

9 de Abril de 2025



CAPACITAÇÃO EM PERCEPÇÃO E MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO GEOLÓGICO

Intervenções





CONTEÚDO

INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS

Conceito

Normas

Obras de contenção

Proteção de Superfície

Obras de Drenagem Urbana

Requalificação Urbanística e Realocação de Moradias

INTERVENÇÕES NÃO ESTRUTURAIS

Sistema de Alerta e Monitoramento

Capacitação

Educação e Conscientização

Parcerias Com instituições de Ensino

Conhecimento do Meio Físico

Sinalização

Planejamento

Realização de Exercícios Simulados

Planejamento Urbano





Intervenções estruturais

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





NORMAS TÉCNICAS

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



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.



Timbé do Sul – SC.

Créditos: Anselmo Pedrazzi - CPRM/SBG



Quatis - RJ.

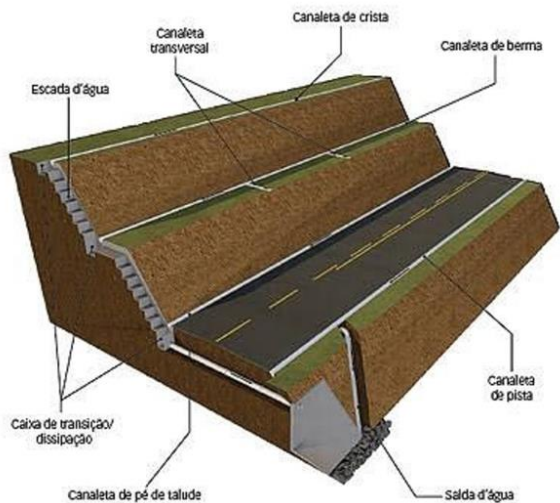
Créditos: Anselmo Pedrazzi - CPRM/SBG





Obras de Retaludamento (Estabilização de Taludes)

O **Retaludamento** é um tipo de contenção mais simples que utiliza o solo como seu principal material. Esta contenção pode ser utilizada em todos os tipos de solo ou rochas, sendo comumente empregada para a contenção de taludes com risco de deslizamentos.



Créditos: PlanetaEng.



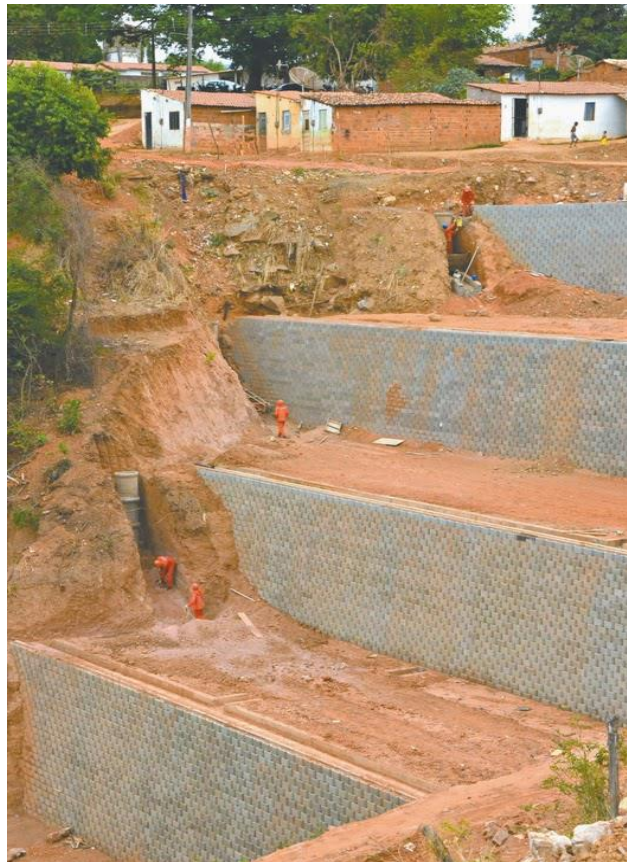
Créditos: Directiva Engenharia.





Obras de contenção

Crato – CE. –Retaludamento de encosta

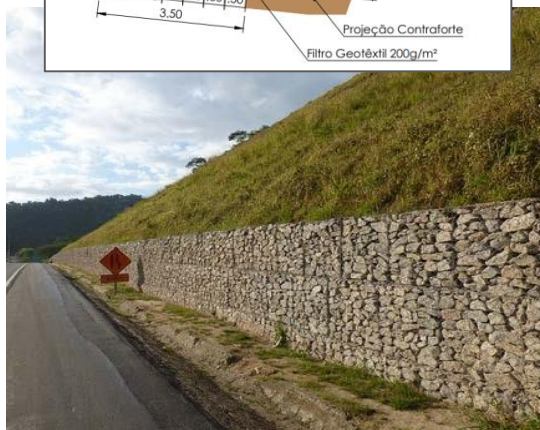
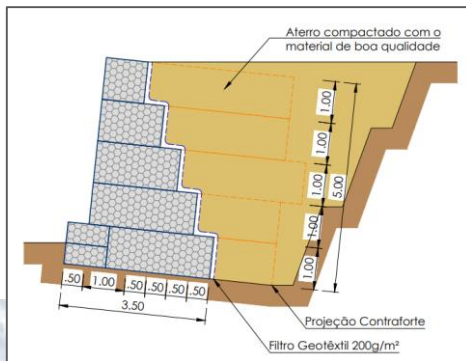




Obras de contenção



Créditos: SOPE Engenharia
Cortina atirantada



Créditos: ENG Consultoria e Projetos
Muro de gabião



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



Obras de contenção

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.

Fluxos (corridas) de Massa



Créditos: Sandra Silva CPRM/SBG



Créditos: Gides/ Ministério das Cidades



Créditos: Geobruigg



Obras de contenção

Fluxos (corridas) de Massa





Obras de contenção

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.

Queda de blocos



Créditos: RWSolutions
Cortina de encaminhamento



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



Créditos : Defesa Civil do Espírito Santo
Uso de contraforte



Proteção de superfície



Talude de Contenção Concreto Projetado.
Fonte: salotrat.com.br

Concreto Projetado





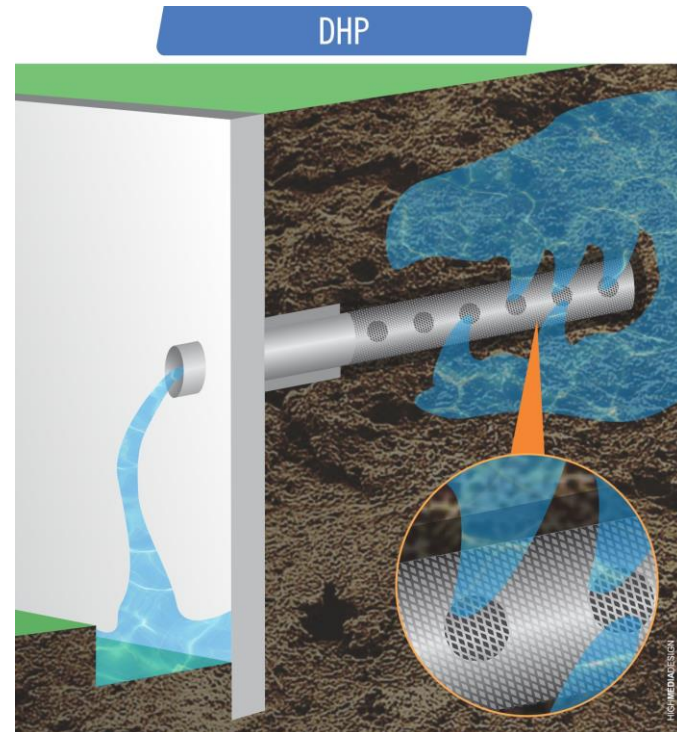
Obras de Drenagem em Taludes

Drenos Sub-horizontais Profundos



Talude de Contenção em concreto projetado com drenos sub-horizontais profundos.

Fonte: talusengenharia.com.br



<https://drilling.com.br/servicos/dreno-horizontal-profundo/>



Obras de Drenagem em Taludes



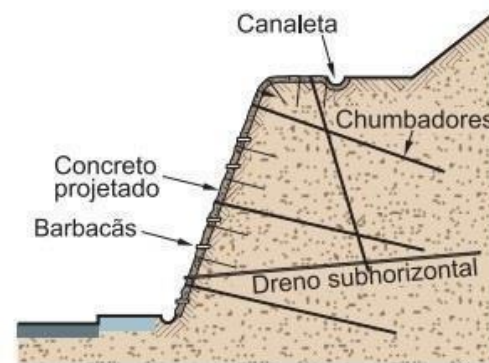


Obras de contenção

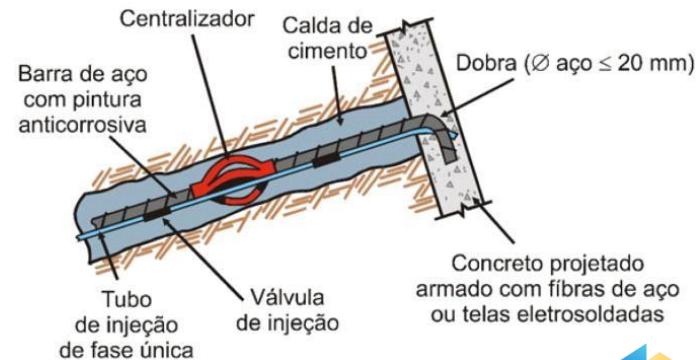


Cortina Atirantada e perfil esquemático.
Fonte: solotrat.com.br

Solo grampeado



<https://talusengenharia.com.br/o-que-e-a-cortina-atirantada/>



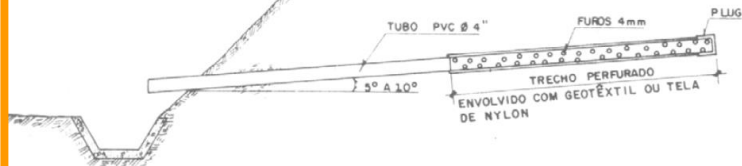
<https://talusengenharia.com.br/servicos/solo-grampeado/>





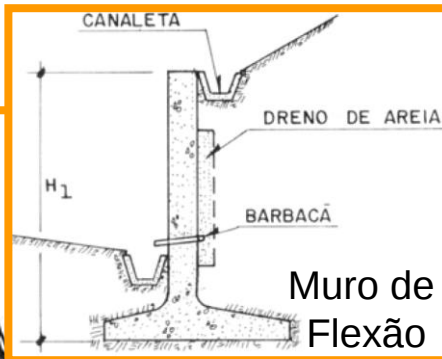
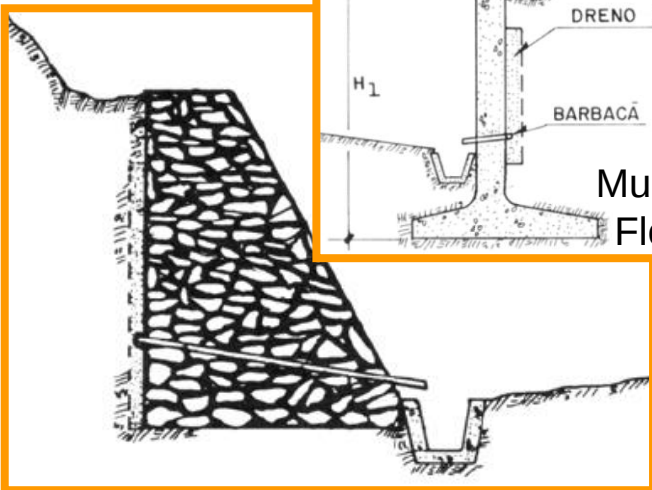


Dreno horizontal profundo



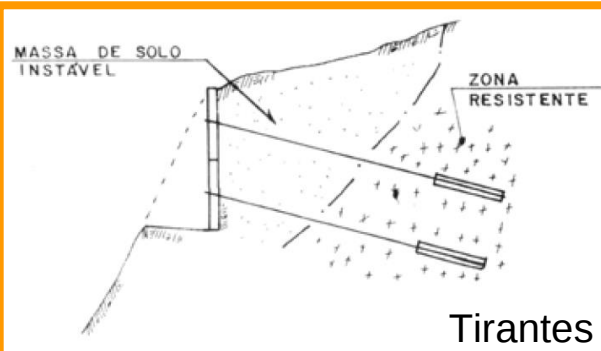
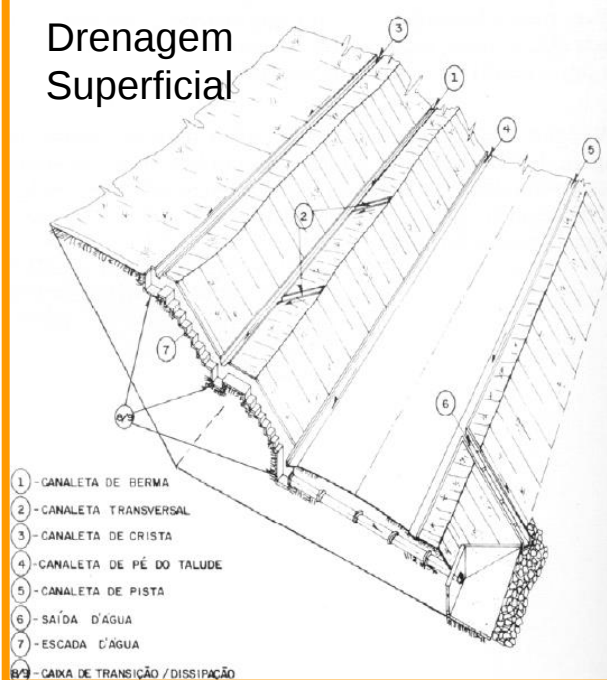
Exemplos de Intervenções Estruturais

Muro de gravidade



Muro de Flexão

Drenagem Superficial



Tirantes





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**.



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

Utilização de Geo/Biomantas.



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

Proteção da face do talude com gramíneas.





Proteção de superfície



Aplicação das biomantas em talude de corte

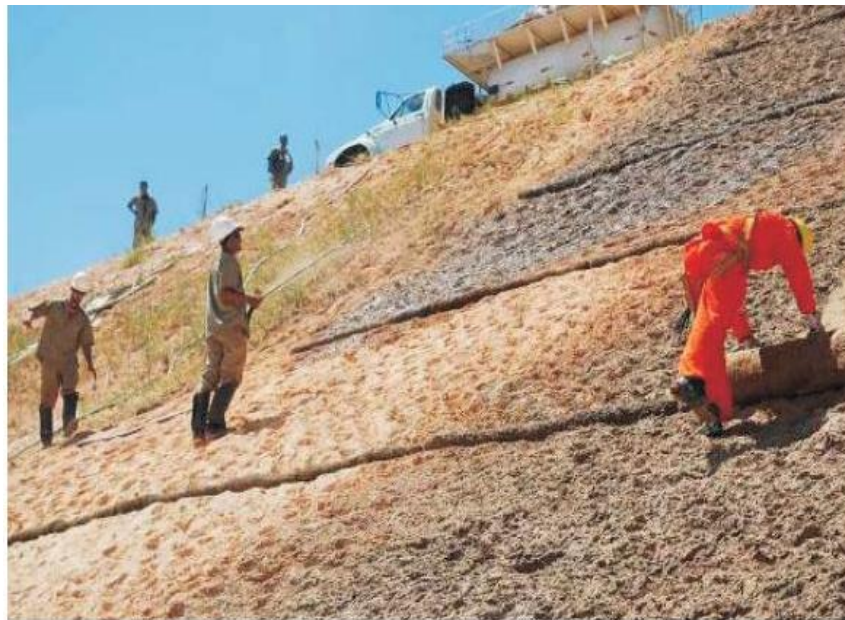


Área recuperada com uso de chumbadores, biomantas antierosivas e malha metálica (solo grampeado). CEMIG-Vespasiano-MG





Proteção de superfície



Demonstração de aplicação de hidrossemeadura
em taludes de corte em leiras de bermalonga.





Figura 18 - Bermalonga fabricada industrialmente com fibras vegetais, prensadas e envolvidas por uma rede resistente de polipropileno.



Figura 19 - Disposição das bermalongas perpendicularmente ao sentido do escoamento superficial da enxurrada.

Proteção de superfície



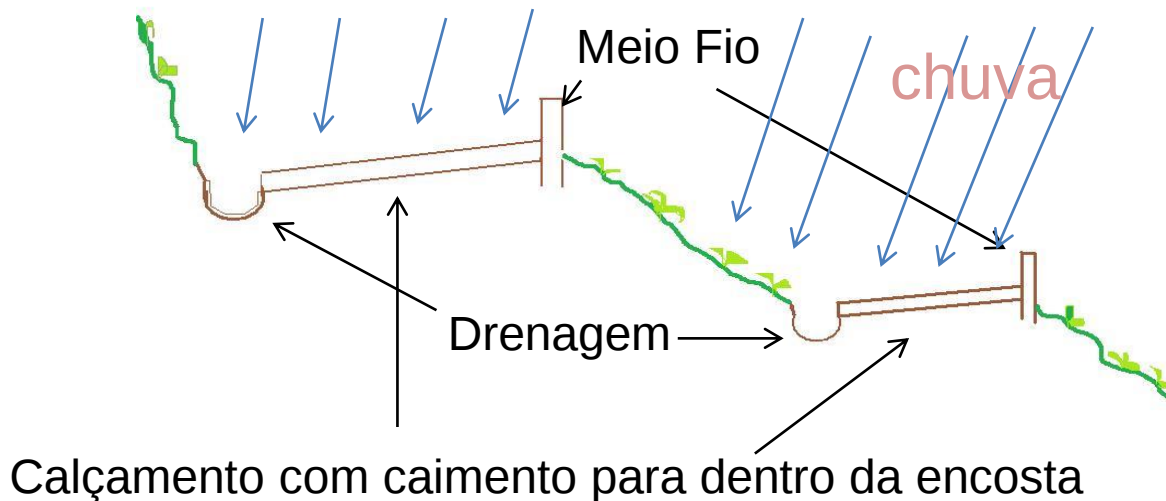
Figura 20 - Exemplo de retentor orgânico de sedimentos do tipo bermalonga associado ao plantio de capim *Vetiver* sp. fixado de maneira transversal ao sentido de escoamento de água no talude de corte.





Obras com materiais alternativos:

Rua Hidráulica: Implantação de arruamento, vielas, servidões e outras vias atuando como um sistema de drenagem integrado





Obras com materiais alternativos





Obras com materiais alternativos



Hidrogel e Lona plástica





Obras com materiais alternativos



Lona plástica





Obras com materiais alternativos:

Solo Cimento





Obras com materiais alternativos:

Solo Cimento





Obras com materiais alternativos:

Técnica de aplicação do CAL-JET
Géologo Álvaro R. dos Santos



Primeira demão sendo aplicada nos testes com pulverizador costal manual





Obras de estabilização de encostas sem contenção



Predomínio de serviços mecanizados

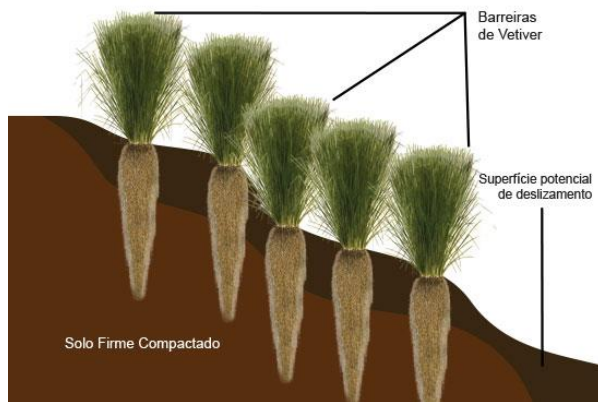


Coberturas Vegetais

Vetiver

O Sistema Vetiver foi difundido inicialmente pelo banco mundial, para ser utilizado para contenção de encostas cursos d'água, reduzindo a velocidade de escoamento superficial, proporcionando a infiltração da água no perfil do solo e a retenção de sedimentos a montante.

As raízes do vetiver formam uma densa rede, alcançando até 5m de profundidade, promovendo ao longo do tempo o efeito de atirantamento do solo, garantindo maior estabilidade às encostas.



Fonte: <https://deflor.com.br/vetiver/>



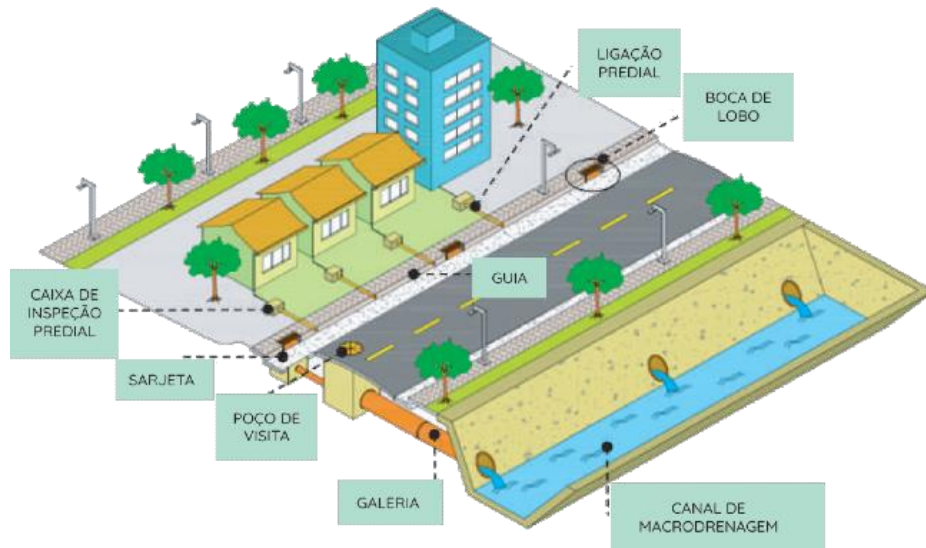


Obras de drenagem urbana

Drenagem urbana é o sistema de manejo projetado pelo poder público do município para coletar águas provenientes da chuva e escoá-las para galerias de águas pluviais e esgotos pluviais até um curso hídrico capaz de recebê-las.



Fonte: Procedimentos Técnicos De Dimensionamento da Microdrenagem do Município de Santo André. MORAES (2015).





Obras de drenagem urbana

Visam disciplinar o fluxo hidráulico, controlando os transbordamentos, combatendo a erosão e garantindo o escoamento eficiente das águas das chuvas e rios.



Fonte: <<http://alarg.blogspot.com.br>>

Retificação e rebaixamento de canal, Belo Horizonte – MG.



Fonte: <<https://semgravata.wordpress.com>>

Dique marginal, São Leopoldo – RS.



Fonte: <http://reginaldotracaia.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



Em azul, o curso original do Rio Pinheiros em São Paulo. O rio passou por grande alteração em seu curso, tornando-se mais retilíneo.



Siga-nos: @ibsustentabilidade





Obras de drenagem urbana

Obras de drenagem devem ser planejadas pensando se no total da bacia hidrográfica para evitar problemas a montante e jusante.

Obras mal planejadas podem causar danos e prejuízos a sociedade.



Nova Friburgo – RJ. Fonte: SGB.





Mosaico de imagens representando os tipos de obras de engenharia hidráulica.

Obras de engenharia no Sistema Campelo

Legenda

- Barragens
- Compostos
- Diques
- Manilhas
- Pontes
- Hidrografia
- Sistema Campelo
- Sede municipal
- Limites municipais
- Rodovias

Relevo

- Planície costeira (restinga)
- Planície fluvio-marinha (brejos)
- Planície de inundação
- Tabuleiros
- Tabuleiros dissecados
- Morros cristalinos baixos

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum: WGS 84 - Zona 24S

Fontes:
CPRM - Padrões de relevo, 2017.
CPRM - Relevo sombreado, 2017.
CIDAC - Lagoas, rios e canais, 2016.
IBGE - Malha municipal, 2015.

Elaboração: Leidiana Alonso Alves
Data: Dezembro / 2017

Fonte: <https://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/8/8-289-273.html>





Obras de drenagem urbana

Calçadas verde

Obras com objetivo aumentar o volume de infiltração de água da chuva, diminuindo o escoamento superficial.



Autor: Marcos de Sousa/ Mobilize Brasil





Obras de drenagem urbana

Medida estrutural: Obra de retenção e estocagem

Exemplo: O plano de macrodrenagem dos Bairros da Tijuca e Praça da Bandeira –RJ Obras Estruturais: “Piscinões”



Créditos: Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro - RJ



Medidas de Controle de Enchentes e Inundações

Medida estrutural: Obra de retenção em Miracema (RJ)



Créditos: Defesa Civil de Miracema - RJ



Recomendações para momentos de chuva forte

- Orientação aos municípios para prevenção dos possíveis volumes de precipitações que podem ocorrer nos próximos dias (21 a 24 de março), devido a frente fria que está chegando:
 - - Intensificação na limpeza urbana;
 - - Limpeza de bueiros e canais de drenagem urbana;
 - - Limpeza de córregos e valões;
 - - Recuperação de contenções de drenagens em morros (meios fios, outros);
 - - Coloque as equipes de serviço urbano e DCM em alerta (Plano de Contingência);
 - - Atualização e divulgação de informações meteorológicas ao munícipes, através das redes sociais e demais meios de comunicação;
 - - Incentivo ao cadastro da população ao SMS (40199).
- *Orientações do Cenad*



Intervenção sem segurança

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 inadequadas e sem segurança



Créditos: Rafael Ribeiro – CPRM/SGB



Créditos: Natália Lopes – CPRM/SGB



Intervenções inadequadas e sem segurança

Muro de contenção inadequado



Créditos: Heródoto Goes – CPRM/SCB

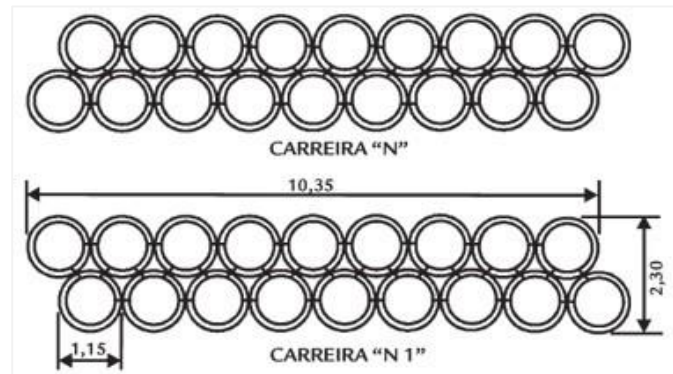


Intervenções inadequadas e sem segurança



**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



**Funciona como muro de gravidade:
recomendável até 5m.**

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



Intervenções inadequadas e sem segurança

Efeito x Causa, Obras gerando carga sobre deslizamento rotacional



Intervenções inadequadas e sem segurança

Sistema de drenagem mal dimensionado, manutenção.



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



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



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

Intervenções inadequadas e sem segurança

Escada hidráulica sem finalização adequada



Créditos: Heródoto Goês – CPRM/SCB

Intervenções inadequadas e sem segurança



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



Intervenções inadequadas e sem segurança

Estrangulamento da drenagem - Medida estrutural: Obra de travessia





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. ***“Reconstruir melhor”***.





Requalificação urbanística e realocação de moradias

Projeto Vila Viva – Belo Horizonte – URBEL - PMBH

- 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: LEO DRUMOND / NITRO



Requalificação urbanística e realocação de moradias

Exemplo de remoção e reabilitação de antiga área de risco



Fonte: Secretaria de Habitação de São Bernardo do Campo/SP . IV Sessão da Plataforma Regional Para a Redução do Risco de Desastres nas Américas (pr14) Guayaquil, Maio de 2014, Equador.





Requalificação urbanística e realocação de moradias

Medida estrutural: Urbanização: Cheonggyecheon, Seul, Coreia do Sul



Início do Séc. XX: Favelização às margens do rio por decorrência das guerras.



Década de 60 o riacho foi canalizado e coberto por concreto para compor vias expressas. A via expressa dupla aérea foi construída em 1968. Coreia em franca expansão e desenvolvimento





Urbanização: Cheonggyecheon, Seul, Coreia do Sul



Em 2003 começou o processo de revitalização (sob muitas críticas)

- Autoestradas foram demolidas (o tráfego se autoregula)
- As águas dos rios foram despoluídas e o fluxo aumentado
- Obras para contenção de cheias também foram realizadas (as primeiras obras foram realizadas em 1441)



Requalificação urbanística e realocação de moradias

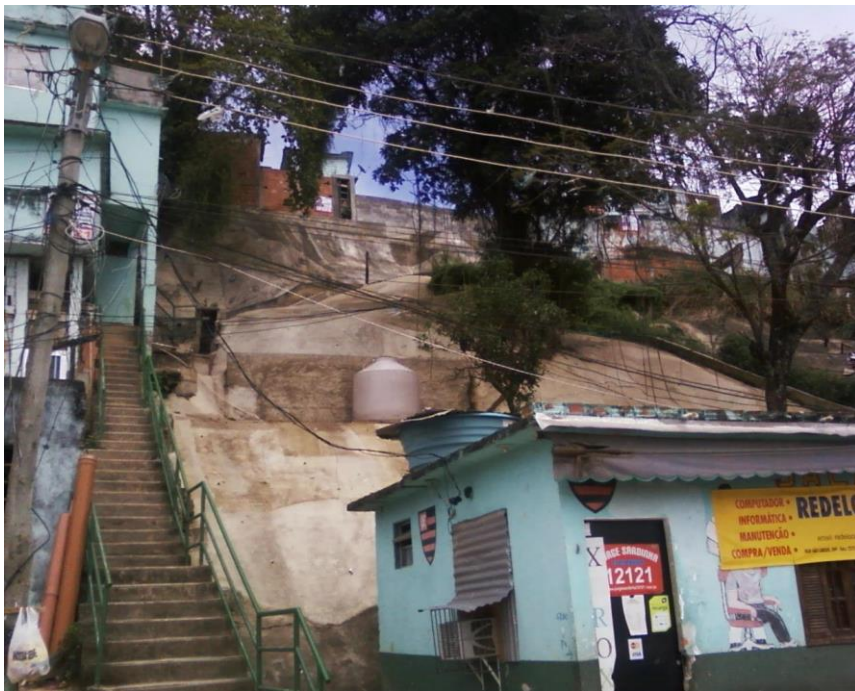
Medida estrutural: Urbanização: Cheonggyecheon, Seul, Coreia do Sul

Alguns dos benefícios diretos podem ser listados:

- Fornece proteção contra enchentes com capacidade de fluxo de até 118mm/hr
- Aumento da biodiversidade em 638%
- Redução da temperatura em 5° às margens do rio, comparado as estradas paralelas..
- Redução de partícula de poluição em 37%
- Aumento do preço dos terrenos com raio de até 50 metro de distância em mais 50%
- A cidade ganhou um espaço de lazer e cultura.



Requalificação urbanística e realocação de moradias



Créditos: Pedro Pfaltzgraff- CPRM/SBG



Serviços de limpeza e recuperação de obras de drenagem

- Serviços de limpeza de entulho, lixo, etc.
- Recuperação e/ou limpeza de sistemas de drenagem, esgotos e acessos.
- Limpeza de canais de drenagem.

Correspondem a serviços manuais e/ou utilizando maquinário de pequeno porte.



Manutenção da rede de drenagem

Limpeza de bueiros

Bueiros Tradicionais



Créditos: Fabio Arantes/PMSP.

Bueiros Inteligentes



Fonte: <https://www.uruguaiana.rs.leg.br/comunicacoes/noticias/bueiros-inteligentes-sao-indicados-pelo-legislativo>



INTERVENÇÕES NÃO-ESTRUTURAIS





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.



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.





Capacitação da População

Formação dos
núcleos de defesa
civil

NUDEC



Créditos: URBEL





Capacitação das Defesas Civil

Cursos de Capacitação Para Gestão de Áreas de Risco.



Fonte: Assessoria de Comunicação – CPRM/SCB

São Paulo – SP (2017)



Fonte: Heródoto Goes – CPRM/SCB

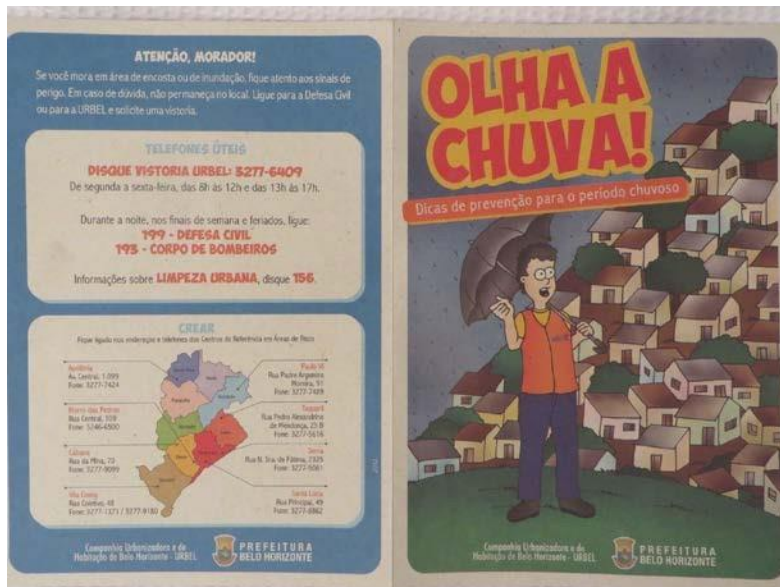
Vitória – ES (2017)



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



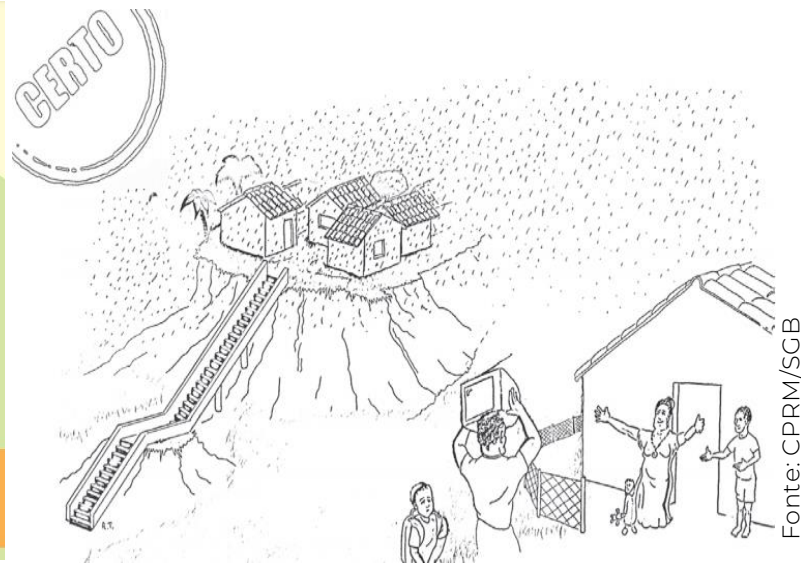
Créditos: URBEL





Educação e conscientização

Material didático



http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/1277/5/cartilha_comunidade_mais_segura.pdf





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.

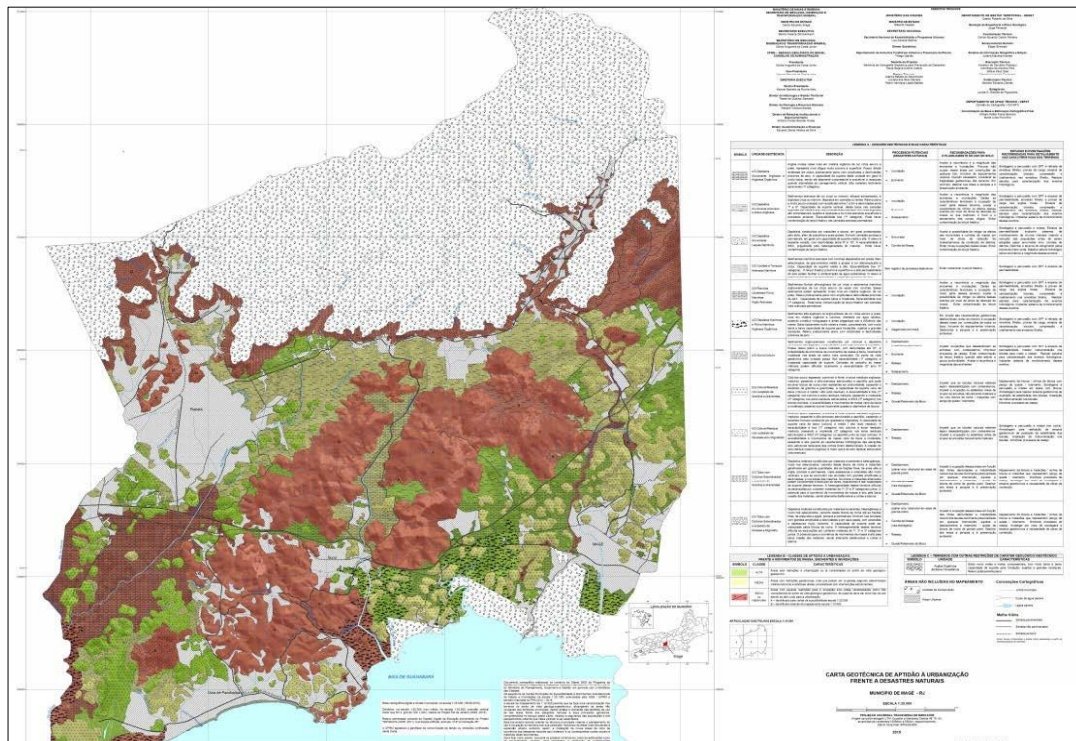
Objetivo - Conscientizar as pessoas que vivem em áreas de risco (Mapeadas pelo SGB-CPRM) sobre o perigo de deslizamentos, enxurradas, quedas de blocos, etc, principalmente em períodos chuvosos.

Atualmente – Trabalho de Conscientização nas escolas



Mapeamentos
sistemáticos

Cartas Geotécnicas de
Aptidão

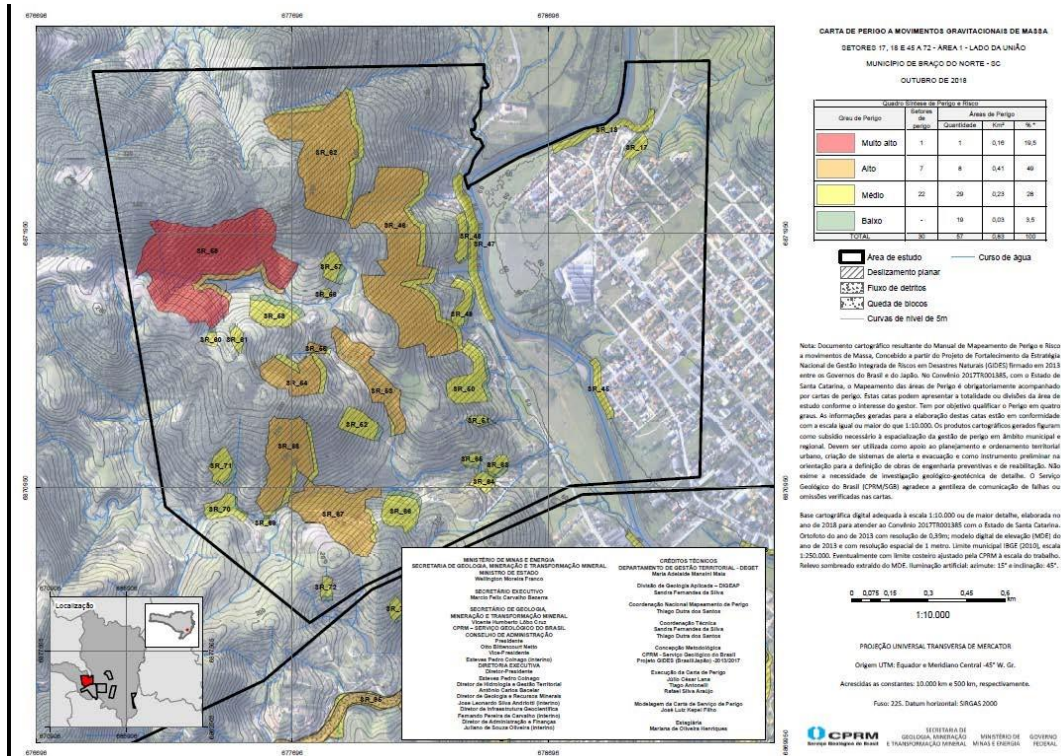


Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização Frente a Desastres Naturais de Magé - RJ.
Créditos: CPRM/SGB



Mapeamentos
sistemáticos

Cartas de Perigo



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

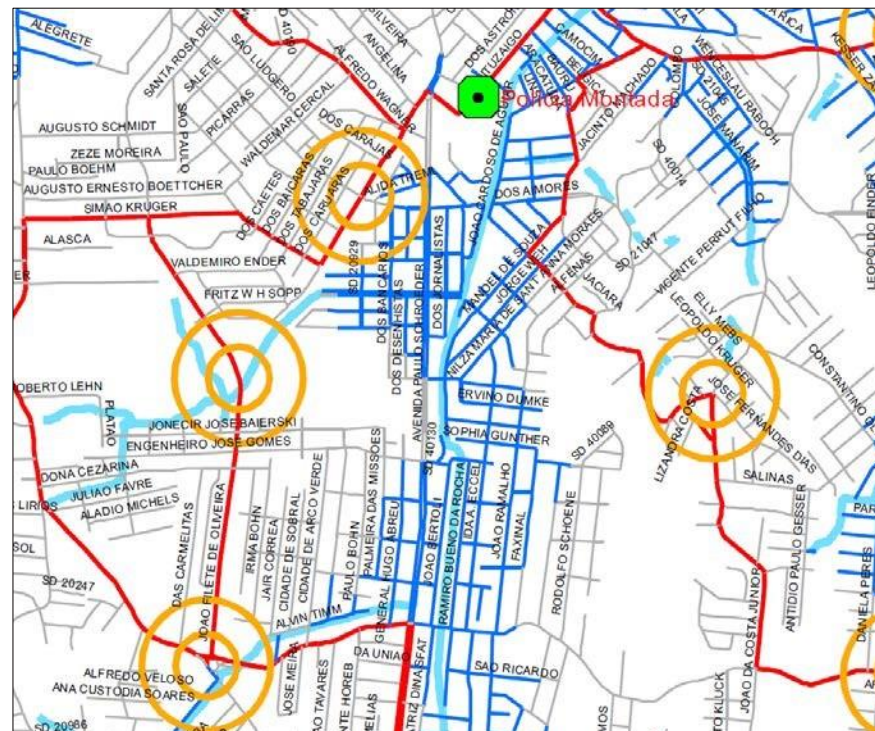
Conhecimento do meio físico

Mapeamentos sistemáticos

Setorização de Riscos Geológicos



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



Fragmento de Mapa de Rotas Seguras em Caso de Inundação. Fonte: Prefeitura de Joinville (2012).



Sinalização



Sinalização em áreas suscetíveis a Movimentos Gravitacionais de Massa no Parque da Guarita, Torres - RS



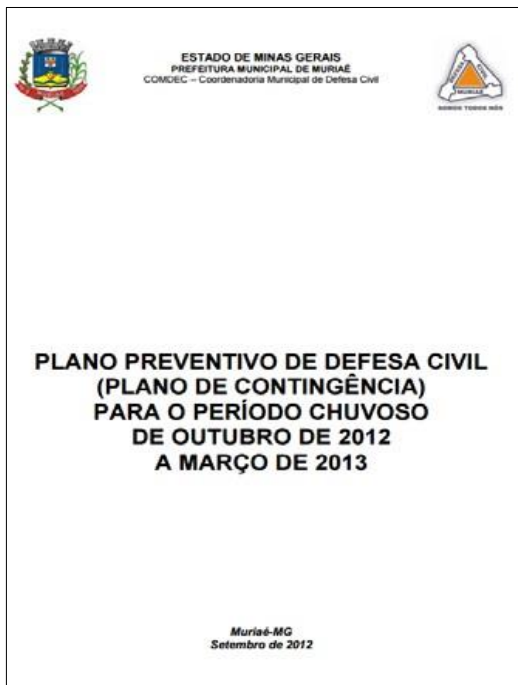
Sinalização em áreas inundáveis, Belo Horizonte – MG. Fonte: http://portal.pbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/images.do?evento=imagem&urlPlc=placa_alerta_rogerio_fr anca_03.jpg>. Acesso em 24/11/17





Planejamento

Plano de contingência



Créditos: Prefeitura de Muriaé

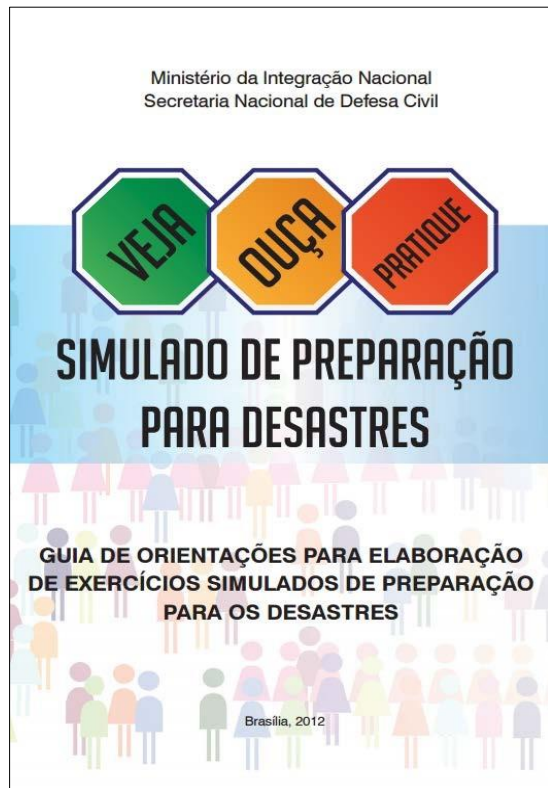
O Plano de Contingência funciona como um **planejamento da resposta**. São definidos os **procedimentos, ações e decisões** que devem ser tomadas na ocorrência do desastre.

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.





Realização de exercícios simulados

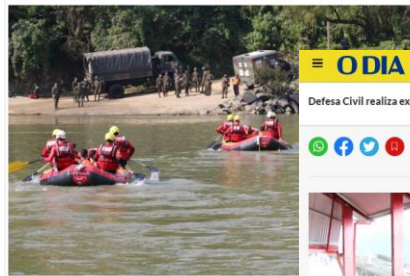


Créditos: Ministério da integração



Home / Notícias / Defesa Civil e Exército realizam Simulado

Defesa Civil e Exército realizam Simulado



O DIA

Defesa Civil realiza exercício simulado de desocupação em casos de deslizamentos no Rio



A base principal do simulado foi o Morro do Salgueiro, na Tijuca, onde cerca de 300 moradores participaram do treinamento
Divulgação/Defesa Civil

Defesa Civil: simulado de abandono de área de risco reúne 700 pessoas na Vila Sahy

Ação fez parte do Gabinete 3D em São Sebastião, iniciativa levou diversos serviços estaduais ao Litoral Norte

14h, 20/10/2013 - 18h04 | Da Portal do Governo

FACEBOOK TWITTER LINKIN PORN E MAIL





Planejamento e Gestão Urbana

- 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)



Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff
Pesquisador em Geociências

Serviço Geológico do Brasil – CPRM
e-mail: pedro.augusto@sgb.gov.br
Telefone: (21) 3044-0624
www.sgb.gov.br



OBRIGADO



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

