

# Comportamento de

---

# Alguns Solos Típicos

Prof. Maristâni G. Spannenberg F.

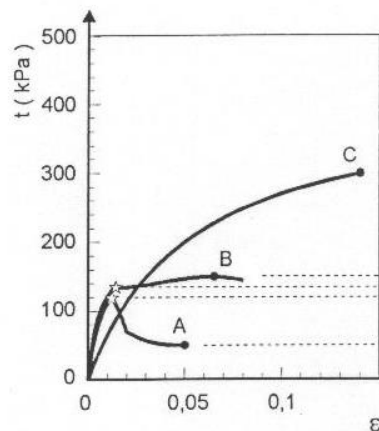
- Comportamento de Alguns Solos Típicos
  - Solos Cimentados
    - Solos Residuais
  - Solos Não Saturados
    - Solos Expansivos
    - Solos Colapsíveis
  - Solos Compactados

## Aspectos Gerais

- Existe uma grande diversidade de solos na crosta terrestre.
- Geotecnia clássica:
  - Solos saturados e homogêneos;
  - Solos sedimentares reconstituídos, i.e., com a estrutura natural removida;
  - Materiais “bem comportados”.
- A aplicação das teorias clássicas aos materiais “reais” implica na incorporação de aspectos detectados pela observação experimental.

## Solos Cimentados

- Comportamento na Compressão Triaxial



## Solos Residuais

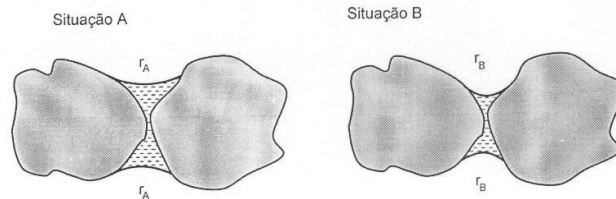
- Caracterizam-se pela heterogeneidade e anisotropia;
- Podem, no entanto, ser representados por parâmetros médios de comportamento;
- São freqüentemente cimentados e não saturados.

## Solos Não Saturados

- Os vazios são parcialmente ocupados pelo ar;
- Qualquer carregamento provoca uma compressão do solo e aumento da tensão efetiva, mesmo que não haja drenagem;
- A pressão no ar ( $u_a$ ) é diferente da pressão na água ( $u_w$ ) e a diferença é chamada pressão de sucção ( $u_a - u_w$ );
- $u_a > u_w$ , em função do efeito membrana e da formação de meniscos capilares curvos.

## Solos Não Saturados

- Relação entre o raio de curvatura do menisco e a pressão de sucção



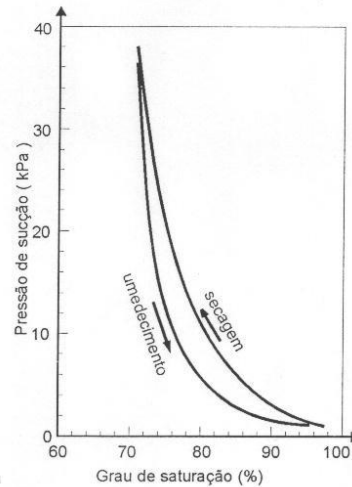
- Quando o grau de saturação diminui, os raios de curvatura dos meniscos também diminuem e a pressão aumenta.

## Solos Não Saturados

- O ar e a água nos vazios podem coexistir nas seguintes formas:
  - Bolhas de ar oclusas, sem comunicação, em uma massa de água ( $S > 85$  a  $90\%$ );
  - Canais de ar e de água intercomunicados e entrelaçados (Valores intermediários de  $S$ );
  - Canais de ar intercomunicados com a água se concentrando nos contatos entre partículas ( $S$  muito baixo).
- Nas duas últimas condições, a pressão no ar é a atmosférica e na água é negativa.

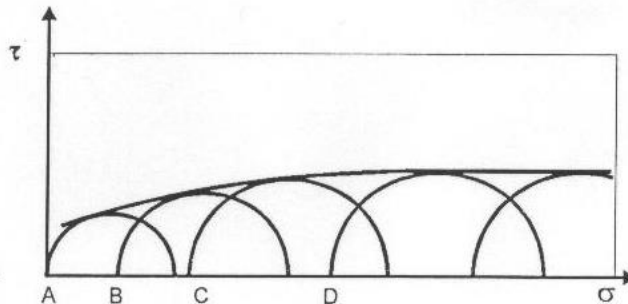
## Solos Não Saturados

- Curva característica de um solo não saturado:
- Relação entre  $S$  e a pressão de sucção;
- Depende da forma como  $S$  foi atingido.

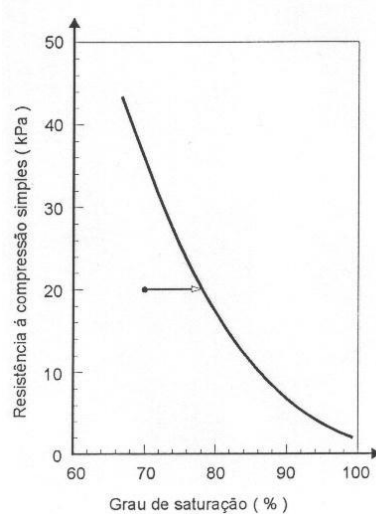


## Solos Não Saturados: Ensaio Triaxial UU

- Em ensaios UU, ao aplicarem-se tensões confinantes crescentes, as tensões efetivas aumentam até que haja a saturação da amostra.



## Solos Não Saturados: Ensaio Triaxial UU



- No solo saturado, a resistência é função da cimentação;
- No solo não saturado, existe uma parcela da resistência que é função da pressão de sucção.

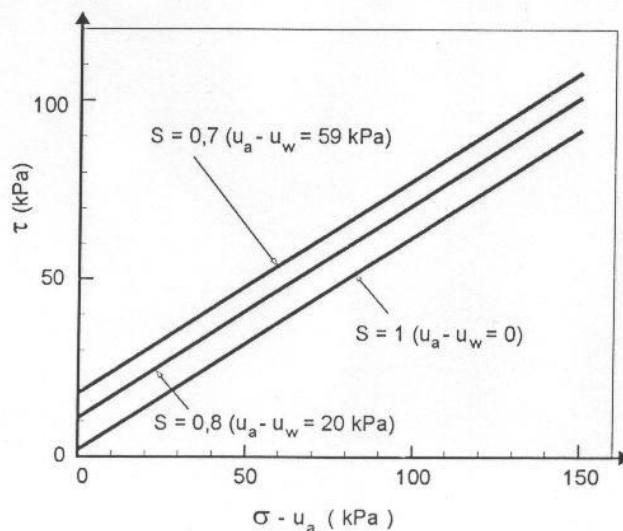
## Solos Não Saturados: Ensaio Triaxial CD

- Em ensaios CD, o tempo de ensaio é reduzido porque as poro-pressões se dissipam mais rapidamente;
- A interpretação do ensaio é difícil:
  - Se  $S = 100\%$ ,  $u_w = 0$  e  $\sigma' = \sigma$
  - Se  $S < 100\%$ ,  $u_a \neq u_w$  e  $\sigma' \neq \sigma$
  - $u_a$  e  $u_w$  não podem se anular mutuamente.

## Solos Não Saturados: Ensaio Triaxial CD

- Se  $u_a = p_a = 0$ , então  $u_w < 0$ 
  - A tensão efetiva é maior que no solo saturado;
  - A resistência é tanto maior quanto menor for  $S$ , pois maior será a sucção.
- Se  $u_w = p_a = 0$ , então  $u_a > 0$ 
  - A tensão efetiva é menor que no solo saturado;
  - A resistência é menor mas a diferença é pequena para  $S > 80\%$ .

## Solos Não Saturados: Ensaio Triaxial CD



## Solos Não Saturados:

### Ensaio Triaxial CU

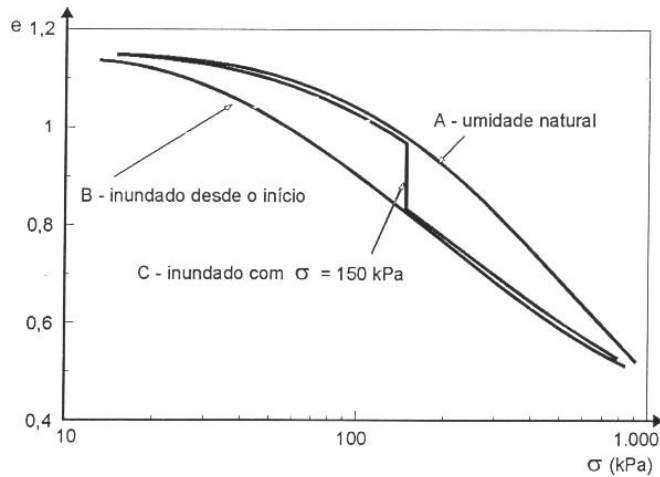
- Quanto menor o grau de saturação  $S$ , menor o valor de  $\Delta u$  gerado no cisalhamento e maior a resistência;
- Se o solo é sobre adensado, a resistência não é tão maior que aquela obtida para o solo saturado.

## Solos Colapsíveis

- São solos não saturados;
- Apresentam rápida compressão quando submetidos a um aumento do teor de umidade, mesmo sem variação das tensões totais.
- Destruição dos meniscos capilares ou amolecimento da cimentação entre as partículas.



## Solos Colapsíveis



## Solos Colapsíveis

- Como consequência do colapso do solo podem ocorrer escorregamentos em terrenos inclinados e recalques bruscos em terrenos planos;
- Casos Históricos:
  - Argilas porosas vermelhas de São Paulo;
  - Construção da Barragem Três Irmãos no Rio Tietê com a elevação do lençol freático na cidade de Pereira Barreto, SP.

## Solos Expansivos

- Solos que aumentam de volume com o aumento do grau de saturação;
- Mecanismos de expansão:
  - Interação físico-química entre os argilo-minerais (esmectitas) e a água nos poros;
  - Alívio de tensões totais;
  - Redução das pressões de sucção (ressecamento, solos compactados);

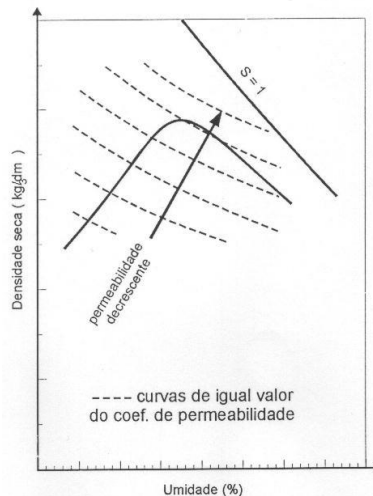
## Solos Expansivos

- As conseqüências da expansividade dos solos dependerão da pressão de expansão;
- Casos Históricos:
  - Taludes da Rodovia Carvalho Pinto em São Paulo;
  - Vila nas margens do reservatório da barragem de Itaparica, no Nordeste.

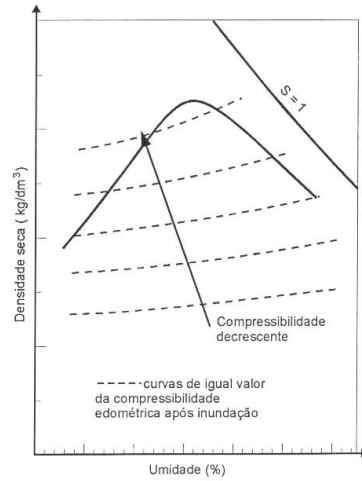
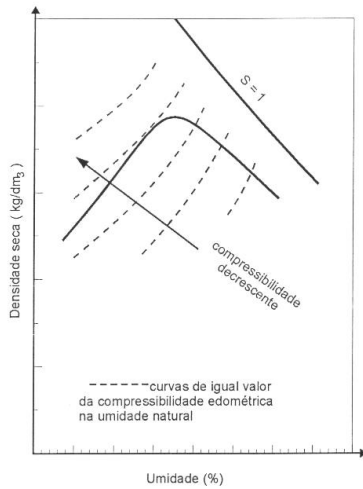
# Solos Compactados

- São solos não saturados;
- O comportamento é afetado pela estrutura imposta pela compactação;
- A estrutura é função da umidade de compactação (ramo seco, umidade ótima, ramo úmido), da energia e do processo de compactação.

## Solos Compactados: Permeabilidade



## Solos Compactados: Adensamento



## Solos Compactados: Resistência Triaxial

