



HÁ *50 anos* GERANDO E DISSEMINANDO
O CONHECIMENTO GEOCIENTÍFICO
COM EXCELÊNCIA



SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
CPRM

SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Curso Básico de Percepção e Mapeamento do Risco Geológico

Vitória - ES

Heródoto Goes
Geólogo – Pesquisador em Geociências
Setembro/2018

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Movimentos de massa



SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Movimentos de massa

Tipo	Simbologia
Quedas, tombamentos e rolamentos	
Deslizamentos	
Corridas de massa	
Subsidências e colapsos	

COBRADE

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

O que são movimentos de massa?

São movimentos gravitacionais responsáveis pela mobilização de solo, sedimentos, vegetação ou rocha pela encosta abaixo, geralmente potencializados pela ação da água.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Quando ocorrem ?

- Ocorrem quando a força de tração, dada pela gravidade atuando na declividade do terreno, supera a força de resistência, principalmente a força de atrito.
- A principal força de tração que causa movimentos de massa é a força cisalhante, quando esta supera o atrito ocorre o movimento.

(Montgomery, 1992).

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Potencializadores / Deflagradores

- **Carregamento do talude ou da crista** – Edificações, lançamento de entulho, lixo, aterros, água encharcando o talude por chuvas, vazamentos de redes, fossas, etc.
- **Descarregamento do pé do talude** – Escavações ou cortes, erosão pluvial e erosão fluvial.
- **Pressões laterais** – Água em fissuras.
- **Presença de materiais expansivos (argilas)** – Contato com água.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Condicionantes naturais

Constituem um conjunto de condições geológicas, geométricas e ambientais sob as quais acontecem movimentos de massa.

(Guidicini e Nieble 1976)

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Principais fatores predisponentes ou condicionantes naturais

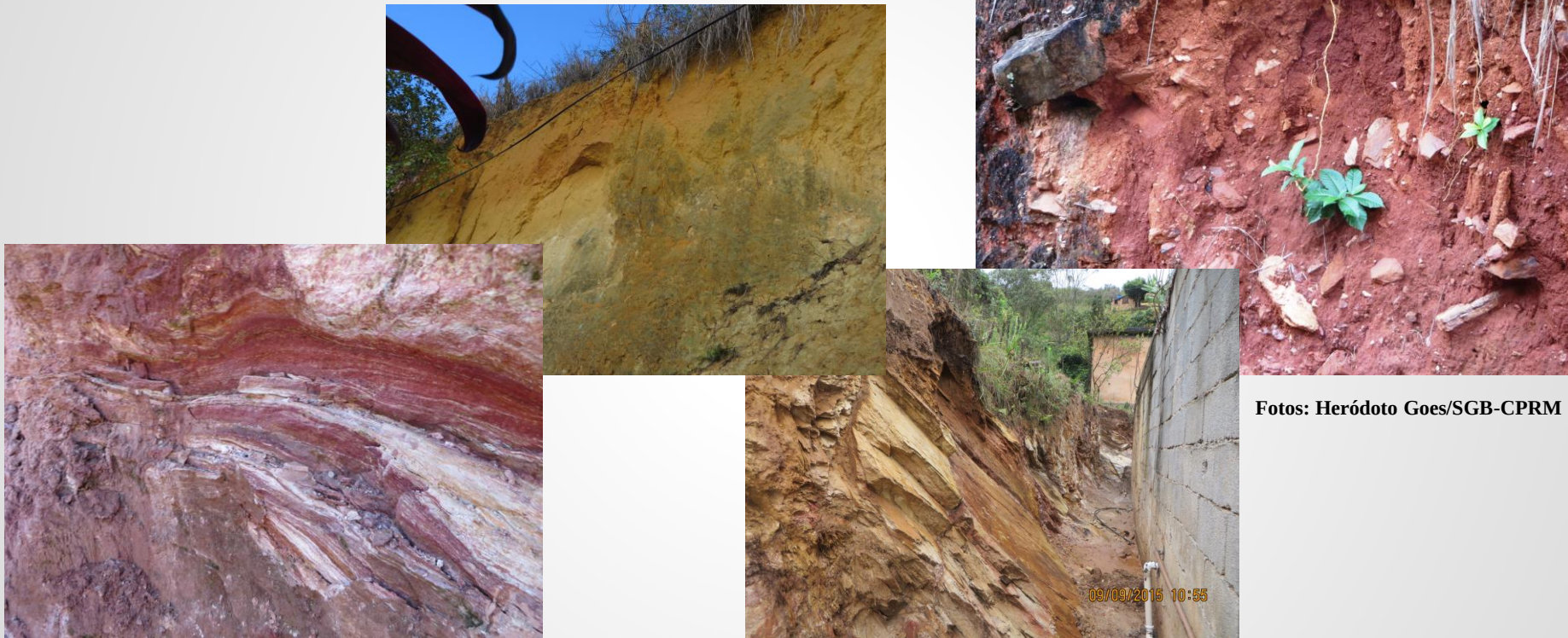
- Complexo geológico
- Complexo morfológico
- Complexo climático-hidrológico
- Tipo de vegetação original

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

- **Complexo geológico:** natureza petrológica e petrográfica, estado de alteração por intemperismo, acidentes tectônicos (falhamentos, dobramentos), atitude das camadas (orientação e mergulho), formas estratigráficas, intensidade de diaclasamento, etc.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Complexo Geológico



Fotos: Heródoto Goes/SGB-CPRM

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Atitude das Camadas X Linha de Corte

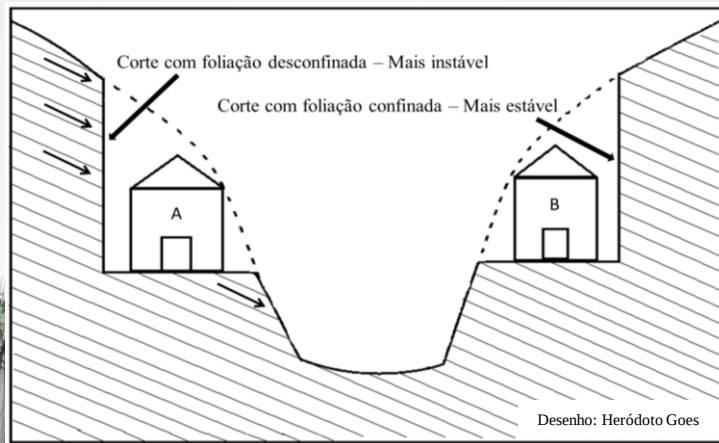


Foto: Heródoto Goes – SGB-CPRM

Ouro Preto - MG



Foto: Natália Lopes – SGB-CPRM

Ipatinga - MG

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Fatores predisponentes ou condicionantes naturais

- **Complexo morfológico:** amplitude do relevo, inclinação superficial, forma de relevo.



Fotos: Heródoto Goes/SGB-CPRM

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Fatores predisponentes ou condicionantes naturais

- **Complexo climático-hidrológico:** clima, regime de águas meteóricas e subterrâneas
- **Tipo de vegetação original**

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Fatores condicionantes ou potencializadores antrópicos

- Remoção de cobertura vegetal;
- Execução de cortes e aterros inadequados;
- Concentração de águas pluviais não disciplinadas;
- lançamento de águas servidas;
- Vazamento na rede de água e/ou esgoto;
- Presença de fossas;
- lançamento de lixo/entulho nas encostas e taludes;
- Bananeiras na encosta

Movimentos de massa – Potencializadores antrópicos

Intervenções inadequadas nas encostas – Execução de taludes de corte verticalizados



Serro - MG



Ipatinga - MG



Iapu - MG

Fotos: Heródotto Goes / SGB-CPRM

CORTES VERTICAIS DE GRANDE AMPLITUDE



Fotos: Heródoto Goes – SGB-CPRM

CORTES VERTICAIS DE GRANDE AMPLITUDE



Fotos: Heródoto Goes – SGB-CPRM



Foto: Heródoto Goes/SGB

Movimentos de massa – Potencializadores antrópicos

Aterros, entulho e lixo lançados nas encostas



Pescaria Brava - SC



Ribeirão das Neves - MG



Ipatinga - MG

Fotos: Heródotto Goes / SGB-CPRM

Movimentos de massa – Potencializadores antrópicos

Execução de patamares de corte/aterro em encostas de alta declividade

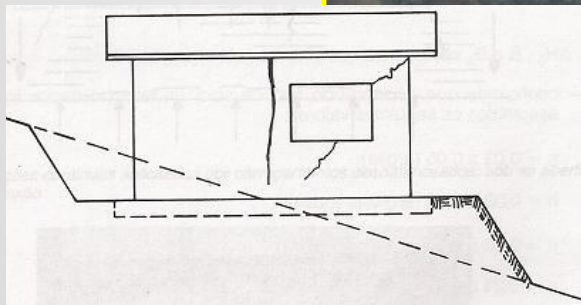
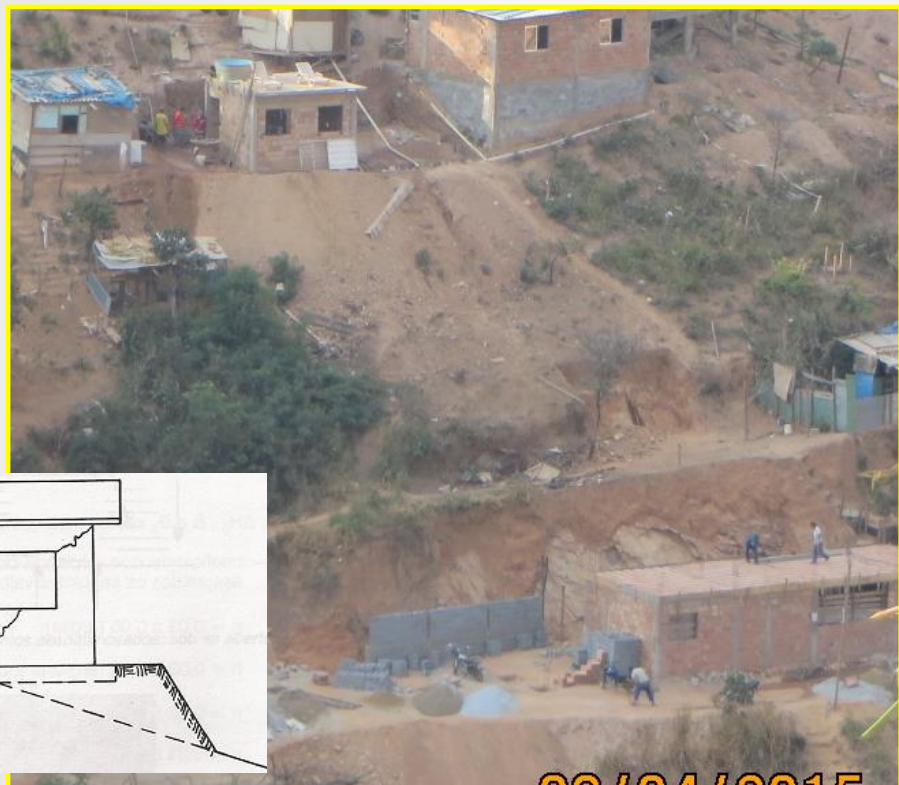


Foto: Heródoto Goes / SGB-CPRM

Movimentos de massa – Potencializadores antrópicos

Cortes verticais em áreas com antigos aterros sujos lançados



Belo Horizonte - MG



Espuma plástica
Ferro de construção
Pano
Cacos de telhas e tijolos

Fotos: Heródoto Goes / SGB-CPRM

Movimentos de massa – Papel da água

Chuvas - Infiltração – Saturação do solo

- Aumento do peso específico
- Diminuição da sucção e aumento da poropressão
- Redução ou perda de coesão entre as partículas do solo com a diminuição da tensão efetiva – redução da resistência ao cisalhamento → **Deslizamentos**



Foto: Defesa Civil de Senador Firmino - MG

Movimentos de massa – Papel da água

Saturação do solo – Indícios

- Surgências / Nascentes



Foto: Defesa Civil de Senador Firmino - MG

Senador Firmino - MG



Foto: Heródoto Goes / SGB-CPRM

Alfenas - MG



Foto: Heródoto Goes / SGB-CPRM

Alfenas - MG

Movimentos de massa – Papel da água

Potencializadores Antrópicos

Lançamento de águas servidas e esgotos nas encostas e faces do talude



Antônio Dias - MG



Serro - MG



Capitão Andrade - MG

Fotos: Heródoto Goes / SGB-CPRM

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Bananeiras na encosta



Fotos: Heródoto Goes/SGB

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM



Fotos: Heródoto Goes/SGB

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Classificação dos movimentos de massa

Processos



Rastejo

Deslizamentos

Corridas

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Rastejo

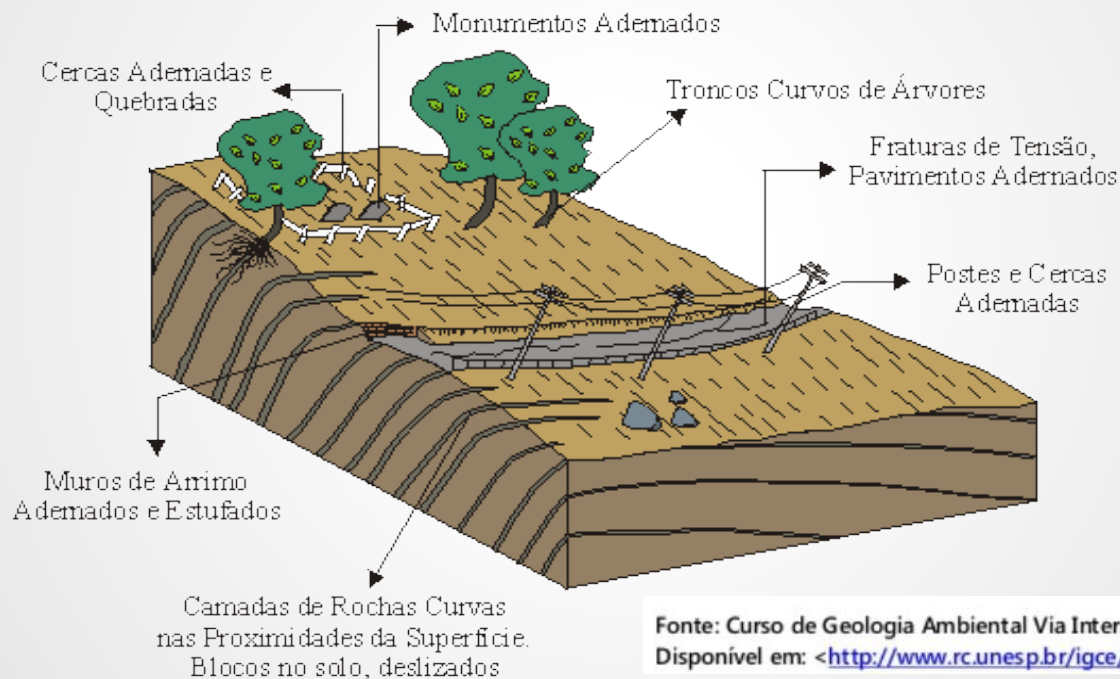
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Rastejo - Características

- Vários planos internos de deslocamento
- Baixas velocidades decrescentes com a profundidade – cm/ano
- Movimentos constantes, intermitentes ou sazonais
- Solo, depósitos, rocha alterada/fraturada
- Geometria indefinida

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Rastejo- Evidências



Fonte: Curso de Geologia Ambiental Via Internet, Módulo 09. UNESP, 2001.

Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/riscos/risco11b.html>>.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Rastejo - Evidências - Árvores inclinadas



Fotos: Heródoto Goes/SGB-CPRM

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Rastejo - Evidências - Degraus de abatimento



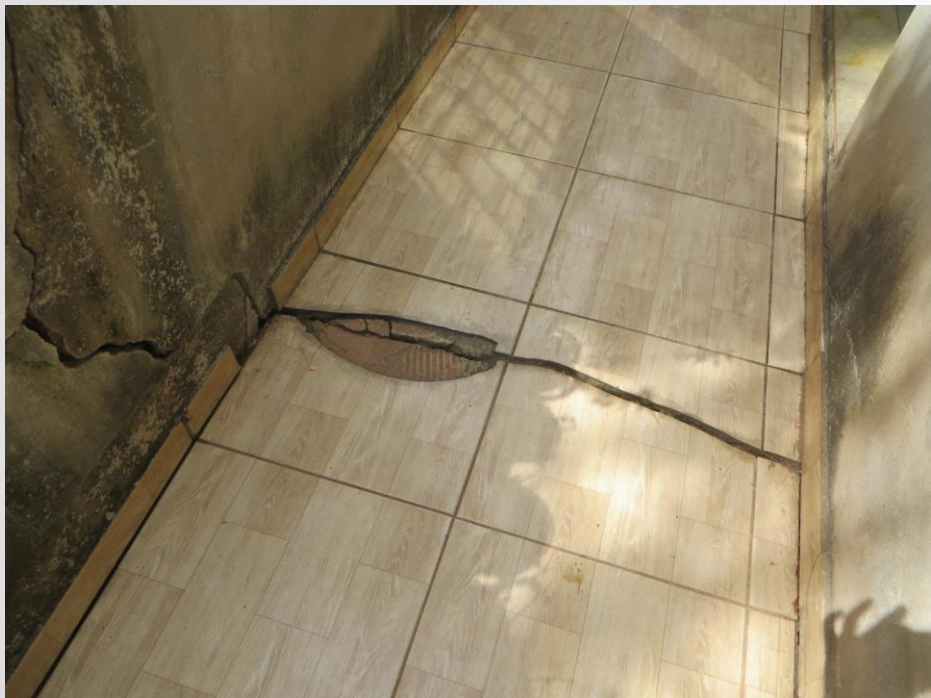
Foto: Heródoto Goes/SGB-CPRM



Foto: Rafael Araújo/SGB-CPRM

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Rastejo - Evidências - Degraus de abatimento



Fotos : Heródoto Goes/SGB-CPRM

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM



Fotos: Heródoto Goes/SGB-CPRM



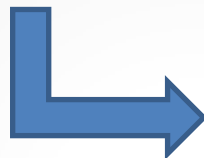
Rachaduras nas paredes, no piso, degraus de abatimento e deformação de estruturas

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Deslizamentos

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Processo – Deslizamento



Planar
Rotacional
Em cunha

- **Poucos planos de deslocamento internos**
- **Velocidades médias a altas – m/h a m/s**
- **Pouca a grande quantidade de material**
- **Materiais variáveis**

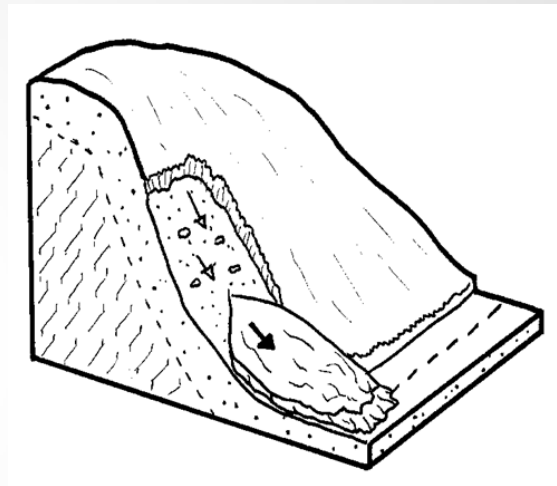
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Deslizamento Planar ou translacional - Superfície de ruptura plana



Alta declividade

Foto: Defesa Civil de Senador Firmino - MG



Interfaces mais rasas

Solo-solo

Solo-rocha

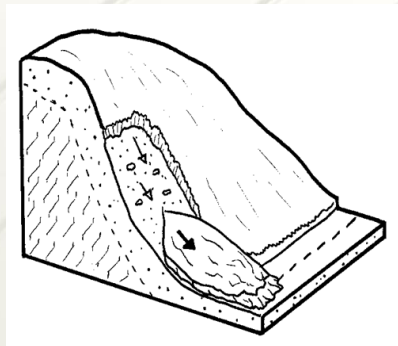
Colúvio-rocha

Aterro-solo

Deslizamento planar (translacional)

Maior número de ocorrências no Brasil

Superfície de ruptura plana



Interfaces mais rasas

Solo-solo

Solo-rocha

Colúvio-solo

Colúvio-rocha

Aterro-solo



SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM



Foto: Antônio Lacerda/EFE/VEJA

Deslizamentos planares (translacionais) em Nova Friburgo - RJ

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM



Foto: Nicholas Serrano/AE

Deslizamento planar (translacional) – Angra dos Reis - RJ

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM



Foto: Eduardo Trópia

Deslizamento planar (translacional) em Ouro Preto - MG

Deslizamento planar (translacional) - Dimensões



SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Cortes verticalizados

Deslizamentos planares e atingimento com danos



Fotos: Heródoto Goes/Natália Lopes/SGB

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Deslizamento Planar ou translacional – Contenção Insuficiente



Fotos: Heródoto Goes/SGB-CPRM

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Deslizamento rotacional ou circular (superfície de ruptura curva ou circular)

Solos espessos e homogêneos

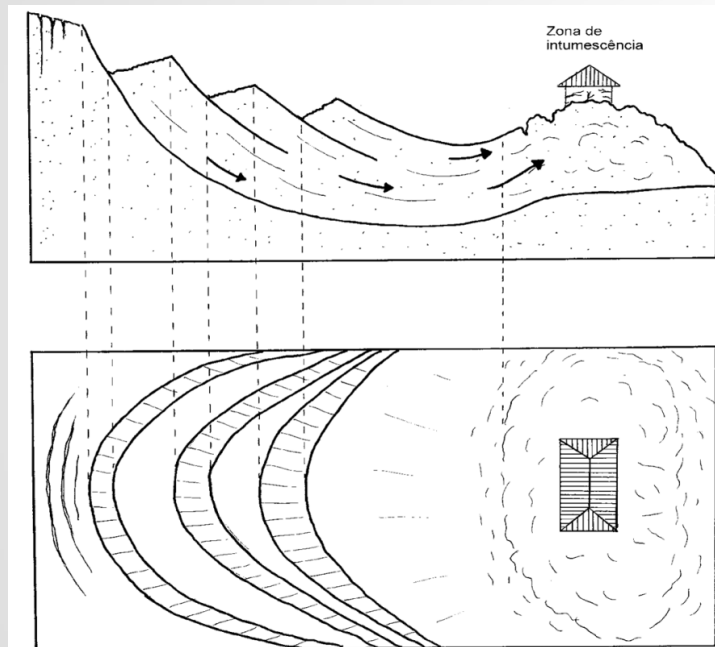
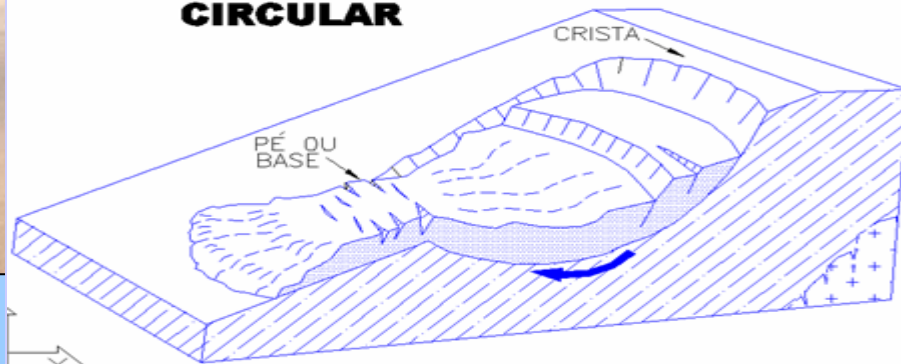


Foto: Michele santana/SGB-CPRM

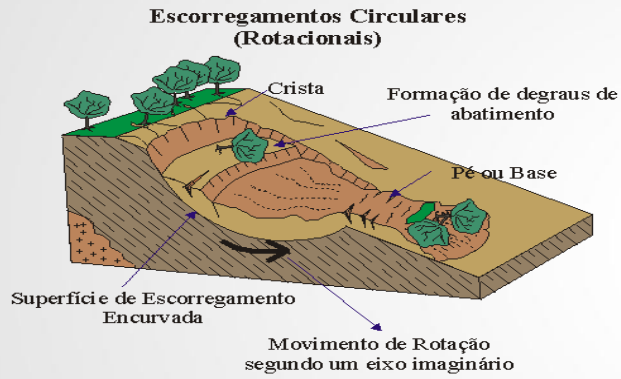
ESCORREGAMENTOS CIRCULARES/ROTACIONAIS



ESCORREGAMENTO CIRCULAR



Movimentos de Massa



Deslizamento Rotacional ou Ruptura Circular



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



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



CPRM
Serviço Geológico do Brasil

SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

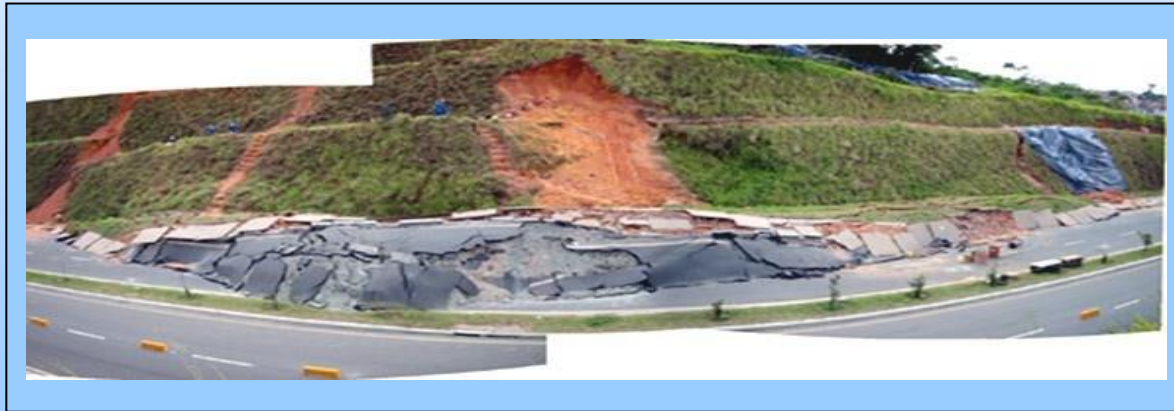
MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



www.cprm.gov.br

Escorregamento de Talude de Corte ocorrido em Salvador (BA), na Av. Luís Eduardo Magalhães, em 27/08/2005:

“Um exemplo de ruptura circular profunda”



Geólogos:

- (1) Nelson Custódio da Silveira Filho
- (2) Antônio Rabelo Sampaio
- (1) Reginaldo Alves dos Santos

CPRM - Serviço Geológico do Brasil

- (1) - Divisão de Geologia Básica - DIGEOB
- (2) - Divisão de Geoprocessamento - DIGEOP

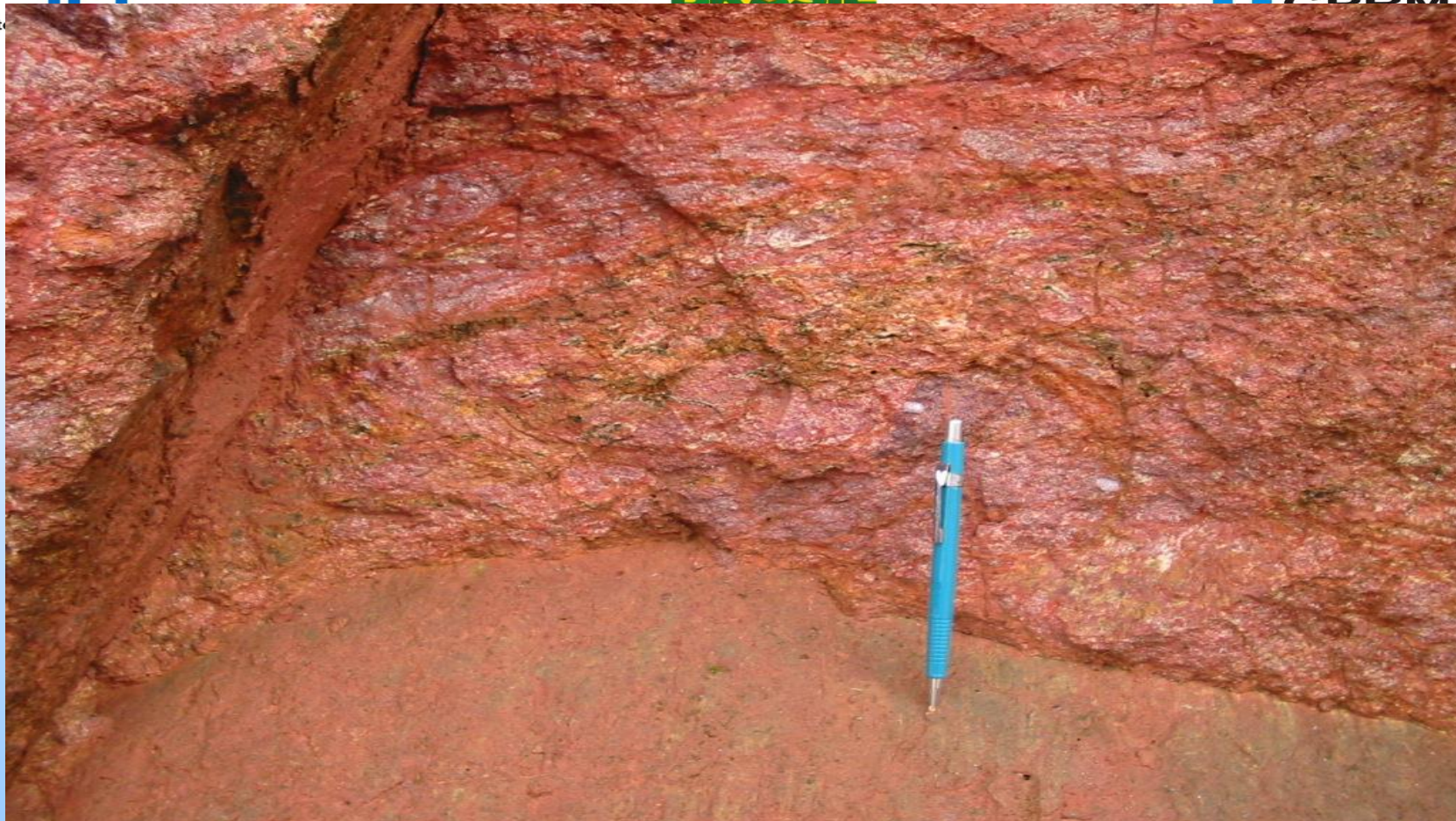




SIMULAÇÃO DE EVOLUÇÃO DO DESLIZAMENTO ROTACIONAL/CIRCULAR









Mega escorregamento
Santa Rosa
Benedito Novo, SC, 2008



Foto: J.J. Aumo

Ruptura Circular, Rio Cunha Benedito Novo, SC, 2008



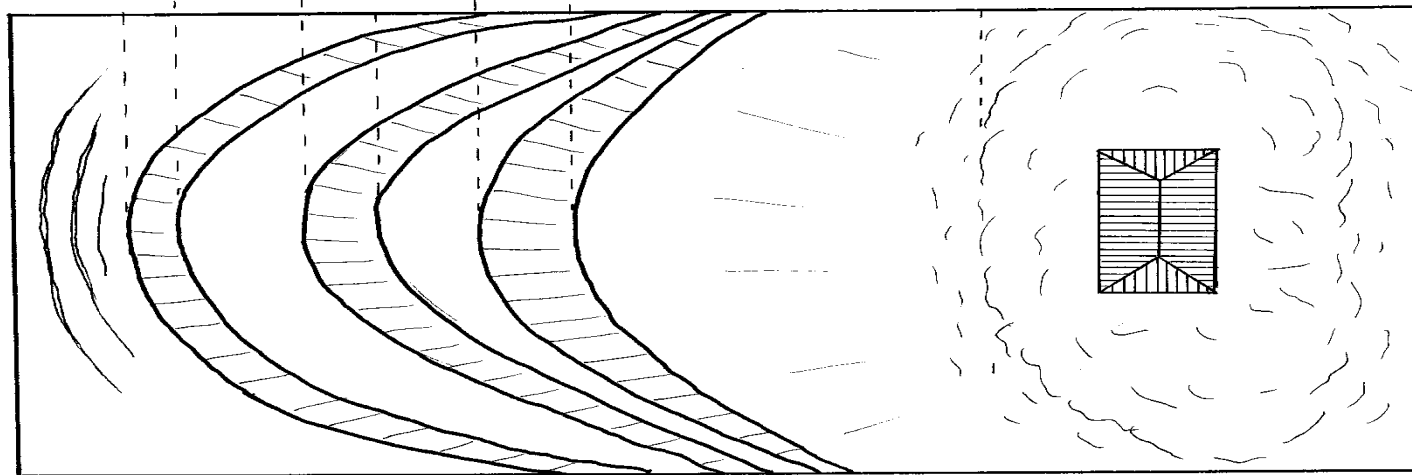
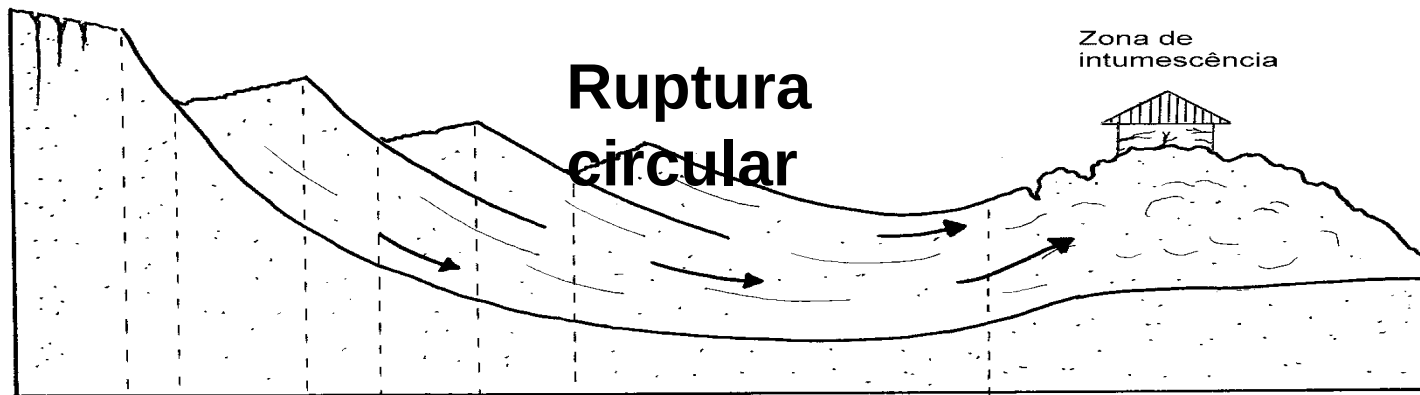
Ruptura circular Zona de intumescência Blumenau, SC, 2008



Bairro
Fortaleza,
Blumenau, SC

Ruptura circular

Zona de
intumescência



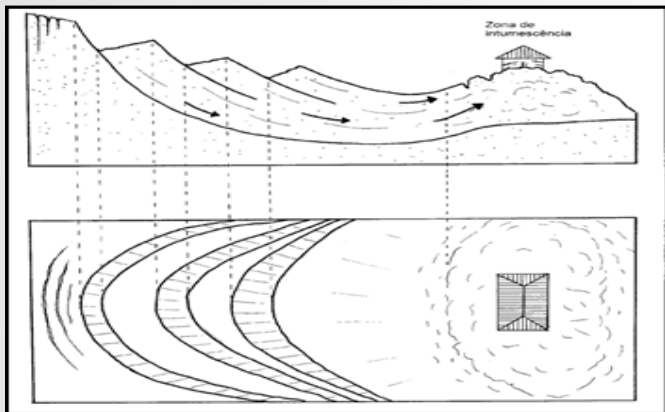
Imroth &
Aumondl

Ruptura Circular (rotacional) BR 259 ES dezembro 2013





Movimentos de Massa



Deslizamento Rotacional



Local: Itambacuri-MG
Créditos: Rafael Ribeiro – CPRM/SGB



Local: Brusque - SC
Fonte: Visão geoespacial da
tragédia do Vale do Itajaí
(Juarez Aumond)

Movimentos de Massa

Deslizamento Rotacional ou Ruptura Circular



Local: Benedito Novo – SC

Fonte: Visão geoambiental da tragédia do Vale do Itajaí (Juarez Aumond)



Local: Timbó - SC

Fonte: Visão geoambiental da tragédia do Vale do Itajaí (Juarez Aumond)

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

SIMULAÇÃO DE EVOLUÇÃO DO DESLIZAMENTO



SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Deslizamento rotacional ou circular – Itanhomi - MG



Fotos: Ítalo Prata de Menezes/SGB-CPRM



Fotos : Ítalo Prata de Menezes/SGB-CPRM



**Deslizamento
rotacional
Itanhomi – MG
Abril de 2015**

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM



Imagens do Google Earth mostrando área de desaterro que gerou ruptura em Itajubá - MG

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM



Deslizamento rotacional - Itambacuri - MG

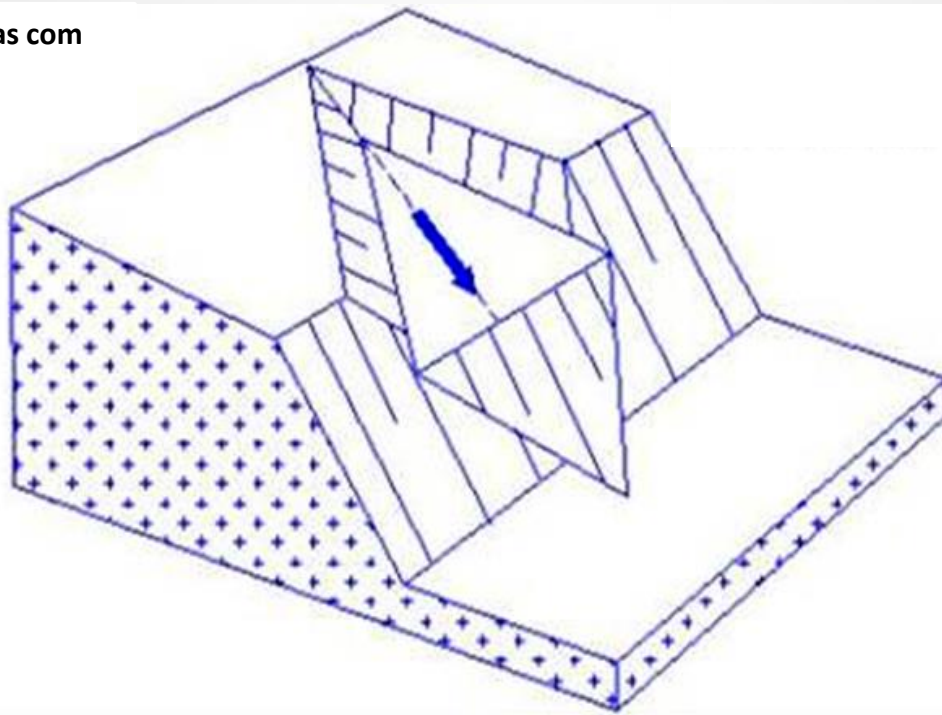


Foto: Michele Santana/SGB-CPRM

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Deslizamento em cunha

Solos, saprólito ou rochas com
dois ou mais planos
de fraqueza



SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Deslizamento em cunha



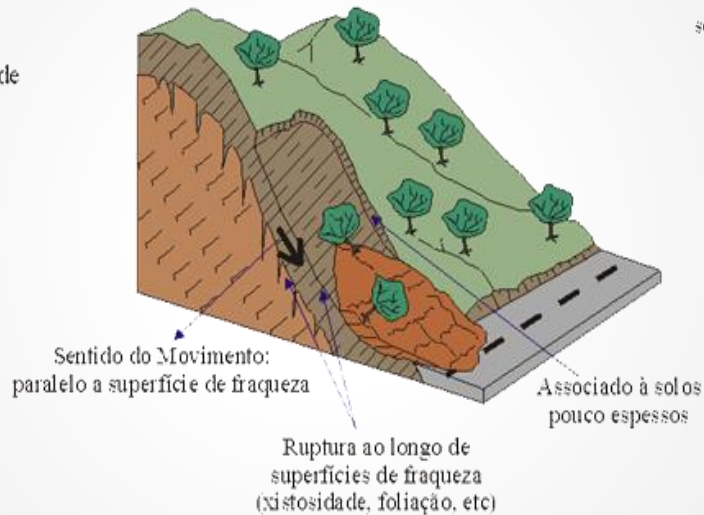
Movimentos de Massa DESLIZAMENTOS

Escorregamentos Circulares
(Rotacionais)



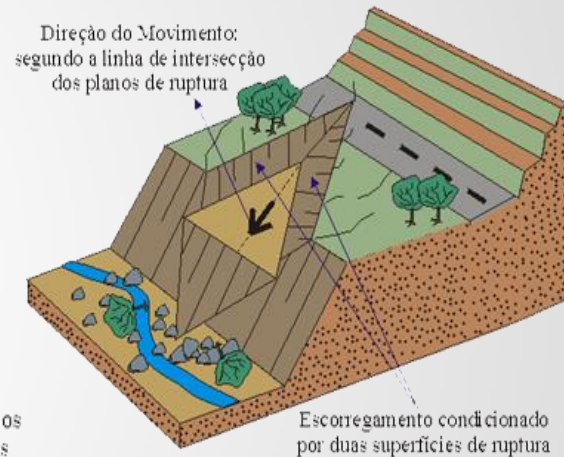
ROTACIONAL

Escorregamento Planar
(Translacionais)



TRANSLACIONAL

Escorregamento em Cunha



CUNHA

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Corridas

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Corridas { de massa { Terra (solo) de detritos { Lama

- Muitas superfícies de deslocamento, internas e externas
- Movimento semelhante a um líquido viscoso
- Desenvolvimento ao longo de drenagens, principalmente nos vales encaixadas em áreas de relevo acidentado
- Velocidades médias a altas e alto poder de destruição
- Mobilização de solo, rochas, detritos e água
- Grandes volumes de material
- Extenso raio de alcance (kms)

Pluviosidade anômala

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM



SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Corridas de massa { Solo
lama



Foto: Marco Gamborgi

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Corridas de Detritos

Região Serrana
do
Rio de Janeiro 2011



Foto: Luciana Bonadio/G1

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Corridas de Detritos

Região Serrana
do
Rio de Janeiro 2011



Foto: Revista Veja

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Corrida de Detritos



Foto: Ismar Ingber/VEJA



Foto: SGB-CPRM

Região serrana do Rio de Janeiro 2011

Corrida – Santa Bárbara do Tugúrio – MG - Janeiro de 2016



Espírito Santo – Regiões Potenciais

Vales Encaixados na Região Serrana





06/26/2015 11:57



OBRIGADO
PELA
ATENÇÃO !



SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
CPRM



Heródoto Goes

Geólogo – Pesquisador em Geociências

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

Superintendência Regional de Belo Horizonte – MG

E-mail: herodoto.goes@cprm.gov.br

www.cprm.gov.br