

Comportamento dos solos

Aulas do Prof. John Atkinson

Escola Politécnica - 2016

Compressão simples de
areia e argila (resistência)



Solos são... solos: partículas
+ água + ar

Comportamento controlado por
pressão neutra e atrito!



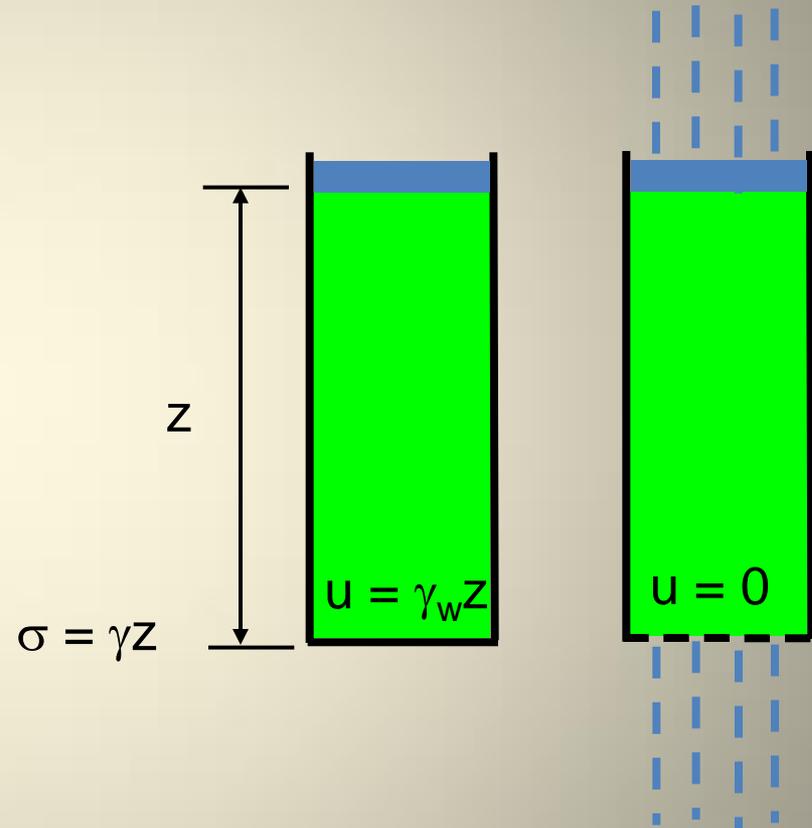
Tensão efetiva

$$\sigma' = \sigma - u$$

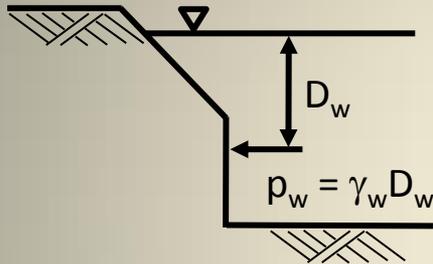
σ (green) \rightarrow $(q + \gamma z)$

u (blue) \rightarrow pressão neutra

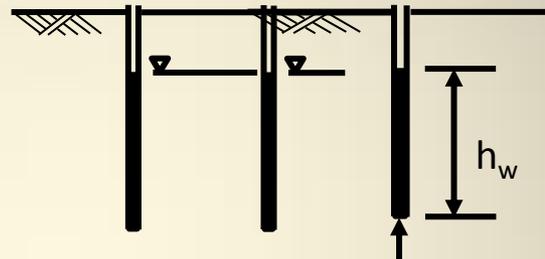
controla
todo o
comportamento



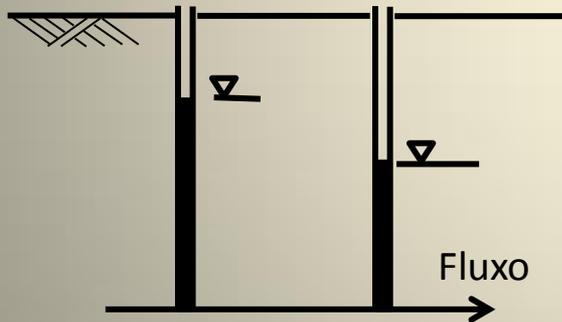
Água – pressão neutra, drenagem, carregamento



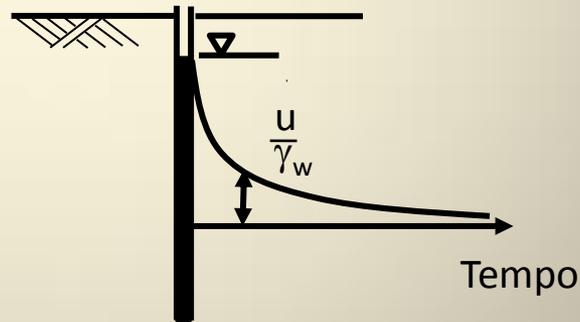
Água livre



Hidrostático $u = \gamma_w h_w$

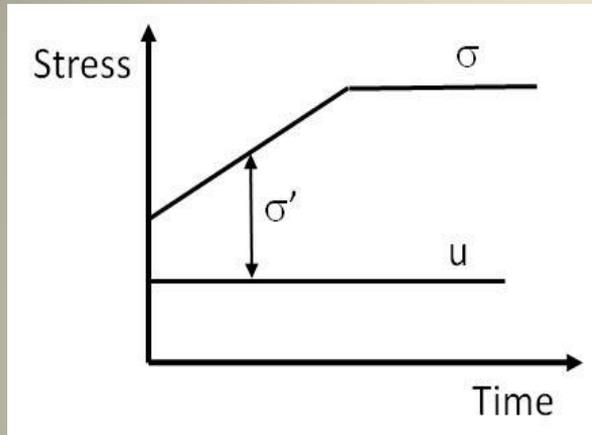


Fluxo em regime permanente : $V = ki$



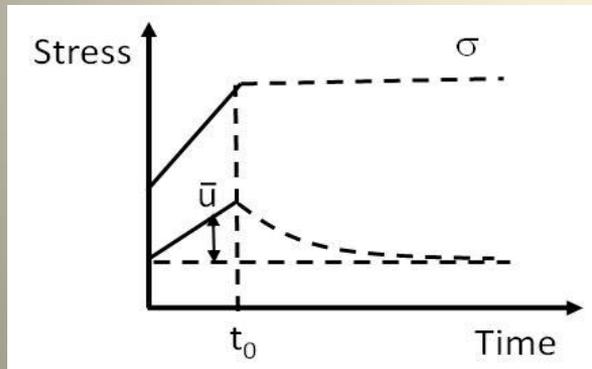
Adensamento

Drenado ou não drenado?



Drenado: carregamento lento ou drenagem rápida

pressão neutra constante ou conhecida
análise em tensões efetivas



Não drenado: carregamento rápido ou drenagem lenta

pressão neutra desconhecida
índice de vazios (umidade) constante
análise em tensões totais

A seguir adensamento...

Velocidades de carregamento e drenagem.

Drenado = carregamento lento
ou drenagem rápida

$$\Delta u = 0$$

σ' conhecida

análise em tensões efetivas

$$\tau = (\sigma - u)\tan\phi'$$

Rigidez: E' e ν'

Não drenado = carregamento
rápido ou drenagem lenta

$$\Delta\varepsilon_v = 0$$

u desconhecida

análise em tensões totais

$$\tau = S_u$$

Rigidez: E_u e $\nu_u = 1/2$

Velocidades de carregamento e drenagem.

Solicitação

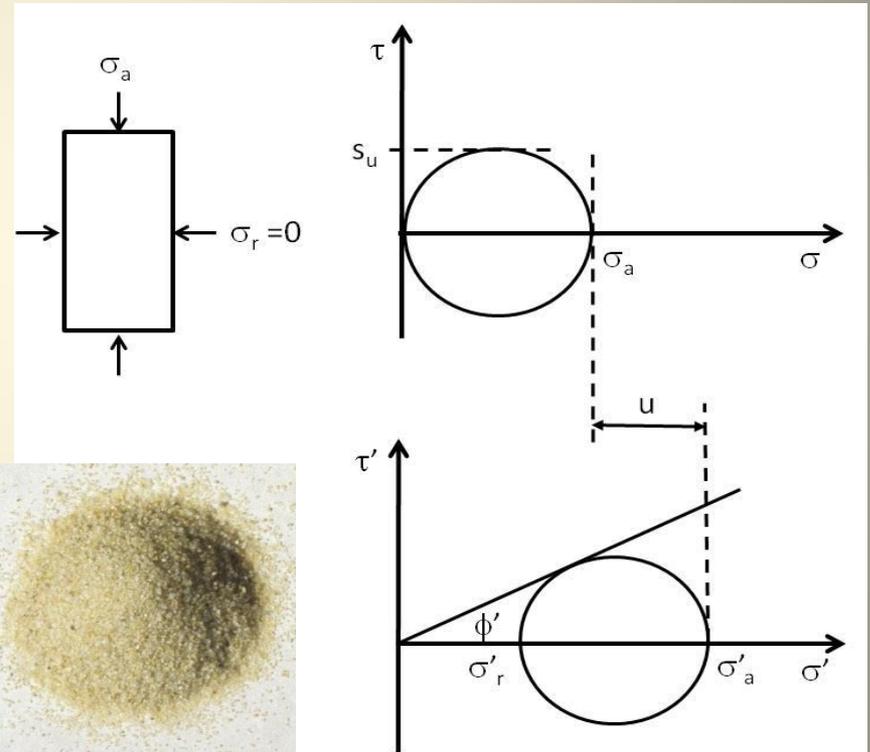
Sismo:	10 s
Pequena escavação:	3 hrs = 10^4 s
Pequena fundação:	10 days = 10^6 s
Aterro:	3 months = 10^7 s
Grande edifício:	3 years = 10^8 s
Erosão:	30 years = 10^9 s

Drenagem (tempo para 1 m fluxo)

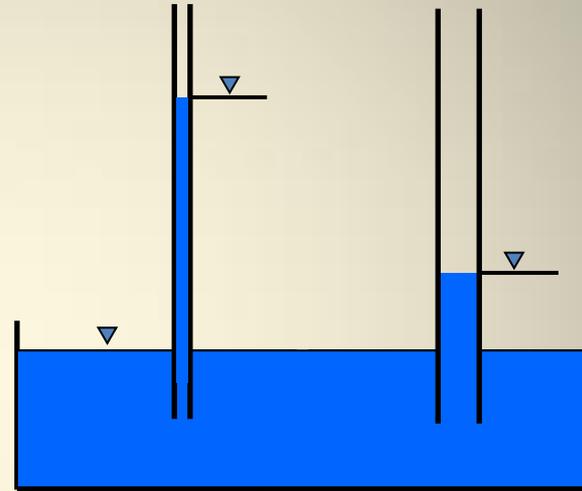
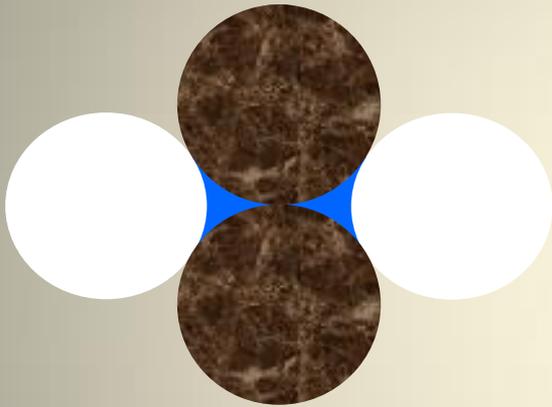
Pedregulho:	$<10^2$ s
Areia:	10^2 to 10^5 s
Silte:	10^5 to 10^8 s
Argila:	$>10^8$ s

Para tempos típicos de construções, 3 horas a 3 anos, areias e pedregulhos têm comportamento drenado, siltes e argilas não drenado

Resistência não confinada = sucção + atrito

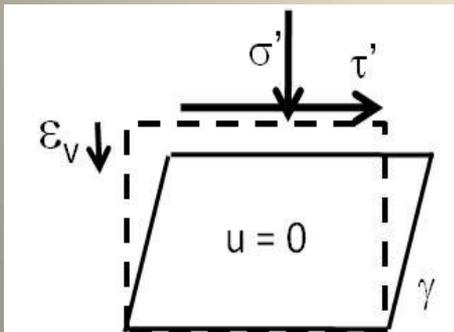


Sucção da água intersticial

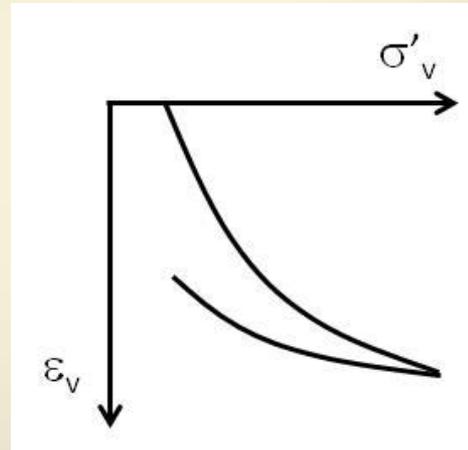


Solo	Tam. grão (mm)	Alt. de sat. (m)	Sucção (kPa)
Argila	0.001	60	600
Silte	0.01	6	60
Areia	0.1	0.6	6

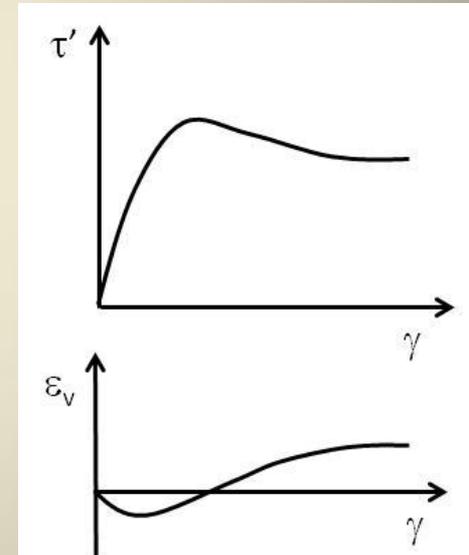
Cisalhamento e compressão



Compressão \Rightarrow
mudança de volume

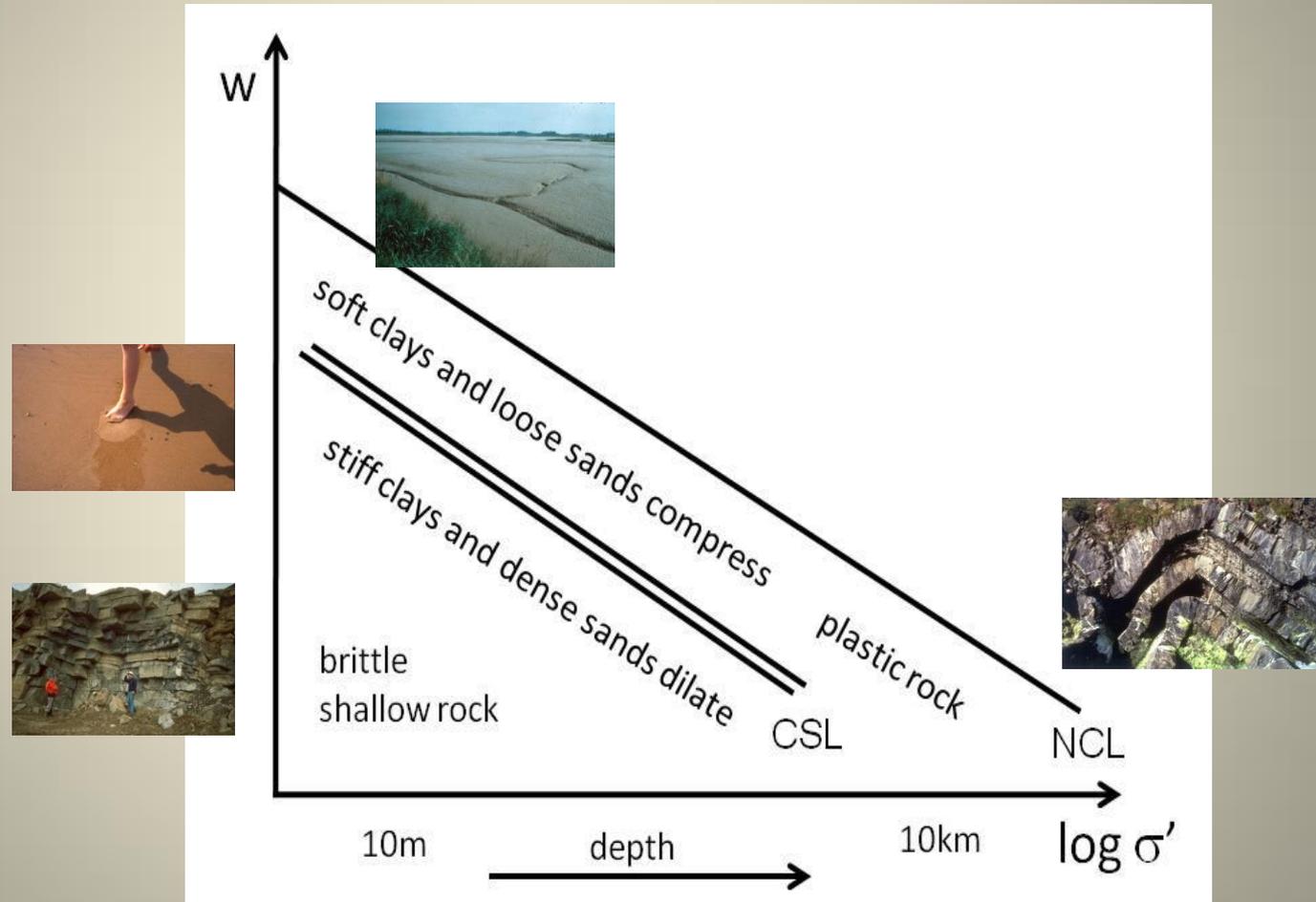


Cisalhamento \Rightarrow distorção
 \Rightarrow mudança de forma

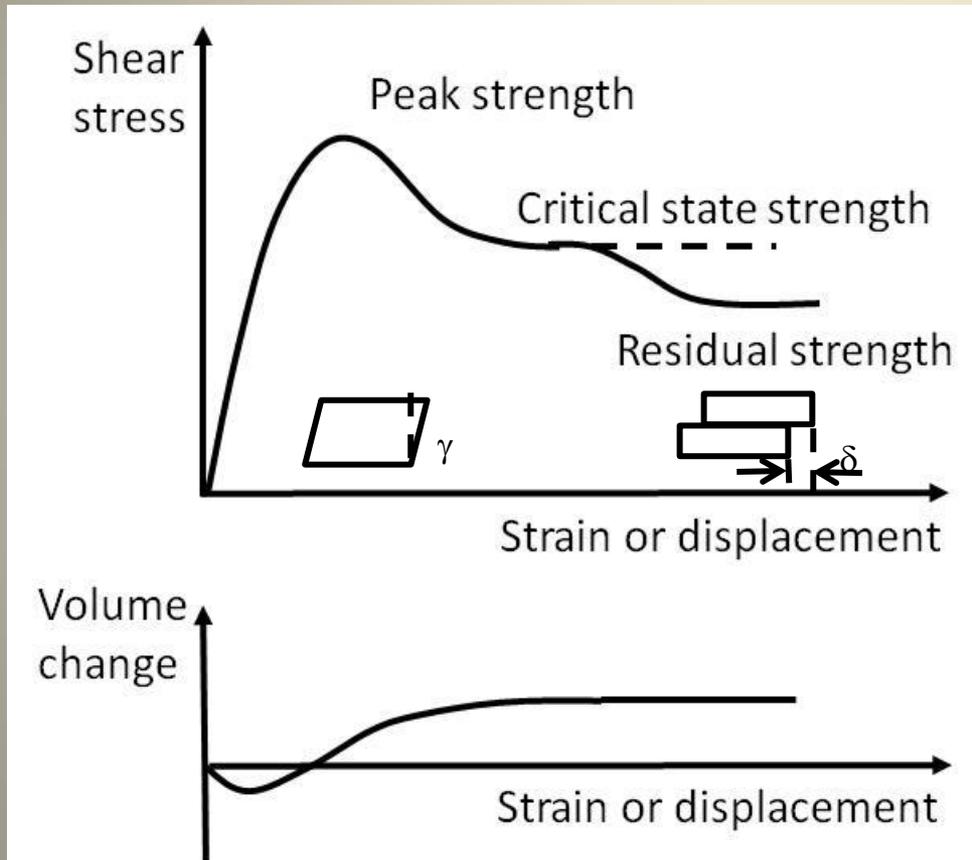


Cisalhamento também pode
causar mudança de volume

Estado de solos e rochas



Solo tem várias resistências



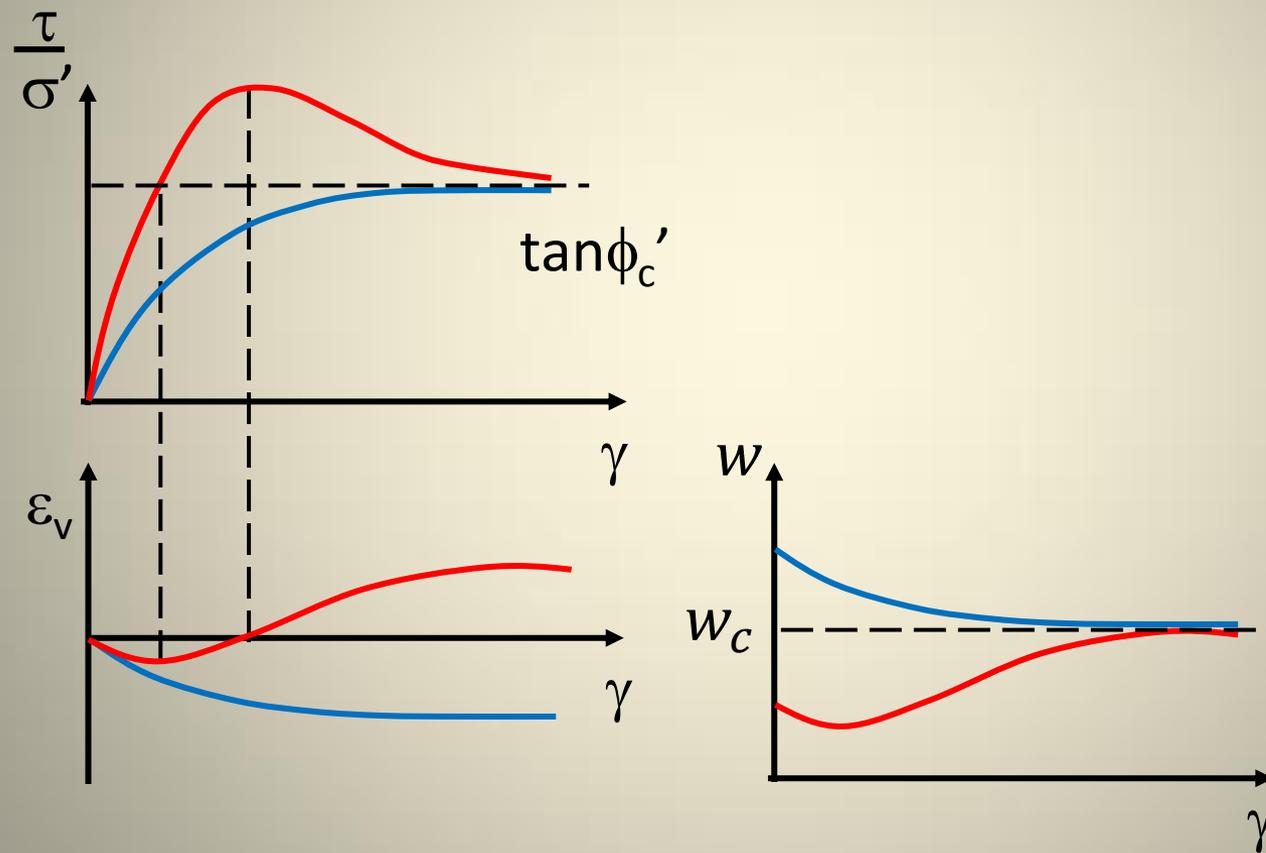
Resist. de pico e de estado crítico
partículas em "fluxo" turbulento
contínuo

Resist. de pico – expansão

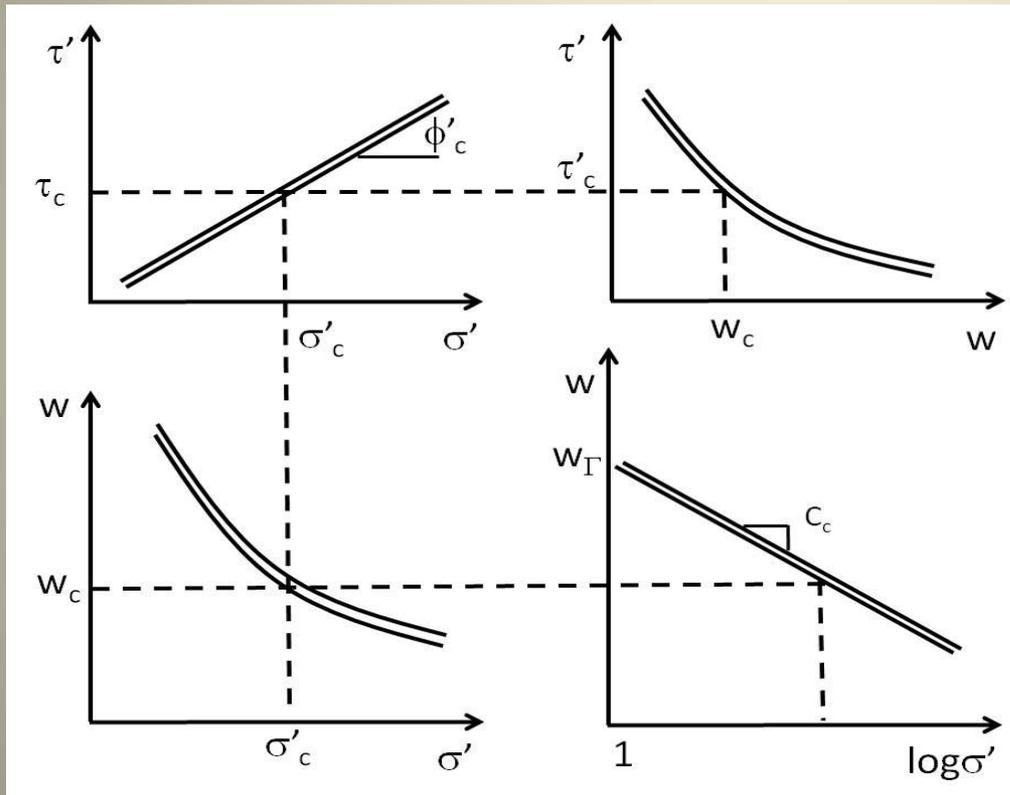
Resist. de est. crít. – vol. constante

Resistência residual
partículas em "fluxo" laminar

Comportamento do solo – cisalhamento drenado



Relação entre resistência e volume



Definição

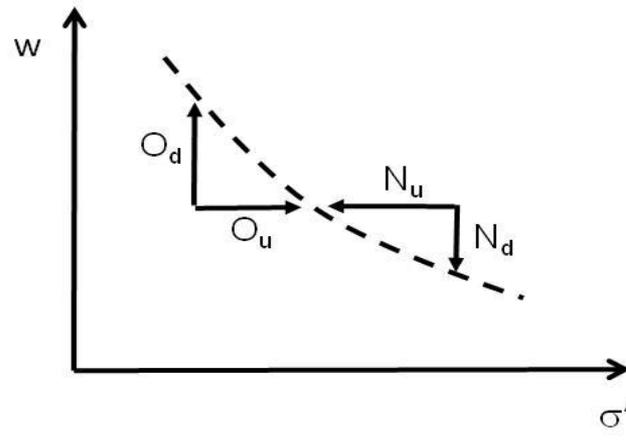
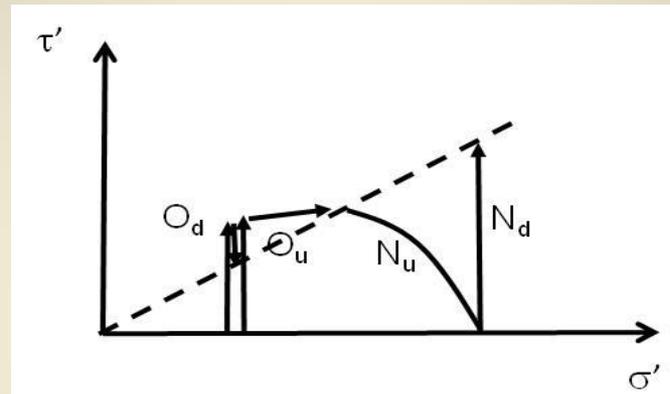
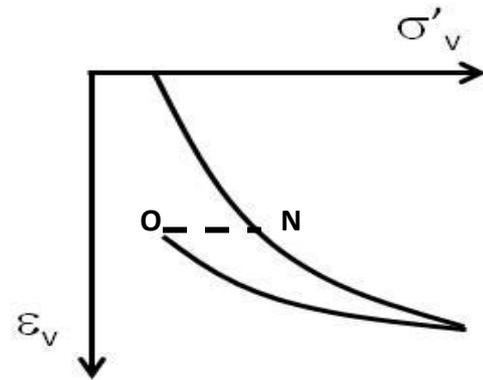
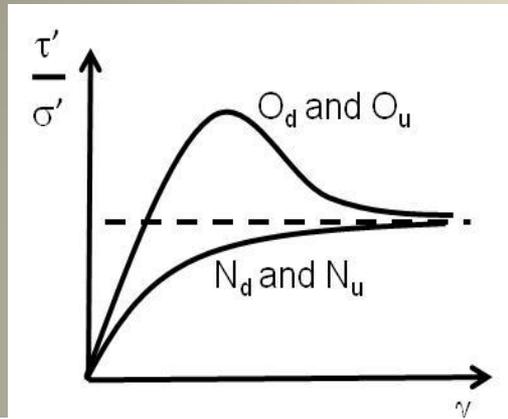
Em cisalhamento a volume constante o solo se deforma com tensão efetiva constante e a volume constante

Princípio

Há uma relação única entre tensão de cisalhamento, tensão normal efetiva e índice de vazios (umidade)

$$eS = wG_s = w \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$$

Cisalhamento e compressão do solo



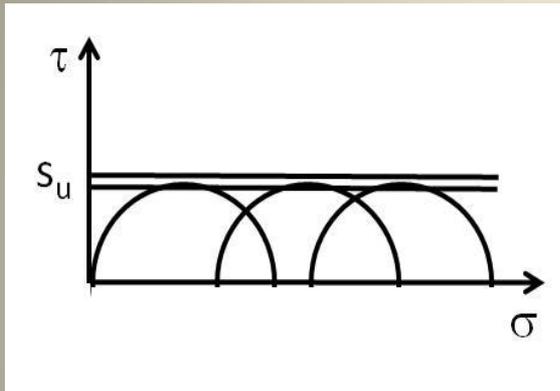
O = sobre-adensado

N = normalmente adensado

d = drenado

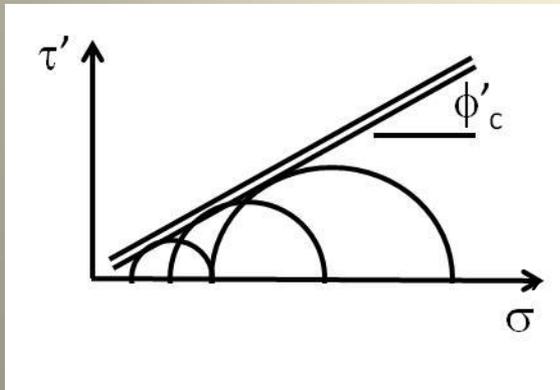
u = não drenado

Modelos gerais de resistência



Resistência não drenada
Modelo Tresca

$$\tau = s_u$$



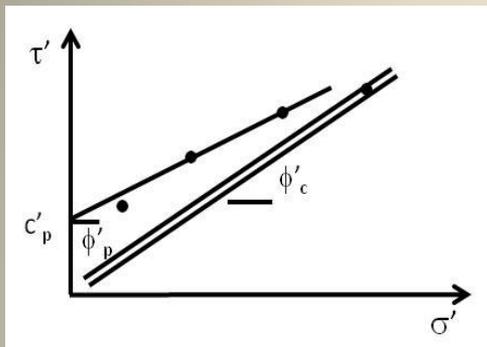
Resistência em
tensões efetivas
Modelo Mohr-Coulomb

$$\tau' = c' + \sigma' \tan \phi'$$

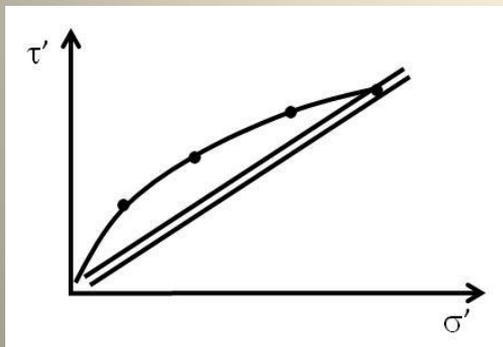
cuidado com c' !



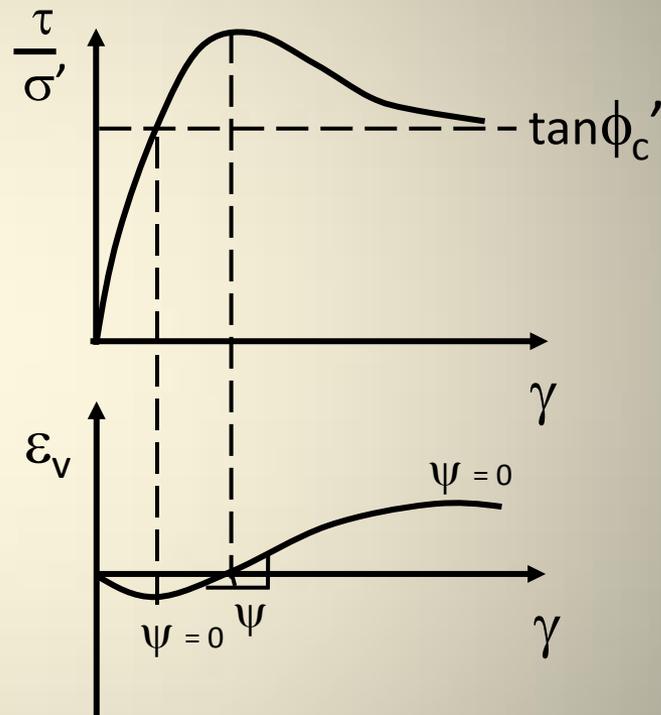
Resistência de pico



Mohr Coulomb $\tau' = c'_p + \sigma' \tan \phi'_p$



Hoek-Brown $\tau' = A \sigma'^b$



Dilatância $\tau' = \sigma' \tan (\phi'_c + \psi)$

Solo tem mesma coesão?
(resistência sob tensão efetiva zero)

Submersão em água e espera até que pressões neutras se equalizem.



c' é devido a cimentação ou atração entre grãos?

Cimentação se manterá com as deformações impostas pela obra?
