



ESCOLA POLITÉCNICA DA USP
PEF-3309 – Mecânica dos Solo Ambiental

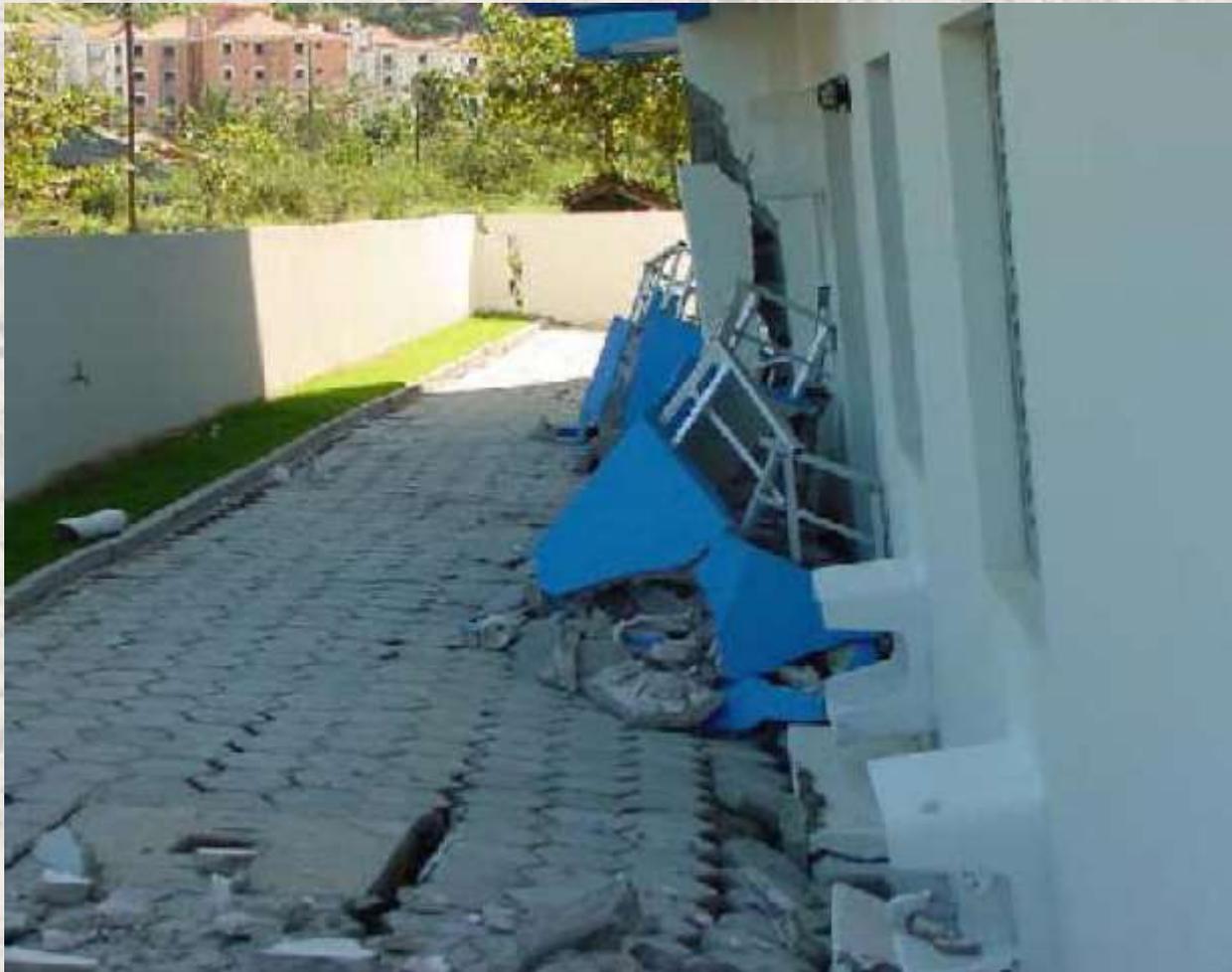
Aula 11

**Estado de Tensões e Circulo
de Mohr**

INTRODUÇÃO



INTRODUÇÃO



INTRODUÇÃO



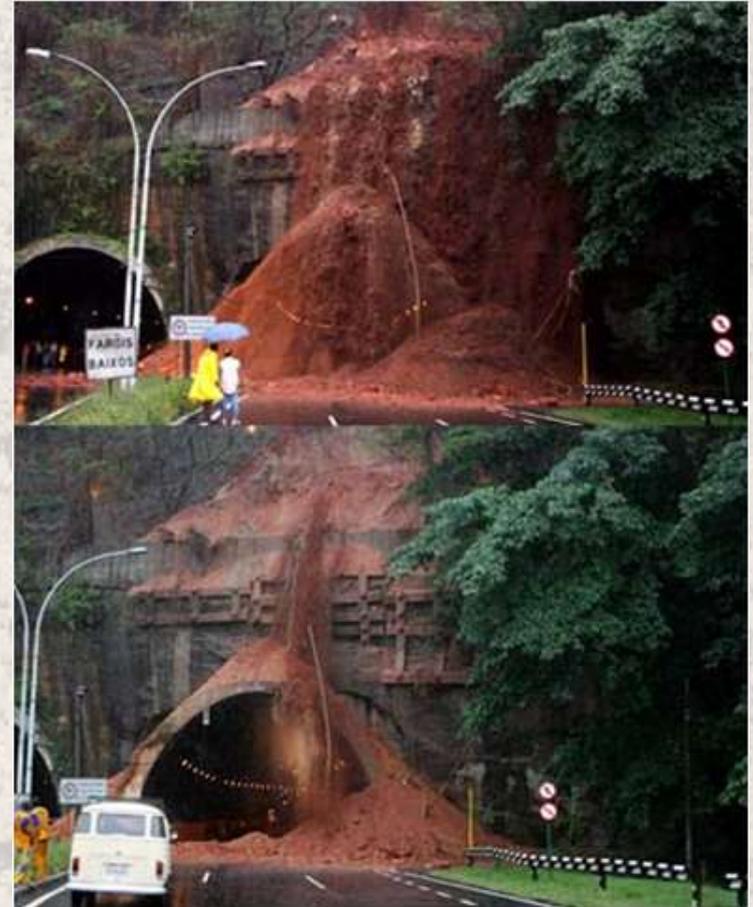
INTRODUÇÃO



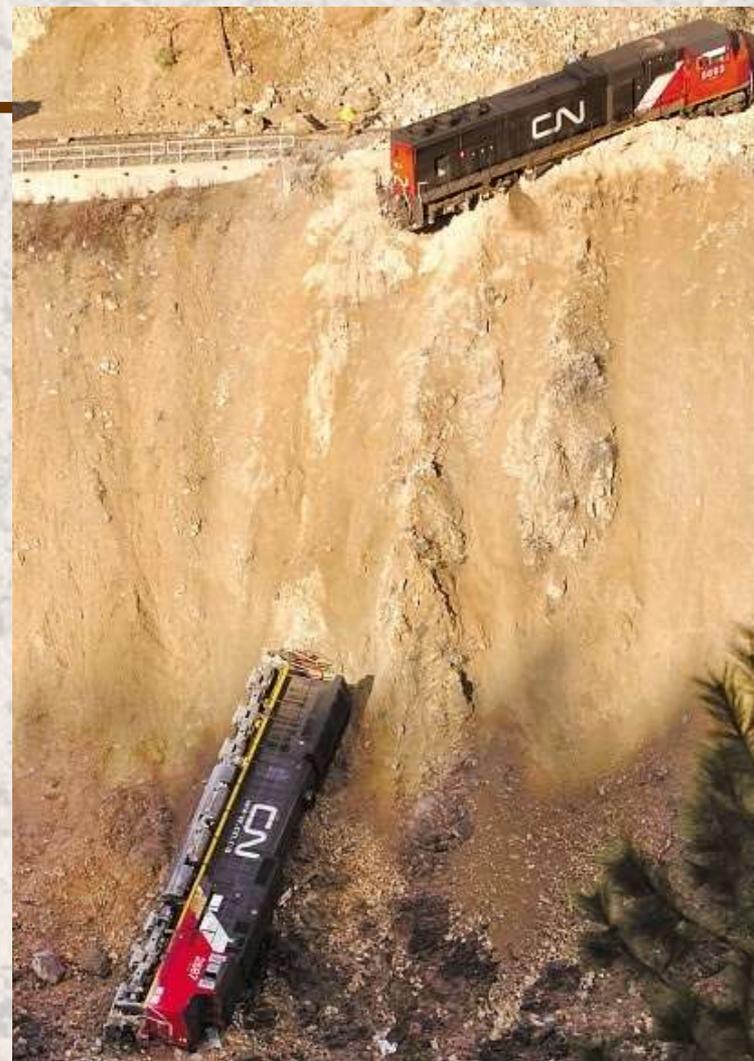
INTRODUÇÃO



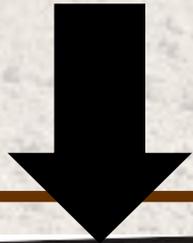
INTRODUÇÃO



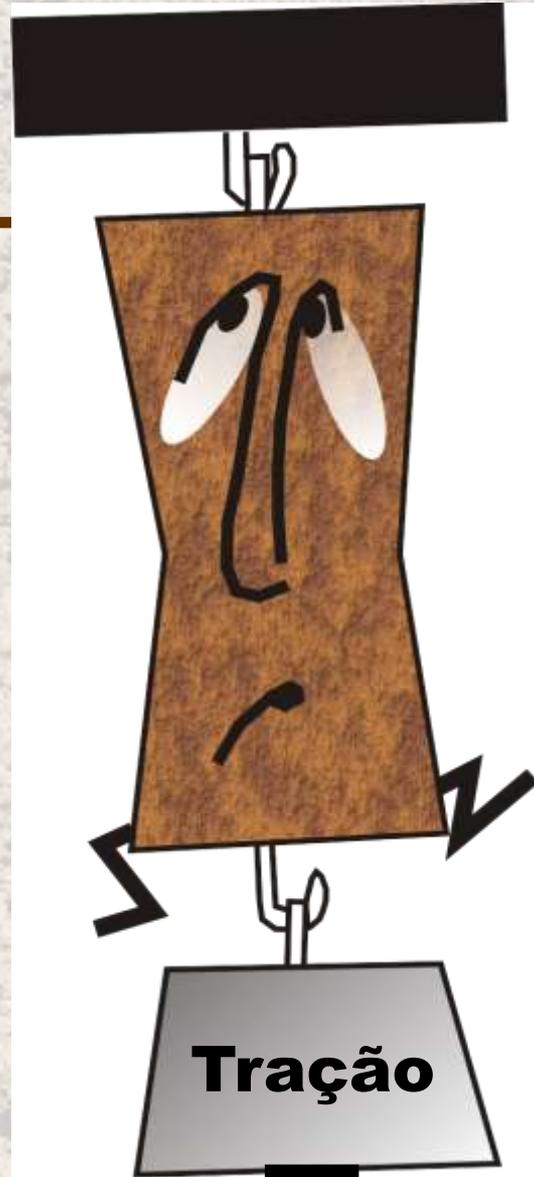
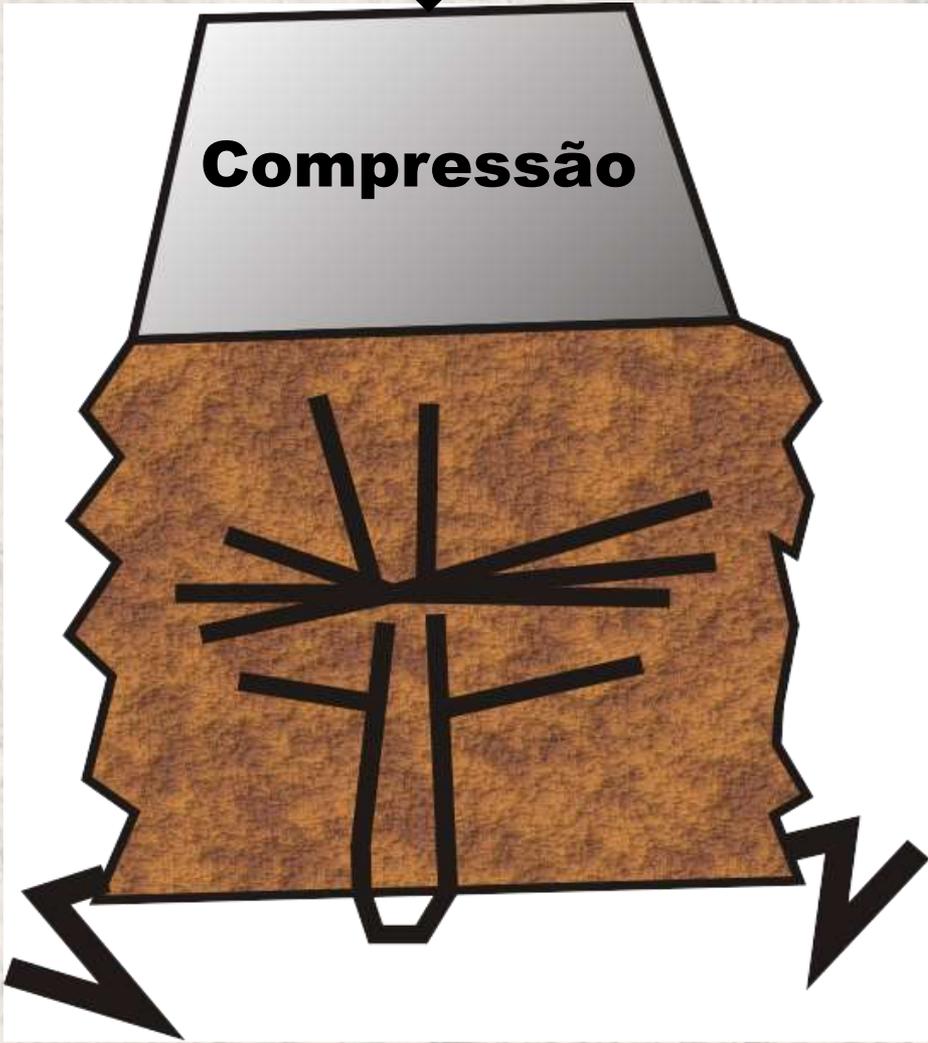
INTRODUÇÃO



**POR QUE E QUANDO ESSSES ACIDENTES
ACONTECEM???**



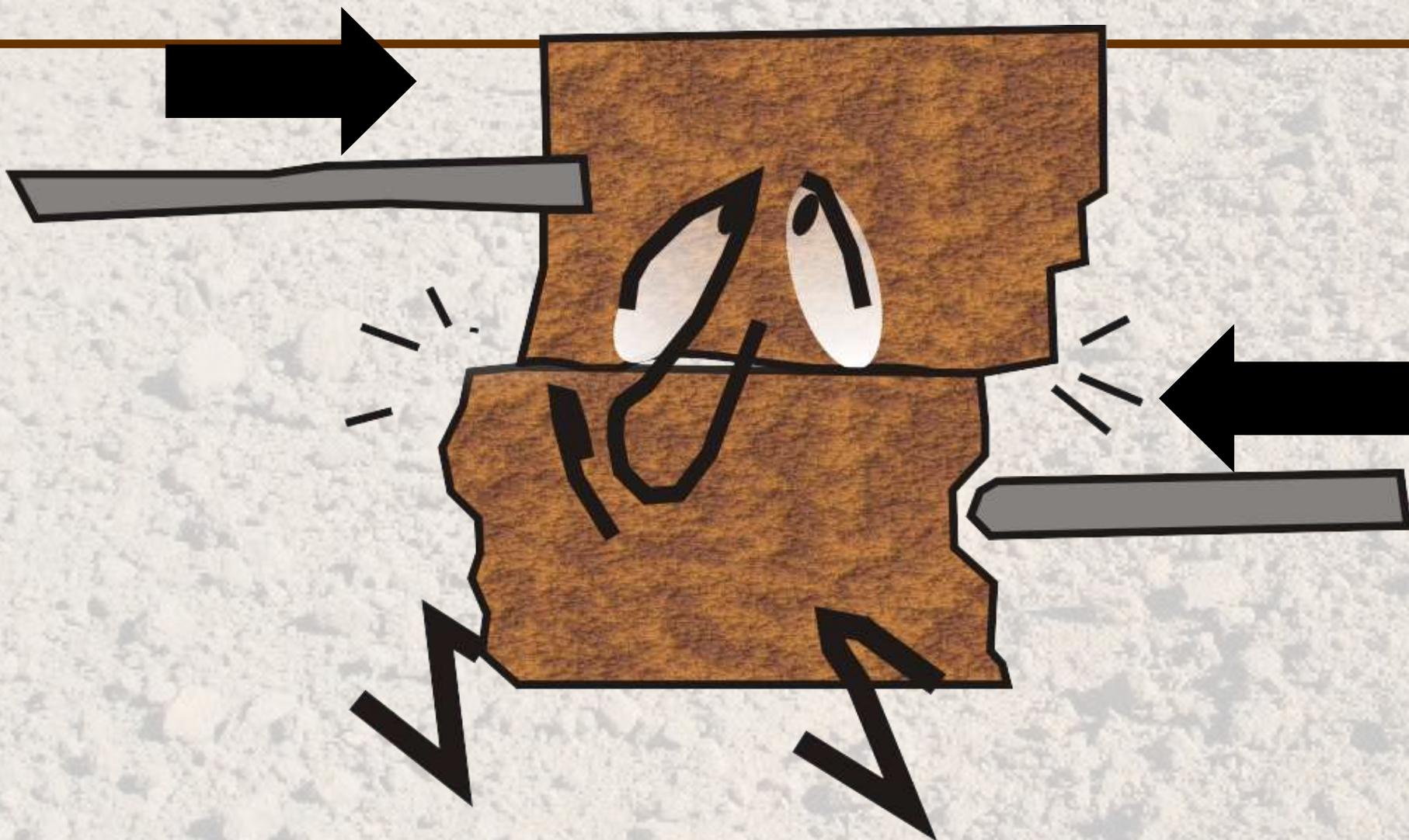
Compressão



Tração

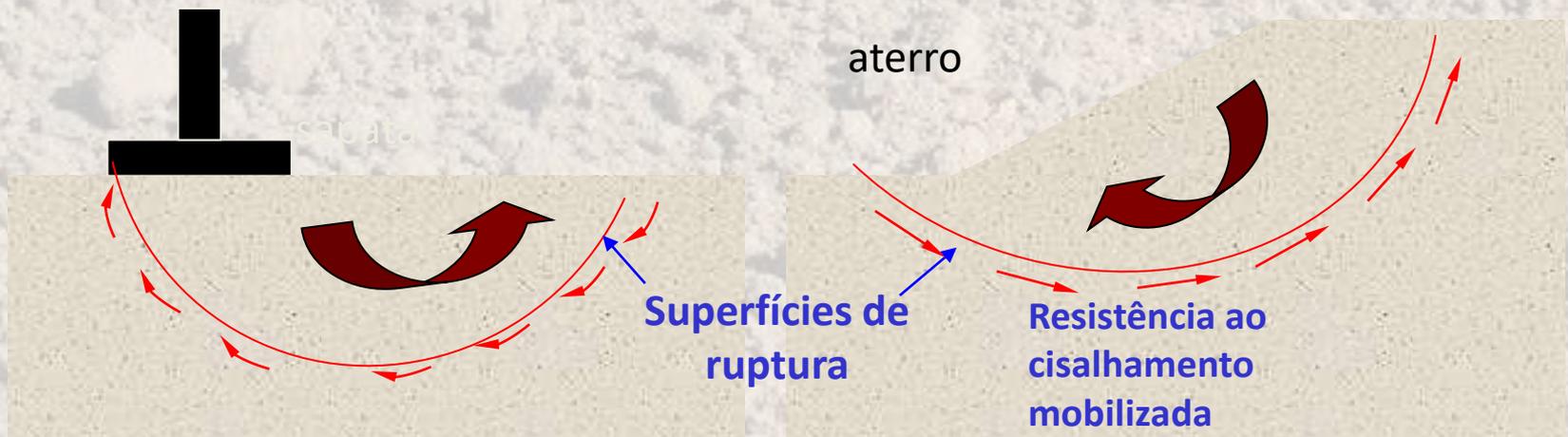


Cisalhamento



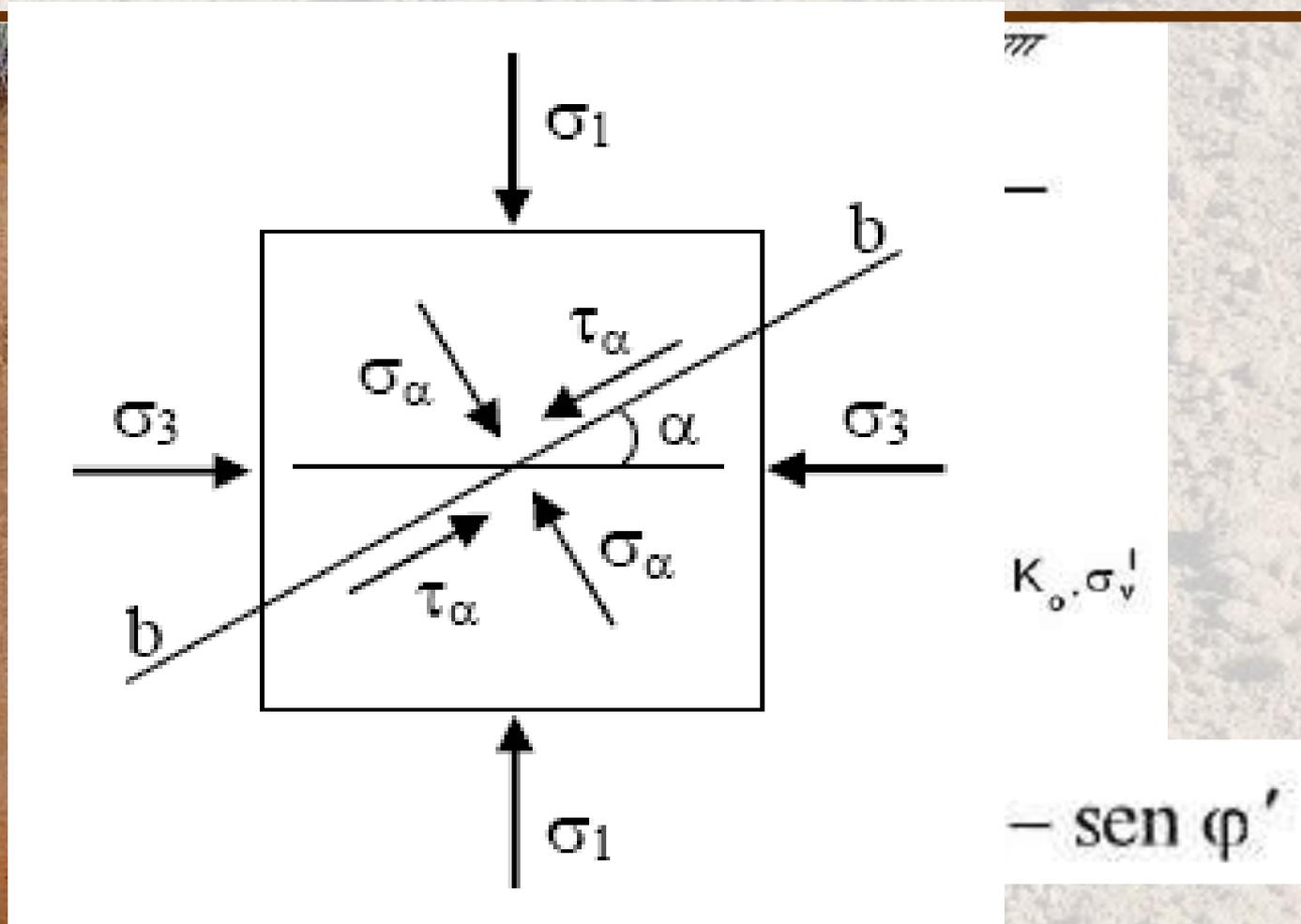
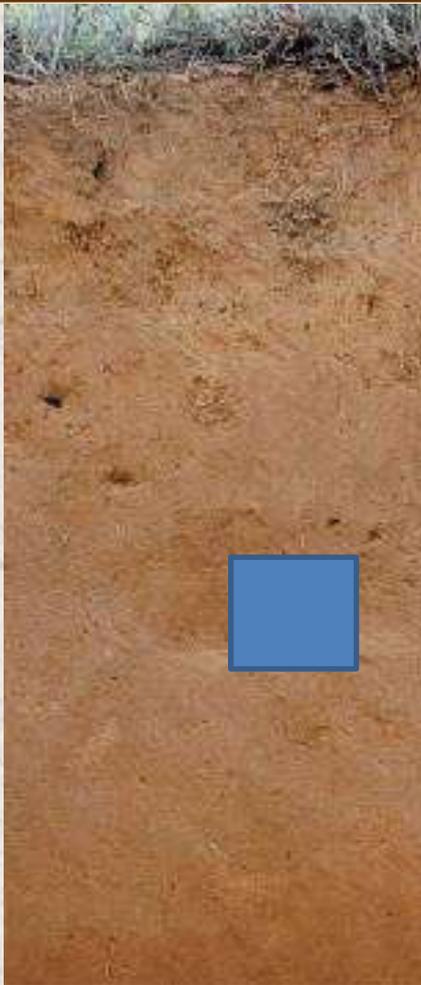
Por que o solo rompe?

- No caso dos solos, são consideradas somente as solicitações por cisalhamento.
- De uma forma bastante geral, os solos rompem por cisalhamento:



- Portanto, quando analisamos a resistência de um solo, estamos analisando principalmente a sua **resistência ao cisalhamento**.

Estado de Tensões



Estado de Tensões

Tensões Principais:

$$\sigma_3 < \sigma < \sigma_1$$

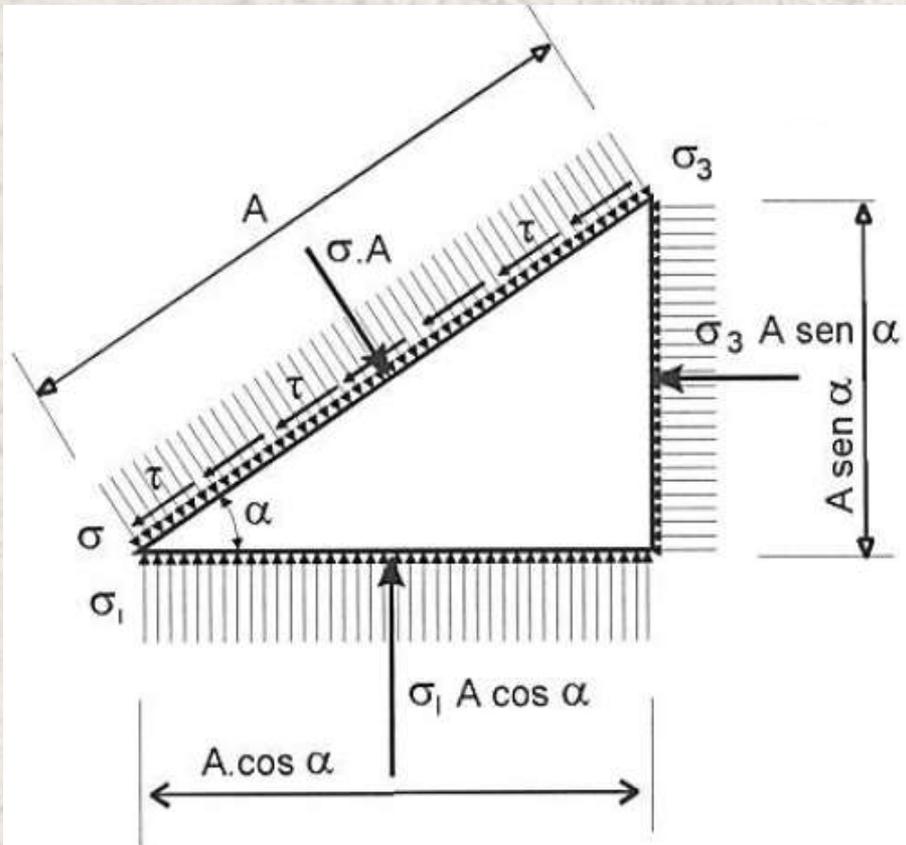
σ_1 = tensão principal maior → plano principal maior
($\tau = 0$)

σ_3 = tensão principal menor → plano principal menor
($\tau = 0$)

σ_2 = tensão principal intermediária → ($\tau = 0$)
($\sigma_3 < \sigma_2 < \sigma_1$)

Os planos principais são ortogonais entre si.

Estado Plano de Tensões



Forças na direção normal ao plano considerado:

$$\sigma_\alpha \cdot A = \sigma_1 \cdot A \cdot \cos^2 \alpha + \sigma_3 \cdot A \cdot \sin^2 \alpha$$

Forças na direção tangencial ao plano considerado:

$$\tau_\alpha \cdot A = \sigma_1 \cdot A \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha - \sigma_3 \cdot A \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha$$

Transformações geométricas:

$$\sigma_\alpha = \sigma_1 \cdot \cos^2 \alpha + \sigma_3 \cdot \sin^2 \alpha$$

$$\sigma_\alpha = \frac{\sigma_1}{2} \cdot (1 + \cos 2\alpha) + \frac{\sigma_3}{2} \cdot (1 - \cos 2\alpha)$$

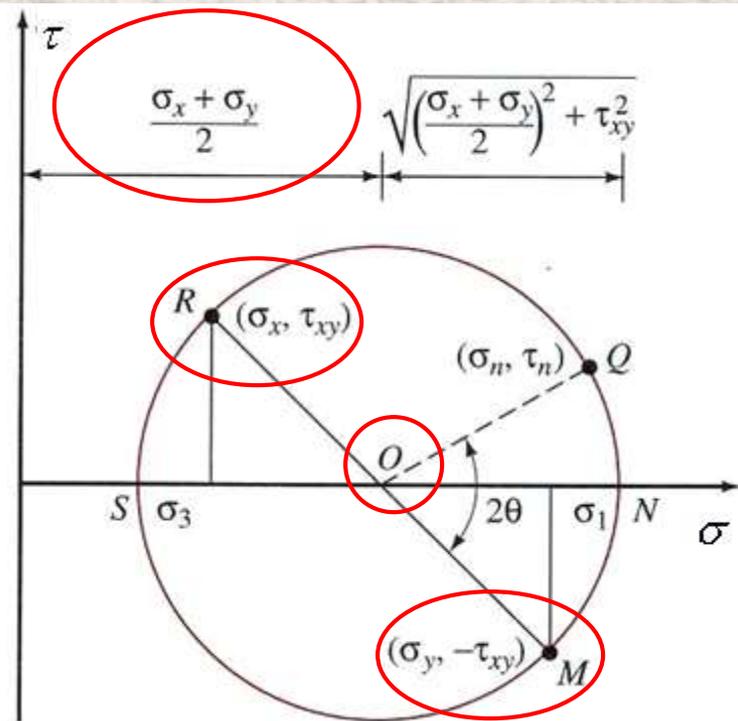
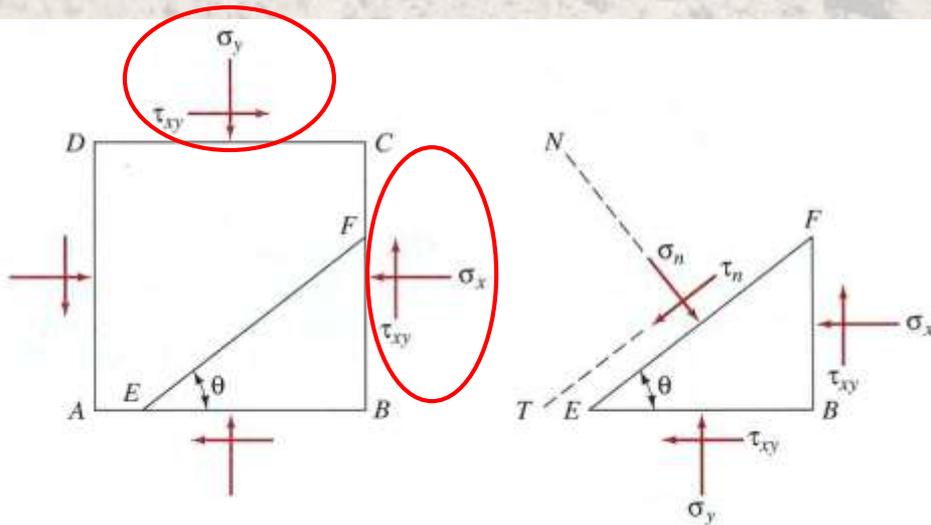
$$\tau_\alpha = (\sigma_1 - \sigma_3) \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha$$

$$\sigma_\alpha = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \cdot \cos 2\alpha$$

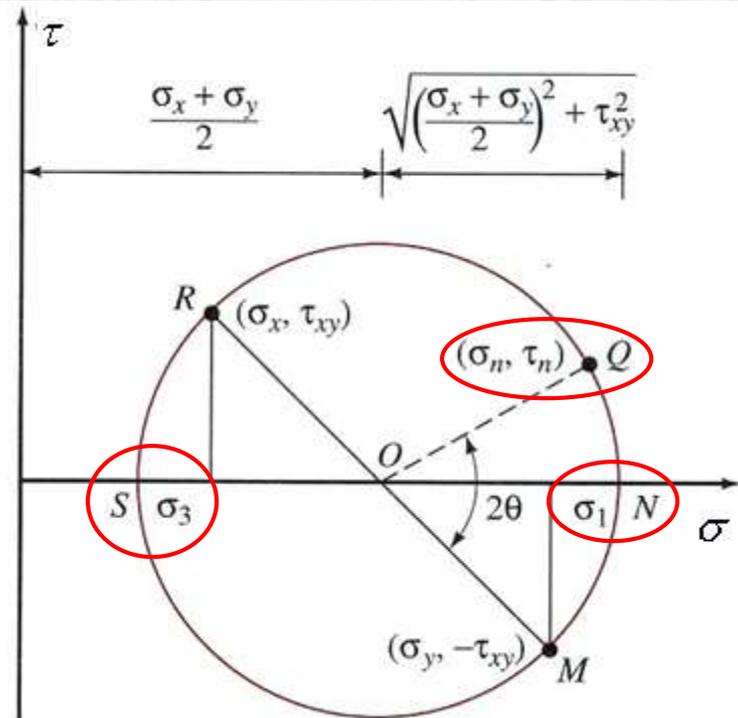
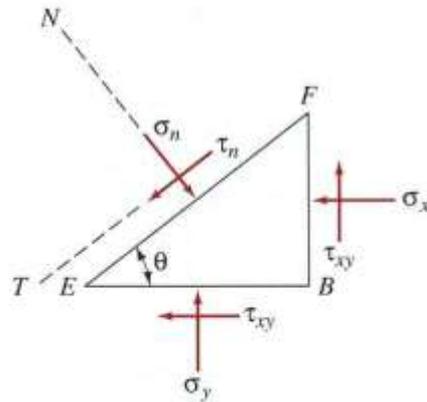
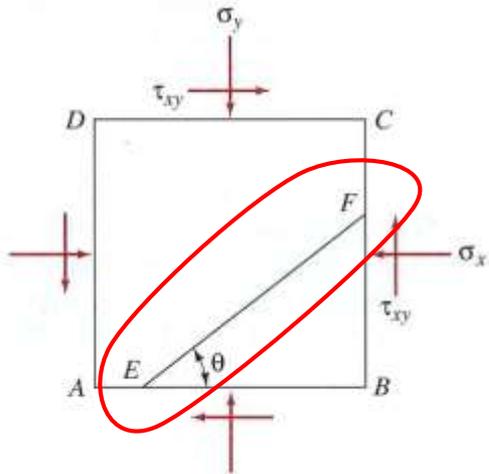
$$\tau_\alpha = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \cdot \sin 2\alpha$$

Círculos de Mohr

- Tensão normal* e a *tensão de cisalhamento* atuantes em qualquer plano, podem ser determinadas graficamente através do Círculo de Mohr.

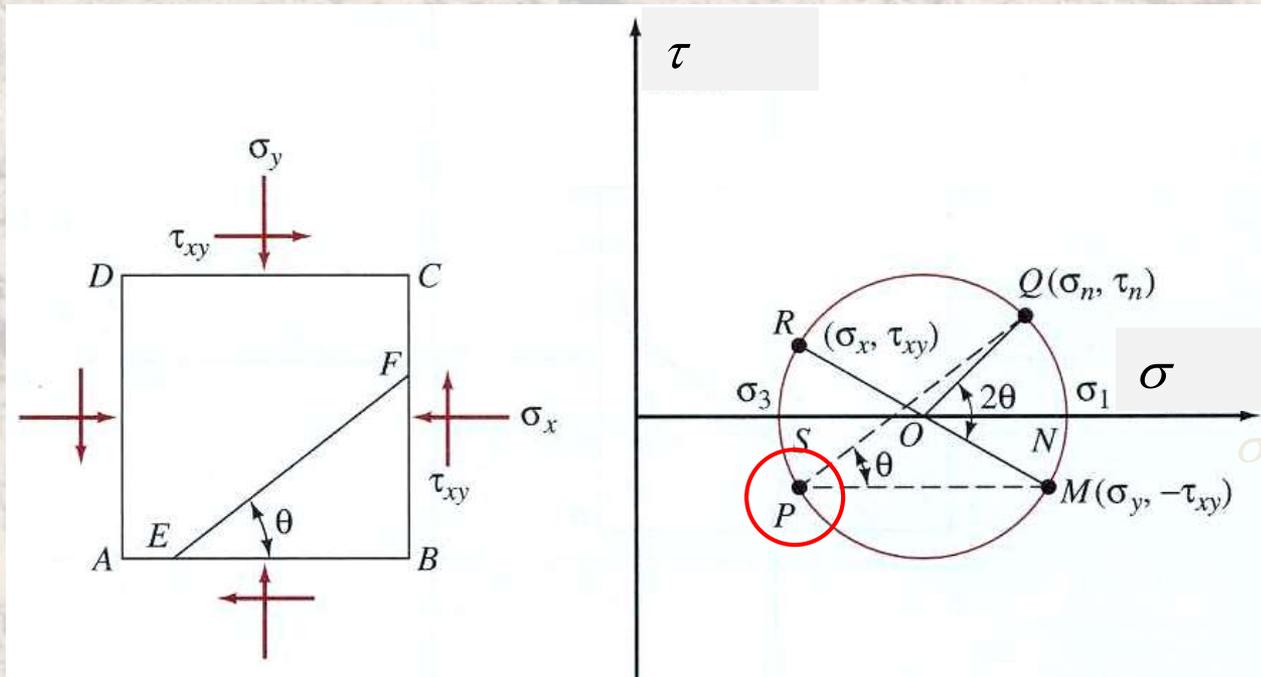


Círculos de Mohr

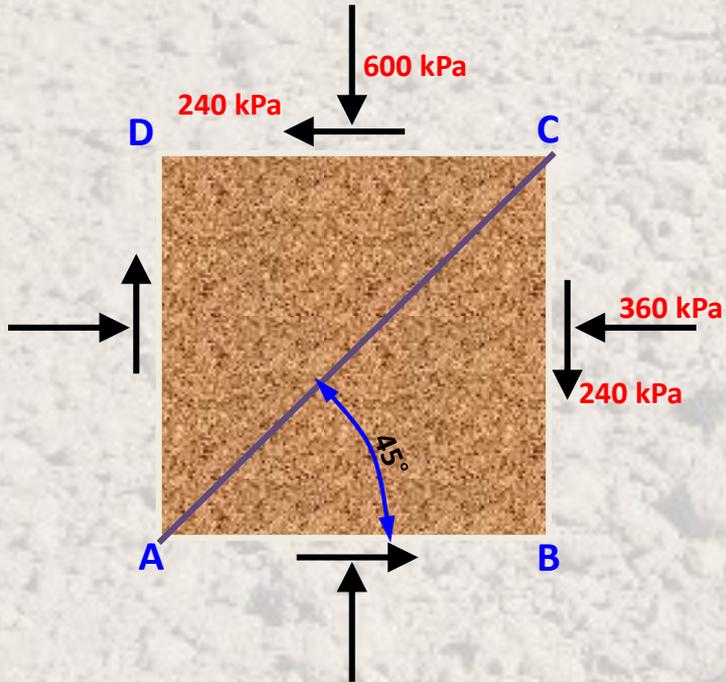


Círculos de Mohr - Pólo

- Retas (RP) e (MP), paralelas aos planos DA e BA definem o **polo**.
- O polo é um ponto **único** a partir do qual é possível determinar estados de tensão em qualquer plano

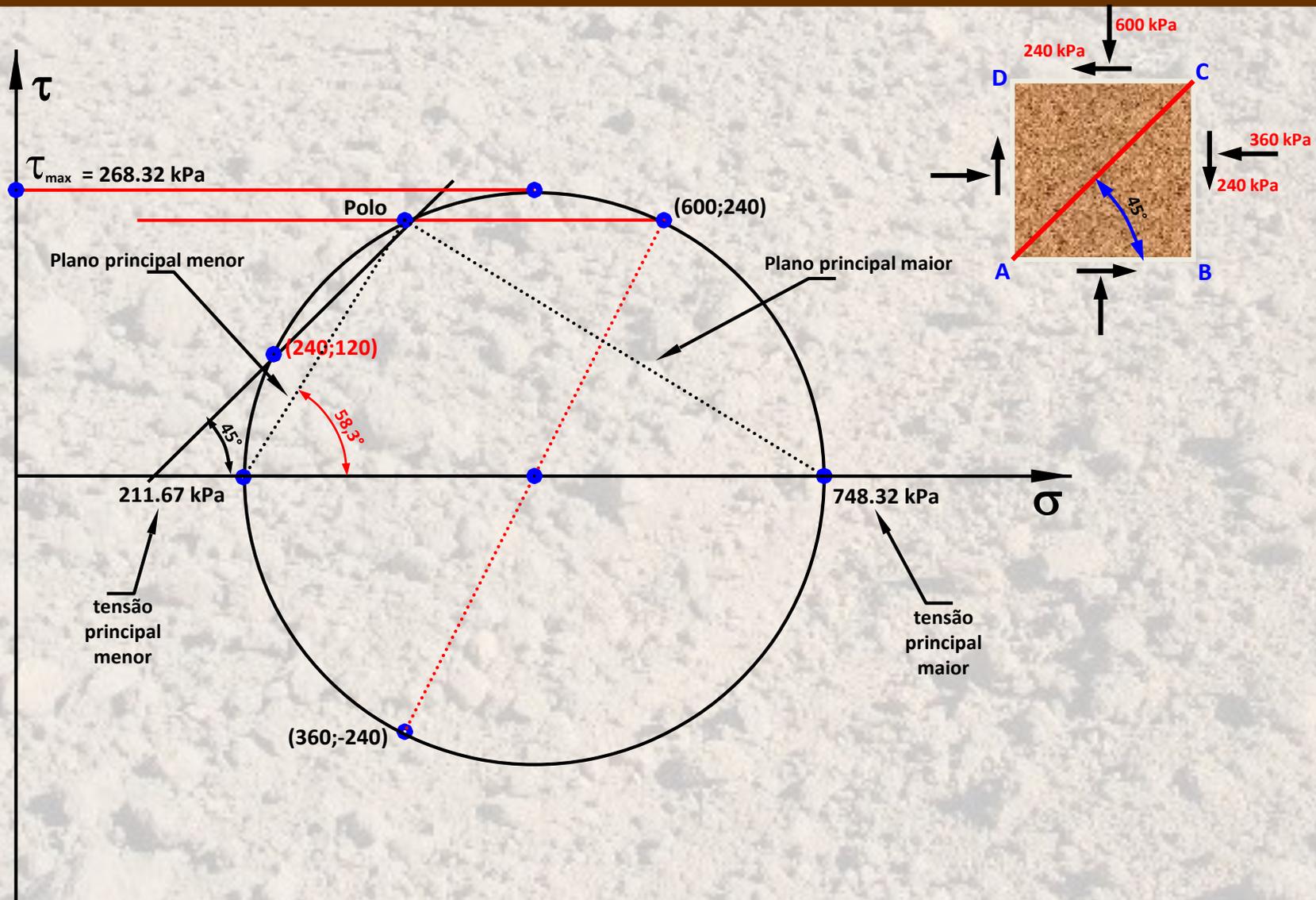


Círculos de Mohr - Exemplo 1



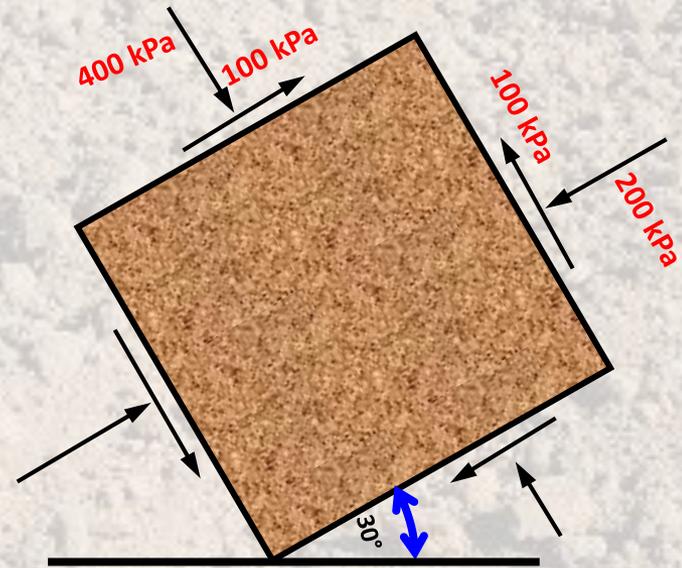
- Usando círculo de Mohr, determinar:
 - Tensão principal maior
 - Tensão principal menor
 - Tensões no plano AC
 - Direções dos planos principais
 - Máxima tensão de cisalhamento

Círculos de Mohr - Exemplo de aplicação

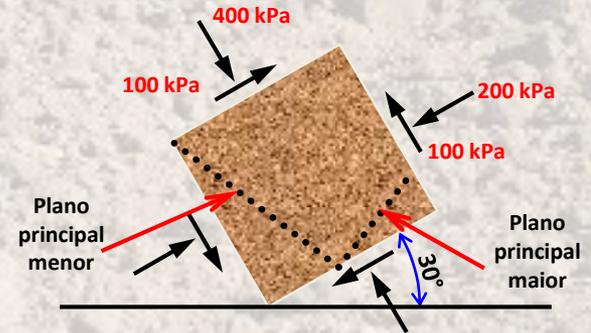
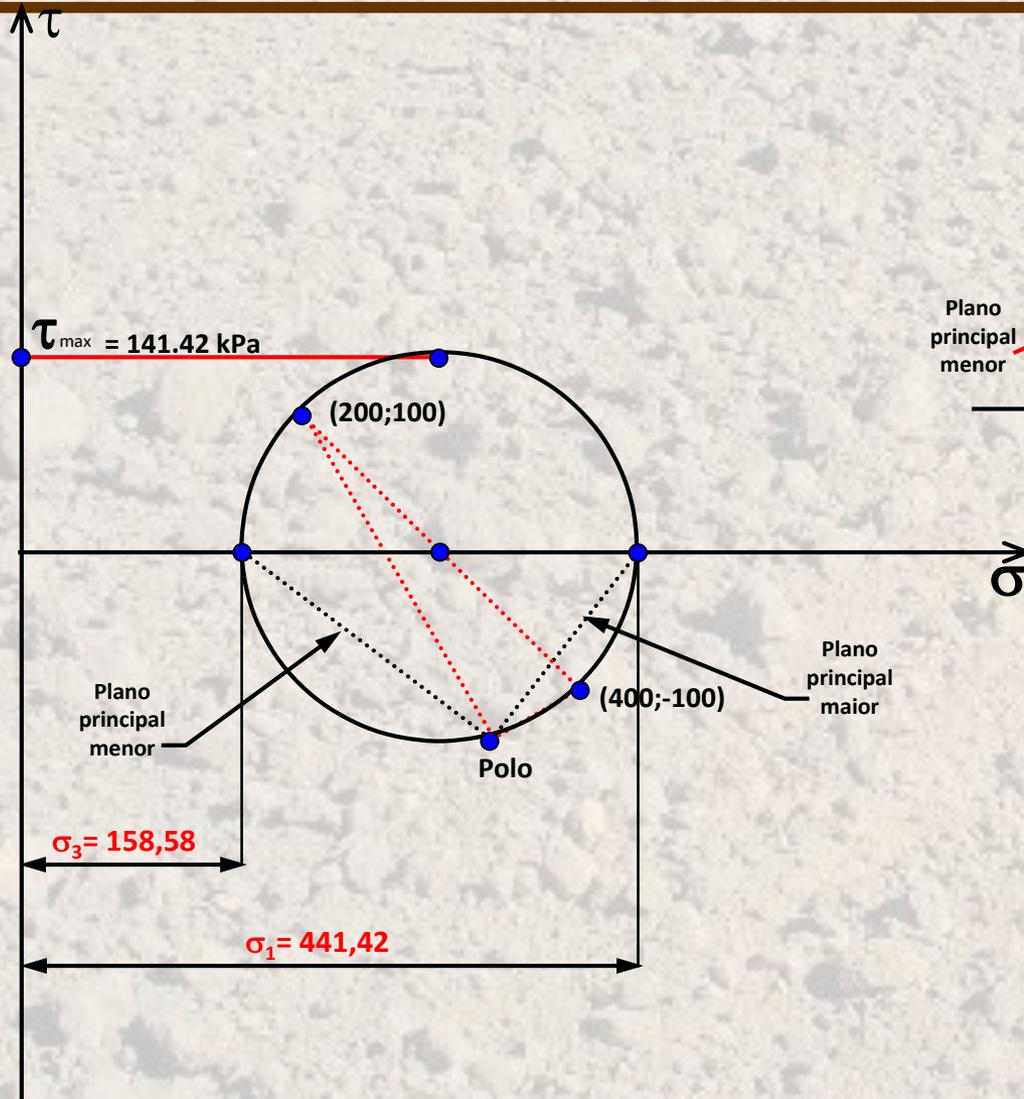


Círculos de Mohr - Exemplo 2

- Para o elemento de solo mostrado na figura abaixo, determinar:
 - Tensão principal maior
 - Tensão principal menor
 - Direções dos planos principais
 - Máxima tensão de cisalhamento



Círculos de Mohr - Exemplo de aplicação



Círculos de Mohr - Exemplo 3 - Casa

- Para o elemento de solo mostrado na figura abaixo, determinar:
 - Tensão principal maior
 - Tensão principal menor
 - Direções dos planos principais
 - Máxima tensão de cisalhamento
 - Tensões atuantes no plano (DE)

