

# Geomorfologia

## **MOVIMENTOS DE VERTENTE PREDOMÍNIO DA AÇÃO DA GRAVIDADE**

# MOVIMENTOS EM ZONAS DE VERTENTE

As zonas de vertente são 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



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



**Movimentos de massa**

**Quedas de Blocos**

**Deslizamentos de Blocos**

**Erosão hídrica**

# MOVIMENTOS DE

MASSA MASSA MASSA MASSA  
MASSA MASSA MASSA MASSA  
MASSA MASSA MASSA MASSA  
MASSA MASSA MASSA MASSA  
MASSA MASSA MASSA MASSA  
MASSA MASSA MASSA MASSA

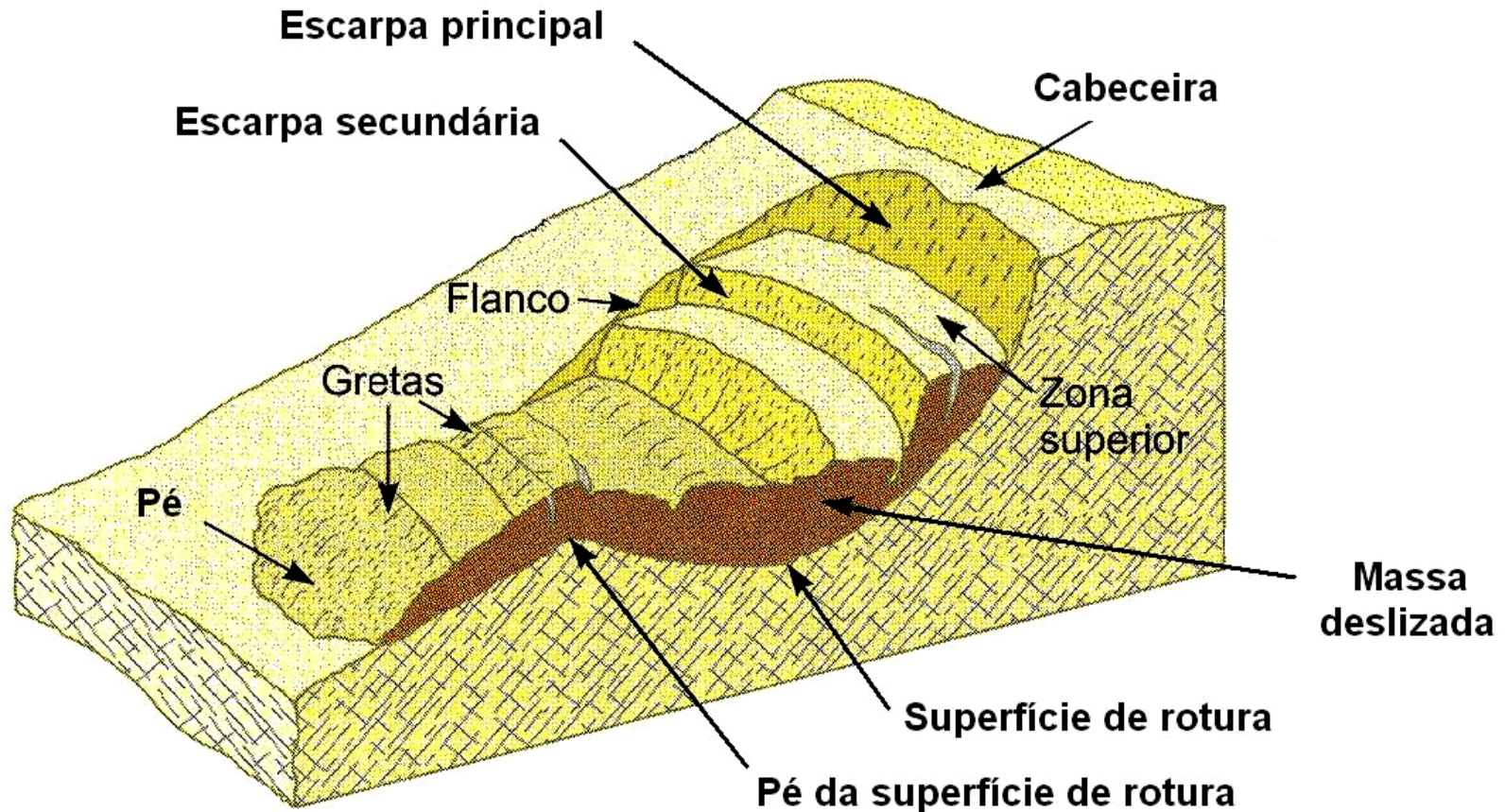
# MOVIMENTO DE MASSAS

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.

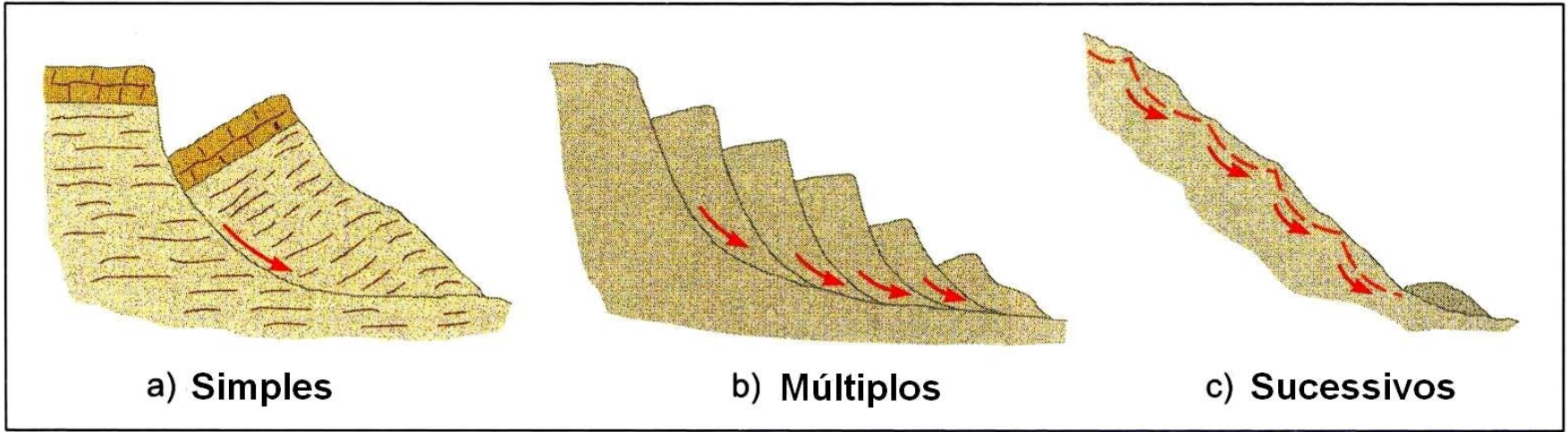
## Prevenção

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

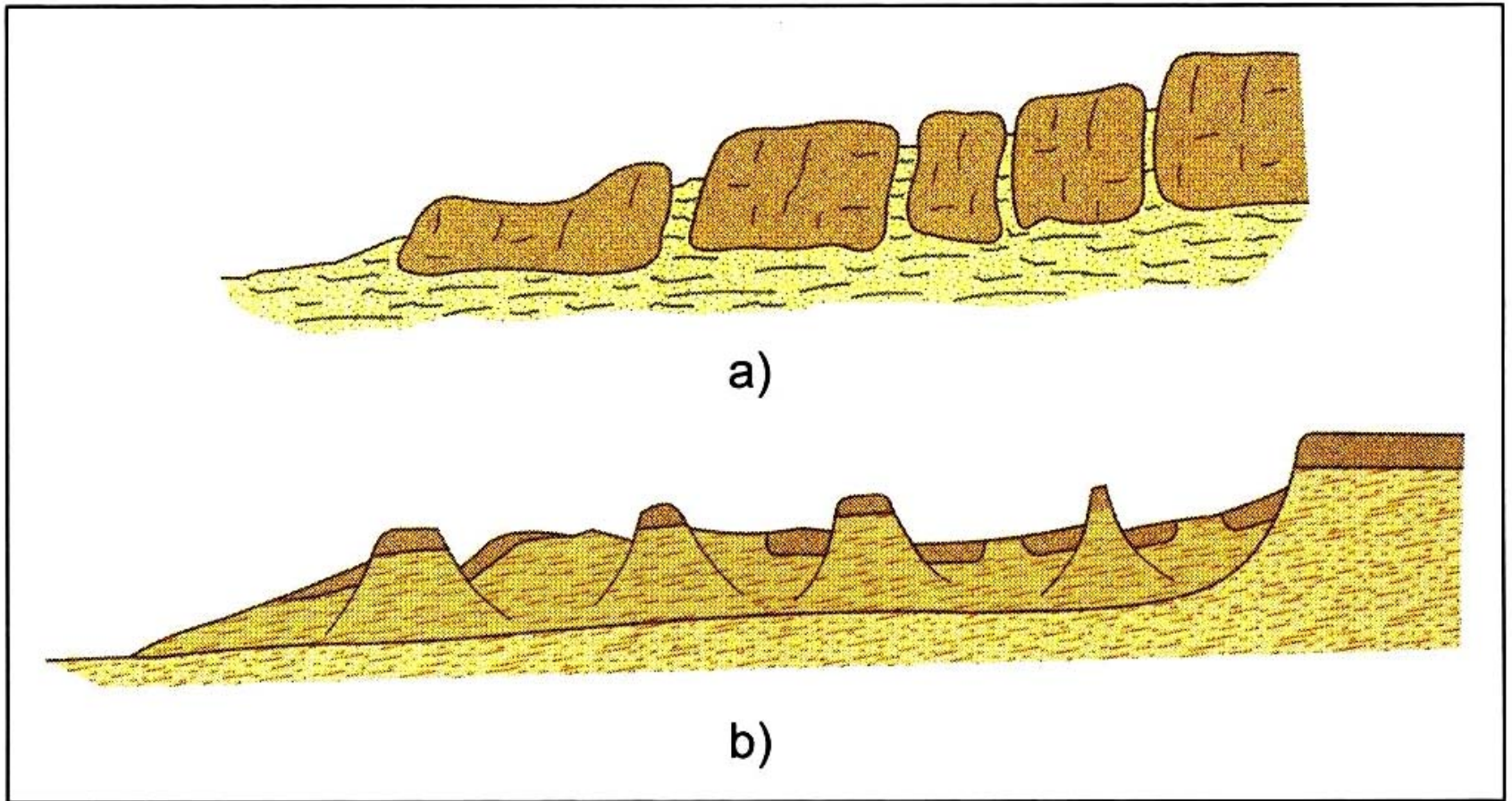
# OS MOVIMENTOS DE MASSA GERAM FREQUENTEMENTE ROTURAS CIRCULARES



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



**DESLIZAMENTOS CIRCULARES**



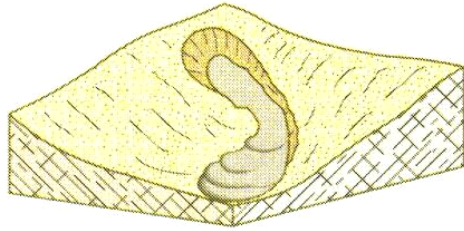
(Corominas y García Yagüe, 1997)

## DESLOCAMENTOS LATERAIS

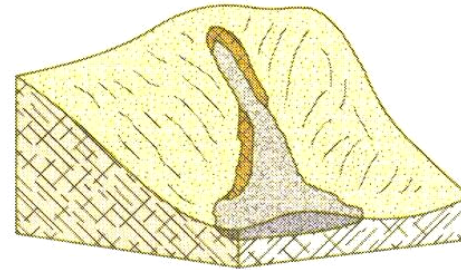
a) Fluência e extrusão do material subjacente

b) Liquefação

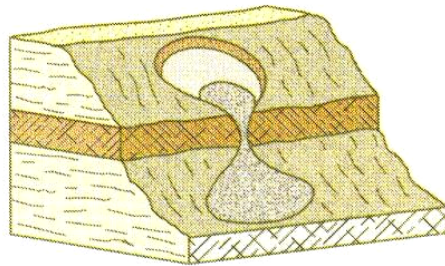




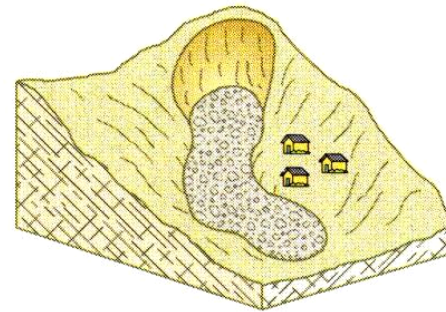
a) ESCOADAS DE BARRO



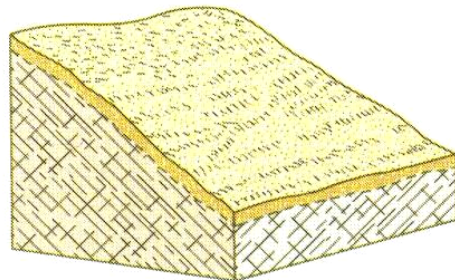
b) FLUXO DE DETRITOS



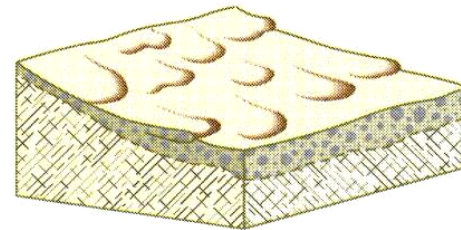
c) GOLPE DE AREIA



d) AVALANCHA

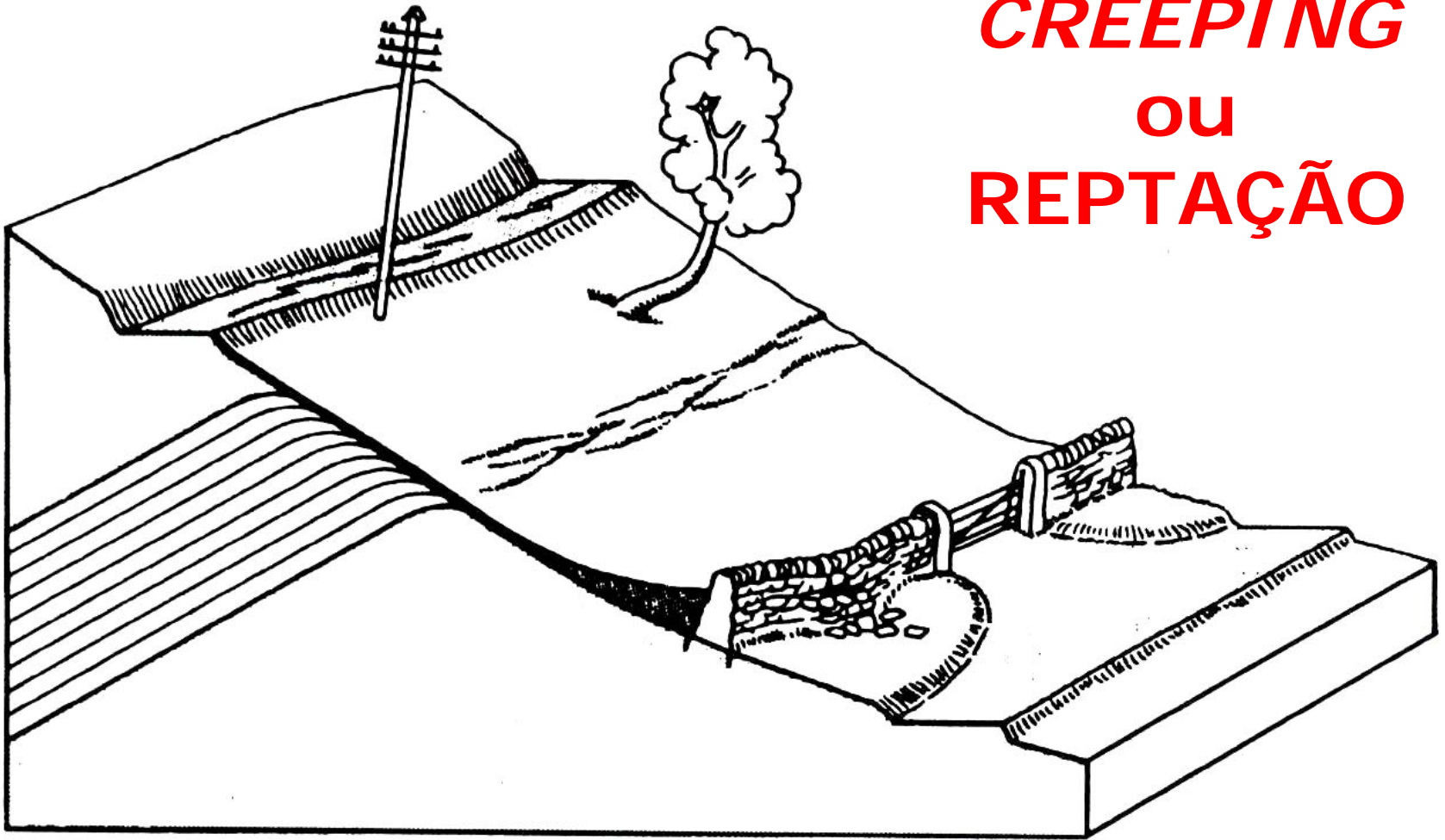


e) REPTAÇÃO

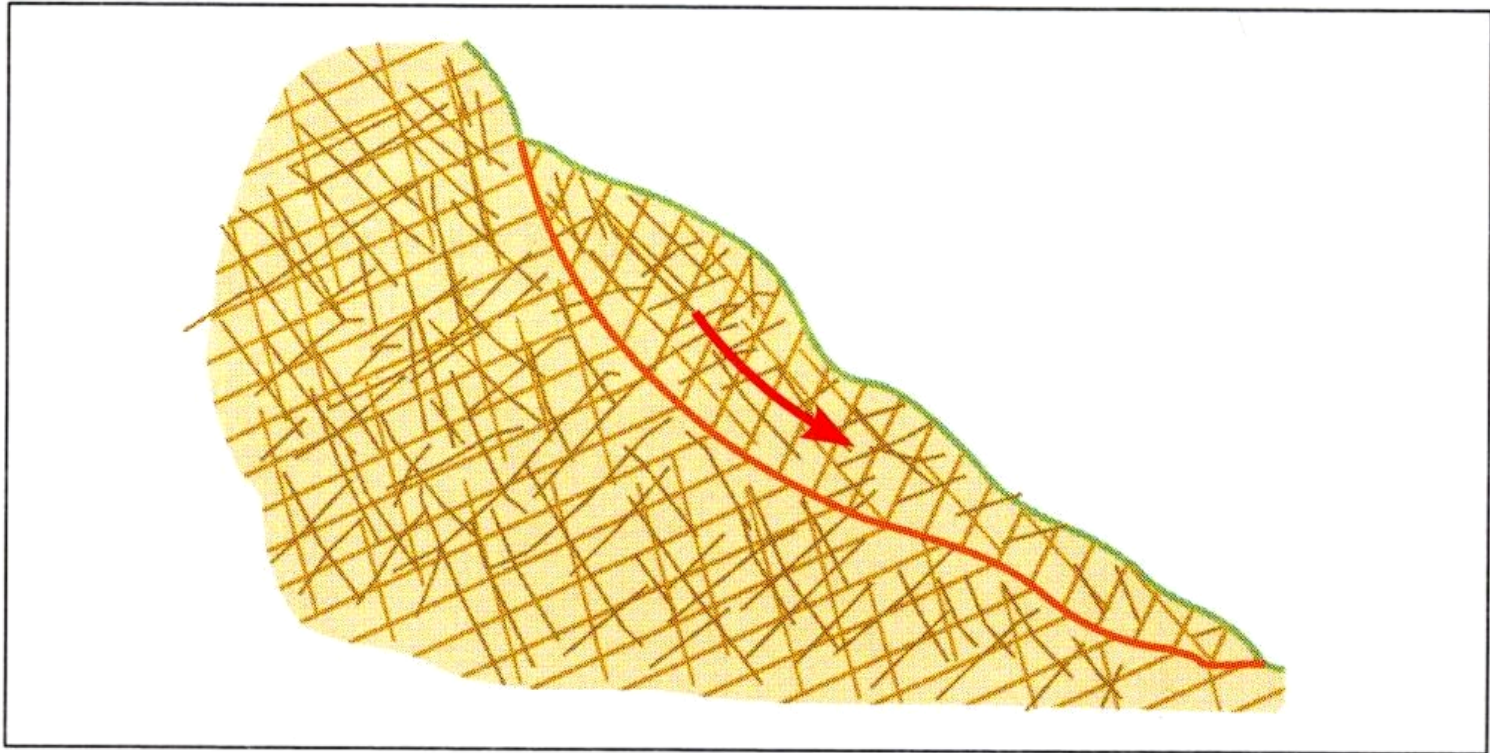


f) SOLIFLUXÃO

***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**

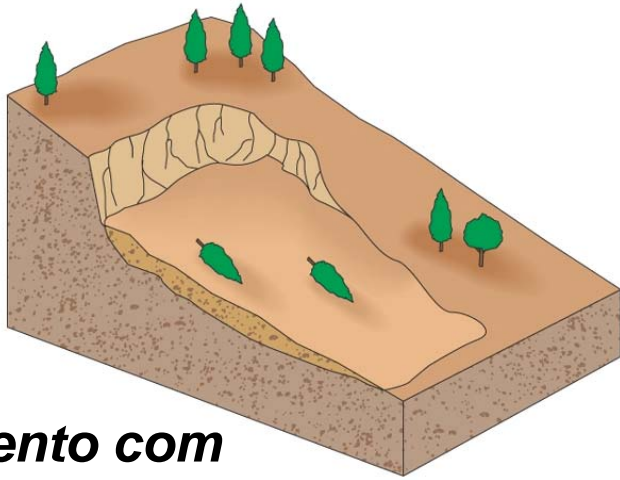
■ **Tempestades nas zonas costeiras**

■ **Variações de temperatura**

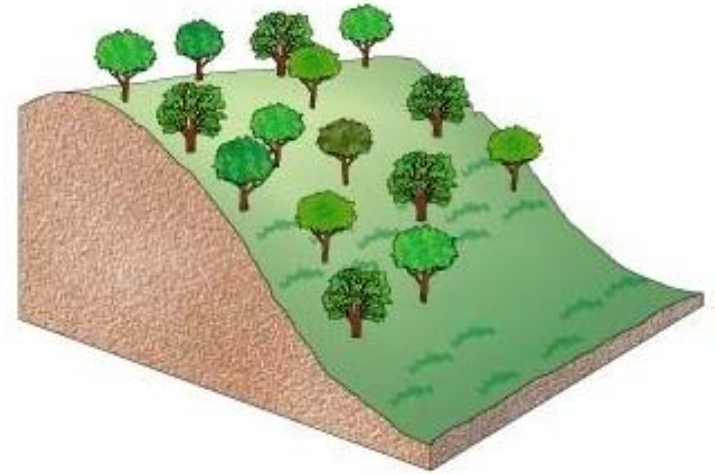
(contração e a dilatação dos materiais rochosos)

# MEDIDAS DE PREVENÇÃO

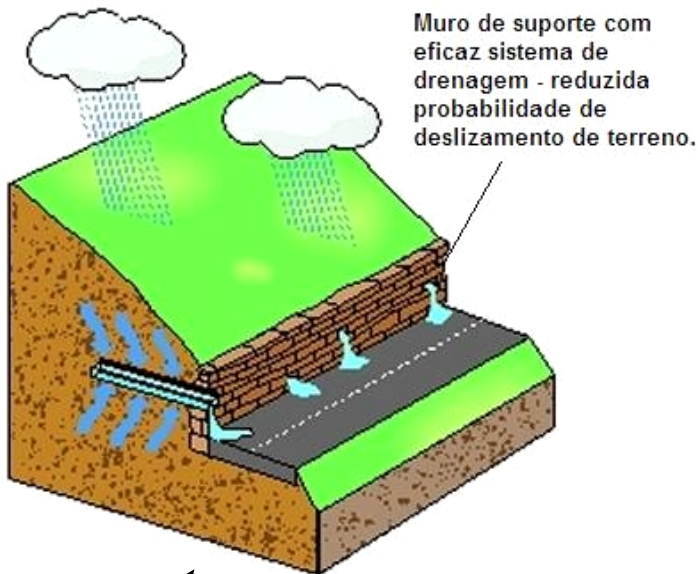
- **Estudo das características geológicas e geomorfológicas do local**
- **Elaboração de cartas de ordenamento do território**
  - Áreas para habitação, agricultura, de interesse ecológico, exploração de recursos e vias de comunicação
- **Elaboração de cartas de risco geológico**
  - Risco elevado** – **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**

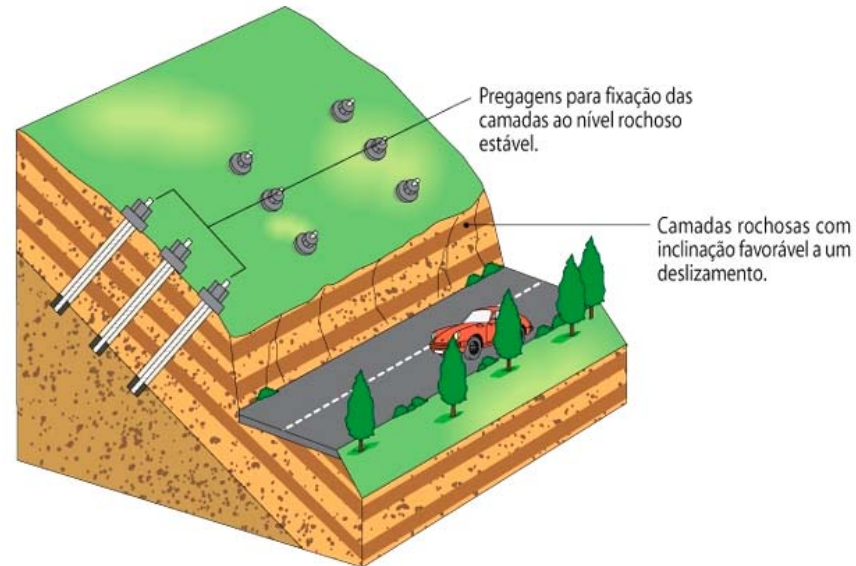


**Cobertura vegetal  
de crescimento rápido**



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

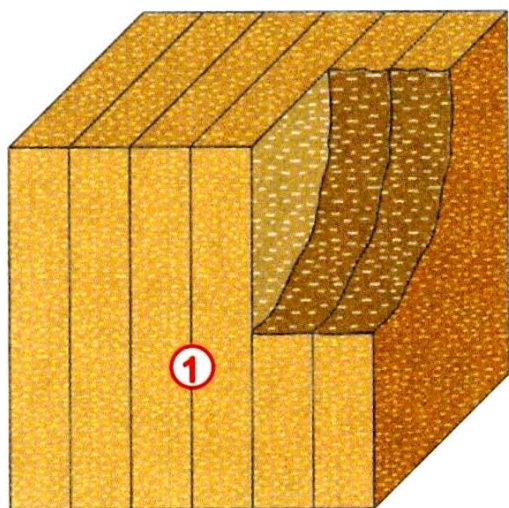
Ocorrem em formações bem estruturadas, com vários tipos de descontinuidades e que compartimentam maciços rochosos em blocos de dimensões maiores ou menores.

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.

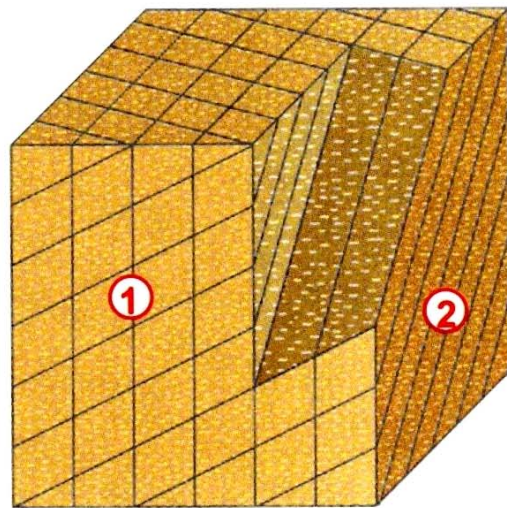
O tipo de superfície influencia os parâmetros **COESÃO** e **ÂNGULO DE ATRITO** do sistema.

# As descontinuidades organizam-se em famílias

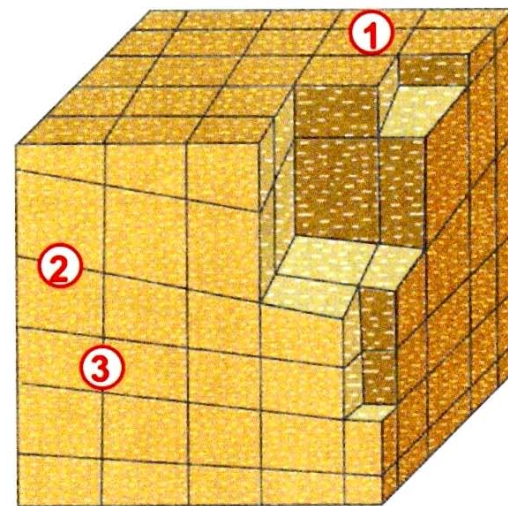
Os blocos (ou fatias) são definidos por uma ou mais descontinuidades



1 Família

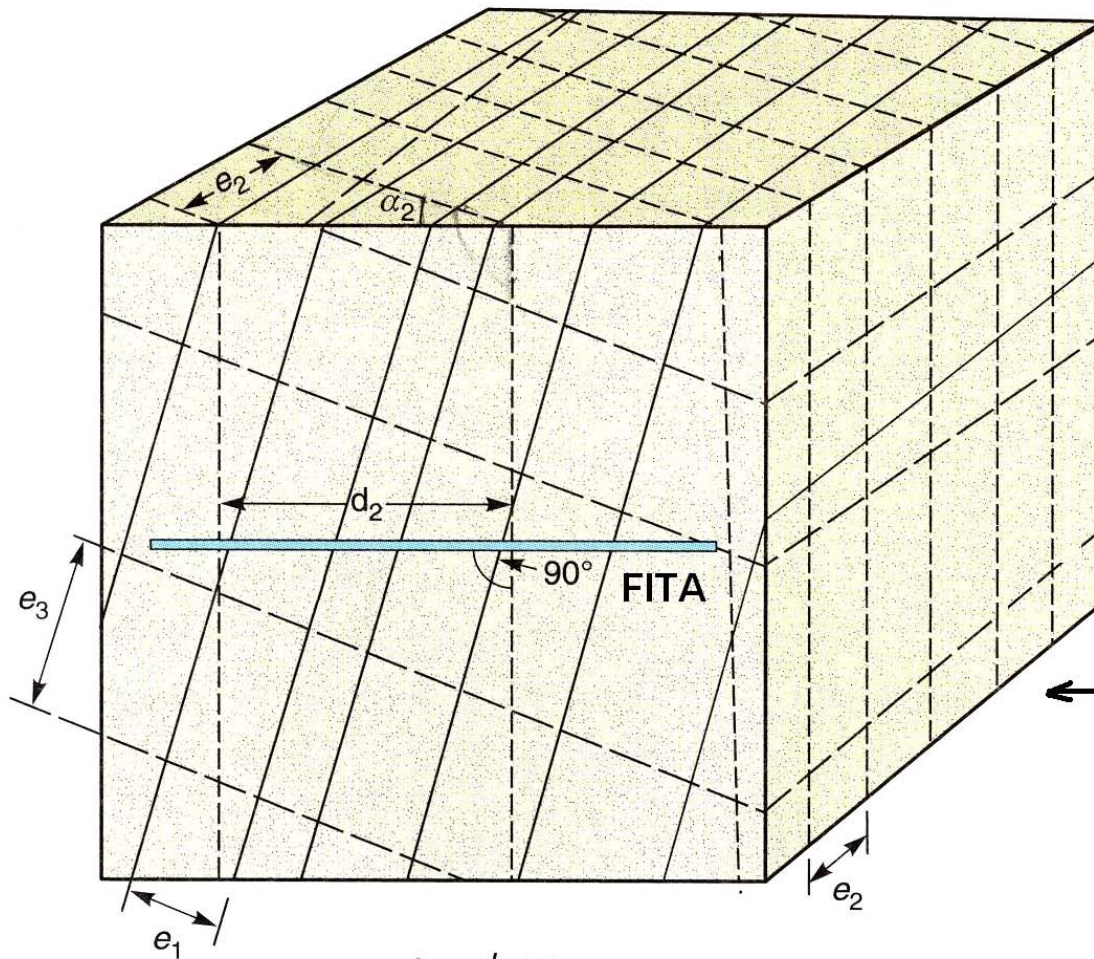


2 Famílias

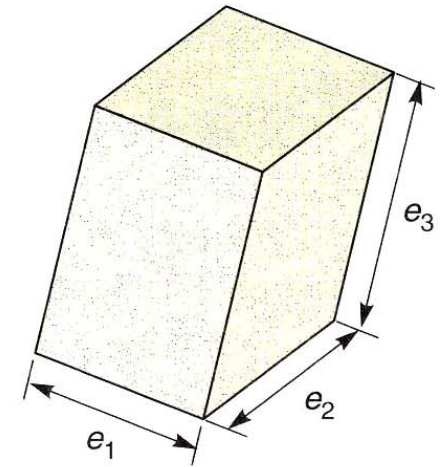


3 Famílias

**Define-se uma atitude média para cada família**



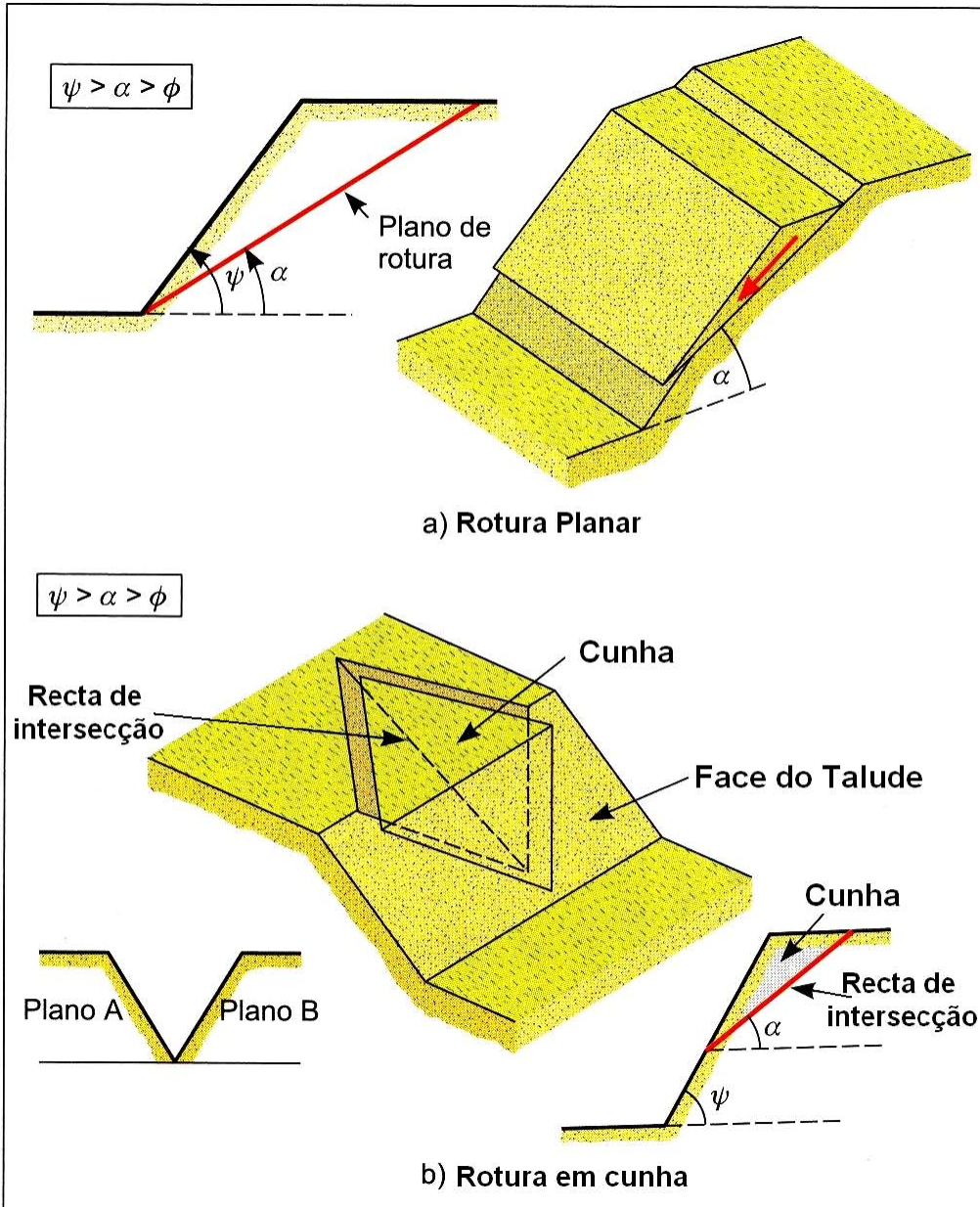
$$e_2 = d_2 \text{ sen } \alpha_2$$



← 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

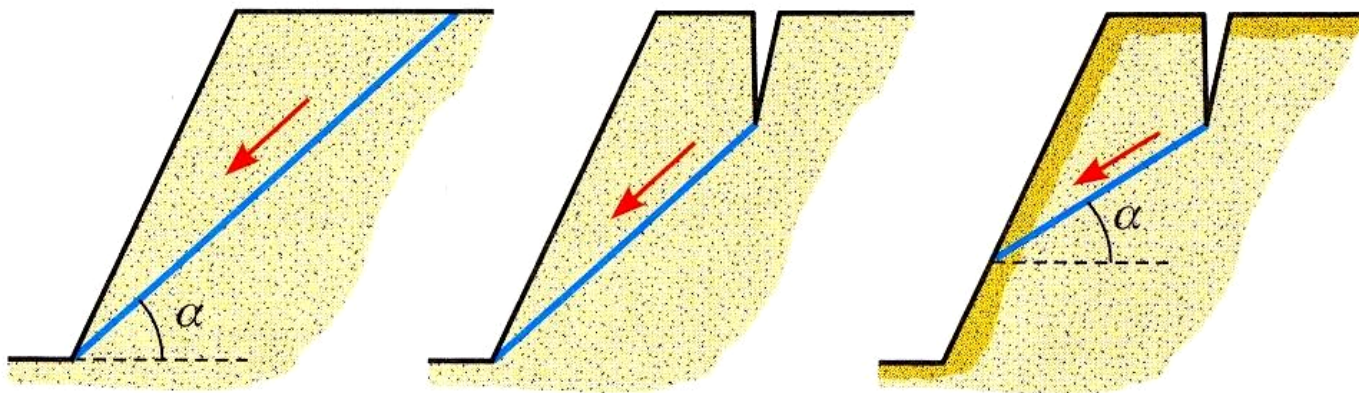
$\Psi$  – ângulo do talude

$\alpha$  – inclinação da descontinuidade ou recta

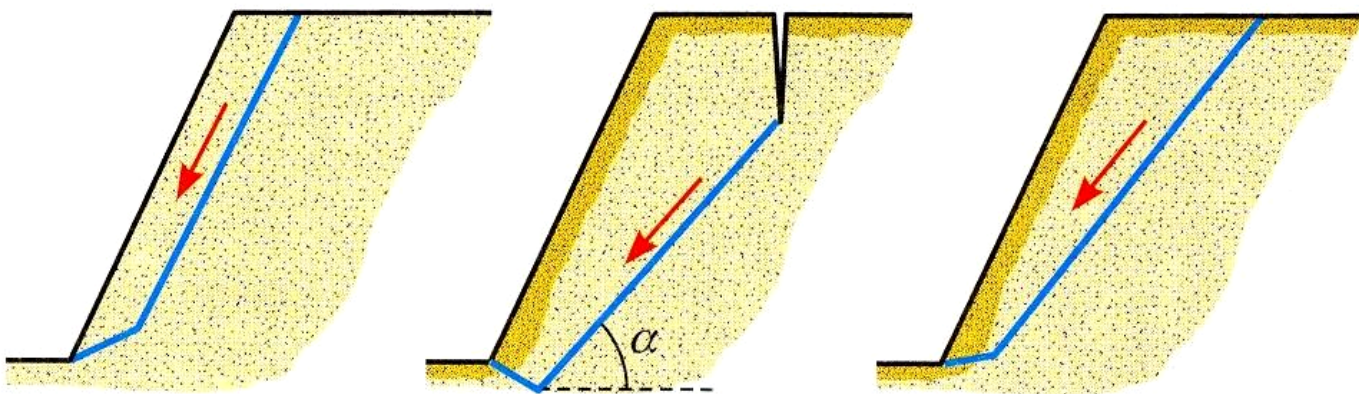
$\Phi$  – ângulo de atrito

## Rotura em Cunha



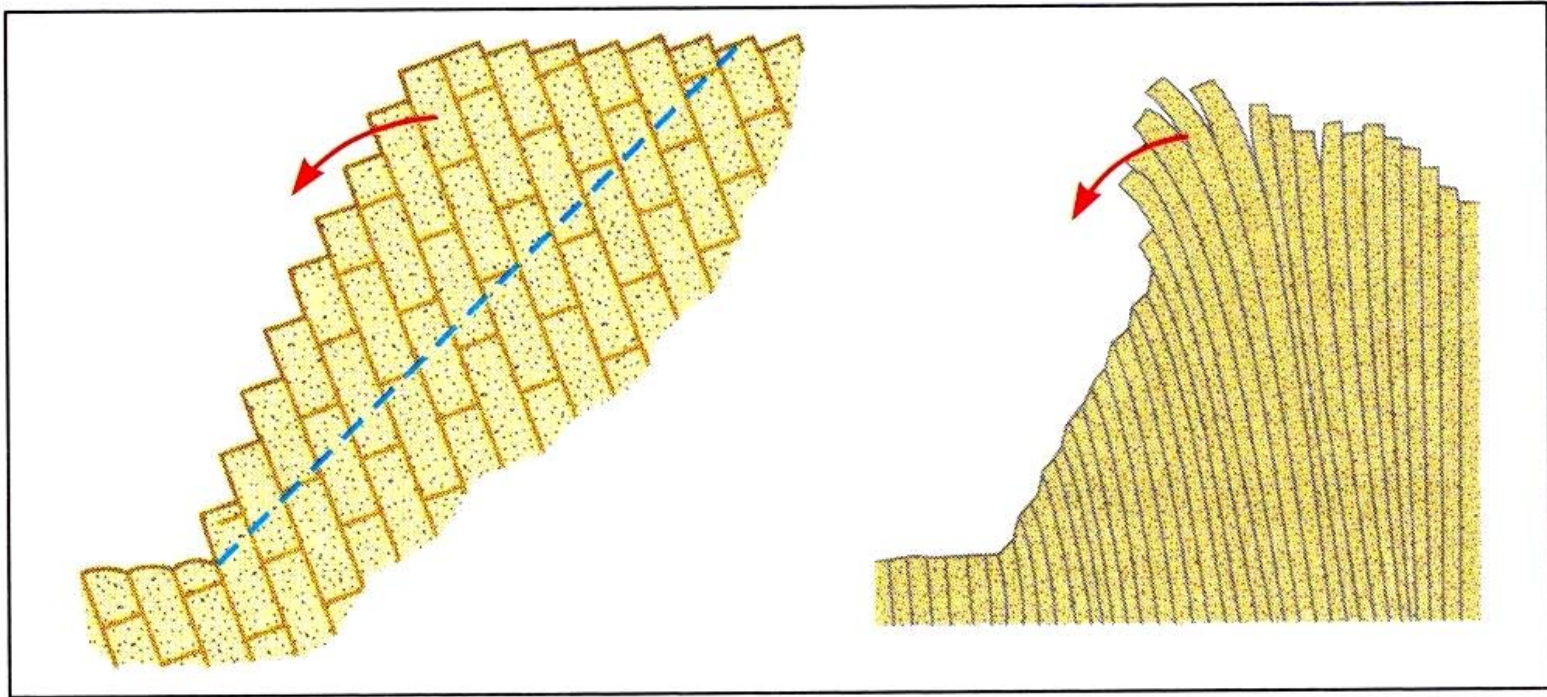


**Plano único de rotura afluando no pé ou na face do talude**



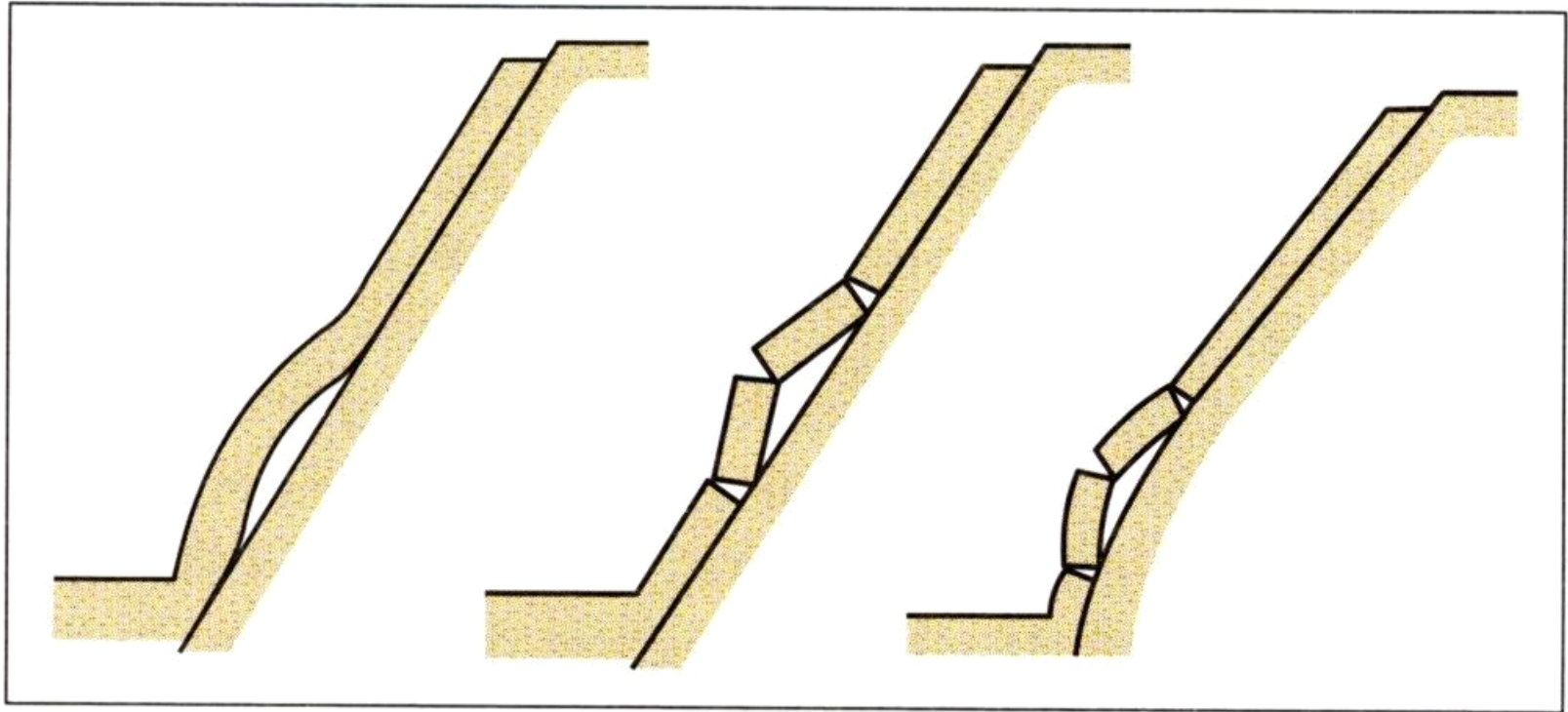
**Rotura paralela ao talude**

**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**



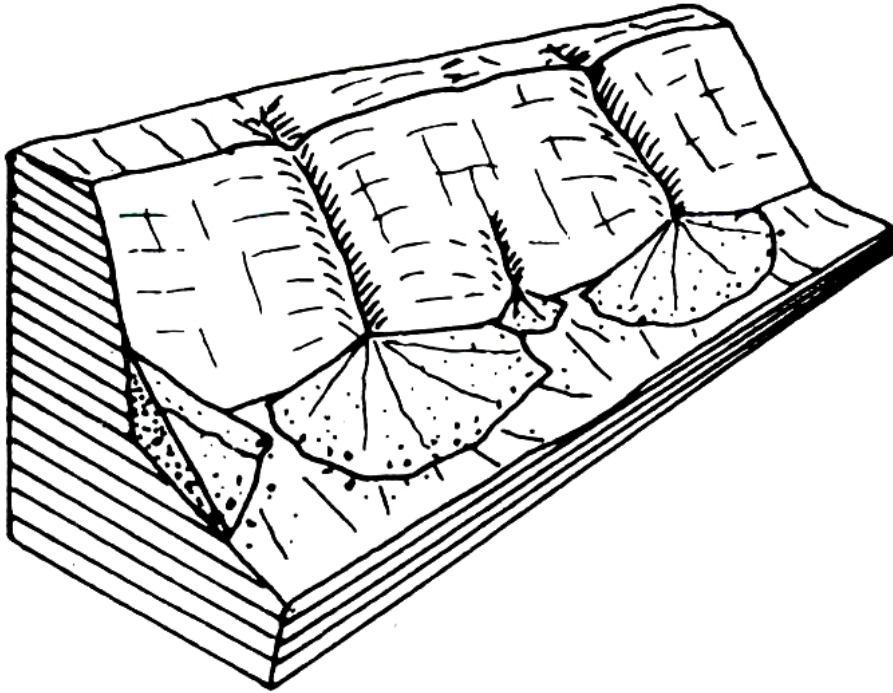
# Erosão

## Acção da água (regime torrencial)

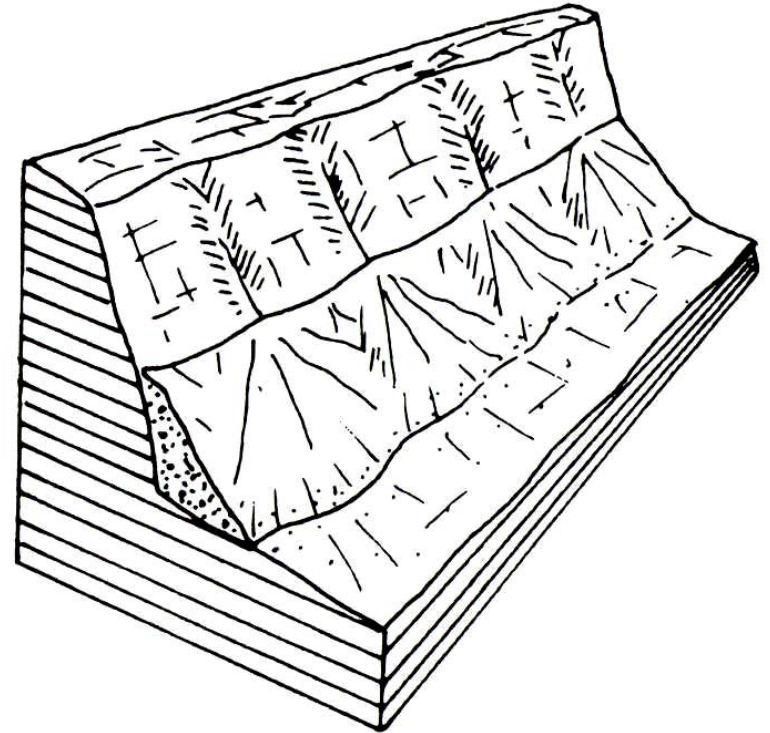
As águas correntes que resultam da queda de chuva são responsáveis pela formação de sulcos nos solos (as ravinas), principalmente quando nestes não existe vegetação. A passagem da água faz com que os sedimentos se soltem e sejam removidos

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 sustêm rochas de natureza diferente da dos sedimentos e que resistiram à meteorização

# DEPÓSITOS DE SOPÉ

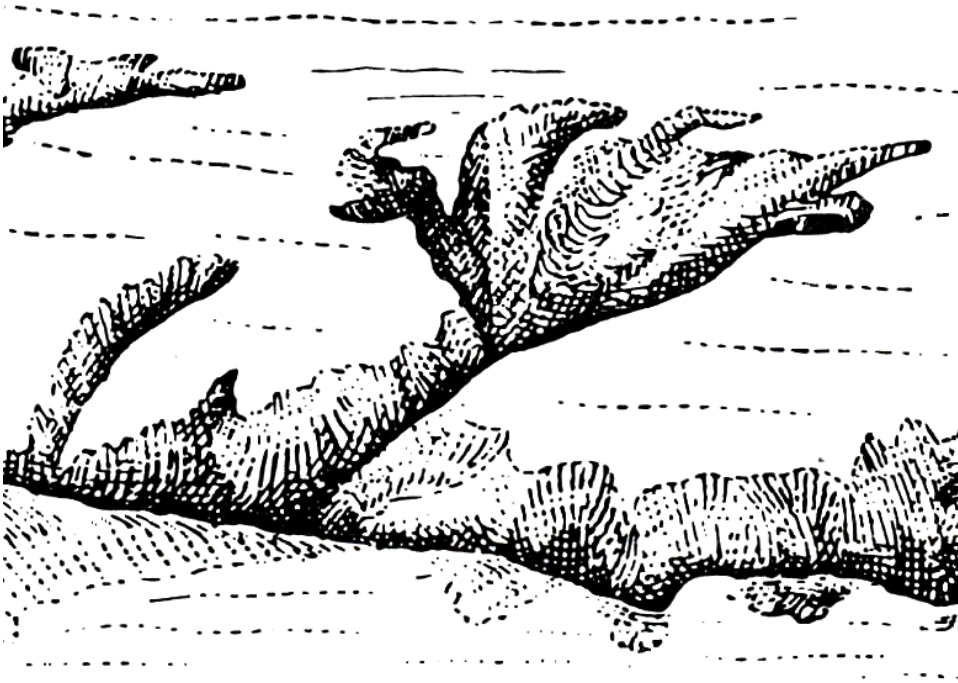


**Cones de detritos**



**Talude de detritos**

# Abarrancamento (barrancos ou ravinas)



**Escorrência  
superficial**



**Chaminé de fada**