

## Mecanismos de rupturas de solos e rochas, deslizamentos

Gisleine Coelho de Campos

*Palestra apresentada no WORKSHOP SOBRE DESASTRES  
GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS: AÇÕES E SOLUÇÕES PARA ÁREAS  
DE RISCOS, 9-10 maio, 2022, São Paulo. 37 slides*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública. **PROIBIDO REPRODUÇÃO**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo  
S/A - IPT  
Av. Prof. Almeida Prado, 532 | Cidade Universitária ou  
Caixa Postal 0141 | CEP 01064-970  
São Paulo | SP | Brasil | CEP 05508-901  
Tel 11 3767 4374/4000 | Fax 11 3767-4099

[www.ipt.br](http://www.ipt.br)

*WORKSHOP*

**DESASTRES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS  
AÇÕES E SOLUÇÕES PARA ÁREAS DE RISCO**

**10 de maio de 2022**

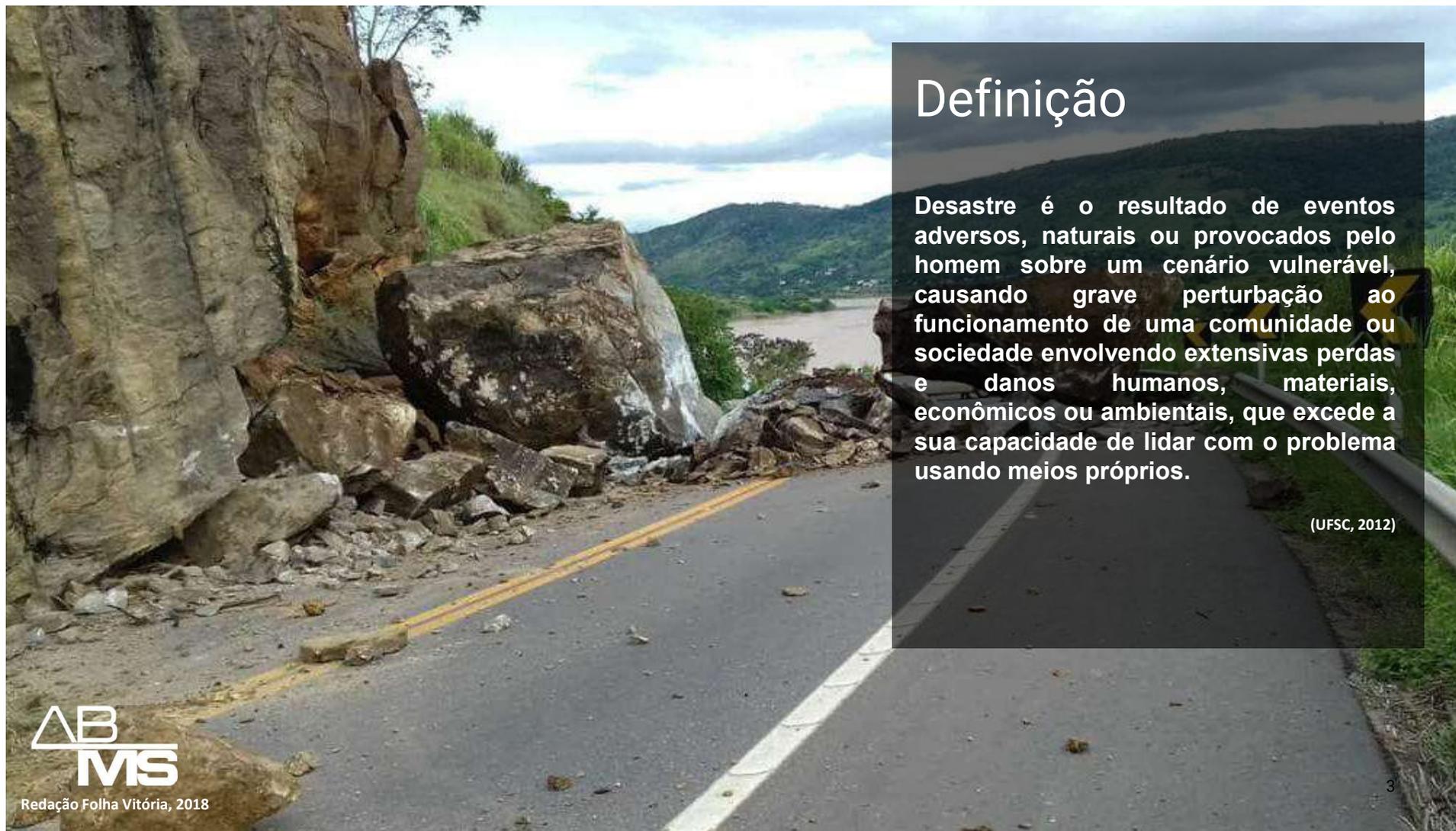




# Mecanismos de rupturas de solos e rochas

## Deslizamentos

Gisleine Coelho de Campos (IPT)



## Definição

**Desastre é o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem sobre um cenário vulnerável, causando grave perturbação ao funcionamento de uma comunidade ou sociedade envolvendo extensivas perdas e danos humanos, materiais, econômicos ou ambientais, que excede a sua capacidade de lidar com o problema usando meios próprios.**

(UFSC, 2012)

## Casos de Desastres Geológico-Geotécnicos



Teresópolis - Foto de Fabio Motta/AE



Rodovia BR-262, que liga Minas e Espírito Santo, em fevereiro de 2022, com trechos desabando barreiras e buracos após as chuvas de janeiro - (crédito: Mateus Parreiras/EM/DA Press)



**IDENTIFICAÇÃO  
DE RISCOS**

AB  
MS



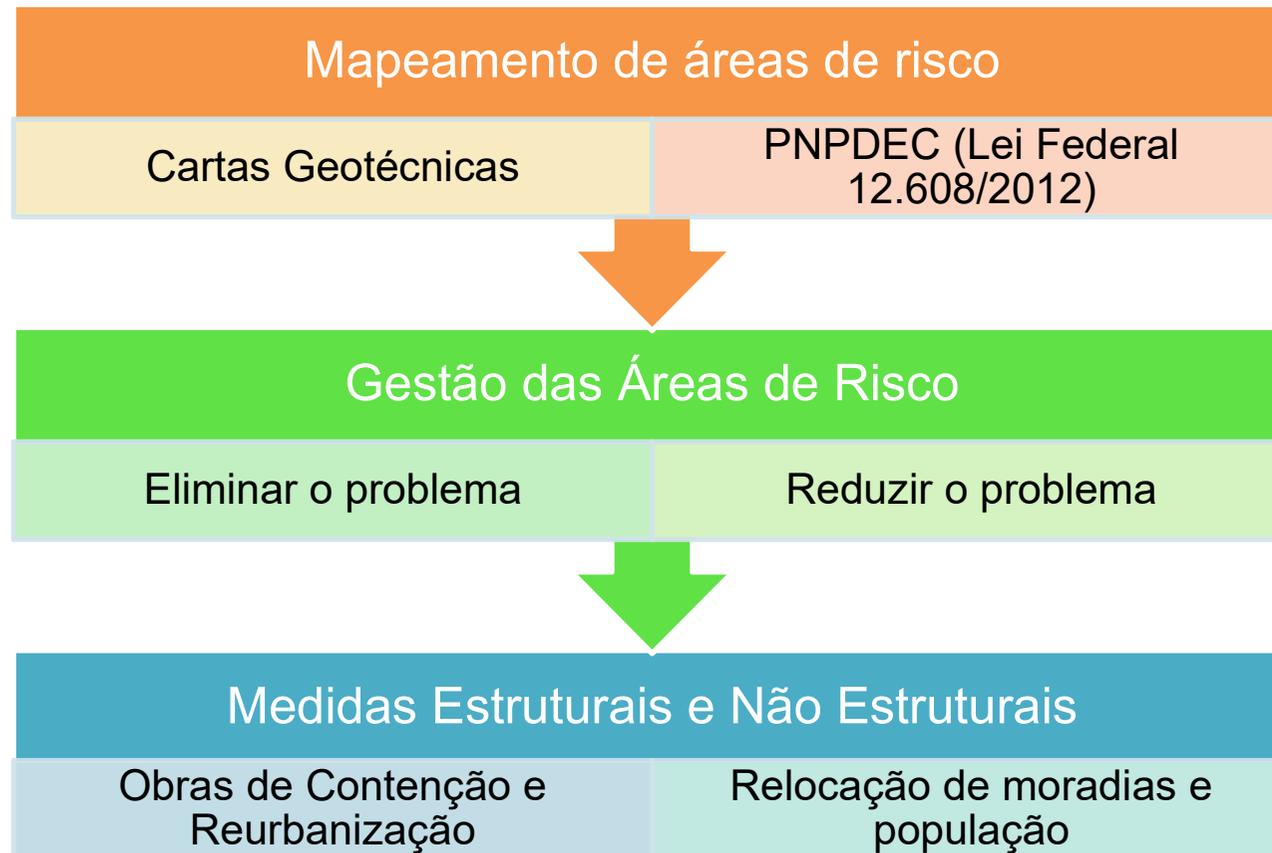
**ANÁLISE e  
AVALIAÇÃO  
DE RISCOS**



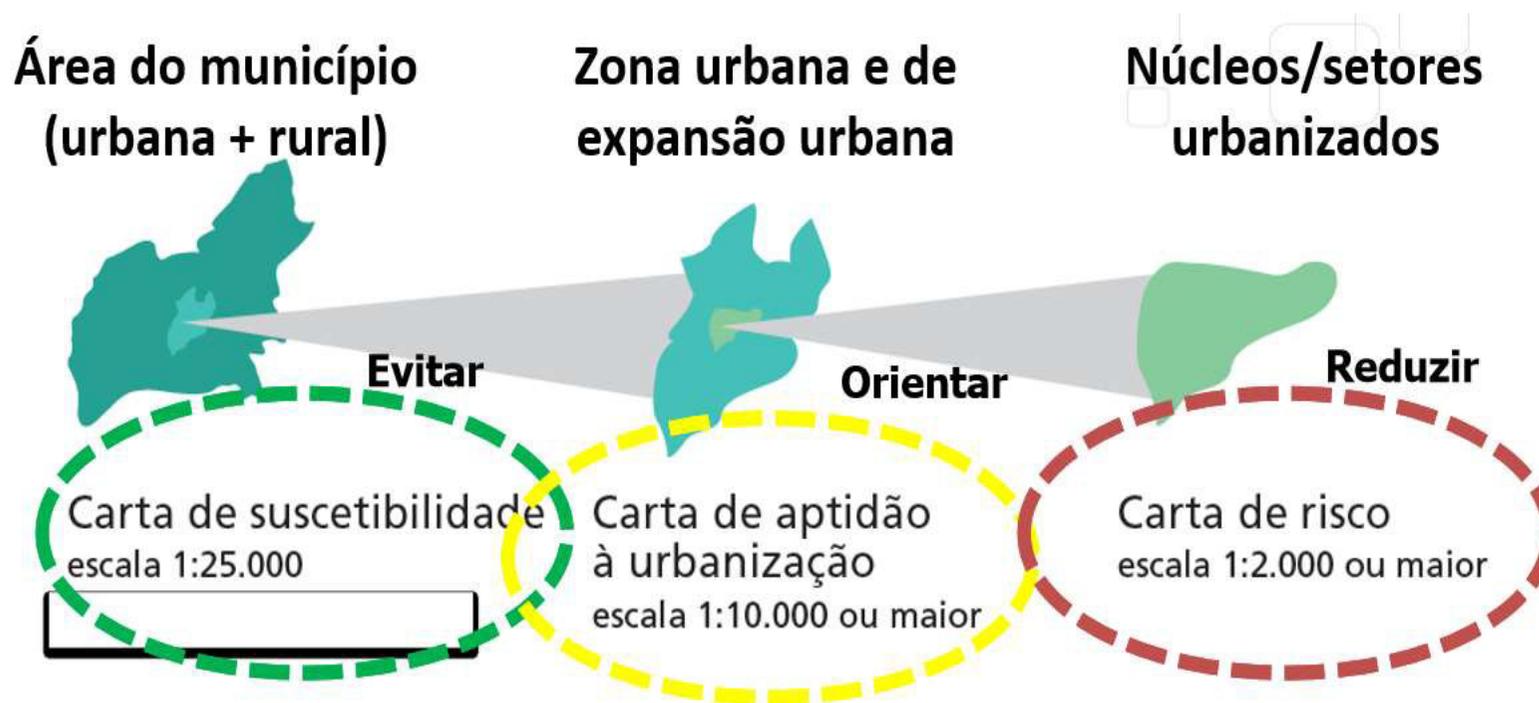
**TRATAMENTO  
DE RISCOS**

Fonte: ISO 31000.net

# ÁREAS DE RISCO



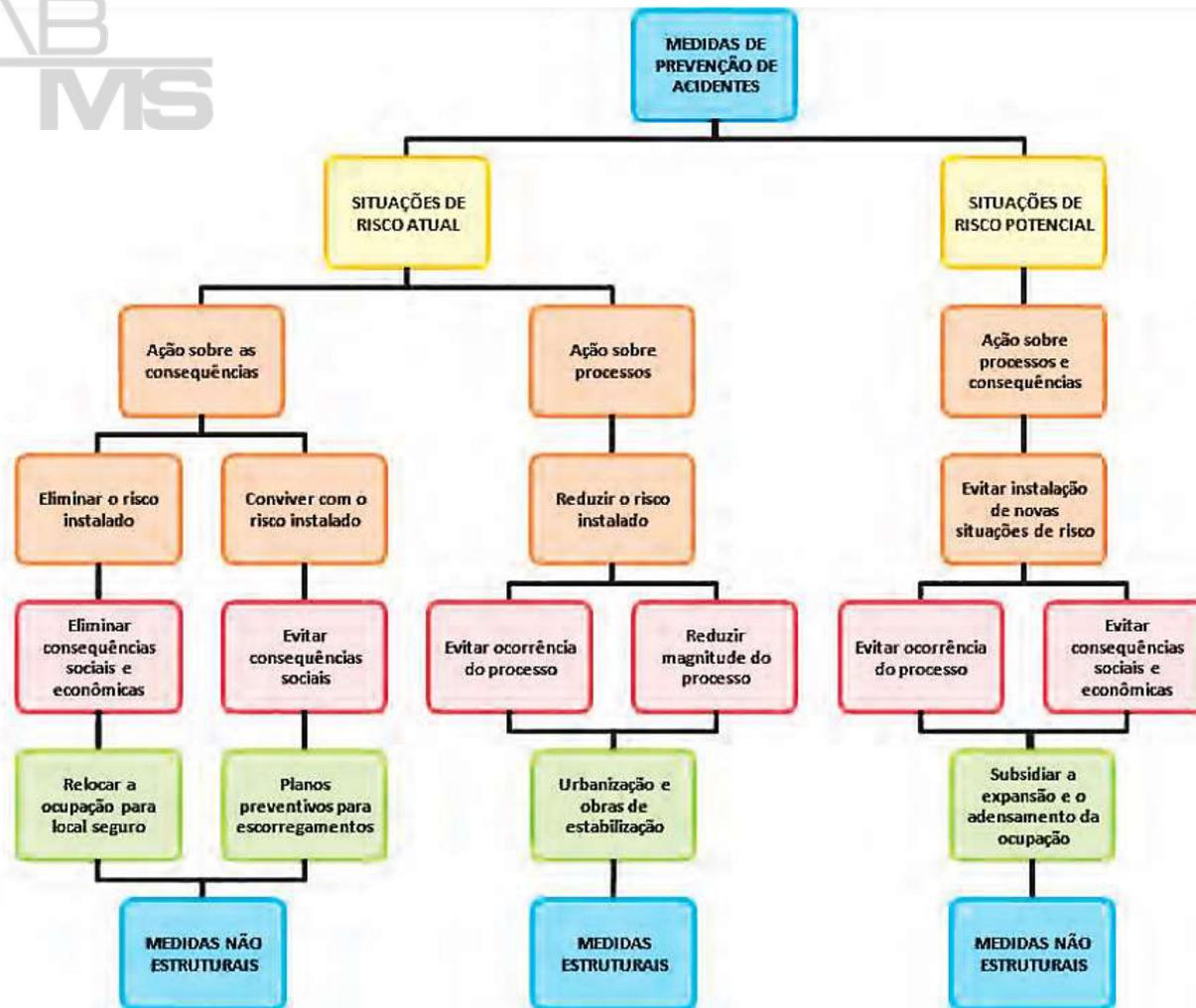
## Cartas Geotécnicas



**Fonte:** IPT (2015), baseado em Fell et al. (2008), Diniz (2012), Sobreira e Souza (2012) e outros, bem como em discussões de vários encontros técnicos deflagrados no âmbito do **Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres Naturais** – PNGRRDN (2012).

# Gestão de Áreas de Risco

Agir sobre os processos ou sobre as suas consequências?



Fonte: Tominaga et al., 2009

# O QUE FAZER?



Áreas de risco  
EXISTEM

População corre  
RISCO DE MORTE

Há perdas  
ECONÔMICAS e  
SOCIAIS

**Mapeamento de Áreas de Risco**  
Geól. Marcelo Gramani - IPT

**Tecnologias para Gestão de Áreas de Risco**  
Geól. Agostinho T. Ogura - IPT

## **SOLUÇÕES ESTRUTURAIS (hoje!!!)**

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

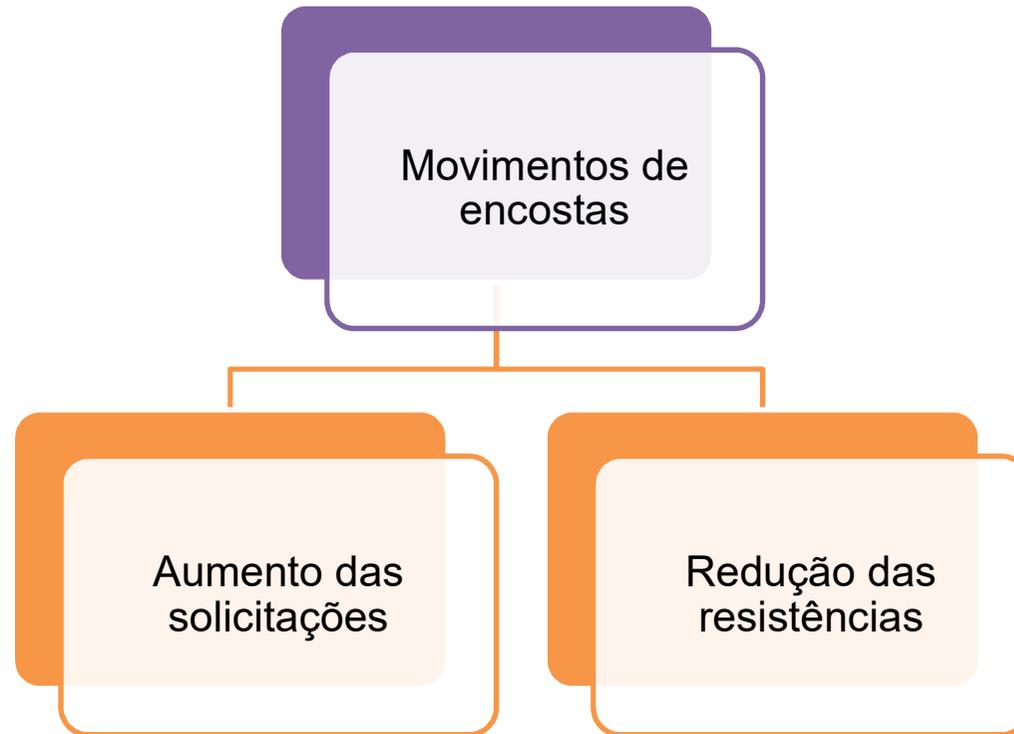
Qual solução adotar em casos de Deslizamentos?

Passo 1: Identificar o

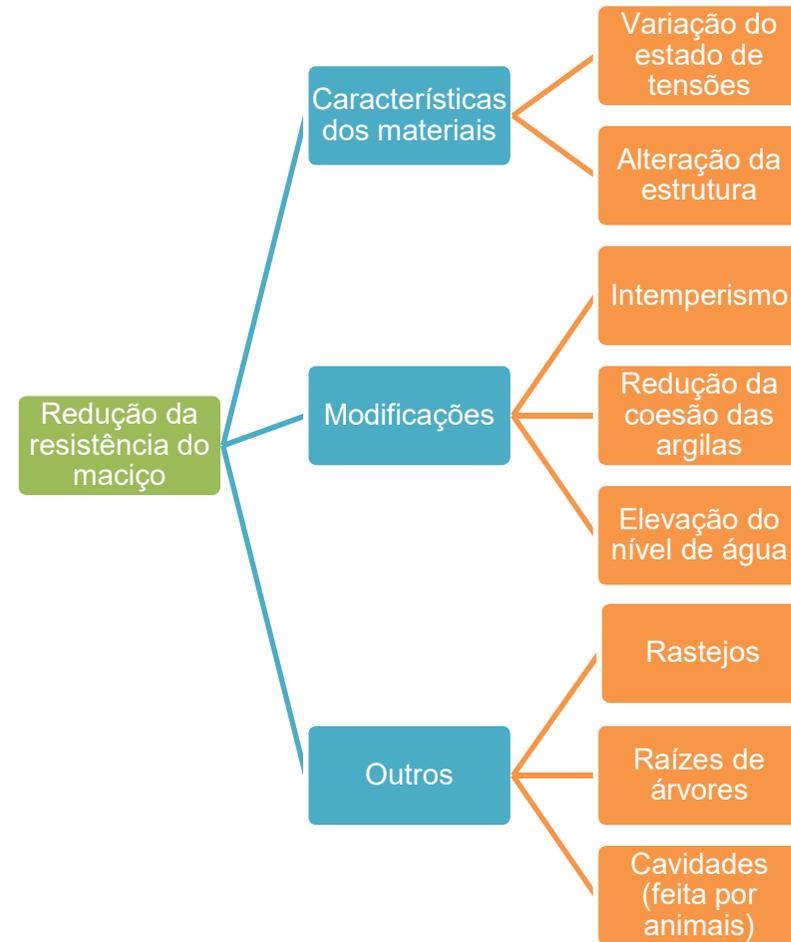
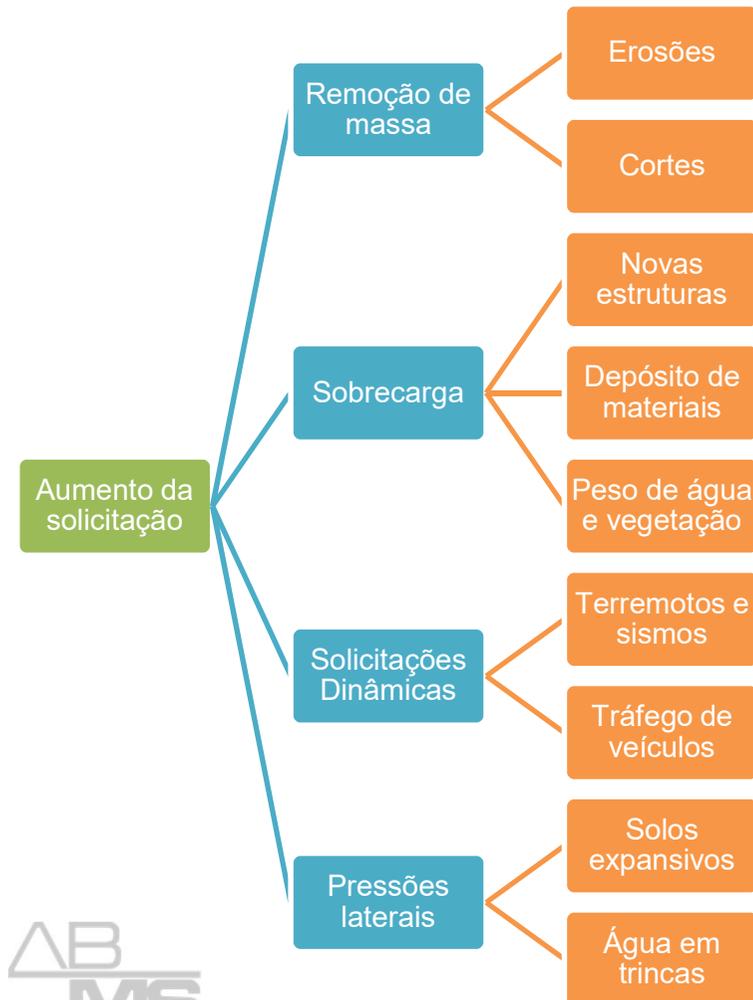
**Mecanismo de Ruptura** do maciço



## FATORES DEFLAGRADORES



(Adaptado de Augusto Fo e Virgili, 1998)



## Movimentos de Massa

### Principais fatores condicionantes Antrópicos

Execução de cortes e aterros inadequados

Concentração de águas pluviais

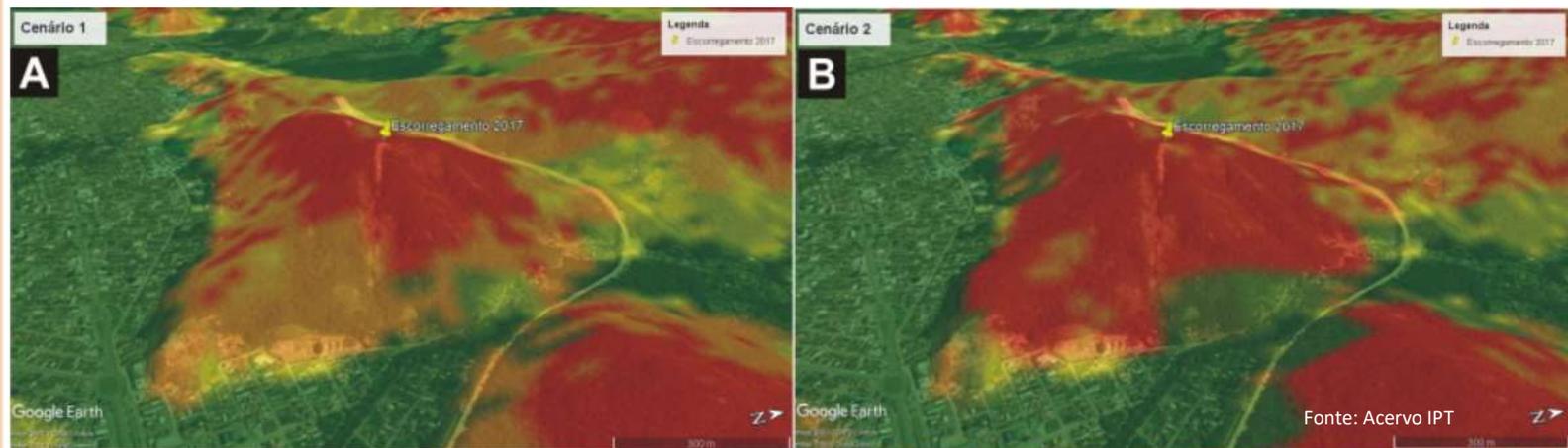
Vazamento na rede de água e/ou esgoto

Remoção de cobertura vegetal

Lançamento de lixo/entulho

Lançamento de águas servidas

## Classificação dos movimentos de massa



- Rastejo
  - Deslizamento (planar, rotacional e em cunha)
  - Corrida
  - Queda
  - Tombamento
  - Rolamento
  - Colapso e subsidência
- } Maciços rochosos



## **Rastejo (características)**

**Movimento lento, descendente e contínuo da massa de solo de um talude;**

**Deformação plástica, sem geometria e superfície de ruptura definidas;**

**Afetam geralmente horizontes superficiais de solo e de transição solo/rocha;**

**Baixas velocidades, decrescentes com a profundidade**

**Movimentos constantes, intermitentes ou sazonais**

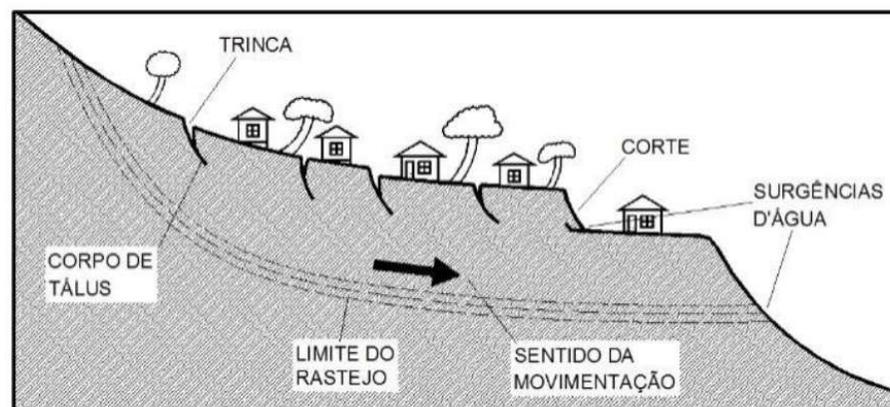


Fonte: <http://www1.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/interacao/inter09a.html>

## Rastejo

### Principais Evidências:

- Postes
- Cercas
- Árvores



Fonte: Acervo IPT

## Deslizamentos

Processo frequentes nas encostas brasileiras, envolvem solos superficiais, com ruptura podendo ocorrer no contato com a rocha subjacente. O movimento é condicionado por estruturas geológicas planares desfavoráveis a estabilidade (xistosidades, fraturamentos, foliações).

Superfície de deslizamento curvas, sendo comum a ocorrência de uma série de rupturas combinadas e sucessivas. Ocorre em aterros, pacotes de solo mais espessos, rochas sedimentares ou cristalinas intensamente fraturadas.

Associados a saprolitos e maciços rochosos, com existência de duas estruturas planares, desfavoráveis à estabilidade, que condicionam o deslocamento de um prisma ao longo do eixo de intersecção destes planos. Comuns em taludes de corte ou encostas que sofreram desconfinamento, natural ou antrópico.



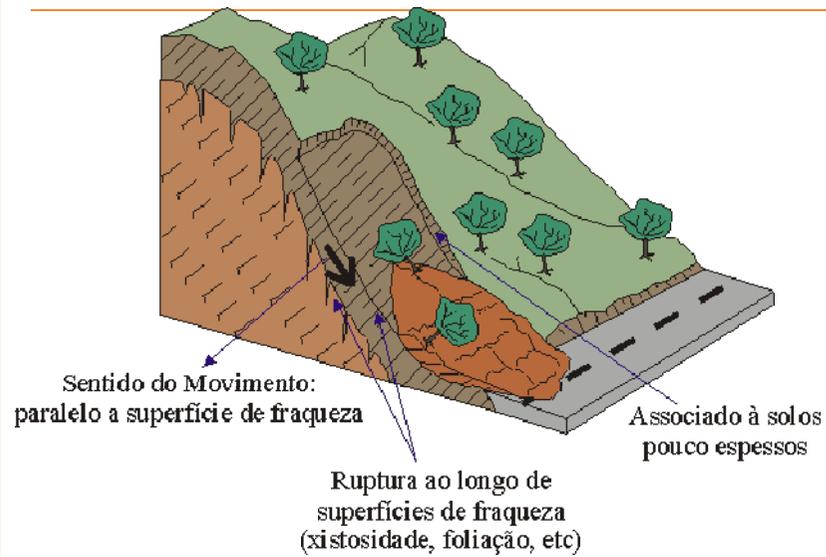
Filipe Marinho, 2020

**Planar**

**Rotacionais**

**Cunha**

## Escorregamento Planar (Translacionais)



Fonte: Instituto Geológico, 2022



Foto: Nicholas Serrano/AE



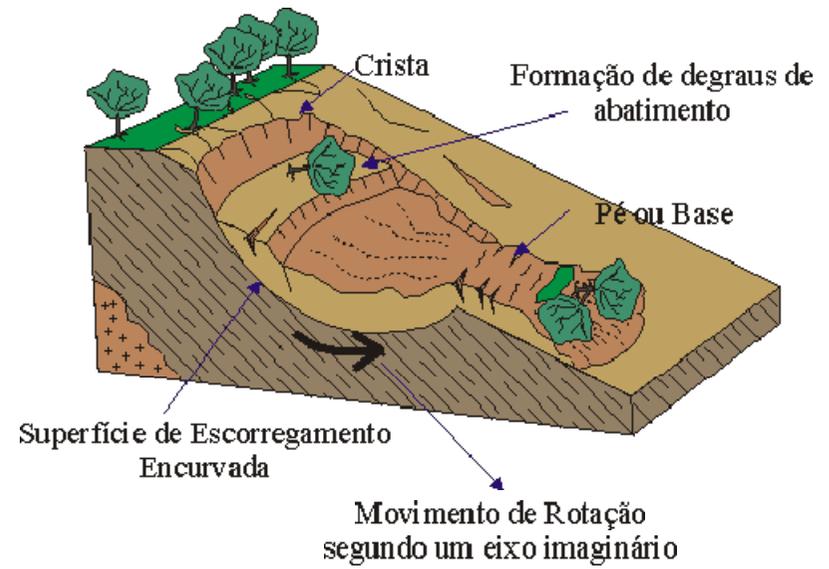
Local: Itanhomi-MG  
 Créditos: Júlio Lana – CPRM/SGB



Local: Itajubá-MG  
 Créditos: Italo Prata  
 CPRM/SGB

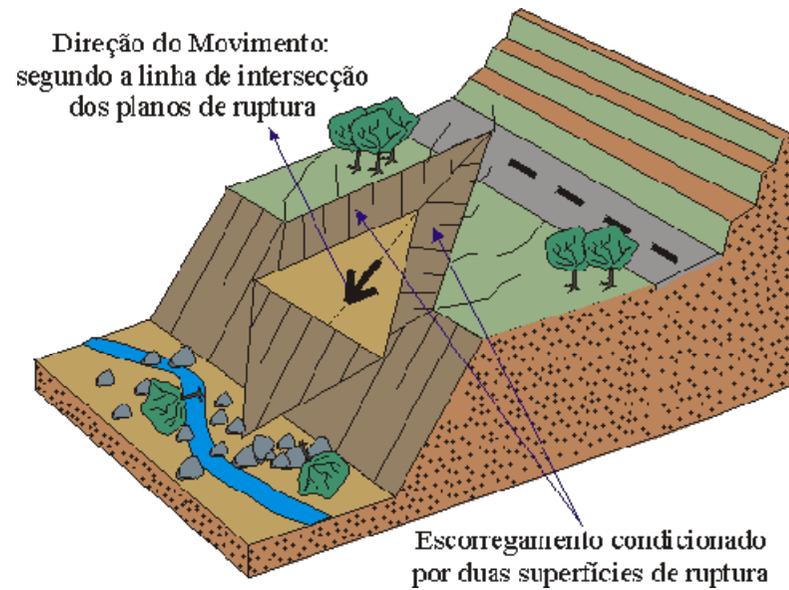


### Escorregamentos Circulares (Rotacionais)



Fonte: Instituto Geológico, 2022

### Escorregamento em Cunha



Filipe Marinho, 2020

## Corridas

**Corrida de Lama (*mud flow*):** fluxo de solo com alto teor de água, com alto poder destrutivo.

**Corrida de Terra (*earth flow*):** fluxo de solo com baixa quantidade de água, apresentando baixa velocidade relativa.

**Corrida de Detritos (*debris flow*):** material predominantemente grosseiro, constituído por blocos de rocha de vários tamanhos, apresentando um maior poder destrutivo.



Marcelo Gramani, 2022

## Corridas - Características

- Movimento semelhante a um líquido viscoso
- Desenvolvimento ao longo de drenagens, em áreas de relevo acidentado
- Velocidades médias a altas
- Alto poder de destruição e grandes volumes de material
- Mobilização de solo, rochas, detritos e água
- Extenso raio de alcance



G.P. Morfo, 2011

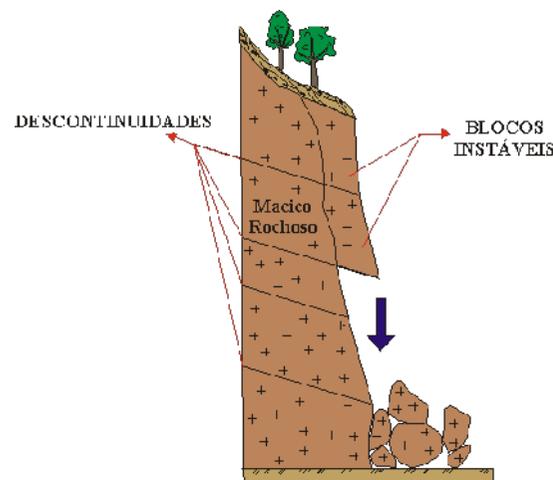


## Rodovia dos Imigrantes

(Altrichter e Gramani, 2014).

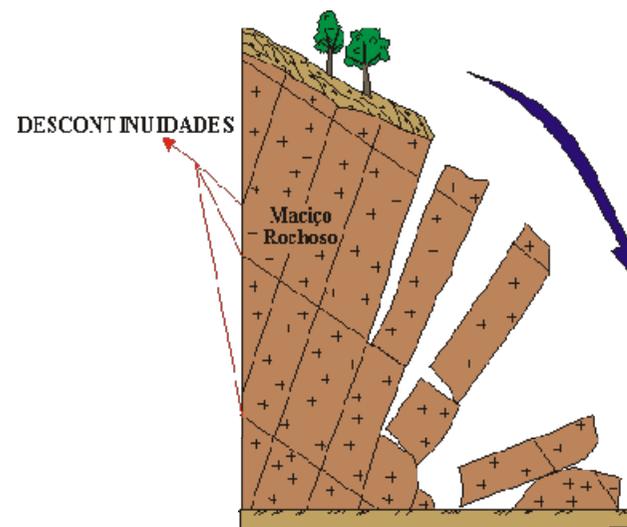
## Mecanismo de ruptura em rocha

**Queda de Blocos:** materiais rochosos de volume e litologia diversos - destacamento de taludes ou encostas íngremes, em movimentos tipo queda livre.



QUEDA DE BLOCOS

**Tombamento de Blocos:** rotação de blocos rochosos, condicionada por estruturas geológicas no maciço, com grande mergulho.



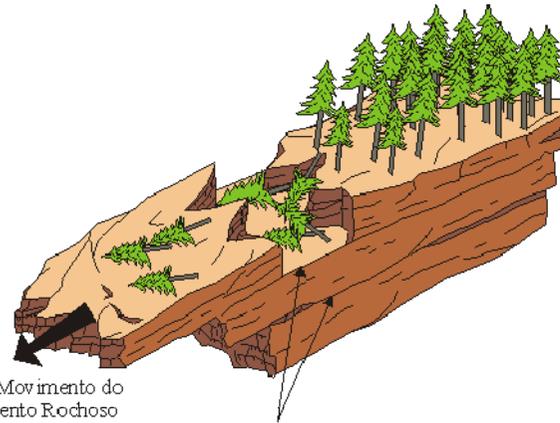
TOMBAMENTO

Fonte: Instituto Geológico, 2022

## Capitólio, MG – Jan 2022



# Mecanismo de ruptura em rocha



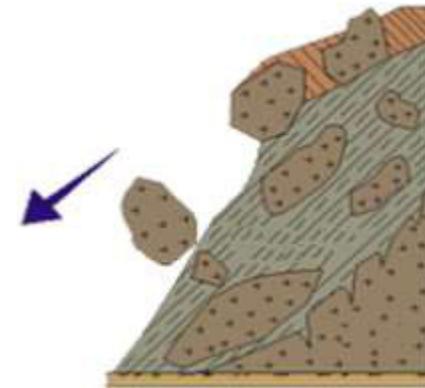
Sentido de Movimento do Deslocamento Rochoso

Superfícies Geológicas (Acamamento, Xistosidade, etc) com alto ângulo de mergulho

Fonte: Instituto Geológico, 2022

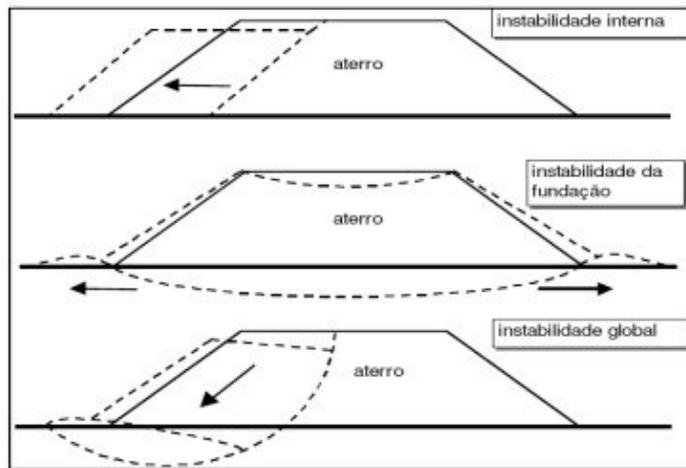
**Deslocamento:** desprendimento de lascas ou placas de rocha formadas a partir de estruturas (xistosidade, acamamento), em decorrência de variações de temperatura e/ou pressão.

**Rolamento de Blocos:** movimento de blocos ao longo de superfícies inclinadas, geralmente pela perda de apoio.



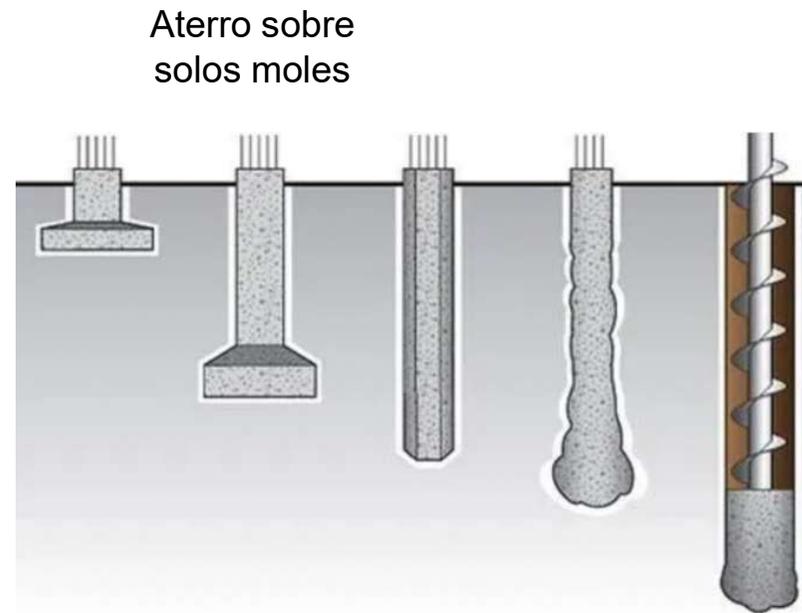
Fonte: <http://www2.cemaden.gov.br/deslizamentos/>

## Outros mecanismos de ruptura



Fonte: Almeida e Marques, 2010

Fundações diretas e profundas



Fonte: Google, 2022

## Ruptura de aterro sobre solos moles

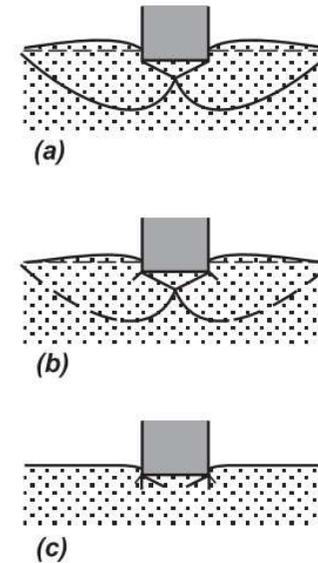
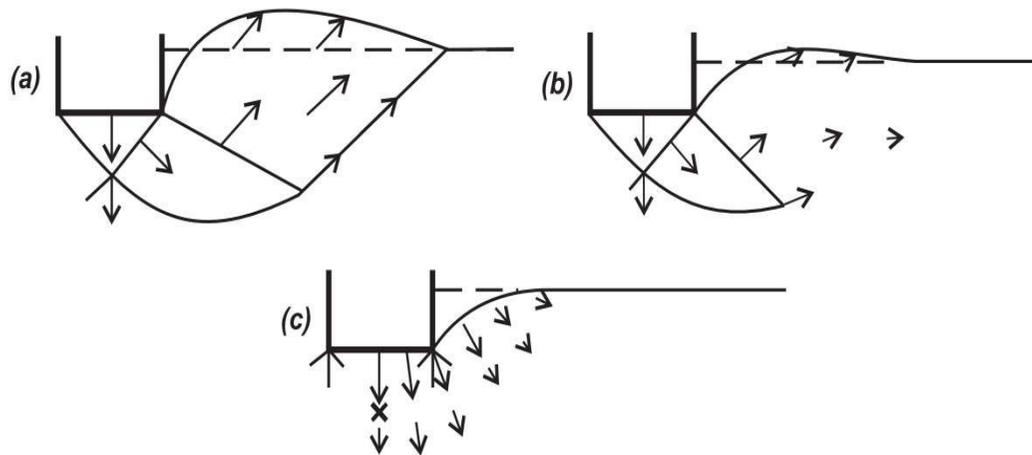


Fonte: Google, 2022 – Vila do Pan RJ



Fonte: <https://www.facebook.com/fgsgeotecnia/photos/a.1165004406908505/1165007600241519/?type=3&theater>

## Ruptura de fundações diretas



- a) Ruptura Generalizada
- b) Ruptura Local
- c) Ruptura por punção

Fonte: Velloso e Lopes, 2004



## Maiores impactos nas populações de baixa renda

- ❑ Ocupações irregulares
- ❑ Presença de solos moles
- ❑ Construções com fundações diretas

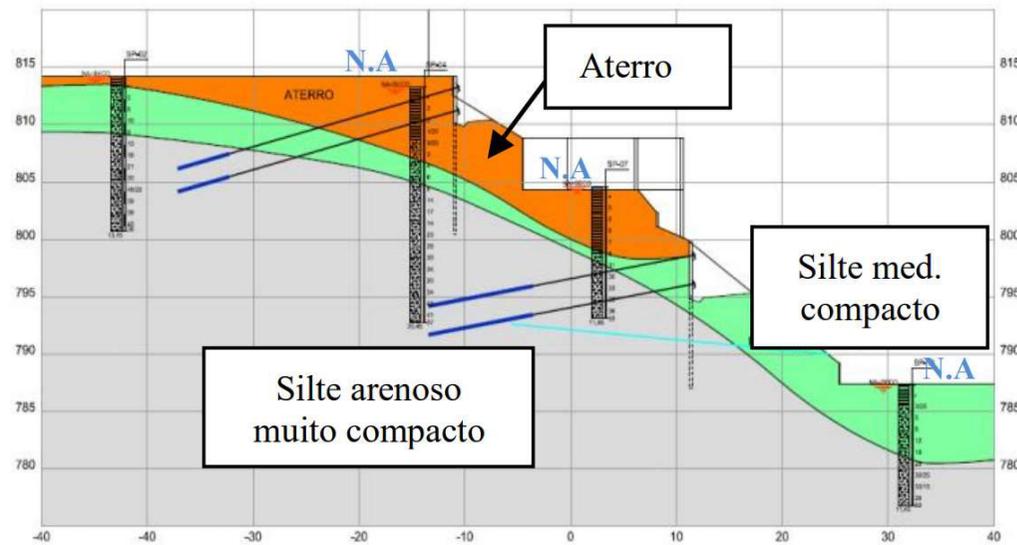


Fonte: Google, 2022



# Qual solução adotar em casos de Deslizamentos?

## Passo 2: Investigação geológico-geotécnica



Fonte: Machado et al., 2017

## Investigação Geotécnica

*A informação solicitada nem sempre é a informação necessária*

*A informação necessária nem sempre pode ser obtida*

*A informação obtida nem sempre é suficiente*

*A informação suficiente nem sempre é economicamente viável*

*Schnaid, 2000*

**Qual solução adotar em casos de Deslizamentos?**

**Passo 3: Escolha da Solução**

*AGUARDEM...*

## Bibliografia Consultada

---

ALMEIDA, M.S.S., MARQUES, M.E.S. **Aterros sobre solos moles**. Editora Oficina de Textos, 2010.

ALTRICHTER, G., GRAMANI, M.F. **Deslizamentos e Corrida de Lama no km 52 da Rodovia dos Imigrantes**. In: Anais do COBRAMSEG, 2014.

AUGUSTO FO, O., VIRGILI, J.C. Estabilidade de Taludes. In: Geologia de Engenharia, ABGE, 1998.

HACHICH, W. et al. **Fundações – Teoria e Prática**. São Paulo: Editora Pini, 1998.

INSTITUTO GEOLÓGICO. **Movimentos de Massa**. Disponível em < <http://igeologico.com.br/processos-de-dinamica-superficial-movimentos-de-massa/>>. Acesso em abril/2022.

MACHADO, L. et al. **Projeto e Monitoramento Geotécnico de Contenção Atirantada em uma Encosta em Embu das Artes, SP**. In: Anais, COBRAE, 2017.

MASSAD, F. **Obras de Terra – Curso Básico de Geotecnia**. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2003.

OLIVEIRA, A.M.S., BRITO, S.N.A. (Edit.) **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998.

SCHNAID, F. **Ensaio de Campo e suas aplicações à Engenharia de Fundações**. Editora Oficina de Textos, 2000.

TOMINAGA, L.K., SANTORO, J., AMARAL, R. (Org). **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

UFSC-Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Pesquisa e Estudos sobre Desastres. **Capacitação dos gestores de Defesa Civil para uso do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – S2ID**. Texto: Jairo Ernesto Bastos Krüger. Florianópolis: CAD UFSC, 2012.

VELLOSO, D.A., LOPES, F.R. **Fundações**. Volume 1. Editora Oficina de Textos, 2004.

FIM  
OBRIGADA  
PELA  
ATENÇÃO!

## Agradecimentos: Ao IPT e ABMS (NRSP)

Contato:

Email [gisleine@ipt.br](mailto:gisleine@ipt.br)

Fone (11) 3767-4436 com



[abms.com.br](http://abms.com.br)

55 11 3833 0023 | [abms@abms.com.br](mailto:abms@abms.com.br)

---

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA GEOTÉCNICA

