. CARVALHO, C. S.; GALVÃO, T. (orgs). Brasília, 2006

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

OBS: Este material está disponibilizado na biblioteca do Curso

## Módulo 2

# POLÍTICAS PÚBLICAS EM PREVENÇÃO DE RISCOS SOCIOAMBIENTAIS

Margareth M. Alheiros

## ANOTAÇÕES

Neste Módulo será mostrado como a gestão do risco e a redução dos desastres são tratadas no âmbito do governo, nas esferas federal, estadual e municipal. Veja a seguir alguns conceitos básicos sobre este tema para facilitar a compreensão do texto.

### CONCEITOS BÁSICOS

**Políticas Públicas:** são aquelas relacionadas às ações com fins públicos de acesso a toda a população, oriundas de determinações de governo para atender necessidades da sociedade. Não devem ser confundidas com políticas governamentais ou partidárias, que estariam então sujeitas às alterações cíclicas de mudança do poder, mas devem ser compreendidas como políticas de estado, nas diferentes esferas de governo.

*Adaptado de Tania Almeida*

*([http://www.mediare.com.br/08artigos\\_07mediacao\\_politicas\\_publicas.html](http://www.mediare.com.br/08artigos_07mediacao_politicas_publicas.html)), obtido em 2008*

**Prevenção de Risco:** ação que se antecipa aos desastres, no sentido de evitar sua ocorrência ou minimizar suas conseqüências.

**Risco:** possibilidade de danos causados por eventos físicos, fenômenos da natureza ou atividade humana, que podem resultar em perdas de vidas ou ferimentos, danos à propriedade, rupturas sociais e econômicas ou degradação ambiental.

*ISDR - International Strategy for Disaster Reduction, 2004 ([www.unisdr.org](http://www.unisdr.org))*

**Riscos Naturais:** processos ou fenômenos naturais que ocorrem na biosfera e podem resultar em danos, podendo ser classificados de acordo com sua origem em: geológicos, hidrometeorológicos ou biológicos.

*ISDR - International Strategy for Disaster Reduction, 2004 ([www.unisdr.org](http://www.unisdr.org))*

**Desastre:** resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um sistema vulnerável, causando danos humanos, ambientais e/ou materiais e conseqüentes prejuízos econômicos e sociais.

*Política Nacional de Defesa Civil, Castro, 2000*

### Órgãos de Governo Envolvidos

Embora a redução dos desastres naturais esteja indiretamente associada a várias ações que se desenvolvem nas instâncias federal, estadual e municipal como parte de Políticas Públicas, como as de Saúde, Habitação, Saneamento Básico, Recursos Hídricos, Educação e Meio Ambiente, são reconhecidos como órgãos diretamente associados aos desastres apenas o Ministério da Integração Nacional e o Ministério das Cidades.

## A Ação de Prevenção de Riscos do Ministério das Cidades

Com a criação do Ministério das Cidades em 2003, o Governo Federal instituiu a Ação de Apoio à Prevenção e Erradicação de Riscos em Assentamentos Precários, no âmbito do Programa de Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários.

No seu sétimo ano de funcionamento, a política de prevenção de riscos, iniciada no Ministério das Cidades em 2003, tem importantes resultados a apresentar, em especial nos municípios menos aparelhados para o exercício do papel constitucional que cabe ao Gerenciamento de Risco, na proteção às pessoas, aos bens materiais e propriedades públicas e privadas.

Consiste da articulação de um conjunto de ações visando à redução de risco nas áreas urbanas que, associando-se ao Sistema Nacional de Defesa Civil, avança no sentido de incorporar as necessárias atividades municipais de gestão do território urbano. Devem estar em concordância com os programas de urbanização de favelas e regularização em assentamentos precários, que são áreas particularmente vulneráveis à ocorrência de desastres associados aos deslizamentos de encostas e às inundações.

### Ações Preventivas para Evitar os Desastres

- Treinamento de equipes municipais, com o objetivo de capacitar técnicos das prefeituras para a elaboração de diagnóstico, prevenção e gerenciamento de risco;
- Apoio financeiro para elaboração, pelo município, do Plano Municipal de Redução de Risco, instrumento de planejamento que contempla o diagnóstico de risco, as medidas de segurança, a estimativa de recursos necessários, o estabelecimento de prioridades e a compatibilização com os programas de urbanização de favelas e regularização fundiária;
- Apoio financeiro para elaboração de projetos de contenção de encostas em áreas de risco consideradas prioritárias nos Planos Municipais de Redução de Riscos.



A Defesa Civil no Brasil foi criada durante a Segunda Guerra Mundial, em 1942, sob a denominação de Serviço de Defesa Passiva Antiaérea, alterada, em 1943, para Serviço de Defesa Civil e extinto em 1946. Como consequência da grande enchente no Sudeste, no ano de 1966, foi criado um Grupo de Trabalho que elaborou o Plano Diretor de Defesa Civil do Estado da Guanabara, definindo atribuições para cada órgão componente do Sistema Estadual de Defesa Civil. O Decreto Estadual nº 722, de 18.11.1966, que aprovou este plano estabelecia, ainda, a criação das primeiras Coordenadorias Regionais de Defesa Civil no Brasil.

Em 1967 foi criado o Ministério do Interior com a função de socorrer as populações atingidas por calamidade pública em todo território nacional. A organização sistêmica da defesa civil no Brasil deu-se com a criação do Sistema Nacional de Defesa Civil – SINDEC, em 16.12.1988, reorganizado em agosto de 1993 e atualizado por intermédio do Decreto nº 5.376, de 17.02.2005.

Como se observa por este breve histórico, a Defesa Civil Nacional teve sempre como função maior o atendimento de calamidades e situações de emergência, embora seja entendida como “o conjunto de ações preventivas, de socorro, assistenciais e reconstrutivas destinadas a evitar ou minimizar os desastres, preservar o moral da população e restabelecer a normalidade social”.

As principais calamidades como inundações, deslizamentos, secas, granizos, vendavais, enxurradas, incêndios florestais, pragas animais e vegetais acidentados envolvendo substâncias tóxicas vêm trazendo cada vez mais danos e prejuízos.

As ações para a redução de desastres abrangem às seguintes fases:

- **PREVENÇÃO:** ações dirigidas a avaliar e reduzir os riscos;
- **PREPARAÇÃO:** medidas e ações destinadas a reduzir ao mínimo a perda de vidas humanas e outros danos;
- **RESPOSTA:** ações desenvolvidas durante um evento adverso e para salvar vidas, reduzir o sofrimento humano e diminuir perdas;
- **RECONSTRUÇÃO:** processo onde se repara e restaura em busca da normalidade

## Os Órgãos Gestores do Sistema de Defesa Civil

## ANOTAÇÕES

No âmbito federal, o órgão central do Sistema de Defesa Civil é a Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC), responsável pela articulação, coordenação e gerência técnica do sistema.

Os Órgãos Estaduais são responsáveis pela coordenação e controle em nível estadual, e nos municípios existem os Órgãos Municipais de Defesa Civil, muitas vezes denominados pela sigla COMDEC, e os Núcleos Comunitários de Defesa Civil – NUDEC.

Os NUDECs são Núcleos Comunitários de Defesa Civil, formados nas comunidades, cujo objetivo é cooperar de forma ativa no planejamento, promoção e coordenação das atividades de defesa civil, participando em todas as suas fases.

A formação dos NUDECs tem um significado de extrema relevância no processo de minimização dos riscos e desastres ocorridos no âmbito do município, enfatizando que, no momento em que a população é envolvida no planejamento e no gerenciamento dos riscos, há naturalmente uma resposta positiva sobre a redução dos desastres.

Integram ainda o SINDEC os Órgãos Setoriais e os Órgãos de Apoio:

- Os Órgãos Setoriais são órgãos da administração pública federal, estadual, municipal e do Distrito Federal, e se articulam com os órgãos de coordenação, com o objetivo de garantir atuação sistêmica.
- Os Órgãos de Apoio são órgãos públicos e entidades privadas, associações de voluntários, clubes de serviços, organizações não-governamentais e associações de classe e comunitárias, que apóiam o Sistema.

CONDEC	Conselho Superior
SEDEC	Secretaria Nacional
CORDEC	Órgãos Regionais
CEDEC	Órgãos Estaduais
COMDEC	Órgãos Municipais
Órgãos Setoriais	Parceiros Públicos
Órgãos de Apoio	Instituições públicas, privadas, ONG's, etc.

Sistema Nacional de Defesa Civil (Decreto 5376/05)

## ANOTAÇÕES

Os Órgãos de Defesa Civil devem estar devidamente estruturados para:

- educar, no sentido de preparar as populações;
- prevenir, sugerindo medidas e obras públicas para os pontos críticos;
- planejar, elaborando planos operacionais específicos;
- socorrer as vítimas, conduzindo-as aos hospitais;
- assistir, conduzindo os desabrigados para locais seguros, atendendo-os com medicamentos, alimentos, agasalhos e conforto moral, nos locais de abrigo ou acampamentos;
- recuperar, a fim de possibilitar à comunidade seu retorno à normalidade.

### UMA REFLEXÃO SOBRE O FORTALECIMENTO DAS COMDEC

O ideário da Defesa Civil Nacional tem como objetivo básico dos órgãos municipais de Defesa Civil “congregar as forças vivas e institucionais da área, a fim de motivá-las a participarem de uma organização aberta, que tenha como preocupação fundamental capacitar-se para que, nas situações emergenciais adversas, estejam devidamente preparadas para enfrentá-las”.

No entanto as melhores experiências de redução de risco no Brasil estão nos municípios que montaram equipes técnicas e profissionalizaram e capacitaram seus agentes de defesa civil, de modo a cobrir os territórios de risco com monitoramento permanente e ações concretas de redução de risco no dia a dia dessas comunidades.

Essa ação de proximidade entre os técnicos responsáveis por aquelas áreas e a população que ali reside traz o exemplo de atenção e cuidados para com o lugar, instruindo os moradores para evitar e reduzir os fatores causadores do risco; com isso vai ganhando a confiança dos moradores e ajudando a construir uma nova mentalidade de convivência com as situações adversas do ambiente que ocuparam.

### A Importância da Gestão de Risco nos Municípios

De acordo com levantamento realizado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, os acidentes graves relacionados com deslizamentos de encostas atingem de forma recorrente em torno de 150 dos 5.563 municípios brasileiros, que se destacaram no estudo, por possuírem vítimas fatais nos últimos 17 anos. Os municípios mais vulneráveis localizam-se nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Pernambuco, Santa Catarina, Alagoas, Bahia e Espírito Santo.

Além da intensidade das chuvas, das características do relevo e dos tipos de solos, um outro fator que aumenta ainda mais a frequência dos deslizamentos é a ocupação das encostas por assentamentos precários, favelas, vilas e loteamentos irregulares.

A remoção da vegetação, a execução de cortes e aterros instáveis para construção de moradias e vias de acesso, a deposição de lixo nas encostas, a ausência de sistemas de drenagem de águas pluviais e coleta de esgotos, a elevada densidade populacional e a fragilidade das moradias aumentam tanto a frequência das ocorrências como a magnitude dos acidentes.

A prevenção dos desastres associados a deslizamentos de encostas deve fazer parte da gestão do território e da política de desenvolvimento urbano, constituindo-se, portanto, em uma atribuição municipal.

### Experiências Pioneiras

Experiências pioneiras, como a da Cidade do Rio de Janeiro, que em 1966 criou o Instituto de Geotécnica (atual Fundação Geo-Rio), como um departamento específico para tratar da prevenção de deslizamentos em encostas; o PPDC de São Paulo em 1987 (Plano Preventivo de Defesa Civil, inicialmente para Cubatão e Baixada Santista e atualmente para o Estado de São Paulo) e o Programa Viva o Morro da Região Metropolitana do Recife em 2000 (para os 14 municípios da RMR), têm foco na prevenção de desastres, pela melhoria do gerenciamento do risco, através de medidas estruturais e não estruturais e formas mais participativas de redução de risco.

### Papel dos Grupos Formados para Atender a esses Programas

- elaborar e atualizar permanentemente o mapeamento de risco no município; monitorar precipitações pluviométricas e estabelecer ações preventivas de defesa civil;
- desenvolver ações de mobilização da comunidade envolvendo aspectos de educação ambiental, monitoramento de situações de risco e técnicas construtivas adequadas;
- mobilizar os demais órgãos da prefeitura encarregados do socorro a vítimas e estabelecer a necessária articulação com os governos estadual e federal, por meio do Sistema Nacional de Defesa Civil;
- estabelecer redes de solidariedade para apoio às famílias em risco;
- planejar a implantação de intervenções estruturais de segurança, como redes de drenagem, obras de contenção de taludes ou remoção de moradias.

**Os Desafios para a Continuidade do Trabalho da Defesa Civil**

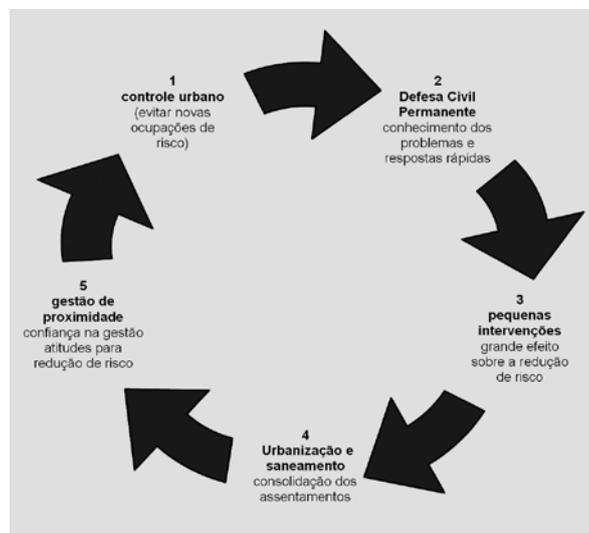
Observa-se, no entanto, que mesmo nesses municípios, é comum que mudanças na administração levem à interrupção de programas, que têm de recomeçar do zero depois de alguns anos, perdendo-se muitas vezes a memória do processo e a participação de profissionais experientes.

Além disso, em muitos municípios onde o problema de deslizamentos de encostas é grave, não existe ainda nenhuma prática ou consciência a respeito da importância das políticas preventivas de gestão de risco.

Embora o Brasil já disponha de conhecimento técnico, desenvolvido por meio do trabalho conjunto de universidades e institutos de pesquisas com prefeituras municipais, capaz de subsidiar a elaboração de políticas urbanas de prevenção de riscos, ainda é reduzido o número de municípios que contam, em suas políticas permanentes de desenvolvimento urbano, com a componente específica de gestão de riscos.

O desafio hoje é congregar esforços de toda a sociedade para apoiar aqueles municípios que já desenvolvem políticas bem sucedidas, no sentido de potencializar seus resultados e auxiliá-los a implantar estruturas permanentes de prevenção de riscos, e, ao mesmo tempo, promover a extensão dessas experiências para o conjunto de municípios mais vulneráveis.

Portanto, é de fundamental importância a consolidação da Política Pública de Risco, atualmente desenvolvida no âmbito do Ministério das Cidades, para permitir a continuidade dessas ações de redução de risco e desastres, nos municípios brasileiros.



(adaptado de CODECIR, 2001)

## ESTRUTURA MÍNIMA PARA GERENCIAMENTO DE RISCO NOS MUNICÍPIOS

A COMDEC (denominação genérica para a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil) normalmente está ligada ao Gabinete do Prefeito, à Secretaria de Planejamento, à Secretaria de Obras, ou a outras instâncias municipais, contando com técnicos vinculados a essas secretarias e órgãos.

Para a estruturação de uma COMDEC, que responda aos problemas da cidade, deverá ser estimado um quadro técnico mínimo que reúna geólogos, engenheiros e assistentes sociais, que juntos definirão o planejamento desenvolverão as ações estabelecidas para o gerenciamento do risco.

O dimensionamento desse quadro básico de pessoal dependerá certamente dos problemas de risco que o município tem que enfrentar para evitar acidentes. De modo empírico, têm-se observado que, mantida uma relação de uma equipe (geólogo, engenheiro, assistente social) para cada 10 a 15 assentamentos precários com histórico de desastres é possível manter monitoramento permanente do risco. Convém ressaltar que nos períodos críticos de chuvas essas equipes necessitam do reforço de técnicos de outros órgãos participantes do sistema (saúde, obras, limpeza urbana, entre outros), para atender adequadamente ao leque de demandas, que surge nesses períodos de anormalidade.

Muitas vezes, os desastres são causados pela falta de drenagem urbana adequada, de modo que, sanados os problemas de adequação da micro e macrodrenagem, os desastres cessarão. Outras vezes é a forma de ocupação desordenada e rápida, sobre solos instáveis e encostas declivosas, que determinam a ocorrência de acidentes o que, a depender do controle urbano da ocupação e de melhorias urbanísticas com obras de estabilização, mantém as áreas de risco sob controle.

### BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. ALHEIROS, M. M.; SOUZA, M. A. A.; BITOUN, J.; MEDEIROS, S. M. M. (coords.) 2003. *Manual de Ocupação dos Morros da Região Metropolitana do Recife*. Programa Viva o Morro. Edição em CDRom. Recife, 384p.
2. ALHEIROS, M. M. O Plano Municipal de Redução de Risco, p: 56-75. In: BRASIL, Ministério das Cidades / Cities Alliance. *Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: guia para Elaboração de Políticas Municipais*. CARVALHO, C. S.; GALVÃO, T. (Orgs). Brasília, 2006.
3. BRASIL, Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. *Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios*. CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S; OGURA, A. T. (orgs.), Brasília, 2007.

OBS: Este material está disponibilizado na biblioteca do Curso

### ANOTAÇÕES

**Módulo 3****O PROCESSO DE URBANIZAÇÃO  
BRASILEIRA E A OCUPAÇÃO DE ÁREAS  
AMBIENTALMENTE FRÁGEIS**

Rejane Lucena

**APRESENTAÇÃO**

Prezado cursista, este é o terceiro módulo do Curso Gestão e Mapeamento de Riscos Socioambientais, a partir de agora, entraremos num processo de reflexão quanto aos problemas socioambientais que interferem na qualidade de vida dos seres humanos que habitam as cidades no Brasil.

Iremos pensar sobre como se deu o crescimento das cidades e como a apropriação dos espaços urbanos provocaram o desencadeamento dos problemas sociais e como a agenda pública tem desenhado um modelo de planejamento urbano democrático e inclusivo, voltado a garantia do direito à cidade.

Nesse propósito você já parou para interpretar o sentido de cidade? O seu conceito? A sua função e importância para o cotidiano das pessoas?

De acordo com Ribeiro (2005), “a cidade espelha a obra humana. Ela é o resultado da interação social, do conhecimento de técnicas que permitem a manipulação de recursos naturais e da cultura em suas diversas manifestações. Ela é o resultado dessa teia de relações humanas. Afirma ainda, que a cidade é o resultado da reunião de pessoas e de formas urbanas construídas para elas poderem abrigar-se e encontrar-se”.

A maior característica de uma cidade é justamente a concentração populacional. Por isso, as cidades são classificadas em pequenas, médias, grandes ou metrópoles de acordo com a quantidade de pessoas que nelas vivem (RIBEIRO, 2005:05).

Lefebvre (1969) definiu a cidade como a “projeção da sociedade sobre um dado território”. Essa afirmação parece bastante elementar e, ao mesmo tempo, um ponto de partida indispensável, porque se é necessário ultrapassar o empirismo da descrição geográfica, corre-se o risco de imaginar o espaço como uma “página em branco” sobre a qual se inscreve a ação dos personagens sociais e das instituições, sem encontrar obstáculos, a não ser o “desenho” das gerações anteriores.

CONSULTE: AMARAL, Rita. O que é uma Cidade?  
[www.aguaforte.com/antropologia/cidade.htm](http://www.aguaforte.com/antropologia/cidade.htm)

<sup>1</sup>Fonte: *Cidades ou Sociedades Sustentáveis?*. Wagner Costa Ribeiro, 2005.



## O PROCESSO DE URBANIZAÇÃO BRASILEIRA E A OCUPAÇÃO DE ÁREAS AMBIENTALMENTE FRÁGEIS

O processo de urbanização brasileira historicamente tem apresentado grandes desafios ao Estado enquanto agente responsável pela criação de leis, normas, decisões e intervenções que possam reduzir a segregação social e ampliar as oportunidades para garantia do direito à cidade.

A exclusão social não é passível de mensuração, mas pode ser caracterizada por indicadores como a informalidade, a irregularidade, a ilegalidade, a pobreza, a baixa escolaridade, o oficioso, a raça, o sexo, a origem e, principalmente, a ausência da cidadania. “A carência material é a face externa da exclusão política” (Demo: 1993).

Num breve apanhado sobre o processo de urbanização no Brasil destacamos que a década de 30 representou um marco, no tocante às relações político-econômicas e nos interesses urbanos industriais, que apesar da sua hegemonia, não se distanciou das relações de mando estabelecidas na propriedade fundiária.

De acordo com Maricato (2002) “é importante destacar essa característica do processo social brasileiro: industrialização sem reforma agrária, diferentemente do que ocorrera na Europa e nos Estados Unidos. Nestes, a industrialização foi acompanhada de rupturas na antiga ordem social. Entre nós, predominou um certo arranjo, uma acomodação por cima como ocorrera em outros momentos importantes na história do país: independência (1822), Constituição de 1824, Lei de Terras de 1850, “libertação” dos escravos em 1888, República 1889.”

Veja a análise da autora no site: [www.comciencia.br](http://www.comciencia.br)  
Texto: Dimensões da Tragédia Urbana. MARICATO. Ermínia, 2002.

### **Em apenas 60 anos, a explosão urbana somou 125 milhões de pessoas.**

A autora acrescenta que “entre 1940 e 1980 o Brasil cresceu, economicamente, a taxas muito altas (crescimento do PIB equivalente a 7% ao ano) e, embora a riqueza gerada por esse crescimento tenha sido muito mal distribuída, ainda assim proporcionou melhora de vida a grande parte da população, além de resultar em uma respeitável base produtiva”.

Nesse período, Rio de Janeiro, São Paulo e Belo Horizonte, que representavam a possibilidade de melhoria das péssimas condições da vida da população residente na zona rural, sofria com o forte e acelerado movimento migratório, resultando na explosão da população urbana.

Nesse contexto, os centros urbanos ao longo do seu processo de formação têm se deparado com graves problemas que interferem na garantia do direito à cidade. Assim como, Rio de Janeiro, São Paulo e Belo Horizonte, as cidades que fazem parte das regiões metropolitanas, foram ocupadas, sofrendo as influências relacionadas às interações sociais que interferiram na paisagem natural causando formas variadas de mudanças seja por intervenções em bases técnicas, ou por meio do senso comum. Esses espaços têm sido alvo de estudos e preocupações, tanto do ponto de vista dos fatores geradores de risco ambientais, quanto à forma como o ser humano se relaciona, percebe e se comporta frente a esse processo.

As respostas para essa realidade típica do crescimento das grandes cidades são refletidas na interação entre sociedade e natureza onde o ambiente é sujeito a alterações realizadas pelos seres humanos, principalmente, na forma desigual de apropriação dos solos urbanos e pelos fenômenos naturais, gerando mudanças na paisagem, no lugar e no espaço.

Somada a falta de planejamento urbano e a escassez de equipamentos públicos, a forma de ocupação em áreas inadequadas e ambientalmente frágeis tem causado modificações significativas no ecossistema, acelerando riscos ambientais que ameaçam a segurança da população.



Foto 3.2: Aqui estão os bairros Cocaia e Taboão e à direita, naqueles prédios, o início do bairro do Macedo. Ao fundo o parque ecológico do Tietê e a zona leste paulistana.  
(FONTE: www.skyscrapercity.com)



Foto 3.3: Região central com a Dutra logo à direita. Mais a direita o Parque do Tietê. Ao fundo à esquerda o aeroporto de Cumbica. À direita e ao fundo do aeroporto estão as regiões mais pobres da cidade.

**VOCÊ SABIA?**

- Que 80% dos brasileiros vivem nas cidades.
- 60% Moram em municípios com mais e cem mil habitantes.
- Quatro em cada 10 domicílios são assentamentos precários.
- 16 Milhões de famílias vivem em assentamentos precários.

Essa realidade levanta inevitavelmente o problema da urbanização acelerada que transformou o Brasil Rural em Urbano e promoveu uma enorme deterioração dos recursos naturais, aumento dos bolsões de pobreza, contribuindo para a segregação social,

**ANOTAÇÕES**

aumentou a concentração de assentamentos precários como favelas ou áreas de risco a exemplo das margens de rios ou a ocupação de morros, ambientes sem infra-estrutura adequada, com pouca ou praticamente nenhuma condição de habitabilidade. Áreas que constantemente são afetadas por inundações, desmoronamentos ou deslizamentos, principalmente, durante o inverno, deixando populações desabrigadas.



Foto 3.4: Horizonte - Minas Gerais,2004 (FONTE:www.portalbrasil.net)

Resultante de uma tradição urbana conservadora e excludente, o processo irregular de apropriação do solo é refletido a partir de diversas situações com profundos contrastes habitacionais, ambientais e sociais que impõe soluções legais que venham reduzir as disparidades sócio-espaciais, inverter a lógica do planejamento urbano conservador que segrega e exclui, num planejamento horizontalizado, pautado na instrumentalização dos mecanismos legais, criados para garantir à inclusão e o direito à cidade.

**COMENTÁRIO**

“O Brasil, como os demais países da América Latina, apresentou intenso processo de urbanização, especialmente na segunda metade do século XX”. Em 1940 a população urbana era de 26,3% do total. Em 2000 ela era de 81,2%.

Esse crescimento se mostra mais impressionante ainda se lembrarmos os números absolutos: em 1940 a população que residia nas cidades era de 18,8 milhões de habitantes, e em 2000 ela era de aproximadamente 138 milhões”. (MARICATO: 2000)

Para saber mais consulte o texto: URBANISMO NA PERIFERIA DO MUNDO GLOBALIZADO metrópoles brasileiras. MARICATO, 2000. Disponível na biblioteca Virtual.

Esta realidade representa um conjunto de indagações que são remetidas aos governos que passam a se preocupar em formular e implementar políticas públicas direcionadas a orientação do uso e ocupação do solo e a minimização dos riscos socioambientais.



Foto 3.5 e Foto 3.6: Rio de Janeiro (FONTE: www.fotosearch.com.br)

Neste sentido, as gestões locais têm trabalhado na construção de propostas de planejamento e gestão urbanas consoante com o princípio do Estatuto das Cidades criando condições de urbanidade para todos, o que, segundo Milton Santos, deve se configurar em um comprometimento em todos os níveis de governo com políticas integradas e articuladas de acesso à cidade legal, o que segundo o autor quer dizer que: “a vontade política é o fator por excelência das transfusões sociais” (SANTOS,2005:140).

Políticas e programas nesse princípio devem ser concebidos para o enfrentamento da informalidade urbana, realizados em um primeiro momento, a nível local, constituindo-se em fontes de experiências a serem avaliadas, para servirem de exemplo ou de aviso, seja, considerando-se os avanços, seja em casos de erros ou fracassos, para que se possa corrigir as distorções.

### O PROCESSO DE URBANIZAÇÃO BRASILEIRA E O QUADRO DA IRREGULARIDADE

A geração do retrato das cidades com problemas relacionados às ocupações irregulares, não reside tão somente na condição de pobreza da maior parte da população. A ausência de políticas públicas favoráveis ao acesso formal e digno à terra, permitiu a intervenção desenfreada do mercado imobiliário e a elevação do preço das áreas edificandis com infra-estrutura disponível à população de baixa renda.

Por muitos anos a ausência do Poder Público no tocante a sua responsabilidade quanto à formulação de mecanismos voltados a garantia do direito à moradia permitiu de um lado a presença do setor mobiliário que mapeou as áreas centrais e cercou com infra-estrutura urbana. Por outro lado, assistiu-se aos setores de baixa renda sofrerem as dificuldades do acesso a créditos que permitissem o acesso à terra urbana legal.



Foto 3.7: Alto Do Vento, Jaboatão dos Guararapes (Fonte: COMDEC-JG)



Foto 3.8: Praia de Piedade, Jaboatão dos Guararapes (Fonte: COMDEC-JG)

Essa realidade brutal nos remete a visão de um cenário degradante, onde famílias de baixa renda permanecem na condição de informalidade, vítimas da exclusão espacial incorporada pela

exclusão social, identificados pela marginalidade e pelas múltiplas formas de desigualdades, formando um verdadeiro apartheid sócio-espacial.

O termo *exclusão social* tem sentido temporal e espacial: um grupo social está excluído segundo determinado espaço geográfico ou em relação à estrutura e conjuntura econômica e social do país a que pertence. No Brasil, esse termo está relacionado principalmente à situação de pobreza, uma vez que as pessoas nessa condição constituem grupos em exclusão social, porque se encontram em risco pessoal e social, ou seja, excluídas das políticas sociais básicas (trabalho, educação, saúde, habitação, alimentação).  
(Ciênc. saúde coletiva vol.10 n.º.2 RJ 2005)

Essa configuração de ocupação do espaço urbano brasileiro e a ausência de políticas habitacionais, durante muitos anos, permaneceram à margem da visão do poder público. Durante a ditadura militar, no período de 1964 até meados dos anos 80, a lógica do poder público estava montada no princípio da exclusão. Formulou-se uma política urbana que legitimasse as ações de expulsões das favelas de áreas centrais<sup>2</sup>. Como afirmava uma matéria no Jornal do Brasil de 2 de Outubro de 1970 sobre a remoção da favela Catacumba no Rio de Janeiro: "(...) Hoje a limpeza vai continuar, pois serão removidas mais 36 famílias, todas de birosqueiros."

"Vive-se no país, atualmente, um verdadeiro apartheid social (Véras, 2003), em que a estrutura de poder vigente é centrada em um modelo econômico que gera crescente riqueza para poucos e pobreza para muitos, e que garante e privilegia o crescimento da economia, sem uma política de renda justa e de atendimento às necessidades básicas da maioria da população".  
(VÉRAS: 2003).

As condições de ocupação da RMR – Região metropolitana do Recife não foi diferente. No início da década de 40, o interventor federal Agamenon Magalhães, a partir de uma campanha de higienização<sup>3</sup>, removeu a população pobre do centro do Recife, que sem opções nas áreas planas, passou a habitar os morros. Na época, esses espaços representavam o que se encontrava ao alcance dos excluídos, e naquele momento a retirada da população pobre do centro significava o afastamento do lado feio da cidade, que "obscurcia" o cartão de visita da capital pernambucana.

A esse respeito VERAS (1999, p.201) comenta que essa postura higienista, entendida por BITOUN (1999, p.201) como higienismo

<sup>2</sup> O processo de Regularização Fundiária: a participação como foco da ação. <http://www.coopere.net/noticias>

<sup>3</sup> "... o crescimento populacional que se acelera no fim do século [ ...] leva essas elites a operarem uma não muito sutil transferência do higienismo biológico para um higienismo social. A sua expressão mais radical é a remoção dos mocambos que ocupavam os mangues da periferia do centro urbano, empreendida durante o governo do Interventor Agamenon Magalhães na virada dos anos 30 a 40 desse século". (BITOUN, Jan. apud, VERAS, 1999: 201).

social, “leva a segregação socioespacial, por manter longe as doenças bem como os desagradáveis cenários incompatíveis com o centro moderno e, assim, sob controle, ficam os perigosos segregados”.

## ANOTAÇÕES

O conceito de Apartheid social deve ter sido usado, pelo Cristovam, provavelmente, pela primeira vez, em uma rápida citação na seção PAINEL, do Jornal Folha de S. Paulo, no ano de 1987. Considerava-se aí que a elite brasileira havia implantado um apartheid social, nos moldes do apartheid social sul-africano. Isto significava uma ruptura com a idéia tradicional de desenvolvimento dual. Em vez de considerar o desenvolvimento com dois setores, moderno e atrasado, passava-se a considerar o desenvolvimento em separado, em blocos sociais estanques: os modernos e os excluídos. O conceito foi tratado explicitamente em 1991 e 1992, através da publicação, pela Editora Paz e Terra, dos livros O Colapso da Modernidade Brasileira e A Revolução na Esquerda e a Invenção do Brasil, ambos do Cristovam, com a palavra apartação para indicar separação por classe, deixando-se apartheid apenas para a separação por raça. ([www.dhnet.org.br](http://www.dhnet.org.br)).

Os desafios da população de baixa renda nos levam a um contexto histórico de exclusão. Distante das prioridades da agenda pública essa parcela da população consolidou suas habitações em espaços geográficos pouco valorizados aos olhos do capital imobiliário. Sem orientação técnica adequada o número de construção nessas áreas aumentou à proporção do crescimento das grandes cidades, gerando problemas socioambientais provocados pela ausência de uma política pública comprometida com investimentos voltados à melhoria das condições de habitabilidade nesses assentamentos.

Essa forma de ocupação em áreas inadequadas interfere no cenário do lugar causando modificações significativas no ecossistema gerando processos de riscos ambientais que ameaçam a segurança da população local. Além disso, a falta de planejamento urbano somado a escassez de equipamentos públicos contribuem para a má condição de habitabilidade nesses espaços.

Isso significa que à medida que o adensamento populacional tomou conta dos espaços urbanos, os problemas se intensificaram devido à falta de recursos por parte da população que ali se instalava, pela ausência de infra-estrutura nas habitações ou pela própria dificuldade de acessibilidade dessas áreas que não foram pensadas e planejadas antes do seu processo de ocupação.

## ANOTAÇÕES



Foto 3.9 e 3.10: Áreas de Morro - Jaboatão dos Guararapes (Fonte: COMDEC-JG, 2008)

## INSTRUMENTOS IMPORTANTES NO FORTALECIMENTO DA GESTÃO URBANA

A mudança de visão no trato da problemática da ocupação do espaço urbano e na gestão dos riscos socioambientais, bem como na tomada de decisões voltadas para a integração de ações de controle do processo de degradação ambiental causadoras de desastres, tem sido mudada a partir de iniciativas, seja no campo acadêmico, seja na estrutura das estratégias governamentais. Essa visão pode ser observada na formação de centros de pesquisas destinados a estudos sobre desenvolvimento urbano e gestão de riscos e desastres. De uma forma ou de outra a formulação de leis e a criação de instrumentos de pressão social têm provocado mudanças na concepção da própria estrutura governamental em gerar novas políticas públicas utilizando as contribuições científicas para implementação de estratégias de ação.

Exemplo disso foi a criação do Ministério das Cidades, em 2003, através do qual o Governo Federal mostrou-se preocupado com o atual modelo de urbanização no território nacional e com as suas conseqüências no que se refere às condições impróprias de habitabilidade que a maior parte da população tem se submetido.

O Governo Federal implementou a Política Nacional de Desenvolvimento Urbano, por meio da Secretaria Nacional de Programas Urbanos (SNPU), aprovou por meio do Congresso Nacional, o Estatuto das Cidades que há 11 anos vinha tramitando na Câmara e no Senado possibilitando avanços no processo de participação compartilhada na gestão territorial, voltando-se à inclusão dos diversos segmentos sociais tolhidos no acesso às funções sociais da cidade.

### INDICAÇÃO DE LEITURA COMPLEMENTAR:

Você pode encontrar o texto

“O CONTEXTO DO ESTATUTO DA CIDADE” de Ermínia Maricato no site:  
[www.cidades.gov.br/secretaria.nacionais/programas-urbanos](http://www.cidades.gov.br/secretaria.nacionais/programas-urbanos)

Trecho do livro “Brasil, Cidades: alternativas para a crise urbana”, editora Vozes.

Sancionado em 02 de julho de 2001, o novo estatuto das cidades traz divergências de opiniões. Para uns a referida lei demonstra um grande avanço, principalmente por se preocupar “em ordenar e controlar o uso do solo de forma a evitar a deterioração das áreas urbanizadas, a poluição e a degradação ambiental”.

Além de trazer no Cap IV o destaque a gestão orçamentária participativa, onde ressalta“ os organismos gestores das regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, incluirão obrigatória e significativa participação das populações e das associações representativas dos vários segmentos da comunidade, de modo a garantir o controle direto de suas atividades e o pleno exercício da cidadania”.

Nesse contexto, a lei apresenta uma profunda preocupação com as questões urbanistas e com o direito ao acesso a cidade sustentável, destacando o seu caráter social, onde traz para o centro do debate a inclusão de problemas relacionados à parcela da população residente em áreas suscetíveis a vulnerabilidade socioambiental.

Para outros, há questionamentos se tudo que nela está contido não ficaria mais uma vez apenas ‘no papel’. Embora os desafios estejam às vistas no que se refere ao seu cumprimento, o Estatuto das Cidades, trouxe de volta a agenda pública, o debate acerca da formulação dos planos diretores para municípios acima de 20.000 habitantes.

No que se refere aos municípios que já haviam produzidos seus planos diretores, muitos estavam desatualizados ou não estavam em consonância com a obrigatoriedade da lei nº 10.257/2001. Neste sentido é oportuno destacar que no tocante a problemática do crescimento desordenado que se apresenta como um dos fatores para o avanço da degradação ambiental e para a geração de cenários de riscos ambientais, sobretudo nos morros, destaca-se que o plano diretor alinhado com os princípios do estatuto das cidades representa mais “um instrumento que deve integrar os fatores políticos, sociais, econômicos, financeiros, culturais, ambientais, institucionais e territoriais que condicionam a evolução urbana e contribuem para a ocupação do território, de forma socialmente justa, ecológica e culturalmente equilibrada”<sup>4</sup>.

Por meio da criação do Ministério das Cidades, foi instituído o Programa de Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários que gerou a Ação de Apoio à Prevenção de Riscos em Assentamentos Precários.

<sup>4</sup> [http://memoria.cnpq.br/servicos/editais/ct/2005/edital\\_0602005.htm](http://memoria.cnpq.br/servicos/editais/ct/2005/edital_0602005.htm)

## ANOTAÇÕES

Daí possibilitou-se a formulação do Plano Municipal para Redução de Risco – PMRR, que chamou a atenção para o significado do planejamento nas ações de defesa civil e no tocante ao planejamento urbano chamou a atenção para a importância do diagnóstico de risco nos municípios como instrumento de apoio na proposição de soluções estruturais e não estruturais no que se refere ao gerenciamento e monitoramento dos setores de risco.

Desse modo, a metodologia criada pelo Ministério das Cidades para o Plano Municipal para Redução de Riscos, além de provocar as administrações municipais a olhar e pensar o risco numa perspectiva global, ou seja, percebendo os problemas de forma contextualizada, traçando suas prioridades a partir de dados seguros e dimensão de custos, há uma diretriz essencial para execução do plano, que é a mobilização e participação social que deverá se dá desde a sua concepção ao seu desenvolvimento e monitoramento.

A participação da população nesse processo representa um forte componente para garantia de continuidade, dificultando com isso, os desvios no cumprimento de metas ou a quebra acordos firmados ao longo da estruturação do plano.

Diante deste quadro, a construção de políticas e projetos coerentes e em sintonia com a realidade local é condição importante para afrontar esta realidade latente ou, ao contrário, fica-se com a impressão que diferentes grupos sociais pertencem a universos separados e têm demandas irreconciliáveis.

Conforme o Ministério das Cidades (2004, p. 30)

(...) O modelo de desenvolvimento sócio-econômico que comandou a urbanização acelerada no Brasil produziu cidades fortemente marcadas pela presença das chamadas “periferias”. Dezenas de milhões de brasileiros não têm tido acesso ao solo urbano e à moradia senão através de processos e mecanismos ilegais (...) Bem como nas ocupações de áreas públicas, encostas, áreas de preservação, beiras de reservatórios e rios. Todo esse processo foi o resultado de séculos de dominação e apropriação privada das terras/áreas públicas (...).

Desse modo, esse plano chamou a atenção para o significado do planejamento nas ações de defesa civil e no tocante ao planejamento urbano apontou para a importância do diagnóstico de risco nos municípios como instrumento de apoio na proposição de soluções estruturais e não estruturais no que se refere ao gerenciamento e monitoramento dos setores de risco.

Além de provocar as administrações municipais a olharem e pensarem o risco numa perspectiva global, ou seja, percebendo os problemas de forma contextualizada, traçando suas prioridades a

partir de dados seguros e dimensão de custos, há uma diretriz essencial para execução do plano, que é a mobilização e participação social que deverá se dá desde a sua concepção ao seu desenvolvimento e monitoramento. A participação da população nesse processo representa um forte componente para garantia de continuidade, dificultando com isso, os desvios no cumprimento de metas ou a quebra acordos firmados ao longo da estruturação do plano.

Diante deste quadro, a construção de políticas e projetos coerentes e em sintonia com a realidade local é condição importante para afrontar esta realidade latente ou, ao contrário, fica-se com a impressão que diferentes grupos sociais pertencem a universos separados e têm demandas irreconciliáveis.

## BIBLIOGRAFIA

1. ALHEIROS, Margareth Mascarenhas. *Riscos de Escorregamentos na Região Metropolitana do Recife*. Salvador, (Tese de Doutorado) Instituto de Geociência – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1998.

2. ALHEIROS, M. M.; SOUZA, M. A. A.; BITOUN, J.; MEDEIROS, S. M. G. M.; AMORIM JÚNIOR, W. A. (2003). *Manual de ocupação dos morros da Região Metropolitana do Recife*. FIDEM (Recife), 384p.

3. Breno Augusto Souto-Maior. *Assentamentos Populares Urbanos e Meio Ambiente*. Dados. [online]. 1998, v.41, n.1 [citado 11 Julho 2006] Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo>.

4. *ESTATUTO DA CIDADE*. LEI Nº 10.257 DE JULHO DE 2001. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/download/Estatuto%20da%20Cidade.pdf>

5. FRANCO, Augusto de. Pobreza. In: PINTO, Mara D. Biasi Ferrari; FERNANDES, Rubem Cessar; CORRAL, Thais (coords.). *Redução das desigualdades sociais: formulação e implementação de políticas compatíveis com os princípios de desenvolvimento sustentável definidos na Agenda 21*. Rio de Janeiro: IBAM/ISER/REDH, 1998. 3v. V.1 p.1-35.

6. GUERRA, Antônio Teixeira, CUNHA, Sandra Batista da. (orgs.) *Impactos Ambientais Urbanos no Brasil*. RJ: Bertrand Brasil, 2001.

7. MARANDOLA JR., E; HOGAN, D.J. Vulnerabilidades e riscos: entre geografia e demografia. *Rev. Bras. Est. Pop.*, SP,v.22,n.1,p.29-53,jan./jun.2005. Disponível em: <http://www.nepo.unicamp.br>.

## ANOTAÇÕES

## ANOTAÇÕES

8. MARICATO, Ermínia. *Brasil, Cidades: Alternativas para a Crise Urbana*. Rio de Janeiro: Vozes, 2001.
9. MARICATO, Ermínia. As idéias fora do lugar e o lugar fora das idéias. In: ARANTES, O.; VAINER, C. & MARICATO, E. *A cidade do pensamento único: desmanchando consensos*. Petrópolis: Vozes, 2000.
10. MINISTÉRIO DAS CIDADES. *Planejamento Territorial Urbano e Política Fundiária*. Cadernos do Ministério das Cidades 3. Brasília. 2004
11. PEREIRA, Elaine Campos e Marta Roverly de Souza. *Interface entre risco e população*. Disponível em: [www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2006/docspdf/ABEP2006\\_592.pdf](http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2006/docspdf/ABEP2006_592.pdf).
12. RIBEIRO, Wagner Costa. *Cidades ou Sociedades Sustentáveis*. São Paulo-SP, 2005.
13. ROLNIK, Raquel. *O que é Cidade*. SP: Brasiliense, 1988.
14. SANTOS, Milton. *Da Totalidade ao Lugar*. São Paulo: Edusp, 2005.
15. SANTOS, M. *A Urbanização Brasileira*. 5. ed. São Paulo: EDUSP, 2005, 174p.
16. SILVA, João Gilberto de Farias. *O Caminho das Águas: os efeitos provocados pelo processo de estruturação de assentamentos em encostas sobre as redes de vizinhança: estudo comparativo entre um morro planejado e um espontâneo na zona norte da cidade do Recife*. 1996. (Dissertação de Mestrado) Sociologia – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
17. VARGAS, Heliana Comim; RIBEIRO, Helena (orgs.). *Novos Instrumentos de Gestão Ambiental Urbana*. São Paulo: EDUSP, 2001.
18. VEIGA, José Eli da, *Cidades imaginárias: O Brasil é menos urbano do que se calcula*. Campinas, SP, 2003.
19. VÉRAS, M.P.B. (2003) Prefácio à edição brasileira, pp. 13-29. In: PAUGAM, S. *Desqualificação social – ensaio sobre a nova pobreza*. Trad. de C Giorgetti & T Lourenço. São Paulo: Cortez.
20. VERAS, Lúcia Maria de Siqueira Cavalcanti. *De Apé-Puc a Api-pucos: numa encruzilhada, a construção e permanência de um lugar urbano*. Recife: Bagaço, 1999.

## Módulo 4

# MOBILIZAÇÃO SOCIAL PARA A REDUÇÃO DE VULNERABILIDADES

Rejane Lucena

## ANOTAÇÕES

### INVESTINDO NA MOBILIZAÇÃO SOCIAL PARA REDUÇÃO DAS VULNERABILIDADES

Prezado cursista, esta aula reúne conceitos e instrumentos destinados ao desenvolvimento de um gerenciamento de risco participativo. Você perceberá que investir no planejamento participativo significa favorecer um maior aprofundamento quanto as diferentes abordagens que podem ser utilizadas no processo de mobilização para a minimização dos riscos.

O objetivo deste módulo é construir e cultivar novos olhares que favoreçam o incentivo de habilidades na comunidade e beneficiem a organização de diversos atores sociais para formação de uma cultura de prevenção.

### PENSANDO NO PLANEJAMENTO PARTICIPATIVO PARA REDUÇÃO DE DESASTRES

A mobilização para a participação social no tocante a redução de vulnerabilidades é uma questão que vem sendo refletida no âmbito dos governos ao longo da década de 90 tendo sido incentivada a formulação de políticas públicas intersectorializadas com vistas a garantir o direito do cidadão participar e contribuir com a prevenção e minimização de riscos e desastres no seu ambiente local.

Nesse sentido o debate acerca da temática do desastre e os danos causados à população têm movimentado opiniões de especialistas em todo o mundo. Tanto que a ONU estabeleceu a década de 90 o Decênio Internacional para Redução de Desastres Naturais - "DIRDN" com vistas a<sup>1</sup>:

- a. "possibilitar que as comunidades adquiram resistência frente aos efeitos dos riscos naturais, tecnológicos e ambientais, reduzindo os riscos múltiplos que estes efeitos representam para a vulnerabilidade social e econômica dentro das sociedades modernas";

<sup>1</sup>"Los principales objetivos de la Estrategia son: a) posibilitar que las comunidades adquirieran resistencia frente a los efectos de los riesgos naturales, tecnológicos y ambientales, reduciendo los riesgos múltiples que estos efectos representan para la vulnerabilidad social y económica dentro de las sociedades modernas; y b) avanzar desde la protección contra las contingencias hacia la gestión del riesgo mediante la integración de estrategias de prevención del riesgo en las actividades de desarrollo sostenible".

## ANOTAÇÕES

- b. “avançar desde a proteção para as contingências fazendo a gestão de risco mediante a integração de estratégias de prevenção de risco nas atividades de desenvolvimento sustentável”.

Este decênio representou um alerta para todo mundo fortalecendo a importância da conjugação de esforços entre países no que diz respeito à prevenção dos riscos, bem como a geração de mecanismos voltados à proteção socioambiental.

A partir disso, a valorização da participação social nas questões relacionadas à gestão de risco de desastres tornou-se mais presente na agenda pública brasileira, após a constatação do intenso crescimento de desastres no Brasil e no mundo, que provocou perdas de vidas, principalmente por meio dos deslizamentos de barreiras, provocando danos irreversíveis à humanidade.

Verificou-se que em grande proporção, os desastres eram gerados nas relações socioambientais, refletindo a falta de percepção das pessoas em relação às práticas no cotidiano.

Essa realidade tem demonstrado que as políticas públicas pensadas para ações de minimização de riscos devem estar fundamentadas à luz da GESTÃO DE PROXIMIDADE, fortalecendo a ampla participação da população, reconhecendo-se também o conhecimento adquirido pela comunidade, no que se refere às experiências e as carências ou necessidades apontadas naquele ambiente.



Foto 4.1: Oficina sobre “direito da criança em situação de emergência”, Jaboatão dos Guararapes/PE, 2008. Foto 4.2: Visão crítica a respeito dos processos geradores de riscos - NUDEC Jovem. Camaragibe/PE, 2005.

É imprescindível que sejam favorecidas condições para a abertura de um processo propício à construção de instrumentos que estimulem o aumento da participação cada vez maior dos usuários quanto ao entendimento e ao desenvolvimento de práticas que possam colaborar com o princípio da gestão de risco, permitindo a sensibilização e mobilização das comunidades para o desenvolvimento de trabalhos verdadeiramente participativos que possibilitem a constituição de uma visão crítica a respeito dos processos causadores de riscos, estimulando-se a percepção de como cada indivíduo pode se envolver para a redução de desastres, a partir da mudança de costumes e hábitos no ambiente local.

Mesmo com a complexidade inerente à problemática dos riscos e a forma de geri-los, o passo para a estruturação de uma política pública para minimização de riscos, integrada e multidisciplinar é possível de ser incorporada, a partir da inclusão de práticas voltadas aos interesses sociais e a comunicação do que representam os riscos no cotidiano das pessoas. Desse modo, é possível desenvolver-se a gestão de proximidade de forma compartilhada, o que contribui para a formação de um sentimento de credibilidade e de confiança por parte da população que está inserida no processo, não como agentes espectadores, mas como propiciadores de mudanças. Protagonistas, capazes de transformar a realidade de riscos e tragédias em espaços possíveis de se conviver com segurança.

A participação nesse contexto é apontada como instrumento imprescindível ao processo de transformação social. Assim, o desenvolvimento de práticas sócioeducativas na comunidade, estimula o entendimento e a compreensão dos cidadãos sobre a importância do seu envolvimento no contexto social, como meio de se apropriar dos problemas relacionados aos riscos, viabilizando soluções que podem ser construídas de forma coletiva. Essa perspectiva representa um diferencial na preparação, responsabilidade e co-participação das pessoas no tocante aos aspectos geradores de riscos e seus efeitos.



Fotos 4.3: sensibilização e mobilização da comunidade. Fonte: codecir – Recife/PE



Fotos 4.4: Projeto NUDEC Jovem – Recife  
Fonte: Agência CONDEPE-FIDEM/PE

## COMUNICAÇÃO E PERCEPÇÃO DE RISCO PARA PARTICIPAÇÃO E MOBILIZAÇÃO SOCIAL NA GESTÃO POR PROXIMIDADE

Agora você irá refletir sobre a comunicação e percepção de riscos para participação social no processo de gerenciamento das vulnerabilidades. Estaremos dialogando sobre a importância de se entender a comunicação como um processo contínuo e facilitador no desenvolvimento de atividades sócioeducativas na comunidade.

## ANOTAÇÕES

## ADOTANDO UMA GESTÃO DE DEFESA CIVIL POR PROXIMIDADE

Entendemos que a participação, como ação para transformação da realidade, acontece a partir da comunicação. Só assim, acreditamos que é possível a formação de novos valores e mudança de comportamento frente aos riscos existentes no âmbito da comunidade, além de estimular o desenvolvimento de novas percepções da realidade no cotidiano local.

“A comunicação de riscos, objetiva aumentar o nível de entendimento, de questões e ações relevantes relativas a riscos ambientais, de pessoas envolvidas, de modo que elas sejam informadas adequadamente, dentro dos limites do conhecimento existente sobre aquela problemática. A comunicação é, então, um componente da gestão de riscos e da seleção de opções de controle, assim como um instrumento do planejamento e da gestão do desenvolvimento sustentável.” (VARGAS, 2001, p.72).

Do ponto de vista da mobilização e participação social, a realidade de risco suscita a necessidade de uma ação mais efetiva, adotando a gestão por proximidade, o que representa investir na comunicação para a construção de uma relação de confiança junto à comunidade, viabilizando a inserção e legitimação de uma política pública compartilhada.



Foto 4.5: NUDEC Jovem, RMR  
Produção de Trabalhos – PE, 2006.  
Fonte: Agência CONDEPE - FIDEM

## FORTALECENDO OS LAÇOS DE CUIDADO NA COMUNIDADE

O trabalho de gestão de risco desenvolvido apenas no período de anormalidade, isto é, focado na resposta aos desastres, não desperta nas pessoas uma reflexão quanto ao cenário dos riscos que estão imbuídas.

Todavia, com as ações de proximidade é possível ver melhor o que ocorre no local, perceber as necessidades, além de se analisar o comportamento das pessoas e construir mecanismos de mudanças em relação aos riscos socioambientais.



## ANOTAÇÕES



Fotos 4.6 e 4.7: Projeto Cores no Morro - Olinda/PE, 2005.

Esta comunicação deve ser estimulada a cada intervenção realizada junto à comunidade, implicando no reconhecimento do saber construído no cotidiano, para compreensão da inter-relação dos problemas ambientais e do processo de transformação coletiva a partir da conscientização.

Segundo Toro, a comunicação cria condições para a circulação de informações e sentidos, à medida que podemos entender o mundo em que estamos e, até mesmo, quem somos por meio desse processo. Para ele, quem não disponibiliza seus conceitos e sentidos aos demais está excluído<sup>3</sup>.

Essa compreensão deve avançar em torno da formação de mecanismos que possibilitem o estreitamento das relações de comunicação entre comunidade e a gestão pública. Entendendo-se que as ações preventivas devem ser desenvolvidas de forma intersectorializada, estabelecendo-se um elo de confiabilidade a partir da gestão de proximidade, considerando a vivência das pessoas que serão percebidas no momento em que o diálogo estiver cada vez mais presente nos processos de orientação e prevenção dos riscos socioambientais identificados.

Envolver o cidadão no processo de organização comunitária é determinante para a criação de um compromisso ético e para a formação do senso de responsabilidade individual e coletivo. Isso contribuirá na geração de valores pautados na prevenção, o que além de fortalecer os laços de cuidados com o lugar, favorecem a minimização das práticas causadoras de riscos e desastres.



Foto 4.8: Os NUDECs participam no diagnóstico, acionam a prefeitura, orientam moradores e multiplicam informações que o plantão da área de risco repassar, ou seja, compartilham decisões e soluções. Fonte: URBEL – Prefeitura de Belo Horizonte/MG.

<sup>3</sup><http://www.opas.org.br>

Esse processo representa a problematização das vulnerabilidades socioambientais a partir da participação das pessoas, entendendo-se que a reflexão para a percepção do risco, propiciará a motivação na busca de soluções no próprio meio, fortalecendo o grupo para a tomada de decisões quanto aos problemas locais.

Nesse sentido, GUIMARÃES (2003, p. 73) ressalta: “é fundamental uma conquista de mecanismos participativos para o processo da gestão dos problemas ambientais, que garanta a participação dos segmentos sociais mais fragilizados (movimentos populares) nesse processo de negociação, já que os setores públicos e privados têm maior capacidade de ocupar o espaço da participação na gestão ambiental. Dessa forma, coloca-se como princípio para uma educação ambiental que se pretenda crítica, transformadora, a luta pela ampliação do espaço democrático em nossa sociedade, em que a participação possa amplamente se realizar”.

Trazemos a comunicação do risco como um processo que perpassa e interage em todas as ações de gerenciamento de riscos, permitindo que cada ser humano envolvido possa se sentir parte da dinâmica de transformação dos cenários de riscos nos assentamentos precários e que paulatinamente por meio da sensibilização, preconize a construção de um conhecimento crítico para os desafios da gestão do risco compartilhada.



### **NÚCLEOS COMUNITÁRIOS DE DEFESA CIVIL: ESTIMULANDO A PERCEPÇÃO DOS RISCOS**

A percepção de risco inclui diferentes elementos a serem levados em consideração, para compreender como os indivíduos e os grupos sociais percebem tais riscos. Conhecer a percepção de um determinado problema ambiental em uma comunidade é fundamental para se elaborar um plano de comunicação de risco eficaz<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> <http://www.opas.org.br>

## ANOTAÇÕES

## ANOTAÇÕES

“Trata-se, portanto de promover a mobilização e sensibilização da comunidade para que ela possa apropriar-se das potencialidades e dos problemas referentes ao seu meio ambiente local, possibilitando o despertar para enfrentamento das problemáticas de risco que afetam os cidadãos de forma individual e coletiva” (LUCENA, 2005, p.22).

Este despertar pode ser observado por meio do trabalho de formação de Núcleos Comunitários de Defesa Civil – NUDECs , onde a partir da mobilização e sensibilização da comunidade, cria-se um estímulo ao desenvolvimento de novas posturas à medida em que as pessoas começam a se perceberem na inter-relação dos problemas, ao mesmo tempo em que passam a pensar e agir na formação de novos valores que saem da esfera individual e passam a estimular o sentimento de coletividade.

Entendemos com isso, que os Núcleos Comunitários de Defesa Civil podem ser fortes instrumentos facilitadores na disseminação da comunicação do risco, ampliando as possibilidades de mudanças de percepção e comportamentos no que se refere à mitigação dos riscos.



Foto 4.9: Integrantes dos núcleos conhecem a cidade através dos fóruns regionais e o fórum de vilas e favelas. Fonte: URBEL – Prefeitura de Belo Horizonte/MG



Foto 4.10: Projeto NUDEC MIRIM. Fonte: URBEL – Prefeitura de Belo Horizonte/MG

A população é informada por meio de reuniões setoriais e plenárias com lideranças de bairro sobre a situação de risco e sua evolução (resultados do mapeamento), distribuição de informativos e treinamento com os alunos das escolas onde foram instalados pluviômetros.



Foto 4.11: Mobilização e capacitação das comunidades locais. Fonte: Prefeitura de Embu das Artes/SP



**EXEMPLOS DE INICIATIVAS QUE ESTIMULAM A COMUNICAÇÃO DE RISCO E PARTICIPAÇÃO SOCIAL**

**Defesa civil nas escolas**



Fotos 4.15: As crianças e jovens são multiplicadores do conhecimento que adquirem no projeto "Agente Mirim de Defesa Civil", São Pedro da Aldeia - RJ. FONTE: [www.defesacivil.gov.br](http://www.defesacivil.gov.br)



Fotos 4.16: Escola Municipal São Cristovão Bairro: Guabiraba – Recife/PE, 2006. Fonte: Agência CONDEPE/FIDEM

**O teatro como instrumento de sensibilização e formação socioeducativa.**



Fotos 4.17: O Nudec Jovem Vai ao Teatro. Alunos da Escola José Carneiro De Barros Campelo Teatro Valdemar De Oliveira - Espetáculo "O Circo Rataplan" Jaboatão Dos Guararapes/PE, 2007. Fonte: COMDEC/JG



Fotos 4.18: Com o objetivo de informar, orientar, interagir e divulgar as ações preventivas e de combate a Dengue, de forma lúdica e divertida, o Grupo de Trabalho Contra Dengue, coordenado pela Defesa Civil do Município do Rio de Janeiro, inseriu nesta batalha o teatro de fantoches que compõe o Projeto Acendendo a Cidadania nas Escolas. Fonte: <http://www.rio.rj.gov.br/defesacivil>

**Voluntariado**

A ativação dos Núcleos de Defesa Civil, com seu voluntariado, contribuirá para proporcionar a agilidade necessária ao bom funcionamento da Coordenação Geral do Sistema Municipal de Defesa Civil/Cosidec



Foto 4.19: Voluntariado. Fonte: Andaraí/RJ

## Campanhas sócioeducativas e preventivas



Fotos 4.20: Projeto Educando para a Defesa Civil, COMDEC de Curitiba/PR  
 Fonte: <http://www.defesacivil.gov.br>



Fotos 4.21: Trabalho Preventivo com Voluntários.  
 Fonte: Macaé/RJ



Foto 4.22: Treinamento de voluntários mirins defesa civil de Santo André/SP  
 Fonte: <http://www.defesacivil.gov>

## Diagnóstico dos riscos nas comunidades



Fotos 4.23 e 4.24: Projeto NUDEC Jovem. Escola Municipal João Ciriaco – Cabo de Santo Agostinho, 2006. Fonte: Agência CONDEPE/FIDEM

O diagnóstico dos riscos nas comunidades, pode ser fortemente auxiliado pela participação das (realizado pelas próprias) pessoas residentes no lugar. Isso ocorre quando o poder local toma o cuidado de interagir com representantes das áreas e promove momentos de consolidação de acordos entre comunidade e técnicos que atuam na gestão de risco.

## Defesa civil na escola



Foto 4.25 e 4.26: O projeto de educação para defesa civil, “Preservando Vidas com Ações Preventivas”, Canoas, 2005. Fonte: COMDEC/Canoas/RS – 2005.

## ANOTAÇÕES

A series of horizontal dotted lines provided for taking notes.

O projeto NUDEC Jovem é uma experiência piloto, desenvolvida pela agência CONDEPE/FIDEM em cinco municípios da RMR – Região Metropolitana do Recife desde 2005. Atualmente os municípios têm implementado as ações dos NUDECs a partir de ações integradas com órgãos e secretarias que apóiam no desenvolvimento de projetos intersectorializados.

### Objetivo

O objetivo do NUDEC JOVEM é desenvolver processos de sensibilização e orientação voltados à prevenção de riscos de acidentes nas áreas sujeitas a escorregamentos e alagamentos.

O projeto NUDEC Jovem tem como princípio, sensibilizar os jovens, professores e outros integrantes da escola, para o que representa os riscos e desastres na comunidade, alertando para a importância de sua contribuição na conservação e requalificação dos ambientes naturais.

Além disso, possibilita o desenvolvimento de atividades que estimulem o protagonismo juvenil despertando nos jovens o entendimento quanto à concepção de direitos humanos, respeito, participação, solidariedade e responsabilidade social.

Queremos dizer com isso, que o exercício de formação dos Núcleos Comunitários de Defesa Civil, favorece o processo de comunicação de risco de forma a influenciar na construção de um saber construído localmente, estimulando maior compreensão da realidade, além disso, em situações de emergências e estado de calamidade pública a comunicação é tão importante às populações vitimadas, quanto à assistência alimentar, a saúde ou suprimento de água. Nos casos relacionados a riscos ou eventos adversos, o acesso à informação é preponderante para salvar vidas. Na fase de prevenção e preparação permite também, que os envolvidos estructurem suas próprias interpretações em relação aos riscos socioambientais a partir de reflexões estimuladas nas atividades compartilhadas e internalizadas pelo grupo.



Foto 4.27: Escola Estadual Antônio Correia de Araújo Bairro dos Estados – Camaragibe/PE, 2005.  
Fonte: Agência CONDEPE/FIDEM



Foto 4.28: Escola Municipal Vereador João Ciriaco da Silva - Bairro da Charneca Cabo de Santo Agostinho/PE, 2006  
Fonte: Agência CONDEC/FIDEM

**MATERIAL DIDÁTICO UTILIZADO COMO INSTRUMENTO DE MOBILIZAÇÃO DOS ALUNOS NAS ESCOLAS PÚBLICAS LOCALIZADAS NAS ÁREAS DE RISCOS**

**ANOTAÇÕES**

**Cruzadas**

**Cruzadas da segurança**

1 - Pode ser causado por produtos perigosos;  
 2 - Cor dos painéis de segurança;  
 3 - Produtos que podem colocar em risco as pessoas e o meio ambiente;  
 4 - A maior causa de acidentes nas rodovias;  
 5 - Produtos perigosos podem ser sólidos, líquidos ou...;  
 6 - Material preciso ficar, para se expor, a transportar produtos perigosos;  
 7 - Língua que deve ser sempre resguardada nos estradas;  
 8 - O que devemos manter de cuidados que tenham produtos perigosos;  
 9 - Estâncias resistentes deforma de um acidente, e o vento pelas costas;  
 10 - Produto perigoso, líquido inflamável, combustível de automotivos;  
 11 - Período mais seguro para viajar;  
 12 - Deve estar acima de tudo.

Fonte: <http://www.defesacivil.sc.gov.br>

**Minhocário**

**MINHOCÁRIO**

**nudec jovem**  
 PROJETO DE PESQUISA PARA PROMOÇÃO DE ENFERMAGENS

**ATIVIDADE**

**CHEGADA**

**PARTIDA**

1 - O que devemos manter de cuidados que tenham produtos perigosos?  
 2 - Cor dos painéis de segurança?  
 3 - Produtos que podem colocar em risco as pessoas e o meio ambiente?  
 4 - A maior causa de acidentes nas rodovias?  
 5 - Produtos perigosos podem ser sólidos, líquidos ou...?  
 6 - Material preciso ficar, para se expor, a transportar produtos perigosos?  
 7 - Língua que deve ser sempre resguardada nos estradas?  
 8 - O que devemos manter de cuidados que tenham produtos perigosos?  
 9 - Estâncias resistentes deforma de um acidente, e o vento pelas costas?  
 10 - Produto perigoso, líquido inflamável, combustível de automotivos?  
 11 - Período mais seguro para viajar?  
 12 - Deve estar acima de tudo.

Jaboatão dos Guararapes/PE

Fonte: COMDEC/JG,2008

Exercício

**OFICINA PARA CONSTRUÇÃO DE PLUVIÔMETRO**

Hoje nós vamos aprender o que é? E para que serve o Pluviômetro

O Pluviômetro é um instrumento usado para medir a quantidade de chuva caída em determinado lugar e em determinado tempo.

**Pluviômetro de Garrafa Pet**

Agora vamos aprender a fazer um Pluviômetro. Atenção para o material necessário e para as dicas ao lado. OK!

**Material**  
 1 Joelho de PVC (3/4 x 25)  
 1 Garrafa PET Transparente  
 1 Torneira de Jardim (saída 1/2 rosqueada)  
 1 Lixa de ferro 120  
 1 Cola para Cano

**OBSERVAÇÃO:**  
 Um copo medidor pode ser utilizado para medir a quantidade de chuva em milímetros em um determinado período de tempo.

**Modo fazer:**  
 Corte o fundo da garrafa PET, lixe a rosca do gargalo até que possa ser encaixado no lado liso do joelho de PVC, e passe cola para fixá-los. No lado rosqueado do joelho encaixe a torneira.

JABOATÃO DOS GUARARAPES/PE.  
 Fonte: COMDEC/JG,2008

Cartilhas e atividades práticas

**NOS MORROS**

- Não deixe a água que sai de sua casa (da pia, calha ou esgoto) cair direto no morro.
- Cortar barrancos é coisa séria e pode colocar a sua e outras famílias em situação de perigo.
- Procure não utilizar fossas.
- Não plante bananeiras nos morros.
- Muro de arrimo, se não for construído corretamente, pode cair e provocar sérios acidentes.
- Não jogue lixo e entulho nos morros. Isso aumenta o perigo de deslizamento.

**FIQUE ATENTO AOS SINAIS DE DESLIZAMENTOS**

- Cercas, árvores e postes inclinados.
- Trincas e rachaduras nas paredes ou no chão, perto dos barrancos.
- Degraus junto aos barrancos.
- Muros e paredes "embarrigados".

**NAS BEIRAS DE CÓRREGOS**

- Durante uma inundação, não feche as passagens, becos e ruas com móveis e objetos tirados de casa. Deixe o espaço livre para que as pessoas possam sair de local atingido.
- Não deixe as crianças brincarem em enxurradas, na margem de córregos ou em beiras de barrancos.
- Não jogue lixo e entulho nos córregos. Isso aumenta o perigo de enchentes.

**FIQUE ATENTO AOS SINAIS DE INUNDAÇÃO**

- A água do córrego sobe rapidamente (mesmo se não estiver chovendo) e fica barrenta. Se isso acontecer, não entre em pânico nem se arrisque tentando salvar móveis e objetos de valor. Sua vida vale muito mais. Procure abrigo seguro até a Prefeitura tomar as providências.

**SEJA POR INUNDAÇÃO, SEJA POR PERIGO DE DESLIZAMENTO DE BARRANCO, PROCURE UM ABRIGO SEGURO.**

Belo Horizonte/MG. Fonte: Ministério das Cidades

Lugar de lixo... É no lixo!



O lixo que jogamos no chão pode entupir bueiros, sujar rios, diminuindo seus leitos, além de deixar nossa cidade muito mais triste!  
 Fonte: <http://www.defesacivil.sp.gov.br>

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## ANOTAÇÕES

1. BERNA, Vilmar. *Como fazer educação ambiental* – SP: Paulus, 2001.
2. FREIRE, Paulo. *Educação e Mudança*. Tradução de Moacir Gadotti e Lillian Lopes Martin. RJ: Paz e Terra, 1979.
3. FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 15. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2000.
4. FREIRE, Paulo. *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.
5. GUERRA, Antônio Teixeira; CUNHA, Sandra Batista da. (orgs.) *Impactos Ambientais Urbanos no Brasil*. RJ: Bertrand Brasil, 2001.
6. GUIMARÃES, Mauro. Sustentabilidade e educação ambiental. In: *A questão ambiental: diferentes abordagens*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2003.
7. LUCENA, Rejane. *Manual de Formação de NUDEC's*. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil, 2005.
8. TORO, Bernardo. *Comunicação como Instrumento de Mobilização Social*. Disponível em: <http://www.gife-cav2006.org.br/index>. 4º Congresso GIFE Sobre Investimento Social. 5ª Mostra de Ação Voluntária Cidadania e Responsabilidade Social.
9. VARGAS, Heliana Comim; RIBEIRO, Helena (orgs.). *Novos Instrumentos de Gestão Ambiental Urbana*. São Paulo: EDUSP, 2001.

### Legislação, Planos e Programas

*DECRETO FEDERAL 5.376 DE 17 DE FEVEREIRO DE 2005.*

Disponível em: [https://www.presidencia.gov.br/ccivil\\_03\\_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5376.htm](https://www.presidencia.gov.br/ccivil_03_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5376.htm)

*Percepção das ações antrópicas na comunidade do Alto do Vento, bairro de Sucupira – Jaboatão dos Guararapes – Pernambuco / Rejane Lucena. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Gestão de Políticas Públicas) – Recife, Fundação Joaquim Nabuco, 2006.*

**Módulo 5****PROCESSOS GRAVITACIONAIS DE MASSA  
E PROCESSOS EROSIVOS****Roberto Quental Coutinho**

Nesta aula você encontrará as definições básicas relativas ao estudo de processos de movimentos de massa em encostas. Você conhecerá a classificação dos materiais e dos tipos de movimentos de massa. Você também encontrará quais os fatores que são importantes para avaliar as condições de estabilidade de uma encosta. Também será possível encontrar nesta aula conceitos sobre os processos erosivos e os fatores condicionantes da erosão hídrica.

**5.1 INTRODUÇÃO**

Os principais processos associados a desastres naturais são os movimentos de massas (gravitacionais e de transporte) e as inundações. Se as inundações causam elevadas perdas materiais e impactos na saúde pública, são os movimentos de massas que têm causado o maior número de vítimas fatais no Brasil.

Os movimentos de massa têm sido objeto de amplos estudos nas mais diversas latitudes, não apenas por sua importância como agentes atuantes na evolução das formas de relevo, mas também em função de suas implicações práticas e de sua importância do ponto de vista econômico e social.

Para iniciarmos os estudos de movimentos de massa, vamos conhecer as duas categorias de processos existentes: Processos Endógenos e Processos Exógenos. Os processos endógenos são os que agem de dentro para fora da superfície da Terra e tem como fonte de energia a geotectônica (ex: vulcanismos e movimentos tectônicos – Foto 5.1).

Os processos exógenos agem no sentido inverso, provêm da atmosfera e hidrosfera e tem como fonte de energia a gravidade (intemperismo, maremotos, movimentos gravitacionais de massa (deslizamentos) e de transporte de massa (erosão - Foto 5.2).

**Intemperismo:** conjunto de processos que ocasiona a desintegração e decomposição das rochas/solos e dos minerais por ação de agentes atmosféricos e biológicos.



### 5.2.1 Elementos geométricos básicos do talude

Inclinação, declividade, amplitude e perfil são os principais elementos geométricos de uma encosta ou talude. Na Figura 5.2 estão apresentados esses principais elementos.



Figura 5.2: Elementos geométricos básicos de um talude (IPT, 2004)

**Inclinação ( $\alpha$ ):** traduz o ângulo médio da encosta com o eixo horizontal medido, geralmente, a partir de sua base.

$$\alpha \text{ (inclinação)} = \text{ARCTAN} (H/L).$$

É o arco tangente da amplitude (H) dividida pelo comprimento na horizontal (L).

**Declividade:** representa o ângulo de inclinação em uma relação percentual entre o desnível vertical (H) e o comprimento na horizontal (L) da encosta.

$$D \text{ (declividade)} = H/L \times 100.$$

É a porcentagem da amplitude (H) dividida pelo comprimento na horizontal (L).

**Amplitude ou altura (H):** é distância entre o ponto mais alto e o ponto mais baixo do talude.

Na Tabela 5.1 está mostrada 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 5.1: Relação entre declividade e inclinação

### 5.3. CLASSIFICAÇÃO DOS MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

#### ANOTAÇÕES

Há algumas maneiras distintas de se classificar os movimentos de massa. As mais modernas baseiam-se na combinação de critérios que você pode ver abaixo.

- Cinemática do movimento: relacionada à velocidade, direção e seqüência dos deslocamentos em relação ao terreno estável;
- Tipo de material: solo, rocha, solos e rochas, detritos, depósitos, etc., estrutura, textura e percentagem de água;
- Geometria: tamanho e forma das massas mobilizadas.

Uma das classificações modernas dos movimentos de massa é proposta por CRUDEN & VARNES (1996). Nesta classificação são descritos o tipo de movimento, o tipo de material e a atividade de um movimento de massa. Os tipos de materiais considerados nesta classificação são: solo, rocha e detritos; e os tipos de movimentos são: quedas, tombamentos, escorregamentos, expansões laterais, escoamentos (rastejo e corridas).

Nesta classificação os materiais são caracterizados como:

- ROCHA: massa dura ou firme que se apresenta intacta antes de iniciar o movimento;
- SOLO: agregado de partículas sólidas (minerais e rochas), que foram transportadas ou sofreram processos de intemperismo. Representam materiais que possuem 80% ou mais de partículas < 2mm.
- DETRITOS: contem significativa proporção de material “grosso”, com 20 a 80% de partículas > 2mm.

#### 5.3.1 Descrição dos Tipos de Movimentos Gravitacionais de massa

Conhecido os critérios de classificação, você aprenderá a descrição geral dos tipos de movimentos de massa. São eles:

a) **Quedas:** são movimentos do tipo queda livre (desde blocos isolados a grandes massas rochosas, de solo e detritos) que ocorrem em velocidades muito altas.

Nas quedas (Figura 5.3a), materiais rochosos diversos e de volumes variáveis se destacam de encostas muito íngremes, num movimento tipo queda livre, ou em plano inclinado (rolamento de matacões). Estes processos possuem velocidades muito altas e podem atingir grandes distâncias. Os processos de quedas possuem um forte condicionante litológico e estrutural, e sua deflagração pode estar intimamente associada a processos erosivos, como na

## ANOTAÇÕES

queda de detritos em taludes de rochas sedimentares, ou rolamento de matacões em rochas graníticas (AUGUSTO FILHO, 1994).

b) **TOMBAMENTO**: o material desprendido da encosta (solo, detrito ou rocha) rotaciona em torno de um ponto. O tombamento é condicionado pela presença de estruturas geológicas com grande mergulho.

Os tombamentos (Figura 5.3b) podem ser definidos como um tipo de movimento de massa em que ocorre a rotação de um bloco de solo ou rocha em torno de um ponto ou abaixo do centro de gravidade da massa desprendida. Este processo está condicionado pela ação da água ou do gelo em planos de fraqueza existentes no maciço rochoso. Os tombamentos podem conduzir a movimentos tipo quedas ou escorregamentos dependendo da geometria da massa movimentada, da geometria da superfície de separação e da orientação e extensão das descontinuidades existentes.

A velocidade deste tipo de movimento pode variar de extremamente lenta a extremamente rápida.

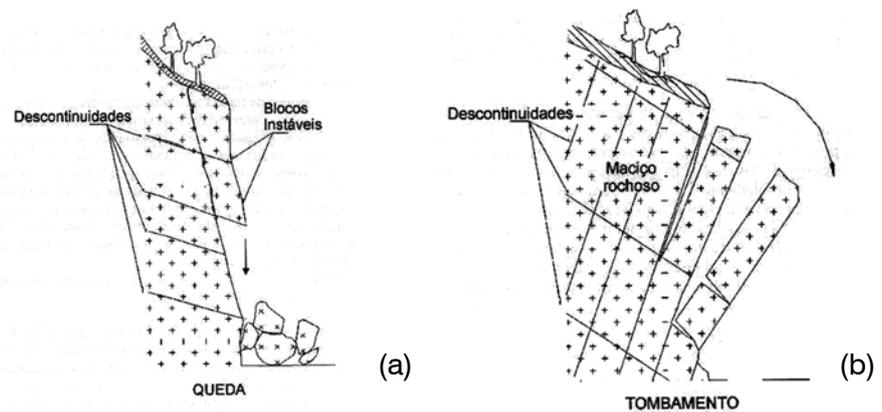


Figura 5.3: Exemplo de queda e tombamento (Infanti & Fornasari Filho, 1998).

c) **Escorregamentos**: também chamado de deslizamentos, são movimentos rápidos, apresentando superfície de ruptura bem definida, de duração relativamente curta, de massas de terreno geralmente bem definidas quanto ao seu volume, cujo centro de gravidade

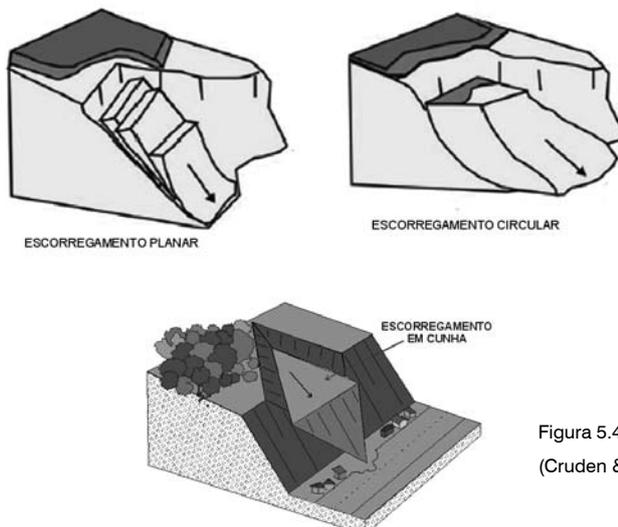


Figura 5.4: Tipos de escorregamento (Cruden & Varnes, 1996).

se desloca para baixo e para fora do talude (GUIDICINI & NIEBLE, 1984). Eles podem ser translacionais, rotacionais e em cunha (Figura 5.4).

- **Escorregamentos Translacionais:** o movimento é predominantemente acompanhado por uma translação. Estes movimentos são condicionados às descontinuidades ou planos de fraqueza existentes.
- **Escorregamentos Rotacionais:** o movimento é predominantemente acompanhado por uma rotação. Estes movimentos possuem superfícies de deslizamentos curvas. Ocorrem em material mais ou menos homogêneos e coesivos.
- **Escorregamentos em Cunha:** estes movimentos estão associados a *saprolitos* e maciços rochosos, nos quais a existência de duas estruturas planares, desfavoráveis à estabilidade, condicionam o deslocamento de um prisma ao longo do eixo de intersecção destes planos. São mais comuns em taludes de corte ou em encostas que sofreram algum tipo de desconfinamento, natural ou antrópico.

**Saprolito:** Parte do perfil de alteração de um solo em que aparece a rocha alterada, mas ainda mantendo muitas de suas estruturas e restos de minerais em processo de alteração, principalmente os feldspatos.

d) **Expansões Laterais:** são movimentos caracterizados pela expansão de um solo coesivo ou de uma massa de rocha combinado com uma subsidência da massa fraturada numa camada de material subjacente que apresenta pouca resistência (CRUDEN & VARNES, 1996). A superfície de ruptura não se apresenta como uma superfície de intenso cisalhamento. Expansões laterais podem resultar da liquefação ou escoamento de materiais. VARNES (1978) distinguiu expansões laterais típicas de rochas, como movimentos que não apresentam superfície de ruptura definidas das expansões laterais em solos, ocorridas devido à liquefação dos materiais de camadas subjacentes.

e) **Escoamentos:** numa definição ampla, os escoamentos são representados por deformações, ou movimentos contínuos, estando ou não presente uma superfície definida ao longo da qual a movimentação ocorra. GUIDICINI & NIEBLE (1984) classificam os escoamentos em movimentos lentos (rastejos) e movimentos rápidos (corridas).

e.1) **Rastejos** (Figura 5.5) envolvem um conjunto de movimentos lentos que não apresentam uma superfície de ruptura marcante, tampouco uma geometria bem definida. Semelhante aos demais movimentos de massa, podendo mobilizar qualquer tipo de material: solo, rocha ou a mistura dos dois. Este tipo de movimento apresenta velocidades de deslocamento muito baixas, com taxas de deslocamento decrescentes gradualmente com a profundidade. Podem ser associados a mecanismos de movimentos contínuos,

## ANOTAÇÕES

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## ANOTAÇÕES

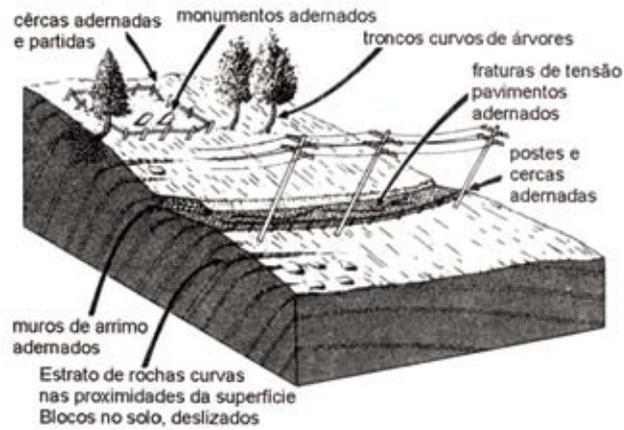


Figura 5.5: Exemplo de rastejo e seus indícios. Fonte: Bloom (1998) a partir de FIDEM (2008)

resultantes da deformação sob uma tensão constante e a mecanismos pulsantes, avançando com velocidade não-uniforme, associado a alterações climáticas sazonais.

e.2) **Corridas**: são formas rápidas de escoamento, de caráter essencialmente hidrodinâmico, ocasionadas pela perda de atrito interno, em virtude da destruição da estrutura, em presença de excesso de água (GUIDICINI & NIEBLE, 1984). Estes fenômenos são bem mais raros que os escorregamentos, porém, podem provocar conseqüências de magnitudes muito superiores, devido ao seu grande poder destrutivo e extenso raio de alcance mesmo em áreas planas. A Foto 5.4 apresenta um exemplo de corrida de areia em Camaragibe-PE, no ano de 2000, na qual assoreou toda linha de drenagem do local.

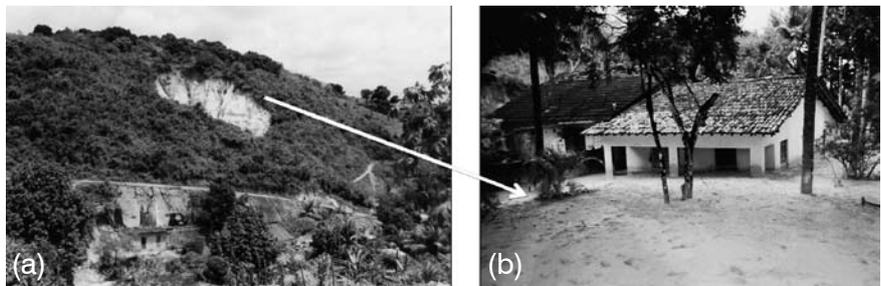


Foto 5.4: Corrida de areia em "Camaragibe-PE" (Alheiros, 2000)

Na Tabela 5.2 você encontra as principais características dos movimentos de massa que foram descritos anteriormente.

Tabela 5.2: Características dos principais grupos de movimentos de massa (AUGUSTO FILHO, 1992).

PROCESSOS	CARACTERÍSTICAS DO MOVIMENTO/MATERIAL/GEOMETRIA
Rastejos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vários planos de deslocamento (internos);</li> <li>Velocidades muito baixas (cm/ano) a baixas e decrescentes com a profundidade;</li> <li>Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes;</li> <li>Solo, depósitos, rocha alteradas/fraturadas;</li> <li>Geometria indefinida.</li> </ul>



## ANOTAÇÕES

c) **Redução na resistência do material:** relacionado principalmente à materiais argilosos ao sofrerem processos de intemperismo, reações físico-químicas (hidratação de argilominerais - perda de coesão), saturação.

**Intemperismo:** conjunto de processos que ocasiona a desintegração e decomposição das rochas/solos e dos minerais por ação de agentes atmosféricos e biológicos.

As causas e características que contribuem para os movimentos de massa estão sumarizadas na Tabela 5.3, agrupados em quatro grupos (geológicos, morfológicos, físicos e humanos) de acordo com as ferramentas e procedimentos necessários para uma investigação (CRUDEN & VARNES, 1996).

Tabela 5.3: Inventário de causas de movimentos de massa (CRUDEN & VARNES, 1996).

<b>1.Causas Geológicas</b>
a. Materiais Fracos
b. Materiais sensíveis
c. Materiais desgastados (intemperizados)
d. Materiais cisalhados
e. Materiais articulados ou fissurados
f. Massa descontínua orientada adversamente (estratificação, xistosidade, etc.)
g. Estrutura descontínua orientada adversamente (falha, contato, sem conformidade, etc.)
h. Contraste na permeabilidade
i. Contraste na dureza (duro, material denso sobre material plástico)
<b>2.Causas Morfológicas</b>
a. Subpressão tectônica ou vulcânica
b. Reação glacial
c. Erosão fluvial de pé de talude
d. Erosão de onda de pé de talude
e. Erosão glacial de pé de talude
f. Erosão das margens laterais
g. Erosão subterrânea (solução, "piping")
h. Deposição de carga no talude ou na sua crista
i. Remoção da vegetação (por fogo na floresta, seca)
<b>3.Causas Físicas</b>
a. Chuvas intensas
b. Derretimento rápido de neve
c. Precipitação excepcional prolongada
d. Rebaixamento rápido (de inundações e marés)
e. Terremoto
f. Erupção vulcânica
g. Descongelamento
h. Intemperismo/desgaste devido ao congelamento-e-descongelamento
i. Intemperismo/desgaste devido à contração-e-inchamento

Tabela 5.3 (Continuação)

4. Causas humanas
a. Escavação de talude ou do seu pé
b. Carregamento de talude ou de sua crista
c. Rebaixamento (de reservatórios)
d. Desmatamento
e. Irrigação
f. Mineração
g. Vibração artificial
h. Vazamentos de águas servidas

A Tabela 5.4 relaciona os principais mecanismos de deflagração de movimentos de massa, reconhecendo os fatores que aumentam as solicitações e os que diminuem a resistência dos terrenos, com os respectivos fenômenos naturais e antrópicos (humanos) a que estão associados.

Tabela 5.4: Fatores deflagradores dos movimentos de massa (Varnes, 1978).

Ação	Fatores	Fenômenos Naturais / Antrópicos
AUMENTO DA SOLICITAÇÃO	Remoção de massa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erosão, escorregamentos;</li> <li>Cortes</li> </ul>
	Sobrecarga	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peso da água de chuva, neve, granizo, etc.;</li> <li>Acúmulo natural de material;</li> <li>Peso da vegetação;</li> <li>Construção de estruturas, aterros, etc.</li> </ul>
	Solicitações dinâmicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terremotos, ondas, vulcões, etc.;</li> <li>Explosões, tráfego, sismos induzidos.</li> </ul>
	Pressões laterais	<ul style="list-style-type: none"> <li>Água em trincas, congelamento, expansão, etc.</li> </ul>
REDUÇÃO DA RESISTÊNCIA	Características inerentes ao material	<ul style="list-style-type: none"> <li>Características geomecânicas do material, estado de tensões iniciais.</li> </ul>
	Mudanças ou fatores variáveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intemperismo, redução da coesão, ângulo de atrito;</li> <li>Elevação do nível d'água.</li> <li>Aumento do grau de saturação</li> </ul>
	Outras causas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enfraquecimento devido ao rastejo progressivo;</li> <li>Ação das raízes das árvores e buracos de animais.</li> </ul>

#### 5.4.1 Fatores agravantes ou acionantes relativos à água em encostas

Já vimos que inúmeros fatores atuam no desencadeamento dos movimentos de massa. Entretanto as águas sejam as de superfície, e/ou as provenientes de chuvas e/ou as águas servidas,

## ANOTAÇÕES

representam, de um modo geral, o fator de maior influência nos deslizamentos. Na Figura 5.6 está apresentada como a água se movimento nas interfaces da terra, conhecida como ciclo hidrológico.

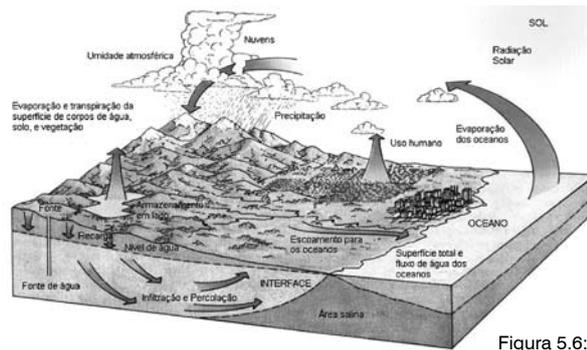


Figura 5.6: Ciclo Hidrológico (LARAM, 2006)

### a) Chuva crítica que deflagra os movimentos de massa

As chuvas relacionam-se diretamente com a dinâmica das águas de subsuperfície, atuando, de um modo geral, como o principal fator de escorregamento. A maioria dos deslizamentos registrados está associada a episódios de elevada pluviosidade, de duração compreendida entre algumas horas até alguns dias (GUIDICINI & NIEBLE, 1984).

Os índices pluviométricos críticos para ocorrência dos movimentos de massa variam com o regime de infiltração no solo, a dinâmica das águas subterrâneas no maciço e o tipo de instabilização. Como por exemplo, podemos citar:

- Os escorregamentos em rocha tendem a ser mais suscetíveis a chuvas concentradas;
- Os processos em solo dependem também dos índices pluviométricos acumulados nos dias anteriores;
- Processos tipo corridas estão associados a índices pluviométricos muito intensos;
- As rupturas em áreas modificadas pelo homem com desmatamentos, cortes, aterros, etc., chamados de escorregamentos induzidos, podem ocorrer com valores de precipitações considerados normais.

A associação entre deslizamentos e o índice pluviométrico tem levado alguns pesquisadores a tentarem estabelecer correlações empíricas, probabilísticas ou físico-matemáticas. A Figura 5.7 ilustra a proposta de TATIZANA et al. (1987), os quais desenvolveram uma correlação entre deslizamentos e índices pluviométricos para a Serra do Mar (São Paulo).

A correlação entre chuva e os escorregamentos é utilizada em muitos municípios brasileiros como critérios técnicos para implantação de planos de contingência. Este tema será discutida no Módulo 11.

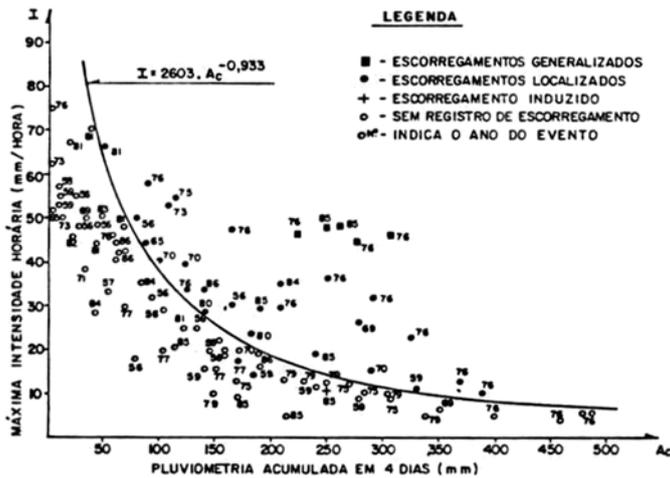


Figura 5.7: Gráfico da envoltória de deslizamentos induzidos na Serra do Mar (Tatizana et al.,1987).

A principal aplicação destas correlações é tentar se antecipar à deflagração dos movimentos de massa, a partir do acompanhamento dos índices pluviométricos de uma região, sendo possível alertar, antecipadamente a população da possibilidade de deslizamentos. É mais fácil e barato monitorar o parâmetro chuva do que monitorar o grau de saturação dos taludes e encostas, principalmente em grandes áreas. Apesar das limitações e imprecisões, essas correlações podem fornecer um importante instrumento de baixo custo de implantação, para o monitoramento e gerenciamento de riscos associados a escorregamentos em áreas urbanas.

**b) Influência das águas servidas na deflagração dos movimentos de massa**

O lançamento de águas servidas diretamente no solo pode deflagrar processos de instabilização de encostas (erosões e deslizamentos).

De um modo geral, a maioria da população de baixa renda ao ocupar as encostas, o fazem de forma desordenada, desconhecendo critérios técnicos de construção. A população carente ao projetar loteamentos na maioria das vezes em relevos íngremes, associado à realização de cortes, aterros e construção de fossas nas bordas do talude, propicia a ocorrência de movimentos de massa nestas áreas.

Outro agravante diz respeito à ausência de serviços de esgotamento sanitário e drenagem na área, o que leva a população a seguir práticas rudimentares e inadequadas para o destino dos seus efluentes domésticos. É comum aos que moram nessas localidades lançar as águas servidas diretamente sobre o solo, contribuindo com o agravamento das condições de instabilidade da área. A Foto 5.5 apresenta exemplo de uma área com escorregamento provocado pela ação das águas servidas.

## ANOTAÇÕES



Foto 5.5: Deslizamento de encosta provocado por águas servidas – Ipojuca / PE (Bandeira, 2007)

Como exemplo de estudos com descarte de águas servidas pela população, tem-se o trabalho de ASSUNÇÃO (2005), a qual quantificou o descarte de águas residuárias em assentamentos carentes localizados no município de Salvador-BA. A Figura 5.8 ilustra alguns dos resultados obtidos no estudo. Observa-se que nos meses do ano correspondentes ao período de menor intensidade de chuva (outubro a abril), a precipitação antrópica (relativa às águas servidas) é significativa e maior que a precipitação pluviométrica; ocorrendo o contrário no período do ano de maior intensidade pluviométrica (maio a setembro). ASSUNÇÃO (2005) afirmou ainda que a precipitação antrópica foi superior a precipitação pluviométrica em 269 dias no ano de observação (2002).

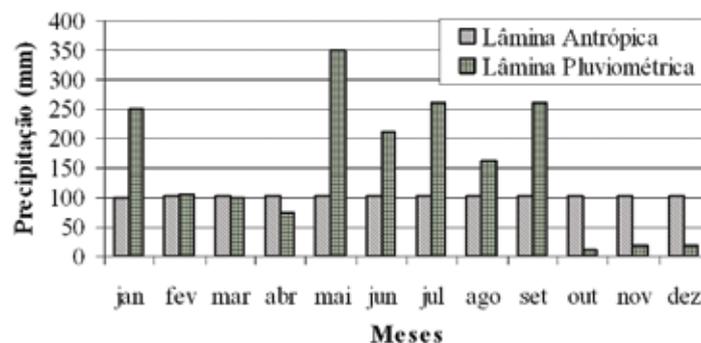


Figura 5.8: Comparação entre a precipitação pluviométrica e precipitação antrópica mensal (Assunção, 2005).

Embora, em geral, seja apenas a chuva frequentemente associada a movimentos de massa, em áreas de encostas ocupadas, desprovidas de infra-estrutura, de esgotamento sanitário e drenagem, as águas servidas (precipitação antrópica) podem, em conjunto com as precipitações pluviométricas, agravar o ambiente a processos erosivos e de instabilizações de encostas.

### 5.5 INDICADORES DE MOVIMENTOS DE MASSA

Alguns sinais presentes nas encostas são indícios de movimentos iniciados. Abaixo você encontra exemplos de inícios de movimentos com ilustrações em Fotos (5.6 a 5.11 – MCidades, 2006).

- fendas no solo;
- batentes no solo;

- estalos e fissuras nas paredes;
- surgências de água;
- árvores, cercas e postes inclinados;
- embarrigamento no pé do talude.

## ANOTAÇÕES



Foto 5.6: Fendas no solo e fissuras na parede  
Carvalho et al, 2006



Foto 5.7: Surgências de água  
Carvalho et al, 2006



Foto 5.8: Árvores inclinadas  
Carvalho et al, 2006



Foto 5.9: Batentes no solo  
Carvalho et al, 2006



Foto 5.10: Postes inclinados  
Carvalho et al, 2006



Foto 5.11: Embarrigamento no pé do talude  
Carvalho et al, 2006

Quando esses sinais são identificados na área recomenda-se a evacuação do local. As Fotos 5.12 e 5.13 apresentam uma encosta do Recife-PE com fenda que evoluiu em julho de 2007. Através de ação preventiva da Defesa Civil, 18 famílias foram relocadas para uma área mais segura.



Foto 5.12: Vista geral da área  
Pereirinha – Recife/PE (CODECIR, 2007)



Foto 5.13: Detalhe da fenda  
Pereirinha – Recife/PE (CODECIR, 2007)

5.6 ROCHA E MACIÇOS ROCHOSOS

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 5.9, 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 5.10 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).

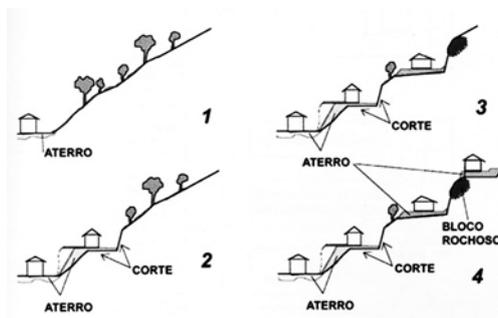


Figura 5.9 - (1) Ocupação de base de encosta; (2) evolução da ocupação; (3) Execução de cortes e aterros aflorando blocos rochosos; (4) Instabilização do bloco rochoso (Carvalho et al., 2007).

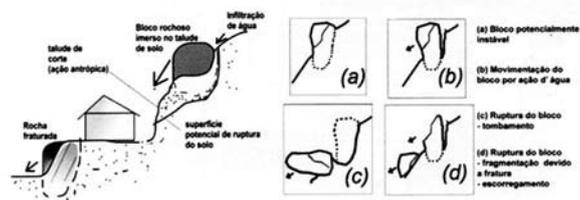


Figura 5.10 - (1) Alguns exemplos de processos que instabilizam o bloco rochoso e criam uma situação de risco para a moradia; (2) seqüência dos processos de instabilização até a ruptura de um bloco rochoso fraturado (Carvalho et al., 2007).

Os casos mais comuns de instabilidade em rocha são mostrados esquematicamente na Figura 5.11.

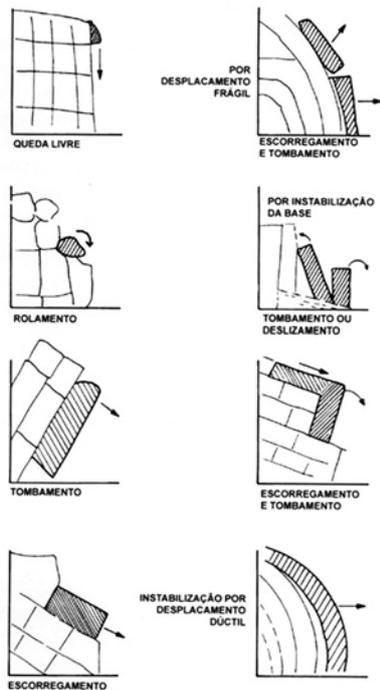


Figura 5.11 – Casos comuns no processo de instabilização (Carvalho et al., 2007).

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, observam-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.

## ANOTAÇÕES

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.

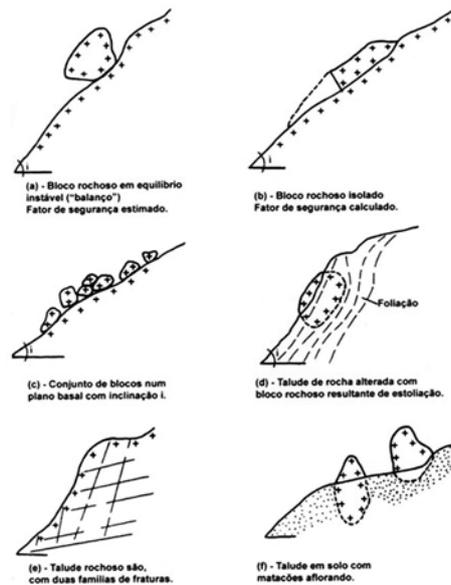


Figura 5.12 – Casos típicos encontrados nos morros do litoral paulista (Yoshikawa, 1997).

## GLOSSÁRIO

**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:** Indica o estado de alteração da rocha submetida às ações físico-químicas, que em geral conduz a degradação de suas características mecânicas.

**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).

#### 4.7 PROCESSOS DE TRANSPORTE DE MASSA - EROSÃO

A partir deste tópico você encontrará textos relativos à erosão. É importante destacar que os movimentos gravitacionais de massa (escorregamentos, queda, escoamento, ...) tem como agente de transporte a gravidade; e a erosão, tem outros agentes de transporte, como por exemplo a água (erosão hídrica) e o vento (erosão eólica).

#### Definição:

Erosão é o processo de desagregação e remoção de partículas do solo ou fragmentos e partículas de rocha, pela ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo e organismos (plantas e animais) (SALOMÃO E IWASA, 1995).

A atuação lenta e contínua dos processos erosivos modifica a forma do relevo, normalmente após longos períodos de tempo (Foto 5.14). Com a interferência antrópica, esse processo natural pode ser acelerado no tempo, ou como é mais freqüente ter aumentado sua intensidade. Assim, você conhecer o meio físico, o solo, a água e o clima, com suas potencialidades e limitações constitui a base técnica para estabelecer as medidas preventivas de controle da erosão.



Foto 5.14: Exemplo de área com processo erosivo  
Cabo de Santo Agostinho / PE  
(Coutinho et al., 1999)

#### ANOTAÇÕES

A erosão é um fenômeno complexo, que basicamente consiste na desagregação ou meteorização de um solo de material rochoso por ação dos agentes atmosféricos e posteriormente desnudação por arraste das partículas desagregadas. Na Figura 5.13 você encontra como a erosão causa efeitos nos recursos naturais.



Figura 5.13: Erosão e seus efeitos nos recursos naturais

### 5.7.1 CLASSIFICAÇÃO DA EROSÃO

Os processos erosivos podem ser classificados de acordo com a sua origem (natural ou antrópica) e com o agente deflagrador (Figura 5.14).

Dentre os fatores de origem natural que determinam a intensidade dos processos erosivos, destacam-se como os mais importantes: a ação da chuva, a cobertura vegetal, o relevo, os tipos de solos e o substrato rochoso.



Figura 5.14: Classificação da Erosão

Como ação antrópica, temos: o desmatamento e as formas de uso e ocupação do solo (SILVA E GIACHETI, 2001). Com relação ao agente deflagrador destacam-se dois tipos de erosão: eólica e hídrica (marinha, fluvial e pluvial). A erosão eólica ocorre quando o desgaste e transporte das partículas se dão pela ação dos ventos, enquanto a erosão hídrica se dá pela ação das águas. A erosão marinha se caracteriza por uma série de processos complexos que resultam no recuo da linha de costa em direção ao continente. A erosão fluvial se caracteriza pela ação das águas na calha de rios e nas suas margens. A erosão pluvial está associada ao escoamento imediato de água proveniente de precipitações pluviométricas.

Esta apostila se limitará a uma descrição sobre a erosão hídrica pluvial, visto que é o tipo de erosão que apresenta risco para as áreas de encostas.

## 5.7.2 EROSÃO HÍDRICA

A **erosão hídrica** é aquela em que os processos de desagregação das rochas ou dos solos são efetuados pela água (LLOPIS TRILLO, 1999).

Os processos de desagregação são dependentes de fatores que os afetam, sendo resumidos e esquematizados na Figura 5.15. De uma forma geral, a mecânica da erosão é função da combinação do tamanho e da velocidade das gotas de chuva com a duração das precipitações e a velocidade do vento (MOREIRA E PIRES NETO, 1998).

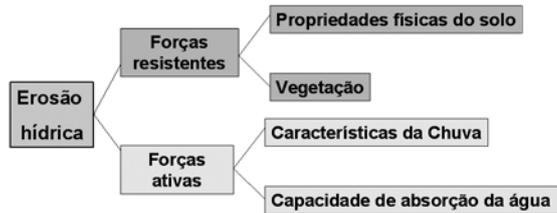


Figura 5.15: Fatores naturais que afetam o processo erosivo (Llopis Trillo, 1999).

Ao longo de uma vertente, dependendo do processo do escoamento superficial (runoff), pode-se desenvolver a erosão laminar (em lençol) e a linear (em sulcos). A Figura 5.16 apresenta um esquema do processo de erosão hídrica por águas pluviais.

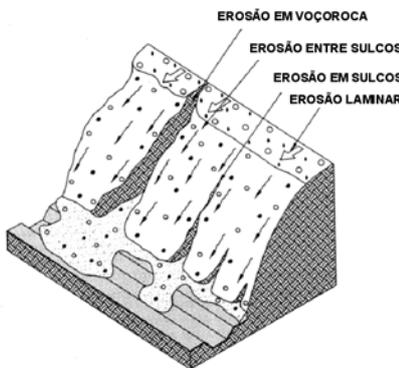


Figura 5.16: Esquema do Processo de Erosão Hídrica (LLOPIS TRILLO, 1999)

### a) Erosão Laminar

Também denominada de erosão em lençol é causada pelo escoamento difuso das águas de chuva, resultando na remoção progressiva e uniforme dos horizontes superficiais do solo e se processa durante as fortes precipitações, quando o solo superficial já está saturado. Esse tipo de erosão se desenvolve quando há poucos obstáculos no caminho das águas, permitindo que a lâmina d'água escoe, sendo um fenômeno muito comum em regiões semi-áridas. Sua observação é difícil, mas pode ser percebida pelo aparecimento de raízes de plantas ou marcas das estruturas (GOMES, 2001).

### b) Erosão Linear

A erosão linear, causada pela concentração das linhas de fluxo de água, provoca sulcos que se aprofundam e formam ravinas.

## ANOTAÇÕES

## ANOTAÇÕES

Estas ravinas, por sua vez, se aprofundadas e associadas a processos erosivos, combinados da ação das águas superficiais e sub-superficiais, alcançando o lençol freático, podem alcançar grandes dimensões dando origens às voçorocas (VIEIRA, 1978).

No estudo da erosão linear (sulcos, ravinas e voçorocas), além do entendimento dos fatores naturais, é fundamental conhecer o comportamento das águas de chuva e do lençol freático. Muitos autores apontam que as condições de ocorrência de fenômenos de ravinamento e voçorocamento, podem estar relacionadas tanto às características hidráulicas dos materiais das zonas de percolação das águas superficiais e subsuperficiais, quanto às características do gradiente hidráulico ou, melhor, do comportamento piezométrico do lençol freático.

### *b.1) Sulcos*

**Sulcos:** em geral, de profundidade e largura inferiores a cinquenta centímetros, sendo que suas bordas possuem pequena ruptura na superfície do terreno (DAEE, 1990).

BIGARELLA & MAZUCHOWSKI (1985), definem que a erosão em sulcos sucede a laminar, podendo igualmente se originar de precipitações muito intensas. FAO (1967) declara que não existe nenhum limite definido, que assinale o final da erosão laminar e o começo da erosão em sulcos. Estes ocorrem mais associados a trilhas de gado e em locais de solos expostos devido à movimentação de terra. A Foto 5.15 apresenta uma área com erosão linear em sulcos.



Foto 5.15: Representação da erosão linear denominada sulcos (Alheiros, 1998)

### *b.2) Ravinas*

Ravina corresponde ao canal de escoamento pluvial concentrado, apresentando feições erosivas com traçado bem definido. Tem profundidade e largura superiores a cinquenta centímetros.

A cada ano o canal erosivo se aprofunda, devido à erosão das enxurradas, podendo atingir alguns metros de profundidade. A passagem da erosão por escoamento concentrado (sulcos) para ravinas, não se caracteriza por nenhum índice simples. Existe uma tendência que se admite uma profundidade mínima para as ravinas

em torno de 30 cm, PONÇANO et al (1987) ou 50 cm , IMERSON & KWAAD, (1980). Segundo OLIVEIRA (1994), nas ravinas devem ser considerados mecanismos de erosões que envolvem movimentos de massa, representados pelos pequenos deslizamentos que provocam o alargamento da feição erosiva e também seu avanço remontante. As ravinas são normalmente de forma alongada, mais comprida que largas e com profundidades variáveis, raramente são ramificadas e não chegam a atingir o nível d'água subterrânea (Foto 5.16).



Foto 5.16: Ravina desencadeada pelo escoamento superficial concentrado

### b.3) Voçorocas

**Voçorocas** consistem no estágio mais avançado da erosão, sendo caracterizadas pelo avanço em profundidade das ravinas até estas atingirem o lençol freático (CUNHA, 1991).

A voçoroca é palco de diversos fenômenos tais como: erosão superficial e interna (*piping*), solapamento, escorregamento e desabamento que se conjugam e conferem a esse tipo de erosão características de rápida evolução e elevado poder destrutivo (SALOMÃO E IWASA, 1995).

A voçoroca forma-se devido à variação da resistência à erosão, que em geral é devido a pequenas mudanças na elevação ou declividade dos terrenos (Foto 5.17). Este tipo de processo atinge grandes dimensões, gerando vários impactos ambientais na sua área de ação e na drenagem de jusante, tornando-se um complicador para o uso do solo nestas áreas.

O potencial erosivo do voçorocamento depende da concentração do fluxo de água e do gradiente hidráulico, promovido pela água subterrânea, com desenvolvimento de fenômeno de *piping*.

O *piping* é um tipo de erosão interna que provoca a remoção de partículas no interior do solo, formando tubos vazios que provocam colapso e escorregamentos laterais do terreno, alargando a voçoroca ou criando novos ramos.

## ANOTAÇÕES



Foto 5.17: Representação de uma voçoroca desencadeada em área urbana (Bauru-SP)

### 5.7.3 Evolução da Erosão Hídrica e Quantificação das Perdas de Solo

A evolução da erosão hídrica depende da erodibilidade e da erosividade. A erodibilidade é um dos principais fatores condicionantes da erosão, estando correlacionada com as propriedades do solo. O fator erodibilidade do solo tem seu valor quantitativo, determinado experimentalmente em parcelas unitárias, sendo expresso como a perda de solo, por unidade de índice de erosão da chuva. A erodibilidade de um solo é diretamente proporcional a ocorrência de erosão do solo, ou seja, quanto maior a erodibilidade, maior será a erosão.

A determinação do potencial erosivo depende também dos parâmetros de erosividade. Deve-se levar em consideração as características das gotas de chuva, que variam no tempo e no espaço, ou seja, a intensidade, duração e frequência da chuva.

O primeiro impacto da chuva no solo é completamente pela ação do escoamento superficial, que é muito mais intenso em áreas sem cobertura vegetal, ou seja, as gotas de chuva rapidamente se juntam, formando filetes de água com força suficiente para arrastar as partículas liberadas.

**Erodibilidade:** é definida como a propriedade do solo que retrata a maior ou menor facilidade com que suas partículas são destacadas e transportadas pela ação de um agente erosivo, é a susceptibilidade do solo à erosão. Depende da litologia e textura do solo, da declividade do terreno e da cobertura vegetal.

**Erosividade da chuva** é a sua capacidade de provocar erosão, a qual depende do total de chuva, da intensidade, do momento e da energia cinética.

A perda de solo por erosão depende de fatores naturais, que podem ser agrupados em três conjuntos:

- Ligados à natureza do solo, envolvendo principalmente as suas características físicas e morfológicas, tais como: Textura, espessura, permeabilidade, etc.;
- Ligadas à morfologia do terreno, envolvendo a conformação da encosta, no que se refere principalmente à declividade, comprimento e forma em planta da encosta;

- Ligados ao clima, envolvendo essencialmente a quantidade de água que atinge a superfície do terreno, causando remoção do solo através de chuvas.

## ANOTAÇÕES

Vários são os modelos para prever a perda dos solos. Os modelos mais antigos são os empíricos, dentre os quais o mais aceito é a Equação Universal de Perda de Solo (USLE – Universal Soil Loss Equation) elaborada por WISCHMEIR & SMITH (1958).

A Equação Universal da Perda de Solos une as variáveis que influenciam a erosão em seis fatores genéricos, que se agrupam da seguinte forma:

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$$

em que:

- A** - Perda de solo média ou erosão específica (t.ha-1.ano-1);
- R** - Fator de erosividade da precipitação ( MJ.mm.ha-1 .h-1.ano-1 ou t.ha-1.ano-1);
- K** - Fator de erodibilidade do solo (t.h.MJ-1. mm-1 ou adimensional);
- LS** - Fator fisiográfico, que resulta da combinação dos fatores de comprimento de encosta (L) e declive (S) (adimensional);
- C** - Fator relativo ao uso e manejo do solo (adimensional);
- P** - Fator de prática agrícola ou de medidas de controle de erosão (adimensional).

A perda de solos obtida pela equação representa o solo movido em um segmento da vertente. Esta é a informação necessária para um plano de conservação do solo. Na maioria dos casos, nem todo sedimento produzido nas vertentes deixa a bacia, uma parte fica depositada em depressões. A equação não calcula esta deposição, e deste modo, não pode ser usada para estimar a carga de sedimentos evacuada por bacias de drenagem. Desde que a equação foi desenvolvida, para estimar a perda anual de solos, ela não pode ser usada para prever a erosão em uma única chuva. A USLE foi desenvolvida para a realidade do meio físico e de cultura dos Estados Unidos da América. Deste modo, deve ser adaptada para ser utilizada em outras regiões. Concluindo, os dados obtidos pela equação devem ser considerados como estimativas e não como valores absolutos.

### 5.7.4 Fatores condicionantes da erosão hídrica

A erosão hídrica depende de alguns fatores condicionantes. Esses fatores condicionantes são divididos em fatores antrópicos e naturais. A seguir você encontra esses fatores.

**a) Fatores antrópicos**

A ação antrópica pode ser danosa à natureza e ao homem. A interferência humana altera o processo natural da erosão, em geral acelerando sua ação e aumentando sua intensidade. Entre as ações causadas pela ação antrópica pode-se destacar: desmatamento, formas de uso e ocupação do solo (agricultura, obras civis, urbanização, etc.), intervenções e soluções inadequadas (aterros com lixo, má compactação, execução deficiente do sistema de drenagem e o traçado inadequado do sistema viário).

**b) Fatores naturais**

*b.1) Chuva*

A chuva provoca erosão no solo pelo impacto das suas gotas sobre a superfície e através da infiltração e do escoamento da água. As águas de infiltração dão lugar a movimentos de remoção de materiais quando a umidade excessiva provoca a perda de coesão do solo. As águas de escoamento ocorrem de forma difusa, laminar ou concentrada. Sua força de arraste e de percolação varia com diferentes fatores físicos (GOMES, 2001). Chuvas concentradas, associadas aos fortes declives, aos espessos mantos de intemperismo e ao desmatamento podem criar áreas potenciais de erosão.

*b.2) Cobertura Vegetal*

A cobertura vegetal é um dos principais fatores de defesa natural do solo contra erosão, pelo aumento da evapotranspiração e da infiltração; e pela redução do escoamento superficial, no qual transportaria consigo os sedimentos.

Ao ocorrer uma precipitação, parte da água da chuva é interceptada pelas folhas da vegetação, outra parte é evaporada diretamente e outra parte escoam pelos ramos e troncos lentamente, infiltrando-se no solo. Mudanças no regime de escoamento superficial e subterrâneo são observados como consequência do desmatamento e da alteração nas formas de uso do solo. A ausência da cobertura vegetal pode também contribuir para o aumento da velocidade de escoamento superficial, fazendo surgir ravinas e voçorocas.

Entre os principais efeitos da cobertura vegetal nos processos erosivos, destacam-se os seguintes (BERTONI E LOMBARDI NETO, 1985):

- Proteção contra o impacto direto das gotas de chuva;
- Dispersão e quebra da energia das águas de escoamento superficial;
- Aumento da infiltração pela produção de poros no solo por ação das raízes;

- Aumento da capacidade de retenção de água pela estruturação do solo por efeito da produção e incorporação de matéria orgânica;

## ANOTAÇÕES

### *b.3) Relevo*

A forma do relevo expressa o estágio de equilíbrio entre os processos naturais exógenos e os tipos de materiais expostos à transformações, sob o controle do clima. Nos climas quentes e úmidos, os relevos maduros (estáveis) mostram formas sinuosas com colinas arredondadas e vales abertos em forma de “U”. Os relevos imaturos (instáveis, ainda em construção), mostram tabuleiros com vales verticalizados em forma de “V” e cabeceiras de drenagem ativa (ALHEIROS et al., 2003).

A influência do relevo na intensidade da erosão é verificada pela declividade e comprimento da rampa da encosta, que interferem diretamente na velocidade do escoamento superficial das águas. Terrenos com maiores declividades e comprimentos de rampa apresentam maiores velocidades de escoamento superficial e, conseqüentemente, maior capacidade erosiva.

### *b.4) Morfologia*

A forma da encosta tem um papel importante na erodibilidade do solo. Segundo GUERRA (1998), encostas de perfis convexos com topo plano, de tal forma que permita o armazenamento de água, ou seja, com curvas de níveis côncavas (Figura 5.17a), podem gerar a formação de ravinas e voçorocas quando a água é liberada (a partir de SANTOS et al., 2001).

Os arranjos dos perfis transversais e longitudinais das encostas definem quatro tipos de vertentes, conforme a Figura 5.17 de MOREIRA & PIRES NETO (1998), que se caracterizam pela atuação de diferentes processos erosivos. Segundo AZAMBUJA et al. (2001), encostas com perfis e curvas de níveis convexas (Figura 5.17-c), o fluxo se dá por canais que se dispersam, onde as equipotenciais se afastam uma das outras na direção da base da encosta, ou seja, o gradiente hidráulico reduz-se em direção à base da encosta. Nas encostas de perfis e curvas de níveis côncavas (Figura 5.17-b), os fluxos são convergentes, aumentando os gradientes hidráulicos na direção dos vértices da encosta, sendo responsável por forças de percolação elevadas que são importantes na deflagração dos movimentos.

## ANOTAÇÕES

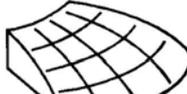
CURVAS DE NÍVEL	PERFIS	
	PERFIL CONVEXO (encostas de rastejamento)	PERFIL CÔNCAVO (encostas de lavagem)
CURVAS DE NÍVEL CÔNCAVA (encostas coletoras de água)	(A) 	(B) 
CURVAS DE NÍVEL CONVEXA (encostas distribuidoras de água)	(C) 	(D) 

Figura 5.17: Classificação Espacial das Encostas Quanto ao Tipo de Perfil e de Processos Superficiais Operantes (A partir de Moreira & Pires Neto, 1998)

### b.5) Propriedades do Solo (Textura, Estrutura e Permeabilidade)

O solo constitui o principal fator natural relacionado à erosão na medida em que influencia e sofre a ação dos processos erosivos, conferindo maior ou menor resistência. Sua influência deve-se às suas propriedades físicas, principalmente textura, estrutura, permeabilidade e densidade.

A textura, ou seja, o tamanho das partículas influi na capacidade de infiltração e absorção da água de chuva, interferindo no potencial de enxurradas, e em relação a maior ou menor coesão entre as partículas. Assim, solos de textura arenosa são normalmente mais porosos, permitindo rápida infiltração das águas de chuva, dificultando o escoamento superficial.

A estrutura, o modo como se arranjam às partículas do solo, influem na capacidade de infiltração, absorção e na capacidade de arraste das partículas do solo.

A permeabilidade determina a maior ou menor capacidade de infiltração das águas de chuva, estando diretamente relacionada à porosidade do solo.

A densidade, relação entre a massa total e volume, é inversamente proporcional à porosidade e a permeabilidade. Por efeito de compactação do solo, observa-se um aumento de densidade, como resultado da diminuição dos macroporos, em função disso, o solo se torna mais erodível.

As propriedades químicas biológicas e mineralógicas do solo influem no estado de agregação entre as partículas, aumentando ou diminuindo a resistência do solo à erosão.

A matéria orgânica incorporada no solo permite maior agregação e coesão entre as partículas, tornando o solo mais estável em presença de água, mais poroso e com maior poder de retenção de água. Estas características, conjuntamente analisadas, determinam sua maior ou menor capacidade de propiciar a erosão laminar, isto é, a sua erodibilidade.

A Tabela 5.5 apresenta a maior e menor suscetibilidade à erosão de acordo com o tipo de solo segundo LLOPPIS TRILHO (1999).

Tabela 5.5: Suscetibilidade à Erosão de Acordo com o Tipo de Solo (Lloppis Trilho, 1999)

SÍMBOLO	DESCRIÇÃO DO SOLO	ERODIBILIDADE
GW	Pedregulho e mistura de pedregulho e areia, bem graduados, com poucos ou sem finos	Menos erodível  Mais erodível
GP	Pedregulhos e mistura de pedregulho e areia, mal graduados, com poucos ou sem finos	
SW	Areias e areias pedregulhosas, bem graduadas, com poucos ou sem finos	
GM	Cascalho siltoso, misturas de cascalho, areia e silte	
CH	Argilas inorgânicas de plasticidade elevada, argilas gordas	
CL	Argilas inorgânicas de plasticidade baixa ou média, argilas pedregulhosas, argilas arenosas, argilas siltosas, argilas magras	
OL	Siltos orgânicos, siltos e argilas orgânicas de plasticidade baixa	
MH	Siltos inorgânicos, solos arenosos finos ou siltosos micáceos e diatomáceos, solos elásticos	
SC	Areias argilosas	
SM	Areias siltosas	
ML	Siltos inorgânicos e areias muito finas, pó-de-pedra, areias finas siltosas ou argilosas, e siltos argilosos pouco plástico.	

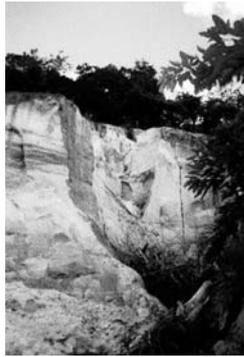
#### b.6) Características Litológicas

As características litológicas, associadas ao intemperismo e ao grau de fraturamento, condicionam a suscetibilidade do material à erosão.

Em áreas de rochas pré-cambrianas, modeladas em relevo de colinas, as voçorocas e ravinas estão geralmente associadas à natureza e constituição dos solos de alteração de rochas xistosas e graníticas que, quando apresentam textura siltosa e micácea, são bastante porosos, permeáveis e friáveis, favorecendo o desenvolvimento de intenso processo erosivo.

## ANOTAÇÕES

5.7.5 Exemplos de áreas com processos erosivos



(a) Detalhe da erosão



(b) Vista geral da encosta

Foto 5.18: Erosão intensa no Horto Dois Irmãos – Recife / PE (Coutinho et al, 1999)



(a) Detalhe da erosão



(b) Vista geral da encosta

Foto 5.19: Erosão intensa no Parque Metropolitano Armando de Holanda Cavalcanti – Cabo de Santo Agostinho (Coutinho et al, 1999)



Foto 5.20: Voçoroca em Araçoiaba-PE (Santana, 2006)



Foto 5.21: Erosão intensa na BR 101 – Norte (PE) (Coutinho et al., 1999)

**BIBLIOGRAFIA**

1. ALHEIROS, M. M.; SOUZA, M. A. A.; BITOUN J., MEDEIROS, S. M. G. M.; AMORIM JÚNIOR, W. A. (2003). *Manual de ocupação dos morros da Região Metropolitana do Recife*. FIDEM (Recife), 384p.
2. AUGUSTO FILHO, O. (1992), Caracterização Geológico-geotécnica voltada à Estabilização de Encostas: Uma proposta Metodológica. In: *Conferência Brasileira Sobre Estabilidade de Encostas*, Rio de Janeiro. ABMS-ABGE-ISSMGE, Vol. 2, pp.721-733.
3. AUGUSTO FILHO, O. (1994) *Cartas de Risco a Escorregamentos: Uma Proposta Metodológica e sua Aplicação no Município de Ilhabela, SP*. São Paulo. (Dissertação de Mestrado) - Escola Politécnica, USP, 167p.

4. AZAMBUJA, E.; ZENI, C. A.; BRESSANI, L. A. e NANNI, A. S. (2001), *Avaliação dos Fluxos de Detritos em Alto Feliz no Rio Grande do Sul*. III COBRAE – Conferência Brasileira Sobre estabilidade de Encostas. Rio de Janeiro.
5. CUNHA, M. A. (1991), *Manual de Ocupação de Encostas*. 1. ed., publicação IPT, em 1831, São Paulo, SP, Brasil.
6. FAO (1967). *La erosion del suelo el água. Algunas medidas para combatir en las tierras de cultivo*. Roma - organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. 27p. (Cadernos de fomento agropecuário, n.81).
7. FIDEM (2008), *Guia para o Curso de Capacitação em Mapeamento e Gestão de Risco em Assentamentos Precários*.
8. GUERRA, A. J. T. (1998), *Processos Erosivos nas Encostas*. Geomorfologia. Uma Atualização de Bases e Conceitos. 3a. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
9. IMERSSON, A.C.; KWAAD, F.J.P.M. (1980). *Gully types and Gully prediction*. K.N.<sup>o</sup>G. Geografisc Tijdschrift , v. 14, n. 5, p. 433-441.
10. IPT (2004). *Material de Treinamento de Técnicos Municipais para o Mapeamento e Gerenciamento de Áreas Urbanas com Risco de Escorregamentos, Enchentes e Inundações*.
11. LAFAYETE, K. P. V. (2006) *Estudo geológico – geotécnico do processo erosivo em encostas no parque metropolitano Armando de Holanda Cavalcanti - Cabo de Santo Agostinho/PE*. (Tese de Doutorado) Departamento de Engenharia Civil- UFPE, 358p
12. OLIVEIRA, A. M. DOS S. (1994). *Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios*. São Paulo, 211p. (Tese de Doutorado) Departamento de Geografia – USP.
13. SALOMÃO, F. X. T. e IWASA, O. Y. (1995) *Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente*. São Paulo, ABGE/IPT Cap.3, pp.31-57.
14. SALOMÃO, F. X. T. e IWASA, O. Y. (1995) - *Erosão e a ocupação rural e urbana. Curso de geologia de engenharia aplicado ao meio ambiente*. SP: ABGE/ IPT.Cap. 3, p. 31-57.
15. SANTOS, L.M. (2001). *Caracterização Geotécnica de um solo não saturado sob processo erosivo*. (Dissertação de Mestrado) UFPE, Recife-PE, 114p.

ANOTAÇÕES

16. SILVA, M. J. D. & GIACHETI, H. L. (2001) *Diagnóstico de Processos Erosivos no Município de Bauru/SP: O Caso da Vila Jusara*. III Conferência Brasileira Sobre Estabilidade de Encostas (III COBRAE), Rio de Janeiro.

17. VARNES, D. J. (1978). Slope movement types and processes. In: *Special Report 176: Landslides: Analysis and Control*, TRB, National Research Council, Washington, D. C., pp. 11-33.

18. VIEIRA, N. M (1978), *Estudo Geomorfológico das Boçorocas de Franca*. (Tese de Doutorado) Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Franca.

19. WISCHMEIER, W. H. & SMITH, D. D. (1958). *Rainfall energy and its relationship to soil loss*. Trans. Am. Geophys. Um., 39:258-291.

## Módulo 6

# MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO EM ENCOSTA

Ana Patrícia Nunes Bandeira

### ANOTAÇÕES

Neste módulo você aprenderá a mapear as áreas de risco de escorregamentos de encostas.

Há métodos e técnicas diferentes de mapeamento, portanto, é necessário conhecer as informações disponíveis para utilizar a metodologia adequada. Este módulo apresentará as metodologias utilizadas no Brasil para mapeamento de áreas de risco de escorregamento de encostas, assim como apresentará exemplos de mapeamentos realizados nos municípios brasileiros.

Você também encontrará neste módulo a apresentação de um roteiro para avaliação de estabilidade de rochas e maciços rochosos.

### 6.1 ASPECTOS GERAIS

O mapa de risco é um importante instrumento de política pública de gerenciamento para as três esferas de governo, estadual e federal, na medida em que permite hierarquizar os problemas, avaliar os custos de investimentos, e dar suporte técnico às negociações com a comunidade.

O Plano Diretor e a Lei de Uso e Ocupação do Solo podem definir o destino das áreas de risco através da introdução de diretrizes para uma urbanização controlada, que garanta a segurança, o bem estar social e impeça o aumento da vulnerabilidade da área.

O mapa de risco tem valiosa utilização técnica, social e política, podendo ser utilizado com os seguintes propósitos:

- Instrumento de planejamento urbano;
- Definição de áreas prioritárias para intervenções em base técnica, e não política;
- Definição do sistema de controle nos pontos críticos;
- Definição do tipo de tratamento da área em função do processo atuante;
- Instrumento de negociação com as comunidades e órgãos de financiamento;
- Orçamento de intervenções estruturais (obras de engenharia).

## 6.2 MÉTODOS E TÉCNICAS DE MAPEAMENTO

Os mapeamentos de risco podem ser realizados de duas formas:

- Zoneamento de risco;
- Cadastramento de risco.

No zoneamento de risco são delimitados setores nos quais, em geral, encontram-se instaladas várias moradias (Figura 6.1).

Nos setores são identificados os processos destrutivos atuantes, as características da área como um todo, e o grau de risco do setor. No mapa de risco tem-se um sombreamento do setor de risco com sua legenda de grau. Um setor de risco alto pode apresentar moradias (situações pontuais) que não apresentam situação de risco com este grau. Assim, pode-se considerar que, no zoneamento de risco, há uma generalização.

No cadastramento (Figura 6.2) o risco é avaliado de forma pontual, moradia por moradia. São fornecidas informações específicas de cada moradia. No mapa de risco, os pontos são plotados, tendo informações sobre a moradia (números de moradores, tipologia da construção, grau de risco da moradia, etc).

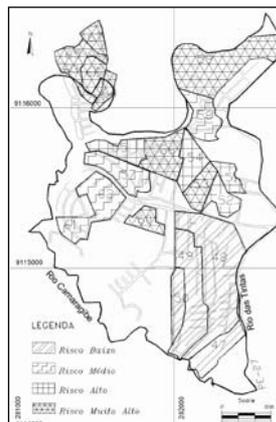


Figura 6.1: Exemplo de zoneamento de risco (Bandeira, 2003).

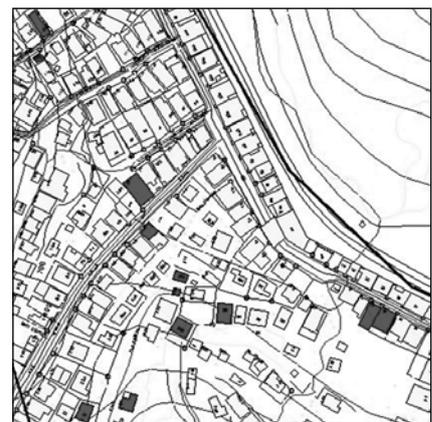


Figura 6.2: Exemplo de cadastramento de risco (Fidem, 2008)

## 6.3 CRITÉRIOS DE ANÁLISE E MAPEAMENTO DE RISCO

A análise do grau de risco de uma determinada área pode ser realizada através de dois tipos:

- Análise probabilística (quantitativa)
- Análise relativa (qualitativa)

Na análise probabilística, o risco é determinado através da apresentação da probabilidade de ocorrência do acidente, em determinado intervalo de tempo - risco probabilístico. A probabilidade de ocorrência do processo e a distribuição probabilística das conseqüências são incorporadas ao cálculo.

Este tipo de análise é essencial para o estabelecimento de programas racionais de gerenciamento de risco que considerem custo e benefícios resultantes de intervenções de segurança.

Os mapeamentos de risco quantitativos ainda são pouco testados em nosso país, pois necessitam de um banco de dados consistente sobre os deslizamentos ocorridos ao longo do tempo. Nestes casos, estando disponíveis: dados sobre intensidade das chuvas, causas do acidente, volumes deslizados, recorrência dos processos, entre outras informações, é possível adotar modelos de mapeamento quantitativo, definindo a probabilidade de ocorrência dos processos destrutivos.

Apesar de a análise quantitativa ser pouca utilizada no país, alguns municípios adotaram esta metodologia para a realização dos seus Planos Municipais de Redução de Riscos - PMRR, como exemplo o município do Rio de Janeiro. O Município de Petrópolis também utilizou análise quantitativa com a metodologia da Teoria Bayesiana.

Um das principais vantagens da obtenção de um Índice Quantitativo de Risco é o estabelecimento de um parâmetro para a alocação de investimentos em obras de estabilização a partir de critérios bem definidos que permitem a comparação entre situações distintas. Quanto mais rico e preciso for o banco de dados de um determinado local, mais representativos serão os resultados da quantificação.

Para o cálculo do Índice Quantitativo de Risco (IQR) o município do Rio de Janeiro adotou o conceito proposto por Cerri (1993), onde o Risco corresponde ao produto entre a probabilidade de ocorrência de um escorregamento e as conseqüências desse evento. Entretanto, as condições particulares da cidade do Rio de Janeiro, com 40 anos de intervenções para estabilização de encostas, forçaram a uma adaptação desse cálculo, para a expressão **IQR = PxCxFi**, onde:

**IQR** – índice quantitativo de risco;

**P** – probabilidade de ocorrência de um escorregamento com vítimas;

**C** – conseqüência, referente às perdas causadas pelo escorregamento;

**Fi** – Fator de correção para intervenções realizadas.

O Índice Quantitativo de Risco (IQR) resulta num número que procura exprimir a possibilidade de ocorrência de um acidente no período de 01 ano, com perda de vidas. Essa possibilidade será maior, quanto mais próximo estiver o IQR de uma unidade.

## ANOTAÇÕES

Para o entendimento e a interpretação dos resultados algumas considerações devem ser feitas, uma vez que como colocado acima, o tipo de movimento de massa, o número e a vulnerabilidade dos elementos em risco, bem como a frequência de acidentes para o mesmo intervalo de tempo se refletirão nos resultados. Assim, por exemplo, um acidente como uma corrida de detritos, cujo poder de destruição é muito grande, podendo atingir e destruir várias casas com perda de vidas terá um peso alto no valor final. O valor nulo indica a ausência do risco, representando a remoção total dos elementos em risco.

Na análise relativa (qualitativa), o risco é determinado através da simples comparação entre as situações de riscos identificadas, sem cálculos probabilísticos quanto à ocorrência - risco relativo. O grau de risco é estabelecido por níveis literais, ou seja, por termos lingüísticos (baixo, médio, alto e muito alto). As consequências podem ser definidas de forma similar, englobando intervalos de valores relacionados ao número de moradias expostas ao risco. Estas análises são adequadas para o levantamento preliminar do quadro de risco de uma região, onde o importante é estabelecer uma hierarquia de setores que sirva de base para implantação de ações não-estruturais como os planejamentos urbanos.

A análise qualitativa é recomendada pelo Ministério das Cidades para avaliação de riscos nos municípios. A metodologia sugerida é detalhada no item 6.5.

### 6.4 LEGENDAS E ESCALAS DE APRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA

Na legenda dos graus de risco podemos utilizar:

- Números (1,2,3, etc.);
- Termos lingüísticos (baixo, médio, alto e muito alto);
- Cores;
- Hachuras.

O uso de cores semaforicas (verde, amarelo, vermelho) vem sendo recomendado, tendo em vista sua relação imediata com a noção implícita de referencial de perigo.

A escala de apresentação da cartografia depende do objetivo do produto. Nos projetos de estabilização de encostas, a escala de apresentação é de 1:5.000 ou maiores. Para a gestão de problemas causados pela ocupação dos morros urbanos, onde deve ser conhecida os aspectos do ambiente (físico-biótico-antrópico), as escalas de trabalho mais adotadas ficam entre 1:10.000 e 1:25.000.

O relatório da ONU sugere as seguintes escalas apresentação, de acordo com o trabalho a ser desenvolvido:

- Escala nacional (1:250.000 a 1:1.000.000): macrozoneamento de riscos, visando o planejamento do uso do solo a longo prazo;
- Escala regional (1:250.000 a 1:62.500) - macrozoneamento visando o planejamento regional;
- Escala de detalhe (1:24.000 a 1:12.000) - microzoneamento voltado para o planejamento urbano e análise de vulnerabilidade;
- Escala de projeto (1:12.000 a 1:2.000) - microzoneamento para a regulamentação de construções e planejamento detalhado de uma área.

### 6.5 ROTEIRO METODOLÓGICO PARA ANÁLISE E MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO EM ENCOSTAS

Para a realização de um mapeamento de risco é necessário reunir os seguintes materiais necessários:

- cópias (ampliadas ou não) de fotos aéreas verticais, em escalas próximas a 1:5.000 ou produção de fotos oblíquas, em geral obtidas por meio de sobrevôos com helicóptero;
- cópias de bases cartográficas, com representação da topografia (folhas topográficas) e da ocupação existente, sempre que possível atualizada e em escala maior que 1:5.000;
- informações sobre as áreas de risco, tais como histórico de acidentes, registros do desenvolvimento de processos de instabilização (deslizamentos, solapamentos, erosão, enchentes e inundações etc.), cópias de relatórios técnicos anteriormente elaborados, eventuais diretrizes de intervenção propostas (implantadas ou não), etc;
- publicações técnicas, como mapas geológicos e geomorfológicos, mapas e relatórios geotécnicos, cartas de declividade e demais documentos contendo informações sobre as áreas selecionadas para o mapeamento de risco.

A reunião desses materiais visa aperfeiçoar as atividades de campo, bem como possibilitar a realização de uma análise preliminar das áreas a serem mapeadas. Desse modo, as equipes responsáveis pelos trabalhos de campo já se dirigem às áreas indicadas para mapeamento com uma série de informações técnicas que devem permitir realizar o mapeamento de forma eficaz e mais ágil.

Quando o município contar com bases cartográficas georeferenciadas mais precisas e detalhadas (1:2.000 a 1:5.000), os setores de risco devem ser lançados no campo sobre essas bases, identificando-se as moradias ameaçadas que serão informadas aos órgãos responsáveis para levantamento de informações complementares e posterior monitoramento ou remoção.

**6.5.1 Procedimentos gerais para o trabalho de campo**

Nos trabalhos de campo são adotados os seguintes procedimentos:

1. Definição de quais processos destrutivos (processos perigosos) são objetos do mapeamento de risco e elaborar para cada processo, um modelo de ocorrência;
2. Realização de trabalhos de campo, por meio de investigações geológico-geotécnicas de superfície, visando identificar condicionantes dos processos de instabilização, evidências (feições) de instabilidade e indícios (sinais) do desenvolvimento de processos destrutivos. Em seguida, relacionar os aspectos que devem ser observados durante a realização das investigações de campo, de modo a não deixar de verificar todos os aspectos importantes para a definição do grau de probabilidade de ocorrência do processo destrutivo;
3. Registro dos resultados das investigações geológico-geotécnicas e das interpretações em fichas de campo específicas;
4. Delimitação dos setores de risco e, com base no julgamento dos profissionais encarregados do mapeamento de risco, atribuir, para cada setor, um grau de probabilidade de ocorrência do processo destrutivo em questão, considerando o período de 1 ano, com base nos critérios descritos mais adiante (escala de critérios nacionalmente adotada, para fins de uniformização de dados).
5. Localização precisa das áreas de risco (caso isto não tenha sido realizado anteriormente), por meio da utilização de GPS (Global Positioning System), com no mínimo 01 (um) ponto de leitura por setor de risco delimitado. Representação dos setores de risco identificados em mapas georeferenciados, cópias de fotografias aéreas ou fotografias oblíquas de baixa altitude, numerando ou codificando cada setor.
6. Estimativa das conseqüências potenciais do processo destrutivo por meio da avaliação das possíveis formas de seu desenvolvimento (por ex: volumes mobilizados, trajetórias dos detritos, áreas de alcance, etc.); definição e registro do número de moradias ameaçadas (total ou parcialmente) e para remoção, em cada setor de risco; e indicação da(s) alternativa(s) de intervenção adequada(s) para cada setor de risco; nos casos em que é possível a adoção de mais de uma alternativa de intervenção, todas as alternativas devem ser registradas nas fichas de campo.

## 6.5.2 Metodologia de mapeamento de risco de deslizamento de encostas utilizada na região sudeste

### ANOTAÇÕES

Esta metodologia utilizada no sudeste está descrita no livro Mapeamento de Riscos em Encostas e Margens de Rios, BRASIL (2007) e foi reproduzida integralmente neste item.

O Quadro 6.1 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.

#### ROTEIRO DE CADASTRO EMERGENCIAL DE RISCO DE DESLIZAMENTOS

Município N° do cadastro

Bairro 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.

### 1º Passo – Dados gerais sobre a moradia

O Quadro 6.2 apresenta o 1º Passo do roteiro de cadastro, onde são levantados os dados gerais sobre a moradia ou grupo de moradias.

Quadro 6.2 - 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 6.3:

- Tipo de talude - natural ou corte;
- Tipo de material - solo, aterro, rocha;
- Presença de materiais - blocos de rocha e matacões, bananeiras, lixo e entulho;

## ANOTAÇÕES

- 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 6.3 - Roteiro de cadastro (2º Passo)

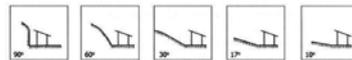
### 2º Passo – Caracterização do local

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

#### ( ) Encosta Natural

altura \_\_\_\_\_ m

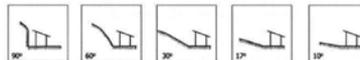
Inclinação (marque com "x" o desenho que apresenta a condição mais parecida com a situação)



#### ( ) Talude de corte

altura \_\_\_\_\_ m

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



Distância da moradia: \_\_\_\_\_ m da base da encosta/talude



Distância da moradia: 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)



( ) Distância 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 Caraguatuba (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.

### 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 6.4 mostra os itens referentes ao papel da água.

Quadro 6.4 - 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.

<input type="checkbox"/> <b>Concentração</b> de água de chuva em superfície (enxurrada)		<input type="checkbox"/> <b>Lançamento</b> de água servida em superfície (a céu aberto ou no quintal).	
<b>Sistema de drenagem superficial</b>			
<input type="checkbox"/> inexistente	<input type="checkbox"/> precário	<input type="checkbox"/> satisfatório	
<b>Para onde vai o esgoto?</b> <input type="checkbox"/> fossa <input type="checkbox"/> canalizado <input type="checkbox"/> lançamento em superfície (céu aberto)			
<b>De onde vem a água para uso na moradia?</b> <input type="checkbox"/> Prefeitura		<input type="checkbox"/> mangueira	
<b>Existe vazamento na tubulação?</b> <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> esgoto <input type="checkbox"/> água <input type="checkbox"/> NÃO			
<b>Minas d'água no barranco (talude)</b> <input type="checkbox"/> no pé <input type="checkbox"/> no meio <input type="checkbox"/> 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,

## ANOTAÇÕES

## ANOTAÇÕES

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 6.5 mostra as informações que devem ser coletadas durante o cadastro.

Quadro 6.5 - 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.

<input type="checkbox"/> Presença de árvores	<input type="checkbox"/> Vegetação rasteira (arbustos, capim, etc.)
<input type="checkbox"/> Área desmatada	<input type="checkbox"/> 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 6.6 ilustra o 5º Passo do roteiro.

## ANOTAÇÕES

Quadro 6.6 - 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 <input type="checkbox"/> no terreno <input type="checkbox"/> na moradia	<input type="checkbox"/> Degraus de abatimento
Inclinação <input type="checkbox"/> árvores <input type="checkbox"/> postes <input type="checkbox"/> muros	<input type="checkbox"/> Muros/paredes "embarrigados"
<input type="checkbox"/> Cicatriz de deslizamento próxima à moradia	

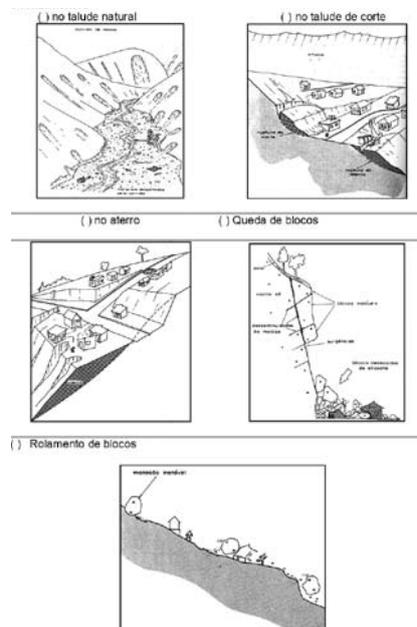
### 6º Passo – Tipos de processos de instabilização esperados ou ocorridos

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.

No roteiro são indicados os deslizamentos em taludes naturais, de corte e aterro; queda e rolamento de blocos. O Quadro 6.7 traz o 6º Passo do roteiro.

Quadro 6.7 - 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.



**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 6.8 explicita os critérios para a determinação dos graus de risco.



O Quadro 6.9 traz o 7º Passo do roteiro.

Quadro 6.9 - 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 escorregamentos 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 6.10).

Quadro 6.10 - 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 6.11 mostra o espaço para desenhos no roteiro.



## ANOTAÇÕES

A FICHA 2 compreende o Assentamento como um todo e resume as fichas dos Setores. Contém três campos principais:

- a) Identificação do assentamento;
- b) Caracterização geral:
  - Características da ocupação;
  - Características geológico-geotécnicas
  - Características do relevo; hidrografia e vegetação;
- c) Quadro com a síntese dos setores de risco:
  - Número de edificações do setor;
  - Número de edificações ameaçadas;
  - Número remoções necessárias (moradias marcadas com a letra R).

As remoções das moradias devem ser evitadas ao máximo, devido aos problemas de relocação. Poderão ser definitivas (para implantação de uma obra, por exemplo) ou temporárias (para reconstrução no local). No caso de não haver alternativa, devem-se priorizar eventuais relocações dentro da própria área ocupada, em local seguro.

A FICHA 3 é usada para a indicação das intervenções de engenharia sugeridas para a redução de risco de cada setor. Contém:

- a) Identificação do Assentamento e do Setor de Risco;
- b) Quadro com as Propostas das Intervenções Sugeridas;
- c) Quadro com as Intervenções e respectivos Códigos;

FICHA 1 – SETOR DE RISCO (avaliação de risco)

### FICHA 1 – SETOR DE RISCO (avaliação de risco)

Localidade:		SETOR:	
Município:	Bairro:	MicroRegião:	RISCO:
Técnico responsável:		Data: / /	

#### FATORES DE SUSCETIBILIDADE

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

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

#### FATORES DE VULNERABILIDADE

<input type="checkbox"/> – Número de edificações no setor .....	<input type="checkbox"/> – Infraestrutura / Equip. públicos ameaçados
<input type="checkbox"/> – No de edificações ameaçadas (monitoramento).....	<input type="checkbox"/> – No de edificações removidas .....
<input type="checkbox"/> – No de edificações p/ remoção .....	<input type="checkbox"/> – No de edificações destruídas em acidente .....

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

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

endereço (rua, nº)	coordenadas UTM (GPS) *	fotos	M	R

\* - para as moradias que não constam da UNIBASE  
FOTOS DO SETOR

FICHA 2 – SÍNTESE DA LOCALIDADE

IDENTIFICAÇÃO DA LOCALIDADE

Localidade/código:	Bairro:
Município:	MicroRegião:
Técnico responsável:	Líder comunitário/ OP:

CARACTERIZAÇÃO GERAL DA LOCALIDADE

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

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

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS

<b>Tipo de Solo (Litologia)</b>	<b>Texturas e Estruturas dos Solos</b>	<b>Estabilidade dos Maciços</b>
( ) - 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/xistosidade	( ) - evidências de solapamento
( ) - Solo orgânico (mangues)	( ) - crosta / blocos lateríticos	( ) - sem evidências de processos
( ) - Solo arenoso (aluvião)	( ) - matacões de rocha	( ) -

SÍNTESE DOS SETORES DE RISCO

Sector:	Grau de Risco:	Nº de casas do Sector	Nº de casas Ameaçadas*	Nº de casas p/ Remoção*	Nº de casas Destruídas	Nº de casas Removidas

\* - indicadas para cadastral e monitoramento

OBSERVAÇÕES

--

FICHA 3 – INTERVENÇÃO

IDENTIFICAÇÃO DA LOCALIDADE

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

PROPOSTAS DE INTERVENÇÕES

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

INTERVENÇÕES E CÓDIGOS

<b>Instalação da Obra - IT</b> <b>Serviços Preliminares:</b> SP 01 - Limpeza do terreno e Remoção de entulhos; SP 02 - Demolição e remoção de material demolido; <b>Podas e Corte de Árvores:</b> PC 01 - Corte de árvores de grande porte; PC 02 - Corte de árvore de pequeno porte ou poda; <b>Micro-drenagem:</b> 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"); <b>Macro-drenagem</b> (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; <b>Contenção de encosta:</b> 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;	<b>Revestimento de taludes:</b> Retaludamentos RE 01 - Retaludamento de encosta (corte ou aterro) com plantação de graminea até 25,0m de altura; RE 02 - Retaludamento de encosta em bermas a cada 5,0m de altura (corte ou aterro) e/ plantação de graminea até 50,0m de altura; RE 03 - Retaludamento de encosta (corte ou aterro) com plantação de graminea sintética / geotextil até 50,0m de altura; 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; <b>Sistema viário:</b> Escadarias: AE 01 - Escadaria e/ uma canaleta e corrimão; AE 02 - Escadaria e/ duas canaletas e corrimão; Pavimentação AP 01 - Pavimentação em paralelo e/ drenagem- Tubo Ø 0,60m AP 02 - Pavimentação em paralelo e/ canaleta aberta - Ø 0,80m AP 03 - Pavimentação em paralelo e/ canaleta aberta - Ø 1,00m AP 04 - Revestimento asfáltico lançado diretamente no solo - CBUQ Melhoria 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
--	---

### 6.5.4 Roteiro para avaliação de estabilidade de rochas e maciços rochosos

Este roteiro está descrita no livro Mapeamento de Riscos em Encostas e MARGENS DE RIOS (BRASIL, 2007) e foi reproduzido neste item. Para maiores detalhes consultar o livro na biblioteca do curso.

Todos os conceitos associados à 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 sub-grupos, 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. O Quadro 6.13 apresenta a ficha de campo.

Quadro 6.13:  
Ficha de preenchimento de campo

CADASTRO E AVALIAÇÃO DE RISCO DE ROCHAS		1/2
VISTORIA TÉCNICA PARA BLOCOS ROCHOSOS EM ENCOSTAS		Cadastro _____ Número _____
LOCALIZAÇÃO:		DATA: ___/___/___
<b>1. Tipologia</b>		
TALUDE ROCHOSO		TALUDE EM SOLO
A) VERTICAL <input type="checkbox"/> (80° A 90°)	B) INCLINADO <input type="checkbox"/>	A) VERTICAL <input type="checkbox"/> (80° A 90°)
B) INCLINADO <input type="checkbox"/>		B) INCLINADO <input type="checkbox"/>
<b>2. Localização dos blocos rochosos</b>		
A) IMERSO NO SOLO <input type="checkbox"/>		B) DEPOSITADO NO TOPO/FACE DO TALUDE DE SOLO <input type="checkbox"/>
A) FAZ PARTE DO TALUDE EM ROCHA <input type="checkbox"/>		B) DEPOSITADO NO TOPO/FACE DO TALUDE EM ROCHA <input type="checkbox"/>
<b>3. Condições de contato do(s) bloco(s) rochoso(s)</b>		
<b>1. Rocha/Rocha</b>		<b>2. Rocha/Solo</b>
A) INCLINADO <input type="checkbox"/>	B) CONTATO LISO <input type="checkbox"/>	A) SOLO SECO <input type="checkbox"/>
		B) SOLO SATURADO <input type="checkbox"/>
		C) EROÇÃO NO CONTATO <input type="checkbox"/>
<b>4. Ângulo do Plano basal (GRAUS)</b>		
A) 0 – 15 <input type="checkbox"/>	B) 15 - 35 <input type="checkbox"/>	C) MAIOR QUE 35 graus <input type="checkbox"/>
<b>5. Condições de equilíbrio estático</b>		
A) 70% EM CONTATO <input type="checkbox"/>		
B) > 70% EM CONTATO <input type="checkbox"/>		
<b>6. Condições de alteração do material</b>		
A) NÃO <input type="checkbox"/>	A) MÉDIO A POUCO ALTERADO <input type="checkbox"/>	
B) MUITO ALTERADO <input type="checkbox"/>	B) DESAGREGA MANUAL <input type="checkbox"/>	
		
		
<p>Bloco depositado no topo</p> <p>Bloco imerso no solo</p> <p>aterro</p> <p>Talude em solo (talude inclinado)</p>		<p>bloco depositado no topo</p> <p>bloco faz parte do talude</p> <p>família de fraturas</p> <p>Talude e rocha</p> <p>vertical ou subvertical</p>



## 6.6 EXEMPLOS DE RESULTADOS DE MAPEAMENTOS REALIZADOS NO BRASIL

No sítio do Ministério das Cidades (<http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/programas-urbanos/biblioteca/prevencao-de-riscos>) podem ser encontrados, para *download*, os PMRR – Planos Municipais de Redução de Risco, de vários municípios brasileiros. A seguir você encontrará uma síntese dos resultados dos PMRRs de alguns municípios do Brasil.

### 6.6.1 Exemplos do Sudeste

#### A) Belo Horizonte - MG

Do PMRR de Belo Horizonte pode-se concluir que, nas vilas, favelas e conjuntos habitacionais populares de Belo Horizonte, existe atualmente 5.379 edificações, ocupando 546 setores de risco alto e muito alto associado a escorregamentos, erosão hídrica do solo e solapamento de margens de córregos.

Para a erradicação dos riscos geológico-geotécnicos nos setores de risco alto e muito alto nas vilas, favelas e conjuntos habitacionais populares de Belo Horizonte, estima-se que seja necessária a aplicação de recursos da ordem de R\$ 70 milhões apenas em intervenções geotécnicas.

Estima-se, também, que seja necessário, para implantação das intervenções estruturais propostas para redução de riscos por este PMRR, a remoção de cerca de 1.300 edificações. Para tal fim, devem ser acrescentados R\$18 milhões aos valores estimados acima, resultando num total de cerca de R\$ 88 milhões.

#### B) Contagem - MG

O Diagnóstico de Risco Geológico do Município de Contagem foi realizado em 124 áreas, identificadas na etapa de levantamento de dados, correspondentes a assentamentos precários (vilas), loteamentos e até mesmo bairros onde se julgou haver situações de risco geológico. Foram mapeados 211 setores de risco, abrangendo 1.256 moradias entre os quatro níveis de risco geológico apontados no diagnóstico, quais sejam, muito alto, alto, médio e baixo. Entretanto, em situação de risco muito alto e alto, existem 447 moradias, o que corresponde às situações prioritárias para intervenção.

No total, indicou-se 86 remoções de moradias necessárias tanto em função do risco geológico elevado quanto para a realização de obras de eliminação de risco. Essas remoções são indicadas em caráter definitivo devido à alta probabilidade de ocorrência de acidentes ou à inviabilidade técnico-financeira de execução de obra de eliminação de risco.

Foram propostas intervenções em 123 setores de risco. As intervenções indicadas vão desde simples limpeza de encostas/cursos d'água ou remoção de bananeiras até obras de canalização aberta de córregos visando proteção das margens.

O montante de recursos necessário para execução das intervenções previstas no PMRR de Contagem ultrapassa os R\$9.000.000,00. Entretanto, considerando que a cidade conta com 946 moradias em situação de risco muito alto, alto e médio, e se considerarmos que estas intervenções beneficiarão apenas estas moradias em situação mais grave de risco temos um custo por moradia para eliminação de risco da ordem de R\$9.500,00.

**C) São Paulo - SP**

Em 2002 e 2003, foram identificados 522 setores de risco localizados em 192 ocupações precárias do Município. Deste total, 237 apresentaram risco baixo ou médio; 158 setores apresentaram risco alto e 127 setores apresentaram risco muito alto.

Nos 522 setores estão assentadas cerca de 27.500 moradias, sendo que cerca de 11.500 moradias estão em setores de risco alto e muito alto.

Com relação as intervenções, para 64,5% dos setores foram sugeridos serviços de limpeza de entulho, lixo, etc. e de recuperação e/ou limpeza de sistemas de drenagem, esgotos e acessos.

Para 83,5% dos setores, foram indicadas obras de drenagem superficial e proteção vegetal dos taludes. Para 41% dos setores foi sugerida a execução de estruturas de contenção localizadas ou lineares. Cerca de 16% dos setores requereram obras de drenagem de subsuperfície. Somente para menos de 10% dos setores foram necessárias intervenções mais complexas, como obras de terraplenagem ou de contenção de médio a grande portes.

Durante o mapeamento avaliou-se a necessidade de remoção de cerca de 2.065 moradias, metade delas por se encontrarem em beiras de córregos sujeitas a solapamento, onde não é recomendada a consolidação da ocupação.

Em 2004 foram mapeadas outras 19 áreas distribuídas nas Subprefeituras. Em uma das 19 áreas, localizada na região da Subprefeitura de Pirituba-Jaraguá, o mapeamento não indicou situações de risco. Nas demais áreas, foram identificados 40 setores de risco, dos quais 37 estão localizados em áreas de encostas.

## ANOTAÇÕES

Quanto ao grau de risco, os resultados obtidos indicaram que, dos 40 setores, 08 apresentaram grau de risco muito alto, 21 setores de risco alto e 11 setores de risco médio.

Nestes setores de risco foi identificada a possibilidade de ocorrência dos seguintes processos adversos: escorregamentos (67% do total), tombamento (1 único caso), rolamento e queda de blocos (11%), solapamento (9%).

O total de moradias ameaçadas nos setores de risco mapeados atinge 2061 edificações, não havendo caso de indicação de remoção. Desse total, 1.813 moradias encontram-se em setores de risco alto e muito alto.

Em termos das alternativas de intervenção, há uma predominância de estrutura de contenção de médio a grande porte (19%), obras de drenagem superficial (18%) e proteção vegetal (17%). Tendo em vista as características das áreas mapeadas, em vários casos foi sugerida a implantação de sistema de esgoto. Sistemas de drenagem de subsuperfície foram indicados para 11% dos setores de risco.

### 6.6.2 Região Metropolitana do Recife

#### A) Camaragibe

No município de Camaragibe-PE foram identificados 164 Setores de Risco em 28 Localidades. Desses Setores, 38 são de Risco Muito Alto, 52 são de Risco Alto, 22 são de Risco Médio e 52 são de Risco Baixo.

Foram propostas ações estruturais em 90 setores que apresentaram risco alto e muito alto (R3 e R4). Também foram considerados mais 9 setores de risco médio e baixo (R2 e R1), por estarem relacionados aos limites de outros de maior risco, totalizando 99 setores. O custo previsto para realização destas intervenções chega a um valor total estimado de R\$ 13.179.718,80 (treze milhões, cento e setenta e nove mil, setecentos e dezoito reais e oitenta centavos). Nesse valor não foram incluídos os custos com remoção de moradias.

O Quadro 6.15 apresenta dados do mapeamento de risco de deslizamento de encostas e a Figura 6.3 apresenta a espacialização dos setores de risco.

Quadro 6.15 – Distribuição do grau de risco por setor

Setores de Risco	Risco Muito Alto (R4)	Risco Alto (R3)	Risco Médio (R2)	Risco Baixo (R1)	TOTAL
Número de setores de risco	38	52	22	52	<b>164</b>
área dos setores (ha)	21,19 ha	37,97 ha	17,97 ha	209,97 ha	<b>287,10 ha</b>
% em relação ao município (5.180 ha)	0,41%	0,73%	0,35%	4,05%	<b>5,54%</b>
número de moradias nos setores	912	1.281	704	5.851	<b>8.748</b>
número de moradias ameaçadas	399	349	151	307	<b>1.206</b>
número de moradias para remoção	83	34	2	1	<b>120</b>

ANOTAÇÕES

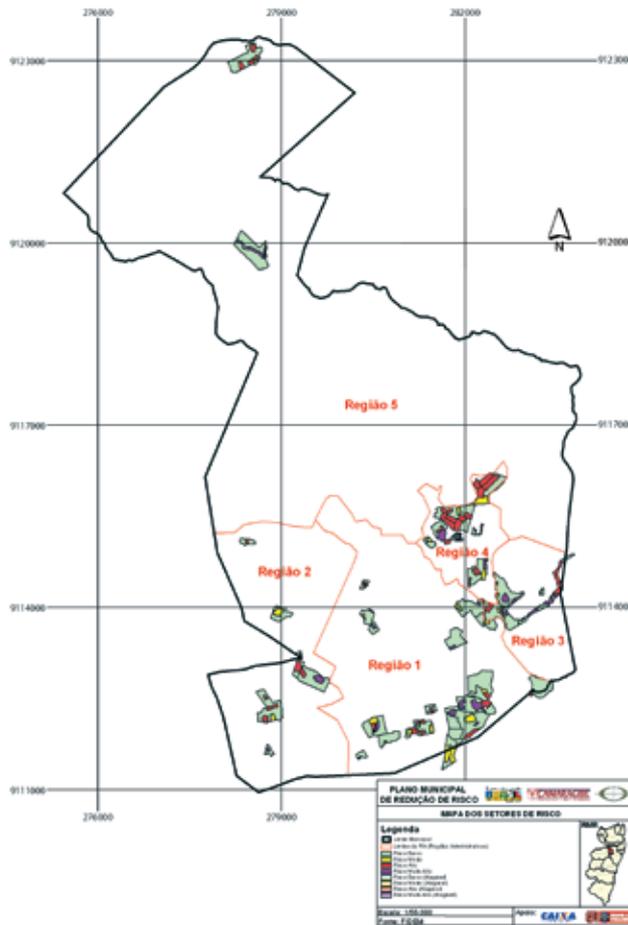


Figura 6.3: Mapa de Risco de Erosão/Escurregamento do Município de Camaragibe-PE (Fonte: Prefeitura de Camaragibe, 2005)

**B) Jaboatão dos Guararapes-PE**

Em Jaboatão dos Guararapes-PE os assentamentos precários comportam cerca de 120.000 pessoas, das quais 14.800 pessoas encontram-se em áreas de risco; 8.340 pessoas encontram-se

## ANOTAÇÕES

atualmente ameaçadas por acidentes, sendo que 540 delas deverão deixar suas casas, indicadas para remoção e as demais deverão ficar sob monitoramento permanente (com possíveis saídas temporárias durante as chuvas), até que as intervenções para redução de risco sejam executadas (ALHEIROS, 2006).

No total foram mapeados 296 setores de risco, sendo 139 setores apresentaram risco alto e muito alto (R3 e R4) e 157 setores apresentaram risco médio e baixo (R2 e R1). O custo previsto para a realização das intervenções nos setores de risco alto e muito alto chega a um valor total estimado de R\$ 45 milhões. A Figura 6.4 apresenta a espacialização dos setores de risco no município.

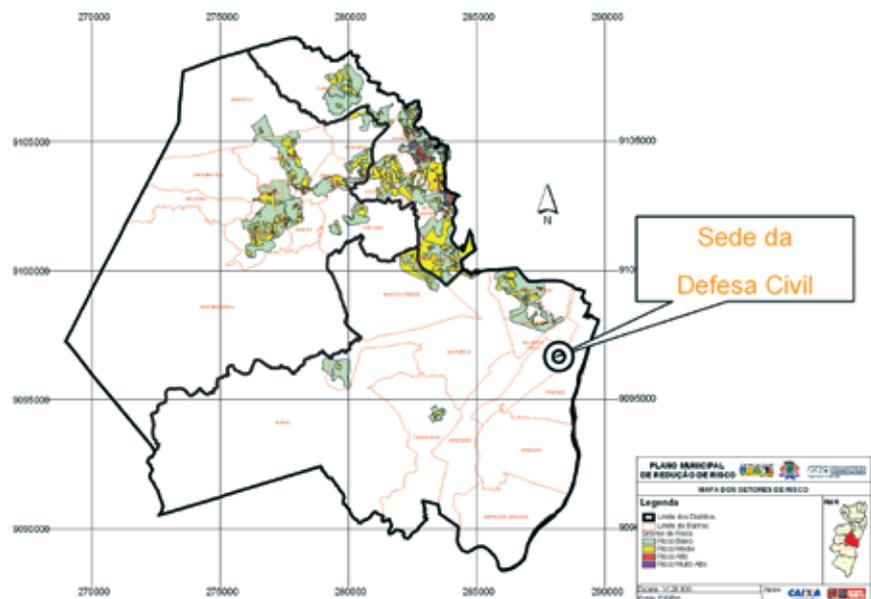


Figura 6.4 - Mapa de Risco em Áreas de Encostas no Município de Jaboatão dos Guararapes-PE (Fonte: Alheiros, 2006)

### C) Recife

No município de Recife-PE, cerca de 469.332 pessoas ocupam os morros (ALHEIROS et al., 2003). Aproximadamente, 276.016 pessoas encontram-se em 96 assentamentos precários, os quais foram mapeados no PMRR em 2006. Do mapeamento estima-se que 10.364 pessoas encontram-se diretamente ameaçadas por ocuparem moradias em setores de Risco Alto e Muito Alto e 748 pessoas deverão ter suas moradias removidas. Foram propostas ações estruturais em 407 setores que apresentaram risco alto e muito alto (R3 e R4). O custo previsto para realização dessas intervenções é em torno de R\$ 123.132.392,54 (cento e vinte três milhões, cento e trinta e dois mil, trezentos e noventa e dois reais e cinquenta e quatro centavos). Os Quadros 6.16 e 6.17 apresentam resultados do mapeamento. As Figuras 6.5 e 6.6 apresentam exemplo da espacialização dos setores em Recife-PE.

Quadro 6.16: Resultados do mapeamento de Recife por Regional

Sede Regional	Setores de Risco Muito Alto	Setores de Risco Alto	Setores de Risco Médio	Setores de Risco Baixo	TOTAL
Regional Nordeste	8	55	23	28	114
Regional Noroeste	25	100	37	40	202
Regional Norte	31	61	39	33	164
Regional Oeste	8	78	17	23	126
Regional Sul	8	33	17	13	71
<b>TOTAL</b>	<b>80</b>	<b>327</b>	<b>133</b>	<b>137</b>	<b>677</b>

Quadro 6.17: Resultados gerais do mapeamento de Recife

setores de risco	nº de setores	nº edificações	população dos setores	mora-dias ameaça-das	mora-dias p/ remoção	área dos setores (ha)
R1	137	41.083	164.332	0	0	1.079,38
R2	133	16.104	64.416	28	0	394,81
R3	327	9.601	38.408	2.037	113	232,27
R4	80	2.216	88.408	526	74	62,53
<b>TOTAL</b>	<b>677</b>	<b>69.004</b>	<b>276.016</b>	<b>2.591</b>	<b>187</b>	<b>1.768,99</b>



Figura 6.5: Distribuição Geográfica do Risco do Município de Recife-PE (Fonte: Prefeitura do Recife, 2007)

## ANOTAÇÕES

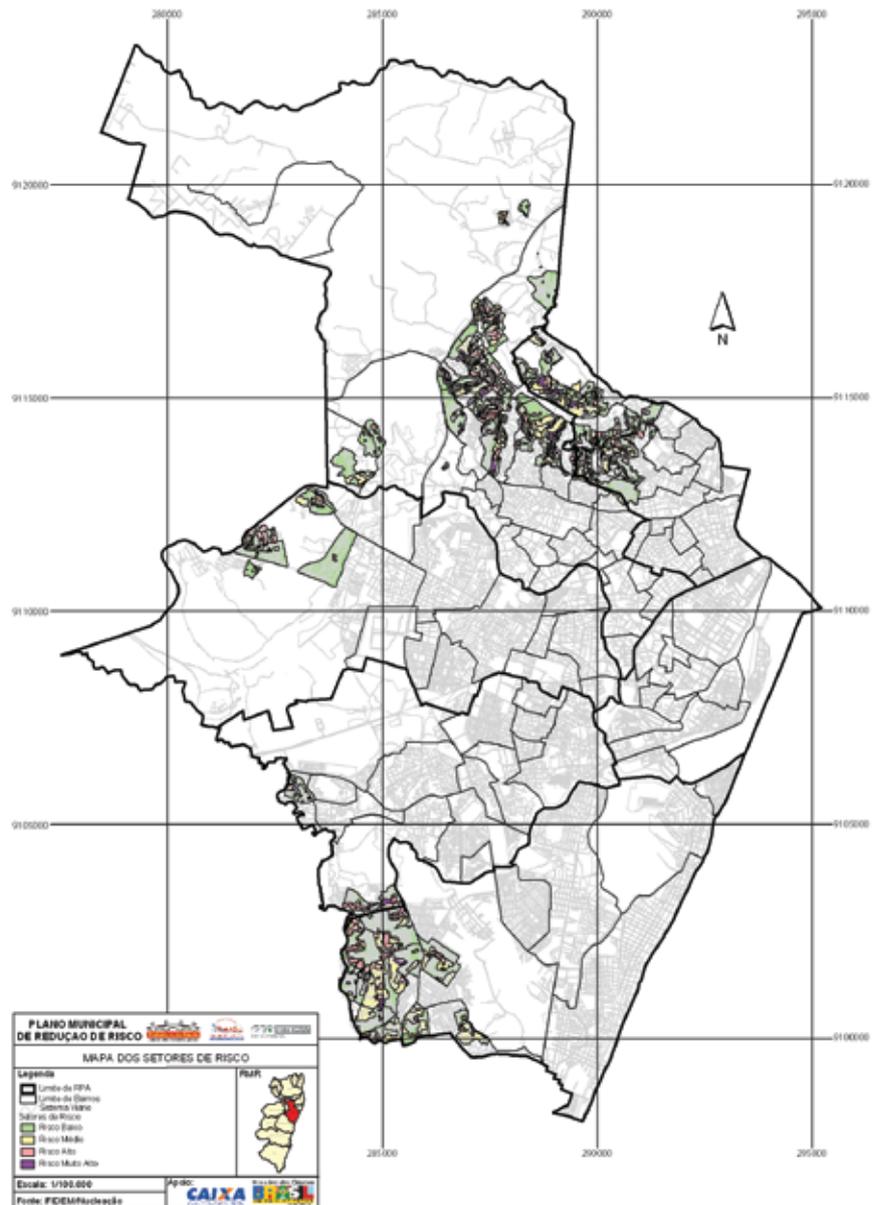


Figura 6.6: Distribuição Geográfica do Risco do Município de Recife-PE  
(Fonte: Prefeitura do Recife, 2007)

#### D) Olinda

Em Olinda-PE, 192.792 pessoas ocupam os morros do município, dessas, 76.770 pessoas encontram-se nos 122 Setores de Risco mapeados. Foram identificados que 2.212 pessoas devem ficar em monitoramento; 268 pessoas devem ser removidas/relocadas; e 6.240 pessoas encontram-se em situação de risco alto (R3 e R4). Nos 53 Setores de Risco alto e muito alto (R3 e R4) foram propostas soluções de engenharia. O custo previsto para realização dessas intervenções é em torno de R\$ 13.327.691,91 (treze milhões, trezentos e vinte e sete mil, seiscentos e noventa e um reais e noventa e um centavos). O Quadro 6.18 apresenta resultados do mapeamento. A Figura 6.7 apresenta exemplo da espacialização dos setores em Olinda-PE.

Quadro 6.18: Resultados do mapeamento de Olinda

Setores	Setores de Risco Muito Alto	Setores de Risco Alto	Setores de Risco Médio	Setores de Risco Baixo	TOTAL
Número de setores	11	42	37	32	122
Área dos setores	6,99	41,14	39,87	198,48	286,48
número de moradias do setor	231	1.329	1.429	14.071	17.060
número de moradias ameaçadas	113	383	54	3	553
número de moradias para remoção	52	11	3	1	67

ANOTAÇÕES

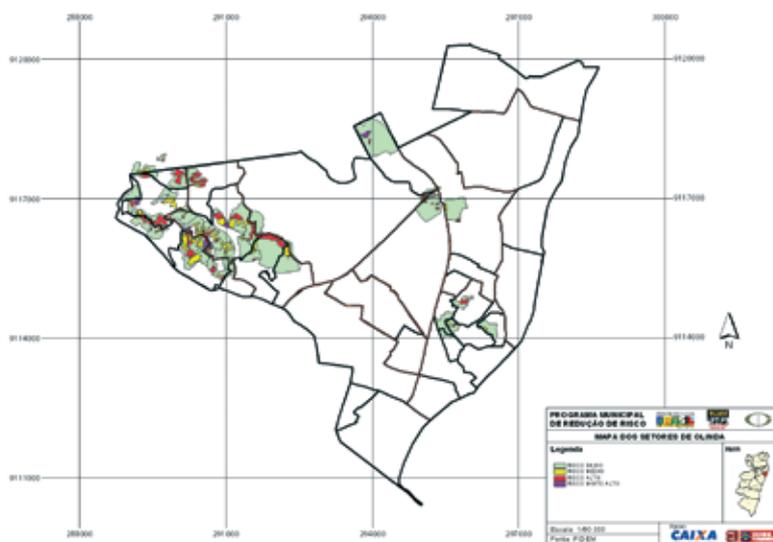


Figura 6.7: Distribuição Geográfica do Risco do Município de Olinda-PE  
(Fonte: Prefeitura de Olinda, 2006)

**E) Ipojuca**

No Município de Ipojuca, foram mapeados 63 setores de risco de deslizamento, sendo 8 de Risco Muito Alto, 32 de Risco Alto, 18 de Risco Médio e 5 de Risco Baixo. O número de setores de risco Alto e Muito Alto foram 40 para os quais foram propostas as soluções de engenharia.

Vale salientar que no gerenciamento do risco, o importante é conhecer a dimensão da área de risco alto e muito alto (em hectares ou km<sup>2</sup>) e não o quantitativo dos setores. Os setores de Risco Alto e Muito Alto totalizam 48,75 ha, representando 29,39% da área urbana do município.

No mapeamento foram identificadas 24 moradias para monitoramento e 08 para remoção.

## ANOTAÇÕES

O valor total estimado para intervenções nas áreas de risco alto e muito alto (40 setores) foi de R\$ 8.318.662,63, não incluindo os custos de desapropriação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BANDEIRA, A. P. N. (2003) *Mapa de Risco de Erosão e Escorregamento das Encostas com Ocupações desordenadas do Município de Camaragibe - PE.* (Dissertação de Mestrado) UFPE, Recife-PE.
2. ALHEIROS, M. M. O Plano Municipal de Redução de Risco, p: 56-75. In: BRASIL, Ministério das Cidades / Cities Alliance. *Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: guia para Elaboração de Políticas Municipais.* CARVALHO, C. S.; GALVÃO, T. (orgs.). Brasília, 2006
3. BRASIL, Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. *Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios.* CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S; OGURA, A. T. (orgs.), Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br>
4. FIDEM (2008) *Guia para o Curso de Capacitação em Mapeamento e Gestão de Risco em Assentamentos Precários.*

Neste módulo você aprenderá a identificar, analisar e mapear as áreas de risco de enchentes e inundações. Você verá alguns conceitos relativos a esses fenômenos, os fatores condicionantes de áreas urbanas, assim como os diversos cenários de risco.

### 7.1 INTRODUÇÃO

Em linhas gerais, o problema de áreas de risco geológico e hidrológico nas cidades brasileiras pode ser sintetizado no quadro abaixo:

- Crise econômica e social com solução em 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;
- Inexistência de apoio técnico para as populações;
- Cultura popular de “morar no plano”.

A ação de identificação de risco se refere aos trabalhos de reconhecimento de ameaças ou perigos e de identificação das respectivas áreas de risco de um determinado local.

Para cada tipo de ameaça, deve-se entender os fatores condicionantes, os agentes deflagradores e os elementos sob risco de acidentes.

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.

O gerenciamento de áreas de risco compreende a definição, formulação e execução de medidas estruturais e não estruturais mais adequadas ou factíveis para a prevenção de acidentes.

Os riscos hidrológicos são aqueles em que a água atua de modo direto na instalação do risco, seja através das enchentes ou das 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.

## ANOTAÇÕES

Esses fenômenos de natureza hidrometeorológica fazem parte da dinâmica natural e ocorrem frequentemente deflagrados por chuvas rápidas e fortes, chuvas intensas de longa duração, degelo nas montanhas e outros eventos climáticos, tais como furacões e tornados. Eles são intensificados pelas alterações ambientais e intervenções urbanas produzidas pelo homem, através da impermeabilização do solo, retificação dos cursos d'água e redução no escoamento dos canais devido a obras ou por assoreamento (Mcidades, 2007).

## 7.2 ASPECTOS CONCEITUAIS

### 7.2.1 Enchente

Enchente ou cheia pode ser definida como elevação temporária do nível d'água em um canal de drenagem devida ao aumento da vazão ou descarga.

A água de chuva proporciona um aumento do nível da água, porém a magnitude não supera a capacidade de descarga (Figura 7.1 e Foto 7.1).



Figura 7.1: Esquema de enchente e inundação (Mcidades, 2007)



Foto 7.1: Enchente em São Paulo

### 7.2.2 Inundação

Inundação pode ser definida como o fenômeno 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.

Neste caso a água de chuva provoca o aumento do nível de água além da capacidade de descarga do canal de drenagem (Fotos 7.2 e 7.3).



Foto 7.2: Inundação na Cidade de Palmares, em 2000 (transbordamento do Rio Una)



Foto 7.3: Exemplo de moradias sob inundação



### 7.2.9 Solapamento

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

## 7.3 FATORES CONDICIONANTES DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES

Os processos de enchentes e inundações têm como fatores condicionantes os fatores naturais e antrópicos. A frequência de ocorrência depende da tipologia e da dinâmica do escoamento superficial.

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.

Os fatores naturais podem ser: climáticos (pluviometria) e; geomorfológicos (relevo, tamanho e forma da bacia e dos vales, gradiente hidráulico do rio).

Os fatores antrópicos, principalmente em áreas urbanas, têm sido grande determinante da ocorrência de enchentes e inundações, são eles: desmatamento; exposição dos terrenos à erosão, o que provoca por sua vez o assoreamento dos cursos de água; intervenções nos cursos de água; ocupação desordenada dos terrenos marginais dos cursos de água.

Bacias naturais têm uma vazão máxima ocorrendo em um período de tempo maior do que bacias com terrenos impermeabilizados. A impermeabilização dos terrenos aumenta o valor da vazão máxima devido à redução da infiltração. A Figura 7.2 apresenta um histograma dessas situações.

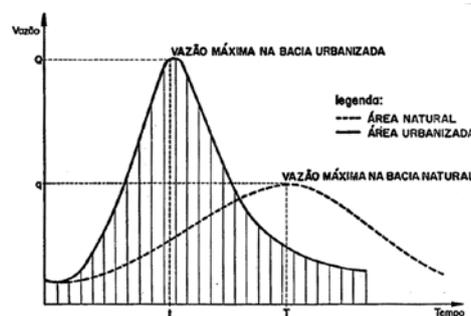


Figura 7.2: Modificação no histograma pela impermeabilização da bacia (Mcidades, 2007)

## 7.4 EFEITOS ADVERSOS DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES

## ANOTAÇÕES

As enchentes e inundações provocam efeitos prejudiciais à população, e esses podem ser classificados como diretos e indiretos.

Os principais efeitos diretos são mortes, destruição de moradias, perdas econômicas diversas e gastos com recuperação. Os efeitos indiretos estão relacionados às doenças transmitidas por meio de água contaminada, como a leptospirose, a febre tifóide, a hepatite e a cólera.

Uma área de risco de enchente e inundação pode ser definida como o núcleo habitacional de baixa renda (assentamento precário) passível de ser atingido por esses processos. As pessoas que habitam as áreas ribeirinhas estão sujeitas a danos à integridade física e a perdas materiais e patrimoniais.

## 7.5 PROCESSOS E CENÁRIOS DE RISCO

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. São áreas que apresentam como principal característica uma baixa capacidade natural de escoamento dos cursos principais de drenagem (Mcidades, 2007).

Os principais processos e respectivos cenários de risco ligados a enchentes e inundações nas cidades brasileiras são descritos a seguir. Estes 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.

### 7.5.1 Cenários de risco de enchente

Risco de enchente é a possibilidade de ocorrência de óbitos, perdas materiais e patrimoniais diversas, pelo impacto direto das águas ou solapamento de taludes marginais, em caso de enchente, atingindo assentamentos precários associados à ocupação ribeirinha (Fotos 7.4 e 7.5).

## ANOTAÇÕES



Foto 7.4: Moradias próximas às margens do rio com risco de solapamento de taludes marginais



Foto 7.5: Taludes marginais que sofreram solapamento

Esse 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 (Mcidades, 2007).

Características do Processo:

- Seus efeitos são restritos ao canal de drenagem;
- Processos de erosão e solapamento dos taludes marginais decorrentes da enchente;
- Impacto destrutivo em função da alta energia de escoamento;
- Possibilidade alta de destruição de moradias;
- Possibilidade moderada a alta de perda de vidas humanas.

### 7.5.2 Cenários de risco de inundação

Risco de inundação é a possibilidade de ocorrência de óbitos, perdas materiais e patrimoniais diversas em caso de ocorrência de inundação de terrenos de baixada ocupadas por assentamentos precários (Fotos 7.6 e 7.7).



Foto 7.6: Moradias próximas às margens do rio com risco de inundação



Foto 7.7: Rua inundada (Mcidades, 2007)

Características do Processo:

- Inundação de extensas áreas de baixada associadas à planície de inundação dos rios;
- Dinâmica lenta de escoamento superficial;
- O recuo das águas para o leito menor é relativamente lento;
- É grande o número de moradias afetadas;
- Geralmente não há registro de perda de vidas humanas;
- Nas baixadas litorâneas, há o efeito da maré.

## ANOTAÇÕES

### 7.5.3 Cenários de risco de enchente, inundação com alta energia de escoamento e capacidade de transporte de material sólido

As enchentes e inundações com alta energia cinética acontecem quando 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 (Meades, 2007).

O risco desse processo é a possibilidade de 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) em caso de ocorrência de processo de enchente e inundação atingindo assentamentos precários (Foto 7.4).

Características do Processo:

- Ocorre geralmente em anfiteatros de drenagem de relevo serrano;
- Alta energia de impacto destrutivo;
- Possibilidade alta de perda de vidas humanas;
- Possibilidade de destruição total ou parcial de moradias.

### BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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

**Módulo 8****MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÕES E ENCHENTES**

Jaime Cabral

Neste módulo você encontrará um roteiro metodológico para análise e mapeamento de áreas de risco de enchentes e inundações. Há informações sobre critério de análise, vulnerabilidade de ocupação e cenários de risco.

**8.1 INTRODUÇÃO**

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.

Relembrando alguns conceitos que serão utilizados na presente aula:

**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.

**RESILIÊNCIA:** Capacidade de um sistema de minimizar ou absorver os impactos devido à eventos extremos, ou seja, a capacidade do sistema de se recuperar.

**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 consequências 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).

## ANOTAÇÕES

### 8.2 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 de lugar 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.

### 8.3 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, têm 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.

#### 8.4 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, podem-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.

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 duas 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.

### 8.4.1 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 8.1 – Grau de risco preliminar segundo arranjo entre cenários hidrológicos e vulnerabilidade das habitações.

	C1	C2	C3
V1	M	A	MA
V2	B	M	A

## ANOTAÇÕES

Tabela 8.2 – 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
C1 X V1	M	B
C1 X V2	B	B
C2 X V1	A	M
C2 X V2	M	B
C3 X V1	MA	A
C3 X V2	A	M

No resultado final dos arranjos considerando os três 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 (C3) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1).

*Cenário 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 (P1).

*Cenário 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 (C1) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1).

*Cenário 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.

**BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

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

**ANOTAÇÕES**

## Módulo 9

# ACÇÕES ESTRUTURAIS PARA REDUÇÃO DE RISCOS

Roberto Quental Coutinho

Neste módulo você conhecerá as medidas estruturais de prevenção de acidentes para escorregamentos de encostas. Essas medidas estruturais estão relacionadas às obras de engenharia para reduzir o grau de risco de uma área. Você conhecerá os tipos de obras existentes e as características de cada uma.

### 9.1 INTRODUÇÃO

Vimos anteriormente que o Modelo de Abordagem da UNDRO (1991) para gerenciamento de áreas de risco está formulado em quatro estratégias:

- Identificação e análise de riscos;
- Adoção de medidas estruturais para a prevenção de acidentes e a redução dos riscos;
- Adoção de medidas não-estruturais com implantação de planos preventivos de gestão de riscos para os períodos das chuvas mais intensas, monitoramento e atendimento das situações de emergência;
- Informação pública e capacitação para prevenção e autodefesa.

Após a identificação e análise dos riscos segue-se com a etapa de ações estruturais e não-estruturais (2ª e 3ª Estratégias). As ações estruturais apontam para a execução de um plano voltado para a redução dos riscos, através de implantação de obras de engenharia de forma planejada (muros de arrimo, sistema de drenagem, revegetação, remoção de moradias, etc.). Em muitos casos o problema é tão complexo que não dá tempo para executar a obra, sendo necessário planejar formas de monitoramento permanente e prevenção de acidentes (ações não-estruturais) nas áreas de risco. A Figura 9.1 apresenta um esquema das medidas de prevenção de acidentes.

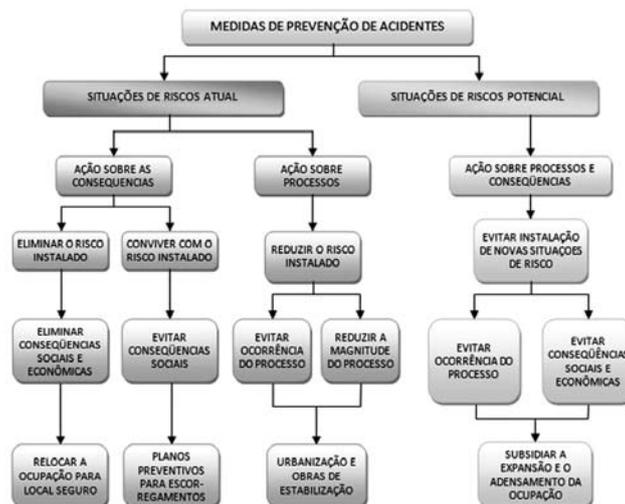


Figura 9.1: Medidas de atuação em relação a áreas de risco de deslizamentos (Carvalho et al., 2007)

## 9.2 AÇÕES ESTRUTURAIS PARA CONTROLE DE RISCO EM ENCOSTAS

### ANOTAÇÕES

As ações estruturais para prevenção de acidentes e redução de risco são compostas da seguinte abordagem:

- Elaborar planos de intervenções estruturais integradas considerando os aspectos técnicos, econômicos e sócio-culturais;
- Inserir obras de contenção em programas de reurbanização ou consolidação geotécnica;
- Avaliar reuso da área de risco para fins habitacionais voltados à população de baixa renda, utilizando técnicas construtivas adequadas às condições geotécnicas das encostas.

Na maioria dos casos de estabilização dos processos de movimentos de massa, executam-se diversos tipos de obras combinadas. As obras de drenagem e de proteção superficial não devem ser encaradas apenas como obras auxiliares ou complementares no projeto de estabilização. Uma correta execução destas obras pode ser o principal instrumento na contenção de diversos problemas de instabilização. Retaludamentos, aterros e mesmo obras com estrutura de contenção podem ser danificados ou destruídos, quando seus projetos não prevêm sistemas de drenagem eficientes. A Tabela 9.1 apresenta os principais grupos e tipos de obras de estabilização.

Tabela 9.1: Principais grupos e tipos de obras de estabilização de taludes (Carvalho, 1991).

GRUPOS	TIPOS
Obras sem estrutura de contenção	<ul style="list-style-type: none"><li>• retaludamentos (corte e aterro)</li><li>• drenagem (superficial, subterrânea)</li><li>• proteção superficial (naturais e artificiais)</li></ul>
Obras com estrutura de contenção	<ul style="list-style-type: none"><li>• muros de gravidade</li><li>• atirantamentos</li><li>• aterros reforçados</li><li>• estabilização de blocos</li></ul>
Obras de proteção para massas movimentadas	<ul style="list-style-type: none"><li>• barreiras vegetais</li><li>• muros de espera</li></ul>

Outro aspecto a ser considerado é que projetos de obras de contenção, mal elaborados ou de execução deficiente, podem potencializar a magnitude das instabilizações, resultando em danos sociais e econômicos principalmente em áreas urbanas. Entre as principais causas específicas para o insucesso de obras de estabilização, destacam-se drenagem insuficiente, remoção parcial da massa rompida, problemas de fundação de muros e aterros, atirantamento dentro da massa instabilizada, etc.

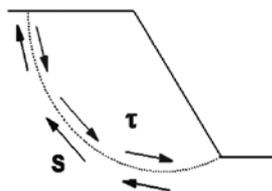
O manual da Geo-Rio (2000) cita três fases distintas para a realização completa de um projeto de estabilização. São elas:

- **Diagnóstico:** compreende a identificação e o entendimento do movimento de massa obtido através dos resultados dos estudos geológicos e geotécnicos realizados.
- **Solução:** ao final da fase de diagnóstico, o engenheiro está de posse de todos os elementos que lhe permitem decidir sobre a melhor solução a adotar para o caso em questão.
- **Monitoramento:** compreende a fase de acompanhamento da obra de estabilização verificando seu desempenho ao longo do tempo.

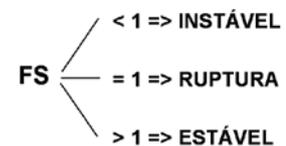
### 9.2.1 Princípios de análise de estabilidade de taludes

Para avaliar as condições de estabilidade de um talude você deve verificar o fator de segurança (FS), que é definido como sendo a forma numérica de quantificar a estabilidade do talude através da relação entre as grandezas resistentes que ocorrem na ruptura e as grandezas resistentes necessárias ao equilíbrio. Quando o fator de segurança tem valor unitário, a encosta encontra-se na condição de equilíbrio limite.

$$FS = \frac{\text{Resistência (S)}}{\text{Solicitação (\tau)}}$$



$$FS = \frac{s}{\tau}$$



A adoção de um determinado valor do fator de segurança (FS) num projeto visando estabilização de um talude depende de vários fatores, entre os quais se destacam: as consequências potenciais associadas à instabilização do talude (área urbana, mineração, estrada, etc.), a dimensão do talude, a heterogeneidade do maciço investigado, a base de dados utilizada, etc. Um aspecto básico de uma análise de estabilidade reside na seleção adequada dos valores dos parâmetros envolvidos no cálculo do FS (pressões neutras, ângulo de atrito, coesão, peso específico).

- **pressão neutra ou poro-pressão:** é a pressão da água nos vazios do solo
- **ângulo de atrito do solo:** é o ângulo que as partículas fazem entre si devido às forças de atrito.
- **coesão:** força resultante da pressão capilar da água contida nos solos. Pode também ser devida às forças eletroquímicas de atração das partículas de argila.
- **peso específico:** peso (ou massa) por unidade de volume de um determinado material.

## 9.2.2 Critérios para escolha da solução de estabilização

Para a escolha de uma determinada obra de estabilização você deve conhecer os principais tipos de obras existentes, a sua forma de atuação, as solicitações que impõem ao terreno e a relação custo-benefício. A adoção de um determinado tipo de obra de estabilização deve ser o resultado final do estudo de caracterização geológico-geotécnico do talude ou da encosta e do estudo da viabilidade financeira. Uma obra de estabilização deverá atuar diretamente nos agentes e causas da instabilização investigada, e as alternativas de projeto deverão sempre partir das soluções mais simples e baratas (Coutinho e Silva, 2006).

De acordo com o tipo de agente atuante podemos dividir as obras de estabilização em categorias que são descritas na Tabela 9.2.

Tabela 9.2: Escolha do método de estabilização de acordo com o agente atuante.

PRINCÍPIOS	OBRAS
<b>Redução da poro-pressão</b> (drenagem)	a) Superficial: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valetas de crista de talude ou de plataforma</li> <li>• Canaletas, canais com ou sem revestimento</li> </ul> b) Profunda: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trincheira (galerias/drenantes)</li> <li>• Drenos sub-horizontais</li> <li>• Poços de drenagem vertical</li> </ul> c) Revestimento superficial do talude: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vegetação</li> <li>• Asfalto</li> <li>• Cimentado</li> </ul>
<b>Redução das forças desestabilizadoras</b> (atuantes)	a) Redução da declividade do talude b) Plataforma horizontal / banquetas
<b>Aumento das forças estabilizadoras</b>	a) Bermas de equilíbrio (no pé do talude)
<b>Suporte de uma área instável</b> (estruturas de contenção)	a) Reforço do solo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solo grampeado</li> <li>• Micro estacas</li> <li>• Colunas de brita / estacas de areia</li> <li>• Estrutura solo reforçado</li> </ul> b) Estruturas de contenção <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muros de arrimo</li> <li>• Estruturas de terra e concreto, estrutura solo reforçado</li> <li>• Cortina atiranda</li> </ul> c) Métodos adicionais <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalação de estacas de cal</li> <li>• Instalação de trincheiras de pedregulhos ou colunas de pedras (brita)</li> <li>• Tratamento químico</li> <li>• Electro - osmose</li> <li>• Tratamento pelo calor</li> </ul>

## ANOTAÇÕES

### 9.2.3 Soluções para estabilização de taludes

O Manual de Estabilização de Taludes da Geo-Rio (2000) apresenta as principais soluções para estabilização de taludes. Elas são: retaludamento, solo grampeado, cortinas ancoradas, muros, drenagem e proteção superficial e reforço com geossintéticos (Figura 9.2). Independente da solução adotada, a drenagem e a proteção superficial são elementos indispensáveis numa intervenção.

A Tabela 9.3 ilustra medidas estruturais cabíveis (através de obras de estabilização) a uma encosta com assentamentos precários. Você encontrará as características dessas obras nos itens que se seguem.



Figura 9.2: Métodos de estabilização em solos (Geo-Rio, 2000).

Tabela 9.3: Tipos de obras de estabilização de encostas (A partir de Santana, 2006)

GRUPOS	SUBGRUPOS		TIPOS DE OBRAS
Obras sem estrutura de contenção	Retaludamento	Cortes	Talude contínuo e escalonado
		Aterro Compactado	Carga de fase de talude (muro de terra)
	Proteção Superficial	Materiais naturais	Gramíneas; Grama armada com geossintético; Vegetação Arbórea (mata); Selagem de Fendas com solo argiloso.
		Materiais artificiais	Cimentado; Geomantas e gramíneas; Geocélula e solo compactado; Tela argamassada; Pano de pedra ou lajota; Alvenaria armada; Asfalto ou polietileno; Lonas sintéticas.
	Drenagem	Interna	Drenos sub-horizontais, trincheiras, etc.
		Externa	Canais, canaleta de borda, de pé e de descida.
	Estabilização de Blocos	Retenção	Tela metálica e tirante
		Remoção	Desmonte

Tabela 9.3 (Continuação)

GRUPOS	SUBGRUPOS	TIPOS DE OBRAS	
Obras com estrutura de contenção	Muro de arrimo	Solo-Cimento	Solo-cimento ensacado
		Pedra-Rachão	Pedra seca; Alvenaria de pedra
		Concreto	Concreto armado; Concreto ciclópico
		Gabião	Gabião-caixa
		Bloco de concreto articulado	Bloco de concreto articulado (pré-fabricado, encaixado sem rejunte)
		Solo-Pneu	Solo-pneu
	Outras soluções de contenção	Terra armada	Placa pré-fabricada de concreto, ancoragem metálica ou geossintéticos.
		Micro-ancoragem	Placa e montante de concreto, ancoragem metálica ou geossintéticos.
		Solo Compactado e reforçado	Geossintético; Paramento com pré-fabricados
		Cortina Atirantada	Cortina Atirantada
		Solo Grampeado	Solo Grampeado
	Contenção de massas movimentadas	Materiais naturais	Barreira Vegetal
		Materiais artificiais	Muro de espera

## ANOTAÇÕES

**a) Obras sem estrutura de contenção****a.1) Limpeza e Desobstrução**

O lixo acumulado nas encostas absorve grande quantidade de água e desenvolve seu processo bioquímico de degradação e produção de chorume, favorecendo a sua interação com o solo. À medida que o volume aumenta e absorve água, a massa de lixo pode perder o equilíbrio e se deslocar, arrastando consigo grande volume de solo. Em encostas instáveis, a massa de lixo pode induzir deslizamentos de encostas e, ainda, provocar deslizamento apenas da massa de lixo, provocando acidentes consideráveis, dependendo do seu volume. O lixo lançado nas canaletas de drenagem impede o escoamento das águas, permitindo extravasamentos e o aumento de infiltração no solo.

Formas alternativas de transporte têm sido utilizadas para a coleta de lixo nas áreas de morros: veículos de pequeno porte, como caminhonetes de carroceria aberta, tipo toyota, carroças, carro-de-mão e banguê (feito com metade de um tonel metálico de 200 l); e a coleta alternativa manual.

Para qualificar o ambiente urbano, eliminando a presença dos tradicionais pontos de acúmulo de lixo, é necessário estimular a população a mudar seus hábitos de higiene, para evitar o descarte do lixo em locais inadequados. Várias experiências têm sido levadas a efeito pelas administrações públicas, algumas até por iniciativa das comunidades. Todas elas partem de campanhas de mobiliza-

ção da comunidade, no intuito de sensibilizar os moradores para a adoção de práticas corretas de destinação do lixo, gerando assim impactos positivos à saúde das pessoas e reduzindo o risco de acidentes nos morros (Alheiros et al, 2003).

Para minimizar as conseqüências provocadas pelo acúmulo do lixo podem-se realizar algumas atividades, entre elas:

- Serviços de limpeza de entulho, lixo, etc.;
- Recuperação e/ou limpeza de sistemas de microdrenagem, esgotos e acessos;
- Limpeza de canais de drenagem (macrodrenagem) através de serviços manuais e/ou utilizando maquinário de pequeno porte.

a.2) *Retaludamento*

O retaludamento é um tipo de obra considerada barata, que consiste em estabilizar o talude através da mudança de sua geometria, podendo ser realizado em um talude isolado ou em todo o perfil de uma encosta. Muitas vezes combinam-se os cortes superiores com os aterros compactados na base da encosta para funcionar como carga estabilizadora. Indispensavelmente os retaludamentos devem ter proteção superficial, natural ou artificial, e devem ser associados a um sistema de drenagem eficiente (Alheiros et al., 2003).

Quando não é possível uma declividade única, que garanta a estabilidade do talude, ele pode ser estabilizado com um recorte escalonado (em patamares). Nesse caso, recomenda-se que o comprimento máximo da rampa seja de 5,0 metros e deve-se instalar um sistema de microdrenagem, por meio de canaletas longitudinais, no pé e na borda de cada talude, além das canaletas transversais. Esse sistema de microdrenagem evita o armazenamento e a infiltração de água no talude.

Esse tipo de solução associado com elementos de microdrenagem e proteção superficial é uma solução de estabilização permanente, além de ser de menor custo, desde que garantidos os cuidados com a manutenção e a fiscalização para evitar novos cortes.

i) *Retaludamento por cortes*

A execução dos cortes deve seguir as seguintes recomendações:

- Evitar a retirada do pé do talude: a execução deverá ser iniciada no topo.
- Fazer banquetas intermediárias após 5,0 m de altura (escalonamento – Figura 9.3);
- Transportar e dispor o material excedente de modo adequado para evitar erosões e assoreamentos de canais;
- Prever um sistema de drenagem e proteção superficial do talude.

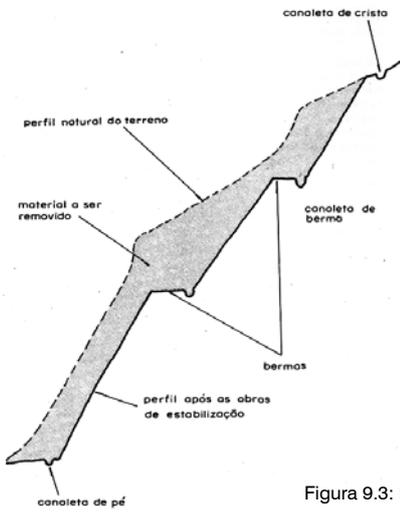


Figura 9.3: Exemplo de retaludamento por cortes (Cunha, 1991)

ii) Retaludamento por aterros

A execução dos retaludamentos por aterros deverá seguir as seguintes recomendações:

- Utilizar o material que seja preferencialmente do local, não devendo conter matéria orgânica (turfa ou argila orgânica) ou material que contenha mica;
- Compactar o material manualmente ou com equipamentos (sapinhos, chapas vibratórias);
- A superfície de assentamento do aterro deve ser escarificada previamente e escavada em forma de degraus (Figura 9.4);
- Evitar aterros na crista do talude;
- Prever um sistema de drenagem e proteção superficial do talude.

Nas áreas de assentamentos precários não é comum o retaludamento por aterro, pois a densidade da ocupação, a falta de espaço para aterros no pé do talude e a falta de controle da compactação do aterro são fatores que eliminam a utilização desta intervenção.

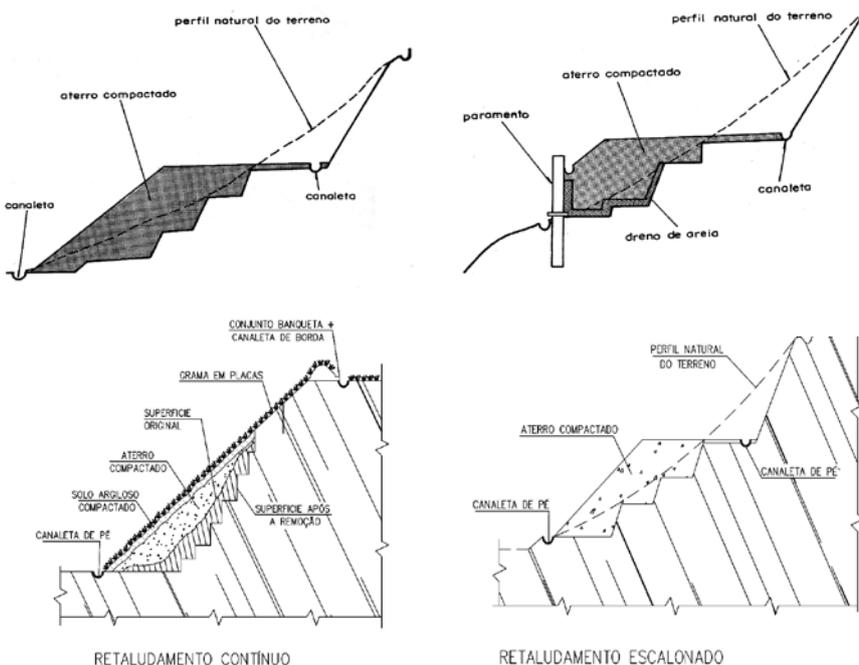


Figura 9.4: Exemplos de retaludamento por aterros

Fontes: (a) e (b) Cunha (1991), (c) e (d) Coutinho et al (2008)

a.3) *Proteção Superficial*

A proteção superficial das encostas pode ser executada de duas formas distintas: proteção com materiais naturais (vegetação) ou proteção com materiais artificiais. As obras de proteção superficial com drenagem adequada podem vir a estabilizar uma encosta sem a necessidade de uma contenção, o que reduz o custo de uma estruturação.

i) *Materiais Naturais*

Entre os tipos de materiais naturais para proteção superficial das encostas temos: Vegetação arbórea (mata), Gramíneas, Grama armada com Geossintético, telas vegetais compostas por materiais biodegradáveis e as geomembranas (as geomantas, as biomantas e as geocélulas) e selagem de fendas com solo argiloso (Fotos 9.1 e 9.2).

A vegetação interfere tanto no aspecto mecânico de uma encosta quanto no aspecto hidrológico. A interceptação da água precipitada reduz o volume de escoamento superficial e a infiltração. Quanto ao aspecto mecânico, a malha das raízes reforça o solo, atuando como agente estabilizador.

Em taludes recém-construídos, o plantio deve se iniciar com grama, podendo depois ser implantada vegetação de maior porte.

A grama para manutenção de encostas deve possuir as seguintes características (SUPAN, 1983 a partir de Santana, 2006):

- Portadora de raízes profundas para travar o solo;
- De elevada densidade de cobertura para que se obtenha um tapete denso e uniforme;
- Rasteira, a fim de evitar caminhos com cobertura alta que poderá ocasionar o acúmulo de água e lixo;
- Dura e agressiva;
- Resistente ao fogo, calor e seca;
- De fácil adaptação aos diversos tipos de solos.

Algumas fruteiras plantadas pelo morador podem ajudar a estabilidade de uma encosta, assim como outras podem instabilizar. As árvores de grande porte (por exemplo: coqueiros, mangueiras e jambeiros), devem ser erradicadas das encostas de alta declividade, podendo ser substituídas por outras de pequeno e médio porte, como pitangueiras, aceroleiras e goiabeiras (Alheiros et al, 2003).



Foto 9.1: Talude com geossintético – vegetação em fase de crescimento (BR-101 – Norte-PB)  
Fonte: Meira (2007)



Foto 9.2: Tratamento com biomanta (DEFLOR)

As fissuras e trincas no solo permitem a infiltração de água, reduzindo a resistência do solo e contribuindo para os movimentos de massa. Esse tipo de problema deve ser minimizado através do preenchimento com solo argiloso, sendo necessário estar em monitoramento constante. Há casos que essa ação é realizada pelo próprio morador.

Quando o terreno mostra desnível entre os dois lados de uma fenda, indicando movimento na encosta, é um sinal evidente de risco de acidentes para moradias já afetadas por trincas ou no raio de ação do provável deslizamento (próximas ao topo e à base do talude rompido).

Ao permanecerem abertas, essas fendas permitem maior percolação de água para o interior dos solos, exatamente ao longo do plano de ruptura, sendo recomendável o seu fechamento ou selagem. Vários materiais podem ser usados como selantes: solos argilosos, calda de solo cimento, asfalto ou resinas sintéticas, estas de custo bem mais elevado. A lama de bentonita, com propriedades expansivas, tem sido ocasionalmente usada no fechamento de fendas em solos arenosos, pela sua boa aderência aos espaços porosos. Entretanto esse material pode apresentar conseqüências negativas a longo prazo, quando aplicado em fendas profundas que venham a ser alcançadas intermitentemente pelo nível freático nos períodos chuvosos, intercalando fases de expansão e contração (Alheiros et al, 2003).

Para a selagem de fissuras e trincas com material argiloso (Figura 9.5) faz-se as seguintes recomendações:

- Remoção imediata das edificações que se encontrarem total ou parcialmente sobre a massa rompida e a menos de 5 metros da fenda, no topo; na base da encosta, deverão ser removidas as casas que fiquem nas imediações da frente do deslizamento, sendo que a distância depende das dimensões da ruptura e do volume de solo envolvido no processo, mas não deve ser inferior a 10 metros; em encostas muito íngremes, essas distâncias precisam ser redimensionadas em função da geometria da encosta e da superfície de ruptura;
- Selagem das fendas, juntamente com as soluções de drenagem, quais sejam, redirecionamento das águas, através de canaletas de borda, no lado na movimentado, e canaletas de descida, lateralmente posicionadas em relação ao corpo rompido;

## ANOTAÇÕES

- Usar, sempre que possível, solos argilosos, não expansivos e não orgânicos, pelas suas propriedades impermeabilizantes, baixo custo e facilidade de aplicação;
- Obras para contenção da massa rompida só se justificam quando a perda material, por um possível acidente, for significativa; na maioria das vezes, a área deve ser interditada, deixando-se que ocorra a estabilização natural, pela ação da gravidade;
- Fechamento imediato das fendas com argilas ou outros materiais selantes.

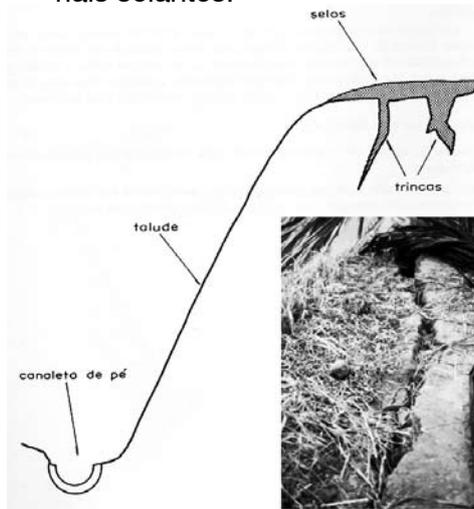


Figura 9.5: Selagem de fissuras e trincas com material argiloso. Fonte: Cunha, 1991

### ii) Materiais Artificiais

Entre os tipos de materiais artificiais para proteção superficial das encostas podemos citar os seguintes tipos (Alheiros et al. 2003):

- Impermeabilização com cimentado (Foto 9.5 e 9.6): constitui de uma mistura de cimento Portland e areia, no traço 1:3, aplicada sobre o talude a partir do pé até a crista. A superfície deve ser preparada, limpa e aplainada. No final, executa-se uma compactação da mistura. Esse tipo de revestimento deve ser acompanhado por barbacãs.
- Impermeabilização com tela argamassada (Foto 9.7 e 9.8): consiste no preenchimento e revestimento de uma tela galvanizada com argamassa de cimento Portland e areia no traço 1:3. A tela galvanizada é fixa no solo com ganchos de ferro instalados a cada 1,0 m, nas duas direções, sendo necessário colocar drenos de PVC com filtro de geotêxtil na parte interna.
- Impermeabilização com pedra ou lajotas: Nesse revestimento, os blocos de pedra rachão são arrumados sobre o talude, com maior travamento na interface pedra / solo natural, e rejuntados com argamassa de cimento e areia (1:3). Pode-se também utilizar lajotas pré-moldadas (40 cm x 40 cm) aplicadas com argamassa. Neste caso deve-se realizar o retaludamento para reduzir a declividade do talude, já que este material apresenta menor condição de travamento no solo. Qualquer que seja o material deve-se executar os barbacãs e o sistema de microdrenagem superficial.

- Impermeabilização asfáltica ou com polietileno: Esse tipo de revestimento tem caráter emergencial. Consiste na aplicação de uma camada delgada de asfalto diluído a quente. Exige manutenção constante pois a película sofre deterioração por calor solar e por não resistir a impactos ou cargas. O polietileno é aplicado por jatos e mostra boa aderência com os solos areno-argilosos, suportando cargas de até 1,8 kg/m<sup>2</sup>.
- Impermeabilização com lonas plásticas (Foto 9.9): utilizadas no inverno, em caráter emergencial, nos morros da Região Metropolitana do Recife. Elas devem ser aplicadas antes da saturação total da encosta e corretamente colocadas, devendo ser retiradas quando as condições de segurança forem adequadas. A encosta deve ser preparada com roçagem, remoção de arbustos e destocamento, deixando apenas gramíneas e vegetação rasteira. Na crista da encosta deve-se escavar uma valeta, servindo de canaleta e de fixação superior da lona. A lona deve ser fixada com estacas de madeira a cada 2,0 m, no máximo, na parte superior e em suas laterais.
- Impermeabilização com cal e aglutinantes (Cal-Jet) (Foto 9.10): utilizadas para proteger superficialmente o solo contra erosão. A técnica é baseada na pulverização de calda fluida de cal com aglutinantes fixadores sobre as superfícies de solo a serem protegidas, tendo como denominação a expressão “Cal-Jet”. A pulverização é possibilitada através da utilização, com pequenas adaptações, de pulverizadores de uso agrícola, tanto os pulverizadores costais manuais, como pulverizadores motorizados.



Foto 9.5: Impermeabilização com cimento (Santana, 2006)



Foto 9.6: Impermeabilização com cimento (Coutinho et al, 2005)



Foto 9.7: Impermeabilização com tela argamassada (Coutinho et al, 2005)



Foto 9.8: Impermeabilização com tela argamassada (Coutinho et al, 2005)



Foto 9.9: Impermeabilização com lonas plásticas (Coutinho et al, 2005)



Foto 9.6: Impermeabilização com cimentado (Santos, 2002)

A impermeabilização superficial mostra melhor resultado quando executada em conjunto com o retaludamento e a microdrenagem, tratando o talude de modo completo. Ela deve ser executada em toda a superfície a ser protegida, estendendo-a para além do topo do talude até o sistema de drenagem implantado na crista. Recomenda-se a instalação de drenos (barbacãs) que permitam a dissipação de excessos de poro-pressão que possam ocorrer no interior da placa de impermeabilização.

#### a.4) Drenagem

A água é o principal agente deflagrador dos movimentos gravitacionais de massa e erosão, visto que a maioria dos acidentes ocorre em períodos chuvosos. Independente das soluções adotadas para estabilização de encostas, o controle das condições de drenagem é fundamental, garantindo a redução dos esforços a serem suportados pela estrutura. Um simples sistema de drenagem combinado com elementos de proteção superficial pode em muitos casos ser solução suficiente para estabilizar uma encosta de forma economicamente viável.

As soluções que envolvem o escoamento superficial são divididas em dois sub-sistemas: o sistema de microdrenagem, formado por valetas, calhas e canaletas, além dos dissipadores de energia e as caixas coletoras; e o sistema de macrodrenagem, formado por galerias subterrâneas e canais, completado por rios, lagos e pelo mar, que recebe todo o volume escoado.

Os projetos de drenagem superficial têm o objetivo de melhorar as condições de estabilidade, reduzindo a infiltração no solo e a força de percolação pela captação e condução das águas superficiais do talude para um sistema coletor, considerando não só a área estudada como toda a bacia de drenagem.

Um sistema eficiente para os morros deve ser planejado para a microbacia em questão, para evitar transbordamento nas ocorrências de chuvas intensas. A drenagem superficial se faz pelas linhas d'água naturais e pelo sistema formal construído, que deve obedecer à forma do relevo para que o escoamento das águas seja efetivo.

Esse sistema deve ser dimensionado em função da vazão, da declividade e do uso e ocupação do solo. A vazão depende da área de captação, da precipitação, das características geométricas e das condições superficiais. As canaletas de descida agregadas às escadarias devem levar em consideração as condições topográficas, para garantir a eficiência da microdrenagem.

A rede de drenagem deve ser planejada por microbacias, interligando todas as casas, a partir das calhas ou biqueiras até as canaletas de descida, de bordo e de pé de talude, as quais devem chegar às canaletas principais ou de escadarias e finalmente aos canais (Alheiros et al, 2003).

**b) Obras com estrutura de contenção**

Obras de contenção são todas aquelas estruturas que, uma vez implantadas numa encosta ou talude, oferecem resistência à movimentação deste ou à sua ruptura, ou ainda reforçando parte do maciço (Wolle, 1972). Pode-se ainda dizer que uma obra de contenção é feita pela introdução de uma estrutura ou de elementos estruturais compostos que apresentam rigidez distinta daquela do terreno que conterà. Em geral essas obras são mais caras que as obras sem estrutura de contenção. A seguir você encontra alguns tipos de obras com estruturas de contenção.

Na verificação da estabilidade, qualquer que seja a opção de contenção adotada, deve-se considerar primeiramente o “equilíbrio estático”, que consiste na estabilidade ao escorregamento e ao tombamento; e, em seguida, o “equilíbrio elástico”, que consiste na estabilidade da fundação, devido ao carregamento imposto pela estrutura ao solo. A Figura 9.6 apresenta o esquema das verificações da estabilidade a considerar.

**B.1) Muros de gravidade (muros de arrimo)**

Os muros de arrimo ou de gravidade são obras de contenção que têm a finalidade de restabelecer o equilíbrio da encosta, através de seu peso próprio, suportando os empuxos do maciço. As Fotos 9.11 e 9.12 mostram dois diferentes casos de muros de gravidade.

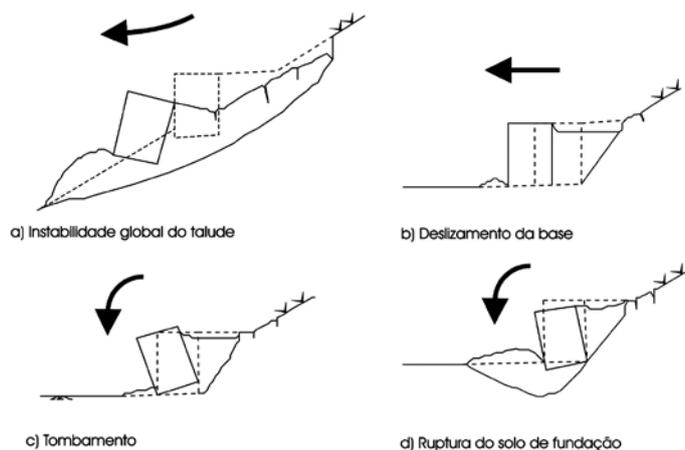


Figura 9.6: Condições de estabilidade a considerar numa estrutura de contenção (a partir de FIDEM, 2008)

## ANOTAÇÕES



Foto 9.11: Muro de arrimo em pedra rachão.  
(Coutinho et al., 2005)

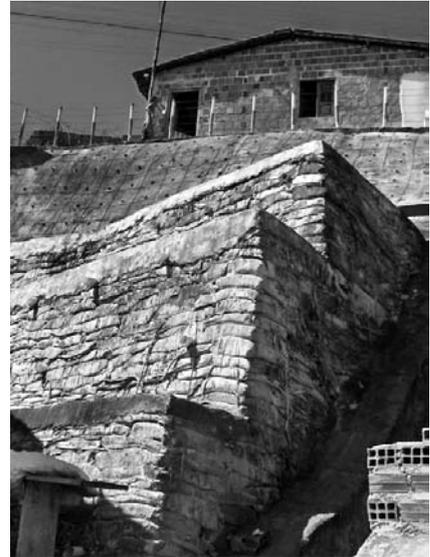


Foto 9.12: Muro de arrimo em solo-cimento ensacado. (Coutinho et al., 2005)

O atrito de sua base contra o solo deve ser suficiente para assegurar a estabilidade em relação a translação da obra e sua geometria trapezoidal destina-se a evitar o tombamento por rotação em torno da aresta externa da base. São indicados para situações de solicitações reduzidas já que, para atender a esforços elevados, passam a demandar maior espaço para a implantação da base e podem se tornar economicamente inviáveis (pelo alto custo de execução).

Exigem projetos específicos e, em função da complexidade de cada situação, poderão demandar a execução de estudos geotécnicos necessários à escolha e ao correto detalhamento da solução.

Em boas condições de fundação, podem-se utilizar muros rígidos (pedra rachão, concreto, etc.). Se a fundação puder vir a sofrer deformações, é recomendável o uso de muros flexíveis, como o gabião, solo-cimento ensacado, solo pneu, etc.

i) Muros de concreto ciclópico: É o tipo construtivo mais conhecido e utilizado pelo meio técnico na contenção de encostas ocupadas na região Nordeste.

A utilização de muros de concreto ciclópico é recomendável para contenção de taludes com altura máxima na faixa de 4 a 5 m. A mão-de-obra para sua execução exige alguma qualificação devido à utilização de formas e tem um custo relativamente médio.

O concreto ciclópico utilizado na estrutura deve ser constituído por 70% de concreto estrutural e 30% de rochas graníticas de grande dimensão (matacões). A pedra rachão deve ser limpa e isenta de impurezas de forma a não prejudicar a sua aderência ao concreto.

Devem ser previstos dispositivos de drenagem constituídos por drenos de areia ou barbacãs, de acordo com o projeto específico, para alívio das pressões da água na estrutura de contenção.

Devem ser previstas juntas com espaçamento máximo de 6 m. Estas devem ser protegidas com tiras de geotêxtil de forma a evitar a fuga do solo. O reaterro deve ser executado em camadas com espessuras de 0,20 m compactadas manualmente com cepos ou através de equipamento mecânico leve de forma a evitar danos à estrutura.

Em taludes altos, é aconselhável o uso de contrafortes na estrutura do muro, aumentando sua resistência, sem demandar maiores volumes de concreto. As Fotos 9.13 e 9.14 ilustram obras desta natureza. A microdrenagem superficial também é imprescindível para garantir a durabilidade e efetividade da obra.



Foto 9.13: Muro de concreto ciclópico. (Coutinho et al., 2005)



Foto 9.14: Muro de concreto ciclópico com contraforte (Santana, 2006)

ii) Muros de Solo-cimento ensacado: conhecido em algumas regiões como “Rip-Rap”, é uma alternativa para contenção de encostas, utilizando sacos de solo estabilizado com cimento. Esses muros apresentam como vantagens o seu baixo custo e o fato de não requerer mão-de-obra ou equipamento especializados. A sua utilização é recomendável para alturas máximas na faixa de 4 a 5 m. Muito utilizado para recompor taludes arenosos com erosão acentuada, voçorocas, etc.

Recomenda-se a mistura do solo argiloso com os solos granulares (areia ou solos arenosos), em proporções capazes produzir uma composição que atenda aos requisitos de economia, durabilidade e resistência mecânica.

O solo deve ser submetido a um peneiramento em malha de 9 mm. Em seguida, o cimento é espalhado e misturado, de modo a permitir uma coloração homogênea do material. Uma proporção cimento: solo da ordem de 1:10 a 1:15 (em volume) tem sido a prática corrente para a estabilização de todos os solos utilizados na construção de muros. Adiciona-se, então, água em quantidade 1% acima da correspondente à umidade ótima de compactação Proctor normal.

## ANOTAÇÕES

Após a homogeneização, a mistura é colocada em sacos de poliéster ou similares, com preenchimento até cerca de dois terços do volume útil do saco. Procedese então o fechamento dos sacos mediante costura manual. O ensacamento do material facilita o transporte para o local da obra e torna dispensável a utilização de formas para a execução do muro.

No local de construção, os sacos preenchidos com solo-cimento são arrumados em camadas posicionadas horizontalmente e, a seguir, cada camada do material é compactada de modo a reduzir o volume de vazios. A compactação é em geral realizada manualmente com soquetes.

O posicionamento dos sacos de uma camada é propositalmente desencontrado em relação à camada imediatamente inferior, de modo a garantir um maior intertravamento entre eles. As faces externas do muro podem receber uma proteção superficial de argamassa de concreto magro, para prevenir a ação erosiva de ventos e água superficiais, podendo também ser deixadas ao “natural”. As Fotos 9.15 e 9.16 ilustram obras desta natureza.



Foto 9.15: Muro de solo-cimento ensacado.  
(Coutinho et al., 2005)



Foto 9.16: Muro de solo-cimento ensacado.  
(Coutinho et al., 2005)

### iii) Muros de Solo-pneu

Muros de arrimo também podem ser construídos com pneus descartados. São obras de fácil construção e baixo custo, com boa drenagem, que utiliza o solo da própria encosta associado com uma estrutura montada com pneus, amarrados uns aos outros segundo um arranjo préestabelecido em função da altura da encosta e das dimensões do muro.

Por ser também um muro de gravidade, a sua altura máxima é de 5m e deve ter a disponibilidade de espaço para construção de uma base com largura da ordem de 40 a 60% a altura do total do muro. Tem estrutura flexível, admitindo deformações horizontais e verticais acima das usuais, razão pela qual ele não é recomendado para contenção de terrenos que sirvam para suporte de obras civis pouco deformáveis, como as estruturas de fundações ou ferrovias (Geo-Rio, 2000).



Foto 9.17: Muro de solo-pneu (Geo-Rio, 2000).

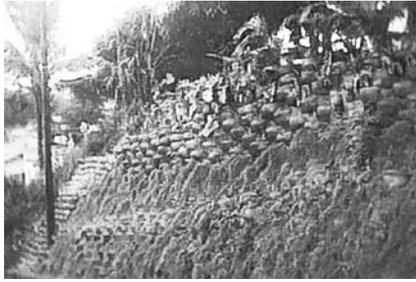


Foto 9.18: Muro de solo-pneu construído por morador - Ibura, Recife-PE (Coutinho et al, 2005).

## ANOTAÇÕES

A Foto 9.17 apresenta um muro de solo-pneu de grande porte construído com os padrões adequados de engenharia (Geo-Rio, 2000) e a Foto 9.18 ilustra um muro de solo-pneu construído por morador para conter o talude de sua residência.

### iv) Muros de Gabiões

Os gabiões são gaiolas metálicas preenchidas com pedras, arrumadas manualmente e construídas com fios de aço galvanizado em malha hexagonal com dupla torção (Fotos 9.19 e 9.20).



Foto 9.19: Muro de Gabião (Coutinho et al, 2005)



Foto 9.20: Muro de Gabião (Bandeira, 2006)

As dimensões usuais dos gabiões são: comprimento de 1,5 m e seção transversal quadrada com 1 m de aresta. A sua execução é simples, não requerendo equipamentos ou mão-de-obra especializados.

O preenchimento pode ser executado manualmente, com blocos de rocha naturais (seixos rolados) ou artificiais (brita ou blocos de pedreira). A base do muro de gabiões tem normalmente cerca de 40 a 60% da altura total. Do ponto de vista da estabilidade, é recomendável a existência de degraus na face externa, com recuo mínimo em torno de 20 cm entre camadas sucessivas de gabiões.

Em muros de gabiões com retroaterro de solo argiloso, deve-se executar uma camada de filtro de areia e pedrisco, com cerca de 50 cm de espessura, adjacente ao tardo. Suas principais características são: flexibilidade e resistência elevada, permeabilidade elevada devido a granulometria dos blocos, garantindo a drenagem da encosta e a ausência do empuxo hidrostático.

B.2) Solo reforçado

O processo de reforço consiste em introduzir no maciço, elementos que possuam elevada resistência à tração (fitas metálicas, mantas geotêxteis, malhas ou barras de aço, etc.) ou compressão (calda de cimento).

Os sistemas mais conhecidos são:

i) Terra armada:

Consiste em reforçar o solo com fitas metálicas ou com geossintéticos, onde o maciço reforçado fica faceado por painéis pré-fabricados de concreto. Os geossintéticos são os mais utilizados atualmente. Pode ser utilizado em muros de arrimo, aterros e em todas as obras onde se faz necessário estabilizar material inconsolidado empilhado, como solo, minério, rejeito de mineração, etc.

Esse sistema apresenta as seguintes vantagens:

- Na sua construção pode ser utilizado material local (solo);
- Estrutura flexível tolerante a recalques diferenciais e abalos sísmicos;

Este sistema apresenta as seguintes desvantagens:

- A durabilidade das amarras (fitas metálicas ou geossintéticos) é um ponto importante a ser considerado no projeto.

ii) Cortina atirantada: Consiste no reforço do maciço a partir da inclusão de barras ancoradas que são introduzidas no terreno em perfuração própria, na qual, por meio de injeção de calda de cimento ou outro aglutinante, na parte inferior dos elementos, forma o bulbo de ancoragem que é ligado à parede estrutural por meio da cabeça do tirante, através do trecho não injetado do elemento resistente à tração. Essa barra posteriormente é tracionada e funcionam ativamente.

Esse sistema tem como principais vantagens a necessidade de cortar apenas o necessário e vencer qualquer altura e situação. As desvantagens são relativas ao alto custo e execução demorada. O processo executivo é dividido em etapas. Somente a primeira linha é escavada. Em seguida, são feitas a perfuração e a inserção dos tirantes, que são chumbados em nichos no fundo do orifício.



Figura 9.7: Conteção com uso de tirante (Revista Techene, 2007)

iii) Solo grampeado: Consiste em uma técnica de melhoria de solos, que permite a contenção de taludes por meio da execução de chumbadores, concreto projetado e drenagem. Os chumbadores promovem a estabilização geral do maciço, o concreto projetado dá estabilidade local junto ao paramento e a drenagem age em ambos os casos estável. A estabilização do maciço ocorre passivamente, ou seja, é necessário que haja uma deformação do maciço para que o grampo comece a trabalhar.



Foto 9.21: Execução de solo grampeado (França, 2006)



Foto 9.22: Exemplo de muro de contenção executado com solo grampeado - Rio de Janeiro (Sayão, 2007)

Pode ser aplicado a: taludes artificiais cuja geometria não é estável, taludes rompidos, taludes naturais que não são estáveis.

A escavação pode ser feita manualmente ou mecanicamente. Basicamente o método construtivo se resume nas seguintes etapas (conforme mostra a Figura 9.8):

1. Escavação;
2. Colocação do grampo;
3. Proteção do talude.

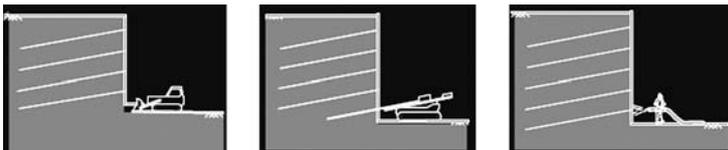


Figura 9.8: Esquema Simplificado do Processo Construtivo do Solo Grampeado: (a) Escavação; (b) Colocação do grampo e (c) Proteção da Face do Talude (Sayão, 2007)

Vantagens do uso de solo grampeado:

- Baixo custo - No solo grampeado o único elemento estrutural utilizado para a estabilização são os grampos. A proteção do talude em concreto projetado ou outro revestimento, como, por exemplo, revestimentos pré-fabricados, proteção superficial com vegetação, entre outros, têm custos relativamente mais baixos e podem permitir uma considerável economia em relação às soluções convencionais.
- Equipamentos leves - O solo grampeado pode ser executado utilizando-se equipamentos leves e de fácil manuseio. Em geral são utilizadas sondas rotativas de pequeno porte para a execução dos furos e a injeção da calda de cimento se processa,

em geral, por gravidade. O revestimento pode ser aplicado manualmente ou utilizando-se um equipamento de projeção de concreto.

- Adaptação às condições locais - O processo executivo do solo grampeado permite uma grande flexibilidade de adaptação do projeto às condições geométricas do talude, inclinação da face e distribuição e dimensionamento dos grampos nos diversos estágios da construção.
- Deformabilidade - O solo grampeado, por ser uma estrutura deformável na sua essência de funcionamento, suporta com segurança a ocorrência de recalques absolutos ou diferenciais.
- Produção - As técnicas utilizadas na execução do solo grampeado permitem uma produção muito grande. O tempo de execução é, em geral, muito menor se comparado às soluções convencionais. O solo grampeado pode ser utilizado em diversos tipos de solos e de situações geométricas, porém, algumas limitações devem ser respeitadas.

Desvantagens:

- Presença de nível d'água - O uso da técnica de grampeamento na presença de água deve estar associada a um eficiente sistema de rebaixamento permanente do lençol.
- Em condições de drenagem inadequada, particularmente em solos argilosos, pode-se ter elevados graus de saturação, aumento de poro-pressão e significativas reduções no atrito solo x grampo. Esse fato associado a um aumento na tensão horizontal (empuxo hidrostático) pode levar a massa de solo grampeado a situações críticas.
- Grampos são elementos passivos, daí decorrem, naturalmente, movimentações no momento da sua mobilização. Situações onde os deslocamentos do solo grampeado possam causar danos a estruturas adjacentes devem ser consideradas. No entanto, esses deslocamentos são em geral pequenos e, na maioria dos casos, não inviabilizam a adoção dessa solução.

**c) Obras de proteção para massas movimentadas**

As obras de proteção para massas movimentadas consistem em permitir a ocorrência do processo, ou seja, não são obras que impedem a ocorrência dos deslizamentos ou erosões, mas que os deixam acontecer, protegendo o que está vulnerável.

c.1) Proteção com Barreiras Vegetais

As barreiras vegetais têm como finalidade reter massas escorregadas ou transportadas por processos de erosão de montante (Figura 9.9), que pode trazer risco de acidentes para ocupações ou infra-estruturas a jusante. A retenção desses materiais cumpre ainda um importante papel de redução de solos no processo de as-



## ANOTAÇÕES

- Investigação;
- Disciplinamento das águas superficiais;
- Disciplinamento das águas subterrâneas;
- Obras de estabilização das erosões;
- Conservação das obras.

### a) Investigação

A investigação é a primeira etapa para elaboração de um projeto de recuperação de áreas. Nesta etapa é possível identificar as causas dos processos e obter os seguintes parâmetros:

- Dados hidrológicos da área para o dimensionamento das obras hidráulicas;
- Dados topográficos em detalhe das erosões e seus arredores;
- Medidas de vazão do volume de águas provenientes de surgências, para o dimensionamento de drenos profundos;
- Dados de identificação das espécies vegetais que melhor se adaptam ao clima e geometria final da encosta;
- Parâmetros do solo para as obras de estabilização em terra.

### b) Disciplinamento das águas superficiais

As águas superficiais, de chuva ou servidas, provocam erosão no solo através da infiltração e do escoamento da água. As águas de infiltração dão lugar a movimentos de remoção de materiais quando a umidade excessiva provoca a perda de coesão do solo.

Para o disciplinamento dessas águas devemos ter duas preocupações básicas:

- Captação e condução das águas superficiais para um local adequado através de estruturas de captação e condução;
- Diminuição gradual das águas captadas utilizando-se estruturas de combate e dissipação de energia hidráulica.

Estruturas de captação e condução:

- Consistem de canais, canaleta ou tubulações dimensionadas a partir do cálculo de vazão das águas na encosta erodida;
- As tubulações podem ser em concreto, aço, ou com geodrenos de diâmetros variáveis em função da vazão de projeto;
- Os canais são geralmente construídos em concreto armado, alvenaria, gabiões ou simplesmente escavados no terreno e protegidos com cobertura vegetal ou geomantas;

Estruturas de combate e dissipação:

São obras com função de diminuir a energia do escoamento das águas nos pontos de descarga e ao longo das obras de condução (Foto 9.23).



## ANOTAÇÕES

Nos preenchimentos das erosões, uma técnica relativamente barata é a utilização de solo-cimento ensacado (Foto 9.25).

As Fotos 9.26 e 9.26b apresentam exemplos de área erodida, antes e depois da recuperação.

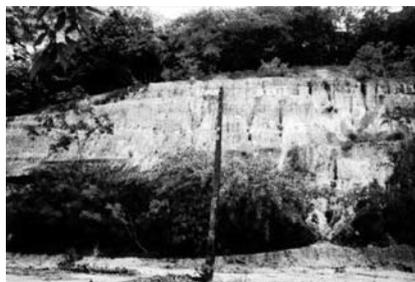


(a) antes



(b) depois

Foto 9.25: Preenchimento de área erodida com solo-cimento ensacado (Coutinho et al, 2008)



(a) antes



(b) depois

Foto 9.26: Recuperação da área erodida no Horto de Dois Irmãos (PE). (Coutinho et al., 1998)

## BIBLIOGRAFIA

1. ALHEIROS, M. M. SOUZA, M. A. A., BITOUN J., MEDEIROS, S. M. G. M., AMORIM JÚNIOR, W. A. (2003). *Manual de ocupação dos morros da Região Metropolitana do Recife*. FIDEM (Recife), 384p.
2. BANDEIRA, A. P. N. (2003) *Mapa de Risco de Erosão e Escorregamento das Encostas com Ocupações desordenadas do Município de Camaragibe - PE*. (Dissertação de Mestrado) UFPE, Recife-PE.
3. CARVALHO, P. A. S. (1991). *Taludes de rodovias: orientação para diagnóstico e soluções de seus problemas*. São Paulo: IPT. 410p.
4. BRASIL, Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. *Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios*. CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S; OGUURA, A. T. (orgs.), Brasília, 2007.
5. COUTINHO, R. Q., BANDEIRA, A.P.N., SANTANA, R.G. (2005). 2º Relatório – Volumes 1 ao 13: Municípios do Abreu e Lima, Araçoiaba, Cabo de Santo Agostinho, Camaragibe, Ilha de Itamaracá, Igarassu, Ipojuca, Itapissuma, Moreno e São Lourenço da Mata – OGU 2001 e 2003. *Relatório do Mapeamento de Obras de contenção de Encostas em Assentamentos Precários*. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

6. COUTINHO, R. Q.; BANDEIRA, A.P.N.; ALHEIROS, M. M (orgs.) (2008). *Guia do Aluno – Curso de Capacitação em Mapeamento de Risco em Assentamentos Precários*. Universidade Federal de Pernambuco – ATEPE, Recife, 188 p.

7. COUTINHO, R. Q. e SILVA, M.M. (2006) Conferência: *Classificação e mecanismos de movimentos de massa*. IV Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas. Escola Politécnica da UFBA, Salvador – BA. Vol. Pós-congresso (no prelo).

8. CUNHA, M. A. (1991), *Manual de Ocupação de Encostas*, 1a ed., publicação IPT, em 1831, São Paulo, SP, Brasil.

9. França, F. A. N. (2006) – *Solos Grampeados*, Apresentação em slides, Universidade de São Paulo – São Paulo, 67 p.

10. GEO-RIO (2000). *Manual Técnico de Encostas*. Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro – GEO-RIO – Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

11. *Revista Técnica – A Revista do Engenheiro Civil - Reportagem: Contensões* Texto original: Bruno Loturco. [www.revistatechne.com.br](http://www.revistatechne.com.br) Acessado em: 24/04/08

12. SANTANA, R. G. (2006), *Análise de soluções de engenharia para estabilização de encostas ocupadas na Região Metropolitana do Recife – PE*, Estudo de caso: Ruptura ocorrida em encosta com ocupação desordenada na UR 2, Ibura. (Dissertação de Mestrado) UFPE, Recife-PE.

13. SANTOS, A. (2005) *Pintura a cal: uma poderosa arma no combate à erosão - A tecnologia cal-jet* 7 p. disponível em: [www.artigo-cientifico.com.br](http://www.artigo-cientifico.com.br)

14. SAYÃO, A. (2007) – *Solo Grampeado –IV Seminário de Engenharia Geotécnica do Rio Grande do Sul*, Apresentação em slides, Rio Grande do Sul, 34 p.

15. SUPAM (1983). *Sugestões para contenção de taludes*. Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral – SUPAM. Belo Horizonte, 38 p.

16. WOLLE, C. M. (1972) *Taludes naturais – mecanismos de estabilização e critérios de segurança*. (Dissertação de Mestrado) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

**Módulo 10****AÇÕES NÃO-ESTRUTURAIS  
PARA A REDUÇÃO DE RISCOS****Margareth M. Alheiros**

As ações não estruturais compreendem um conjunto de medidas estratégicas, sem envolver obras de engenharia, voltadas para a redução do risco e de suas conseqüências, utilizando-se de ferramentas de gestão e mudanças de comportamento pelo poder público, pelos moradores das áreas de risco e pela sociedade em geral.

Nesse sentido, o Plano Municipal de Redução de Risco, segundo o modelo proposto para os municípios brasileiros pelo Ministério das Cidades, é um instrumento de prevenção dos mais relevantes, por conter um amplo leque de informações técnicas e estabelecer diretrizes para as ações preventivas da Defesa Civil.

**ALGUMAS MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS**

- Definir e implementar o modelo de gestão de risco que atenda aos problemas do município;
- Fortalecer a Defesa Civil e o Controle Urbano Municipal através da ampliação e capacitação dos quadros técnicos, da melhoria das condições de infra-estrutura e do respaldo político da gestão municipal;
- Atualizar o conhecimento dos processos destrutivos e do mapeamento das áreas de risco e propor medidas de mitigação e redução de risco;
- Garantir monitoramento permanente dos setores de risco alto e muito alto e atualizar sistematicamente os cadastros das famílias que ocupam esses setores;
- Considerar a redução de risco nos Planos Diretores Municipais;
- Realizar ações de conscientização dos moradores para os problemas da área que ocupam;
- Montar Planos de Contingência para o período de chuvas;
- Elaborar o Plano Municipal de Redução de Risco ou similar, para planejar as intervenções e obras necessárias;

**O PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS**

O Plano Municipal de Redução de Risco – PMRR foi instituído em 2003 pela Ação de Apoio à Prevenção de Riscos em Assentamentos Precários no âmbito do Programa de Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários do Ministério das Cidades, como um instrumento de planejamento para o diagnóstico e mapeamento do risco e a proposição de medidas estruturais para a sua redução, considerando a estimativa de custos, os critérios de priorização e a compatibilização com outros programas nas três esferas de governo: federal, estadual e municipal.

Esse Plano é parte de uma política pública para redução de risco que inclui o fortalecimento institucional das administrações municipais, por meio de programas de capacitação em escala nacional e suporte financeiro não só para a execução do PMRR, como também para a elaboração de projetos de engenharia para as intervenções nos setores de risco, classificados como prioritários pelo PMRR.

Para os municípios que não têm ainda o domínio sobre suas áreas de risco, ou dispõem de dados desatualizados sobre as mesmas, o PMRR inclui, como etapa inicial, o mapeamento dos setores de risco. Também foi incluída no PMRR a proposição de algumas medidas não estruturais para o estabelecimento de modelos de gerenciamento mais ágeis e eficientes e as medidas preventivas para atender às contingências dos períodos críticos de chuvas. Devem ser ainda consideradas as especificidades dos municípios quanto às questões legais, habitacionais e urbanísticas levantadas pelos Planos Diretores Municipais.

## ANOTAÇÕES

### **ROTEIRO BÁSICO PARA SUBMETER PROPOSTA AO MINISTÉRIO DAS CIDADES**

1. abrir a página do MCidades ([www.cidades.gov.br](http://www.cidades.gov.br))
2. observar as normas e critérios para submissão de propostas estabelecidos no edital e no Manual específico para apresentação de propostas
3. preencher os formulários eletrônicos disponibilizados no link “Sistemática 2008” de acordo com o Manual (representado esquematicamente a seguir).

#### **SISTEMÁTICA 2008**

##### **Manual para Apresentação de Propostas**

**Programa 1128 – URBANIZAÇÃO, REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA E INTEGRAÇÃO DE ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS**

**Ação 8865 - Apoio à Prevenção e Erradicação de Riscos em Assentamentos Precários**

Modalidade 1 – Capacitação de Equipes Municipais

Modalidade 2 – Elaboração do Plano Municipal de Redução de Riscos

Modalidade 3 - Elaboração de Projetos Básicos de Engenharia para Estabilização de Áreas de Riscos de Deslizamentos em Encostas

OBS:

- O Ministério das Cidades realiza a gestão, a coordenação-geral, a gerência, o acompanhamento e a avaliação da execução e dos resultados dos programas e ações.
- A Caixa Econômica Federal é encarregada da operacionalização dos Programas/Ações.
- O Proponente/Contratado é responsável pela elaboração da proposta de intervenção na forma de Plano de Trabalho

**METODOLOGIA ADOTADA PARA O PMRR**

Para a elaboração do Plano Municipal de Redução de Risco, os municípios brasileiros devem observar a metodologia recomendada, de modo a permitir a comparação e a integração das informações nele contidas. As análises de âmbito nacional e regional acerca da situação do risco de deslizamentos serão mais coerentes, quanto mais próximas forem as bases adotadas para a obtenção dos dados.

Merece destaque o esforço de mobilização para a participação das comunidades que ocupam áreas de risco. É desejável que essa participação se dê desde a fase de revisão do mapeamento, quando se faz necessário o levantamento do histórico de acidentes e ocorrências da área e a percepção do risco mostrada pelos moradores, que já presenciaram vários períodos chuvosos nesses locais. Ao final do processo é prevista a realização de uma Audiência Pública para a validação política do PMRR.

A apropriação das propostas do PMRR pela população local tem ainda um importante significado na garantia de continuidade das políticas municipais por ocasião das transições administrativas: a organização social é um eficaz elemento de pressão para evitar as descontinuidades no processo de implementação do Plano.

**FASES PARA A ELABORAÇÃO DO PMRR****Fase 1 – Elaboração da Metodologia Detalhada**

A Metodologia Detalhada é o primeiro Produto do processo de elaboração do PMRR e tem como objetivo principal definir o Plano de Trabalho para a execução dos serviços, com a especificação dos métodos, processos, instrumentos e recursos técnicos a serem empregados em todas as demais fases, com destaque para o mapeamento de risco, para a elaboração do Plano Municipal de Redução de Risco e para a realização da Audiência Pública.

Para isso é imprescindível compartilhar o Plano de Trabalho com os representantes do município que irão interagir com o PMRR, como os setores de Defesa Civil, Planejamento, Obras, Serviços Públicos, Habitação, Saneamento, Saúde, entre outros, para a compreensão do papel do PMRR para o município e o seu reatamento na melhoria dos serviços prestados pela defesa civil.

**Fase 2 - Mapeamento de Risco em Escala de Detalhe**

A revisão ou execução do mapeamento de risco é a base para todo o desenvolvimento do PMRR. É a partir do conhecimento da existência do risco, dos fatores condicionantes, da sua intensidade,



## ANOTAÇÕES

processo destrutivo que atua na área, priorizando as soluções com maior viabilidade técnica e financeira para execução pelo município, com possível participação da população local, como mão-de-obra auxiliar.

O tratamento de um setor de risco começa com ações de limpeza e/ou desobstrução e deve ter como prioridade a análise cuidadosa da drenagem natural e formal. Deve oferecer solução para a implantação de uma rede de microdrenagem capaz de ordenar as águas de superfície (pluviais e servidas), evitando a infiltração excessiva nas encostas.

A correta implantação do sistema de drenagem deve considerar ainda os elementos construídos, em especial as obras de revestimento e contenção, evitando que o escoamento das águas descalce ou exerça pressão sobre partes dessas obras, levando à sua destruição ou reduzindo sua vida útil. Há inúmeros registros de acidentes causados por obras rompidas que, arrastadas junto às massas de solos, potencializam o efeito dos escorregamentos, devido à sobrecarga que representam.

A adequação da obra ao tipo de solo e aos processos destrutivos que neles atuam é também requisito de grande importância: freqüentemente são encontrados muros de contenção na base de taludes arenosos, que ficam sem função específica (já que os taludes não são passíveis de rupturas e deslizamento, requerendo apenas um revestimento adequado para a sua estabilização), o que aumenta o custo das obras e o risco de desabamento do próprio muro, no caso de erosões severas.

Tendo em vista o custo envolvido na contratação de obras e as restrições orçamentárias a que estão submetidas, algumas cidades têm adotado modelos de gestão não convencionais para a execução direta das intervenções para redução do risco, envolvendo a comunidade local, sob a orientação técnica da prefeitura. Obras alternativas, de fácil execução e de grande eficácia, são executadas em regime de mutirão, onde os moradores fornecem a mão-de-obra e a prefeitura participa com a orientação técnica (concepção e acompanhamento) e com o material necessário.

As obras indicadas para a redução do risco devem estar sintonizadas com a cultura local e procurar agregar elementos urbanísticos e técnicos, em geral deixados de lado, quando se tratam de áreas de risco. É comum observar escadarias de acesso com degraus muito altos ou de alturas irregulares, sem patamares de descanso e sem corrimão para a segurança dos usuários. Taludes muito altos, que quando revestidos representam planos inclinados perigosos, devem ter guarda-corpo para evitar acidentes por quedas.



da gestão para com a solução do problema. Garantida alguma regularidade, esses recursos, mesmo que de pequena monta, garantem serviços essenciais de desobstrução de drenagens, corte de árvores, regularização e revegetação de taludes, pequenos serviços de recuperação de microdrenagem, entre outros. Essas intervenções regulares credibilizam a gestão e atraem o interesse da população local que, na maioria das vezes, se envolve com a própria execução do serviço e passa a colaborar na manutenção da benfeitoria.

Entretanto, nos municípios onde a degradação das áreas de encostas agravou-se ao longo de décadas de ocupação inadequada, com ocorrência de perdas materiais e humanas nos períodos chuvosos, é indispensável atrair recursos de fontes diversas para enfrentar a recuperação dessas áreas e a redução do risco de acidentes em um horizonte de dez anos. Esse período tem se mostrado plausível para os Planos de Investimentos dos municípios que realizaram seus PMRR.

Outra questão importante a considerar, no quesito financiamento, é a necessidade de potencializar o efeito da aplicação de recursos provenientes de políticas públicas, como saúde, habitação, saneamento, urbanização, turismo, além daqueles especificamente destinados, como defesa civil e redução de riscos, nas três esferas de governo. Muitas vezes, à falta de uma visão integradora, projetos financiados, por exemplo, por um programa de turismo, para a melhoria da infra-estrutura de áreas estratégicas para o turismo local, deixam de inserir na sua concepção o componente da redução de risco; projetos de habitação popular em áreas de morros, que não incluem o tratamento das encostas em seu entorno, é outro exemplo de dissociação, onde a solução habitacional não inclui o tratamento das encostas.

**EXEMPLOS DE PROGRAMAS PÚBLICOS PARA FINANCIAMENTO**

**Ministério das Cidades**

- Habitação de Interesse Social;
- Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários;
- Plano Estratégico Municipal para Assentamentos Subnormais (PEMAS);
- Habitar Brasil-BID;
- Programa de Arrendamento Residencial (PAR);
- Pró-Moradia;
- Pró-Municípios;
- Saneamento para Todos;
- Drenagem Urbana Sustentável.

**Ministério da Integração Nacional (Secretaria Nacional de Defesa Civil)**

- Prevenção para Emergências e Desastres – PPED (obras e capacitação)
- Resposta aos Desastres – PRD



## ANOTAÇÕES

Para os municípios que já empreenderam essa etapa, surgem algumas demandas, como por exemplo:

- instrumentos legais para dar suporte a ações de desapropriação e remoção de moradias e à implantação de programas habitacionais;
- capacitação de técnicos municipais para a avaliação e mapeamento do risco;
- capacitação de grupos comunitários para a montagem de NUDECs, como apoio às ações da defesa civil municipal;
- proposta de um partido urbanístico associado ao plano geral de intervenções para a redução de risco;
- montagem de um sistema de geoinformação em ambiente SIG, para administrar o zoneamento e o cadastramento do risco.

### Fase 8 – Realização de Audiência Pública

A Audiência Pública é a oportunidade em que a sociedade de modo geral toma conhecimento do PMRR e de seu potencial para a solução concreta dos problemas de acidentes em áreas de morros. É uma oportunidade para firmar compromissos e ampliar as parcerias e estratégias de consolidação do plano. São convidados, além da comunidade diretamente envolvida pelo estudo, representantes de setores organizados da sociedade, membros do legislativo, ministério público, órgãos e setores públicos com interface com o PMRR.

### BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. ALHEIROS, M. M. O Plano Municipal de Redução de Risco, p: 56-75. In: BRASIL, Ministério das Cidades / Cities Alliance. *Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: guia para Elaboração de Políticas Municipais*. CARVALHO, C. S.; GALVÃO, T. (orgs). Brasília, 2006
2. BRASIL, Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. *Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios*. CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S; OGURA, A. T. (orgs.), Brasília, 2007.
3. AGÊNCIA CONDEPE FIDEM 2008 Apostila do Curso: *Mapeamento e Gestão de Risco em Assentamentos Precários*. Programa Viva o Morro. CDRom.

OBS:

1. Este material está disponibilizado na biblioteca do Curso
2. Exemplos de PMRR podem ser acessados pela Internet, na página do Ministério das Cidades (<http://www.cidades.gov.br>).

# Módulo 11

## PLANOS DE CONTINGÊNCIA

Margareth M. Alheiros

### ANOTAÇÕES

Neste Módulo, você vai aprofundar conhecimentos e ampliar a discussão sobre um dos instrumentos mais importantes para a Redução de Desastres chamado Plano de Contingência (também conhecido como PPDC – Plano Preventivo de Defesa Civil, na região Sudeste).

O Plano de Contingência é um conjunto de ações planejadas, com a definição dos responsáveis comprometidos com cada uma delas, além da infra-estrutura necessária para o enfrentamento de um possível período crítico.

Para essas ações são considerados pelo menos quatro estágios:

- Planejamento
- Preparação
- Resposta ou socorro
- Reconstrução

O Planejamento pressupõe o levantamento das informações disponíveis sobre o risco, necessárias à montagem do Plano de Contingência. A etapa de Preparação é aquela onde são feitos os contatos com os órgãos participantes para a concepção da logística necessária ao enfrentamento dos possíveis desastres naturais. A Resposta ou Socorro se dá logo após e durante a ocorrência dos desastres e a Reconstrução é etapa onde se dá a recuperação das áreas atingidas, buscando a volta à normalidade.

A montagem do Plano deve ser iniciada tão logo se conheçam as condições climáticas do período chuvoso com antecedência suficiente para permitir a construção logística para o período mais crítico das chuvas.

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

- Qual é o problema?
- Como ocorre o problema?
- Onde ocorre o problema?
- Quando ocorre o problema?
- O que fazer?
- Quem irá fazer?

A montagem do Plano de Contingência é normalmente composta de 4 etapas:

1. Elaboração
2. Implantação
3. Operação
4. Avaliação

## 1. ELABORAÇÃO

O Plano de Contingência deve ser um documento de fácil reprodução, do qual constem as condições em que se encontram as áreas de risco, as características esperadas para o período chuvoso e a estratégia a ser adotada pelo município para o enfrentamento de desastres. Devem também constar os telefones de todas as pessoas envolvidas, mesmo que as comunicações se dêem por radiotransmissores.

O Plano de Contingência deve ser disponibilizado aos líderes comunitários e moradores das áreas de risco, de modo a se prepararem com mais determinação para o período crítico das chuvas.

Um elemento importante a considerar inicialmente é o prognóstico climático, já que a chuva é o gatilho para a maioria dos desastres que ocorrem no período do Plano de Contingência. O período chuvoso pode variar de novembro a março para as regiões Norte, Sul e Sudeste e de abril a agosto para a região Nordeste.

Os prognósticos de chuva são elaborados trimestralmente pelos órgãos responsáveis pelas análises climáticas no Brasil. O CPTEC/INPE, o INMET e outros laboratórios de meteorologia estaduais ou municipais reúnem-se sempre que necessário, de modo a manter atualizadas as informações sobre o clima para cada cidade ou região.

Este prognóstico pode ser acompanhado nos sites:

[http://www.cptec.inpe.br/infoclima/progclima/abr\\_2008.shtml](http://www.cptec.inpe.br/infoclima/progclima/abr_2008.shtml)

<http://www.inmet.gov.br>

Além dos prognósticos trimestrais, são também emitidas por esses laboratórios especializados as previsões meteorológicas, com até uma semana de antecedência para o acompanhamento do dia-a-dia da evolução das chuvas, ventos, temperaturas extremas, etc., que podem ocasionar desastres.

Precisam também ser estabelecidos os critérios técnicos para a deflagração dos estados de defesa civil: observação, atenção, alerta e alerta máximo.

## ESTADOS DE DEFESA CIVIL

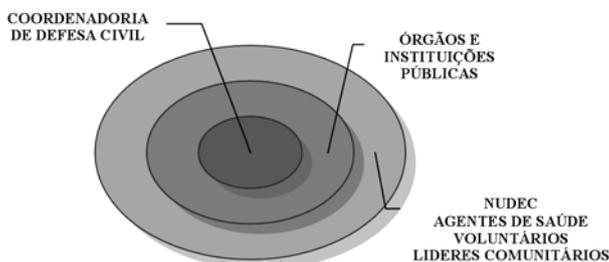
OBSERVAÇÃO		início das chuvas
ATENÇÃO		chuvas esparsas
ALERTA		solos saturados deslizamentos chuvas contínuas
ALERTA MÁXIMO		solos saturados deslizamentos chuvas concentradas

Fonte: Plano de Contingência da CODECIR, 2002

## 2. IMPLANTAÇÃO

A etapa de Implantação é a que envolve mais energia dos responsáveis pela Defesa Civil do Município ou Estado, já que não pode ser realizada sem a participação efetiva de um grande número de parceiros de órgãos e instituições públicas, empresas privadas, voluntariado, etc.

Deverão ser indicadas pessoas comprometidas com o problema, que estejam disponíveis nos momentos em que forem requisitadas e aptas a realizarem as ações para as quais foram indicadas. Nesse período, além das reuniões de sensibilização com os decisores e participantes diretos, faz-se muitas vezes necessária a realização de capacitações para o desempenho adequado das funções dos grupos.



Espaços de Discussão para definição dos parceiros

Nessa etapa, quando se dá efetivamente o início de vigência do Plano de Contingência, devem ser tomadas as seguintes providências:

- Nivelamento sobre os procedimentos operacionais;
- Definição das atribuições e responsabilidades;
- Montagem do sistema de comunicação;
- Viabilização dos recursos necessários (humanos e materiais);
- Treinamento de técnicos municipais e da população envolvida;
- Difusão das Informações Públicas e definição do porta-voz para evitar conflitos de informação.

As pessoas envolvidas no Plano comporão equipes que ficarão sob a coordenação da Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (Comdec) ou outro órgão responsável por essas ações. Essas equipes podem ser organizadas a partir da estrutura de pessoal e meios já existentes na Prefeitura.

## ANOTAÇÕES

## ANOTAÇÕES

### Equipes Básicas para o Plano de Contingência

1. Secretaria Executiva - responsável por:
  - Monitoramento dos índices pluviométricos e das informações meteorológicas;
  - Recebimento de chamadas;
  - Manutenção de arquivos;
  - Tomada de decisões.
2. Equipe de vistorias, responsável por:
  - Visitação prévia das áreas de risco;
  - Vistorias durante a operação do Plano;
  - Informações para remoção de famílias.
3. Equipe de remoções, responsável por:
  - Cadastro de moradores em situação de risco;
  - 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.

### 3. OPERAÇÃO

É a execução do Plano de Contingência propriamente dito. Embora previsíveis, deslizamentos, inundações, além de desabamento de moradias vulneráveis, ocorrem em intensidades variáveis em função do rigor das chuvas, devido ao fato de persistirem situações de risco ainda não resolvidas pelo poder público.

Desse modo, é principalmente na fase de operação que se dá o estágio de Resposta ou Socorro. As correções no Plano vão sendo feitas à medida que se façam necessárias e, caso seja decretado o Estado de Alerta ou Alerta Máximo, deverão ser providenciados os reforços de equipe, viaturas e outros materiais, já previstos no Plano.

### 4. AVALIAÇÃO

Antes do encerramento do Plano, devem ser feitas reuniões de avaliação e balanço do período, com a finalidade de montar um Relatório Final do Plano de Contingência a ser encaminhado à prefeitura, do qual constem os números do período: dados de chuvas, número de ocorrências e desastres, população atingida, necessidades para a etapa de Reconstrução, sugestões para a correção dos problemas e os aprimoramentos técnicos e operacionais para implantação nas próximas oportunidades.

Esses resultados devem ser amplamente divulgados com a sociedade e em especial com a população das áreas de risco, de modo a permitir a revisão de comportamentos que criam e elevam o risco nessas áreas atingidas.

## ANOTAÇÕES

### ESTUDO DE CASO: O PPDC DE SÃO PAULO

Denominado Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC), o primeiro Plano de Contingência instituído no Brasil foi uma iniciativa pioneira do Estado de São Paulo em termos de medida não-estrutural formal de gerenciamento de risco, quando em 1988 criou o PPDC para atender à Baixada Santista e Litoral Norte e serviu de modelo a vários municípios brasileiros.

O PPDC pode ser considerado como uma eficiente medida não-estrutural de gerenciamento de riscos geológicos associados a escorregamentos de encostas, consonante com a metodologia e técnicas adotadas pelos mais adiantados sistemas de Defesa Civil internacionais e recomendadas pela ONU.

A operação do PPDC corresponde a uma ação de convivência com os riscos presentes nas áreas de ocupação de encostas, em razão da gravidade do problema e da impossibilidade de eliminação, no curto prazo, dos riscos identificados. 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 Civas municipais, capacitando técnicos e inserindo a população interessada nos trabalhos.

O sistema tem por base legal o Decreto Estadual nº 42.565 e é operado de 1º de dezembro de um ano a 31 de março do ano seguinte, o que corresponde ao período chuvoso na região Sudeste, podendo o prazo ser estendido, a partir de avaliação realizada pelos órgãos responsáveis.

O PPDC é um sistema estruturado e operado em quatro níveis (Observação, Atenção, Alerta e Alerta Máximo), cada qual com procedimentos diferenciados. Para a deflagração dos níveis são simultaneamente considerados os seguintes indicadores: índices pluviométricos registrados, expressos na forma de valores acumulados de chuva em três dias, previsão meteorológica e manifestações das encostas (trincas no solo e moradias, degraus de abatimento, estruturas rígidas inclinadas, escorregamentos, dentre outras).

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 da Regional de Defesa Civil – REDEC; 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 Comissões Municipais de Defesa Civil – COMDEC, realizam os trabalhos a nível local.

ANOTAÇÕES

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. ALHEIROS, M. M. O Plano Municipal de Redução de Risco, p: 56-75. In: BRASIL, Ministério das Cidades / Cities Alliance. *Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: guia para Elaboração de Políticas Municipais*. CARVALHO, C. S.; GALVÃO, T. (orgs). Brasília, 2006

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

3. AGÊNCIA CONDEPE FIDEM 2008 Apostila do Curso: *Mapeamento e Gestão de Risco em Assentamentos Precários*. Programa Viva o Morro. CDRom.

OBS: Este material está disponibilizado na biblioteca do Curso

# Módulo 12

## NOÇÕES GERAIS

### SOBRE GEOPROCESSAMENTO

José Gleidson Dantas da Cunha

#### ANOTAÇÕES

### 1. AS TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO

A Geoinformação é uma tecnologia interdisciplinar que permite a convergência de diferentes disciplinas científicas para o estudo de fenômenos territoriais, assim, o espaço é o objeto comum aos diferentes olhares.

Em síntese, as Tecnologias da Geoinformação representam o campo do conhecimento que manipula dados geograficamente referenciados. No universo da Geoinformação estão presentes várias tecnologias das quais merecem destaque:

- SIG (Sistemas de Informação Geográfica);
- CAD (Desenho Assistido por Computador);
- MDT (Modelo Digital de Terreno);
- PDI (Processamento Digital de Imagens).

Usar a Geoinformação é utilizar-se de computadores como instrumentos de representação de dados geográficos. Isto quer dizer que a Geoinformação significa, antes de tudo, a compreensão de fenômenos ambientais e urbanos a tal ponto, que seja possível a elaboração de simplificações lógicas do mundo real, objetivando a implementação de diferentes formas de representação computacional do espaço geográfico.

Toda Geoinformação tem seus lastros fincados nas Ciências Geodésicas e na Cartografia, ou seja, sem cartografia não há geoprocessamento.

Não é possível se processar dados Geográficos (geoprocessamento) sem os mapas, pois sobre eles é que são realizadas todas as análises espaciais: mapeamentos temáticos, localizações, análises de redes, operações de continência, adjacências, etc.

Mas o que faz uma figura ser diferente de um mapa? Uma figura como o “mapa” da lista telefônica ou alguns “mapas” turísticos são úteis para orientar, mas carecem de dois elementos básicos da cartografia: a geometria e a posição.

A geometria tem a função de reproduzir a forma dos objetos geográficos e a posição está associada ao lugar que objeto geográfico ocupa no espaço.

## ANOTAÇÕES

A GEODÉSIA, ciência responsável por determinar a forma e as dimensões da terra, define a posição geográfica de qualquer objeto na superfície terrestre utilizando-se de um referencial geométrico estabelecido sobre uma superfície matemática bem definida, o Elipsóide de Revolução (Figura 1), com o qual se definem os Sistemas Geodésicos de Referências, bem como o Datum planimétrico e altimétrico.

Fica também estabelecido o sistema de coordenadas geográficas ou terrestres que é definido por paralelos e meridianos lançados sobre a superfície de referência, o Elipsóide de Revolução, onde uma dada posição é definida pelo cruzamento destas linhas.

O elipsóide é a superfície adotada para a produção de bases cartográficas em escalas grandes e médias, já para as escalas pequenas (continentais ou globais) é bastante utilizada como superfície de referência a Esfera, pois nestas escalas, o erro admissível é tão grande que o achatamento da terra não tem tanto significado.

No modelo elipsoidal, os meridianos são elipses resultantes de um plano secante ao elipsóide, que passa pelo seu eixo menor. Com base nestes meridianos é possível determinar a LONGITUDE Geodésica ( $\lambda$ ) de um ponto (P) qualquer, por meio do ângulo formado entre o plano do meridiano de Greenwich e o plano do meridiano que contém o ponto, cotado sobre o plano do Equador (Figura 12.1).

O meridiano de Greenwich é definido como a origem para as Longitudes, que variam de  $0^\circ$  a  $180^\circ$  graus, positivas no sentido Leste (E) e negativas no sentido Oeste (W).

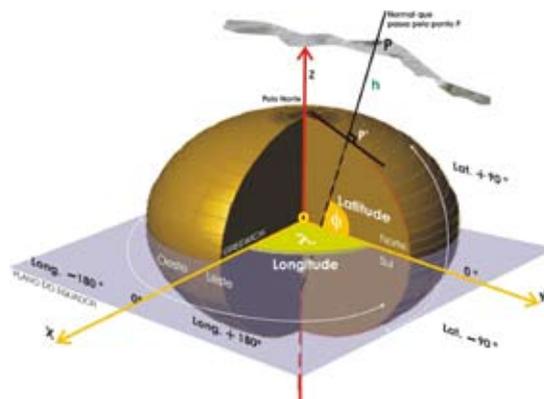


Figura 12.1 - Sistema de Coordenadas Geográfico. Latitude e Longitude Geodésicas.  
Autor: Gleidson Dantas, UFPE - Decart, 2006

Por sua vez, os paralelos são planos secantes, perpendiculares ao eixo de rotação do elipsóide. O paralelo de maior raio e mais importante é o EQUADOR, que divide a superfície em dois hemisférios, Norte e Sul. Com o apoio dos paralelos é definida a chamada LATITUDE Geodésica ( $\Phi$ ). A Latitude se define como o ângulo que a normal de um ponto (P) qualquer forma com a sua projeção no equador (Figura 1).

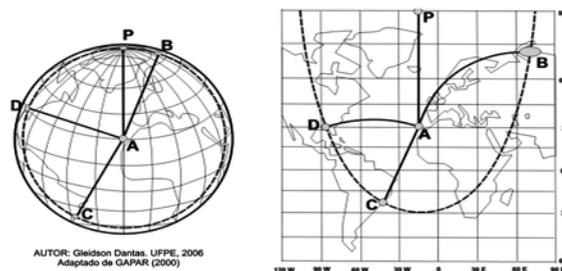
As Latitudes variam de 0º a 90º graus tendo como origem o plano do Equador e são positivas no sentido do hemisfério Norte(N) e negativas no sentido do hemisfério Sul(S).

## ANOTAÇÕES

Por questões práticas, no trabalho com mapas, as coordenadas geográficas Latitude e Longitude são convertidas por transformações matemáticas em coordenadas planas cartesianas, onde a orientação associa a coordenada X ao Leste (E) e a Y ao Norte (N).

O processo de representação de feições geográficas em um ambiente bidimensional é denominado de **Projeção Cartográfica**. Em uma projeção ocorrem dois processos: a redução da superfície de referência por um fator de escala e a planificação da mesma; no segundo processo, ocorrem deformações baseadas nas características geométricas do modelo da projeção escolhida.

Faz-se necessário lembrar que as superfícies esféricas e elipsoidais não são planificáveis, ao contrário das cilíndricas e cônicas. Diante do exposto, as deformações geométricas estão presentes em todas as projeções cartográficas e cada uma delas guarda características específicas (Figura 12.2).



AUTOR: Gleidson Dantas, UFPE, 2006  
Adaptado de GASPAR (2000)

Figura 12.2 - Representação das deformações das projeções cartográficas sobre a forma dos objetos à superfície da Terra. As distâncias entre os Pontos B, C, D e P são idênticas, aproximadamente 6.700 km  
Fonte: Adaptado de GASPAR (2000)

Existem muitos Sistemas de Projeção. No caso brasileiro, o sistema projetivo adotado no Mapeamento Sistemático do país é o Universal Transverso de Mercator (UTM). A projeção UTM, quando comparada a outras, apresenta distorções muito pequenas.

A utilização inadequada dos Sistemas Projetivos e de Referência causa inúmeros erros no ambiente SIG. Por tudo isto, é fundamental entender que as Geotecnologias trabalham com esses sistemas e que o seu entendimento básico é fundamental para a realização de bons trabalhos.

## 2.1 As Várias Abordagens

Em relação às definições conceituais do SIG muitos autores já postularam sobre a questão, mas não é possível encontrar uma definição única que seja aceita universalmente.

O autor CASTELE defende que as divergências conceituais são decorrentes das contribuições de variadas disciplinas que incorporaram a Tecnologia da Geoinformação, e assim afirma que apesar de as abordagens divergirem, elas não são antagônicas, apenas expressam olhares provenientes de formações acadêmicas distintas sobre o mesmo conceito, afirma que apesar dos conceitos divergirem não são antagônicos entre si, expressando apenas olhares provenientes de formações acadêmicas distintas sobre o mesmos, como pode ser observado a seguir.

**PRINCIPAIS DEFINIÇÕES:**

Segundo BUROUGH (1998), os SIG se caracterizam como um conjunto de tecnologias implementadas em ambiente computacional que são capazes de manipular, armazenar e recuperar dados objetivando simular, através de simplificações lógicas, situações e contextos existentes no mundo real.

ARONOFF (1989) destaca métodos e procedimentos manuais ou computacionais que são utilizados para armazenar e manipular dados que têm uma característica peculiar, uma posição geográfica bem definida, dados georreferenciados.

As abordagens que caracterizam a tecnologia como uma estrutura organizacional de suporte à decisão baseada na manipulação de dados referenciados espacialmente pressupõem a integração de recursos humanos e tecnológicos nos processos de análise e são defendidas por DALE e McLAUGHLIN (1990), COWEN (1988), entre outros.

Em resumo, são três enfoques que não são excludentes entre si, mas sim, complementares:

- O conjunto de tecnologias;
- Os métodos e procedimentos;
- O suporte à decisão.

Isto porque os SIG, apoiado em tecnologias e em métodos de análise, têm se consolidado cada vez como um instrumento de suporte a decisão.

## 2.2 - Funcionalidades dos Sistemas de Informações Geográficas

### ANOTAÇÕES

Todo o SIG tem que atender as seguintes funcionalidades:

1. Entrada de dados gráficos e descritivos;
2. Armazenagem e gerenciamento dos dados;
3. Interação com o usuário;
4. Elaboração de análises descritivas e espaciais sobre os dados;
5. Saída e apresentação de informações.

Entre elas a primeira merece destaque, pois o comprometimento qualitativo dos dados não impedirá a realização de análises. A consequência será a má qualidade das informações geradas, decorrentes de dados ruins e não representativos da realidade. Outro cuidado que se deve ter é com o dado gráfico para não se criar inconsistências cartográficas.

O armazenamento e o gerenciamento dos dados (item 2) são tratados pelo Sistema Gerenciador de Bancos de Dados (SGBD), que deve facilitar a entrada, a saída e a recuperação, controlando e restringindo o acesso .

O nível mais próximo ao usuário, a interface homem-máquina (item 3), define como o sistema é operado e controlado. Ela põe o usuário em contato com as funcionalidades existentes na aplicação SIG, assim, deve ser de fácil interpretação, pois as dificuldades advindas da mesma têm sido uma das grandes causas de desuso dos sistemas SIG.

A elaboração de análises (item 4) deve ser possível tanto na base gráfica, através do uso de análises espaciais, quanto na descritiva, através de operações aritméticas e de Lógica Booleana, permitindo a geração de relatórios, gráficos, mapas, etc.

A saída das informações (item 5) pode ser temporária quando apresentada no monitor ou mídia magnética e definitiva, quando registrada em mídia impressa.



Figura 12.3 - Funcionalidades dos Sistemas de Geoinformação. AUTOR: Gleidson Dantas. UFPE, 2006. Adaptação de CÂMARA et al (1996).

## 2.3 – A COMPOSIÇÃO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

A composição mínima de um Sistema de Geoinformação é a seguinte (Figura 12.4):

- a) Equipamentos computacionais (hardware);
- b) Programas computacionais (software);
- c) Dados;
- d) Pessoas (usuários);
- e) Métodos.



Figura 12.4 - Composição dos SIG. Autor: Gleidson Dantas, UFPE - Decart, 2006

Mesmo que estejam disponíveis os computadores mais potentes e os softwares mais caros, se não há dados a serem analisados, não há SIG. O pior contexto é ter tudo, mas não ter pessoas. Ainda que existam pessoas interessadas e todo o resto, se não existirem métodos e procedimentos definidos para a realização das análises espaciais, seria como ter um carro de luxo e não saber dirigir.

Como observado, para o sucesso da aplicação SIG não há como dissociar esses elementos uns dos outros. É necessário que todos estejam disponíveis e interagindo.

### a) Os equipamentos computacionais

Os Equipamentos representam o conjunto de componentes eletrônicos que podem ser agrupados, de forma genérica, do seguinte modo: CPU; Unidades de armazenamento HD, CD ROM, DVD ROM e disquetes; Unidades de entrada: teclado, mouse, mesa digitalizadora, scanner, Palm Top; Unidades de Saída: caixas de som, monitor e impressora.

### b) Os programas computacionais

Os Programas computacionais compõem o conjunto de aplicativos desenvolvidos com base em tecnologia SIG, os quais permitirão a manipulação dos dados gráficos e descritivos. As soluções computacionais podem ser implementadas em ambientes: Monousuários e Multiusuários.

As aplicações são monousuárias quando estão disponíveis em apenas uma estação de trabalho ou em vários computadores, entretanto, sem comunicação entre as mesmas.

Nesses sistemas, se o volume de consultas e de entrada de dados for significativo, poderá se tornar ineficaz, pois haverá um gargalo nos processos de atualização e saída de dados que estão concentrados em um só usuário.

As soluções multiusuárias são concebidas para funcionamento em ambiente de rede de modo que várias máquinas possam acessar uma base de dados única ao mesmo tempo, através de redes físicas locais ou de soluções remotas em ambiente de Internet ou Intranet.

São aplicações para sistemas corporativos que permitem a distribuição de dados espaciais em grande escala e promoção da descentralização na entrada de dados.

**c) Os dados espaciais**

Esses dados constituem a massa de informações gráfica e descritiva que compõem a Base de Dados Espaciais utilizada nos SIG. Suas características serão detalhadas a frente.

**d) As pessoas ou usuários**

De modo geral há dois grupos de usuários: os desenvolvedores (especialistas nas tecnologias da geoinformação) e os que realizam acesso e consulta.

O usuário é um componente de relevância, visto que as aplicações só são desenvolvidas para atender as suas necessidades. Neste sentido, os sistemas devem ser de fácil utilização, pressupondo que os usuários não tenham quer ser especialistas em SIG para operá-los. Isto é fundamental para vencer a inércia causada pela resistência natural a readaptações tecnológicas ou de procedimentos.

**e) Os métodos e processos**

Este componente diz respeito ao conjunto de métodos e procedimentos que são realizados por uma aplicação SIG e se traduzem nas funcionalidades que o sistema tem que atender e realizar. Essas funcionalidades devem ser levantadas com base nas necessidades dos usuários antes mesmo do uso do SIG.

Todos os componentes e, principalmente, as pessoas devem receber constantes investimentos e aprimoramentos para que haja a sustentabilidade do SIG.

Os dados descritivos e dados gráficos compõem as denominadas Bases de Dados Espaciais e são, ainda, conhecidas por dados geográficos ou entidades geográficas.

As Bases que só possuem campos de endereçamento (rua, número, bairro, etc.) não são consideradas espaciais. Para ser espacial, além de poder armazenar endereçamento tem que possuir uma posição geográfica amarrada a um sistema geodésico de referência.

É a capacidade de gerenciar ao mesmo tempo o dado gráfico e o descritivo que define a estrutura básica do SIG e o diferencia de todos os outros sistemas.

Os Dados Gráficos são responsáveis pelo registro gráfico, em escala, da geometria e posição dos objetos do mundo real, podendo ser armazenados e representados pelos formatos de arquivo, raster e vetorial.

Os Dados Descritivos são dados estruturados por listas seqüenciais (registros) ou arquivos indexados, são os atributos que descrevem as entidades ativas no SIG.

Estes dados têm quatro características indissociáveis: Uma posição geográfica; Atributos associados; Relações Topológicas e uma referência Temporal.

A posição geográfica responde à questão “onde está?” e tem por objetivo identificar univocamente, no espaço, uma entidade geográfica, a partir de um sistema de referência.

A Posição Geográfica explica um dos jargões mais conhecidos na Geoinformação, o georreferenciamento. Georreferenciar é o ato de posicionar em relação a uma dada referência. O prefixo geo, remete ao sentido geográfico deste posicionamento.

O atributo é o componente do dado espacial que tem por finalidade descrever e caracterizar a feição gráfica, respondendo a questões do tipo: o que é? Do que se trata?

As relações topológicas representam as relações possíveis entre entidades gráficas espacializadas, ou seja, com base na posição e geometria das feições é possível estabelecer relações entre estas de distância, contigüidade, continência, interseção, entre outras. De modo mais simples, descreve as relações espaciais do objeto com seu entorno.

A referência temporal esclarece a questão “de quando é o dado?” sendo essencial para avaliar o comportamento do dado ao longo tempo.

## ANOTAÇÕES

### 2.4.1 – A estrutura dos dados descritivos

Os dados descritivos são geralmente armazenados em estruturas tabulares inseridas em Bancos de Dados e são controlados pelos SGBD, que têm por finalidade armazenar e recuperar as informações de modo eficiente. Os bancos podem armazenar imagens, mídias de áudio e até vídeos, mas geralmente guardam textos e números. Os bancos que possuem módulos espaciais são capazes de armazenar, também, toda a base gráfica (dados vetoriais e raster).

A Figura 12.5 mostra as informações como: número de famílias, localização, estado de conservação, ocupante, pavimentos, foto, entre outras, que representam os atributos associados à feição geográfica do imóvel que possui o geocódigo 0423292.5.

Aqui surge outro jargão bem conhecido, o Geocódigo ou ID, que não passa de mais um atributo da entidade gráfica, usado como identificador único. Esse atributo tem a peculiaridade de ser exclusivo de cada entidade, assim como é o CPF para os brasileiros.

Geocodificar uma entidade geográfica é dar-lhe um atributo único, exclusivo. O Geocódigo é utilizado como elemento de união (join) entre a entidade gráfica e fontes externas de dados. Um exemplo bem conhecido é o Geocódigo dos Setores Censitários do IBGE que faz a ligação do setor com as tabelas de dados do censo.

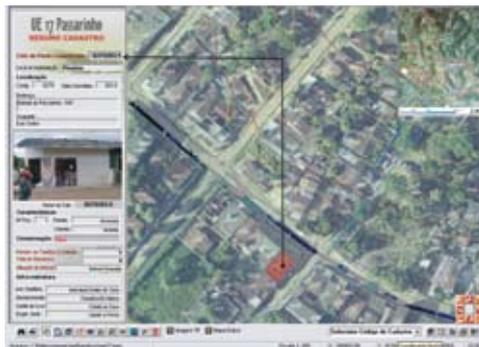


Figura 12.5- Recuperação de atributos pela seleção da entidade gráfica. SIGUE-17. Passarinho/Olinda (PE). FONTE: Programa PATPROSANEAR, UE -17 (2004)

### 2.4.2 – A estrutura dos dados gráficos

Os dados gráficos podem ser armazenados e representados pelos formatos de arquivo raster e vetorial.

A estrutura vetorial prevê a ocorrência de três entidades espaciais distintas, representadas nas primitivas geométricas: ponto, linha

## ANOTAÇÕES

e polígono. Essa estrutura armazena nos arquivos digitais (\*.SHP, \*.DWG, \*.DXF, \*.CAD e outros) grande número de coordenadas que definem a geometria e posição das entidades gráficas. São arquivos que geralmente não exigem do equipamento computacional grande espaço de armazenamento.

A primitiva geométrica ponto é representada por apenas um par de coordenadas ((20,20); Figura 12.6). A linha é definida por no mínimo dois pares de coordenadas ((10,40);... ;(50,10); Figura 12.6). Os polígonos são constituídos de no mínimo quatro pares de coordenadas e devem ser matematicamente fechados, ou seja, as coordenadas iniciais devem coincidir com as finais ((50,30);(20,50);...;(50,30); Figura 12.6).

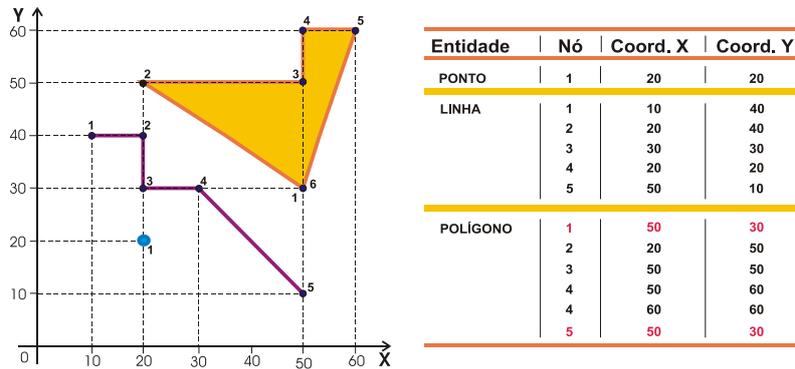


Figura 12.6 - Representação gráfica da estrutura vetorial: ponto, linha e polígono.

Autor: Gleidson Dantas - UFPE, 2006

A estrutura vetorial é bastante adequada às análises espaciais que usam a topologia Arco-Nó, na qual, as relações de conectividade, continuidade, entre outras, são avaliadas.

Os dados raster são estruturas numéricas, representadas por imagens armazenadas em formato matricial, que são compostas por um conjunto de pixel (células), dispostos em linhas (X) e colunas (Y), onde suas dimensões definem a resolução da malha.

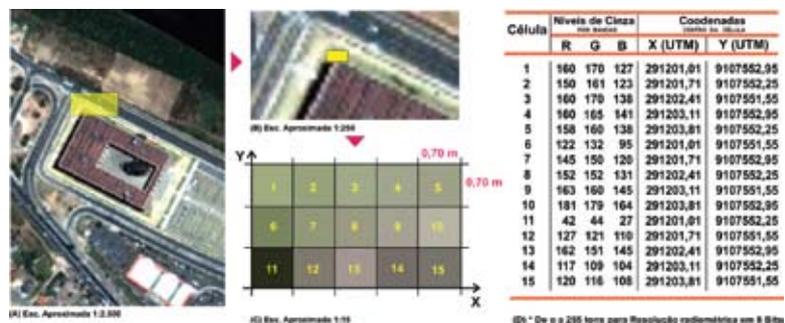


Figura 12.7 - Imagem Quick Bird II - 0,70 m. Sucessivas ampliações para visualizar as dimensões da malhas (resolução espacial) e Representação esquemática da estrutura raster.

Autor: Gleidson Dantas - UFPE, 2006

Na figura 12.7(A) a imagem parece ser contínua, porém, já na 12.7(B) se percebe seu serrilhamento, por fim, na 12.7(C) se observa a malha o que comprova que ela não é contínua.

As imagens de satélite registram a informação da luz do sol, que é refletida dos alvos no solo, em bandas (comprimentos de onda) diferentes. Cada banda guarda a intensidade do sinal refletido em quantidades iguais de níveis digitais. Quanto mais níveis digitais, maior é a resolução radiométrica do sensor a bordo do satélite e, quanto mais bandas, maior a resolução espectral. A cada valor de nível digital é atribuído um tom de cinza ou de alguma cor, que é projetada no monitor para a representação gráfica da matriz numérica (Figura 12.8).

Nesta mesma lógica são produzidas as composições coloridas que se vê na tela, através da atribuição dos níveis digitais de cada célula das bandas: Vermelho, Verde e Azul, às cores: vermelho, verde e azul respectivamente (R, G e B – Red, Green e Blue em inglês).

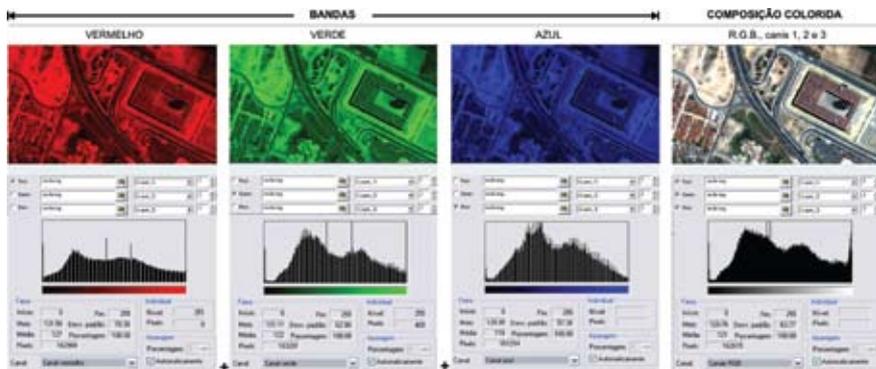


Figura 12.8 - Histogramas da distribuição de níveis de cinza por Banda; aplicação dos filtros R, G, e B e combinação das Bandas para formação da composição colorida - Imagem Quick Bird II.

Autor: Gleidson Dantas - UFPE, 2006.

Esse tipo de dado gera arquivos enormes e apresenta só uma estrutura, a própria célula - assim, as feições ponto, linha e polígono são somente arranjos de células com o mesmo nível digital (Figura 12.9). Há uma relação biunívoca do vetor com o raster que permite a transformação de um no outro e vice-versa.

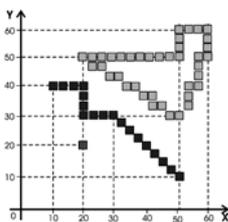


Figura 12.9 - Representação gráfica do dado raster: ponto, linha e polígono.

É possível considerar que os dados raster são a informação (intensidade da energia eletromagnética refletida) associada a uma posição no espaço, enquanto o dado vetorial é um conjunto de posições no espaço (coordenadas) associadas à informação (dados descritivos). A estrutura raster é bastante empregada em estudos ambientais como monitoramento de cobertura vegetal, poluição e temperatura das águas, desertificação, etc.

## 2 – RECURSOS NECESSÁRIOS PARA UTILIZAÇÃO DOS SIG

Os recursos necessários para a implantação de um SIG decorrem diretamente das demandas que terão que ser atendidas pelo sistema.

O uso pleno das análises espaciais, bem como dos engenhos de geoprocessamento disponíveis nos programas SIG, dependem de vários aspectos, dos quais se destacam:

- Os softwares disponíveis;
- O conhecimento técnico dos responsáveis pelo GEO;
- E o mais importante: a disponibilidade de base cartográfica cadastral recente.

Existe uma grande variedade de softwares SIG disponíveis que vão desde os proprietários até os gratuitos. Isto mostra que o software já não é o grande problema e sim as dificuldades que podem ocorrer na ausência de um especialista em Geotecnologias e na indisponibilidade de cartografia.

### 2.1 - A infra-estrutura para o ambiente monousuário

Não será discutido aqui o cenário ideal para o uso de Geotecnologias, onde toda a base de dados espaciais é acessada de forma remota a partir de um GEO DATA BASE, mas o contexto de um setor responsável que teria por finalidade prover informações espaciais para subsidiar o conhecimento do território e as ações de Defesa Civil.

#### 2.1.1 - Infra-estrutura de software;

Estão disponíveis no mercado vários softwares livres de código-fonte aberto e gratuitos, tanto para publicação WEB de mapas, quanto para aplicações Desk Top. Esses programas já apresentam bons resultados, mas, de modo geral, se apresentam em nível inicial de desenvolvimento, com interfaces pouco intuitivas e exigindo usuários com conhecimentos aprofundados de SIG e de Informática para manipulá-los.

Alguns softwares livres mais conhecidos: JUNP, GRASS e TerraView para o ambiente SIG. Um excelente programa para o georreferenciamento e tratamento de imagens é o SPRING.

Já entre os Softwares proprietários, destacam-se como CAD's Cartográficos para a produção de bases espaciais o MaxiCAD 32 da MaxiDATA, o AutoDesk MAP da AutoDesk, o MicroStation da



## ANOTAÇÕES

É necessário para o trabalho com SIG o uso de uma máquina com volumosa capacidade de armazenamento e processamento de dados, com uma placa aceleradora gráfica que seja robusta, tela de LCD de 17 polegadas ou superior, em formato 16:9 (Widescreen) e, por fim, um gravador de DVD para realizar Backups. Isso se deve ao tamanho das imagens de satélite, das bases vetoriais em escala cadastral e da capacidade de processamento exigida pelas técnicas de análise espacial. Para a impressão dos mapas de campo é aconselhável o uso de uma impressora que suporte papel de formato A3.

### SUGESTÃO

**Preço médio:** R\$ 1.500,00 sem o monitor.

**Processador:** Intel Core 2 Duo E4500

**Placa mãe:** Asus P5K SE

**Memória:** 2GB 800Mhz DDR2

**Hard Disk:** 250GB - 7200 RPM, SATA 2

**Placa de Vídeo:** ATI Radeon – 256 MB ou Superior.

**Gravador de DVD:** Dual Layer

**Kit:** Mouse Óptico, Teclado e Caixas de Som

**Impressora formato A3 HP:** preço médio - R\$ 1.650,00

### 2.1.3 - Infra-estrutura de Dados Espaciais

#### a) Os Dados Gráficos

A ação de Defesa Civil ocorre na escala do imóvel, assim, é preciso que os subsídios cartográficos sejam compatíveis com esse nível de detalhamento, ou seja, escalas entre 1:5.000 e maiores (contexto ideal: 1:2000 ou 1:1000), denominadas cartas cadastrais.

A produção deste tipo de cartografia, que geralmente é realizada a partir de levantamento topográfico ou aerofotogramétrico, é muito onerosa. Muitos municípios não dispõem desse tipo de base gráfica e para os que possuem, o problema é a sua atualização.

Entretanto, para efeito operacional da ação de Defesa Civil, não se faz necessária à atualização da base gráfica com os rigores cartográficos exigidos pela PEC (padrão de exatidão cartográfico), visto que a exatidão geométrica não é tão relevante quanto a posicional - isto porque, para ação emergencial, o mais importante é localizar o ponto de risco, ainda que com erro bem maior que o da PEC, que é de 0,5 mm na escala da carta.

Nesse sentido, não falamos em atualização cartográfica e sim no lançamento de informações espaciais relevantes para a ação de defesa civil tais como: imóveis em risco, linhas de drenagem, pon-

tos de lona plástica, ruas (acesso) que frequentemente não estão no cadastro de logradouros formal, equipamentos de saúde, pontos de grande erosão, etc.

Além do GPS de navegação, uma ótima fonte de apoio para o lançamento dessas informações é a imagem de satélite de alta resolução espacial (que tem um custo bem mais acessível). Uma vez adquirida a imagem com um bom nível de ortorectificação e georreferenciada ao mesmo sistema da carta cadastral, as informações podem ser vetorizadas sobre ela.

Para os municípios que não possuem cartas cadastrais, seria aconselhável a aquisição de uma imagem de satélite. O reconhecimento atualizado da dinâmica espacial do município é um benefício que vai para muito além da defesa civil, chegando a todas as secretarias da municipalidade, sobretudo as secretarias de Planejamento e de Finanças.

## ANOTAÇÕES



Figura 12.10 - Atualização da Cartografia com apoio de Imagem de Satélite

### b) Os Dados Descritivos

Lembrando que a confecção de um SIG exige a redução da realidade a um modelo lógico computacional, as fichas cadastrais devem evitar a descrição unicamente textual da avaliação do risco. A ficha deve conter, além da descrição, o detalhamento das temáticas que se quer registrar, particularizando os elementos em campos individuais no bando. Isso se deve ao fato de o SIG não ser capaz de interpretar textos para construir mapas temáticos.

## ANOTAÇÕES

Como exemplo pode ser utilizada a temática “padrão construtivo”, vinculada à caracterização da vulnerabilidade do imóvel, que pode ser detalhada nos seguintes dados:

Quando 12.1 - Exemplo de detalhamento para o Tema: Padrão Construtivo

SUB-TEMA	CAMPO DO BANCO	DETALHADAMENTO
PISO	TIPO DE PISO	Terra Batida, Cerâmica, Cimentado, etc.
	SITUAÇÃO DO PISO	Abatimento, Rachaduras, infiltrações, etc.
COBERTA	TIPO DE COBERTA	Cerâmica, Amianto, Metálica, Plástico, etc.
	ESTADO CONSERVAÇÃO	Bom, Regular, Precário sem Risco, Precário com Risco, etc.
PAREDES	TIPO DE VEDAÇÃO	Alvenaria, Taipa, Madeira, Restos de Materiais, etc.
	SITUAÇÃO DA PAREDE	Queda Parcial, Rachaduras, infiltrações, deslocamento, etc.
EDIFICAÇÃO	ESTADO CONSERVAÇÃO	Bom, Regular, Precário sem Risco, Precário com Risco, etc.

Na estrutura apresentada no exemplo, cada Subtema pode gerar um mapa temático, se necessário, relatório com os imóveis indicados para a melhoria habitacional, entre outros.

Quanto ao modo de coleta, esta pode ser analógica, se realizada com a aplicação da ficha de papel (figura 12.11), ou de modo digital, se feita a partir de aparelhos do tipo Palm Top.

**PREFEITURA DO RECIFE**  
SEC. DE PLANEJAMENTO PARTICIPATIVO, OBRAS E DESENVOLVIMENTO URBANO E AMBIENTAL  
COORDENADORIA DE DEFESA CIVIL DO RECIFE - CODECIR

**CADASTRO DO IMÓVEL**  
**FICHA TÉCNICA DE ENGENHARIA**

LOCALIDADE: \_\_\_\_\_ SETOR: \_\_\_\_\_ Cadastro Nº \_\_\_\_\_  
De 0001 a 9999

TITULAR: \_\_\_\_\_ ENDEREÇO: \_\_\_\_\_ Nº: \_\_\_\_\_ **ALAGADOS**

**DADOS DE IMPLANTAÇÃO:** RIO  CANAL  AÇUDE  LAGOA  BAIXO ALAGADO  LÂMINA DA ÁGUA (altura em m) \_\_\_\_\_  
EM RELAÇÃO A MARGEM: EM NA MARGEM - PRÓXIMO NA MARGEM - AFASTADO SOBRE O LEITO

**CARATER DA VISTORIA:** SITUAÇÃO  MARGEM DIREITA  MARGEM ESQUERDA

**PADRÃO CONSTRUTIVO:**

Nº DE PAVIMENTOS: \_\_\_\_\_ ÁREA APROXIMADA: \_\_\_\_\_ m² Nº DE CÔMODOS: \_\_\_\_\_ Nº DE DOMITÓRIOS: \_\_\_\_\_ TEMPO DA CONSTRUÇÃO: \_\_\_\_\_ Anos

TIPOLOGIA DA EDIFICAÇÃO: TÉRREO  DUPLEX  TRIPLEX  CORRER DE QUARTO  BARRACO  PALAFITA  QUARTO ISOLADO

PISO: TERRA BATIDA  CERÂMICA  MADEIRA  CIMENTADO  OUTRO  (Especificar) \_\_\_\_\_  
SITUAÇÃO DO PISO: ABATIMENTO  RACHADURA  MADEIRA DETERIORADA

ESTRUTURA: ALVENARIA ESTRUTURAL  MADEIRA  CONCRETO ARMADO  TAIPA  OUTRO  (Especificar) \_\_\_\_\_

PAREDES/VEDAÇÃO: ALVENARIA  MADEIRA  TAIPA  LONA PLÁSTICA  RESTOS DE MATERIAIS  MISTO  (Esp.) \_\_\_\_\_  
SITUAÇÃO DA PAREDE: FISSURADA  RACHADA  RECALQUE  DESLOCAMENTO  INFILTRAÇÕES  DESABAMENTO PARCIAL  TOTAL

REVESTIMENTO EXTERNO: REBOCO  CHAPISCO  SEM REVEST.  OUTRO (Especificar) \_\_\_\_\_ PORCENTAGEM \_\_\_\_\_ %  
REVESTIMENTO INTERNO: REBOCO  CHAPISCO  SEM REVEST.  OUTRO (Especificar) \_\_\_\_\_ PORCENTAGEM \_\_\_\_\_ %

COBERTA: CERÂMICA - INGLESA  CANAL  AMIANTO  LAJE  METÁLICA  LONA  REST. MATERIAS  OUTRO \_\_\_\_\_  
ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA COBERTA: BOM  REGULAR  PRECÁRIO COM RISCO  PRECÁRIO SEM RISCO

ACESSO AO IMÓVEL: RUA PRINCIPAL  R. SECUNDÁRIA  POR BECO  PELO IMÓVEL DO VIZINHO  POR PASSARELA DE MADEIRA

ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA EDIFICAÇÃO: BOM  REGULAR  PRECÁRIO COM RISCO  PRECÁRIO SEM RISCO

**MOTIVO DA REMOÇÃO:**

DESABAMENTO POR MÁ CONSERVAÇÃO  DESLIZAMENTO - BORDA DA CALHA  ALAGAMENTO  REDE DE ALTA TENSÃO

INDICAÇÕES: RETIRADA IMEDIATA  RETIRADA EM CASO DE CHUVA  MONITORAMENTO

Figura 12.11 – Parte Frontal da Ficha de Engenharia do Setor de Alagados.

Fonte: SPPODA - Coordenadoria de Defesa Civil do Recife – CODECIR.

### 3. PRINCIPAIS APLICAÇÕES EM DEFESA CIVIL

Nas várias etapas e atividades da ação de Defesa Civil, o conhecimento sobre o território é imprescindível para a obtenção de resultados mais eficazes, seja para acelerar a localização de uma emergência ou para se retornar a um ponto de monitoramento.

A partir dessa constatação, as Geotecnologias têm assumido papel cada vez mais presente, oferecendo inúmeras ferramentas de

apoio, tais como: Bancos de Dados, Modelos Digitais de Terreno (3D) e SIG. Com essas ferramentas é possível se combinar um enorme gama de análises espaciais que possibilitam a identificação de áreas de maior declividade, números de imóveis contidos em um setor de risco com a relação de suas famílias, etc.

## ANOTAÇÕES

As Geotecnologias podem ser úteis em vários momentos do Modelo para o Gerenciamento do Risco proposto pelo UNDRO (1991), que inclui os seguintes procedimentos:

1. Identificação
2. Análise de riscos
3. Medidas Preventivas Estruturais – urbanização e obras
  - i. Não-estruturais – defesa civil
  - ii. Planejamento para situações de emergência
4. Informações públicas e treinamento

De modo ilustrativo, serão descritas apenas algumas aplicações. Na 1ª etapa, que objetiva a caracterização do processo destrutivo e o modo como se desenvolve na área, as geotecnologias podem corroborar, como por exemplo, com informações provenientes de mapas Geológicos, Litológicos, representação do sistema hídrico, e modelos 3D de terreno.

Na 2ª etapa, onde são observados os principais fatores relacionados à suscetibilidade e à vulnerabilidade, os SIG podem ser utilizados no registro espacial das situações de risco, caracterizando-as, quantificando moradores expostos e hierarquizando o risco por grau.

Na etapa 3.i das intervenções físicas estruturais, as informações armazenadas no SIG podem subsidiar a definição de prioridades, o mapeamento das obras executadas e em execução, possibilitando acompanhar a manutenção, os prazos e os investimentos. O item 3.ii é bastante utilizado no mapeamento dos pontos de monitoramento e remoção.

Na 4ª etapa, a espacialização das estruturas e meios disponíveis, bem como a localização dos eventos, pode ser muito útil, tanto no planejamento quanto na ação emergencial.

### **Registro de Ocorrências e Pré-mapeamento.**

A principal fonte de demanda das Coordenadorias de Defesa Civil nos períodos de anormalidade é o seu atendimento telefônico, por onde é registrada a maioria das ocorrências. O registro das ocorrências de modo eficaz é indispensável na ação emergencial, definindo as prioridades e a logística, além de trazer uma leitura mais próxima da situação instalada.

O SIG pode ser empregado no pré-mapeamento das ocorrências, permitindo a caracterização e a rápida localização, ainda que expedida, do sinistro, a partir do referencial: “logradouro” (figura 12.12).



Figura 12.12 – Sistema de Localização de Logradouros. FONTE: SIG do Programa Parceria nos Morros.

É possível com o SIG registrar, a partir do questionamento do operador ao solicitante, características da ocorrência que viabilizem a identificação das prioridades de atendimento (existência de vítimas, etc.) e ordená-las por prioridade, proximidade e tipo do problema (figura 12.13). Imprimir, ainda, a Ficha da Ocorrência com: prioridade, solicitante, tipo de ocorrência e o mapa da pré-localização que aproxima ao nível da rua. Porém, o SIG só funciona se forem atualizados os logradouros e com os nomes populares utilizados pelos moradores.

No retorno do atendimento de campo, deve-se informar ao SIG o número da ficha de atendimento, o técnico que o fez, a data e realizar a mudança no sistema do status de “Em atendimento” para “Atendida”. Com o SIG é possível gerar mapas e vários relatórios como: atendimento (demanda X resposta), tipo mais freqüente e onde ocorre, etc.



Figura 12.13 – Visualização das Ocorrências por tipo e nível de prioridade.

### Planos de Contingência

“O Plano de Contingência é um instrumento previsto pelo Sistema de Defesa Civil Nacional, que consta de um conjunto de procedimentos e ações para atender às emergências, incluindo a definição dos recursos humanos, materiais, e os equipamentos complementares para atendimento aos desastres”<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> BRITO, Nina Celeste Macário Simões de. ALERTA 2006 - Plano de Contingência, CODEICR 2006. Prefeitura do Recife - SPOODUA / PE

Nesse contexto, o gerenciamento dos recursos disponíveis e sua espacialização (mapa: de equipes, locais de abrigo, equipamentos de saúde, etc.) é fundamental para a identificação dos mais próximos que podem ser acionados no caso de ocorrência.

## ANOTAÇÕES

### Monitoramento de Risco

A principal função das vistorias de monitoramento realizadas com os técnicos de engenharia e social é realizar o acompanhamento da evolução das situações de risco. Na ação de monitoramento, nos relevos movimentados, são registradas informações principalmente dos imóveis expostos aos riscos de escorregamento, registrando-se dados referentes ao padrão construtivo, ao estado de conservação e às informações sócio-econômicas de cada morador do imóvel, caracterizando, assim, a sua vulnerabilidade.

São preenchidas, ainda, informações referentes ao talude onde são levantados os dados da suscetibilidade do meio físico, registrando-se os processos instalados e seu estado evolutivo, bem como os seus elementos agravantes (lançamento de águas no talude, ausência de cobertura vegetal, presença de lixo, drenagem insuficiente, etc.).

Com base na análise do risco, a entidade geográfica imóvel recebe os atributos do Grau de Risco, da relação das intervenções (se necessárias) e dos encaminhamentos. As intervenções descrevem as ações de reparação construtiva do imóvel decorrentes dos processos no meio físico e dos vícios construtivos da própria edificação que podem ser vetores de risco. Os encaminhamentos estão associados a ações não-estruturais do tipo: remoção, monitoramento, retirada em caso de chuva forte, entre outros.

O SIG deve permitir o registro temporal das vistorias criando o histórico do imóvel.

É aconselhável que na estruturação dos dados dentro do SIG, sejam registradas as informações do Imóvel e do Talude em entidades geográficas distintas, assim como o fazem os Planos Municipais de Redução de Risco. Essa metodologia evita a redundância de dados, pois impede que a caracterização da suscetibilidade do meio físico seja replicada tantas vezes quantos forem os imóveis cadastrados.

**Plano Municipal de Risco de Risco**

Tem por função registrar o Mapeamento de Risco que é realizado através da definição territorial de setores (figura 5.3), que são classificados a partir da interação entre a vulnerabilidade e a suscetibilidade, em quatro Graus de Risco, que vão do Baixo até o Muito Alto.

O PMRR deve:

1. Atualizar o conhecimento do risco no município;
2. Propor intervenções estruturais para a redução efetiva do risco;
3. Estimar o custo das intervenções estruturais;
4. Definir os critérios técnicos para a priorização das intervenções;
5. Propor medidas não estruturais e modelos de gerenciamento que fortaleçam a Defesa Civil.

O Modelo Lógico do PMRR define o Setor de Risco (primitiva geométrica polígono) como a principal unidade espacial. As entidades Imóvel e Obras se relacionam de modo 1 para N (um para muitos) com o setor, ou seja, um setor pode ter N imóveis e N obras.

Durante o PMRR é registrado o número de moradias nas situações mais críticas de risco (por setor) com suas respectivas famílias, indicando-as para monitoramento e para remoção. São identificadas, também, as obras de engenharia necessárias à redução do risco e realização da estimativa dos investimentos (figura 12.15).

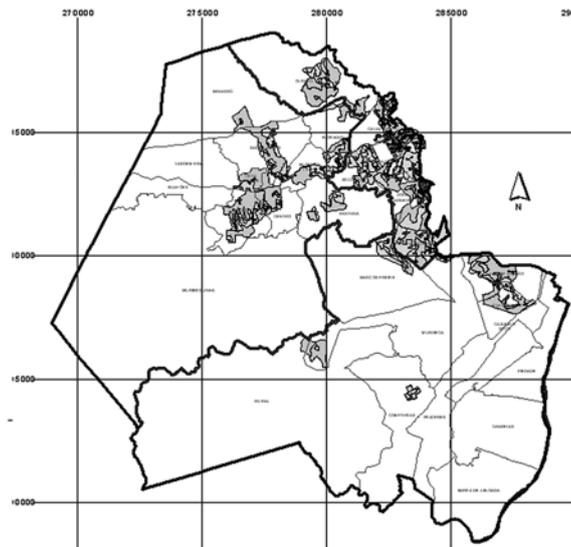


Figura 12.14 – Mapa de Setores de Risco. Fonte: PMRR de Jaboatão dos Guararapes, 2006.

## ANOTAÇÕES



Figura 12.15 – Layout de Obras.  
Fonte: PMRR do Recife, 2007.

Quando não existir uma relação de pontos de monitoramento já consolidada, o Modelo Tridimensional de Terreno (MDT) associado com o SIG pode ser muito útil na produção de um pré-mapeamento a partir da identificação das áreas de alta declividade e do cruzamento dessas informações com outras camadas tais com: mapa de solos, mapa geológico, adensamento urbano, etc. O mesmo MDT(ver figura 3.3) ainda pode ser utilizado para identificação dos baixos e dos vales que, sobrepostos às camadas da hidrografia e do adensamento urbano, pode servir para zonear áreas alagadas e passíveis de alagamento.



Figura 12.16 – Modelo Tridimensional de Terreno (MDT) com Ortofotocarta. Esc. 1:2.000. Fonte: IPHAN – 5ª Superintendência Regional. Escritório do Sítio Histórico de Olinda, 2008.

1. ARONOFF, S., 1989. *Geographic Information Systems: A Management Perspective*. Ottawa: WLD Publications.
2. BURROUGH, P. A.; McDONNELL, R. A., 1998. *Principles of Geographical Information Systems*. Spatial Information Systems and Geostatistics. New York: Oxford University Press.
3. CÂMARA, G.; CASANOVA, MA.; HEMERLY, AS.; MAGALHÃES, GC.; MEDEIROS, MB. *Anatomia de Sistemas de Informações Geográficas*. Cartgraf LTDA., 1996. 187p.
4. CASTELE, III, Gilbert H. *Profiting from a Geographic Information System*. GIS World Book. Fort Collins, 1993.
5. COWEN, David. GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences? In: PEUQUET, Donna, MARBLE, Duane. *Introductory readings in Geographic Information System*. London: Taylor & Francis, 1990.
6. CUNHA, José Gleidson Dantas da. *O uso de Tecnologias da geoinformação no apoio às ações estruturais de redução de risco em encostas*. (Dissertação de Mestrado) Recife: Departamento de Engenharia Cartográfica, Universidade Federal de Pernambuco, 2006.
7. DALE, Peter F.; McLAUGHLIN, John D. *Land Information Management: an introduction with special reference to cadastral problems in Third World countries*. Oxford University Press. New York, 1990.

## EQUIPES TÉCNICAS

### GESEP - DEC/UFPE

#### Coordenador

**Prof. Roberto Quental Coutinho**  
(Pós-Doutor em Engenharia Civil - UFPE)

#### Professores

**Engª Ana Patrícia N. Bandeira - UFPE**

(Mestra Engenharia Civil - Doutoranda)

**Prof. Jaime Joaquim da S. P. Cabral - UFPE**

(Doutor em Recursos Hídricos)

**Prof. José Gleidson D. Cunha - UFPE**

(Mestre em Tecnologias da Geoinformação)

**Profª Margareth M. Alheiros - UFPE**

(Doutora em Geologia Ambiental)

**Profª Rejane Lucena**

(Mestra em Gestão de Políticas Públicas)

**Prof. Roberto Quental Coutinho - UFPE**

(Pós-Doutor em Engenharia Civil)

#### Tutores

Ana Maria Soares de Souza

Ana Patrícia Nunes Bandeira

Anderson Luiz Ribeiro de Paiva

Fabíola de Souza Gomes

Luciana Macário Simões da Silva

Maria Isabela Marques da Cunha Vieira Bello

Olindina Gomes de Macedo

Renata Regina da Silva

Ricardo Nascimento Flores Severo

Saul Barbosa Guedes

Vanessa de Araújo Lira

### CEAD UFPE

#### Coordenação Geral

**Sonia Schechtman Sette - UFPE**

(Doutora em Matemática - Pós-Doutorado em Informática)

#### Coordenação Lingüístico-comunicacional

**Cristina Teixeira Vieira de Melo - UFPE**

(Doutora em Lingüística)

#### Coordenação Didático-pedagógica

**Maria de Fátima Duarte Angeiras**

(Doutora em Educação)

#### Administração de Sistemas da Informação

Eduardo José Soares Dias da Silva

#### Identidade Visual e Diagramação do Material Didático

Bruno Ferreira

#### Apostila - Capa

Bruno Ferreira e Dóris Rodrigues Coutinho

#### Adequação de Linguagem e Revisão Lingüística

Renata do Amaral

## ANOTAÇÕES