

# **CURSO**

**Treinamento de Técnicos Municipais para o  
Mapeamento e Gerenciamento de Áreas Urbanas com  
Risco de Escorregamentos, Enchentes e Inundações**

**MINISTÉRIO DAS CIDADES**

**INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT**

**MAIO – 2004**

## **APRESENTAÇÃO DO CURSO**

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

## **PÚBLICO ALVO**

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

## **OBJETIVO PRINCIPAL**

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

## **OBJETIVO ESPECÍFICO**

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

## **CONTEÚDO DO CURSO**

O curso está dividido em duas partes: aulas teóricas e práticas (campo e exercícios aplicados).

O curso será ministrado em cinco dias, conforme o seguinte programa:

### **PRIMEIRO DIA**

#### **MANHÃ**

##### Abertura

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

##### Curso

Introdução ao curso (apresentação da estrutura e conteúdo do curso).

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

#### **TARDE**

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

## **SEGUNDO DIA**

### **MANHÃ**

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

### **TARDE**

5 – Identificação, análise e mapeamento de áreas de risco de enchentes e inundação.

5.1 – Conceitos.

5.2 – Tipologia de processos hidrológicos e principais cenários de risco em áreas urbanas.

5.3 – Identificação, Análise e mapeamento de áreas de risco de enchentes e inundação.

- métodos e técnicas;
- critérios de análise e mapeamento de risco;
- estabelecimento de graus de risco;
- parâmetros de hierarquização de risco.

## **TERCEIRO DIA**

### **MANHÃ**

6 - Noções Gerais de Gerenciamento de Áreas de Risco.

6.1 – Medidas de Prevenção e Controle de Risco de Escorregamentos, Enchentes e Inundações.

### **TARDE**

7 – Plano Preventivo de Defesa Civil.

- concepção
- implantação
- operação
- exemplos

8 – Introdução ao treinamento de campo em área de risco previamente escolhida com aplicação do roteiro metodológico e montagem do PPDC.

## **QUARTO DIA**

9 - Exercício prático de campo em área de risco de escorregamentos.

Área de estudo:

## **QUINTO DIA**

10 - Trabalhos de escritório para sistematização dos dados do mapeamento e cadastro de moradias.

11 - Trabalhos de escritório para montagem do PPDC.

Discussões finais e fechamento do curso.

## **AULAS TEÓRICAS**

O curso será ministrado por meio de aulas teóricas expositivas. O aluno receberá uma apostila com o conteúdo das aulas.

## **PRÁTICA DE CAMPO**

Os participantes, organizados em grupo, deverão percorrer a área, munidos de **fotografia aérea do local, fotografias de baixa atitude (fotos de helicóptero), mapa geológico local, planta do local, guia de ruas**, quadro auxiliar para elaborar o diagnóstico do setor e a descrição do processo de instabilização no local, quadro auxiliar para caracterizar a densidade de ocupação e implantação da infra-estrutura básica, quadro contendo os critérios de julgamento da probabilidade de ocorrência de processos de instabilização (escorregamentos em encostas ocupadas e solapamento de margens de córrego), quadro com a descrição dos diferentes tipos de intervenção possíveis de serem implantados na área e ficha de campo.

Os grupos deverão preencher os campos da ficha de cadastro da área, definir os setores e os respectivos graus de probabilidade de ocorrência de processos.

## AULA 1

### INTRODUÇÃO AO GERENCIAMENTO DE ÁREAS DE RISCO

#### CENÁRIO POLÍTICO E SOCIAL

##### IDENTIFICAÇÃO DO CENÁRIO

- crise econômica e social com solução de longo prazo;
- política habitacional para baixa renda historicamente ineficiente;
- ineficácia dos sistemas de controle do uso e ocupação;
- inexistência de legislação adequada para as áreas suscetíveis;
- inexistência de apoio técnico para as populações;
- cultura popular de “morar no plano”.



RESULTADO

---

#### ALTERNATIVAS TÉCNICAS

##### ELIMINAR/REDUZIR OS PROBLEMAS

- Agindo sobre o processo
- Agindo sobre a consequência

##### EVITAR A FORMAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO

- Controle do uso do solo

##### CONVIVER COM OS PROBLEMAS

- \_\_\_\_\_

#### PERGUNTAS BÁSICAS

1. O que e como ocorre: Processos
2. Onde ocorrem os problemas: Mapeamento
3. Quando ocorrem os problemas: Correlação, Monitoramento
4. Que fazer: \_\_\_\_\_

## FUNDAMENTOS

### PREVISÃO

Possibilidade de identificação das áreas de risco com a indicação dos locais onde poderão ocorrer acidentes (definição espacial = ONDE), estabelecimento das condições e circunstâncias para a ocorrência dos processos (definição temporal = QUANDO).

### PREVENÇÃO

Possibilidade de serem adotadas medidas preventivas visando, ou inibir a ocorrência dos processos, ou reduzir suas magnitudes, ou ainda minimizar seus impactos, agindo diretamente sobre edificações e/ou a própria população.

## MODELO DE ABORDAGEM DA ONU

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

## IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

## ANÁLISE DE RISCOS

- Quantificação: relativa e/ou absoluta
- Zoneamento de risco
- Cadastramento de risco
- Codificação dos graus de risco
- Carta de risco



## **MEDIDAS DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES**

### **ESTRUTURAIS**

- Obras de contenção, drenagem, proteção superficial
- Reurbanização
- Relocação de moradias e população

### **NÃO-ESTRUTURAIS**

- Planejamento urbano
- Cartas geotécnicas e de risco
- Planos Preventivos de Defesa Civil
- Legislação
- Educação e capacitação

## **ATENDIMENTOS EMERGÊNCIAIS**

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

## **INFORMAÇÕES PÚBLICAS E TREINAMENTO**

- Cursos, palestras, seminários, reuniões
- Publicações técnicas
- Cartilhas, folders, cartazes
- Simulados

## AULA 2

### CONCEITOS BÁSICOS DE RISCO E DE ÁREAS DE RISCO

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

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

Para homogeneizar o entendimento das equipes técnicas, são propostas as seguintes definições dos termos mais utilizados.

#### EVENTO

Fenômeno com características, dimensões e localização geográfica registrada no tempo.

#### PERIGO (HAZARD)

Condição com potencial para causar uma consequência desagradável.

#### VULNERABILIDADE

Grau de perda para um dado elemento ou grupo dentro de uma área afetada por um processo.

#### SUSCETIBILIDADE

Indica a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em áreas de interesse ao uso do solo, expressando-se segundo classes de probabilidade de ocorrência

#### RISCO

Probabilidade de ocorrer um efeito adverso de um processo sobre um elemento. Relação entre perigo e vulnerabilidade, pressupondo sempre a perda.

#### ÁREA DE RISCO

Área passível de ser atingida por 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, essas áreas correspondem a núcleos habitacionais de baixa renda (assentamentos precários).

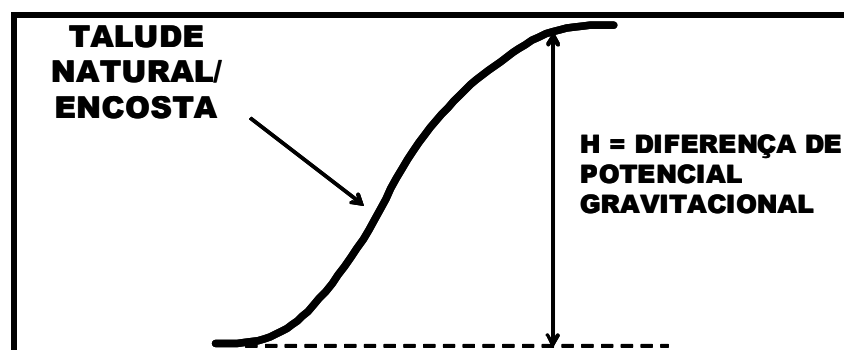
### AULA 3

## IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE E MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE ESCORREGAMENTOS

### CONCEITOS

#### TALUDE NATURAL - ENCOSTA

Superfície natural inclinada unindo outras duas com diferentes potenciais gravitacionais.

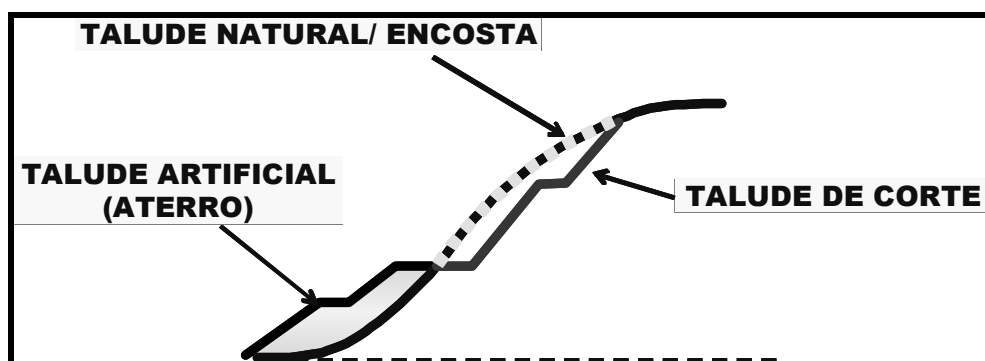


#### TALUDE DE CORTE

Talude natural com algum tipo de escavação.

#### TALUDE ARTIFICIAL

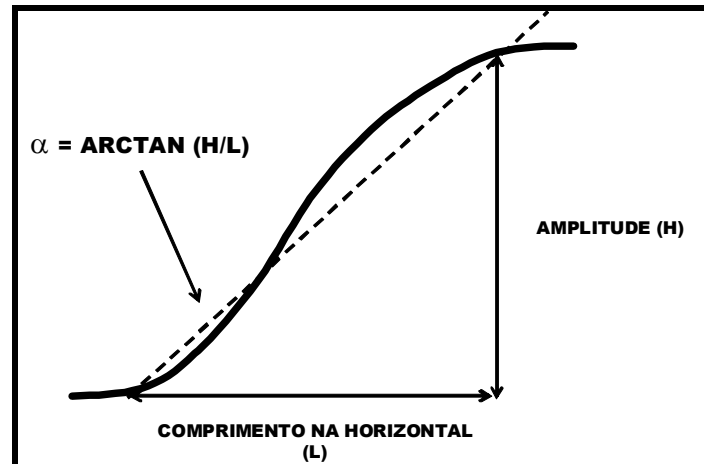
Taludes de aterros diversos (rejeitos, bota-foras, etc.).



## ELEMENTOS GEOMÉTRICOS BÁSICOS DO TALUDE

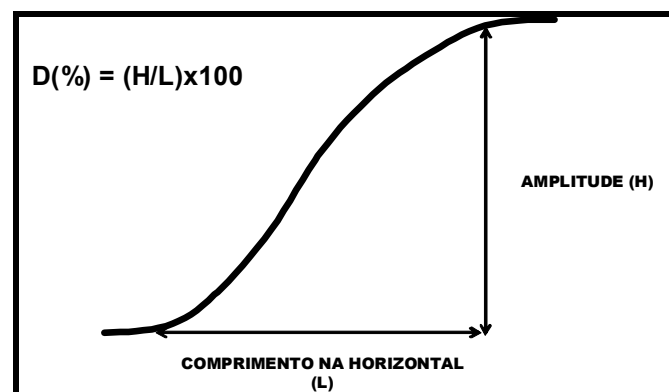
### INCLINAÇÃO

Arco tangente da amplitude (H) dividida pelo comprimento na horizontal (L).



### DECLIVIDADE

Porcentagem da amplitude (H) dividida pelo comprimento na horizontal (L).



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

## O QUE SÃO ESCORREGAMENTOS

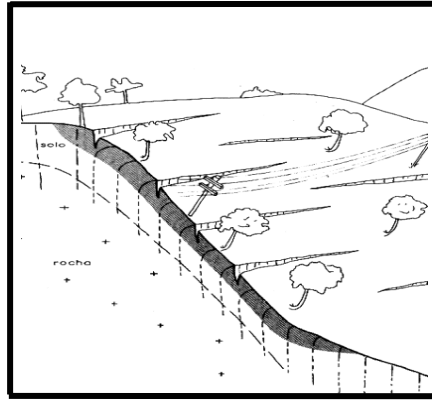
### DEFINIÇÃO

Movimentos gravitacionais de massa, mobilizando o solo, a rocha ou ambos.

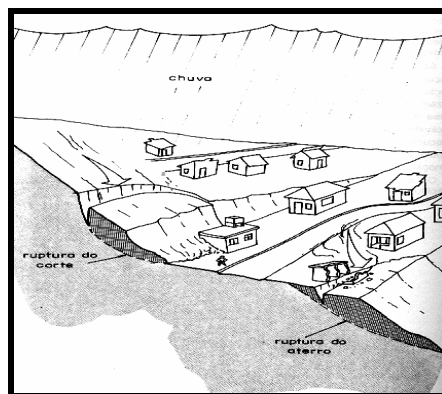
### TIPOS DE ESCORREGAMENTOS (classificação de Augusto Filho, 1992)

PROCESSOS	CARACTERÍSTICAS DO MOVIMENTO/MATERIAL/GEOMETRIA
RASTEJO (CREEP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vários planos de deslocamento (internos)</li> <li>• velocidades muito baixas a baixas (cms/ano) e decrescentes c/ a profundidade</li> <li>• movimentos constantes, sazonais ou intermitentes</li> <li>• solo, depósitos, rocha alterada/fraturada</li> <li>• geometria indefinida</li> </ul>
ESCORREGAMENTOS (SLIDES)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ poucos planos de deslocamento (externos)</li> <li>➢ velocidades médias (m/h) a altas (m/s)</li> <li>➢ pequenos a grandes volumes de material</li> <li>➢ geometria e materiais variáveis:               <ul style="list-style-type: none"> <li>PLANARES: solos poucos espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza</li> <li>CIRCULARES: solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas</li> <li>EM CUNHA: solos e rochas com dois planos de fraqueza</li> </ul> </li> </ul>
QUEDAS (FALLS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sem planos de deslocamento</li> <li>• mov. tipo queda livre ou em plano inclinado</li> <li>• velocidades muito altas (vários m/s)</li> <li>• material rochoso</li> <li>• pequenos a médios volumes</li> <li>• geometria variável: lascas, placas, blocos, etc.</li> </ul> <p>ROLAMENTO DE MATAÇÃO TOMBAMENTO</p>
CORRIDAS (FLOWS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muitas superfícies de deslocamento (internas e externas à massa em movimentação)</li> <li>• movimento semelhante ao de um líquido viscoso</li> <li>• desenvolvimento ao longo das drenagens</li> <li>• velocidades médias a altas</li> <li>• mobilização de solo, rocha, detritos e água</li> <li>• grandes volumes de material</li> <li>• extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas</li> </ul>

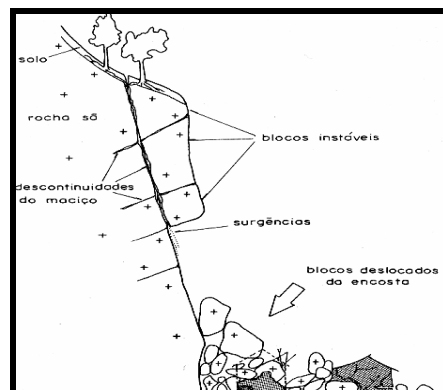
- Rastejo



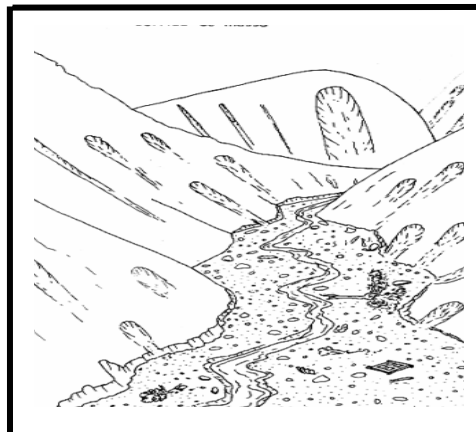
- Escorregamentos propriamente ditos



- Quedas



- Corridas



A maioria dos escorregamentos que ocorrem em áreas de ocupação precária, é do tipo planar em solo. Por este motivo, o curso dará ênfase a esse tipo de movimentação.

#### CONDICIONANTES NATURAIS DOS ESCORREGAMENTOS

- características de solos e rochas
- relevo (inclinação)
- vegetação
- clima
- nível d'água

#### CONDICIONANTES ANTRÓPICOS DOS ESCORREGAMENTOS

- cortes e aterros
- desmatamento
- lançamento de água servida em superfície
- fossas sanitárias
- lixo e entulho
- cultivo inadequado

### **IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE E MAPEAMENTO DE RISCO EM OCUPAÇÕES URBANAS PRECÁRIAS**

#### **TIPOS DE MAPEAMENTOS**

- Mapas de inventário
- Mapas de suscetibilidade
- Mapas de risco

#### MAPAS DE INVENTÁRIO

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

## MAPAS DE SUSCETIBILIDADE

- baseado no mapa de inventário;
- mapas de fatores que influenciam a ocorrência dos eventos;
- correlação entre fatores e eventos;
- classificação de unidades de paisagem em graus de suscetibilidade;
- uso na elaboração de medidas de prevenção e planejamento do uso e ocupação.

## MAPAS DE RISCO

- baseado nos mapas de inventário e suscetibilidade;
- conteúdo: probabilidade temporal e espacial, tipologia e comportamento do fenômeno;
- vulnerabilidade dos elementos sob risco;
- custos dos danos;
- aplicabilidade temporal limitada.

## MÉTODOS DE MAPEAMENTOS

- Heurístico
- Determinístico
- Estatístico

## MÉTODOS DE MAPEAMENTO HEURÍSTICO

- subjetivo com algum nível de incerteza;
- mapeamento direto: base em levantamentos de campo e mapa de detalhe;
- mapeamento indireto: base na integração de dados com pesos;
- reprodução difícil dado as regras de decisão.

## MÉTODOS DE MAPEAMENTO DETERMINÍSTICO

- uso de modelos;
- quantificação;
- desvantagem: simplificação pela variabilidade de parâmetros;
- depende da quantidade e qualidade dos dados.



## MÉTODOS DE MAPEAMENTO ESTATÍSTICO

- uso de modelo estatístico para correlação entre evento e fatores;
- análises bivariada e multivariada;
- baseado em padrões mensurados e não em experiência do profissional;
- depende da quantidade e qualidade dos dados.

## PROPOSTA DE MÉTODO PARA MAPEAMENTO

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

### ZONEAMENTO

Delimitação de zonas homogêneas em relação ao grau de probabilidade de ocorrência do processo ou mesmo risco, estabelecendo tantas classes quantas necessárias.

### CADASTRAMENTO

Detalhamento das situações caso a caso ou às vezes por agrupamentos de mesmo grau de probabilidade de ocorrência do processo ou risco.

## 1. ZONEAMENTO

- **PRÉ-SETORIZAÇÃO**

Feita no princípio dos trabalhos utilizando PERCEPÇÃO E PARÂMETROS BÁSICOS.

- **SETORIZAÇÃO**

Feita com o auxílio de FICHAS DE CAMPO (check list).

## PRÉ-SETORIZAÇÃO

Quais são os parâmetros básicos?

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

### PARÂMETRO BÁSICO 1

#### Declividade/inclinação

- varia de acordo com o tipo de solo, rocha, relevo
- varia com a intervenção antrópica – corte e aterro
- valores de referência:
  - 17° (30%) Lei Lehman
  - 20°-25° Serra do Mar
  - cada área pode ter o seu

### PARÂMETRO BÁSICO 2

#### Tipologia dos processos

- varia de acordo com o tipo de solo, rocha, relevo
- varia com a intervenção antrópica – corte e aterro
- tipos mais comuns:
  - escorregamento planar em corte e aterro (sudeste)
  - Formação Barreiras (nordeste)
  - cada área pode ter o seu

### PARÂMETRO BÁSICO 3

#### Posição da ocupação em relação à encosta

- ALTO DA ENCOSTA = possibilidade de queda
- POSIÇÃO MÉDIA = possibilidade de queda ou atingimento
- BASE DA ENCOSTA = possibilidade de atingimento

## PARÂMETRO BÁSICO 4

### Qualidade da ocupação (vulnerabilidade)

- MADEIRA
- MISTO
- ALVENARIA



**AUMENTO DA  
VULNERABILIDADE**

### **SETORIZAÇÃO**

- feita com o auxílio de FICHAS DE CAMPO (check list);
- uso de plantas, mapas, ou mesmo guias de ruas;
- uso de fotografias aéreas, imagens de satélite;
- uso de fotografias oblíquas de baixa altitude (helicóptero);
- trabalhos de campo com equipe treinada;
- conhecimento do histórico da área;
- DETERMINAÇÃO DO GRAU DE PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DO PROCESSO OU MESMO DO RISCO DO SETOR.

### **DETERMINAÇÃO DO GRAU DE PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DO PROCESSO OU RISCO**

Propõe-se utilizar escala com 4 graus (níveis) de probabilidade de ocorrência dos processos, com base nas informações geológico-geotécnicas:

- **MUITO ALTO**
- **ALTO**
- **MÉDIO**
- **BAIXO ou inexistente**

O detalhamento de cada um destes graus (níveis) encontra-se na Aula 4 “Apresentação do roteiro metodológico para análise de risco e mapeamento de áreas de risco em setores de encosta e baixada”.

## EXEMPLO DE FICHA DE CAMPO PREENCHIDA

<b>MAPEAMENTO DE RISCO</b>		
Ficha de Campo: <input checked="" type="checkbox"/> Encosta <input type="checkbox"/> Margem de Córrego		
Subprefeitura: M'Boi Mirim	Área Nº: 18 (Jd. Copacabana)	Setor: 1
Equipe		
<p>Diagnóstico do setor (condicionantes e indicadores do processo de instabilização):</p> <p>Encosta natural em cabeceira de drenagem. Inclinação (20-30°), desnível máximo em torno de 30-40 m.</p> <p>Presença de dois depósitos expressivos de lixo na crista porção e na porção intermediária do talude.</p> <p>Presença de taludes de corte subverticais (h = 2 a 3 m) na base da encosta, expondo solo superficial argiloso e o depósito de lixo.</p> <p>Presença de cicatrizes de escorregamento e feições erosivas.</p> <p>Concentração de águas pluvial e servida, lançadas no talude.</p> <p>Moradias junto a base do talude (&lt; 2m).</p> <p>Vegetação rasteira, com árvores e trechos de solo exposto.</p>		
<p>Descrição do Processo de Instabilização: (escorregamento de solo / rocha / aterro; naturais / induzidos; materiais mobilizados; solapamento; ação direta da água, etc):</p> <p>Muito alta potencialidade para deflagração de escorregamentos pouco profundos nos taludes de corte na base da encosta, mobilizando solo e lixo.</p> <p>Alta potencialidade para deflagração de escorregamento de maior porte, mobilizando o depósito de lixo na porção intermediária da encosta.</p> <p>Indução dos processos acima pela concentração de águas pluvial e servida.</p> <p>Ameaca imediata às edificações situadas junto à base do talude.</p>		

## EXEMPLO DE ZONEAMENTO DE RISCO



## **AULA 4**

### **APRESENTAÇÃO DO ROTEIRO METODOLÓGICO PARA ANÁLISE DE RISCO E MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO EM SETORES DE ENCOSTA E BAIXADA**

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

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

Estes parâmetros serão:

- tipologia da moradia, dos taludes e dos materiais;
- geometria do local (inclinação da encosta e distâncias da moradia);
- situação das águas servidas e pluviais;
- situação da vegetação;
- sinais de movimentação;
- tipologia dos processos esperados ou já ocorridos.

Com estes parâmetros é proposta uma escala de 4 níveis de probabilidade de ocorrência do processo ou risco tendo em vista o usuário do roteiro.

A proposta de roteiro de cadastro emergencial de risco de escorregamentos, que se segue, será feita na forma de 10 passos que, se seguidos, deverá permitir ao usuário a conclusão sobre o grau (nível) de risco da situação em análise. Está baseada em Macedo (2001). Cumpre lembrar, que o cadastro está sendo proposto para uso de pessoas que não tenham necessariamente formação técnica em geologia ou engenharia. Ao final desta apostila encontra-se o cadastro, para ser copiado, na sua forma de uso em campo.

## Introdução ao roteiro

A Figura 1 mostra a introdução do roteiro, que deverá ser modificada conforme as necessidades de cada local. Todos os passos do roteiro são precedidos por instruções, onde se procura direcionar a análise da situação e dar alternativas que possam facilitar a tarefa para o usuário.

ROTEIRO DE CADASTRO EMERGENCIAL DE RISCO DE ESCORREGAMENTOS		
	Município	Nº do cadastro
	Bairro	Data: / /
a)	Este roteiro objetiva auxiliar a tomada de decisão sobre as moradias que estão sob risco de escorregamentos.	
b)	Ao final do preenchimento será possível se estabelecer o 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. Nos espaços em branco preencher as informações solicitadas.	
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.	

Figura - 1 Introdução ao roteiro de cadastro

## Roteiro de cadastro 1º Passo – Dados gerais sobre a moradia

A Figura 2 apresenta o 1º Passo do roteiro de cadastro onde são levantados os dados gerais sobre a moradia ou grupo de moradias.

1º PASSO – DADOS GERAIS SOBRE A MORADIA			
<b>Instruções:</b> 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 (se em alvenaria, madeira ou misto dos dois).			
LOCALIZAÇÃO:			
NOME DO MORADOR:			
CONDIÇÕES DE ACESSO À ÁREA:			
TIPO DE MORADIA:	Alvenaria	Madeira	Misto (alvenaria e madeira)

Figura 2 - Roteiro de cadastro (1º Passo).

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 produzidos pelos escorregamentos. 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.

## Roteiro de cadastro 2º Passo – Caracterização do local

Este passo descreve a caracterização do local da moradia ou grupo de moradias, conforme Figura 3:

- tipo de talude: natural ou corte
- tipo de material: solo, aterro, rocha
- presença de materiais: blocos de rocha e matacões, lixo e entulho.
- inclinação da encosta ou corte
- distância da moradia ao topo ou base dos taludes

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

A determinação da inclinação de 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. Existem sérias restrições legais para ocupação de áreas acima dessa inclinação.

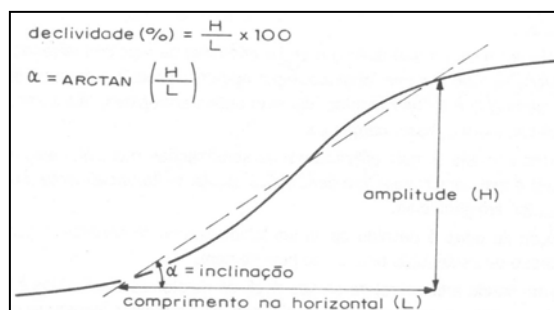
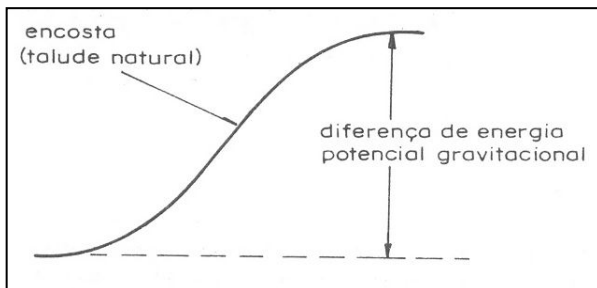
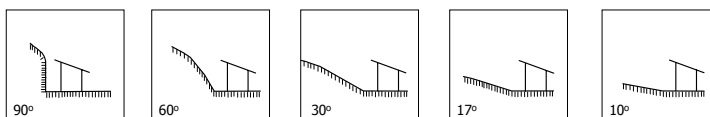
### 2º PASSO – CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

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

#### Encosta Natural

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

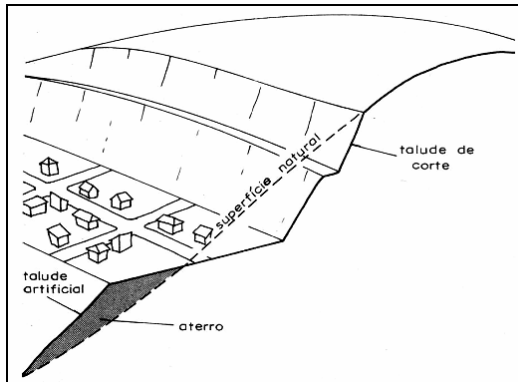
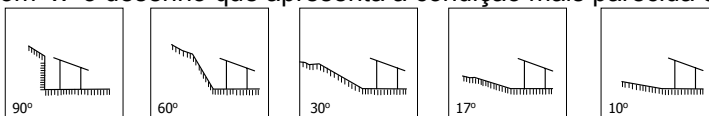
Inclinação (marque com “x” o desenho que apresenta a condição mais parecida com a situação)



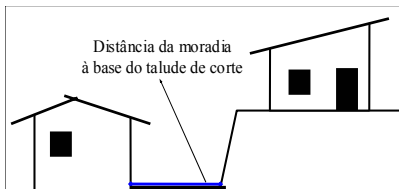
**Talude de corte**

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

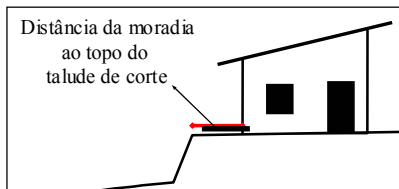
Inclinação (marque com "x" o desenho que apresenta a condição mais parecida com a situação)



Dist. da moradia: \_\_\_\_\_ m da base da encosta/talude



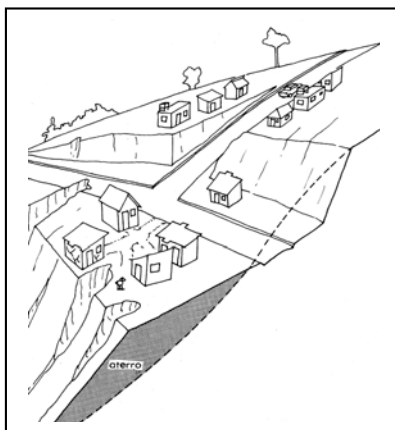
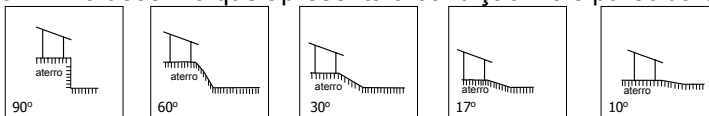
OU \_\_\_\_\_ m do topo da encosta/talude



**Aterro Lançado**

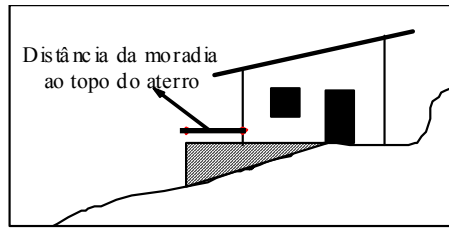
altura \_\_\_\_\_ m

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

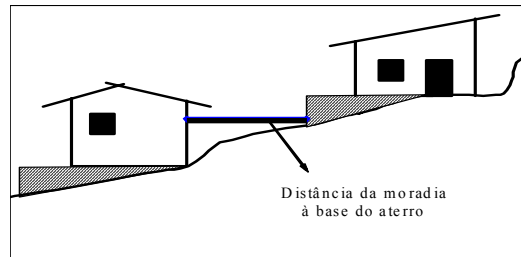




Dist. Da moradia: \_\_\_\_\_ m do topo do aterro



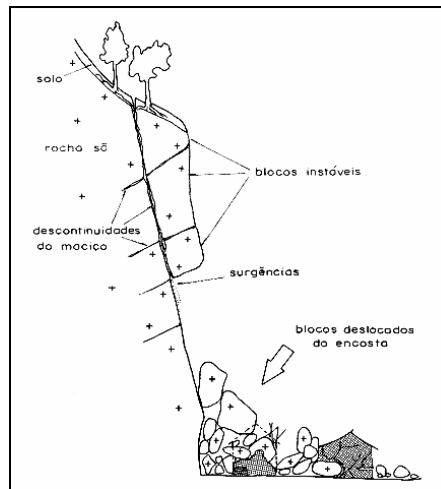
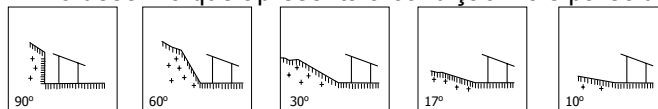
OU \_\_\_\_\_ m da base do aterro



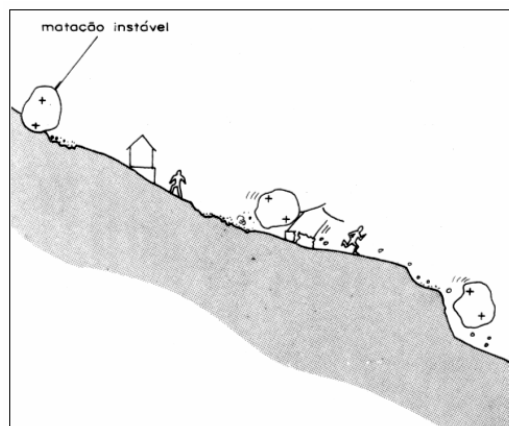
**Presença de parede rochosa**

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

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



### Presença de blocos de rocha e matacões



### Presença de lixo/entulho

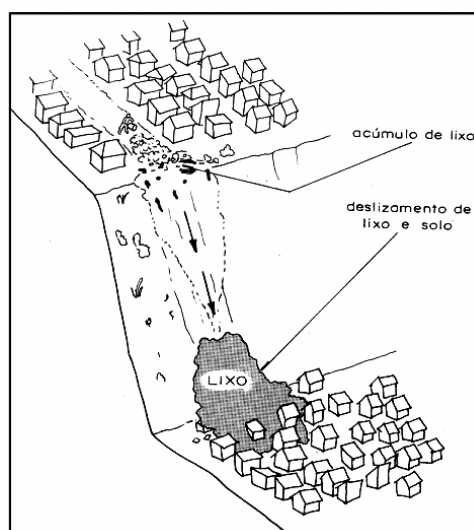


Figura 3 - Roteiro de cadastro (2º Passo)

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 escorregamento. Nakamura (1990), no Japão estabeleceu que para uma altura maior que 5 m, inclinação maior que  $30^\circ$ , a largura crítica da faixa que pode ser atingida pela ruptura tem o valor equivalente à altura (1:1), tanto para as moradias situadas na base do talude como aquelas próximas ao topo. Augusto Filho (2001), em trabalhos na região da Serra do Mar em Caraguatatuba (SP), estimou que os materiais mobilizados percorreram aproximadamente 70% da altura dos taludes (0,7:1). Para os trabalhos do Plano Preventivo de Defesa Civil, no Estado de São Paulo, tem sido considerada, ao menos em caráter provisório, como largura da faixa de segurança da ordem de uma vez a altura do talude (1:1).

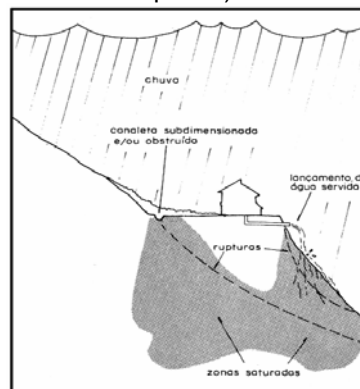
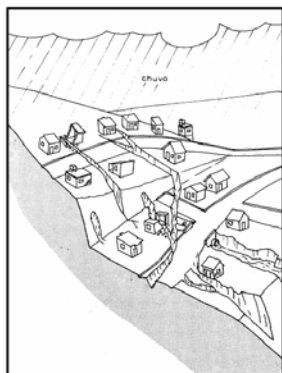
**Roteiro de cadastro 3º Passo - Água**

A água é reconhecidamente o principal agente deflagrador de escorregamentos.

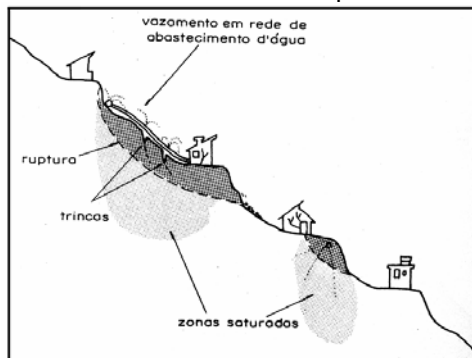
A presença da água pode se dar de diversas formas, como água das chuvas, águas servidas e esgotos. A origem e destino dessas águas são fatores que devem ser levantados durante os cadastramentos. A Figura 4 mostra os itens referentes ao papel da água.

**3º PASSO – ÁGUA**  
**Instruções:** A água é uma das principais causas de escorregamentos. A sua presença pode ocorrer de várias formas e deve ser sempre observada. Pergunte aos moradores de onde vem a água (servida) e o que é feito dela depois do uso e o que ocorre com as águas das chuvas.

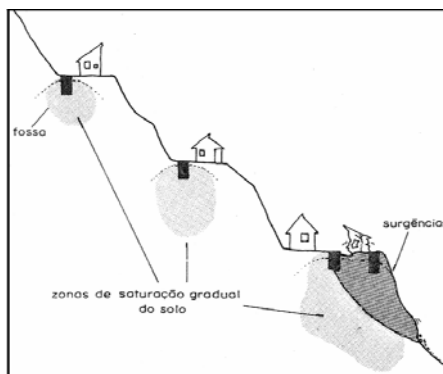
**Concentração** de água de chuva em superfície (enxurrada)      **Lançamento** de água servida em superfície (a céu aberto ou no quintal)



**Sistema de drenagem superficial**      inexistente      precário      satisfatório



**Para onde vai o esgoto?**      fossa      canalizado      lançamento em superfície (céu aberto)



**De onde vem a água para uso na moradia?**      Prefeitura/Sabesp      mangueira  
**Existe vazamento na tubulação?**      SIM ( esgoto    água)      NÃO  
**Minas d'água no barranco (talude)**      no pé      no meio      topo do talude ou aterro

Figura 4 - Roteiro de Cadastro (3º Passo).

## Roteiro de cadastro 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, para as encostas do Recife, que as áreas com cobertura vegetal menor que 30%, tiveram 46% dos escorregamentos registrados. No entanto, nem toda vegetação traz acréscimo de estabilidade para as encostas. Discute-se e é largamente aceito, que as bananeiras são prejudiciais à estabilidade, por facilitar a infiltração de água. Paradoxalmente, a bananeira é o cultivo preferencial das populações que ocupam encostas, seja para a produção destinada à venda, seja como fonte de alimentos. Outra característica da vegetação que pode ser prejudicial é a resistência em relação ao vento. Existe a possibilidade de galhos se quebrarem e atingir as moradias. A Figura 5 mostra as informações que devem ser coletadas durante o cadastro.

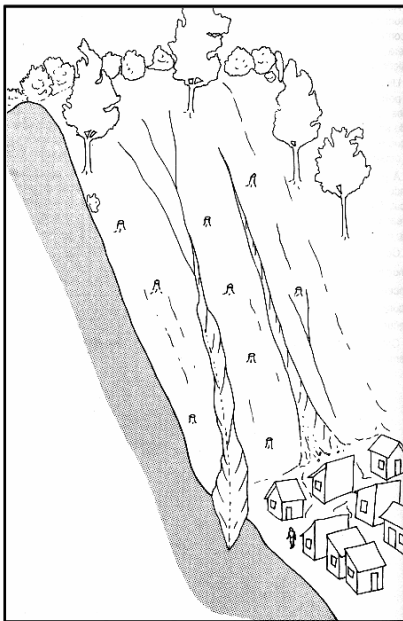
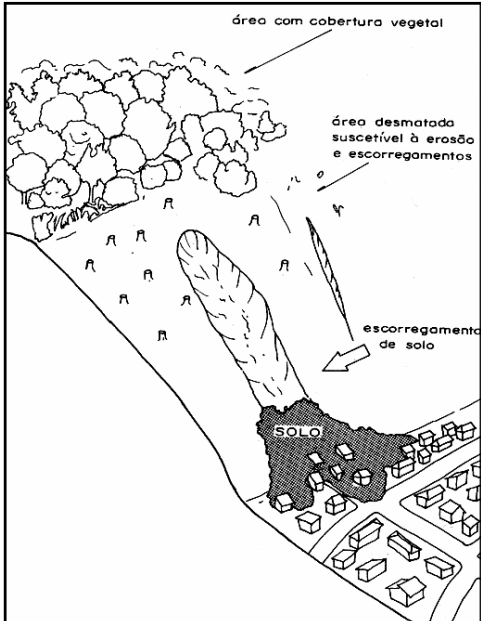
<b>4º PASSO – VEGETAÇÃO NO TALUDE OU PROXIMIDADES</b>	
<b>Instruções:</b> Dependendo do tipo de vegetação, ela pode ser boa ou ruim para a segurança da encosta. Anotar a vegetação que se encontra na área da moradia que está sendo avaliada, principalmente se existirem bananeiras.	
<b>Presença de árvores</b>	<b>Vegetação rasteira (arbustos, capim, etc)</b>
<b>Área desmatada</b>	<b>Área de cultivo (banana)</b>
 <p>Este diagrama ilustra uma encosta com uma linha de árvores densa no topo. A base da encosta é ocupada por um conjunto de moradias. A encosta em si é representada por linhas verticais, sugerindo uma inclinação moderada e aparentemente estável.</p>	 <p>Este diagrama ilustra uma encosta com uma linha de vegetação no topo. Uma grande área na encosta é desmatada e rotulada como 'área desmatada suscetível à erosão e escorregamentos'. Uma seta indica um 'escorregamento de solo' que está ocorrendo ou prestes a ocorrer, afetando as moradias na base. O solo afetado é rotulado como 'SOLO'.</p>

Figura 5 - Roteiro de Cadastro (4º Passo).

## **Roteiro de Cadastro 5º Passo – Sinais de Movimentação (Feições de instabilidade)**

Trata-se do parâmetro mais importante para a determinação do risco mais alto. As feições de instabilidade serão mais úteis quanto mais lentos sejam os processos. Assim, escorregamentos planares de solo, que segundo Augusto Filho (1992), têm 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), falam da importância das feições de instabilidade.

As feições principais se referem às juntas de alívio ou fendas de tração ou fraturas de alívio ou mesmo trincas, segundo os diversos autores que trataram do assunto, e os degraus de abatimento. 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. Interessante pode ser a avaliação da inclinação de árvores. Quando o tronco for reto e estiver inclinado demonstra que o movimento é posterior ao crescimento da árvore. Outra possibilidade é o crescimento ser simultâneo com o movimento e, neste caso, o tronco ficará torto e inclinado.

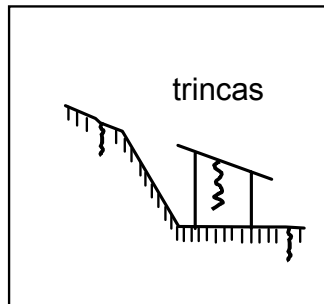
A presença de cicatriz de escorregamento próxima à moradia leva-nos a supor que taludes em situação semelhante, também poderão sofrer instabilizações. Essa situação deve ser aproveitada para a observação da geometria do escorregamento (inclinação, espessura, altura, distância percorrida pelo material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

A Figura 6 ilustra o 5º Passo do roteiro, com desenhos representando trincas e degraus de abatimento, visando facilitar o preenchimento do cadastro pelo usuário.

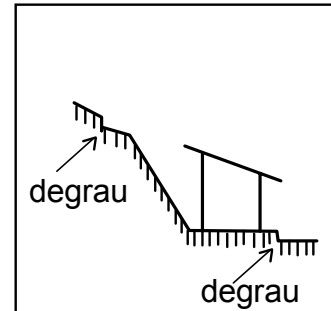
### 5º PASSO – SINAIS DE MOVIMENTAÇÃO (Feições de instabilidade)

**Instruções:** Lembre-se que antes de ocorrer um escorregamento, a encosta dá sinais que está se movimentando. A observação desses sinais é muito importante para a classificação do risco, a retirada preventiva de moradores e a execução de obras de contenção.

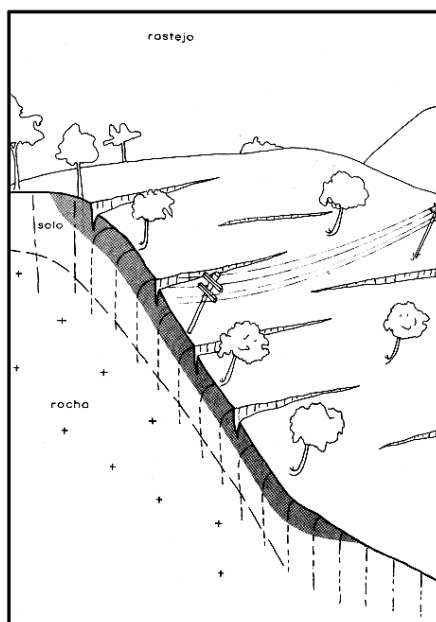
**Trincas** no terreno na moradia



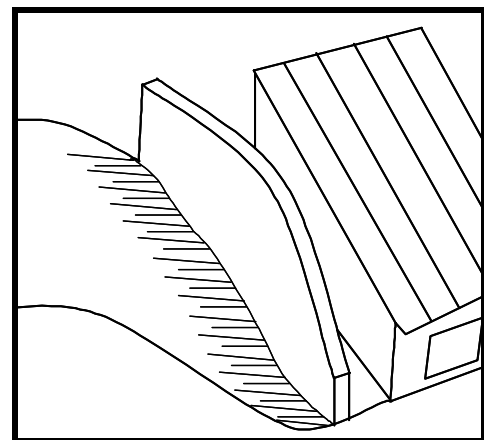
**Degraus de abatimento**



**Inclinação** árvores postes muros



**Muros/paredes “embarrigados”**



Cicatriz de escorregamento próxima à moradia

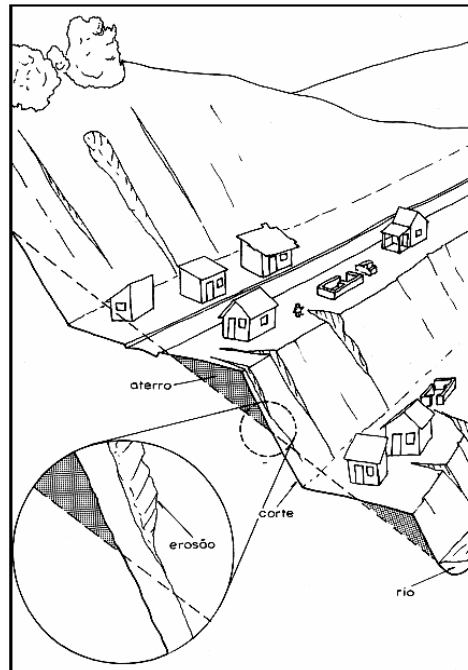


Figura 6 - Roteiro do cadastro (5º Passo).

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

Os processos de instabilização podem ser classificados conforme proposto por Augusto Filho (1992) (Quadro 1). 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.

<b>PROCESSOS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DO MOVIMENTO/MATERIAL/GEOMETRIA</b>
RASTEJO (CREEP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>vários planos de deslocamento (internos)</li> <li>velocidades muito baixas a baixas (cms/ano) e decrescentes c/ a profundidade</li> <li>movimentos constantes, sazonais ou intermitentes</li> <li>solo, depósitos, rocha alterada/fraturada</li> <li>geometria indefinida</li> </ul>
ESCORREGAMENTOS (SLIDES)	<ul style="list-style-type: none"> <li>poucos planos de deslocamento (externos)</li> <li>velocidades médias (m/h) a altas (m/s)</li> <li>pequenos a grandes volumes de material</li> <li>geometria e materiais variáveis:</li> </ul> <p><i>PLANARES: solos poucos espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza</i>  <i>CIRCULARES: solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas</i>  <i>EM CUNHA: solos e rochas com dois planos de fraqueza</i></p>
QUEDAS (FALLS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>sem planos de deslocamento</li> <li>mov. tipo queda livre ou em plano inclinado</li> <li>velocidades muito altas (vários m/s)</li> <li>material rochoso</li> <li>pequenos a médios volumes</li> <li>geometria variável: lascas, placas, blocos, etc.</li> </ul> <p>ROLAMENTO DE MATAÇÃO TOMBAMENTO</p>
CORRIDAS (FLOWS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>muitas superfícies de deslocamento (internas e externas à massa em movimentação)</li> <li>movimento semelhante ao de um líquido viscoso</li> <li>desenvolvimento ao longo das drenagens</li> <li>velocidades médias a altas</li> <li>mobilização de solo, rocha, detritos e água</li> <li>grandes volumes de material</li> <li>extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas</li> </ul>

Quadro 1 - Classificação de movimentos de massa. (Augusto Filho, 1992)



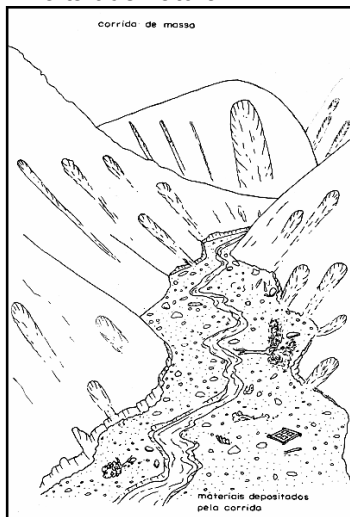
No roteiro são indicados os escorregamentos nos taludes natural, de corte ou ainda no aterro, queda e rolamento de blocos. A Figura 7 traz o 6º Passo do roteiro.

### 6º PASSO – TIPOS DE PROCESSOS DE INSTABILIZAÇÃO ESPERADOS OU JÁ OCORRIDOS

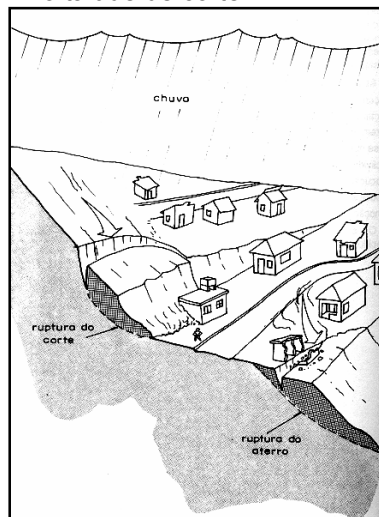
**Instruções:** Em função dos itens anteriores é possível se prever o tipo de problema que poderá ocorrer na área de análise. Leve em conta a caracterização da área, a água, a vegetação e as evidências de movimentação. A maioria dos problemas ocorre com escorregamentos. Existem alguns casos de queda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

#### Escorregamentos

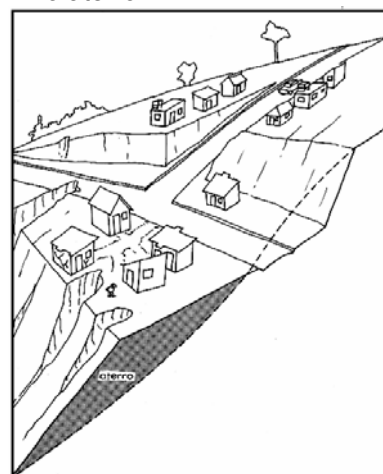
no talude natural



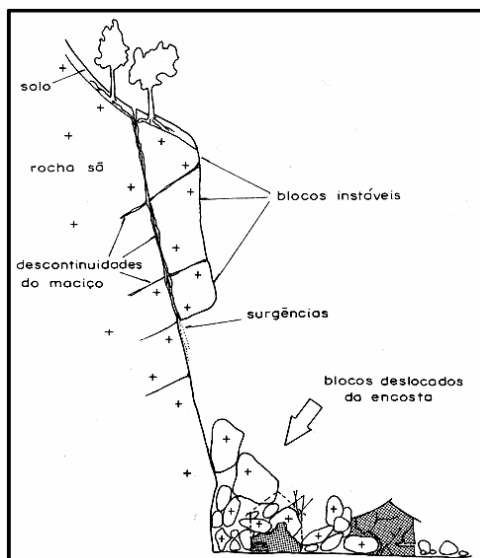
no talude de corte



no aterro



#### Queda de blocos



#### Rolamento de blocos

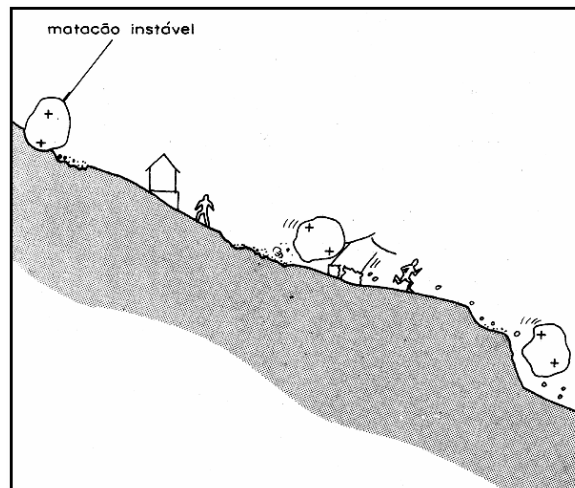


Figura 7 - Roteiro de cadastro 6º Passo

## Roteiro de cadastro 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. O Quadro 2 explicita os critérios para a determinação dos graus de risco.

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 escorregamentos 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.

Grau de Probabilidade	Descrição
<p style="text-align: center;"><b>R1</b> Baixo ou sem risco</p>	<p><b>1. os condicionantes</b> geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de <b>baixa ou nenhuma potencialidade</b> para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos.</p> <p><b>2. não se observa(m) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade.</b> Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens.</p> <p><b>3.</b> mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período compreendido por uma estação chuvosa normal.</p>
<p style="text-align: center;"><b>R2</b> Médio</p>	<p><b>1. os condicionantes</b> geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o <b>nível de intervenção</b> no setor são de <b>média potencialidade</b> para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos.</p> <p><b>2.</b> observa-se a <b>presença de algum(s) sinal/feição/evidência(s)</b> de instabilidade (encostas e margens de drenagens), <b>porém incipiente(s).</b> Processo de instabilização em estágio inicial de desenvolvimento.</p> <p><b>3.</b> mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>
<p style="text-align: center;"><b>R3</b> Alto</p>	<p><b>1. os condicionantes</b> geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o <b>nível de intervenção</b> no setor são de <b>alta potencialidade</b> para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos.</p> <p><b>2.</b> observa-se a <b>presença de significativo(s) sinal/feição/evidência(s)</b> de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.). <b>Processo de instabilização em pleno desenvolvimento, ainda sendo possível monitorar a evolução do processo.</b></p> <p><b>3.</b> mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>
<p style="text-align: center;"><b>R4</b> Muito Alto</p>	<p><b>1. os condicionantes</b> geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o <b>nível de intervenção</b> no setor são de <b>muito alta potencialidade</b> para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos.</p> <p><b>2. os sinais/feições/evidências de instabilidade</b> (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação à margem de córregos, etc.) <b>são expressivas e estão presentes em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento.</b> É a condição mais crítica, sendo impossível monitorar a evolução do processo, dado seu elevado estágio de desenvolvimento.</p> <p><b>3.</b> mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>

Quadro 2 – Critérios para a determinação dos graus de risco

A Figura 8 traz o 7º Passo do roteiro.

<b>7º PASSO – DETERMINAÇÃO DO GRAU DE RISCO</b>
<b>Instruções:</b> 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 escorregamento 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 só as situações de risco, marcando também as de baixo risco.
<b>MUITO ALTO/Providência imediata</b>
<b>ALTO/Manter local em observação</b>
<b>MÉDIO/Manter o local em observação</b>
<b>BAIXO OU SEM RISCO (pode incluir situações sem risco)</b>

Figura 8 - Roteiro de Cadastro (7º Passo).

## Roteiro de cadastro 8º Passo – Necessidades de remoção

Este Passo se refere a informações que devem ser anotadas quando a situação indicar a necessidade de remover moradores (Figura 9).

<b>8º PASSO – NECESSIDADE DE REMOÇÃO (para as moradias em risco muito alto)</b>	
<b>Instruções:</b> 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.	
<b>Nº de moradias em risco:</b> _____	<b>Estimativa do nº de pessoas p/ remoção:</b> _____

Figura 9 - Roteiro de cadastro (8º Passo).

## Roteiro de cadastro – Outras informações

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

## Roteiro de cadastro – Desenhos

São propostos dois desenhos:

- planta da situação da moradia ou moradias. Devem ser desenhados os caminhos que levam à moradia, lembrando-se, 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 escorregamentos; e
- 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.

A Figura 10 mostra o espaço para desenhos no roteiro.

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

Figura 10 - Roteiro de cadastro Desenhos

### **Roteiro de cadastro – Equipe Técnica**

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

### **Roteiro de cadastro – Lembrete importante**

Este lembrete foi colocado no roteiro para que ficasse consignado que em caso de dúvidas, a equipe de vistoria, que se pretende não necessariamente com formação técnica em geologia-geotecnia, tivesse uma saída consultando um técnico especialista. A Figura 11 mostra o lembrete.

<b>LEMBRETE IMPORTANTE:</b> Em caso de dúvidas encaminhe o problema para um técnico especialista mais experiente.
---

Figura 11 - Lembrete colocado ao final do roteiro de cadastro.

## AULA 5

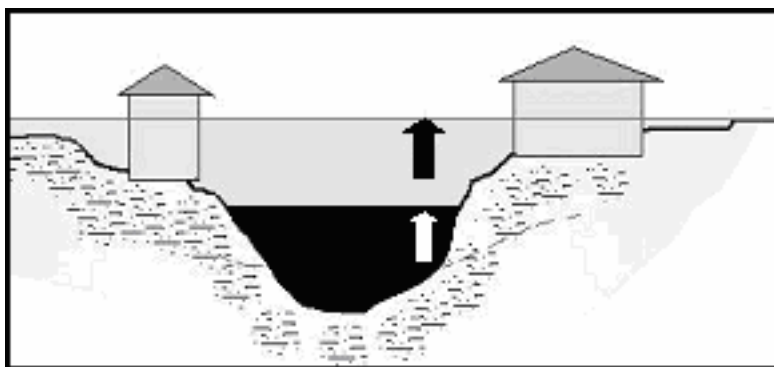
### IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE E MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES

As enchentes e inundações representam um dos principais tipos de desastres naturais que afligem constantemente diversas comunidades em diferentes partes do planeta, sejam áreas rurais ou grandes metrópoles. Este tópico do curso visa mostrar aspectos de interesse ao estudo de enchentes e inundações, com base no entendimento dos diferentes tipos de processos e proposição de medidas de gestão, a partir da identificação e análise de cenários de risco ocorrentes em cidades brasileiras.

#### ASPECTOS CONCEITUAIS

##### ENCHENTE

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



##### INUNDAÇÃO

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.



## ÁREA DE RISCO DE ENCHENTE E INUNDAÇÃO

Área passível de ser atingida por processos de enchente e inundação. As pessoas que habitam essas áreas estão sujeitas a danos à integridade física, perdas materiais e patrimoniais. Normalmente, essas áreas correspondem a núcleos habitacionais de baixa renda (assentamentos precários).



## EFEITOS ADVERSOS DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES

### EFEITOS DIRETOS

- Mortes;
- Destruição de moradias;
- Perdas econômicas diversas;
- Gastos com recuperação.

### EFEITOS INDIRETOS

- Surtos de Leptospirose.

## PROCESSOS E CENÁRIOS DE RISCO

### CENÁRIO DE RISCO DE INUNDAÇÃO DE TERRENOS DE BAIXADA

Possibilidade de ocorrência de óbitos, perdas materiais e patrimoniais diversas quando da ocorrência de inundação de terrenos de baixada ocupados por assentamentos precários.



## 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.

### **CENÁRIO DE RISCO DE ENCHENTE ATINGINDO OCUPAÇÃO RIBEIRINHA**

Possibilidade de ocorrência de óbitos, perdas materiais e patrimoniais diversas, pelo impacto direto das águas ou solapamento de taludes marginais, quando da ocorrência de processo de enchente, atingindo assentamentos precários associados à ocupação ribeirinha.



## 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 energia de escoamento;
- Possibilidade alta de destruição de moradias;
- Possibilidade moderada a alta de perda de vidas humanas.

### **CENÁRIO DE RISCO DE ENCHENTE E INUNDAÇÃO COM ALTA ENERGIA DE ESCOAMENTO E CAPACIDADE DE TRANSPORTE DE MATERIAL SÓLIDO**

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) quando da ocorrência de processo de enchente e inundação atingindo assentamentos precários.



### **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.

### **ASPECTOS QUE CONDICIONAM A OCORRÊNCIA DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES**

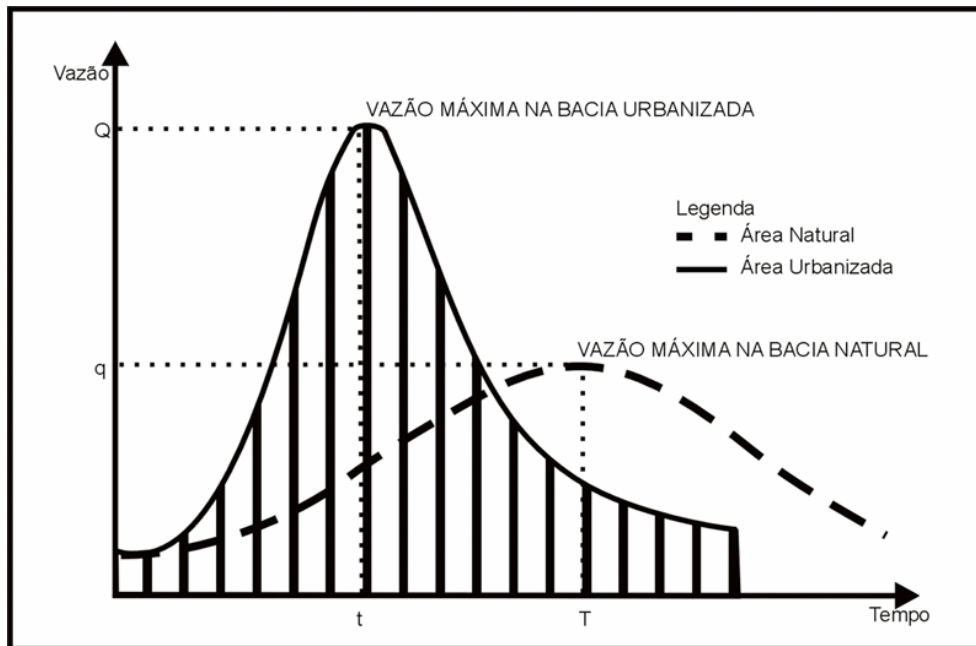
#### **FATORES NATURAIS**

- Pluviometria;
- Relevo;
- Tamanho e forma da bacia;

- Gradiente hidráulico do rio;
- Dinâmica de escoamento pluvial.

## FATORES ANTRÓPICOS

- Impermeabilização dos terrenos;
- Obras e intervenções estruturais diversas ao longo dos cursos d'água;



- Erosão e assoreamento.

### Modificações no hidrográfico pela impermeabilização da bacia

## CRITÉRIOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES

### O QUE IDENTIFICAR

Identificar os cenários de risco potencial de enchentes e inundações presentes na cidade envolvendo assentamentos precários:

- Onde há assentamentos precários ocupando extensas áreas da planície de inundação dos rios?
- Onde há assentamentos precários (ocupação ribeirinha) ocupando margens de rios sujeitas a enchente?

## **IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES**

### **COMO IDENTIFICAR**

Reconhecer os locais de perigo efetivo ou potencial por meio de pesquisa dirigida:

- registro de ocorrências de enchentes e inundações na área urbana;
- registro de ocorrências de enchentes e inundações envolvendo assentamentos precários.

### **COMO LOCALIZAR**

Identificar em planta cartográfica as áreas de risco levantadas:

- registro de ocorrências de enchentes e inundações na área urbana;
- registro de ocorrências de enchentes e inundações envolvendo assentamentos precários;
- identificar as bacias e os cursos d'água problemáticos;
- uso de fichas de cadastro com descrição da área, dos parâmetros e critérios de análise de áreas de risco de enchentes e inundações.

### **O QUE ANALISAR**

Cenários de risco em função do tipo de processo ocorrente e vulnerabilidade da ocupação instalada.

### **CRITÉRIOS DE ANÁLISE**

- frequência, magnitude e energia do processo hidrológico;
- alcance, extensão e impactos do processo.

## **DEFINIÇÃO DE NÍVEIS DE RISCO OU DE PERIGO**

IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DO POTENCIAL DESTRUTIVO DO PROCESSO HIDROLÓGICO OCORRENTE (PARÂMETROS DE NATUREZA HIDROLÓGICA)

- Inundação com baixa energia de escoamento;
- Inundação com alta energia de escoamento e potencial destrutivo;
- Enchente com alto poder de erosão e solapamento marginal;
- Enchente com alta energia de deslocamento e potencial destrutivo;
- Enchente com alta energia de deslocamento, alta capacidade de transporte de material sólido e potencial destrutivo.

IDENTIFICAÇÃO DA VULNERABILIDADE DAS MORADIAS EM FUNÇÃO DO PADRÃO CONSTRUTIVO (PARÂMETROS REFERENTES AO ELEMENTO SOB RISCO)

- Alta: casas de madeira (madeirit) e restos de materiais, pau a pique;
- Média a baixa: casas de alvenaria.

## **CRITÉRIOS DE ANÁLISE DE RISCO**

- Potencial energético do processo hidrológico;
- Danos sociais;
- Danos materiais;
- Frequência do evento hidrológico;
- Condição de vulnerabilidade.

## **DETERMINAÇÃO DE GRAUS DE RISCO**

**RISCO MUITO ALTO:** drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com alto potencial de causar danos, principalmente sociais, alta frequência de ocorrência (pelo menos 3 eventos significativos em 5 anos) e envolvendo moradias de alta vulnerabilidade.

**RISCO ALTO:** drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com alto potencial de causar danos, média frequência de ocorrência (registro de 1 ocorrência significativa nos últimos 5 anos) e envolvendo moradias de alta vulnerabilidade.

**RISCO MÉDIO:** drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com médio potencial de causar danos, média frequência de ocorrência (registro de 1 ocorrência significativa nos últimos 5 anos).

**RISCO BAIXO:** drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com baixo potencial de causar danos e baixa frequência de ocorrência (não registro de ocorrências significativas nos últimos 5 anos).

## **CRITÉRIOS DE MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES**

- Objetivo do trabalho;
- Número de áreas de risco existentes na cidade;
- Escala do mapeamento;
- Identificação do nível ou grau de risco geral da área de risco ou delimitação de compartimentos distintos de risco;
- Zoneamento e cadastramento de risco.

## MÉTODOS E TÉCNICAS DE MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES

- Identificação e delimitação preliminar de área de risco em fotos aéreas de levantamentos aerofotogramétricos, imagens de satélite, mapas, guias de ruas, ou outro material disponível compatível com a escala de trabalho;



- Identificação de área de risco e de setores de risco (setorização preliminar) em fotos aéreas de baixa altitude (quando existir);



- Levantamentos de campo para setorização (ou confirmação, quando existir a pré-setorização), preenchimento da ficha de cadastro e uso de fotos de campo;



- Exemplo de ficha de campo

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



## **AULA 6**

### **NOÇÕES GERAIS DE GERENCIAMENTO DE ÁREAS DE RISCO**

#### **PERGUNTAS BÁSICAS**

1. O que e como ocorre: PROCESSOS
2. Onde ocorrem os problemas: MAPEAMENTO
3. Quando ocorrem os problemas: CORRELAÇÃO, MONITORAMENTO
4. Que fazer: MEDIDAS ESTRUTURAIS E NÃO ESTRUTURAIS

#### **MODELO DE ABORDAGEM DA ONU**

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

Os itens 1 (Identificação do risco) e 2 (Análise de risco) já foram vistos nas aulas anteriores. Esta aula tratará então dos itens 3 a 5.

#### **MEDIDAS DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES (ITEM 3)**

##### **MEDIDAS ESTRUTURAIS**

- Obras de contenção, drenagem, etc.;
- Reurbanização;
- Relocação de moradias e população.

##### **MEDIDAS NÃO-ESTRUTURAIS**

- Planejamento urbano;
- Cartas geotécnicas e de risco;
- Planos Preventivos de Defesa Civil.

## **TIPOLOGIA DE INTERVENÇÕES VOLTADAS À REDUÇÃO DE RISCOS ASSOCIADOS A ESCORREGAMENTOS EM ENCOSTAS OCUPADAS E A SOLAPAMENTOS DE MARGENS DE CÓRREGOS**

- Serviços de limpeza e recuperação;
- Obras de drenagem superficial, proteção vegetal (gramíneas) e desmonte de blocos;
- Obras de drenagem de subsuperfície;
- Estruturas de contenção localizadas ou lineares;
- Obras de terraplenagem de médio a grande porte;
- Estruturas de contenção de médio a grande porte;
- Obras de reurbanização;
- Remoção de moradias.

## **MEDIDAS DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES DE ESCORREGAMENTOS EM ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS**

### **ABORDAGEM ESTRUTURAL**

- Elaborar planos de intervenções estruturais integradas; considerando os aspectos técnicos, econômicos e sócio-culturais;
- Obras de contenção inseridas 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.

### **ABORDAGEM NÃO-ESTRUTURAL**

- Necessidade de conviver com os cenários de risco de escorregamentos haja vista a ineficiência das políticas e ações de planejamento e controle do uso do solo urbano e ausência de alternativas habitacionais seguras para a população de baixa renda;
- Necessidade de conviver com as situações adversas de risco por meio de Planos Preventivos de Defesa Civil.

## **GERENCIAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES ENVOLVENDO ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS**

- Enfoque mais hidrológico que de risco;
- Enfoque de risco deve seguir o modelo de gerenciamento adotado para áreas de risco de escorregamentos;
- Enfoque hidrológico baseia-se em medidas de controle estrutural e não estrutural de cheias.

### **MEDIDAS DE CONTROLE DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES**

Medidas estruturais são aquelas destinadas a reter, confinar, desviar ou escoar com maior rapidez e menores cotas, o volume de enchente (DAEE, 1984).

#### **CARACTERÍSTICAS DAS MEDIDAS ESTRUTURAIS**

- obras hidráulicas de grande porte;
- custos elevados;
- intervenções restritas à drenagem.

#### **MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS**

São aquelas destinadas a atenuar os deflúvios ou adaptar os ocupantes das áreas potencialmente inundáveis para conviverem com a ocorrência periódica do fenômeno (DAEE, 1984).

#### **CARACTERÍSTICAS DAS MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS**

- Ações de caráter extensivo abrangendo toda a bacia;
- medidas adotadas individualmente ou em grupo;
- plano de ações de contingência de defesa civil e de segurança urbana.

### **A ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DE PLANOS DIRETORES DE DRENAGEM NA GESTÃO E CONTROLE DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES**

Objetivo: mecanismo de planejamento e gestão que permita controlar o desenvolvimento da drenagem urbana e minimizar o impacto das cheias numa dada região

#### **ASPECTOS DOS PLANOS DIRETORES DE DRENAGEM**

- A Bacia Hidrográfica como unidade de análise;

- Englobam medidas estruturais e não estruturais a partir de uma visão geral dos problemas de macrodrenagem e microdrenagem na área da bacia;
- Abordagem integrada ao invés de ações independentes;
- Planejamento de ações de curto, médio e longo prazo.

## **AULA 7**

### **PLANO PREVENTIVO DE DEFESA CIVIL (PPDC)**

O Plano Preventivo de Defesa Civil - PPDC tem por objetivo principal dotar as equipes técnicas municipais de instrumentos de ação, de modo a, em situações de risco, reduzir a possibilidade de perdas de vidas humanas decorrentes de escorregamentos. A concepção do PPDC baseia-se na possibilidade de serem tomadas medidas anteriormente à deflagração de escorregamentos, a partir da previsão de condições potencialmente favoráveis à sua ocorrência, por meio do acompanhamento dos seguintes parâmetros: precipitação pluviométrica, previsão meteorológica e observações a partir de vistorias de campo.

O PPDC é assim, um instrumento de defesa civil importante dos poderes públicos estaduais e municipais, para garantir uma maior segurança aos moradores instalados nas áreas de risco de escorregamentos.

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.

Assim, o PPDC pode ser considerado como uma eficiente medida não-estrutural de gerenciamento de riscos geológicos associados a escorregamentos de encostas, estando consonante com a metodologia e técnicas adotadas pelos mais adiantados sistemas de Defesa Civil internacionais e recomendadas pela ONU.

O PPDC no estado de São Paulo iniciou-se em 1988 na Baixada Santista e Litoral Norte, e tem sido um instrumento eficiente na diminuição do número de vítimas, e como elemento de suporte ao Sistema Estadual de Defesa Civil, na medida em que auxilia na estruturação das Defesas Civas municipais, capacitando técnicos municipais e inserindo a população interessada nos trabalhos. Hoje o sistema está organizado, além da Baixada Santista (4 cidades) e Litoral Norte (4 cidades), na região do Vale do Paraíba e Serra da Mantiqueira (16 cidades), Campinas (13 cidades), Sorocaba (7 cidades) e ABCD (7 cidades), totalizando 51 municípios.

O sistema tem por base legal o Decreto Estadual nº 42565.

O PPDC 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 4 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 Geológica - IG, e finalmente, as prefeituras municipais, por meio de suas Comissões Municipais de Defesa Civil – Comdec, realizam os trabalhos a nível local.

## DEFINIÇÃO

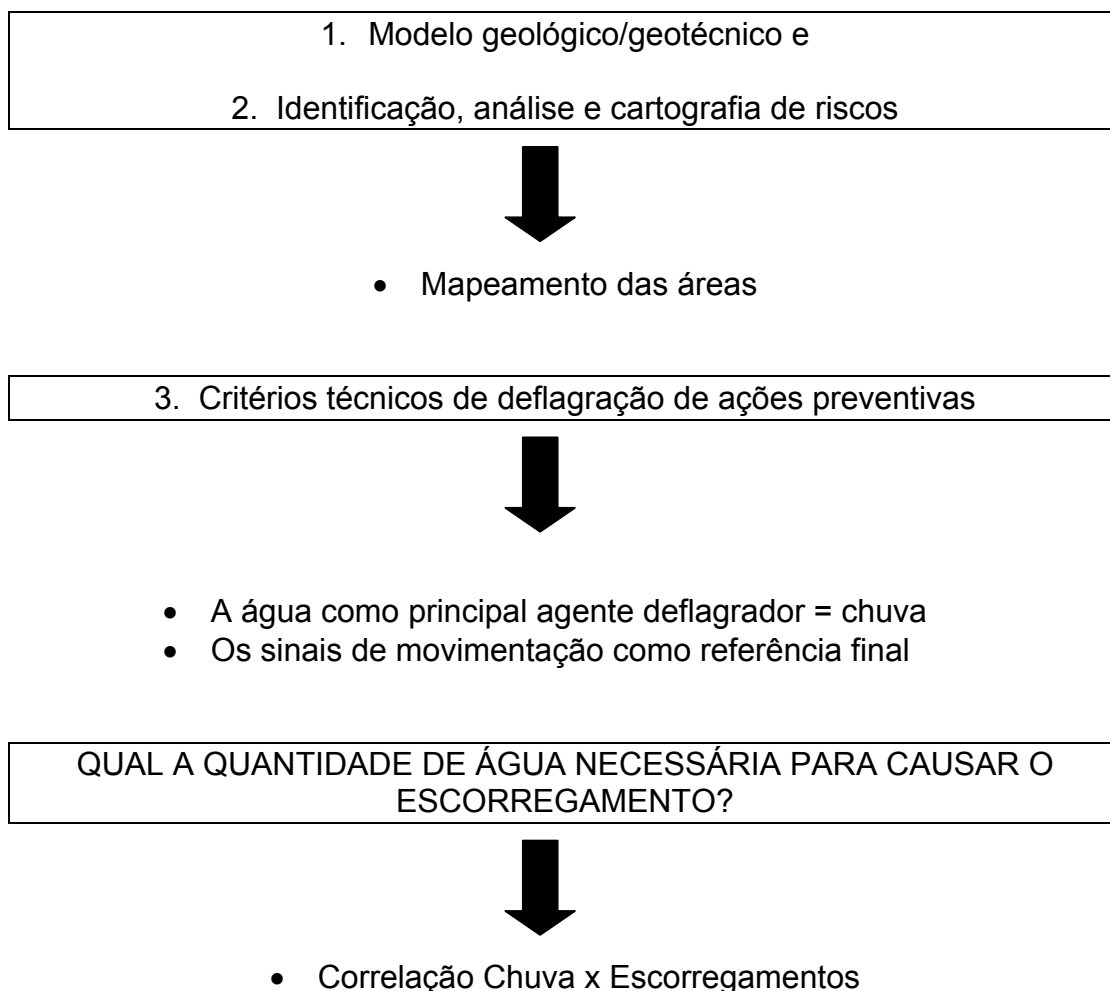
Instrumento de <b>convivência</b> na prevenção de acidentes naturais e/ou tecnológicos induzidos ou não pela ocupação humana. Deve utilizar os conhecimentos técnicos-científicos, associados aos procedimentos operacionais de atendimento das populações, visando a proteção da vida e a diminuição dos prejuízos sócio-econômicos.
---

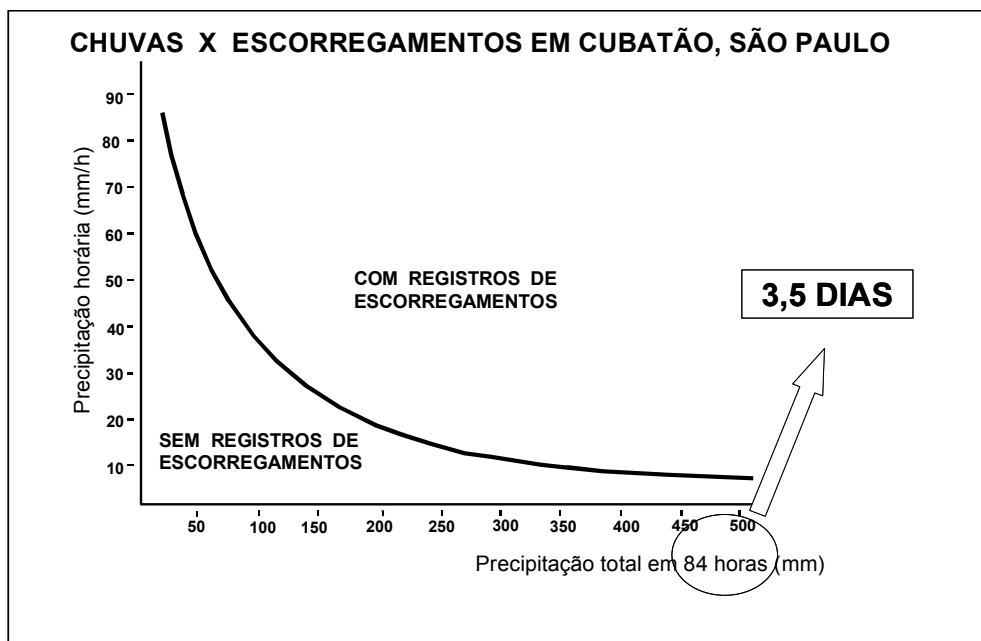
## ETAPAS PARA MONTAGEM DE PLANO PREVENTIVO DE DEFESA CIVIL PARA ESCORREGAMENTOS

### ETAPA 1 – ELABORAÇÃO

1. Modelo geológico/geotécnico;
2. Identificação, análise e cartografia de riscos;
3. Critérios técnicos de deflagração de ações preventivas;
4. Sistema de monitoramento de parâmetros;
5. Definição de ações e medidas preventivas;

### O QUE SE ESPERA DA ETAPA 1





O gráfico acima, obtido a partir de estudos de correlação chuvas *versus* escorregamentos na região de Cubatão (SP), foi proposto por Tatizana *et al.* (1987). Está baseado em levantamento de eventos de escorregamentos e em dados pluviométricos horários. A equação que representa essa curva pode ser vista no quadro abaixo (Refinaria + sub-setor Onça), já transformada para obtenção do Coeficiente de Precipitação Crítica (CPC).

#### CÁLCULO DO COEFICIENTE DE PRECIPITAÇÃO CRÍTICA - CPC

Eletropaulo + Bairros-Cota	$\text{CPC} = \frac{l_i}{3467 \cdot A_{Ci}^{-0,933}}$
----------------------------	---

Refinaria + sub-setor Onça	$\text{CPC} = \frac{l_i}{2603 \cdot A_{Ci}^{-0,933}}$
----------------------------	---



**A PARTIR DOS ESTUDOS PARA CUBATÃO (3,5 DIAS) CONSIDEROU-SE PARA OUTRAS ÁREAS:**

**PARÂMETRO 1**

**ACUMULADO DE CHUVAS EM 3 DIAS**



**O PASSADO**

Valores obtidos a partir de levantamentos dos históricos de acidentes

**EXEMPLOS DE PARÂMETROS 1**

Acumulado de chuvas 3 dias

- 100 mm Baixada Santista
- 120 mm Litoral Norte
- 100 mm Vale do Paraíba
- 80 mm Campos do Jordão
- 80 mm Campinas
- 80 mm ABC
- 80 mm Sorocaba

**PARÂMETRO 2**

**METEOROLOGIA**



**O FUTURO**

Qual a quantidade de chuva que poderá cair sobre a área?

**PARÂMETRO 3**

**VISTORIA DE CAMPO**



**O PRESENTE**

Existem indícios de movimentação da área causados pelas chuvas?

4. Sistema de monitoramento de parâmetros



- Acumulado de chuvas em 3 dias
- Previsões meteorológicas
- Vistorias de campo

### **ACUMULADO DE CHUVAS EM 3 DIAS**

- medições diárias nos postos pluviométricos da região;
- valores de referência a partir de estudos.

### **METEOROLOGIA**

- chuvas prolongadas com picos de alta intensidade no final;
- previsão especial com tipo, duração e intensidade das chuvas;
- previsões fornecidas pela Defesa Civil (em São Paulo).

### **VISTORIAS DE CAMPO**

- identificação de sinais/feições/evidências de instabilidade;
- em princípio feitas pelas equipes municipais treinadas;
- decisão de retirada de moradores.

## 5. Definição de ações e medidas preventivas

### **NÍVEIS DO PLANO E AÇÕES CORRESPONDENTES**

	<b>Acompanhamento dos índices pluviométricos e meteorologia</b>
	<b>Vistorias de campo</b>
	<b>Remoção em áreas de risco iminente observadas pela vistoria</b>
	<b>Remoção em todas as áreas de risco</b>

### **ETAPA 2 – IMPLANTAÇÃO**

1. Procedimentos operacionais;
2. Atribuições e responsabilidades;
3. Sistema de comunicação;

4. Recursos necessários;
5. Treinamento de técnicos municipais e população envolvida;
6. Informações públicas.

## **O QUE SE ESPERA DA ETAPA 2**

1. Procedimentos operacionais
2. Atribuições e responsabilidades



### **• Equipes responsáveis pelas ações** **AÇÕES**

- Equipe Secretaria Executiva
- Equipe de vistorias
- Equipe de remoções
- Equipe de abrigos
- Equipe de recuperação de áreas

#### **EQUIPE SECRETARIA EXECUTIVA**

- Monitoramento dos índices pluviométricos;
- Recebimento e interpretação da meteorologia;
- Recebimento de chamadas;
- Manutenção de arquivos;
- Tomada de decisões.

#### **EQUIPE DE VISTORIAS**

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

#### **EQUIPE DE REMOÇÕES**

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

#### **EQUIPE DE ABRIGOS**

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

### **EQUIPE DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS**

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

#### 3. Sistema de comunicação



- Telefone (celular, fax);
- Rádio;
- Internet.

#### 4. Recursos necessários

##### **ESTOQUE ESTRATÉGICO**

- cestas básicas
- colchonetes, cobertores, roupas
- material para atendimentos
- lona preta

#### 5. Treinamento de técnicos municipais e população envolvida

- cursos de formação
- palestras para comunidade

#### 6. Informações públicas

- palestras para comunidade
- folders, cartazes, cartilhas
- material para imprensa

### **ETAPA 3 – OPERAÇÃO E ACOMPANHAMENTO**

1. Identificação de problemas durante a operação

#### **ETAPA 4 – AVALIAÇÃO**

1. Ajustes e aprimoramentos (técnicos e operacionais)

## HISTÓRICO DO PPDC EM SÃO PAULO

- 1987 Plano de Contingência - indústrias de Cubatão
- 1988 Plano Preventivo de Defesa Civil - Litoral
- Plano Preventivo de Defesa Civil - Inundações no Vale do Ribeira
- 2001 Plano Preventivo de Defesa Civil - Vale do Paraíba
- 2002 Plano piloto para a Região de Campinas
- 2003 Plano piloto para a Região de Sorocaba
- 2003 Plano piloto para a Região do ABCD

## PARTICIPANTES

- Coordenadoria Estadual de Defesa Civil – CEDEC (coordenação geral)
- Regional de Defesa Civil – REDEC (coordenação regional)
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (apoio técnico)
- Instituto Geológico – IG (apoio técnico)
- Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE (apoio técnico)
- Defesas Civis Municipais (coordenação local)

## MUNICÍPIOS ENVOLVIDOS

PPDC Litoral – 8 cidades  
PPDC Vale do Paraíba – 16 cidades  
PPDC Campinas – 13 cidades  
PPDC Sorocaba – 7 cidades  
PPDC ABCD – 7 cidades  
**TOTAL – 51 cidades**

## **AULA 8**

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

O treinamento de campo é parte fundamental do treinamento. Nele se testará os conhecimentos adquiridos e as dúvidas e contribuições aparecerão com maior facilidade.

Os trabalhos constarão do zoneamento ou setorização de área de ocupação precária e que apresente problemas de escorregamentos. Preferencialmente, esse trabalho deverá utilizar fotografias aéreas verticais ou oblíquas, plantas/mapas/cartas com o maior detalhe possível, levantamentos de ocorrências de eventos de escorregamentos na área. A ausência desses materiais não impede a realização dos trabalhos. O roteiro a ser utilizado para esse mapeamento encontra-se explicado na Aula 4.

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

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

Mapeamento de Risco – Ficha de Setorização
--

**Ficha de Campo:**

- Encosta  
 Margem de Córrego

**ÁREA:**

**SETOR N.º:**

*Equipe:*

*Data:*

Diagnóstico do setor (condicionantes e indicadores do processo de instabilização):
--

Descrição do Processo de Instabilização: (escorregamento de solo / rocha / aterro; naturais / induzidos; materiais mobilizados; solapamento; ação direta da água, etc):
---

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

<b>Grau de Probabilidade:</b>
-------------------------------



<b>Mapeamento de Risco – Ficha Geral</b>
--

**ÁREA:**

Equipe:

Data:

Localização da Área:

<b>Caracterização da Ocupação (padrão, tipologia das edificações, infra-estrutura):</b>
---

<b>Caracterização Geológica:</b>
----------------------------------

<b>Caracterização Geomorfológica:</b>
---------------------------------------

<b>Setor nº</b>	<b>Grau de probabilidade</b>	<b>Nº de moradias ameaçadas</b>

Para elaborar o diagnóstico do setor e a descrição do processo de instabilização utilizar:

**TABELA RESUMO (CHECK LIST) DOS ITENS A SEREM OBSERVADOS**

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

Para caracterizar a densidade da ocupação e implantação de infraestrutura básica utilizar:

**TABELA RESUMO DA CLASSIFICAÇÃO DA OCUPAÇÃO**

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

**TABELA COM GRAUS DE PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE PROCESSOS DE INSTABILIZAÇÃO DO TIPO ESCORREGAMENTOS EM ENCOSTAS OCUPADAS E SOLAPAMENTO DE MARGENS DE CÓRREGOS.**

<b><i>Grau de Probabilidade</i></b>	<b>Descrição</b>
<b><i>R1 Baixo ou sem risco</i></b>	Os <b>condicionantes geológico-geotécnicos</b> predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o <b>nível de intervenção</b> no setor são de <b>baixa ou nenhuma potencialidade</b> para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. <b>Não há indícios</b> de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens. É a condição menos crítica. Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período de 1 ano.
<b><i>R2 Médio</i></b>	Os <b>condicionantes geológico-geotécnicos</b> predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o <b>nível de intervenção</b> no setor são de <b>média potencialidade</b> para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Observa-se a <b>presença de algum(s) sinais/feições/evidência(s)</b> de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s). Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano.
<b><i>R3 Alto</i></b>	Os <b>condicionantes geológico-geotécnicos</b> predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o <b>nível de intervenção</b> no setor são de <b>alta potencialidade</b> para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Observa-se a <b>presença de significativo(s) sinais/feições/evidência(s)</b> de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.). Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano.
<b><i>R4 Muito Alto</i></b>	Os <b>condicionantes geológico-geotécnicos</b> predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o <b>nível de intervenção</b> no setor são de <b>muito alta potencialidade</b> para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Os <b>sinais/feições/evidências de instabilidade</b> (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação à margem de córregos, etc.) <b>são expressivos</b> e estão presentes em grande número e/ou magnitude. É a condição mais crítica. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano.

**TABELA COM A TIPOLOGIA DE INTERVENÇÕES VOLTADAS À REDUÇÃO DE RISCOS ASSOCIADOS A ESCORREGAMENTOS EM ENCOSTAS OCUPADAS E A SOLAPAMENTOS DE MARGENS DE CÓRREGOS.**

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

## ROTEIRO DE CADASTRO DE RISCO DE ESCORREGAMENTOS

Município:	Nº do Cadastro:
Bairro:	Data:    /    /

- e) Este roteiro objetiva auxiliar a tomada de decisão sobre as moradias que estão sob risco de escorregamentos.
- f) Ao final do preenchimento será possível se estabelecer o nível de risco ao qual estão sujeitas as moradias.
- g) O preenchimento deve ser feito passo-a-passo. Para cada passo existem instruções que devem ser lidas com atenção. Nos espaços em branco preencher as informações solicitadas.
- h) 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 AS MORADIAS**

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

LOCALIZAÇÃO:
NOME DE MORADORES:
CONDIÇÕES DE ACESSO À ÁREA:
TIPOS DE MORADIAS:    Alvenaria    Madeira    Misto (alvenaria e madeira)

## 2º PASSO - CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

**Instruções:** Descrever o terreno onde estão as moradias. Marque com um “X” a condição encontrada. Antes de preencher dê um “passeio” no entorno das moradias. Olhe com atenção os barrancos (taludes) e suba neles se for necessário.

<p><b>Encosta Natural</b>            altura _____ m            Inclinação (marque com “x” o desenho que apresenta a condição mais parecida com a situação)</p>					
90°	60°	30°	17°	10°	
<p><b>Talude de corte</b>            altura _____ m            Inclinação (marque com “x” o desenho que apresenta a condição mais parecida com a situação)</p>					
90°	60°	30°	17°	10°	
<p><b>Dist. das moradias:</b> _____ m da base da encosta/talude OU _____ m do topo da encosta/talude</p>					
<p><b>Aterro Lançado</b>            altura _____ m            Inclinação (marque com “x” o desenho que apresenta a condição mais parecida com a situação)</p>					
90°	60°	30°	17°	10°	
<p><b>Dist. das moradias:</b> _____ m da base do aterro OU _____ m do topo do aterro</p>					
<p><b>Presença de parede rochosa</b>            altura _____ m            Inclinação (marque com “x” o desenho que apresenta a condição mais parecida com a situação)</p>					
90°	60°	30°	17°	10°	
<p><b>Presença de blocos de rocha e matacões</b></p>					
<p><b>Presença de lixo/entulho</b></p>					

## 3º PASSO - ÁGUA

**Instruções:** A água é uma das principais causas de escorregamentos. 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.

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

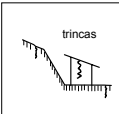
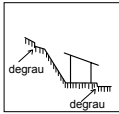
#### 4º PASSO - VEGETAÇÃO NO TALUDE OU PROXIMIDADES

**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 que está sendo avaliada, principalmente se existirem bananeiras.

<b>Presença de árvores</b>	<b>Vegetação rasteira</b> (arbustos, capim, etc)
<b>Área desmatada</b>	<b>Área de cultivo</b> (banana)

#### 5º PASSO - SINAIS DE MOVIMENTAÇÃO (Feições de instabilidade)

**Instruções:** Lembre-se que antes de ocorrer um escorregamento, 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.

<b>Trincas</b> no terreno    na moradia	<b>Degraus</b> de abatimento
	
<b>Inclinação</b> árvores    postes    muros	Muros/paredes “ <b>embarrigados</b> ”
<b>Cicatriz de escorregamento</b> próxima à moradia	

#### 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 escorregamentos. Existem alguns casos de queda ou rolamento de blocos de rocha, que são de difícil observação. Neste caso, encaminhe o problema para um especialista.

<b>Escorregamentos</b>	no talude natural    no talude de corte    no aterro
<b>Queda de blocos</b>	<b>Rolamento de blocos</b>

#### 7º PASSO - DETERMINAÇÃO DO GRAU DE RISCO

**Instruções:** Agora junte tudo o que você viu: caracterização do local das moradias, 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 escorregamento poderá atingir alguma moradia. Utilize a tabela de classificação dos níveis de risco. Caso não haja sinais, mas a sua observação dos dados mostra que a área é perigosa, coloque alto ou médio, mas que deve ser observada sempre. Cadastre só as situações de risco, marcando também as de baixo risco.

<b>RISCO MUITO ALTO/Providência imediata</b>
<b>RISCO ALTO/Manter local em observação</b>
<b>RISCO MÉDIO/Manter local em observação</b>

<b>RISCO BAIXO OU INEXISTENTE (pode incluir situações sem risco)</b>
--

**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.

Número de moradias em risco: _____	Estimativa do nº de pessoas p/ remoção: _____
------------------------------------	---

**9º PASSO – OUTRAS INFORMAÇÕES**

**Instruções:** Escreva neste espaço quaisquer informações adicionais que você julgar importante.

--

**DESENHO 1 – PLANTA**

**Instruções:** Neste espaço faça um desenho de como chegar até a área. Coloque a casa, os taludes, os sinais de movimentação, árvores grandes, etc.

**DESENHO 2 – PERFIL**

**Instruções:** Neste espaço faça um desenho com um perfil da área ou a casa vista de lado, com a distância e altura do talude e do aterro, posição dos sinais de movimentação, etc.

EQUIPE TÉCNICA	NOME / INSTITUIÇÃO	ASSINATURA

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



## Bibliografia

- ALHEIROS, M.M. et al. Manual de ocupação de morros da Região Metropolitana de Recife. Recife:Fundação de desenvolvimento municipal (Recife), 2003. 384p. Disponível em: <<http://www.proventionconsortium.org/toolkit.htm>>.
- AUGUSTO FILHO, O. 1992. Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, 1, 1992, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABMS/ABGE. p. 721-733.
- AUGUSTO FILHO, O. 2001. Carta de risco de escorregamentos quantificada em ambiente de SIG como subsídio para implantação de seguros em áreas urbanas: um ensaio em Caraguatatuba (SP). Rio Claro. 196p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- CARVALHO, C.S. 1997. Processos de instabilização de taludes em maciços artificiais. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, 2, 1997, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABMS/ABGE/ISSMGE. p.901-908.
- CARVALHO, C.S., HACHICH, W. 1997. Gerenciamento de riscos geotécnicos em encostas urbanas. Solos e Rochas, São Paulo, v.20, n.3, p.179-187, dez.
- CERRI, L. E. S. 1993. Riscos geológicos associados a escorregamentos: uma proposta para prevenção de acidentes. Rio Claro. 197p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- GUSMÃO FILHO, J.A., ALHEIROS, M.M., GUSMÃO, A. D. 1997. Estudo das encostas ocupadas do Recife. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, 2, 1997, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABMS/ABGE/ISSMGE. p.919-927.
- MACEDO, E. S. 2001. Elaboração de cadastro de risco iminente relacionado a escorregamentos: avaliação considerando experiência profissional, formação acadêmica e subjetividade. Rio Claro, 276 p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- NAKAMURA, H. 1990. Landslide prevention law and law concerning prevention of failure of steep slopes in Japan. Landslide News, Tokyo, p. 28-30, july.
- NOGUEIRA, F.R. 2002. Políticas públicas municipais para gerenciamento de riscos ambientais associados a escorregamentos em áreas de ocupação subnormal. Rio Claro. 256p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Universidade Estadual Paulista.

## **ROTEIRO PARA AVALIAÇÃO DE ESTABILIDADE DE ROCHAS E MACIÇOS ROCHOSOS**

Geól. Dr. Nestor Kenji Yoshikawa

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

- Tipo de rocha – A identificação do tipo de rocha nos dá informação dos seus constituintes minerais principais e de sua resistência.
- Grau de alteração das rochas – Fornece diretamente a resistência mecânica da rocha e, aliado ao conhecimento do tipo de rocha, pode-se estimar a velocidade de evolução da alteração.
- Ângulo de atrito – É um parâmetro relacionado diretamente com o coeficiente de atrito. Trata-se do ângulo pelo qual ocorre a ruptura do material por cisalhamento.
- Coesão – Fornece características de ligação das partículas constituintes da rocha, indicativas da resistência do material.
- Forma geométrica dos blocos rochosos – Possibilita determinar o centro de gravidade, para analisar se o bloco rochoso se encontra em equilíbrio instável ou estático (“balanço”).
- Condições de contato – É o comportamento do contato entre dois planos, podendo estar preenchidos por um terceiro material diferente ou permitindo a percolação de água. As condições de contato podem definir também a condição do escorregamento, estudando-se as condições de rugosidade e inclinação do plano basal.
- Plano basal – Superfície planar constituída de solo ou rocha, na qual pode ocorrer uma movimentação de materiais rochosos ou terrosos.
- Descontinuidades – São fraturas naturais ou mecânicas (por intervenção), seladas ou não (preenchimento de material na fratura aberta).

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

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 as Figuras 1 e 2, nas quais 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 3 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), conforme mostrado na Figura 4.

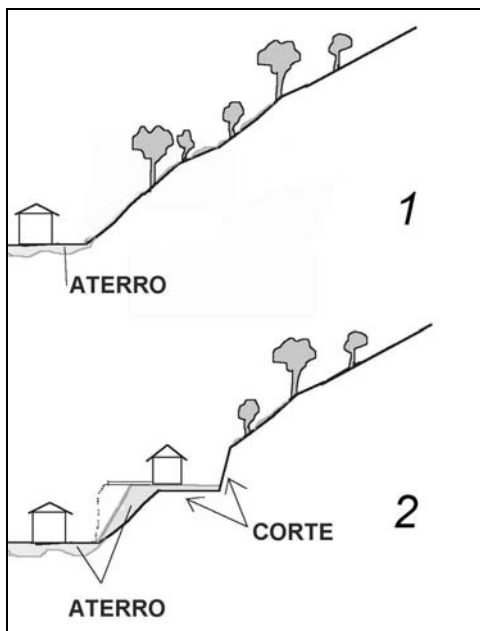


FIGURA 1 - (1) Ocupação de base de encosta, (2) evolução da ocupação.

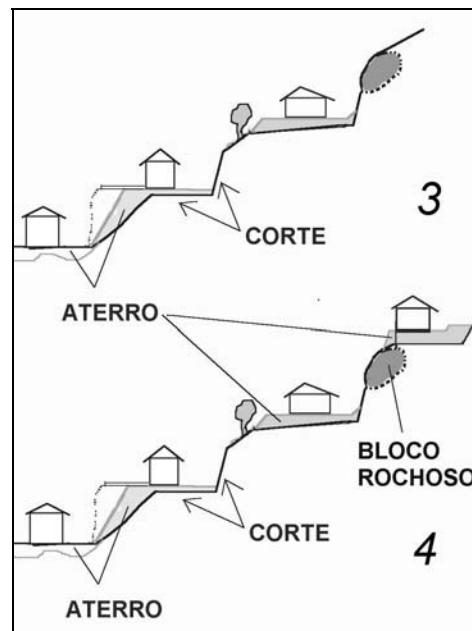


FIGURA 2 - (3) Execução de cortes e aterros aflorando blocos rochosos, (4) Instabilização do bloco rochoso.

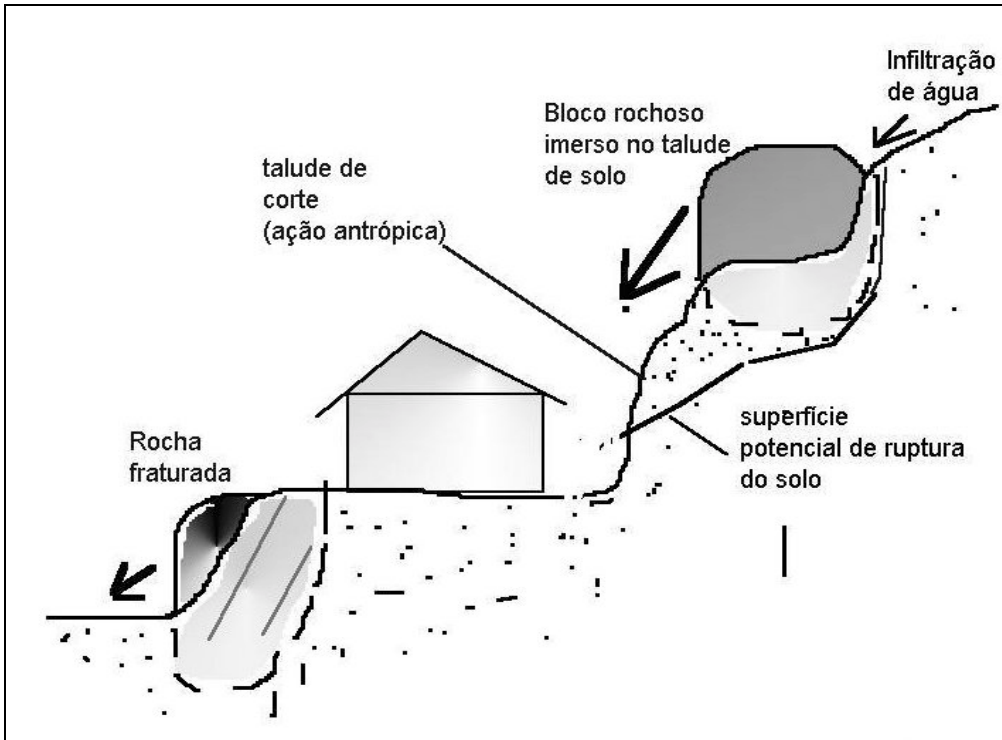


FIGURA 3 – Alguns exemplos de processos que instabilizam o bloco rochoso e criam uma situação de risco para a moradia.

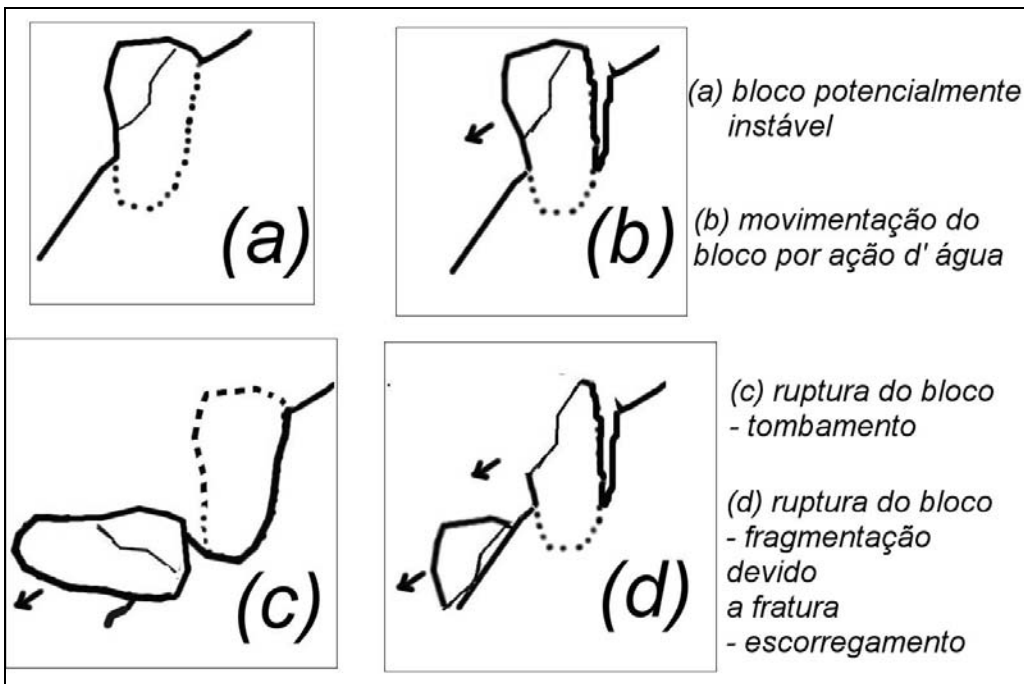


FIGURA 4 - Sequência dos processos de instabilização até a ruptura de uma bloco rochoso fraturado.

Os casos mais comuns de instabilidade em rocha são mostrados esquematicamente na Figura 5.

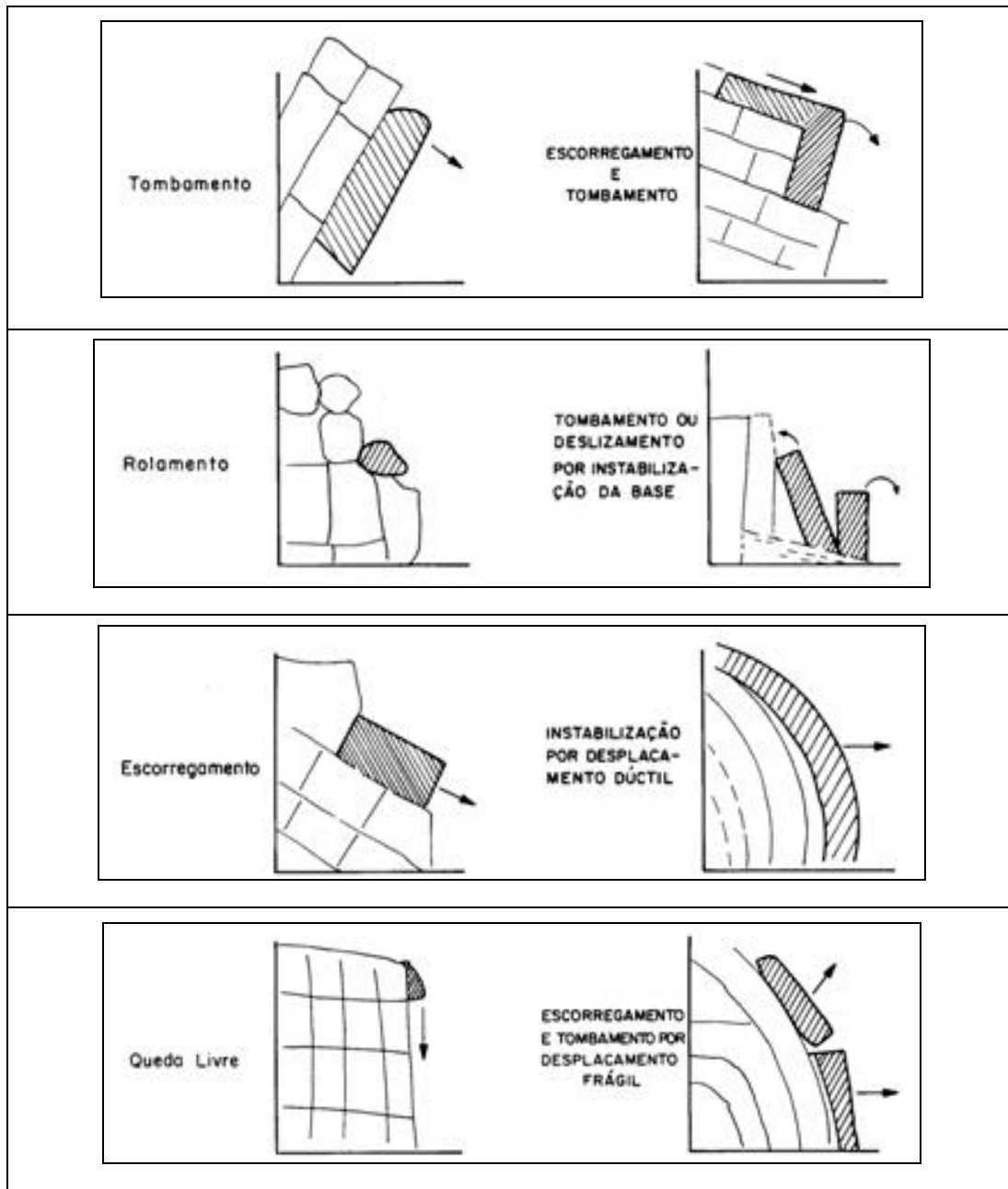


FIGURA 5 – Casos comuns no processo de instabilização

Na Figura 6, é mostrado por meio do Fluxograma, a seqüência ideal a ser adotada, a partir de uma situação encontrada até a avaliação de risco. O procedimento após esta etapa consiste em fases até a execução de obras definitivas, o que não foi abordado neste texto por se tratar de ações emergenciais. (modificado de Yoshikawa, 1997 - Fluxograma 1).

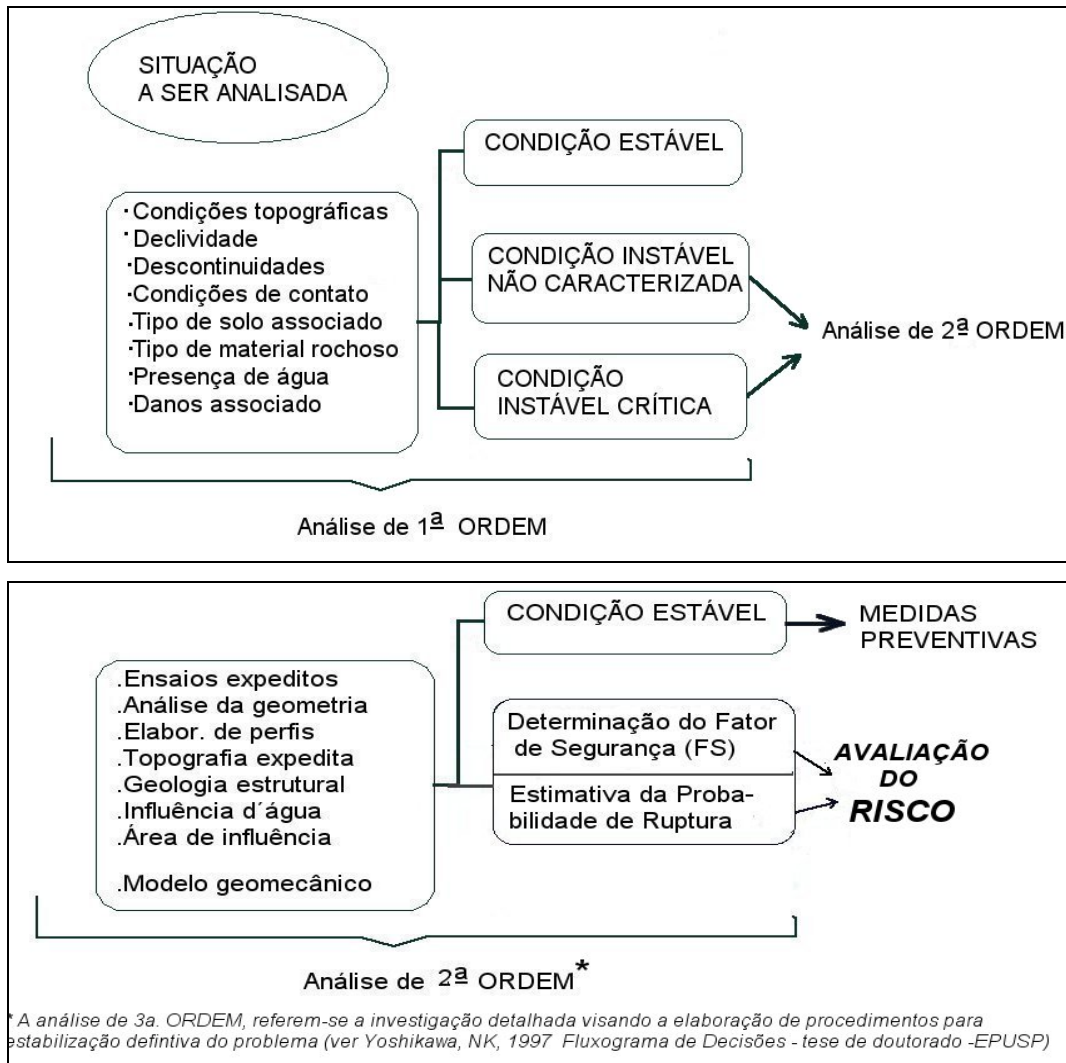


Figura 6 - Fluxograma parcial para avaliação de encostas rochosas. (Yoshikawa, 1997)

Para identificação de uma situação de instabilidade devem ser seguidos os seguintes passos:

**Análise pós-ruptura**

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

A investigação de um acidente pressupõe identificar se o talude é de solo ou de rocha:

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

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

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

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

questão de custo e dificuldades associadas a sua remoção ou estabilização.

Como foi citado anteriormente, são quatro os tipos distintos na qual podem ocorrer as rupturas:

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

Os casos típicos encontrados no litoral paulista são mostrados na Figura 7.

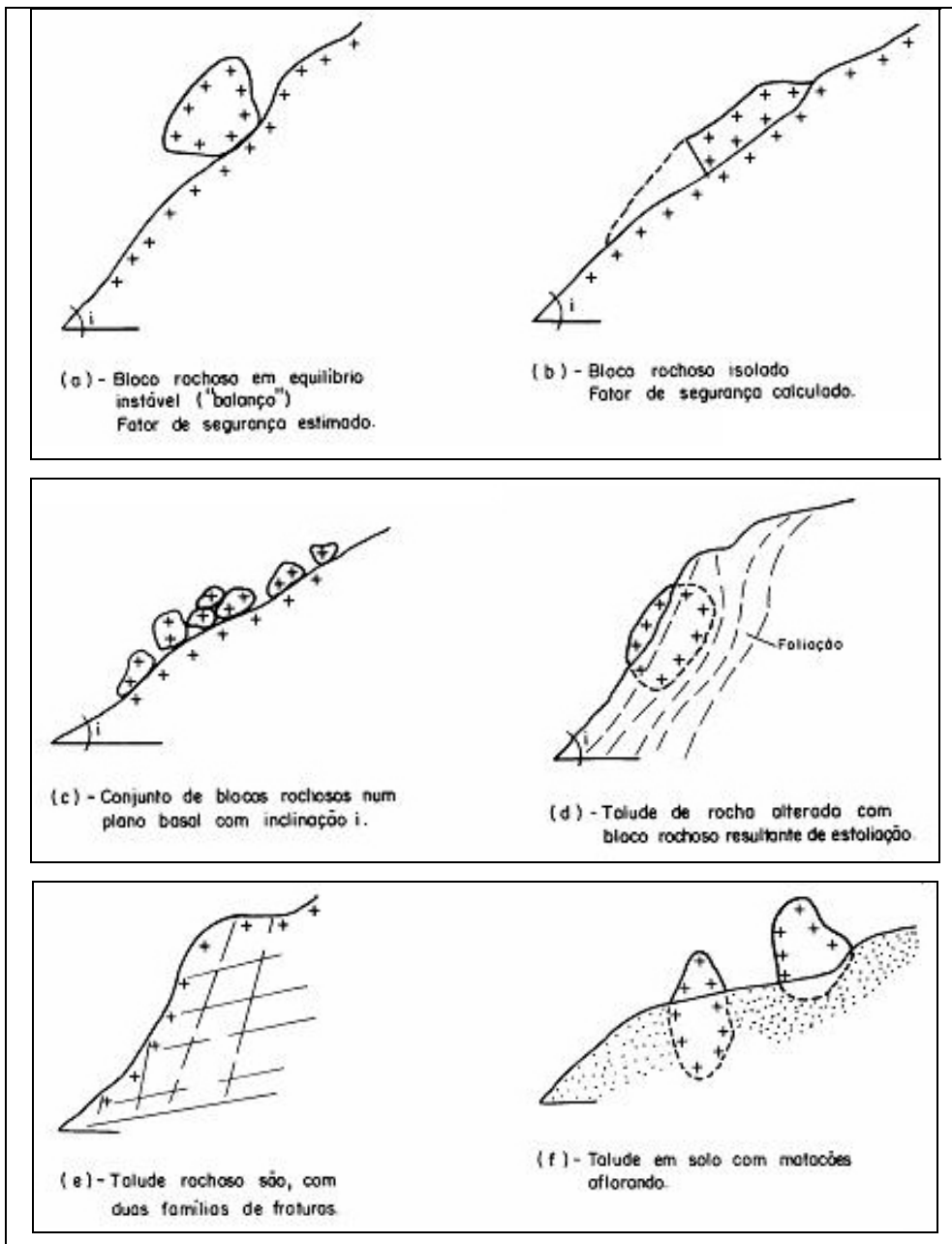


Figura 7 - Casos típicos encontrados nos morros do litoral paulista (in Yoshikawa, 1997)



Geralmente a ruptura em rocha, seja qual for a natureza do processo mecânico, ocorrerá somente nos casos onde o Fator de Segurança (FS) já se encontra baixo (próximo de 1,0). Em uma análise, para se garantir que a situação não se encontre nesta condição, conforme Yoshikawa (1997), devido às incertezas presentes na avaliação de encostas em área de risco, deve-se ter como referência um FS determinado bem acima de 1,0 (em torno de 3,5).

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

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

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

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

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

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

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

de Segurança. Para um estudo detalhado é necessária a obtenção de dados para o cálculo do Fator de Segurança. As Figuras 8, 9 ,10 e 11 mostram exemplos de alguns levantamentos feitos para tal estudo.

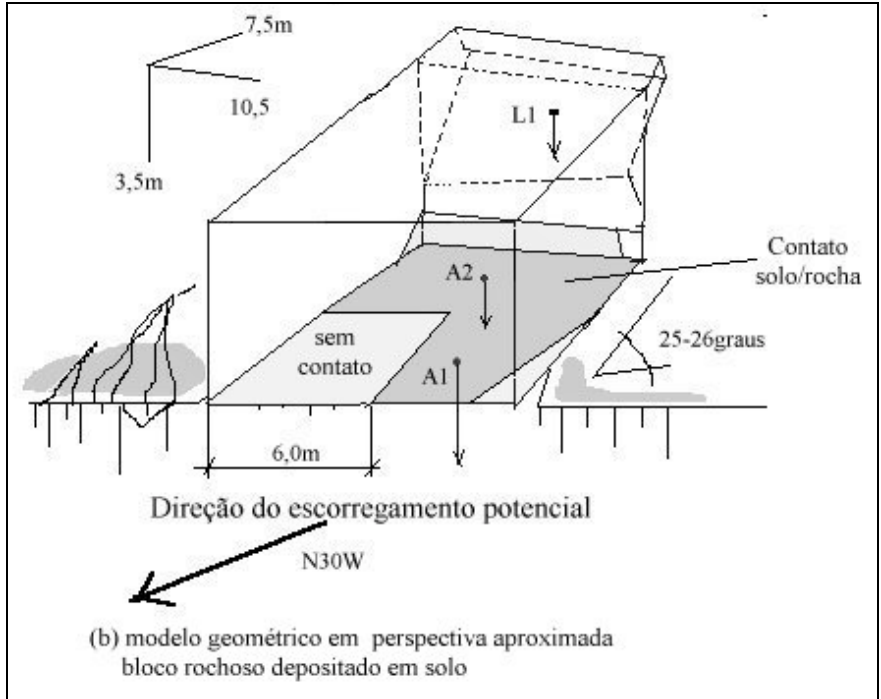


FIGURA 8 - Levantamento geométrico modelizado efetuado para um bloco rochoso (Ilhabela, 2000)

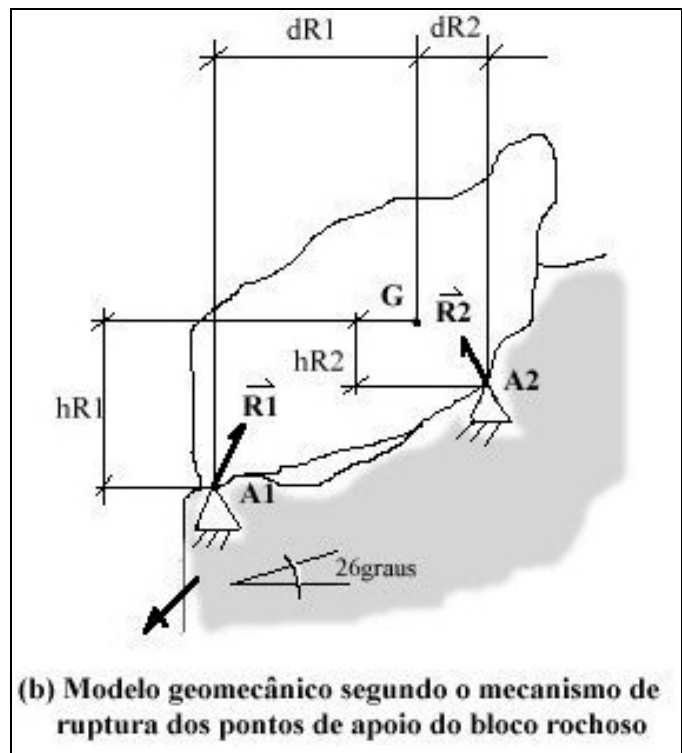


FIGURA 9 - Exemplo de um modelo geomecânico para estudo de estabilidade pelo método do equilíbrio limite.



FIGURA 10 - Blocos rochosos potencialmente instáveis.

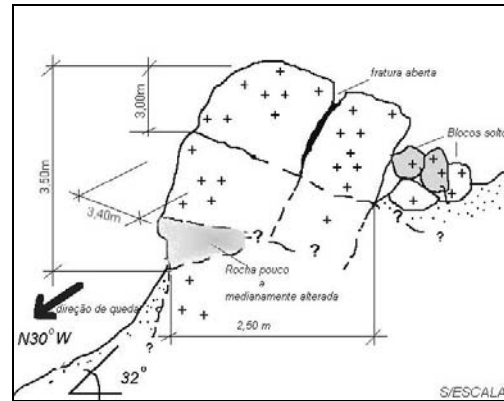


FIGURA 11 - Exemplo de ilustração para levantamento geométrico

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

## AVALIAÇÃO DA INSTABILIDADE

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

### 1. Bloco rochoso depositado em talude de solo

Processo deflagrador:

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

### 2. Bloco rochoso depositado em talude de rocha

Processo deflagrador:

- a) Ação das águas (alteração diferencial no contato, pressão neutra nas fraturas, solitação mecânica por fluxo d'água).

b) Vegetação (abertura de fraturas, reposicionamento dos blocos, solicitação por movimentação de árvores, etc.).

### **3. Talude rochoso fraturado.**

Processo deflagrador:

a) Ação das águas (pressão neutra nas fraturas, solicitação mecânica por fluxo d'água, alteração nas descontinuidades, remoção de materiais de preenchimento nos contatos, etc.).

b) Vegetação (abertura de fraturas, reposicionamento dos blocos, solicitação por movimentação de árvores, etc.).

### **Grau de instabilidade inerente a cada categoria**

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

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

### **Utilização do Roteiro Sintetizado numa Ficha de Avaliação de Campo**

Conforme citado anteriormente, todos os conceitos associados a estabilidade de taludes rochosos, tais como, condições de atrito, grau de fraturamento, alteração, coesão, equilíbrio instável estão previstos como fatores favoráveis e/ou desfavoráveis para estabilidade de um bloco rochoso ou de um talude rochoso.

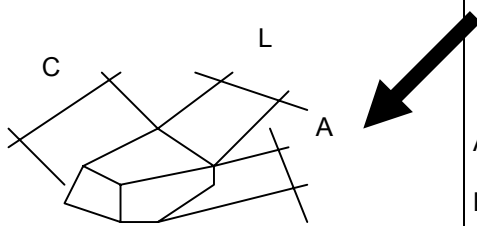
Como nos trabalhos emergenciais de campo, as análises são expeditas. Os estudos realizados visam distinguir basicamente duas condições:

- Estáveis
- Instáveis

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

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

PPDC - PLANO PREVENTIVO DE DEFESA CIVIL		1/2	
VISTORIA TÉCNICA PARA BLOCOS ROCHOSOS		Cadastro	
EM ENCOSTAS		Número _____	
LOCALIZAÇÃO:		DATA: __/__/200__	
1. Tipologia			
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">TALUDE ROCHOSO</div> <p style="margin-left: 40px;">A) VERTICAL <input type="checkbox"/> (80 A 90) B) INCLINADO <input type="checkbox"/></p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">TALUDE EM SOLO</div> <p style="margin-left: 40px;">A) VERTICAL <input type="checkbox"/> B) INCLINADO <input type="checkbox"/></p>		
2. Localização dos blocos rochosos			
<p style="text-align: center;">IMERSO NO SOLO <input type="checkbox"/></p> <p>FAZ PARTE DO TALUDE EM ROCHA <input type="checkbox"/></p>	<p style="text-align: center;">DEPOSITADO NO TOPO DO TALUDE DE SOLO <input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: center;">DEPOSITADO NO TOPO DO TALUDE EM ROCHA <input type="checkbox"/></p>		
3. Condições de contato do bloco (s) rochoso(s)			
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">1 Rocha/Rocha</div> <p style="margin-left: 40px;">CONTATO LISO <input type="checkbox"/> CONTATO PREENCHIDO <input type="checkbox"/></p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">2 Rocha /Solo</div> <p style="margin-left: 40px;">SOLO SECO <input type="checkbox"/> SOLO SATURADO <input type="checkbox"/> EROSÃO NO CONTATO <input type="checkbox"/></p>		
4. Ângulo do Plano basal (GRAUS)			
A) 0 – 15 <input type="checkbox"/>	A) 15 – 35 <input type="checkbox"/>	B) MAIOR QUE 35 graus <input type="checkbox"/>	
	<p>5. Condições de equilíbrio estático</p> <p>70% EM CONTATO <input type="checkbox"/></p> <p>&lt; 70% EM CONTATO <input type="checkbox"/></p> <hr/> <p>6. Condições de alteração do material</p> <p>SÃO <input type="checkbox"/> MÉDIO A POUCO ALTERADO <input type="checkbox"/></p> <p>MUITO ALTERADO <input type="checkbox"/> DESAGREGA MANUAL <input type="checkbox"/></p>		

<p><b>7. Forma geométrica</b></p> <p>LASCAS (Extremidades finas) <input type="checkbox"/></p> <p>LAJES (Largura ou espessura bem menor que o comprimento) <input type="checkbox"/></p> <p>ARREDONDADOS OU CÚBICOS <input type="checkbox"/></p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p><b>8. Posição</b></p> <p>ÁREA MAIOR DO BLOCO EM CONTATO <input type="checkbox"/></p> <p>ÁREA MENOR DO BLOCO EM CONTATO <input type="checkbox"/></p> <p><b>9. Dimensões (aproximadas)</b></p> <p>LARGURA(L) _____</p> <p>COMPRIMENTO(C) _____</p> <p>ALTURA (A) _____</p> <p>A) Menor que 20x20x20cm <input type="checkbox"/></p> <p>B) Maior que 20x20x20cm <input type="checkbox"/></p>
<p><b>10. Estrutura</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">1 Talude em rocha</p> <p>01 família de fraturas <input type="checkbox"/></p> <p>02 família de fraturas <input type="checkbox"/></p> <p>03 ou mais famílias <input type="checkbox"/></p> </div> <div style="width: 45%;"> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">2 Talude em solo</p> <p>Associado a solo natural <input type="checkbox"/></p> <p>Associado a aterro <input type="checkbox"/></p> </div> </div>	<p><b>11. Desenho da situação</b></p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>
<p><b>Observações:</b></p> <p>(ex.: é caminho d'água)</p>	
<p>Quantidade de A) = _____</p> <p>Quantidade de B) = _____</p> <p>Se B &gt; A INSTÁVEL</p> <p>Se B &gt;&gt;A MUITO INSTÁVEL</p> <p>Se B &lt; A ESTÁVEL</p>	

- 1. ESTÁVEL (B<A).....**
- 2. MONITORAR .....(B=A OU B>A DIF. ATÉ 1**
- 3. INTERDITAR E SOLICITAR INSPEÇÃO TÉCNICA (B>>>A).....**

<p><b><u>Vistoria efetuada por:</u></b></p> <p>nome _____ ass _____</p>
---

### **Avaliação do risco**

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

### **Critério para estabelecimento de risco**

No Quadro 1 abaixo é feito um resumo dos critérios para o estabelecimento do grau de risco e as ações correspondentes. Deve-se enfatizar que para os graus de risco médio, alto e muito alto, mesmo não ocorrendo indícios de movimentação da encosta ou talude, as moradias e outras áreas deverão ser interditadas.

Quadro 1 - Critério para estabelecimento do grau de risco

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

### **AÇÕES EMERGENCIAIS E OBRAS DE ESTABILIZAÇÃO**

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

## **TÉCNICAS DE CONTENÇÃO EMERGENCIAIS**

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

## **TÉCNICAS DE ESTABILIZAÇÃO**

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

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

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

- Cantaria,
- Métodos de desmonte por explosivos convencionais e plásticos;
- Argamassas ou lamas expansivas;
- Pólvora negra;



- “Boulder buster”; e
- Derrubada por alavancas (manual).

### **MONITORAMENTO EXPEDITO**

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

Recomenda-se a adoção de monitoramento expedito, devido a seu baixo custo e facilidade de operação.

Os métodos de monitoramento expedito mais comuns são:

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

---

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS/  
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM/SGB

Escritório Rio de Janeiro  
Av. Pasteur 404 – Urca  
CEP 22290-240 – Rio de Janeiro, RJ.  
Tel.:PABX (21) 2295-0032  
Fax: (21) 2295-6347

Curso elaborado pelo IPT e Ministério das Cidades, e ministrado pelos seguintes técnicos do Departamento de Gestão Territorial da CPRM/SGB - tel.:(21)2546-0458

- Geólogo Jorge Pimentel: [jop@rj.cprm.gov.br](mailto:jop@rj.cprm.gov.br)
- Geólogo Carlos Eduardo Osório Ferreira: [cferreira@rj.cprm.gov.br](mailto:cferreira@rj.cprm.gov.br)
- Geólogo Samuel Magalhães Viana: [sviana@rj.cprm.gov.br](mailto:sviana@rj.cprm.gov.br)