

MINISTÉRIO DAS CIDADES

Capacitação em Mapeamento e Gerenciamento de Risco

Presidente da República

Luís Inácio Lula da Silva

Ministro das Cidades

Márcio Fortes de Almeida

Secretária Nacional de Programas Urbanos

Raquel Rolnik

Diretor de Assuntos Fundiários Urbanos

Celso Santos Carvalho

Colaborador - Cities Alliance

Thiago Galvão

Universidade Federal de Santa Catarina

Reitor: Prof. Lúcio José Botelho

Vice Reitor: Prof. Ariovaldo Bolzan

Centro Tecnológico

Diretor: Prof. Júlio Felipe Szeremeta

Departamento de Engenharia Civil

Chefe do Departamento: Prof. Antonio Edésio Jungles.

Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária

Diretor Executivo: Prof. Carlos Fernando Miguez

Centro de Estudos e Pesquisa sobre Desastres

Supervisão UFSC: Prof. Antonio Edésio Jungles

Coordenador Executivo – Prof. Valter Zanela Tani

Coordenador Técnico – Prof. Marcos Dalmau

Engenharia de Gestão do Conhecimento

Coordenador Geral PPEGC Dr. Paulo Mauricio Selig

Coordenadores de área: Dr. Neri dos Santos

Dr. Gregório Jean Varvakis Rados

Dr. Roberto Pacheco

Laboratório de Educação a Distância**Diretor Executivo**

Fernando Spanhol

Coordenação de Produção

Alexandre Peres de Pinho

Coordenação de Processos

Greicy Spanhol

Central de Apoio ao Aluno à Distância

Deise Fidelis

Márcia Melo

Sistema de Identidade Visual

NIPE / Design / EGR / CCE / UFSC

Luiz Fernando Figueiredo, Dr.

Eugenio Merino, Dr.

Geisa Golin, Designer

Mariana Buôgo. Designer

Redação e Organização do Conteúdo Específico

Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT

Agostinho Tadashi Ogura

Eduardo Soares de Macedo

Fabricio Araujo Mirandola

Nestor Kenji Yoshikawa

Alessandra Cristina Corsi

Kátia Canil

Marcelo Fischer Gramani

Fabiana Checchinato Silva

Adequação de linguagem & Revisão lingüística

Arceloni Neusa Volpato

Elizângela Rodrigues Mota

Diagramação

Geisa Golin, Designer

Mariana Buôgo, Designer

Patrícia Martins do Vale, Colaboradora

Modelo Educacional

Alexandre Peres de Pinho

Fernando Spanhol

Greicy Spanhol

Coordenação Pedagógica

Fernando Spanhol

Ambiente Virtual de Aprendizagem

kmeducation.com.br

Fábio Polli

Márcio Spies

Alessandro Leo Kuntze

Reprodução de CD

digi3.com.br

Impressão

Gráfica Copiart

Apresentação

No Brasil, os principais processos associados a desastres naturais são os movimentos de massas e as inundações. Se as inundações causam elevadas perdas materiais e impactos na saúde pública, são os movimentos de massas – escorregamentos e processos correlatos – que têm causado o maior número de vítimas fatais.

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

Para que equipes municipais desenvolvam seus trabalhos com a melhor qualidade possível, se faz necessário o seu treinamento, inicialmente contemplando o mapeamento de riscos. A estruturação do curso deve permitir a formação ou atualização do conhecimento de profissionais para que esses possam atuar como multiplicadores dos conhecimentos técnicos e dos métodos empregados.

É com base nesse princípio que o Ministério das Cidades está promovendo, em parceria com Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED/UFSC) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), o Curso de Capacitação de Técnicos e Gestores Municipais no Mapeamento e Gerenciamento de Riscos de Deslizamentos em Encostas e Inundações.

Realizado na modalidade à distância, esse curso é parte integrante da Ação de Prevenção de Riscos do Programa Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários do Ministério das Cidades. O público-alvo são os técnicos municipais, independentemente de sua formação, que atuam na gestão desses problemas.

O objetivo do curso é fortalecer a gestão urbana nas áreas sujeitas a fatores de riscos, investindo na capacitação de técnicos municipais para elaborarem, de forma autônoma, o diagnóstico das áreas de risco e para a montagem de um sistema municipal de gerenciamento de risco que contemple a participação ativa das comunidades.

Este livro integra o kit didático do Curso. Aqui, você terá uma visão geral sobre o Curso e encontrará os conteúdos que servirão de base para reconhecer os processos geológicos mais ocorrentes no seu município e saber como se aplicam as técnicas disponíveis para identificar as áreas de risco atribuindo níveis hierárquicos.

Poderá consultar também, a qualquer momento da realização do Curso, orientações para estudar a distância e realizar sua atividade de aprendizagem, aproveitando, assim, toda a estrutura pedagógica e didática, planejada e construída para que

você tenha um aprendizado significativo.

Temos certeza de que você estará determinado a contribuir com conhecimento adquirido no curso, acrescido de sua experiência, no sentido de implantar ou otimizar o sistema municipal de gerenciamento de riscos de deslizamentos em encostas e inundações.

Desejamos um excelente curso a todos!

Guia do Aluno

Considerando que diversas cidades brasileiras possuem áreas de risco onde podem ocorrer 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 sendo 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, entre outros.

OBJETIVO PRINCIPAL

O objetivo principal deste 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

Ao final deste curso, os participantes deverão:

- estar capacitados para executar o mapeamento das áreas de risco de escorregamentos em seus municípios;
- preparados para elaborar o sistema de gerenciamento de áreas de risco.

Como será este curso?

O Curso será realizado na modalidade de educação à distância (EaD), por meio do uso de diferentes recursos. Nessa modalidade, é o próprio aluno que organiza seu tempo de estudo e a elaboração das atividades previstas.

Para que o estudo à distância se torne possível é necessário a utilização de alguns recursos didáticos, assim como a disponibilização de recursos humanos para o acompanhamento sistemático dos estudantes.

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

- 01 Site na Internet.
- Central de Apoio ao Estudante à Distância - CAED.

Carga Horária	40h/aula
Período de Realização	Trinta dias - Acesse: www.ceped.ufsc.br/mapeamento
Certificação	Os participantes que concluírem o Curso receberão certificado registrado pela UFSC

Em resumo, para um bom aproveitamento do curso é necessário que você fique atento para:

- utilizar regularmente os materiais didáticos disponibilizados;
- consultar o CAED quando surgirem dúvidas e/ou sugestões;
- participar dos fóruns de discussão;
- fazer a atividade de aprendizagem e encaminhá-la ao CAED para avaliação.

O que eu farei neste curso?

Você recebeu um kit didático contendo o seguinte material:

- 01 Livro (contém o texto base do curso)
- 01 CD (cópia do livro, arquivos de imagens que irão auxiliá-lo na visualização dos processos e dos indicadores de risco e arquivos auxiliares)

Verifique na etiqueta da embalagem do kit se os seus dados pessoais, como nome completo e endereço, estão corretos. Esses detalhes são importantes para que você receba as correspondências e e-mails sem problemas.

Se os dados da etiqueta não estiverem corretos, entre em contato com a monitoria do CAED.

- Seu login e senha serão enviados por e-mail.

Organizando o Estudo

- Leia atentamente as primeiras páginas do livro para tirar melhor proveito das informações e conhecer o cronograma do curso.
- Trace um plano de estudos para a realização do curso: destine um tempo para estudar as unidades do livro, participar dos fóruns de discussão, elaborar a atividade de aprendizagem e, quando necessário, entre em contato com seu tutor.
- Organize seus horários de estudo observando o cronograma das atividades do Curso.
- Lembre-se! Os prazos devem ser respeitados.

Estudando o Livro-Texto

- Procure utilizar o livro de maneira integrada com os demais recursos do Curso.
- Anote as dúvidas que surgirem durante a leitura e esclareça-as com os tutores.
- Os textos selecionados são instrumentos pedagógicos importantes no seu processo de aprendizagem.
- Leia atentamente cada unidade para entender todo o assunto.
- Preste atenção nos quadros, ícones e ilustrações, eles contêm mensagens importantes.
- À medida que for lendo, faça intervalos para compreender a essência do que foi lido.
- Tenha o hábito de fazer esquemas e anotações ao longo dos textos.

Consultando o site do Curso

Para acessar o site do Curso digite o seguinte endereço: <http://www.ceped.ufsc.br/mapeamento> e entre com o login e senha que você recebeu em seu e-mail. Sugerimos que você o acesse regularmente, pois estaremos disponibilizando as datas das atividades, e demais informações atualizadas sobre o andamento do Curso. Além disso, o espaço de “dúvidas freqüentes” também será atualizado constantemente pelos tutores, constituindo-se em excelente ferramenta para consulta das dúvidas coletivas e fonte de informações.

As ferramentas disponíveis no site foram planejadas para permitir o acesso a conteúdos complementares e informações atualizadas sobre o andamento do Curso.

Participando dos fóruns de discussão

Os fóruns de discussão são espaços para troca de idéias e opiniões, entre os cursistas, sobre um tema específico referente ao conteúdo do Curso, bem como, para troca de experiências. A participação dos cursistas não se dá ao mesmo tempo, pois cada um insere sua opinião no momento que considerar mais propício.

- No fórum – as opiniões podem ser inseridas a qualquer hora.
- Para entrar no fórum, acesse o site <http://www.ceped.ufsc.br/mapeamento>, clique no link “FÓRUM”.
- Você pode responder à pergunta inicial, responder uma das perguntas dos participantes ou lançar uma nova pergunta.
- Haverá três fóruns de discussão em andamento durante todo o Curso.
- Se tiver alguma dúvida específica em relação ao conteúdo do Curso, entre em contato com seu tutor. Não utilize o fórum para esta finalidade.

Elaborando a atividade de aprendizagem

Para concluir esse curso é necessário realizar a atividade de aprendizagem, que denominamos de Mapeamento de Riscos. O principal objetivo dessa atividade é fazer com que você consolide os conhecimentos adquiridos, ao longo do curso, por meio de um estudo preliminar e simplificado de riscos de desastres. Para isso, você deverá identificar os desastres potenciais de maior prevalência em uma região ou área de sua escolha: residência, empresa, comunidade, bairro ou município. E, como conclusão do estudo, avaliar a gravidade dos danos e prováveis prejuízos às pessoas e ao local afetado.

Acreditamos que conhecendo e, principalmente, praticando essa forma simplificada de análise de riscos, você poderá plane-

jar, com qualidade, ações voltadas para prevenção aos desastres.

- Leia com atenção as orientações para elaborar a atividade de aprendizagem deste Curso.
- Certifique-se de que entendeu bem as explicações para que possa construir a proposta. Em caso de dúvida, faça contato com seu tutor.
- Utilize o formulário no site para enviar a atividade ao CAED.
- Sua atividade será recebida e avaliada pelo seu tutor/monitor com base na avaliação realizada, o tutor/monitor emite um comentário (feedback) sobre a atividade para que você possa analisar os pontos positivos e/ou aqueles que merecerem revisão.
- Lembre-se de que o envio da atividade ao CAED é a garantia da conclusão e recebimento do certificado do Curso

Cumprindo as Atividades

Prezado aluno

Durante esse curso você deverá realizar várias atividades que tem por objetivo verificar seu aprendizado, compreensão do conteúdo e levantar suas dúvidas para que possamos auxiliá-lo no processo de aprendizagem.

Observe o cronograma de atividades abaixo:

CRONOGRAMA DE ATIVIDADE

ATIVIDADES: AULAS:	Jogos Interativos	Exercícios	Fórum 1	Fórum 2	Fórum 3	Análise de Campo	Mapeamento de risco
Aula 1	X	X	X				
Aula 2	X	X	X				
Aula 3	X	X	X				
Aula 4	X	X		X		X	
Aula 5	X	X		X			
Aula 6					X		
Aula 7					X		
Aula 8	X	X			X		X

Orientações:

Como você pode perceber no cronograma, várias atividades estão propostas. Para facilitar o desenvolvimento de todas é importante que você se organize, determinando um horário diário para seus estudos.

Observe que os jogos interativos e os exercícios estão presentes em seis das oito aulas, são fáceis. No entanto, os Fóruns (3) que acompanham todo o curso, exigem do aluno maior atenção e tempo de elaboração.

No Fórum não basta apenas enviar uma mensagem, é importante interagir com os colegas, ler suas mensagens, comentar, ler os comentários publicados para você, permitir um diálogo. Esta atividade tem peso de avaliação maior que as anteriores.

As atividades principais do processo de avaliação são as de “Análise de Campo” e o final, de “Mapeamento de Riscos”. Lembre-se que os dados informados por você, no Mapeamento de Riscos, serão utilizados pelo Ministério para entender a sua realidade, portanto, não omita ou coloque informações que não existem.

Organize-se, lembre-se de estar atento aos prazos e aos pesos de cada avaliação, se necessitar de auxílio, conte com a equipe de tutoria.

Bons Estudos!

Interagindo com a Central de Apoio ao Estudante à Distância - CAED

O CAED é uma estrutura organizada para realizar o atendimento, o acompanhamento e a avaliação do processo de aprendizagem dos cursistas. Conta com uma equipe de Tutores/Monitores, que podem oferecer o subsídio necessário para o melhor aproveitamento do Curso.

Os Tutores/Monitores esclarecem as dúvidas relacionadas aos aspectos pedagógicos do Curso: conteúdos, metodologia e elaboração da atividade de aprendizagem. Para isso, foram selecionados profissionais com formação específica na área deste Curso.

Eles também esclarecerão suas dúvidas administrativas, como: cadastro, recebimento dos materiais didáticos, e emissão de certificados.

- No CAED, cada tutor/monitor será responsável por um mesmo grupo de alunos do início ao fim deste Curso.
- Assim que o Curso começar, você irá receber um “e-mail de apresentação” de seu tutor, no qual ele informará nome e horário de atendimento.
- Procure entrar em contato nos horários em que seu tutor/monitor estará no CAED, para que ele possa acompanhar seus estudos mais sistematicamente e facilitar a troca de informações, já que ele conhecerá o conteúdo dos seus últimos contatos.
- Seu tutor/monitor fará contato periódico para acompanhar o andamento de seus estudos. Por isso, é importante manter seus dados cadastrais atualizados, principalmente, endereço eletrônico e números de telefone.

Você poderá entrar em contato com nossa equipe utilizando os seguintes recursos:

Horário de Atendimento do CAED
segunda a sexta-feira, das 08:00 às 20:00 h.

Atendimento por Telefone

DDG 0800-646 55 77
(ligação gratuita)

Endereço para Correspondência

Laboratório de Educação a Distância/UFSC
Central de Apoio ao Estudante a Distância (CAED)
Caixa Postal 5067
Cep 88040-970 Florianópolis-SC

Site do Curso

<http://www.ceped.ufsc.br/mapeamento>

Email

mapeamento@ceped.ufsc.br

O que você vai encontrar neste livro

O livro deste Curso foi organizado para facilitar sua leitura e estudo.

Para isso, ele contém alguns recursos visuais no decorrer de suas páginas.

A identificação da unidade localiza-se no canto superior das páginas.

Links : textos localizados nas laterais da página que indicam uma informação complementar ao tema tratado.

O número da página localiza-se no canto inferior da página.

Aula 01: Introdução ao Gerenciamento de Áreas de Risco

Atique

Verum, quia difficile foret praesentes litteras ad universa christiani orbis loca deferri, volumus quod illarum transumptis, etiam impressis, manu

01

Aula

13

Sumário

1

Aula 01: Introdução ao Gerenciamento de Áreas de Risco

2

Aula 02: Conceitos Básicos de Risco e de Áreas de Risco

3

Aula 03: Identificação, Análise e Mapeamento de Áreas de Risco de Escorregamentos

4

Aula 04: Roteiros de Análise e Avaliação de Risco

5

Aula 05: Identificação, Análise e Mapeamento de Áreas de Risco de Enchentes e Inundações

6

Aula 06: Gerenciamento de Áreas de Risco Medidas Estruturais e Não Estruturais

7

Aula 07: Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC)

8

Aula 08: Noções de Sistema de Informações Geográficas como Ferramenta na Gestão Municipal



Aula

1

**Introdução ao
Gerenciamento de
Áreas de Risco**

AULA 1

Nesta aula você aprenderá noções básicas de gerenciamento de área de risco.

FIQUE ATENTO!

No decorrer desta aula você vai identificar ações gerais de prevenção e controle de acidentes e um modelo de abordagem para o gerenciamento de áreas de risco.

INTRODUÇÃO AO GERENCIAMENTO DE ÁREAS DE RISCO

CENÁRIO POLÍTICO E SOCIAL

Nos dias atuais, o aumento do número de pessoas vivendo em áreas de risco de escorregamentos, enchentes e inundações têm sido uma das características negativas do processo de urbanização e crescimento das cidades brasileiras, verificado principalmente nas regiões metropolitanas.

Fatores econômicos, políticos, sociais e culturais contribuem para o avanço e a perpetuação desse quadro indesejável. Em linhas gerais o problema de áreas de risco geológico e hidrológico nas cidades brasileiras pode ser sintetizado no quadro abaixo:

Fatores econômicos, políticos, sociais e culturais contribuem para o avanço e a perpetuação do cenário político e social.

IDENTIFICAÇÃO DO CENÁRIO

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

ALTERNATIVAS TÉCNICAS

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

Eliminar/Reduzir o Risco

- Agindo sobre o processo
- Agindo sobre a consequência

Evitar a Formação de Áreas de Risco

- Controle efetivo do uso do solo

Conviver com os Problemas

- Planos preventivos de defesa civil

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

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

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

PERGUNTAS BÁSICAS

O gerenciamento de áreas urbanas com risco de escorregamentos, enchentes e inundações têm como base quatro questões.

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

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

Definidos os processos, o mapeamento identificará onde estes ocorrem e, por meio de estudos de correlação e monitoramento, será definido quando o processo será deflagrado.

Sabendo o tipo de processo, como, onde e quando ele ocorre, serão definidas as medidas a serem tomadas, sejam de caráter estrutural ou não-estrutural.

Em linhas gerais o quadro abaixo sintetiza as quatro perguntas básicas:

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

FUNDAMENTOS

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

O primeiro fundamento é a Previsão, que possibilita a

No mapeamento e gerenciamento de áreas urbanas com risco de escorregamentos, enchentes e inundações existem dois fundamentos principais.

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

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

MODELO DE ABORDAGEM DA ONU

No ano de 1991, a UNDRO (Agência de Coordenação das Nações Unidas para o Socorro em Desastres) elaborou um método para enfrentar os acidentes naturais, que se baseia em duas atividades: prevenção e preparação.

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

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

De acordo com esta linha de abordagem, os programas de Mitigação de Desastres da UNDRO incluem uma seqüência de ações de prevenção e preparação, que é:

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

Segue a descrição das ações relacionadas a cada uma dessas atividades, discutindo-se, em linhas gerais, algumas práticas de atuação em relação às áreas de risco de escorregamento, enchentes e inundações.

IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS

Esta ação se refere aos trabalhos de reconhecimento de ameaças ou perigos e de identificação das respectivas áreas de risco. Para cada tipo de ameaça, deve-se entender os fatores condicionantes, os agentes deflagradores e os elementos sob

As atividades de prevenção estão relacionadas a estudos de natureza técnico-científica, na definição da magnitude de um desastre e no estabelecimento das medidas que possibilitem a proteção da população e de seus bens materiais.

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

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

risco de acidentes. Os trabalhos de identificação apresentam-se, geralmente, sob a forma de mapas de identificação espacial das áreas de risco. Estudos de retro-análise de acidentes associados aos diferentes tipos de processos passíveis de ocorrer em uma dada localidade são um dos métodos aplicados na identificação dos riscos para o reconhecimento prévio do problema.

ANÁLISE DE RISCOS

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

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

- Estudos de caracterização fenomenológica
- Quantificação relativa e/ou absoluta
- Zoneamento
- Cadastramento de risco
- Carta de risco
- Codificação e hierarquização de risco
- Avaliação de possíveis cenários de acidentes

Estes estudos possibilitam um melhor reconhecimento do grau de risco efetivo em cada área, o que possibilita a definição das medidas mais adequadas de prevenção de acidentes.

MEDIDAS DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES

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

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

PLANEJAMENTO PARA SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

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

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

INFORMAÇÕES PÚBLICAS E TREINAMENTO

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

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

O melhor instrumento para reduzir os desastres é a existência de um sistema educativo eficaz, que gere e difunda uma cultura de prevenção. Estas ações podem acontecer através de cursos, oficinas ou manuais que capacitem pessoas a atuar nas diversas necessidades.

RESUMO: Nesta aula você aprendeu a necessidade de identificar o cenário para mapear a área de risco e definir o processo e as medidas a serem tomadas. Viu que no mapeamento e gerenciamento de áreas urbanas existem dois fundamentos principais que são: Previsão e Prevenção. E, que, na identificação dos riscos deve-se identificar os fatores condicionantes, os agentes deflagradores e os elementos sob o risco de acidentes, bem como, analisar o cenário de determinado espaço físico de acordo com os diferentes tipos de processo. E, ainda, viu que é necessário planejamento para situações de emergência, pois acidentes podem ocorrer mesmo sendo realizadas diversas ações de prevenção.

VEJA NO SITE O EXERCÍCIO DESTE CAPÍTULO



Aula

2

**Conceitos Básicos de
Risco e de
Áreas de Risco**

AULA 2

Nesta aula você aprenderá a homogeneizar a terminologia utilizada pelos profissionais.

FIQUE ATENTO!

Nesta aula se pretende conscientizar os profissionais que há variações nas terminologias empregadas e homogeneizar o entendimento das equipes técnicas e dos profissionais conceituando os termos mais utilizados.

A terminologia que tem sido empregada nesta área ainda encontra muita variação em sua definição.

CONCEITOS BÁSICOS DE RISCO E DE ÁREAS DE RISCO

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

RESUMO: Nesta aula você descobriu que não há unanimidade nas terminologias utilizadas pelos profissionais que atuam com áreas de risco e acompanhou a tentativa de padronizar os termos mais utilizados com a sua respectiva definição.

[VEJA NO SITE O EXERCÍCIO DESTA CAPÍTULO.](#)



Aula

3

**Identificação, Análise e
Mapeamento de
Áreas de Risco de
Escorregamentos**

AULA 3

Nesta aula você aprenderá a mapear as áreas de risco de escorregamentos.

FIQUE ATENTO!

Há diversos tipos de escorregamentos e portanto, é necessário diferenciá-los para, a partir das causas e condicionantes, identificar, analisar e mapear as áreas de risco para definir a melhor intervenção em áreas de ocupação urbana.

IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE E MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE ESCORREGAMENTOS

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

As encostas constituem uma conformação natural de terreno, originadas pela ação de forças externas e internas, através de agentes geológicos, climáticos, biológicos e ações humanas que vêm, através dos tempos, esculpindo a superfície da Terra.

(*) Link 1 – Acesse o CD para melhor vislumbrar as figuras.

CONCEITOS

- Solo - material decomposto da rocha, cujos constituintes resumem-se a partículas de areia, silte e argila, matéria orgânica, água e ar. Os solos se diferenciam dependendo da razão entre esses componentes e apresentam textura, cor, estrutura e densidades variáveis.
- Rocha - é um agregado natural, composto de alguns minerais ou de um único mineral, classificada pelo seu processo de origem como rochas ígneas (granitos, basalto), rochas sedimentares (arenitos, siltitos), e rochas metamórficas (xistos, gnaisses).
- Maciço Rochoso - são grandes massas de rocha situadas no local de origem, que podem estar sujeitos a processos de instabilidade de blocos rochosos.
- Blocos rochosos - o termo bloco rochoso é usado para qualquer fragmento métrico de rocha, independente de sua origem. Os termos lasca ou laje rochosa são utilizados para informar a sua forma geométrica. O termo matacão refere-se a blocos arredondados, aflorantes ou imersos no solo, cuja forma geométrica é elipsoidal a esférica (oval a arredondado), sendo originado pelo processo de alteração das rochas.
- Afloramento rochoso = denomina-se afloramento rochoso a exposição de parte do maciço rochoso, são ou alterado.

O termo encosta é utilizado em caracterizações regionais, enquanto que talude natural é mais empregado em descrições locais, preferencialmente, por profissionais atuantes em geotecnia.

- Encosta = pode ser entendida como toda superfície natural inclinada (declive), que une duas outras superfícies caracterizadas por diferentes energias potenciais gravitacionais.
- Taludes Naturais = são definidos como encostas de maciços terrosos, rochosos ou mistos, de solo e rocha, de superfície não horizontal, originados por agentes naturais.

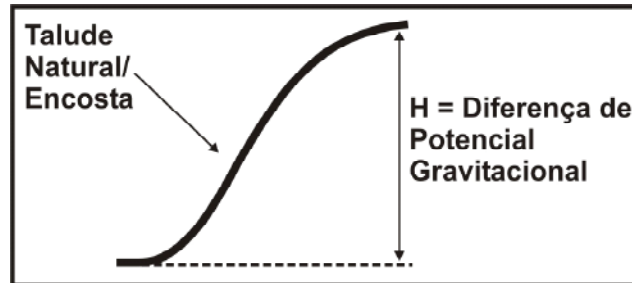


Figura 3.1 – Perfil de encosta ou talude natural

- Talude de Corte = É definido como um talude, resultante de algum processo de escavação promovido pelo homem.
- Talude de Aterro = Refere-se aos taludes originados pelo aporte de materiais, tais como, solo, rocha e rejeitos industriais ou de mineração

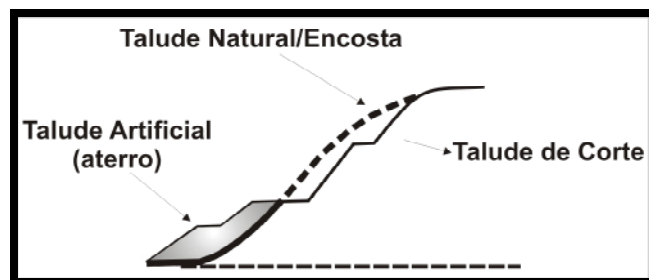


Figura 3.2 – Perfil de encosta com taludes de corte e aterro.

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS BÁSICOS DO TALUDE

Inclinação, declividade, amplitude e perfil são os principais elementos geométricos de uma encosta ou talude.

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

INCLINAÇÃO

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

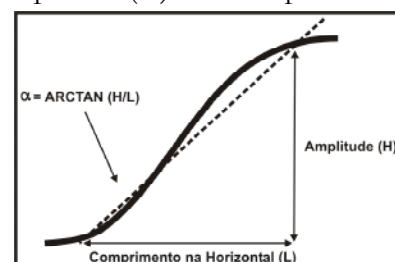


Figura 3.3 – Cálculo da inclinação de uma encosta.

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

DECLIVIDADE

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

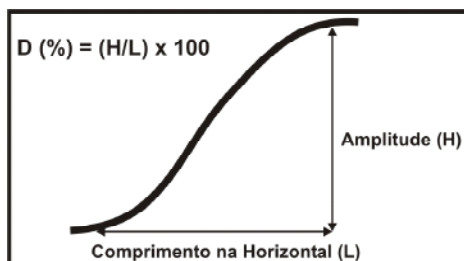


Figura 3.4 – Cálculo da declividade.

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

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

Figura 3.5 – Tabela de conversão entre os valores de declividade e inclinação.

O QUE SÃO ESCORREGAMENTOS

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

Podem ser induzidos, gerados pelas atividades do homem que modifica as condições naturais do relevo, por meio de cortes para construção de moradias, aterros, lançamento concentrado de águas sobre as vertentes, estradas e outras obras. Por isso, a ocorrência de deslizamentos resulta da ocupação inadequada, sendo, portanto, mais comum em zonas com ocupações precárias de baixa renda.

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

Escorregamentos são decorrentes de uma variedade de tipos de movimentos de solos, rochas ou detritos. Deslizamentos, que são movimentos de solo e rocha, são causados pela infiltração de água das chuvas. Estes movimentos podem ser induzidos, mas também podem ser previstos.

TIPOS DE ESCORREGAMENTOS

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

RASTEJO

Os rastejos são movimentos lentos, que envolvem grandes massas de materiais, cujo deslocamento resultante ao longo do tempo é mínimo (mm a cm/ano).

Este processo atua sobre os horizontes superficiais do solo, bem como, horizontes de transição solo/rocha e até mesmo rocha, em profundidades maiores. Também são incluídos neste grupo o rastejo em solos de alteração (originados no próprio local) ou em corpos de tálus (tipo de solo proveniente de outros locais, transportado para a situação atual por grandes movimentos gravitacionais de massa, apresentando uma disposição caótica de solos e blocos de rocha, geralmente, em condições de baixa declividade).

Este processo não apresenta uma superfície de ruptura definida (plano de movimentação), e as evidências da ocorrência deste tipo de movimento são trincas verificadas em toda a extensão do terreno natural, que evoluem vagarosamente, bem como as árvores, que apresentam inclinações variadas.

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



Figura 3.6 – Árvores inclinadas e degraus de abatimento podem indicar processos de rastejo.

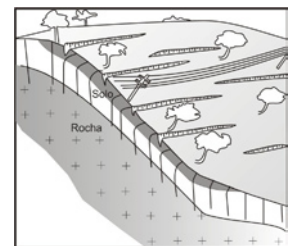


Figura 3.7 – Perfil esquemático do processo de rastejo.

Escorregamentos são processos marcantes na evolução das encostas, caracterizando-se por movimentos rápidos (m/h a m/s), com limites laterais e profundidade bem definidos.

ESCORREGAMENTOS PROPRIAMENTE DITOS

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

O principal agente deflagrador destes processos são as chuvas. Os índices pluviométricos críticos variam de acordo com

Aula 03: Identificação, Análise e Mapeamento de Áreas de Risco de Escorregamentos

a região, sendo menores para os escorregamentos induzidos e maiores para os generalizados.

Existem vários tipos de escorregamentos propriamente ditos: planares ou translacionais, os circulares ou rotacionais, os em cunha e os induzidos. A geometria destes movimentos varia em função da existência ou não de estruturas ou planos de fraqueza nos materiais movimentados, que condicionem a formação das superfícies de ruptura.

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



Figura 3.8 – Acidente de escorregamentos planares induzidos pela ocupação.

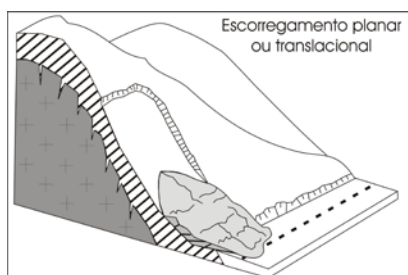


Figura 3.9 – Perfil esquemático de escorregamentos planares.

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



Figura 3.10 – Escorregamento circular ou rotacional.

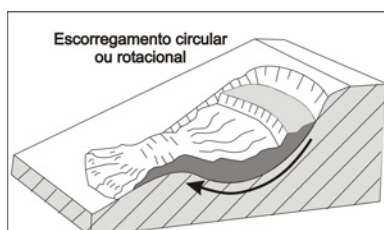


Figura 3.11 – Perfil esquemático do escorregamento circular ou rotacional.

Os escorregamentos em cunha estão associados a saprolitos e maciços rochosos, onde a existência de dois planos de fraqueza desfavoráveis à estabilidade condicionam o desloca-



Figura 3.12 – Escorregamento em cunha ou estruturado.

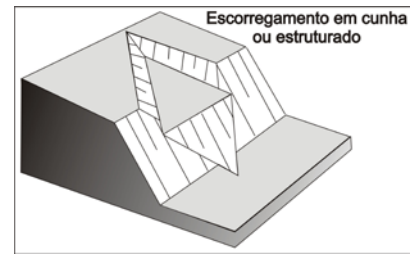


Figura 3.13 – Perfil esquemático de um escorregamento em cunha ou estruturado.

Os escorregamentos induzidos, ou causados pela ação antrópica, são aqueles cuja deflagração é causada pela execução de cortes e aterros inadequados, pela concentração de águas pluviais e servidas, pela retirada da vegetação, etc. Muitas vezes, estes escorregamentos induzidos mobilizam materiais produzidos pela própria ocupação, envolvendo massas de solo de dimensões variadas, lixo e entulho.

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

QUEDAS

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

A ocorrência deste processo está condicionado à presença de afloramentos rochosos em encostas íngremes, abruptas ou taludes de escavação, tais como, cortes em rocha, frentes de lavra, etc., sendo potencializados pelas amplitudes térmicas, através da dilatação e contração da rocha. As causas básicas deste processo são as descontinuidades do maciço rochoso, que propiciam isolamento de blocos unitários de rocha, subpressão através do acúmulo de água, descontinuidades ou penetração de raízes. Pode ser acelerado pelas ações antrópicas, como, por exemplo, vibrações provenientes de detonações de pedreiras próximas. Frentes rochosas de pedreiras abandonadas podem resultar em áreas de instabilidade decorrentes da presença de blocos instáveis remanescentes do processo de exploração.

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



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



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

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

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

Tombamento ou basculamento e Rolamento de blocos são mais dois processos envolvendo afloramentos rochosos.



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

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



Figura 3.17 – Situação de risco de rolamento de bloco rochoso.



Figura 3.18 – Perfil esquemático de rolamento de bloco rochoso.

CORRIDAS DE MASSA

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

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

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



Figura 3.19 – Acidente associado ao processo do tipo corrida.

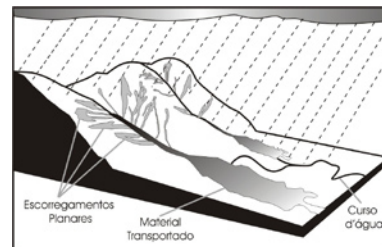


Figura 3.20 – Perfil esquemático de processos do tipo corrida.

Observa-se abaixo na tabela 3.1 os tipos de escorregamento/processo segundo a classificação de Augusto Filho (1992).

PROCESSOS	CARACTERÍSTICAS DO MOVIMENTO/MATERIAL/GEOMETRIA
RASTEJO (CREEP)	- vários planos de deslocamento (internos) - velocidades muito baixas a baixas (cms/ano) e decrescentes c/ a profundidade - movimentos constantes, sazonais ou intermitentes - solo, depósitos, rocha alterada/fraturada - geometria indefinida
ESCORREGAMENTOS (SLIDES)	- poucos planos de deslocamento (externos) - velocidades médias (m/h) a altas (m/s) - pequenos a grandes volumes de material - geometria e materiais variáveis: PLANARES: solos poucos espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza CIRCULARES: solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas EM CUNHA: solos e rochas com dois planos de fraqueza
QUEDAS (FALLS)	- sem planos de deslocamento - movimento tipo queda livre ou em plano inclinado - velocidades muito altas (vários m/s) - material rochoso - pequenos a médios volumes - geometria variável: lascas, placas, blocos, etc. ROLAMENTO DE MATAÇÃO TOMBAMENTO
CORRIDAS (FLOWS)	- muitas superfícies de deslocamento (internas e externas à massa em movimentação) - movimento semelhante ao de um líquido viscoso - desenvolvimento ao longo das drenagens - velocidades médias a altas - mobilização de solo, rocha, detritos e água - grandes volumes de material - extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas

Tabela 3.1 - Tipos de escorregamento / processo (Augusto Filho, 1992).

CONDICIONANTES E CAUSAS DOS ESCORREGAMENTOS

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

CONDICIONANTES NATURAIS

Os condicionantes naturais podem ser separados em dois grupos, o dos agentes predisponentes e o dos agentes efetivos.

Os agentes predisponentes são o conjunto das características intrínsecas do meio físico natural, podendo ser diferenciados em complexo geológico-geomorfológico (comportamento das rochas, perfil e espessura do solo em função da maior ou menor resistência da rocha ao intemperismo) e complexo hidrológico-climático (relacionado ao intemperismo físico-químico e químico). A gravidade e a vegetação natural também podem estar inclusos nesta categoria.

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

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

CONDICIONANTES ANTRÓPICOS

Dentre os vários condicionantes antrópicos, pode-se citar como principais deflagradores de escorregamentos a remoção da cobertura vegetal, lançamento e concentração de águas pluviais e/ou servidas, vazamento na rede de água e esgoto, presença de fossas, execução de cortes com alturas e inclinações acima de limites tecnicamente seguros, execução deficiente de aterros (compactação, geometria, fundação), execução de patamares (“aterros lançados”) com o próprio material de escavação dos cortes, o qual é simplesmente lançado sobre o terreno natural, lançamento de lixo nas encostas/taludes, retirada do solo superficial expondo horizontes mais suscetíveis, deflagrando processos erosivos, bem como elevando o fluxo de água na massa do solo. Um grande problema presente em

Mapeamento resulta de um mapa de risco de uma determinada área.

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

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

IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE E MAPEAMENTO DE RISCO EM OCUPAÇÕES URBANAS PRECÁRIAS

TIPOS DE MAPEAMENTOS

Dentre os tipos de mapeamentos existentes, três podem ser destacados, os quais, conjuntamente, resultarão no mapa de risco de uma determinada área.

O primeiro mapa a ser elaborado é o mapa de inventário. Este mapa é a base para a elaboração da carta de suscetibilidade e do mapa de risco. São suas características:

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

Tendo o mapa de inventário em mãos, pode-se iniciar a elaboração do mapa de suscetibilidade. Este é muito importante para a elaboração de medidas de prevenção e planejamento do uso e ocupação, pois indica a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em áreas de risco, expressando a suscetibilidade segundo classes de probabilidade de ocorrência.

Apresenta as seguintes características:

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

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

- conteúdo: probabilidade temporal e espacial, tipologia e comportamento do fenômeno;
- vulnerabilidade dos elementos sob risco;

- custos dos danos;
- aplicabilidade temporal limitada.

MÉTODOS DE MAPEAMENTOS

Anteriormente foram observados os tipos de mapeamentos existentes na identificação de riscos geológicos. Além da diferença entre os tipos de mapeamento, existem também diferentes métodos de mapeamentos, que serão apresentados a seguir.

O primeiro método a ser apresentado é o Heurístico. Este método é o mais subjetivo, fornecendo algum nível de incerteza. Pode ser feito a partir do mapeamento direto, baseado em levantamentos de campo e mapa de detalhe. É o método onde a experiência do profissional é mais determinante.

Outro método é o Determinístico, que utiliza modelos e quantificação, sendo dependente da quantidade e da qualidade dos dados disponíveis. Pode apresentar desvantagens devido a sua simplificação, diretamente ligada a variabilidade dos parâmetros.

O último método é o de mapeamento estatístico. Para diminuir a subjetividade, é baseado em padrões mensurados, utilizando modelo estatístico para a correlação entre eventos e fatores. Como no método anterior, há a dependência da quantidade e da qualidade dos dados.

Os métodos mais utilizados em mapeamentos de risco em ocupações urbanas precárias são o Heurístico e o Determinístico, pois estes apresentam características mais simples e podem ser elaborados mesmo sem dados estatísticos.

PROPOSTA DE MÉTODO PARA MAPEAMENTO

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

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

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

ZONEAMENTO – PRÉ SETORIZAÇÃO

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

A percepção está atrelada à experiência e à vivência do profissional nos trabalhos de mapeamento.

Os parâmetros básicos a serem observados, são os seguintes:

- declividade/inclinação
- tipologia dos processos
- posição da ocupação em relação à encosta
- qualidade da ocupação (vulnerabilidade)

A declividade/inclinação pode variar de acordo com o tipo de solo, rocha, relevo, ou de acordo com as intervenções antrópicas, como corte e aterro.

Existem valores de referência para este parâmetro, acima dos quais a deflagração do processo de escorregamento é iminente. Como referência temos:

- 17° (30%) Lei Lehman (Lei Federal 6766/79), que determina que áreas com declividades acima de 30% devem ter sua ocupação condicionada a não existência de riscos (verificado por laudo geológico-geotécnico);

- 20°-25° é a declividade onde já se iniciam os escorregamentos na Serra do Mar no litoral paulista;

- Cada área deve passar por avaliação, principalmente a partir do reconhecimento de escorregamentos já ocorridos.

A tipologia do processo, assim como a declividade, está intimamente ligada ao tipo de solo, rocha, relevo da área e varia de acordo com as intervenções antrópicas, como corte e aterro.

Os tipos mais comuns observados no Brasil são:

- escorregamento planar em corte e aterro (sudeste)
- escorregamentos na Formação Barreiras (nordeste)
- Cada área deve passar por avaliação, principalmente a partir do reconhecimento de escorregamentos já ocorridos.

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

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

Feita a pré-setorização inicia-se a setorização.

- MADEIRA
- MISTO
- ALVENARIA



**AUMENTO DA
VULNERABILIDADE**

ZONEAMENTO – SETORIZAÇÃO

Após a pré-setorização, iniciam-se os trabalhos de setorização, realizado com o auxílio de fichas de campo (check list). Além da ficha, que contempla campos para preenchimento sobre a caracterização do local, sobre a presença de evidências de movimentação, presença de água e vegetação, são utilizadas plantas, mapas, ou mesmo guia de ruas para identificação e delimitação correta da área a ser mapeada. Para se obter melhor representação do local, são utilizadas fotografias aéreas, imagens de satélite e fotografias oblíquas de baixa altitude (helicóptero), onde serão representados os setores identificados.

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

O detalhamento de cada um destes graus ou 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”.

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 sem risco

EXEMPLO DE FICHA DE CAMPO PREENCHIDA

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

RESUMO: Nesta aula você viu o que é um escorregamento, os métodos utilizados para mapear e analisar e, ainda viu as causas e condicionamentos que o provocam. Lembre-se que, raramente um escorregamento pode ser associado a um único e definitivo fator condicionante, ele deve ser observado como o produto de uma cadeia de fatores e efeitos que acabam determinando sua deflagração. A identificação precisa dos elementos responsáveis pela deflagração dos escorregamentos e dos processos correlatos é fundamental para a adoção de medidas corretivas ou preventivas mais acertadas do ponto de vista técnico e econômico.

[VEJA NO SITE O EXERCÍCIO DESTE CAPÍTULO](#)



Aula

4

**Roteiros de Análise e
Avaliação de Risco**

AULA 4

Nesta aula você aprenderá a desenvolver o cadastro emergencial de riscos de escorregamentos a partir da proposta de um roteiro que segue 10 passos para que o usuário conclua o grau, ou nível, de risco de uma situação em análise.

FIQUE ATENTO!

Na primeira parte desta aula, veremos como determinar o grau de risco para áreas sujeitas a processos de escorregamentos em solo, a partir do roteiro feito baseando-se na tabela de classificação dos níveis de risco.

(*) Acesse o CD para melhor entender os passos do roteiro.

APRESENTAÇÃO DO ROTEIRO METODOLÓGICO PARA ANÁLISE DE RISCO E MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO EM SETORES DE ENCOSTA E BAIXADA COM ENFOQUE EM ESCORREGAMENTOS DE SOLO

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 são discutidos em cada passo deste roteiro.

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

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. Deve-se observar os parâmetros mais importantes para a realização da avaliação.

Introdução ao roteiro

O Quadro 4.1 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, dando 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.

Quadro 4.1 - Introdução ao roteiro de cadastro

1º Passo – Dados gerais sobre a moradia

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

1º PASSO – DADOS GERAIS SOBRE A MORADIA

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

Quadro 4.2 - 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.

2º Passo – Caracterização do local

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

- tipo de talude: natural ou corte
- tipo de material: solo, aterro, rocha
- presença de materiais: blocos de rocha e matações, 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.

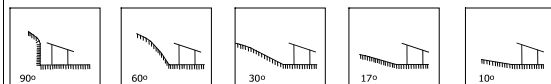
2ª PASSO – CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

Instruções: D escrever 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

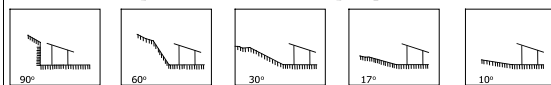
Inclinação (marque com “x” o desenho que apresenta a condição mais parecida com a situação)



☐ Talude de corte

altura _____ m

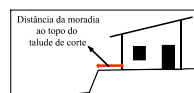
Inclinação (marque com “x” o desenho que apresenta a condição mais parecida com a situação)



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



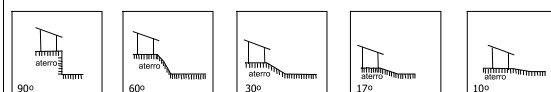
OU _____ m do topo da encosta/talude



☐ Aterro Lançado

altura _____ m

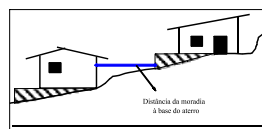
Inclinação (marque com “x” o desenho que apresenta a condição mais parecida com a situação)



☐ Dist. da moradia: _____ m do topo do aterro



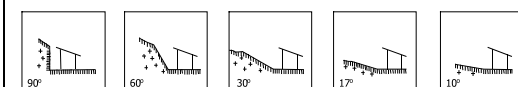
OU _____ m da base do aterro



☐ 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 4.3 - 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. 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).

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

3º Passo - Água

A água é reconhecidamente o principal agente deflagrador de 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. O Quadro 4.4 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	

Quadro 4.4 - Roteiro de Cadastro (3º Passo).

4º Passo – Vegetação no talude ou proximidades

O papel da vegetação na estabilidade das encostas já foi objeto de vários trabalhos. Gusmão Filho et al. (1997) mostraram, nas encostas do Recife, que as áreas com cobertura vegetal menor que 30%, tiveram 46% dos 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 alimento. Outra característica da vegetação que pode ser prejudicial é a resistência em relação ao vento, pois existe a possibilidade de galhos se quebrarem e atingir as moradias. O Quadro 4.5 mostra as informações que devem ser coletadas durante o cadastro.

4º PASSO – VEGETAÇÃO NO TALUDE OU PROXIMIDADES	
Instruções: Dependendo do tipo de vegetação, ela pode ser boa ou ruim para a segurança da encosta. Anotar a vegetação que se encontra na área da moradia que está sendo avaliada, principalmente se existir bananeiras.	
☐ Presença de árvores	☐ Vegetação rasteira (arbustos, capim, etc)
☐ Área desmatada	☐ Área de cultivo de _____

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

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

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

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

Outra feição importante é a inclinação de estruturas rígidas como árvores, postes e muros e o “embarrigamento” de muros e paredes. A inclinação pode ser fruto de um longo rastejo, denotando que a área tem movimentação antiga. É interessante a avaliação da inclinação de árvores. Quando o tronco for reto e estiver inclinado demonstra que o movimento é posterior ao crescimento da árvore. Já quando o tronco for torto e inclinado, o crescimento é simultâneo com o movimento.

A presença de cicatriz de 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 4.6 ilustra o 5º Passo do roteiro, com desenhos representando trincas e degraus de abatimento, visando facilitar o preenchimento do cadastro pelo usuário.

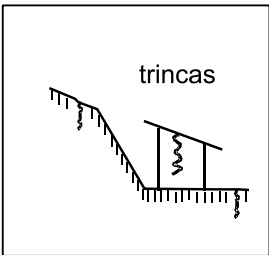
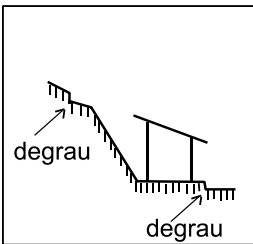
5º PASSO – SINAIS DE MOVIMENTAÇÃO (Feições de instabilidade)	
Instruções: Lembre-se que antes de ocorrer um escorregamento, a encosta dá sinais que está se movimentando. A observação desses sinais é muito importante para a classificação do risco, a retirada preventiva de moradores e a execução de obras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

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

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

Os processos de instabilização podem ser classificados conforme proposto por Augusto Filho (1992) (Quadro 4.7).

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

PROCESSOS	CARACTERÍSTICAS DO MOVIMENTO/MATERIAL/GEOMETRIA
RASTEJO (CREEP)	- vários planos de deslocamento (internos) - velocidades muito baixas a baixas (cms/ano) e decrescentes c/ a profundidade - movimentos constantes, sazonais ou intermitentes - solo, depósitos, rocha alterada/fraturada - geometria indefinida
ESCORREGAMENTOS (SLIDES)	- poucos planos de deslocamento (externos) - velocidades médias (m/h) a altas (m/s) - pequenos a grandes volumes de material - geometria e materiais variáveis: PLANARES: solos poucos espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza CIRCULARES: solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas EM CUNHA: solos e rochas com dois planos de fraqueza
QUEDAS (FALLS)	- sem planos de deslocamento - movimento tipo queda livre ou em plano inclinado - velocidades muito altas (vários m/s) - material rochoso - pequenos a médios volumes - geometria variável: lascas, placas, blocos, etc. ROLAMENTO DE MATAÇÃO TOMBAMENTO
CORRIDAS (FLOWS)	- muitas superfícies de deslocamento (internas e externas à massa em movimentação) - movimento semelhante ao de um líquido viscoso - desenvolvimento ao longo das drenagens - velocidades médias a altas - mobilização de solo, rocha, detritos e água - grandes volumes de material - extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas

Quadro 4.7 - 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 4.8 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 4.8 - Roteiro de cadastro (6º Passo).

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 4.9 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 17º (poucos) e 25/30º (a maioria). Pode-se estabelecer que taludes acima de 17º 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
R1 Baixo ou sem risco	1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa ou nenhuma potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. 2. não se observa(m) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade. Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens. 3. mantidas as condições existentes não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período compreendido por uma estação chuvosa normal.
R2 Médio	1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de média potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. 2. observa-se a presença de algum(s) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s). Processo de instabilização em estágio inicial de desenvolvimento. 3. mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.
R3 Alto	1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. 2. observa-se a presença de significativo(s) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.). Processo de instabilização em pleno desenvolvimento, ainda sendo possível monitorar a evolução do processo. 3. mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.
R4 Muito Alto	1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de muito alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. 2. os sinais/feições/evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação à margem de córregos, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento. É a condição mais crítica, sendo impossível monitorar a evolução do processo, dado seu elevado estágio de desenvolvimento. 3. mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.

Quadro 4.9 – Critérios para a determinação dos graus de risco

A Figura 4.10 traz o 7º Passo do roteiro.

7º PASSO – DETERMINAÇÃO DO GRAU DE RISCO Instruções: Agora junte tudo o que você viu: caracterização do local da moradia, a água na área, vegetação, os sinais de movimentação, os tipos de escorregamentos que já ocorreram ou são esperados. Avalie, principalmente usando os sinais, se esta área está em movimentação ou não e se o 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.
☐ MUITO ALTO/Providência imediata
☐ ALTO/Manter local em observação
☐ MÉDIO/Manter o local em observação
☐ BAIXO OU SEM RISCO (pode incluir situações sem risco)

Figura 4.10 - Roteiro de Cadastro (7º Passo).

8º Passo – Necessidades de remoção

Este Passo se refere às informações que devem ser anotadas quando a situação indicar a necessidade de remover moradores (Figura 4.11).

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

Figura 4.11 - Roteiro de cadastro (8º Passo).

Outras informações

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

Desenhos

São propostos dois desenhos:

- planta da situação da moradia ou moradias. Devem ser desenhados os caminhos que levam à moradia, lembran-

do 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;

- 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 4.12 mostra o espaço para desenhos no roteiro.

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.
---	---

Figura 4.12 - Roteiro de cadastro (Desenhos).

Equipe Técnica

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

Lembrete importante

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

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

Figura 4.13

RESUMO: Nesta aula foi apresentado um roteiro para fazer o cadastro emergencial de riscos de escorregamentos. Foi visto que a caracterização do local da moradia, a água na área, a vegetação, os sinais de movimentação, os tipos de escorregamentos que já ocorreram ou são esperados, se a área está em movimentação ou não são fatores determinantes para se classificar o nível de risco de uma área. E ainda, foi apresentada neste capítulo uma tabela de classificação dos níveis de risco que são R1, R2, R3 e R4.

VEJA NO SITE O EXERCÍCIO DESTE CAPÍTULO.

Nesta segunda parte da aula 4 você aprenderá a desenvolver um roteiro para a avaliação de estabilidade de rochas e maciços rochosos.

FIQUE ATENTO!

Com esta aula você identificará os problemas mais comuns relacionados à instabilidade de rochas, verá um roteiro para identificar e avaliar instabilidades em maciços rochosos e ainda, os quatro tipos típicos onde podem ocorrer rupturas. Ainda nesta segunda parte da aula 4, você terá um método de equilíbrio limite que determina o Fator de segurança e os critérios para estabelecimento de risco. Verá as ações emergenciais e obras de estabilização de rochas e maciços rochosos.

ROTEIRO PARA AVALIAÇÃO DE ESTABILIDADE DE ROCHAS E MACIÇOS ROCHOSOS

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 mate-

O intenso intemperismo e as intervenções humanas ao longo do processo de ocupação de áreas de encostas têm dado origem a grandes afloramentos e exposição de blocos rochosos que se movimentam ao longo do tempo.

rial 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 4.14 e 4.15, 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 4.16 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 4.17.

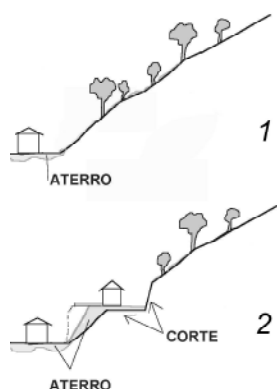


Figura 4.14 - (1) Ocupação de base de encosta, (2) evolução da ocupação.

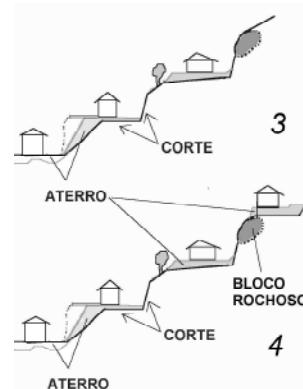


Figura 4.15 - (3) Execução de cortes e aterros aflorando blocos rochosos, (4) Instabilização do bloco rochoso.

ROTEIRO PARA IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE INSTABILIDADE EM MACIÇOS ROCHOSOS

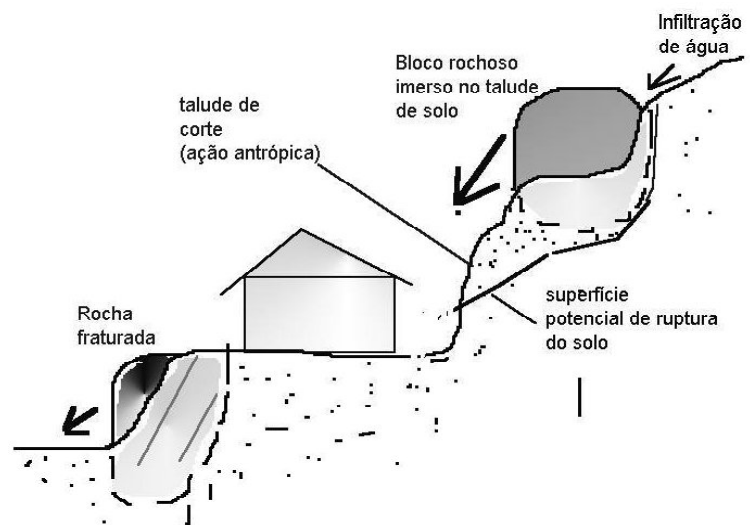


Figura 4.16 – Alguns exemplos de processos que instabilizam o bloco rochoso e criam uma situação de risco para a moradia.

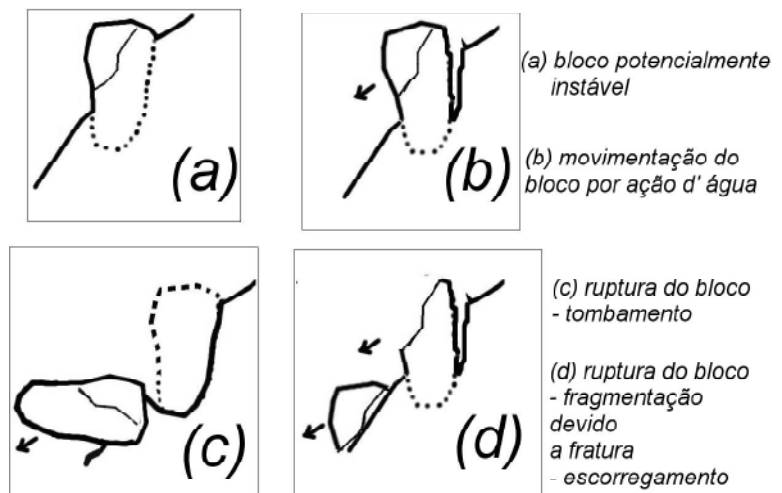


Figura 4.17 - Seqüência do processo de instabilização até a ruptura de uma bloco rochoso fraturado

Os casos mais comuns de instabilidade em rocha são mostrados esquematicamente na Figura 4.18.

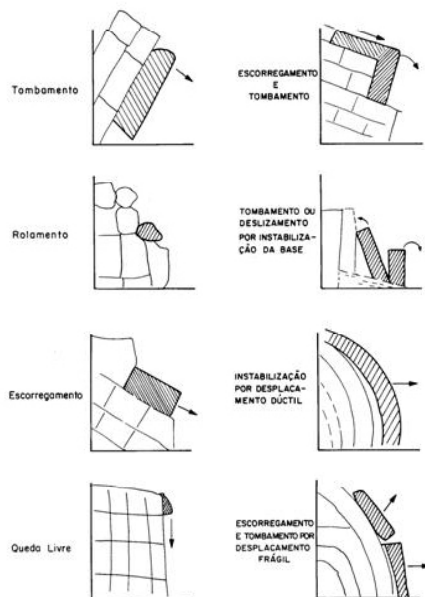
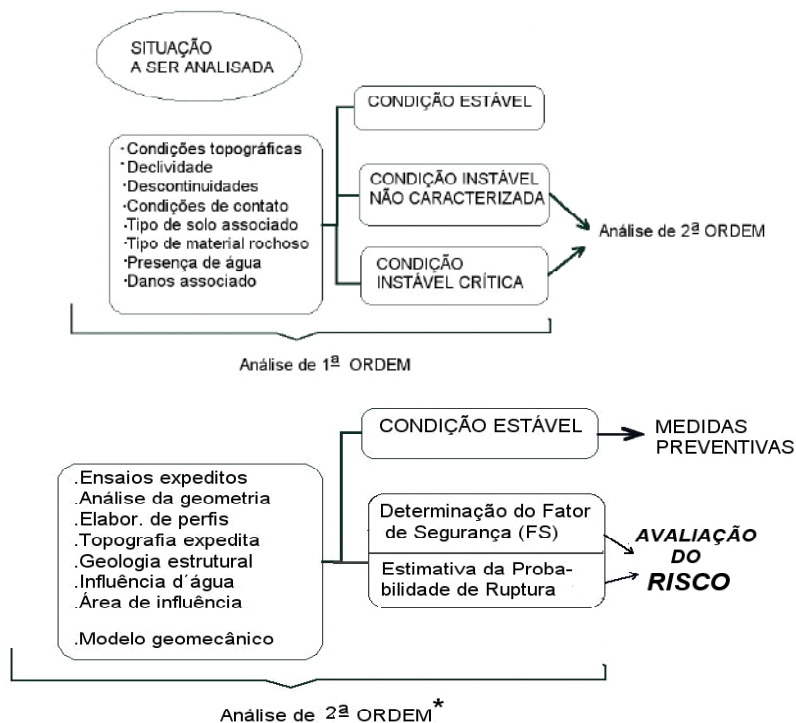


Figura 4.18 – Casos comuns no processo de instabilização

Na Figura 4.19, 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).



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

Figura 4.19. - 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 4.20.

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

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

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

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

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

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

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

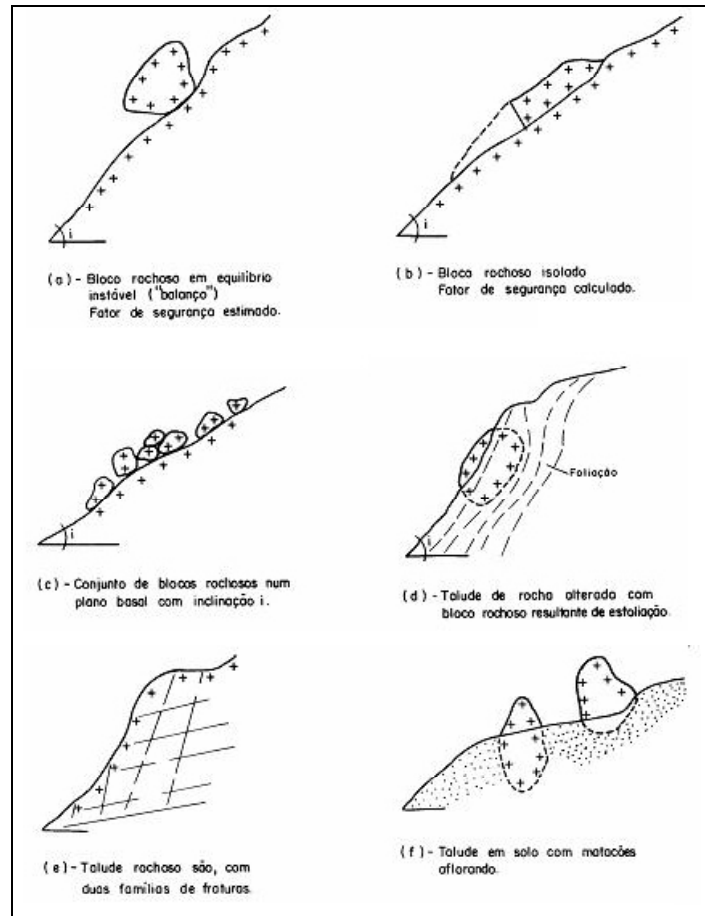


Figura 4.20. – Casos típicos encontrados nos morros do litoral paulista (in: Yoshikawa, 1997).

A partir da adoção do método de equilíbrio limite, onde são contabilizadas as condições favoráveis e desfavoráveis traduzidas pelo balanço de forças na condição de estabilidade presente, pode-se determinar um Fator de Segurança. Para um estudo detalhado é necessária a obtenção de dados para o cálculo do Fator de Segurança. As Figuras 4.21, 4.22, 4.23a e 4.23b mostram exemplos de alguns levantamentos feitos para tal estudo.

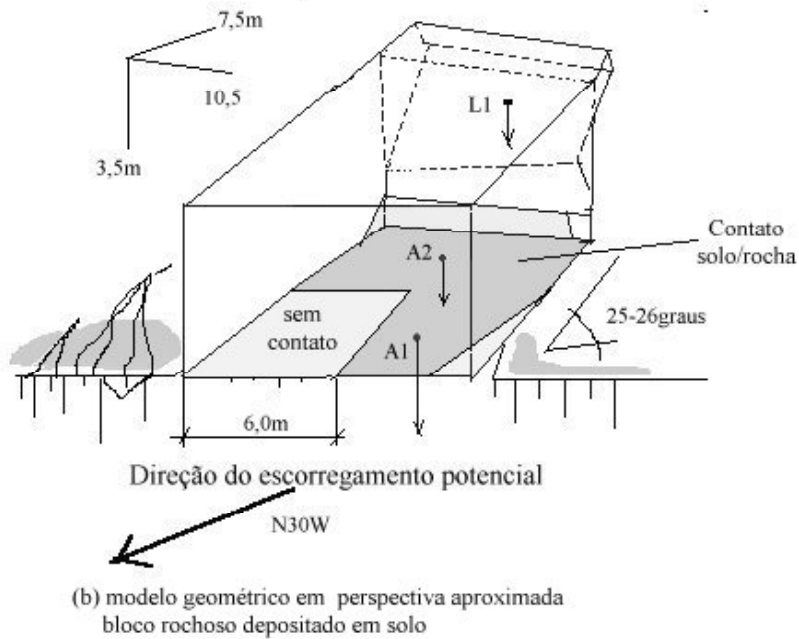


Figura 4.21 - Levantamento geométrico modelizado efetuado para uma bloco rochoso (Ilhabela, 2000)

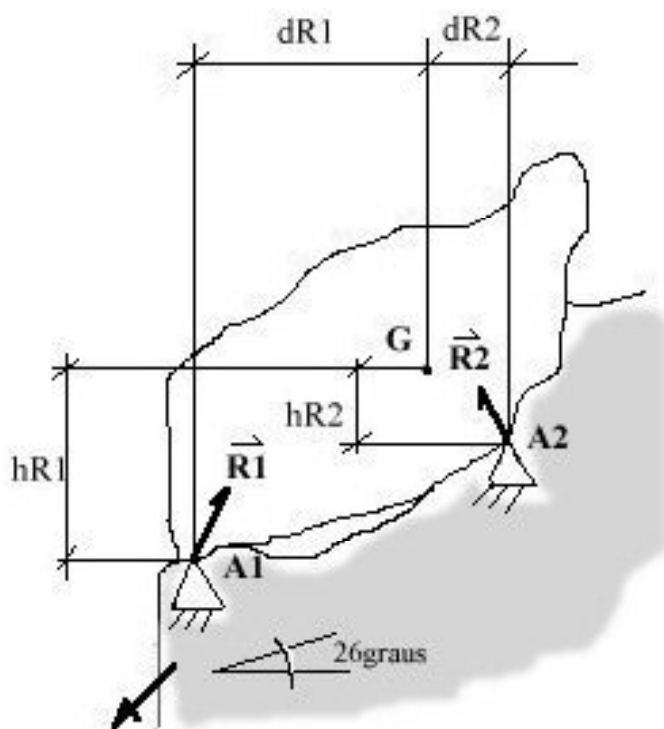


Figura 4.22 - Exemplo de um modelo geomecânico para estudo de estabilidade pelo método do equilíbrio limite



Figura 4.23a - Blocos rochosos potencialmente instáveis.

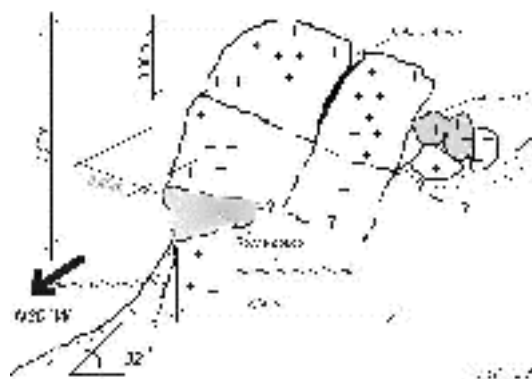


Figura 4.23b - Exemplo de ilustração para levantamento geométrico

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, solitação por movimentação de árvores, etc.).

3. Talude rochoso fraturado.

Processo deflagrador:

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

b) Vegetação (abertura de fraturas, reposicionamento dos blocos, solitação 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:

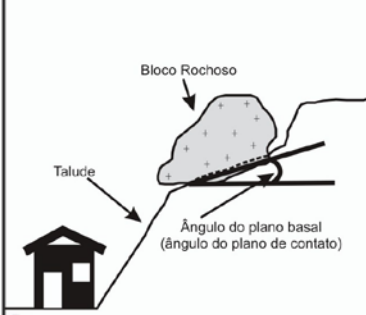
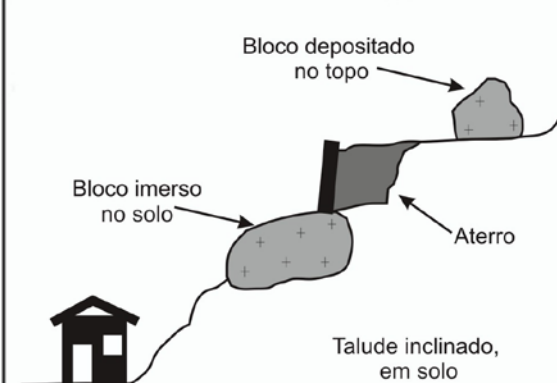
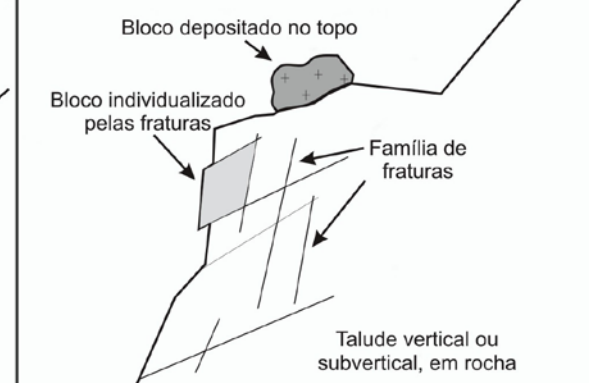
- Estáveis
- Instáveis.

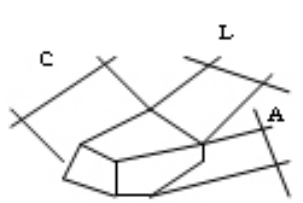
O grupo de situações instáveis deverá ser subdividido em subgrupos, nos quais a tomada de decisão será de acordo com a situação encontrada após análise mais detalhada, a cargo de um profissional habilitado.

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

As análises, sempre expeditas, visam distinguir basicamente duas condições: estáveis ou instáveis.

FICHA DE PREENCHIMENTO DE CAMPO

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

VISTORIA TÉCNICA PARA BLOCOS ROCHOSOS EM ENCOSTAS 2/2	
7. Forma geométrica LASCAS (Extremidades finas) ☐ LAJES (Largura ou espessura bem menor que o comprimento) ☐ ARREDONDADOS OU CÚBICOS ☐ 	8. Posição ÁREA MAIOR DO BLOCO EM CONTATO ☐ ÁREA MENOR DO BLOCO EM CONTATO ☐ 9. Dimensões (aproximadas) LARGURA (L) _____ COMPRIMENTO (C) _____ ALTURA (A) _____ A) Menor que 20x20x20cm ☐ B) Maior que 20x20x20cm ☐
10. Estrutura 1 Talude em rocha 01 família de fraturas ☐ 02 famílias de fraturas ☐ 03 ou mais famílias ☐	2 Talude em solo Associado a solo natural ☐ Associado a aterro ☐
11. Desenho da situação 	Observações: (ex.: é caminho d'água)
Quantidade de A) = _____ Quantidade de B) = _____ Se $B \geq A$ INSTÁVEL Se $B \gg A$ MUITO INSTÁVEL Se $B < A$ ESTÁVEL	

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

Vistoria efetuada por: _____

nome

Avaliação do risco

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

Critério para estabelecimento de risco

No Quadro 4.24 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.

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

Quadro 4.24 - Critério para estabelecimento do grau de risco

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.

Ações emergenciais podem decorrer de uma ruptura ocorrida ou de uma situação de instabilidade.

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

A adoção de monitoramento expedito é recomendado devido ao seu baixo custo e facilidade de operação.

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.

RESUMO: Vimos nesta aula os problemas mais comuns relacionados à instabilidade, o roteiro para avaliação de campo e os critérios para estabelecimento de grau de risco. 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, após o desastre, a situação remanescente é de difícil análise e geralmente a solução por contenção exige um alto custo. A adoção do método de equilíbrio limite determinaria o Fator de Segurança, pois seriam contabilizadas as condições favoráveis e desfavoráveis esclarecendo a condição de estabilidade presente. Todos os conceitos associados à estabilidade de taludes rochosos, tais como, condições de atrito, grau de fraturamento, alteração, coesão, equilíbrio instável estão previstos como fatores favoráveis e/ou desfavoráveis.



Aula

5

**Identificação, Análise e
Mapeamento de Áreas
de Risco de Enchentes
e Inundações**

AULA 5

Nesta aula você aprenderá sobre as áreas de risco de enchentes e inundações.

FIQUE ATENTO

Nesta aula você aprenderá a identificar, analisar e mapear as áreas de risco de enchentes e inundações. Verá os aspectos que condicionam a ocorrência de acidentes nas enchentes e inundações de áreas urbanas, assim como os diversos cenários de risco. Você terá um método para identificar áreas de risco. Verá exemplo de os critérios de análise de risco e os níveis de risco.

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

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

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

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

ASPECTOS CONCEITUAIS

Para os objetivos deste curso são apresentadas algumas definições visando à uniformização conceitual de termos utilizados em relação a fenômenos e processos de natureza hidrometeorológica.

ENCHENTE

ENCHENTE ou CHEIA:

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

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



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

INUNDAÇÃO

INUNDAÇÃO

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

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



Figura 5.2 – Inundação de terrenos marginais.

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

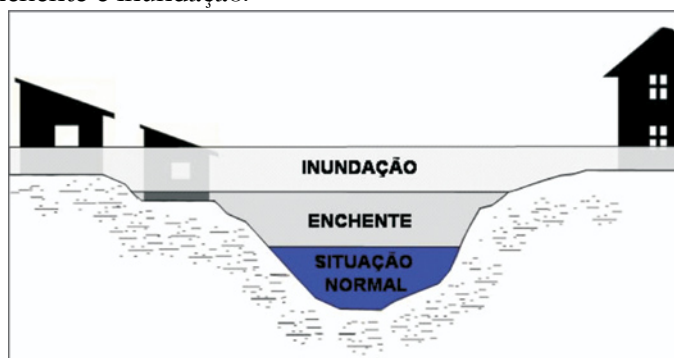


Figura 5.3 – Perfil esquemático do processo de enchente e inundação.

VAZÃO

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

PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO

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



Figura 5.4 – Planície de inundação.

ALAGAMENTO

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



Figura 5.5 – Situação de alagamento.

VAZÃO

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

PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO, VÁRZEA OU LEITO MAIOR DO RIO

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

ALAGAMENTO

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

ENXURRADA

ENXURRADA

Escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte.

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



Figura 5.6 – Escoamento concentrado das águas pluviais.

EROSÃO MARGINAL

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



Figura 5.7 – Taludes marginais sujeitos a erosão.

SOLAPAMENTO

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



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

ÁREA DE RISCO DE ENCHENTE E INUNDAÇÃO

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



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

CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ASPECTOS CONCEITUAIS

Pelas definições conceituais apresentadas a diferença entre enchente e inundação se resumiria ao confinamento ou não das águas de um curso d'água no seu canal de drenagem. Importante entender que o processo hidrológico de enchente ou inundação é um fenômeno dinâmico e que ao longo de um curso d'água podemos ter trechos com cenários de enchentes e trechos com cenários de inundação, com características dinâmicas específicas de energia cinética, volumes de água e impacto destrutivo que podem ou não causar efeitos adversos às ocupações humanas presentes nas áreas de domínio dos processos hidrológicos.

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

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

ÁREA DE RISCO DE ENCHENTE E INUNDAÇÃO

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

A diferença entre enchente e inundação se resume ao confinamento ou não das águas de um curso d'água no seu canal de drenagem.

CONSIDERAÇÕES SOBRE ASPECTOS QUE CONDICIONAM A OCORRÊNCIA DE ACIDENTES DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES EM ÁREAS URBANAS

Os condicionantes naturais climáticos e geomorfológicos de um dado local são determinantes na frequência de ocorrência, tipologia e dinâmica nas enchentes e inundações.

Os condicionantes naturais climáticos e geomorfológicos de um dado local (pluviometria; relevo; tamanho e forma da bacia; gradiente hidráulico do rio) são determinantes na frequência de ocorrência, tipologia e dinâmica do escoamento superficial de processos de enchentes e inundações.

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

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

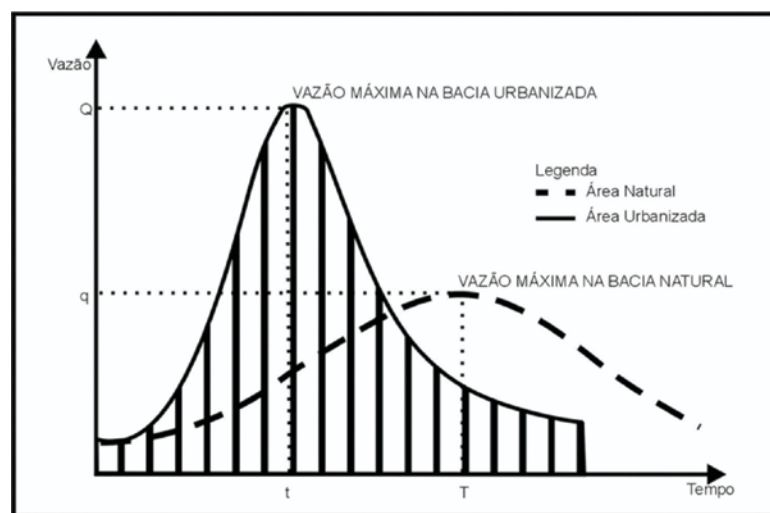


Figura 5.10 - Modificações no hidrograma pela impermeabilização da bacia

EFEITOS ADVERSOS DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES

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

Os principais efeitos diretos são mortes por afogamento, a destruição de moradias, danos materiais diversos e gastos

Os efeitos diretos das enchentes e inundações são mortes por afogamento, destruição de moradias, danos materiais diversos e gastos com recuperação e os indiretos são aqueles relacionados às doenças transmitidas por meio da água contaminada.

com recuperação. Os indiretos são principalmente aqueles relacionados às doenças transmitidas por meio da água contaminada, como a leptospirose, a febre tifóide, a hepatite e a cólera.

PROCESSOS E CENÁRIOS DE RISCO DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES

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

CENÁRIO DE RISCO DE ENCHENTE E INUNDAÇÃO DE PLANÍCIES FLUVIAIS

Os processos de enchentes e inundações ocorrem em cidades que apresentam relevo com planícies fluviais extensas, onde normalmente se concentram grandes aglomerações de pessoas e diferentes ramos de atividade humana (Figura 5.11). São áreas que apresentam como principal característica uma baixa capacidade natural de escoamento dos cursos principais de drenagem. Nas áreas litorâneas, o escoamento das águas superficiais é condicionado também pela condição da maré.

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

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

Os cenários de enchentes e inundações apresentam diferentes características dinâmicas, que dependem das condições climáticas, das características do relevo e da conformação geológica e geomorfológica.

Os processos de enchentes e inundações ocorrem em cidades com planícies fluviais extensas, onde se concentram grandes aglomerações de pessoas de diferentes ramos de atividade humana.



Figura 5.11 – Planície de inundação com ocupação urbana.

CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO

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

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

CENÁRIO DE RISCO DE ENCHENTE E INUNDAÇÃO COM ALTA ENERGIA CINÉTICA ATINGINDO OCUPAÇÃO RIBEIRINHA

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

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



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

CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO

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

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

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

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

As enchentes e inundações deste tipo possibilitam a ocorrência de óbitos, perdas materiais e patrimoniais diversas, pelo impacto direto das águas com alta energia de escoamento e transporte de material sólido.



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

CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO

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

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

O primeiro passo para gerenciar áreas de risco é a identificação e a localização das áreas potencialmente sujeitas a sofrerem danos relacionados a processos de enchentes e inundações.

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

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

IDENTIFICAÇÃO DE RISCO

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

1. O QUE IDENTIFICAR?

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

2. COMO IDENTIFICAR?

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

3. COMO LOCALIZAR?

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

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

Há uma seqüência lógica para identificação os riscos de enchentes e inundações.

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

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

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

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

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

Após identificar e delimitar a área de risco é necessário ter produtos cartográficos cadastrais ou imagens com escalas maiores, onde seja possível visualizar moradia por moradia.

CRITÉRIOS DE ANÁLISE DE RISCO

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

Aqui é apresentado alguns parâmetros e critérios de análise e de classificação de riscos para ocupações urbanas sujeitas a processos de enchentes e inundações.

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

O primeiro critério de análise refere-se à identificação do cenário hidrológico presente em cada área a ser investigada.

Nesse sentido, e de forma orientativa, pode-se considerar as tipologias de processos hidrológicos referentes aos respectivos cenários de risco anteriormente descritos:

a) Processo hidrológico 1 - ENCHENTE E INUNDAÇÃO LENTA DE PLANÍCIES FLUVIAIS (C1);

b) Processo hidrológico 2 - ENCHENTE E INUNDAÇÃO COM ALTA ENERGIA CINÉTICA (C2);

c) Processo hidrológico 3 - ENCHENTE E INUNDAÇÃO COM ALTA ENERGIA DE ESCOAMENTO E CAPACIDADE DE TRANSPORTE DE MATERIAL SÓLIDO (C3).

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

2. Vulnerabilidade da ocupação urbana

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

a) alta vulnerabilidade de acidentes (V1): baixo padrão construtivo onde predominam moradias construídas com madeira, madeirit e restos de material com baixa capacidade de resistir ao impacto de processos hidrológicos;

b) baixa vulnerabilidade de acidentes (V2): médio a bom padrão construtivo onde predominam moradias construídas em alvenaria com boa capacidade de resistir ao impacto de processos hidrológicos.

3. Distância das moradias ao eixo da drenagem

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

a) alta periculosidade (P1): alta possibilidade de impacto direto considerando o raio de alcance do processo;

b) baixa periculosidade (P2): baixa possibilidade de impacto direto considerando o raio de alcance do processo.

DEFINIÇÃO DE NÍVEIS DE RISCO

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

Descreve-se a seguir a análise de risco de enchentes e inundações segundo os 3 critérios adotados.

TABELA 1 – Grau de risco preliminar segundo arranjo entre cenários hidrológicos e vulnerabilidade das habitações.

	C1	C2	C3
V1	M	A	MA
V2	B	M	A

TABELA 2 – Grau de risco final segundo arranjo considerando os cenários hidrológicos, vulnerabilidade das habitações e periculosidade do processo segundo a distância das moradias ao eixo da drenagem.

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

No resultado final dos arranjos considerando os 3 critérios teríamos:

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

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

Cenários de risco alto (A) – Risco R3:

a) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo (C3) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2);

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

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

Cenários de risco médio (M) – Risco R2:

a) Enchentes e inundações com alta energia cinética

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

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

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

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

Cenários de risco baixo – Risco R1:

a) Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo (C1) atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1);

b) Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo (C1) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V2), situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2);

c) Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo (C1) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2);

d) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alto poder destrutivo (C2) atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2).

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

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

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

Exemplo de ficha de campo

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

RESUMO: Você viu que o primeiro passo para mapear áreas de risco é a identificação e a localização das áreas sujeitas a sofrerem enchentes e inundações. No caso das cidades, devem ser identificados prioritariamente os assentamentos precários ao longo dos cursos d'água, que constituem comumente as situações de risco mais grave. Com os dados do levantamento de campo faz-se a síntese final da setorização de risco dos setores de baixada, com a delimitação dos compartimentos com os diferentes graus de risco de enchentes e inundações considerando os cenários hidrológicos, vulnerabilidade das habitações e periculosidade do processo segundo a distância das moradias ao eixo da drenagem.

VEJA NO SITE O EXERCÍCIO DESTES CAPÍTULO.



Aula

6

**Gerenciamento de
Áreas de Risco -
Medidas Estruturais e
Não Estruturais**

AULA 6

Nesta aula você aprenderá a ver as medidas de prevenção de acidentes para escorregamentos e inundações.

FIQUE ATENTO

Nesta aula você verá as medidas estruturais e não estruturais para evitar deslizamentos, enchentes e inundações.

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

Como visto anteriormente, os programas de Mitigação de Desastres da UNDRO incluem uma sequência de ações de prevenção e preparação, que é:

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), 2 (Análise de risco), 4 (Planejamento para situações de emergência) e 5 (Informações públicas e treinamento) já foram vistos nas aulas anteriores. Esta aula tratará então do item 3.

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

A Figura 6.1 apresenta um quadro com diversas alternativas de ações de prevenção de acidentes de escorregamentos, que em resumo se referem a medidas de caráter estrutural ou não estrutural.

As ações estruturais para prevenir acidentes de escorregamento são aquelas onde se aplicam soluções da engenharia, construindo muros de contenção, sistemas de macro e micro drenagem, relocando moradias, etc.

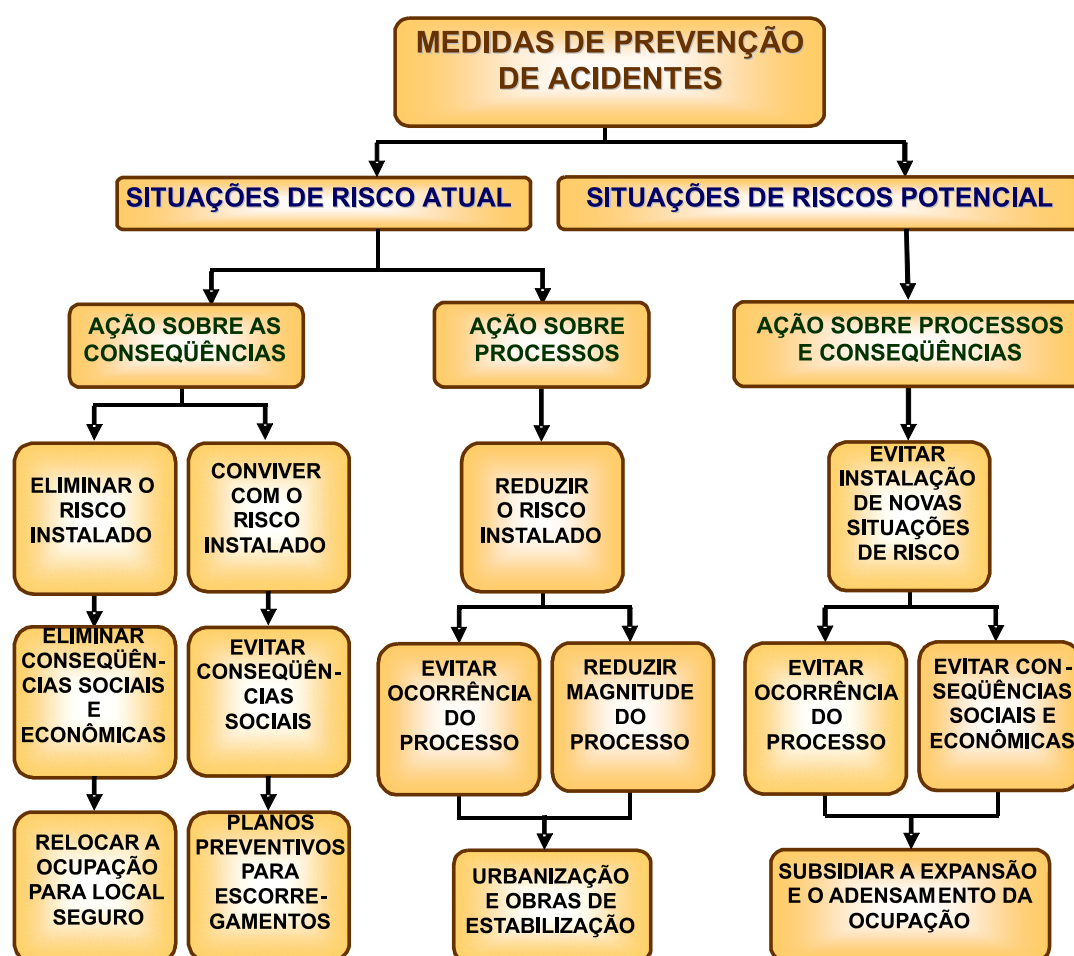


Figura 6.1 – Formas de atuação em relação a áreas de risco de escorregamentos.

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

MEDIDAS ESTRUTURAIS

As medidas estruturais são aquelas onde se aplicam soluções da engenharia, construindo obras de estabilização de encostas, sistemas de micro e macro drenagem, obras de infraestrutura urbana, relocação de moradias, etc. Essas ações são normalmente muito custosas, sobretudo quando é necessário conter deslizamentos de grande magnitude, estabilizar grandes blocos de rocha ou evitar enchentes e inundações e processos correlatos de erosão e solapamento de margens de córregos em extensas áreas ocupadas.

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

As ações estruturais para prevenir acidentes de escorregamento são aquelas onde se aplicam soluções da engenharia, construindo muros de contenção, sistemas de macro e micro drenagem, relocando moradias, etc.

As ações estruturais para prevenir acidentes com inundações são aquelas que modificam o sistema fluvial evitando prejuízos decorrentes das inundações através da engenharia.

As medidas extensivas são aquelas que agem na bacia, procurando modificar as relações entre precipitação e vazão em áreas muito urbanizadas, como a recomposição da cobertura vegetal nos terrenos, que reduz e retarda os picos de enchente e controla a erosão da bacia. As medidas intensivas são aquelas que agem no rio e na dinâmica fluvial, podendo acelerar o escoamento, aumentando a capacidade de descarga dos rios através do corte de meandros e retificação dos canais, retardando o escoamento através de reservatórios e bacias de contenção (piscinões) e desviando o escoamento através de obras como canais de desvio, aplicadas para a prevenção e controle de acidentes de escorregamentos e enchentes e inundações, em áreas urbanas. Há uma gama variada de possibilidades técnicas de engenharia capazes de garantir a segurança de uma dada área de risco geológico ou hidrológico.

São exemplos de medidas estruturais:

- Obras de engenharia específicas para cada tipo de processo

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

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

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

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

- Drenagem

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

As obras de drenagem têm por objetivo captar e conduzir as águas superficiais e subterrâneas das encostas, evitando a erosão, infiltração e o acúmulo da água no solo, responsáveis pela deflagração de escorregamentos. Essas águas podem ter origem natural (chuvas, minas e fontes), sendo, em geral, concentradas por diversos tipos de intervenção nas encostas (sistemas viários, escadarias e acessos e as próprias edificações), e podem se originar também das águas servidas e descartadas na forma de esgoto lançadas de forma desordenada encosta abaixo. Todas as obras de contenção têm a drenagem como uma das suas mais importantes medidas complementares. Em muitos casos envolvendo áreas de risco de escorregamento com núcleos habitacionais de ocupação precária nas encostas, os sistemas de ordenação do escoamento da drenagem superficial são as medidas mais importantes para a estabilidade das encostas.

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

Medidas estruturais de prevenção de acidentes contra enchentes e inundações compreendem obras de engenharia de macro e micro drenagem, em função basicamente da escala de abordagem e enfrentamento do problema. Obras de engenharia no bojo de Planos de Macro Drenagem Municipal ou Planos de Macro Drenagem de Bacias Hidrográficas en-

volvendo extensas planícies inundáveis em grandes bacias hidrográficas urbanizadas referem-se idealmente a um conjunto integrado de obras de grande porte para ordenamento e controle do escoamento das águas superficiais visando à redução de acidentes e transtornos diversos em amplas áreas ocupadas. Compreendem, a grosso modo, obras de canalização, retificação, alargamento, aprofundamento, estabilização e proteção de taludes marginais, e obras de detenção ou retenção (piscinões). No âmbito das microbacias de drenagem com áreas de risco associadas, por exemplo, as ocupações ribeirinhas, a medida estrutural geralmente realizada é a remoção e relocação das pessoas em caráter permanente, recuperação estrutural do canal de drenagem e reabilitação da várzea do rio e ocupação segura de suas margens.

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

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

- Reurbanização de áreas

A enorme quantidade de famílias que vivem em áreas de risco, a falta de terrenos disponíveis para a construção de novas moradias em áreas urbanas, o alto custo de programas habitacionais e a incapacidade do Poder Público em evitar a ocupação de áreas impróprias fazem com que a reurbanização de áreas seja uma solução de gerenciamento vantajosa, tendo como fator positivo a manutenção das famílias em sua vizinhança. Os projetos de reurbanização de áreas devem conter soluções para o sistema viário, água potável, drenagem de águas pluviais e esgotos, fornecimento de eletricidade, coleta de lixo, abertura de espaços de lazer, relocação e melhoria de moradias e obras para diminuir riscos.

A regulamentação para a reurbanização de áreas de riscos deve também considerar os estudos específicos de análise de risco. Por exemplo, no caso das áreas de risco de enchentes e inundações, as alternativas técnicas de reurbanização da área

devem levar em conta os resultados dos mapeamentos de risco reconhecendo o potencial energético do processo hidrológico, danos sociais, danos materiais, frequência e magnitude do evento hidrológico, histórico de ocorrências na área e a condição de vulnerabilidade das moradias. Nas áreas de maior risco onde a habitação urbana não é recomendável, ações localizadas de relocação da população e reabilitação da área para outra finalidade, como recreação, podem ser interessantes sob o ponto de vista de custo e benefício. Nas regiões onde o risco é menor, pode ser permitida a construção de moradias, desde que, as mesmas apresentem condições que suportem os impactos gerados por uma eventual inundação.

- Moradias

Em terrenos de encosta onde é possível a ocupação urbana por moradias populares, alguns cuidados e procedimentos devem ser tomados para minimizar o risco de acidentes. As intervenções para implantação de moradias e o projeto construtivo das mesmas em áreas de encostas devem ser devidamente controlados, levando em conta as características dos terrenos e sua suscetibilidade para a ocorrência de escorregamentos. Deve-se evitar ou reduzir a necessidade e dimensão de cortes e aterros, localizando as edificações com seu lado maior paralelo às curvas de nível. As moradias com mais de um pavimento devem ser construídas em desnível, acompanhando a declividade natural da encosta. Os componentes e sistemas construtivos devem incluir materiais mais resistentes, principalmente paredes, muros e estruturas que possam servir como contenção de solo, com impermeabilização, tubulações hidráulicas estanques (não ter vazamentos). As águas pluviais devem ser captadas nos telhados e as áreas livres necessitam de uma destinação adequada, impedindo o despejo sobre terrenos e aterros desprotegidos.

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

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

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

- Proteção de superfície

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

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

MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS

As ações não-estruturais são aquelas onde se aplica um rol de medidas relacionadas às políticas urbanas, planejamento urbano, legislação, planos de defesa civil e educação. São consideradas tecnologias brandas e, normalmente, têm custo muito mais baixo que as medidas estruturais (tecnologias duras), além de apresentar bons resultados, principalmente na prevenção dos desastres. Tratam-se, portanto, de medidas sem a intervenção de obras de engenharia. No caso da educação, pela sua importância, é tratada pela UNDRO como uma ação específica.

As ações não-estruturais para prevenção de desastres são aquelas onde se aplica um rol de medidas relacionadas às políticas urbanas, planejamento urbano, legislação, planos de defesa civil e educação.

- Planejamento urbano

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

As informações da gestão devem realimentar o planejamento, com eventuais modificações necessárias. O crescimento/expansão das cidades, principalmente em países emergentes, tem ocorrido sem o devido planejamento. O desenvolvimento urbano assim, desordenado, aumenta os níveis de risco de desastres naturais associados a escorregamentos, enchentes e inundações. Em muitas cidades brasileiras, tem ocorrido a ocu-

pação inadequada de áreas suscetíveis a tais processos o que tem causado o crescimento de áreas de risco e o número de acidentes com perdas materiais e, sobretudo, de vidas humanas.

Existem vários instrumentos para o planejamento urbano. O Plano Diretor ou Plano de Ordenamento Territorial é um instrumento que organiza o crescimento e o funcionamento da cidade, indicando o que pode ser feito em cada área, orientando as prioridades de investimentos e os instrumentos urbanísticos que devem ser implementados. Esses planos devem ser feitos para níveis regionais, metropolitanos e municipais. Uma das bases para os Planos Diretores são as cartas (mapas) geotécnicas de planejamento e de risco. Dentro desses Planos devem ser explicitas as fontes de financiamento para implementação das medidas e ações propostas, dentre elas, aquelas referentes ao controle e prevenção de acidentes de escorregamentos, enchentes e inundações.

- Legislação

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

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

- Política habitacional

A maioria dos casos de desastres causados por deslizamentos, enchentes e inundações está ligada à população de baixa renda ocupando áreas não apropriadas, geralmente por falta de melhores opções de moradia. As políticas habitacionais devem contemplar programas para populações de baixa renda, com acompanhamento técnico, projetos e materiais adequados aos espaços que serão ocupados. Esses programas devem estar relacionados aos planos de requalificação de espaços urbanos, urbanização de favelas/assentamentos urbana precários e mapeamentos detalhados de risco.

- Pesquisas

O tratamento das situações de risco no planejamento urbano só é possível quando reconhecidas as condições de estabele-

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

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

- Sistemas de alerta e contingência (Defesa Civil)

O conhecimento acerca dos processos naturais tem permitido a previsão de sua ocorrência o que possibilita a preparação de Planos de Alerta (ou Preventivos) e de Contingência específicos para cada tipo de processo considerado (escorregamentos/inundações). Esses Planos baseiam-se no monitoramento das chuvas, nas previsões de meteorologia e nos trabalhos de campo para verificação das condições das vertentes e do nível de cheia dos rios.

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

- Educação e Capacitação

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

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

mitigação, legislação e sistemas de alerta.

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

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

RESUMO: Nesta aula você viu as medidas que devem ser tomadas para evitar acidentes com inundações e escorregamentos. Existem as medidas estruturais que são soluções de engenharia para o caso de escorregamentos: drenagem, reurbanização de áreas, moradias, proteção de superfície. E, no caso de inundações, essas medidas modificam o sistema fluvial: obras, drenagem, reurbanização de áreas, moradia. As medidas não estruturais são: planejamento urbano, legislação, política habitacional, pesquisa, sistema de alerta e contingência e educação e capacitação, tanto para escorregamentos quanto para inundações.

[VEJA NO SITE O EXERCÍCIO DESTA AULA.](#)



Aula

7

**Plano Preventivo de
Defesa Civil (PPDC)**

AULA 7

Nesta aula você aprenderá a elaborar o plano preventivo de defesa civil nos casos de situações de risco para reduzir a possibilidade de perdas de vidas humanas.

FIQUE ATENTO

Nesta aula você aprenderá a montar um plano preventivo de defesa civil para escorregamentos.

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 deve ser operado no período onde ocorrem mais escorregamentos ou seja, o período chuvoso. O PPDC é um sistema estruturado e operado em 4 níveis (Observação, Atenção, Alerta e Alerta Máximo), cada qual com procedimentos diferenciados.

ETAPAS PARA MONTAGEM DE PLANO PREVENTIVO DE DEFESA CIVIL PARA ESCORREGAMENTOS

ETAPA 1 – ELABORAÇÃO

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

seguintes tarefas:

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

O mapeamento das áreas de risco é obtido a partir das tarefas 1 e 2.

CRITÉRIOS TÉCNICOS

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

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

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

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

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

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

É claro, que estudos devem ser efetuados nas regiões onde se pretende implantar o PPDC. No entanto, para início de trabalhos ou enquanto os estudos não estiverem prontos, propõe-se a adoção do período de 3 dias. Apenas a título de exemplo, a

região da Baixada Santista adota 100 mm de chuvas acumuladas em 3 dias. Essas medidas são feitas nos postos pluviométricos existentes na região, considerando-se como ideal, a instalação de postos em todas as áreas de risco.

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

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

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

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

Em resumo os parâmetros a ser considerados para a operação do PPDC são: acumulado de chuvas de 3 dias, previsão meteorológica e vistorias de campo.

NÍVEIS DO PLANO E AÇÕES CORRESPONDENTES

O PPDC está estruturado em 4 níveis, denominados: OBSERVAÇÃO, ATENÇÃO, ALERTA E ALERTA MÁXIMO, que indicam a situação que o município se encontra durante a vigência do Plano. Para cada nível estão previstas ações preventivas para avaliar a possibilidade de ocorrência de escorregamentos. A combinação dos parâmetros operacionais (índices pluviométricos, previsão meteorológicas e vistorias de campo nas áreas de risco), orienta a deflagração das ações preventivas, isto é, entrada e saída em cada nível do plano. A principal ação de cada nível é:

- **OBSERVAÇÃO** – acompanhamento dos índices pluviométricos e previsão meteorológica
- **ATENÇÃO** – vistorias de campo nas áreas anteriormente identificadas
- **ALERTA** – remoção preventiva da população das áreas de risco indicadas pela vistoria
- **ALERTA MÁXIMO** – remoção de toda a população que habita áreas de risco

ETAPA 2 – IMPLANTAÇÃO

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

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

Após a definição dos procedimentos para operação do PPDC devem ser montadas as equipes responsáveis pelas ações. Deve-se ressaltar que essas equipes devem compor a Coordenação Municipal de Defesa Civil (Comdec) ou outro órgão responsável por essas ações. Essas equipes, ainda, podem ser organizadas a partir da estrutura de pessoal e meios já existentes na Prefeitura.

Essas equipes são, no mínimo:

- EQUIPE DE SECRETARIA EXECUTIVA, responsável por:

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

- EQUIPE DE VISTORIAS, responsável por:

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

- EQUIPE DE REMOÇÕES, responsável por:

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

- EQUIPE DE ABRIGOS, responsável por:

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

- EQUIPE DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS, responsável por:

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

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

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

Os trabalhos de elaboração e implantação do sistema PPDC devem sempre ser acompanhados de campanhas de treinamento de técnicos municipais e população envolvida, além de informações públicas para a comunidade em geral, imprensa, autoridades, formadores de opinião. Essas atividades são cursos de formação, palestras, folders, cartazes, cartilhas, materiais para imprensa.

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

ETAPA 3 – OPERAÇÃO E ACOMPANHAMENTO

Nesta etapa, já com o sistema em operação, deverá ser feita a identificação de problemas do sistema.

ETAPA 4 – AVALIAÇÃO

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

HISTÓRICO DO PPDC EM SÃO PAULO

O PPDC no estado de São Paulo iniciou-se em 1988 na Baixada Santista e Litoral Norte, e tem sido um instrumento eficiente na diminuição do número de vítimas, e como elemento de suporte ao Sistema Estadual de Defesa Civil, na medida em que auxilia na estruturação das Defesas Cíveis municipais, capacitando técnicos municipais e inserindo a população in-

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 (20 cidades), Sorocaba (11 cidades) e ABCD (7 cidades), totalizando 62 municípios. Os municípios foram selecionados em função de alguns fatores, principalmente pelo seu histórico de eventos e quantidades de áreas de risco a escorregamentos.

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

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

RESUMO: Nesta aula você viu como montar um plano preventivo de defesa civil para escorregamentos e viu também os níveis do plano que são observação, atenção, alerta e alerta máximo; para cada nível há ações específicas. Para a implantação do plano há diversas equipes de apoio, na operação e no acompanhamento deverá ser feita a identificação de problemas do sistema. Na avaliação, os problemas devem ser corrigidos e os aprimoramentos técnicos e operacionais planejados para implantação na próxima operação.

VEJA NO SITE O EXERCÍCIO DESTA AULA.



Aula

8

**Noções de Sistema de
Informações Geográficas
como Ferramenta na
Gestão Municipal**

AULA 8

Nesta aula você aprenderá noções do sistema de informações geográficas como ferramenta a ser utilizada na gestão municipal.

FIQUE ATENTO!

Nesta aula você entenderá o funcionamento das ferramentas computacionais para Geoprocessamento e como estas podem ser aplicadas na gestão municipal.

NOÇÕES DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS COMO FERRAMENTA NA GESTÃO MUNICIPAL

Introdução

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

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

Dentre estas tecnologias, o SIG (Sistema de Informações Geográficas) é o conjunto de programas de computador que processam dados de natureza espacial (exemplos: os CEPs, os números de telefone, os bairros, os municípios, banco de dados, mapas, etc.), permitindo a realização de análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georeferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos. Em resumo, os SIGs são sistemas voltados à aquisição, análise, armazenamento, manipulação e apresentação de informações espaciais.

O termo Geoprocessamento denota o conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional.

Definições de SIG

Existem várias definições para o Sistema de Informações Geográficas, pois cada definição prioriza uma característica.

Existem várias definições para Sistema de Informações Geográficas, das mais simples as mais complexas, em função da sua ampla gama de utilização, sendo que cada definição prioriza uma característica. A seguir são apresentadas algumas destas definições.

- Burrough (1986) – um poderoso elenco de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados espaciais referenciados ao mundo real.
- Cowen (1988) – um sistema que garante decisões envolvendo a integração de dados referenciados espacialmente em um ambiente específico.
- FICC (Federal Interagency Coordinating Committee) (1988) – um sistema combinado de computadores (equipamentos e aplicativos) e procedimentos, configurados para capturar, gerenciar, manipular, analisar, modelar e exibir dados espacialmente referenciados, para resolver problemas complexos de planejamento e gerenciamento.
- Goodchild (1991)- o valor potencial maior de sistemas de informação geográfica está em sua capacidade de analisar dados espaciais
- Aronoff (1989) – um conjunto manual ou computacional de procedimentos utilizados para armazenar e manipular dados georeferenciados.
- Smith et. al. (1987) – um banco de dados indexados espacialmente sobre o qual opera um conjunto de procedimentos para responder a consultas sobre entidades espaciais.

Arquitetura de SIG

Um SIG tem os seguintes componentes: interface com o usuário, entrada e interação de dados, consulta e análise de dados, ferramentas de visualização e plotagem, gerência de dados espaciais.

Numa visão abrangente, pode-se considerar que um SIG tem os seguintes componentes: interface com o usuário, entrada e interação de dados, consulta e análise de dados, ferramentas de visualização e plotagem, gerência de dados espaciais. A Figura 8.1. mostra esses relacionamentos.

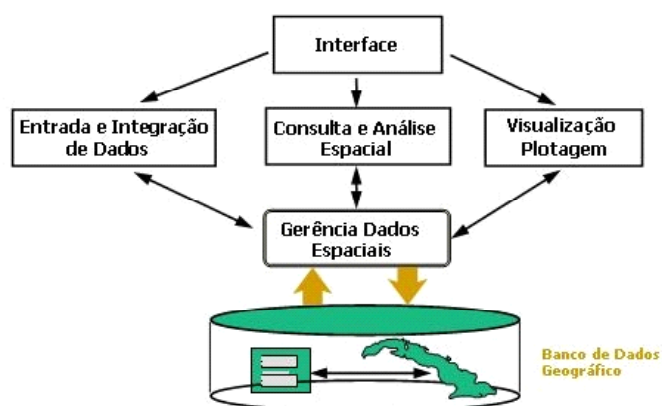


Figura 8.1 - Arquitetura de um SIG.

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

Obtenção de um SOFTWARE– o próprio SIG

- Existem diversos softwares de SIG no mercado, como SPRING (INPE – gratuito), ArcView e ArcInfo (ESRI), MappInfo.

HARDWARE - o computador propriamente dito (Computador, Impressora, Scanner, Plotter etc)

- Observar especificações necessárias para rodar o software do SIG.

RECURSOS HUMANOS – motor do SIG

- Profissional especializado em SIG.
- Definição clara do produto esperado.
- Definição de métodos e procedimentos de análise.

DADOS – o combustível do SIG

- Mapas
- Tabelas
- Cartas
- Imagens
- Bancos de dados
- Etc...

Tipos de dados

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

Dados temáticos

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

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

Os dados temáticos descrevem a distribuição espacial de uma grandeza geográfica, expressa de forma qualitativa, como os mapas de pedologia e a aptidão agrícola de uma região.

As imagens representam formas de captura indireta de informação espacial.

IMAGENS

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

A Figura 8.2. apresenta uma relação de imagens obtidas por diversos tipos de satélite.



A – Imagem Landsat TM 7



b- Spot



E - Ikonos



f- Quickbird

Figura 8.2 - Exemplos de imagens de satélite disponíveis no mercado.

Dificuldades na utilização do SIG

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

É importante lembrar que o papel dos técnicos municipais, além de definir o produto final desejado com o SIG, é obter dados de diversas fontes e documentos cartográficos à serem inseridos em um determinado SIG por um profissional especializado, pois sem este profissional, o SIG não se viabiliza.

PORQUE É IMPORTANTE A UTILIZAÇÃO DO SIG?

- Possibilita a análise de grande quantidade de dados.
- Facilidade na geração de mapas temáticos.
- Facilidade na consulta e manutenção de dados.

Os componentes de um SIG envolvem basicamente um hardware, Software, Dados, Metodologia e Recursos Humanos.

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

Principais aplicações

As principais aplicações do SIG no planejamento urbano são:

- Ordenamento e gestão do território - permite a constituição de uma base cartográfica georeferenciada que servirá às demais aplicações setoriais. Trata-se de construir uma base de dados informatizada que reproduza a configuração do território do município, identificando logradouros, lotes e glebas, edificações, redes de infra-estrutura, propriedades rurais, estradas e acidentes geográficos.
- Otimização de arrecadação - a atualização da base cartográfica do município fornece de informações para a revisão da planta genérica de valores.
- Localização de equipamentos e serviços públicos – inclusão informações sócio-econômicas e sobre equipamentos públicos é possível identificar áreas com maior nível de carência e os melhores locais para instalação de equipamentos e serviços públicos.
- Identificação de público-alvo de políticas públicas – incorporar dados sócio-econômicos, onde pode-se identificar o público-alvo para aplicação de programas públicos.
- Gestão ambiental - monitorar áreas com maior necessidade de proteção ambiental, acompanhar a evolução da poluição da água e do ar, níveis de erosão do solo, disposição irregular de resíduos e para o gerenciamento dos serviços de limpeza pública. É possível a elaboração de mapas de riscos que auxiliam na elaboração de rotas de fuga.
- Gerenciamento do sistema de transportes - realizar estudos de demanda do transporte coletivo ou de carregamento de vias, identificar pontos críticos de acidentes e vias com mais necessidade de manutenção.
- Comunicação com os cidadãos - pode-se incorporar a ela informações que permitam identificar necessidades e oportunidades de contato com os cidadãos.

- Gestão da frota municipal - é possível obter informações sobre os tipos de usos da frota municipal, conhecendo os trajetos mais comuns e sua intensidade. Estas informações possibilitarão a definição de roteiros otimizados para a frota municipal, gerando economia de tempo, combustível e uso de veículos.

RESUMO: Nesta aula você viu a importância do uso das ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG ou GIS) que permitem realizar as análises complexas. Viu também que seus componentes envolvem basicamente hardware (Computador, Impressora, Scanner, Plotter, etc), Software, Dados, Metodologia e Recursos Humanos. E, ainda viu que, as aplicações do SIG no planejamento urbano são: ordenamento e gestão do território, otimização de arrecadação, localização de equipamentos e serviços públicos, identificação do público alvo, gestão ambiental, gerenciamento do sistema de transportes, comunicação com os cidadãos e gestão da frota municipal.

VEJA NO SITE O EXERCÍCIO DESTE CAPÍTULO.

Referências

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

FICCDC- TECHNOLOGY WORKING GROUP A Pro-

cess for evaluating Geographic Information Systems. Technical Report 1, USGS Open-File Report, p. 88-105, 1988.

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

GUSMÃO FILHO, J.A., ALHEIROS, M.M., GUSMÃO, A. D. 1997. Estudo das encostas ocupadas do Recife. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, 2, 1997, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABMS/ABGE/ISSMGE. p.919-927.

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

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

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

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

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

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