

Serviço Geológico do Brasil - CPRM

Curso Básico de Percepção e Mapeamento do Risco Geológico – Modalidade EAD

Intervenções Estruturais e Não-Estruturais

Heródoto Goes

Geólogo – Pesquisador em Geociências



SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA



SUMÁRIO

INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS

1. EXEMPLOS DE INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS
 - 1.1. Obras de contenção
 - 1.2. Proteção de Superfície
 - 1.3. Obras de Drenagem Urbana
 - 1.4. Requalificação Urbanística e Realocação de Moradias
 - 1.5. Sistema de Alerta e Monitoramento

INTERVENÇÕES NÃO ESTRUTURAIS

2. EXEMPLOS DE INTERVENÇÕES NÃO ESTRUTURAIS
 - 2.1. Capacitação
 - 2.2. Educação e Conscientização
 - 2.3. Parcerias Com instituições de Ensino
 - 2.4. Conhecimento do Meio Físico
 - 2.5. Sinalização
 - 2.6. Planejamento
 - 2.7. Realização de Exercícios Simulados
 - 2.8. Planejamento Urbano

Intervenções estruturais

As ações estruturais para prevenir acidentes ligados à dinâmica geológica e hidrológica são aquelas onde se aplicam **soluções da engenharia**.

Intervenções estruturais

Demandam **conhecimento técnico**, aporte significativo de **recursos financeiros** e devem seguir **parâmetros normativos** adequados.

Normas importantes:

NBR 11682	Estabilidade de Encostas
NBR 3122	Projeto e Execução de Fundações
NBR 6497	Levantamento Geotécnico
NBR 8044	Projeto Geotécnico
NBR 9288	Terra Armada
NBR 6501	Rochas e Solos
NBR 9061	Segurança de escavações a céu aberto
NBR 5629	Execução de tirantes ancorados no terreno
NBR 13896	Aterros de resíduos não perigosos – critério para projeto, implantação e operação
NBR 5681	Controle tecnológico da execução de aterros em obras de edificações

1 - Exemplos de **intervenções estruturais**:

1.1 - Obras de contenção

As obras de contenção são desenvolvidas para **minimizar ou mesmo impedir danos** causados por deslizamentos. Visam barrar o material mobilizado e/ou impedir o início do movimento.

Obras de contenção

Deslizamentos



Créditos: SOPE Engenharia
Cortina atirantada



Créditos: ENG Consultoria e Projetos
Muro de gabião

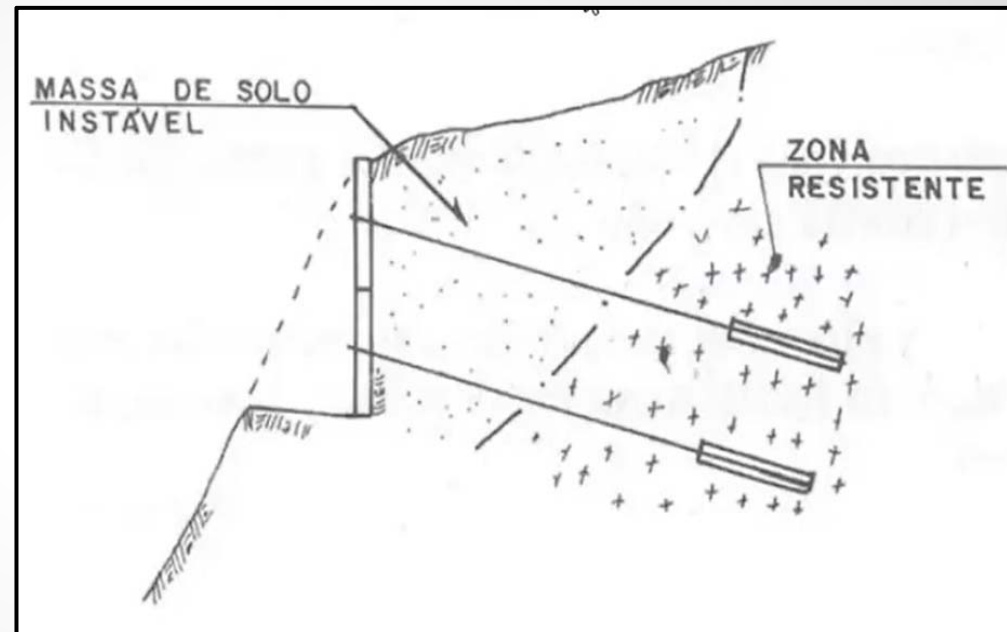


Fonte: projetos.habitissimo.com.br
Muro de arrimo

Obras de contenção



Créditos: SOPE Engenharia
Cortina atirantada



Obras de contenção Fluxos (corridas) de Massa

As obras de contenção desenvolvidas para minimizar ou erradicar os danos causados por eventos de **corrida de massa** procuram barrar parte do material e diminuir a energia do fluxo.



Créditos: Sandra Silva
CPRM/SBG



Créditos: Gides/ Ministério das Cidades



Créditos: Geobruigg

Obras de contenção **Queda de blocos**

As obras desenvolvidas para conter **queda de blocos** agem tanto no direcionamento da rota de queda do bloco quanto no impedimento no início do movimento.



Créditos: RWSolutions
Cortina de encaminhamento



Fonte: <http://infraestruturaurbana.pini.com.br>
Atenuadores – barreira de proteção



Créditos : Defesa Civil do Espírito Santo
Uso de contraforte

Intervenções inadequadas e sem segurança

- Obras de contenção devem ser **projetadas e realizadas por profissionais qualificados**.
- A realização de obras sem critérios técnicos adequados pode ser um fator a mais de risco, pois criam uma **falsa sensação de segurança**.

Intervenções inadequadas e sem segurança



Créditos: Rafael Ribeiro – CPRM/SGB



Créditos: Natália Lopes – CPRM/SGB

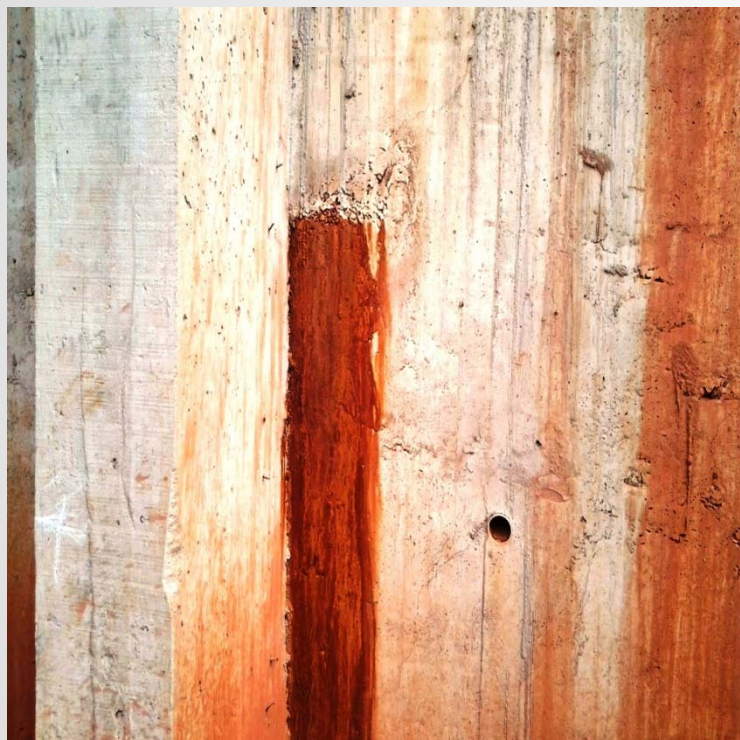
Intervenções sem segurança



Créditos: Heródoto Goes – CPRM/SGB

OBRAS E INTERVENÇÕES INADEQUADAS - MUROS

Drenagem inadequada e Drenagens (barbacãs) inutilizadas pelo vizinho



Créditos: Heródoto Goes – CPRM/SGB



OBRAS E INTERVENÇÕES INADEQUADAS - MUROS

Ausência de drenagem ou Drenagem inadequada ?



Fotos: Corpo de Bombeiros de Mato Grosso/Assessoria/G1/Internet

Intervenções sem segurança



Créditos: Heródoto Goes – CPRM/SGB



Créditos: Heródoto Goes – CPRM/SGB

Intervenções sem segurança – Muro de contenção inadequado



Créditos: Heródoto Goes – CPRM/SGB



Créditos: Heródoto Goes – CPRM/SGB



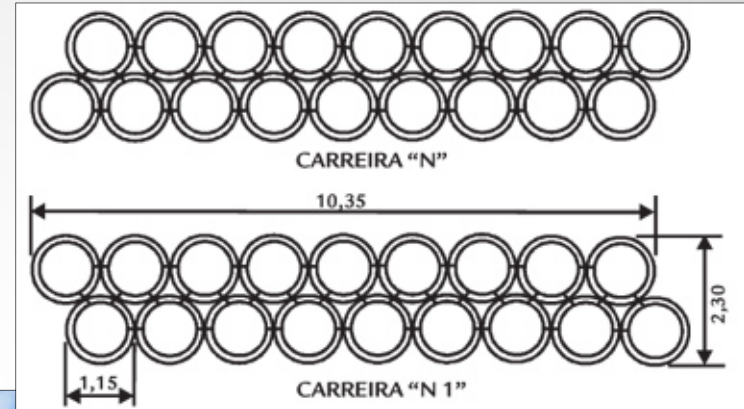
Créditos: Heródotto Goes – CPRM/SGB

Intervenções sem segurança - Uso de pneus



Contenção de pneus sem amarração e sem intercalação de carreiras - instável

Local: Iapu-MG
Créditos: Heródoto Goes – CPRM/SGB



Contenção de pneu rompida

Local: Ipatinga-MG
Créditos: Natália Lopes – CPRM/SGB



Planta baixa – muro de pneu

Fonte:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672012000400004

Funciona como muro de gravidade: recomendável até 5m.

Fonte: <<http://www.eng.uerj.br/~denise/pdf/muros.pdf>>.

1.2 – Proteção de superfície

- **Impedir** a formação de **processos erosivos**;
- 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**.



Utilização de Geo/Biomantas.

Fonte: <<https://http:infraestruturaurbana17.pini.com.br>>. Acesso em: 28/11/17



Proteção da face do talude com gramíneas.

Fonte: <<https://fotos.habitissimo.com.br>>. Acesso em: 28/11/17

1.3 - Obras de drenagem urbana

Obras com objetivo disciplinar o fluxo, de acelerar o fluxo, reduzir turbulência, rugosidade, alargar a seção do canal, rebaixar o canal e prevenir transbordamentos.



Fonte: <<http://alarq.blogspot.com.br>>
Retificação e rebaixamento de canal,
Belo Horizonte – MG.



Fonte: <<https://semgravata.wordpress.com>>
Dique marginal, São Leopoldo – RS.



Fonte: <<http://reginaldotracaja.blogspot.com.br>>
Galerias pluviais, Feira de Santana –BA.

Obras de drenagem urbana

Obras com objetivo de proteger as margens da erosão, armazenar água da chuva, retardar o fluxo e reduzir a força e velocidade do escoamento.



Créditos: SOPE Engenharia
Enrocamento contra erosão



Créditos: SAAE Sorocaba
Reservatório para controle de cheias



Créditos: Halley Pacheco de Oliveira
Fonte: www.winkiparques.org
Escada hidráulica

Obras de drenagem urbana

Perfuração para instalação de DHP



Fonte: SondoBase Geotecnia – Imagem youtube

DHP ativa



Fonte: Wyde / Internet

Intervenções sem segurança - Drenagens

Obras de drenagem também devem ser **projetadas e realizadas por profissionais qualificados**.

A realização de intervenções estruturais sem critérios técnicos pode ser um fator a mais de risco, pois criam uma **falsa sensação de segurança**.

Intervenções sem segurança

Sistema de drenagem mal dimensionado, mal implantado ou sem manutenção.



Créditos: Natália Lopes – CPRM/SGB
Escada hidráulica com erosão lateral
Local: Iapu - MG



Créditos: Natália Lopes – CPRM/SBG
Manilhamento entupido
Local: Iapu - MG



Créditos: Natália Lopes – CPRM/SBG
Boca de lobo obliterated
Local: Iapu - MG

Escada hidráulica sem finalização adequada



Créditos: Heródoto Goes – CPRM/SGB

Intervenções inadequadas e sem segurança



Obra de contenção de margem de drenagem realizada em um lado (Gabião), com residência mantida do outro lado.

Local: Iapu - MG

Créditos: Natália Lopes – CPRM/SBG

1.4 - Requalificação **urbanística** e **realocação** de moradias

- Medida utilizada para consolidar uma área apontada como área de risco, **mitigando os riscos**, por meio do reordenamento da ocupação .
- É necessário **providenciar infraestrutura** adequada às condições adversas do meio físico, capazes de **resistir aos processos previstos para o local**, que garantam **acessibilidade segura** de moradores e equipes de resgate

- Necessário avaliar o **custo benefício** das obras com relação ao **número de pessoas** beneficiadas;
- As construções a serem implantadas no local devem ser igualmente **adequadas ao meio físico**;
- Áreas de elevada declividade e maior complexidade geológico-geotécnica **não são** indicadas para habitação de baixa renda



Foto: Prefeitura de Jaboatão dos Guararapes/PE.
Acesso em região íngreme com contenções e drenagem.



Foto: Gildo Lima / Ag. A TARDE
Transporte entre regiões feito por planos inclinados em Salvador/BA.



Foto: Denis Joelsons e Gabriela Baraúna Uchida / Archdaily Brasil.
Casa em encosta íngreme, escalonada, com pequenos cortes no terreno.

Projeto Vila Viva – Belo Horizonte – URBEL - PMBH



Foto: LEO DRUMOND / NITRO

Intervenções sem segurança

- Áreas destinadas a reassentamento devem ser **seguras**,
 - Obras necessárias à mitigação de riscos devidamente implantadas;
- Proximidade de **equipamentos públicos**, entre outros, evitando criar ilhas isoladas sem acesso à infraestrutura.



Créditos: Herodoto Goes – CPRM/SGB



Créditos: Herodoto Goes – CPRM/SGB



Créditos: Herodoto Goes – CPRM/SGB

Casas construídas pela prefeitura sem distância do corte, aterro lançado com abatimentos. Local: Senador Firmino – MG.

1.5 - Sistemas de alerta e monitoramento

Medida utilizada para **propiciar remoção eficaz** dos moradores, em caso de alertas de chuvas intensas, e também para **obter informações** sobre a movimentação do solo e nível dos rios.



Foto: Júlio Lana – CPRM/SGB
Sistema de medição de nível de rio em Carlos Chagas/MG.



Foto: Rogério Santana / Governo do Rio de Janeiro
Sistema de alerta para riscos geológicos em Niterói/RJ.

Intervenções não-estruturais

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

2 - Exemplos de **intervenções não estruturais**:

2.1 - Capacitação

Formação dos
núcleos de
defesa civil

NUDEC

Como formar NUDECS



Créditos: URBEL-PMBH

Capacitação



Foto: Heródoto Goes– CPRM/SGB



Foto: Heródoto Goes– CPRM/SGB

Cursos de Capacitação Para Gestão de Áreas de Risco – Vitória - 2017 (ES)

2.2 - Educação e conscientização

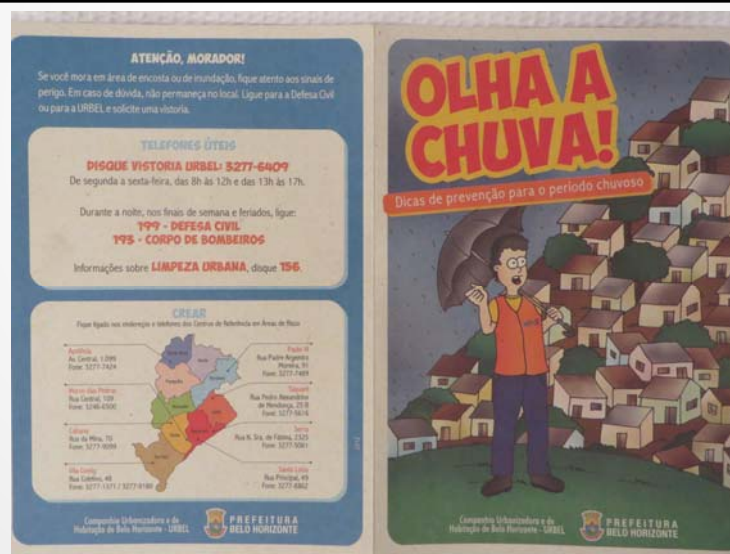
Operação Pente-fino

Atividade de **mobilização** realizada **junto a moradores** residentes nas áreas de risco geológico no período pré-chuva, que conta com a distribuição de **material informativo**, apresentações teatrais, e quando necessário, visita porta a porta

Vídeo operação



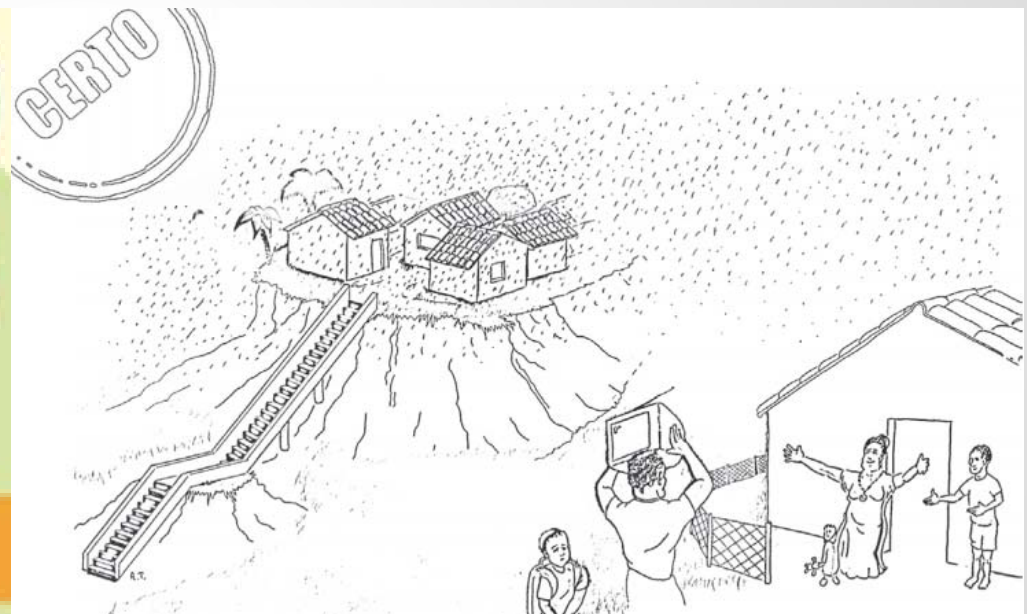
Olha a chuva



Créditos: URBEL

Educação e conscientização

Material didático – Cartilha SBG-CPRM



2.3 - Parcerias com instituições de ensino

PEGAR - Programa Educacional de Geologia em Áreas de Risco.

Geoconsultoria Júnior do curso de Geologia da UFOP, em parceria com a Defesa Civil de Ouro Preto - MG.

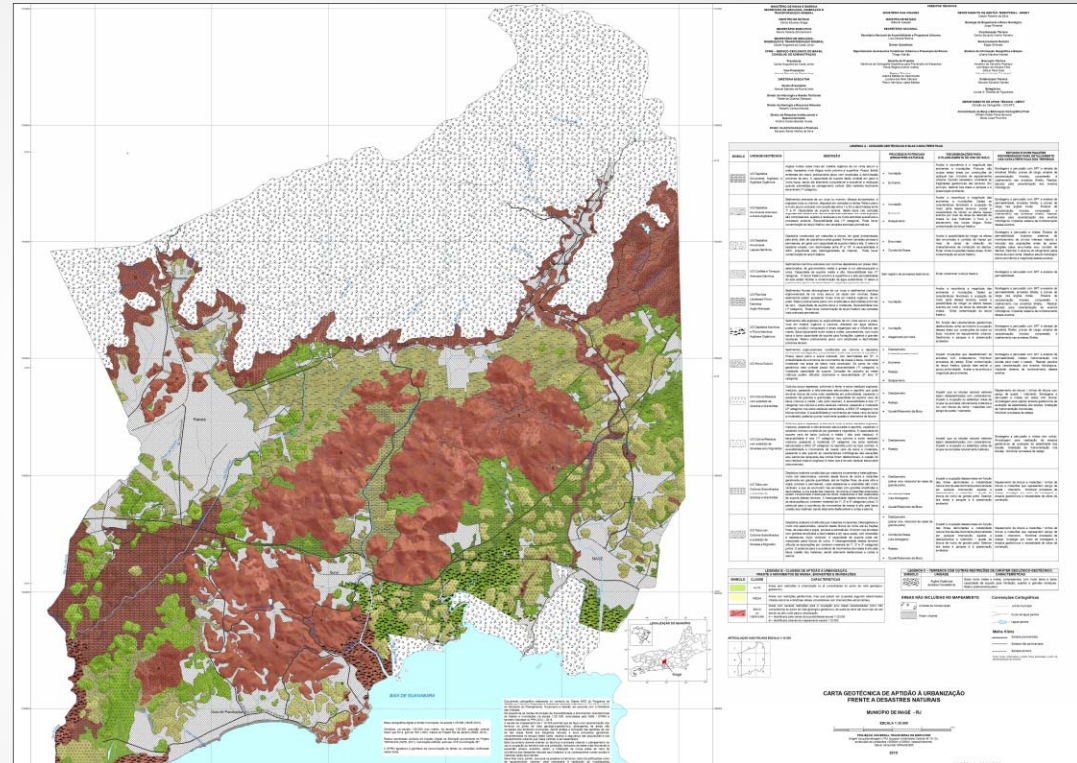
Objetivo - Conscientizar as pessoas que vivem em áreas de risco (Mapeadas pelo SGB-CPRM) sobre o perigo de deslizamentos, enxurradas, quedas de blocos, etc, principalmente em períodos chuvosos.

Atualmente – Trabalho de Conscientização nas escolas

Conhecimento do meio físico

Mapeamentos sistemáticos

– Cartas Geotécnicas de Aptidão

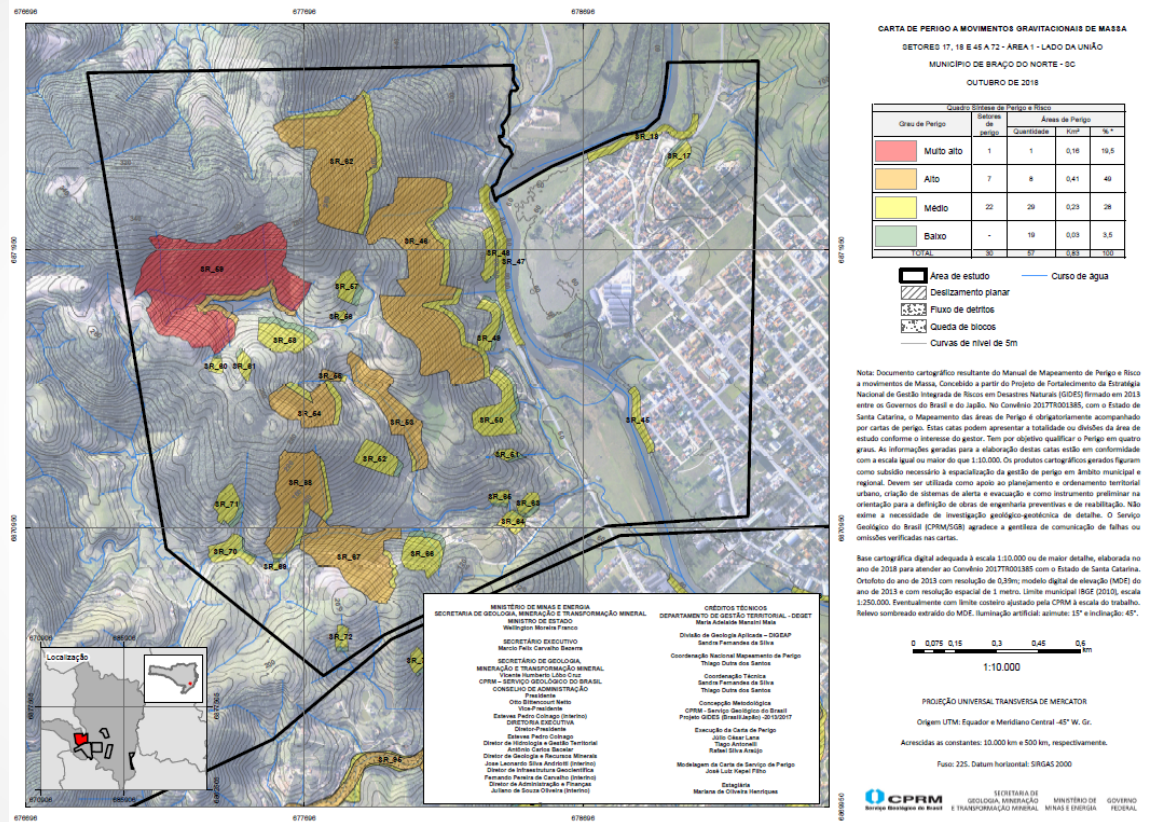


Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização Frente a Desastres Naturais de Magé - RJ. Créditos: CPRM/SGB

Conhecimento do meio físico

Mapeamentos sistemáticos

– Cartas de Perigo



Carta de Perigo a Movimentos de Massa de Braço do Norte - SC

Conhecimento do meio físico

Mapeamentos sistemáticos

– Setorização de Riscos Geológicos



Prancha dos setor 18 (inundação) de Senador Firmino – MG. Créditos: CPRM/SGB

Conhecimento do meio físico

Mapeamentos sistemáticos

– Setorização de Riscos Geológicos



Prancha dos setor 8 (Deslizamentos planar e/ ou rotacional e enxurrada) de Santa Rosa de Lima - SC. Créditos: CPRM/SGB

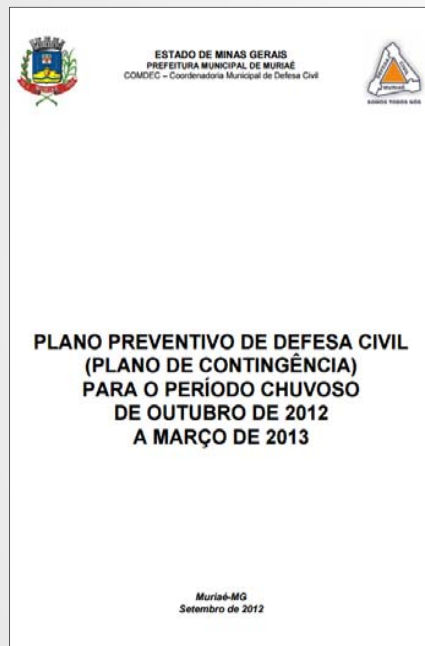
2.5 - Sinalização



Sinalização em áreas inundáveis, Belo Horizonte – MG. Fonte: <http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/images.do?evento=imagem&urlPlc=placa_alerta_rogerio_franca_03.jpg>. Acesso em 24/11/17

2.6 - Planejamento

Plano de contingência

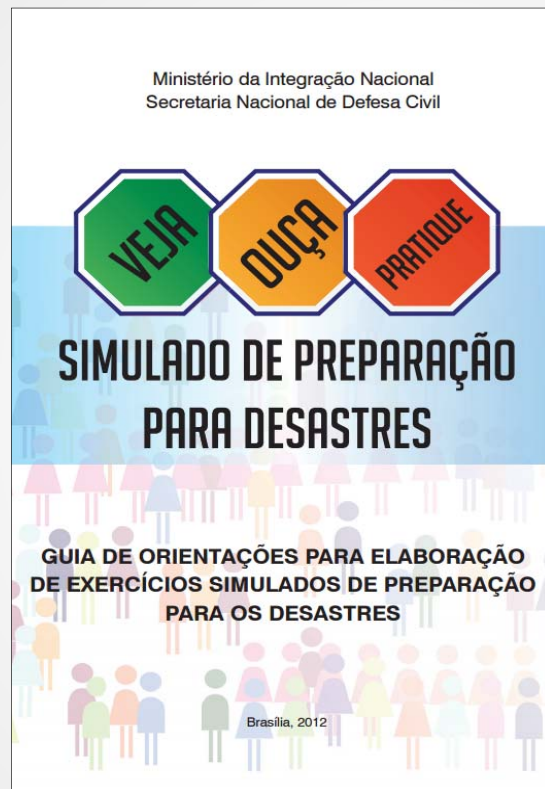


Créditos: Prefeitura de Muriaé

O Plano de Contingência funciona como um **planejamento da resposta**. São definidos os **procedimentos, ações e decisões** que devem ser tomadas na ocorrência do desastre.

Adaptado de: Módulo de formação : elaboração de plano de contingência : livro base / Ministério da Integração Nacional, Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, Departamento de Minimização de Desastres. - Brasília : Ministério da Integração Nacional, 2017.

2.7 - Realização de exercícios simulados



Créditos: Ministério da integração

Exemplo de simulado



2.8 - Planejamento Urbano

- O desenvolvimento urbano desordenado, aumenta os níveis de risco de desastres naturais associados a deslizamentos, enchentes e inundações.
- Existem vários instrumentos para o planejamento urbano, por exemplo o **Plano Diretor ou Plano de Ordenamento Territorial**.
- Plano diretor é um documento que sintetiza e torna explícitos os objetivos consensuados para o Município e **estabelece princípios, diretrizes e normas** a serem utilizadas como base para que as decisões dos atores envolvidos no processo de desenvolvimento urbano convirjam, tanto quanto possível, na direção desses objetivos. (SABOYA, 2007, p. 39)

Efeitos da Falta de Planejamento



Imagem do *Google Earth*, Capelinha – MG.

Impermeabilização da bacia de drenagem e deficiência em sistema de drenagem pluvial causam transbordamento do curso d'água e enxurradas na parte baixa da cidade.



Créditos: Júlio Lana CPRM/SGB.
Comportas em residências na área afetada.

REFERÊNCIAS

- Gerenciamento de Áreas de Risco: Medidas Estruturais e Não-estruturais. In: Celso Santos Carvalho; Eduardo Soares de Macedo; Agostinho Tadashi Ogura, (organizadores) Brasil. Ministerio das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnologicas – IPT. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Brasilia: Ministerio das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnologicas – IPT, 2007 p. 125-139.
- Álvaro Rodrigues dos Santos. Manual Básico Para Elaboração e Para Uso da Carta Geotécnica. São Paulo: Ed. Rudder, 2014; 109p.
- SABOYA, Renato. Concepção de um sistema de suporte à elaboração de planos diretores participativos. 2007. Tese de Doutorado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina.
- Brasil. Ministério das Cidades/Cities Alliance Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais / Celso Santos Carvalho e Thiago Galvão, organizadores – Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 2006 111 p.



Heródoto Goes - Geólogo

Pesquisador em Geociências – GEHTE – SUREG – BH
e-mail: herodoto.goes@cprm.gov.br

Natália Lopes – Geóloga

Pesquisadora em Geociências – GEHTE – SUREG – BH

Rafael Silva Araújo - Geólogo

Pesquisador em Geociências – GEHTE – SUREG – BH

Serviço Geológico do Brasil – CPRM
Superintendência de Belo Horizonte
Av. Brasil, 1731 - Bairro Funcionários
Belo Horizonte - MG -CEP: 30140-020
Telefone: 31 3878-0312
www.cprm.gov.br



SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

