

MOVIMENTOS EM ZONAS DE VERTENTE

As vertentes correspondem a locais de desnível da topografia terrestre. Podem possuir maior ou menor declive e estão muito expostas à acção intensa e rápida dos fenómenos erosivos. Devido às suas características, nestas zonas é frequente a ocorrência de movimentos descendentes de materiais do solo ou de materiais rochosos

SEMINÁRIOS EM
CIÊNCIAS DA ENGENHARIA
DA TERRA

RESERVA NATURAL DAS ILHAS

Ilhas Selvagens - Madeira

Principais factores de risco associados às **ZONAS DE VERTENTE**



Movimentos de massa

Quedas de Blocos

Deslizamentos de Blocos

Erosão hídrica

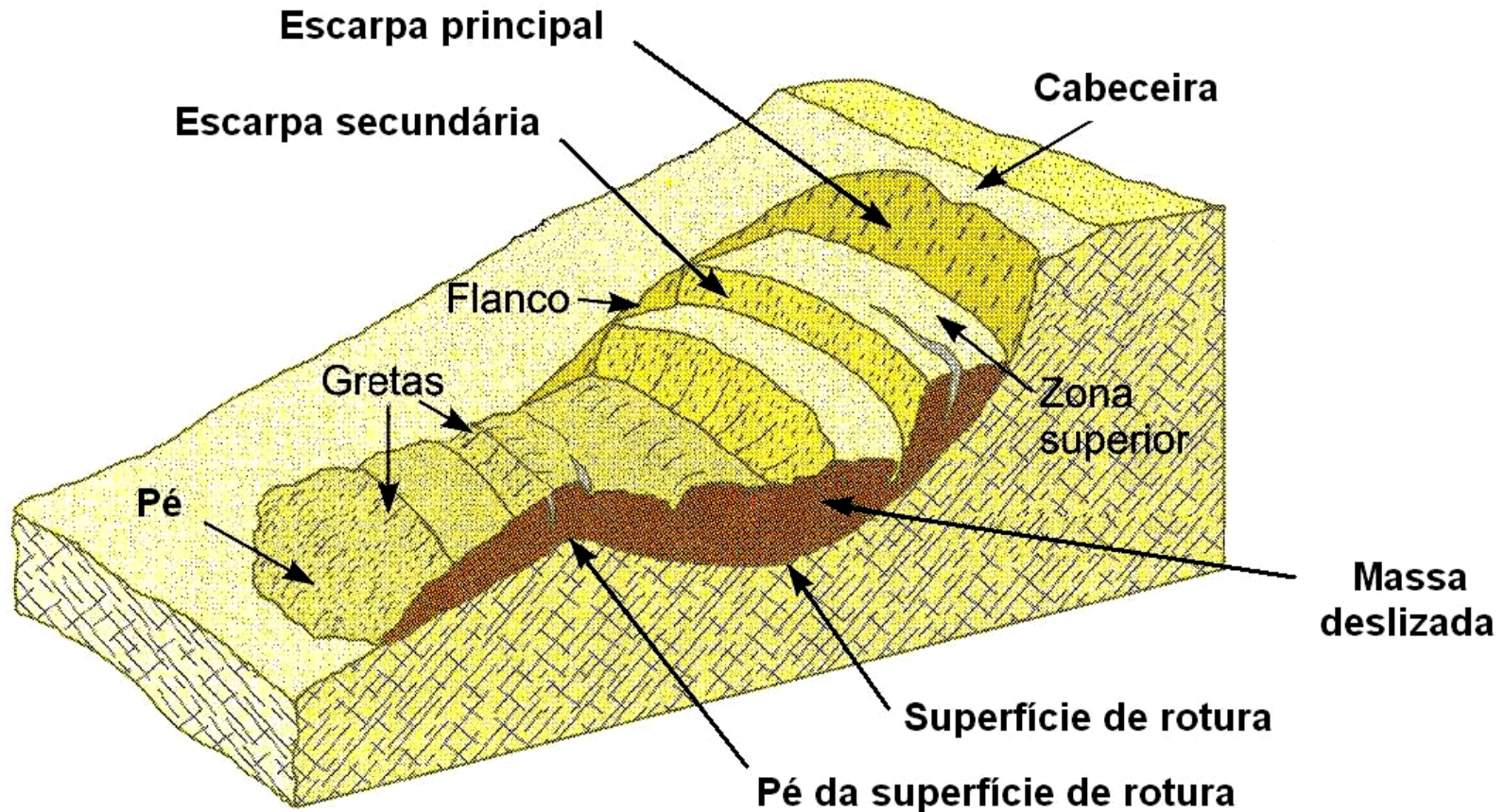
MOVIMENTO DE MASSAS

Correspondem a situações em que se movimenta uma grande massa de materiais sólidos (**SOLOS E ROCHAS EXCESSIVAMENTE FRACTURADAS**), de forma muito lenta e quase imperceptível ou, como acontece quase sempre, de forma brusca e inesperada.

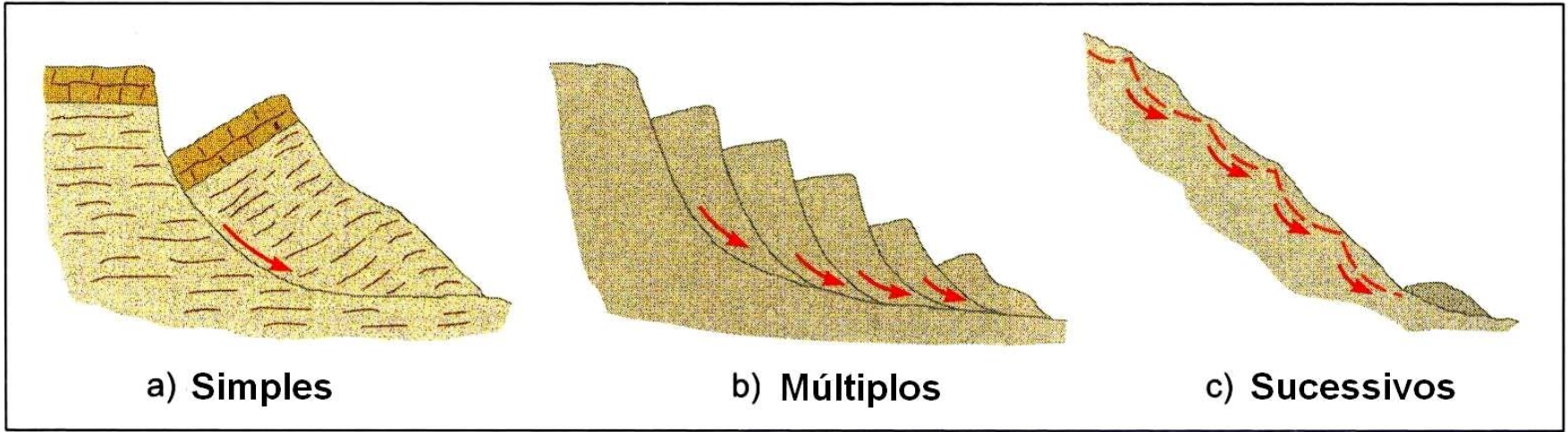
Prevenção

- Efectuar avaliações rigorosas do impacto das actividades humanas numa determinada região, principalmente as escavações.
- Conhecer o grau de risco geológico dessa mesma região

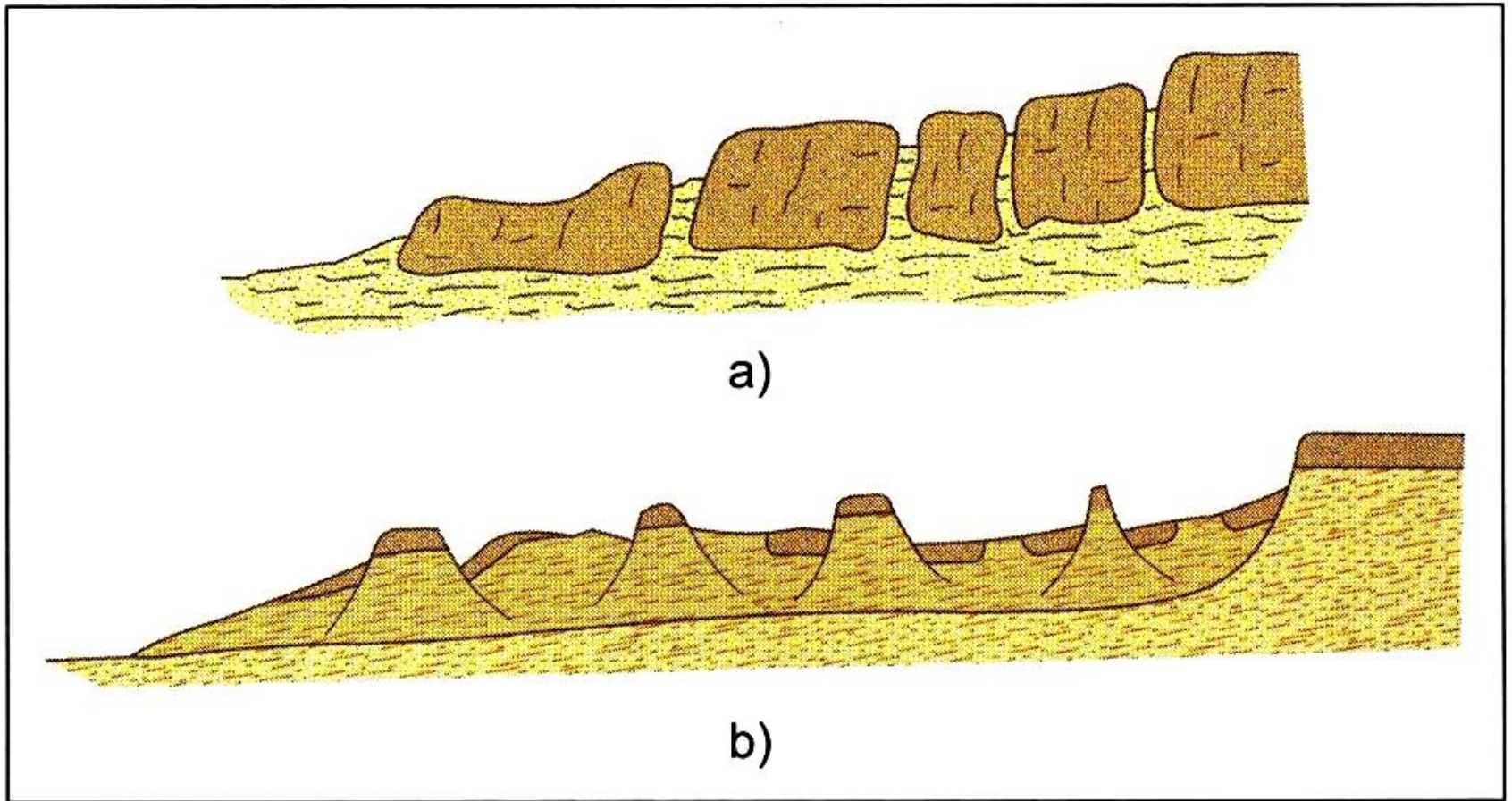
OS MOVIMENTOS DE MASSA GERAM FREQUENTEMENTE ROTURAS CIRCULARES



ESQUEMA DE UM DESLIZAMENTO ROTACIONAL
E SUAS COMPONENTES (Varnes, 1988)



DESLIZAMENTOS CIRCULARES

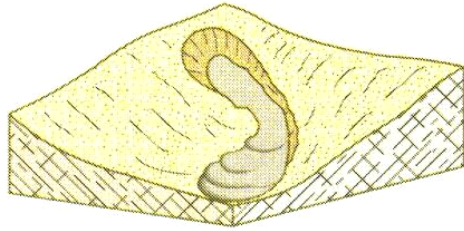


(Corominas y García Yagüe, 1997)

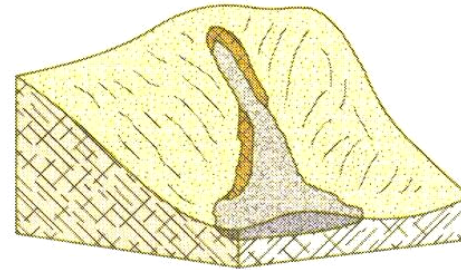
DESLOCAMENTOS LATERAIS

a) Fluência e extrusão do material subjacente

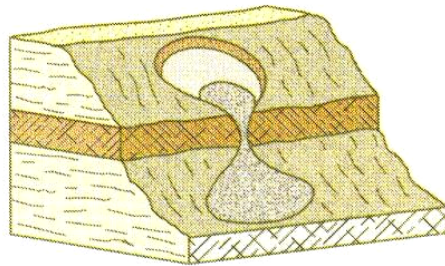
b) Liquefação



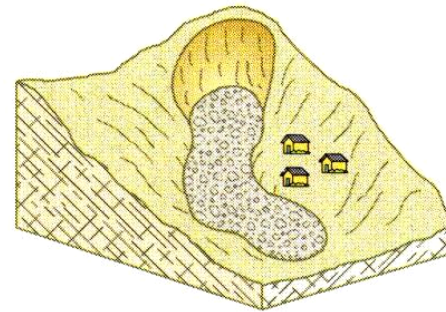
a) ESCOADAS DE BARRO



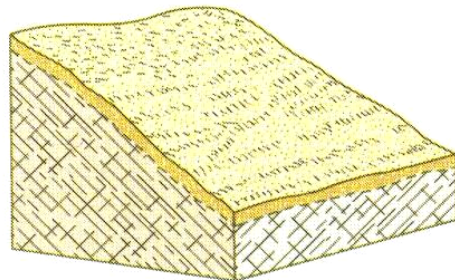
b) FLUXO DE DETRITOS



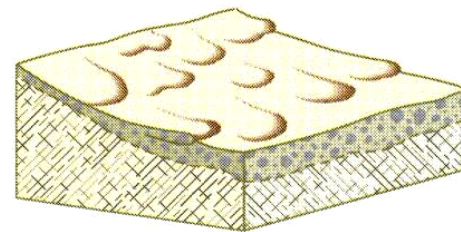
c) GOLPE DE AREIA



d) AVALANCHA

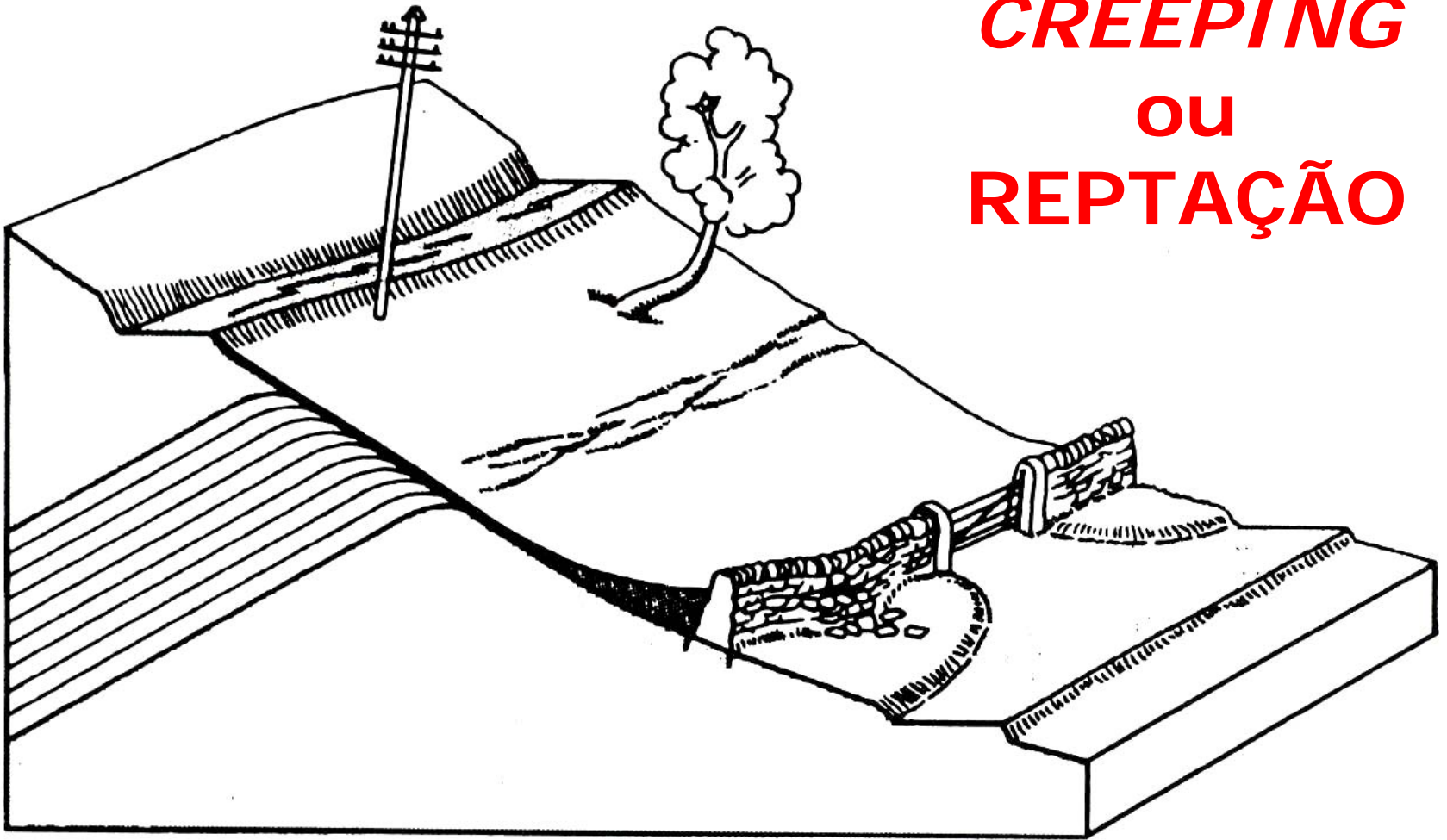


e) REPTAÇÃO

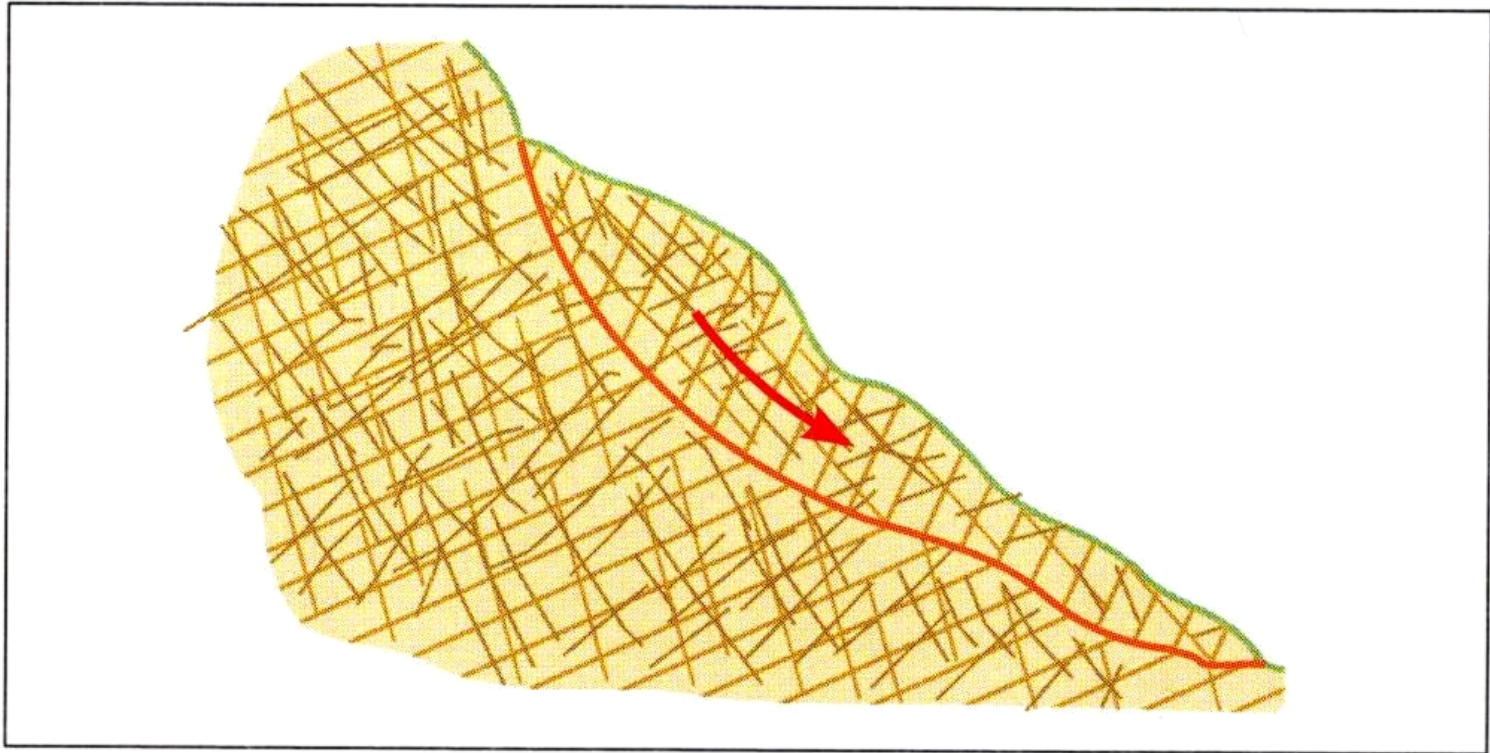


f) SOLIFLUXÃO

CREEPING
OU
REPTAÇÃO



IDENTIFICA OS SINAIS (6)



ROTURA CIRCULAR EM MACIÇOS INTENSAMENTE FRACTURADOS

CAUSAS DOS MOVIMENTOS EM MASSA

Factores condicionantes

Condições, mais ou menos permanentes, que podem influenciar os movimentos de terrenos, retardando ou acelerando a sua ocorrência

Relacionam-se com o contexto geológico e com as características geomorfológicas do local

Factores desencadeantes

Resultam de alterações que foram introduzidas numa determinada vertente e que podem despoletar movimentos em massa

São muito variados

MOVIMENTOS EM MASSA

FACTORES CONDICIONANTES

CONTEXTO GEOLÓGICO

- Tipo e características das rochas
- Disposição das rochas nos terrenos
- Orientação e inclinação das camadas
- Grau de alteração e fracturação das camadas rochosas

CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO

- Declive dos terrenos
- Força de gravidade
- Força de atrito

MOVIMENTOS EM MASSA

FACTORES DESENCADEANTES

- **Precipitação elevada**
- **Acção humana**
 - Destruição da cobertura vegetal
 - Remoção de terrenos
(estradas, construção, agricultura)
- **Ocorrência de sismos e vibrações**
- **Tempestades nas zonas costeiras**
- **Variações de temperatura**
(contração e a dilatação dos materiais rochosos)

MEDIDAS DE PREVENÇÃO

- **Estudo das características geológicas e geomorfológicas do local**

- **Elaboração de cartas de ordenamento do território**

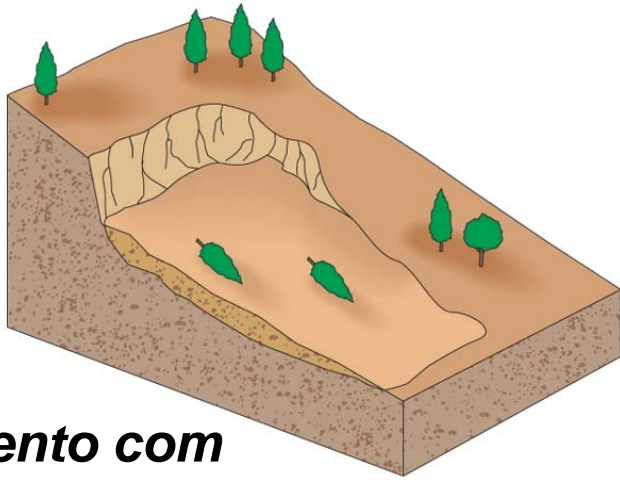
Áreas para habitação, agricultura, de interesse ecológico, exploração de recursos e vias de comunicação

- **Elaboração de cartas de risco geológico**

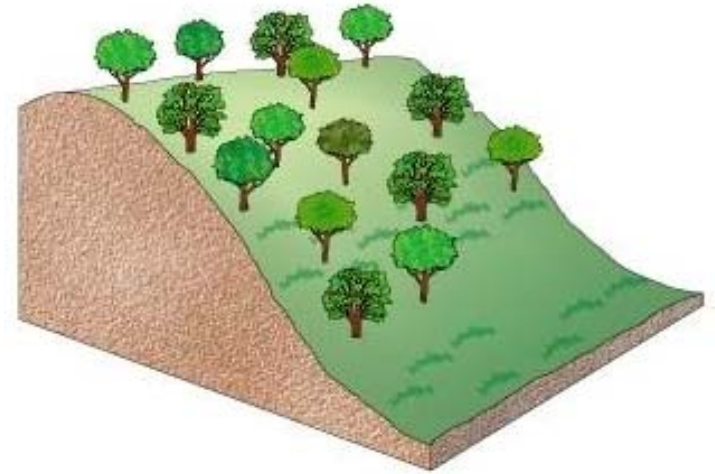
Risco elevado – **NÃO** autorizar a construção

Risco baixo ou médio - o projecto deve contemplar a redução da probabilidade de ocorrência deste fenómeno

- **Remoção ou contenção dos materiais geológicos que possam constituir perigo**



**Movimento com
rotura circular**

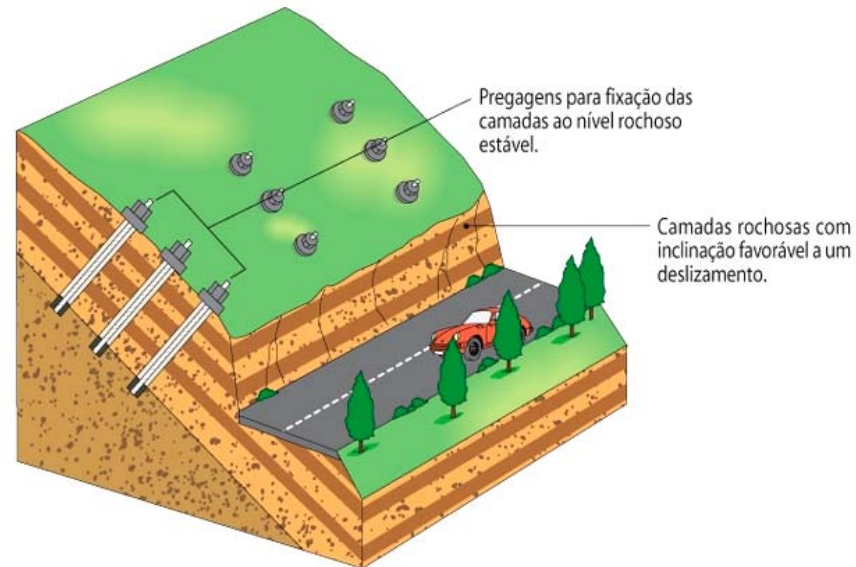


**Cobertura vegetal
de crescimento rápido**



Muro de suporte com eficaz sistema de drenagem - reduzida probabilidade de deslizamento de terreno.

**Muros de suporte
Canais de drenagem**



Pregagens para fixação das camadas ao nível rochoso estável.

Camadas rochosas com inclinação favorável a um deslizamento.


Pregagens

ALGUMAS MEDIDAS DE ESTABILIZAÇÃO

QUEDA DE

BLOCOS BLOCOS
BLOCOS BLOCOS
OCOS BLOCOS
BLOCOS BLOCOS
BLOCOS BLOCOS
LOCOS BLOCOS
COS BLOCOS
LOCOS BLOCOS
OCOS BLOCOS

BLOCOS



BLOCOS

BLOCOS

BLOCOS

QUEDA DE BLOCOS

Ocorre quando os maciços das vertentes estão compartimentados em blocos de dimensões pequenas, geralmente devido à ausência de suporte ou à existência de vãos na parte inferior destes. **Lembrar alguns aspectos do trabalho de campo !!!**



Maciço com estratificação horizontal, com nível margoso/argiloso inferior – contacto C^3/C^2), mais vulnerável à meteorização, criando vãos que levam à queda de blocos de dimensões médias a grandes.

Rede de tripla torção impede a queda de pequenos fragmentos de rocha para o acesso rodoviário



DESLIZAMENTOS DE BLOCOS

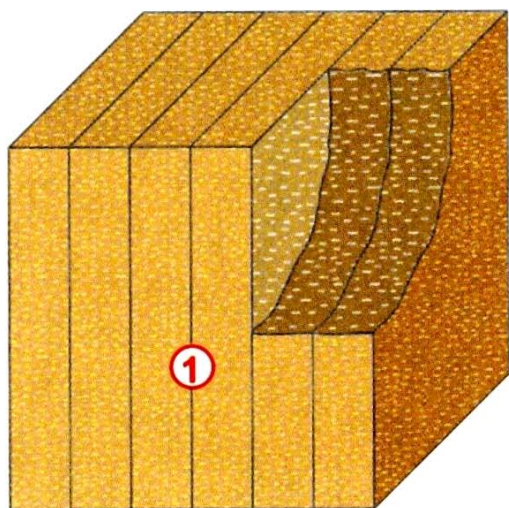
Ocorrem em formações bem estruturadas, com vários tipos de descontinuidades e que compartimentam maciços rochosos em blocos de dimensões maiores ou menores.

Os blocos deslizam ao longo dessas descontinuidades (superfícies com características específicas – **VER RELATÓRIO DE CAMPO**), sempre que as forças motoras superam as forças que se opõem ao movimento. As descontinuidades inclinam para o exterior da vertente.

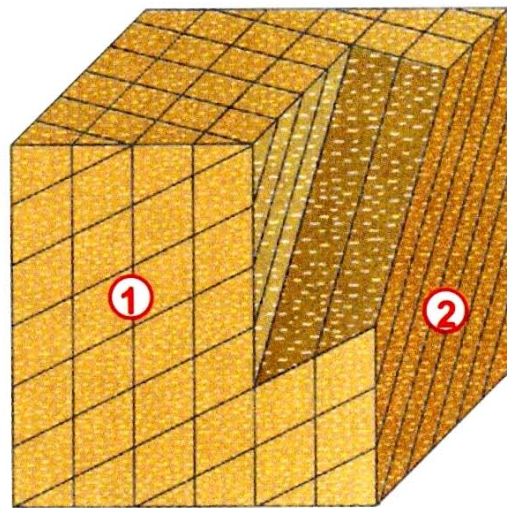
O tipo de superfície influencia os parâmetros **COESÃO** e **ÂNGULO DE ATRITO** do sistema.

As descontinuidades organizam-se em famílias

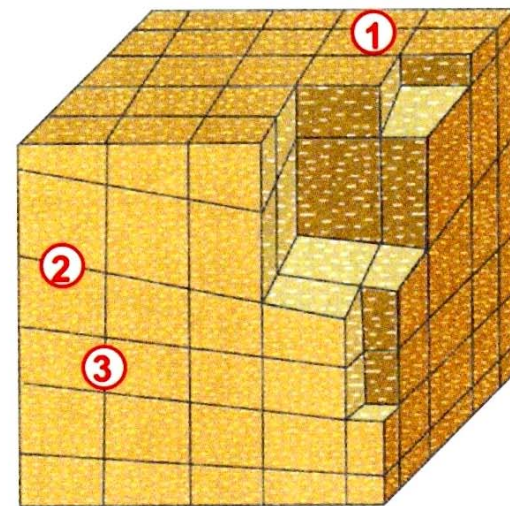
Os blocos (ou fatias) são definidos por uma ou mais descontinuidades



1 Família

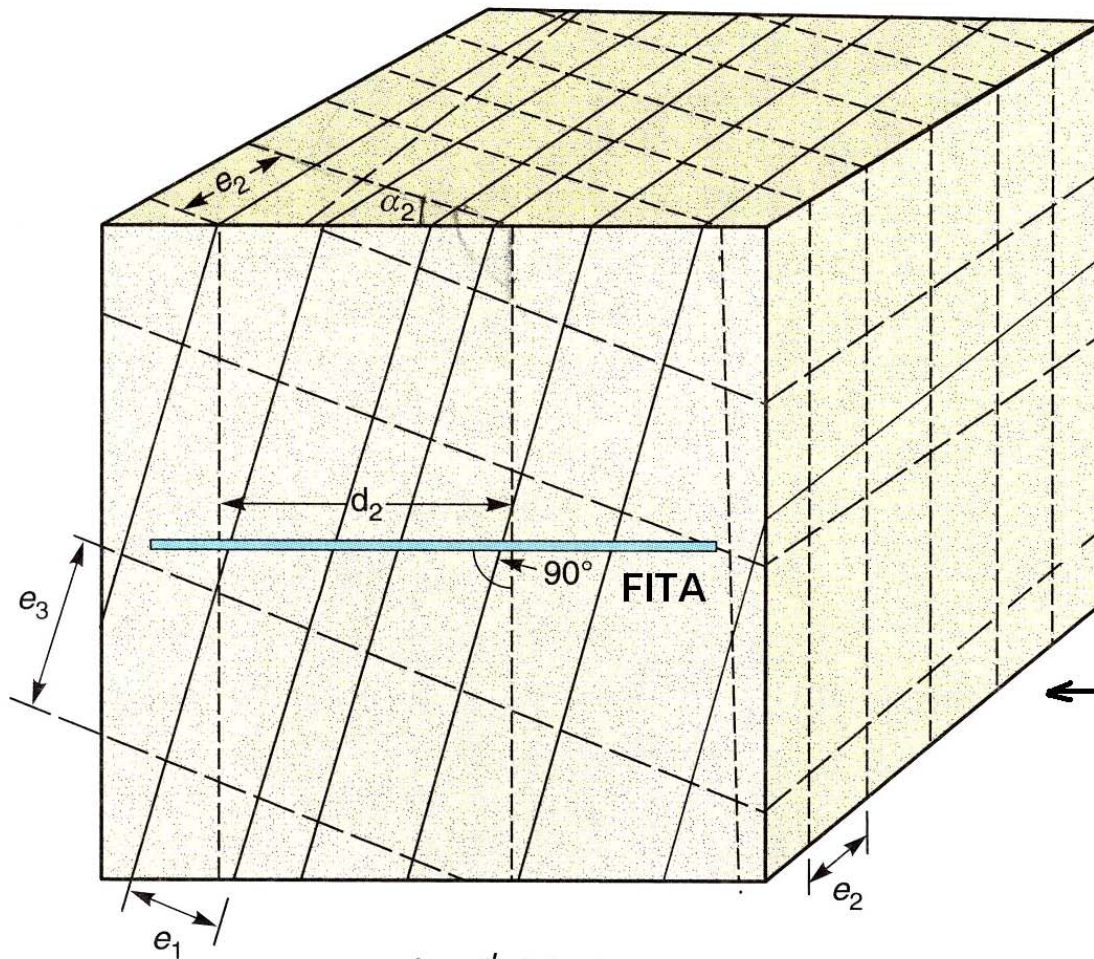


2 Famílias

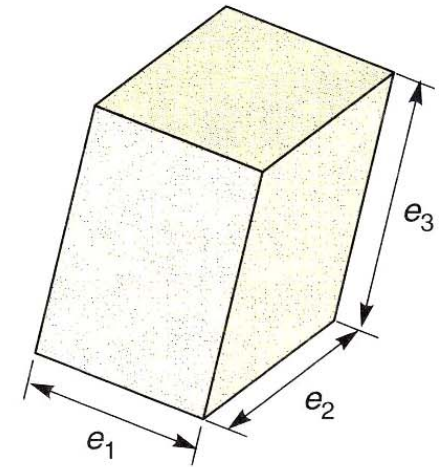


3 Famílias

Define-se uma atitude média para cada família



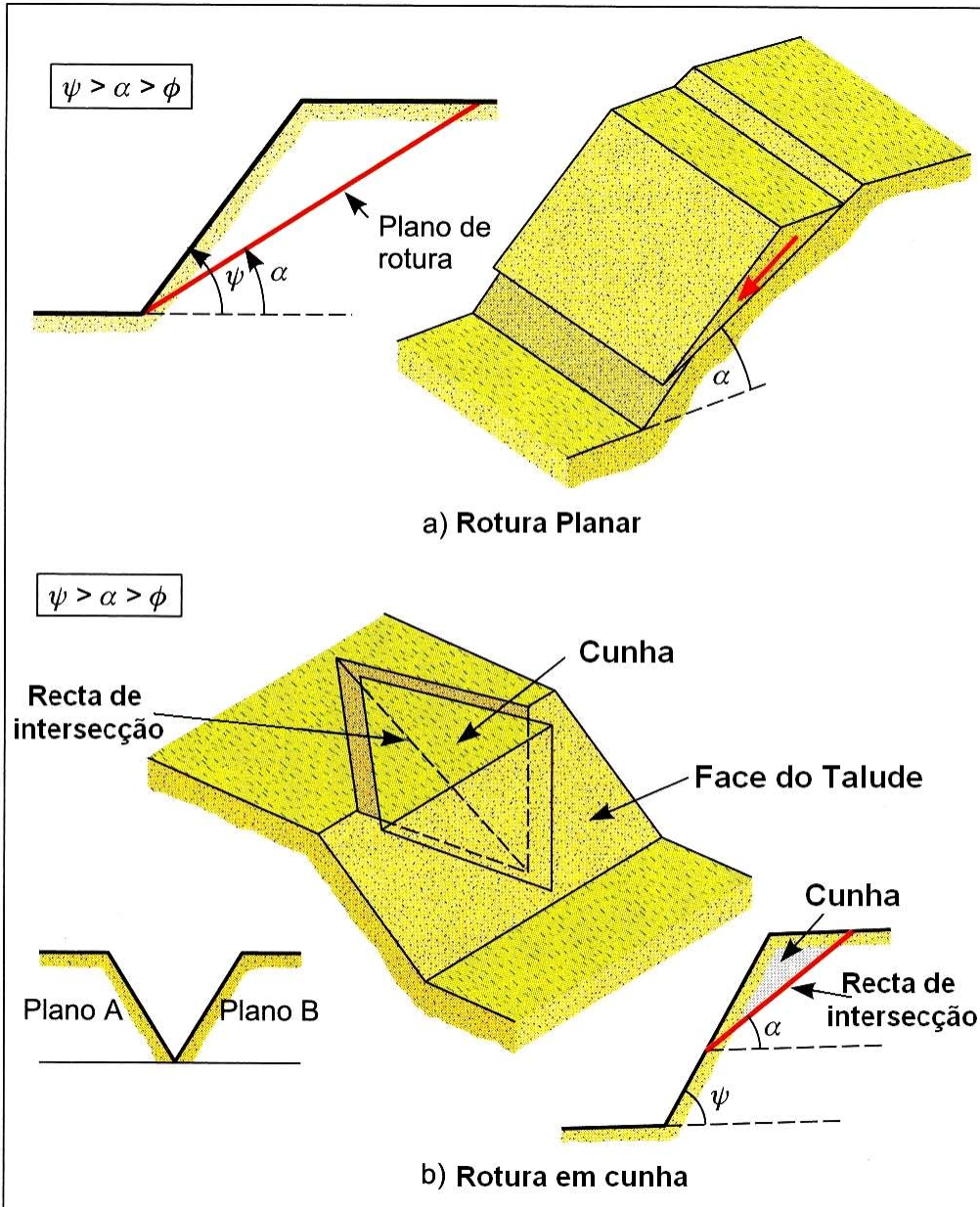
$$e_2 = d_2 \sin \alpha_2$$



← Face inacessível

- família 1
- - - - - família 2
- - - - - família 3

O TAMANHO MÉDIO DOS BLOCOS DEPENDE DOS ESPAÇAMENTOS ENTRE DESCONTINUIDADES DAS DIFERENTES FAMÍLIAS



Rotura Planar

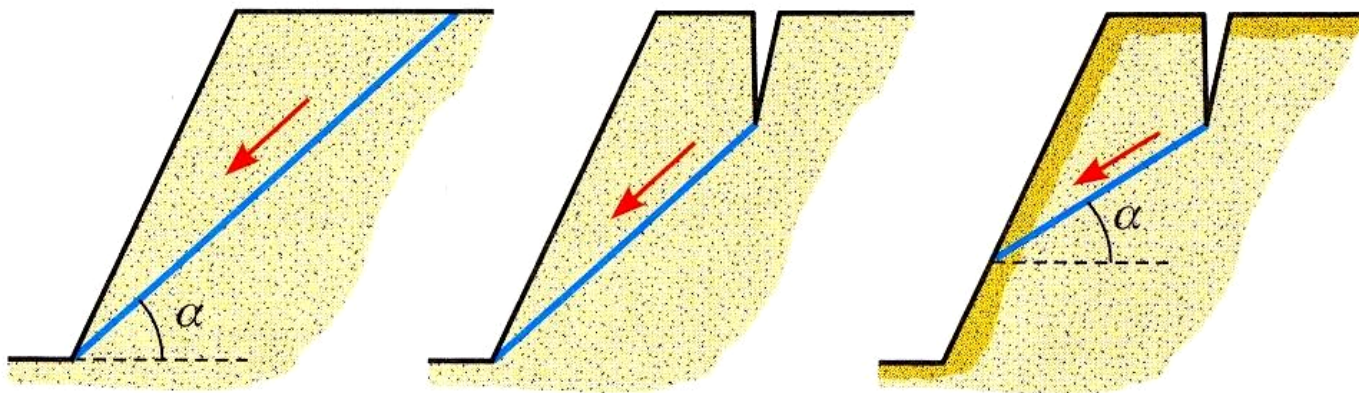
Condições geométricas necessárias para a ocorrência de rotura planar e em cunha

Ψ – ângulo do talude

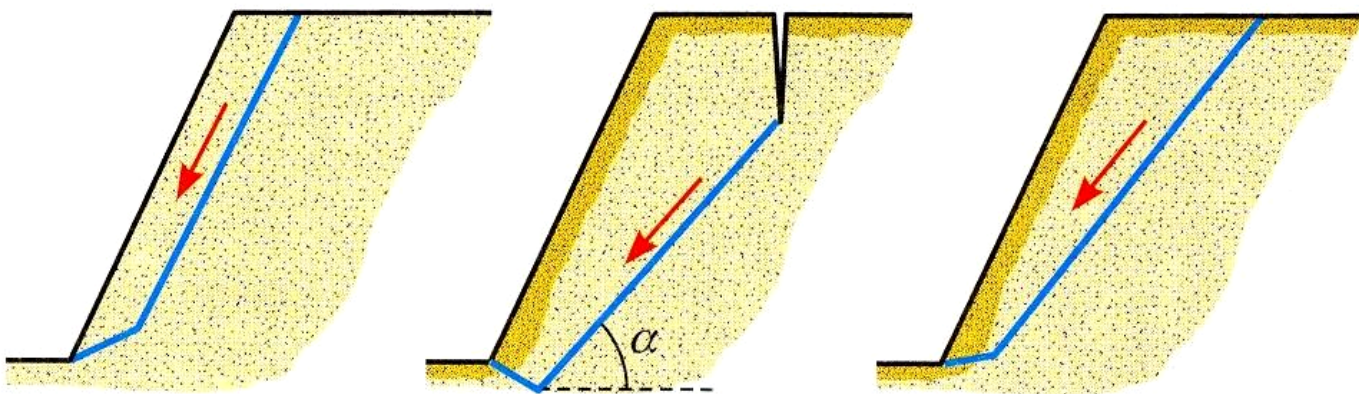
α – inclinação da descontinuidade ou recta

Φ – ângulo de atrito

Rotura em Cunha

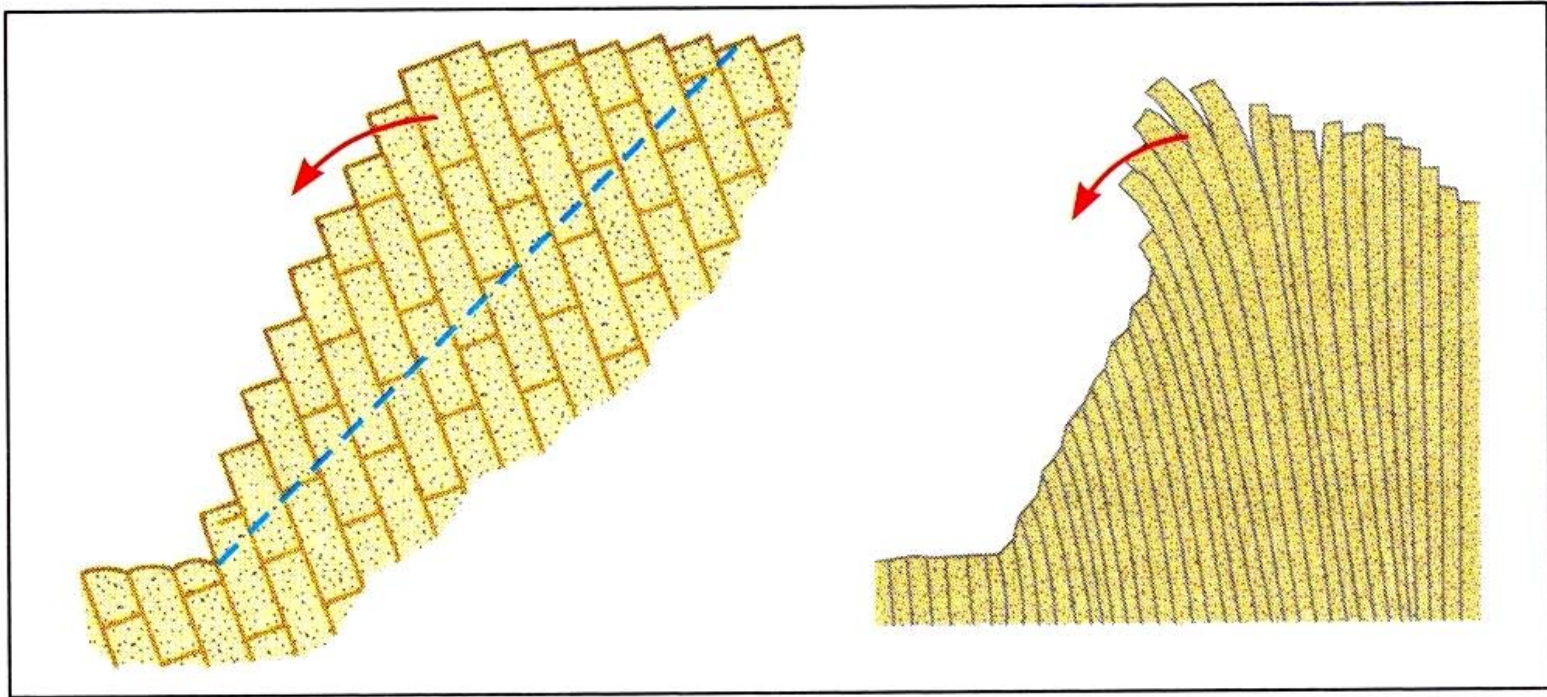


Plano único de rotura aflorando no pé ou na face do talude



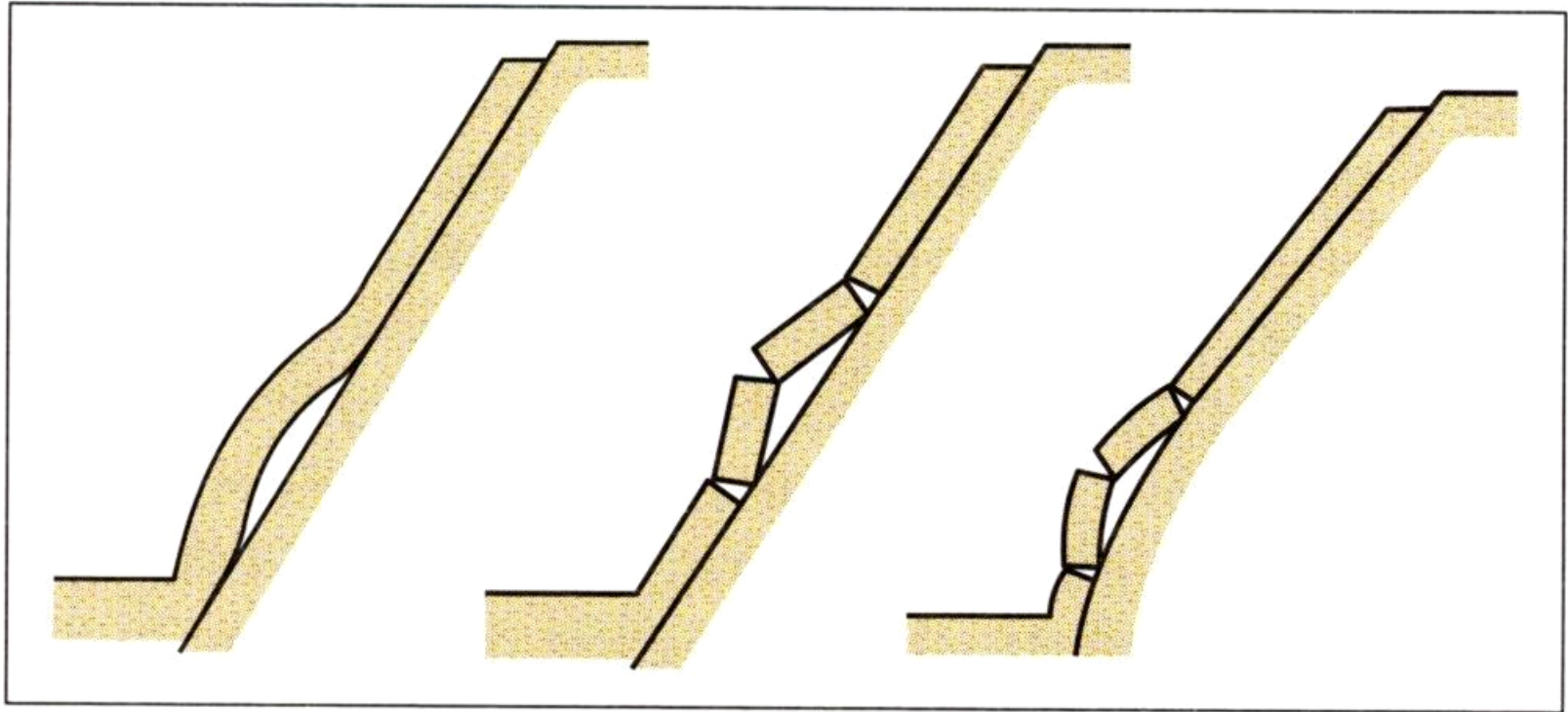
Rotura paralela ao talude

Rotura por um plano de descontinuidade e por um plano de rotura no pé do talude



Taludes com estruturas favoráveis ao **basculamento**

Outras situações particulares



**ENCURVAMENTO DE ESTRATOS MUITO INCLINADOS,
COM FLEXÃO E FRACTURA DOS ESTRATOS**

Outras situações particulares

EROSÃO HÍDRICA

Vale Sul do talude estudado no trabalho de campo

Processa-se de forma mais ou menos lenta e gradual e resulta do desgaste dos solos provocado pelo impacto das gotas de chuva e pela escorrência das águas

Os materiais arrancados às vertentes são quase sempre de pequenas dimensões e em pequenas quantidades



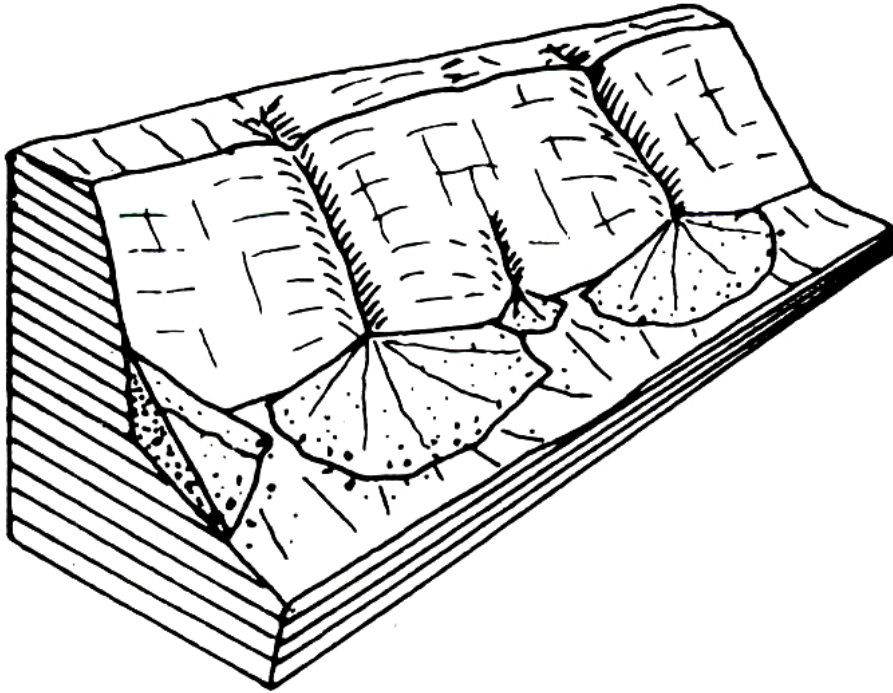
Erosão

Acção da água (regime torrencial)

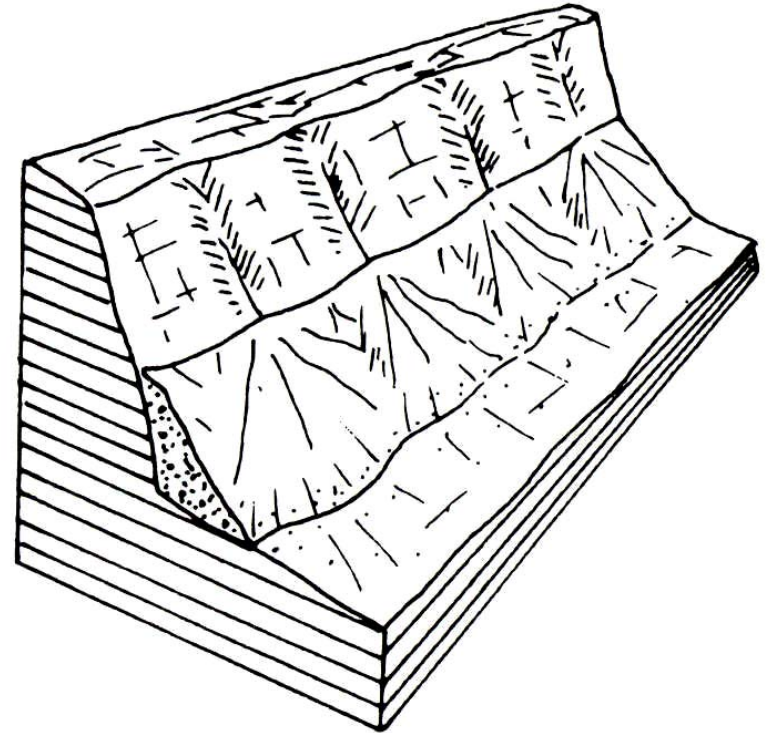
As águas correntes que resultam da queda de chuva são responsáveis pela formação de sulcos nos solos (as ravinas), principalmente quando nestes não existe vegetação. A passagem da água faz com que os sedimentos se soltem e sejam removidos

As **chaminés-de-fada** são, também, estruturas resultantes da erosão provocada pelas águas. Os sedimentos menos resistentes são removidos e formam-se pináculos que no topo sustentam rochas de natureza diferente da dos sedimentos e que resistiram à meteorização

DEPÓSITOS DE SOPÉ

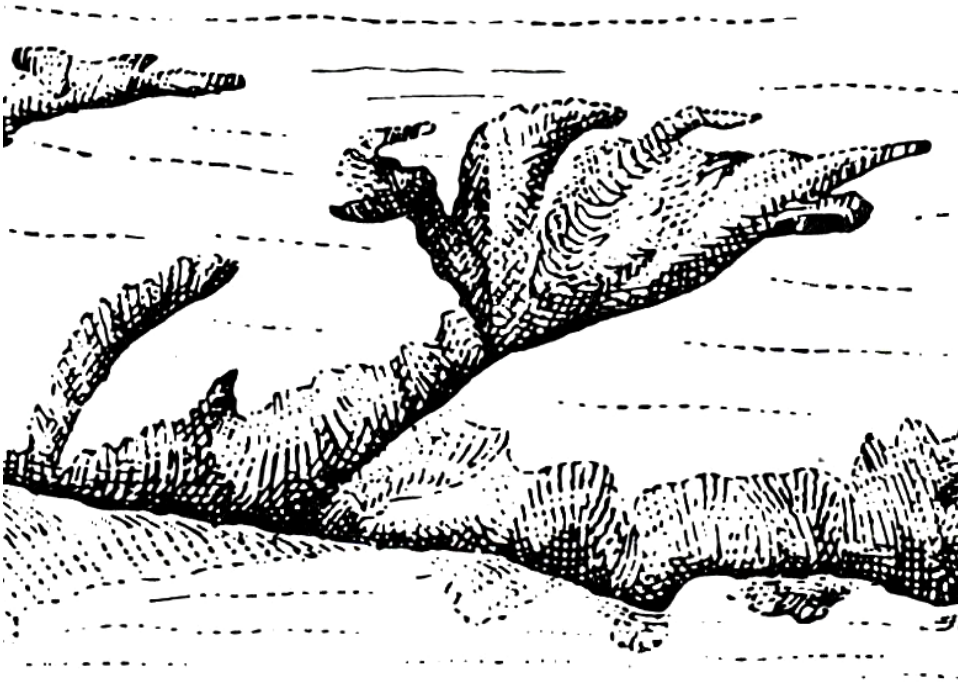


Cones de detritos



Talude de detritos

Abarrancamento (barrancos ou ravinas)



**Escorrência
superficial**



Chaminé de fada