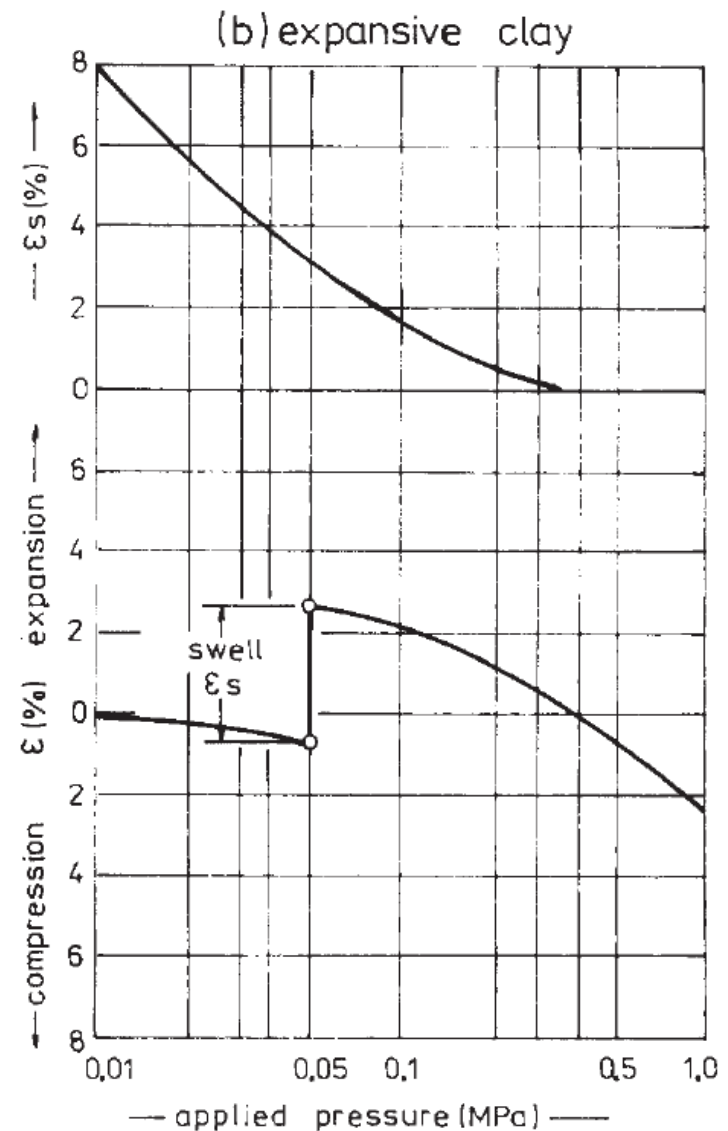
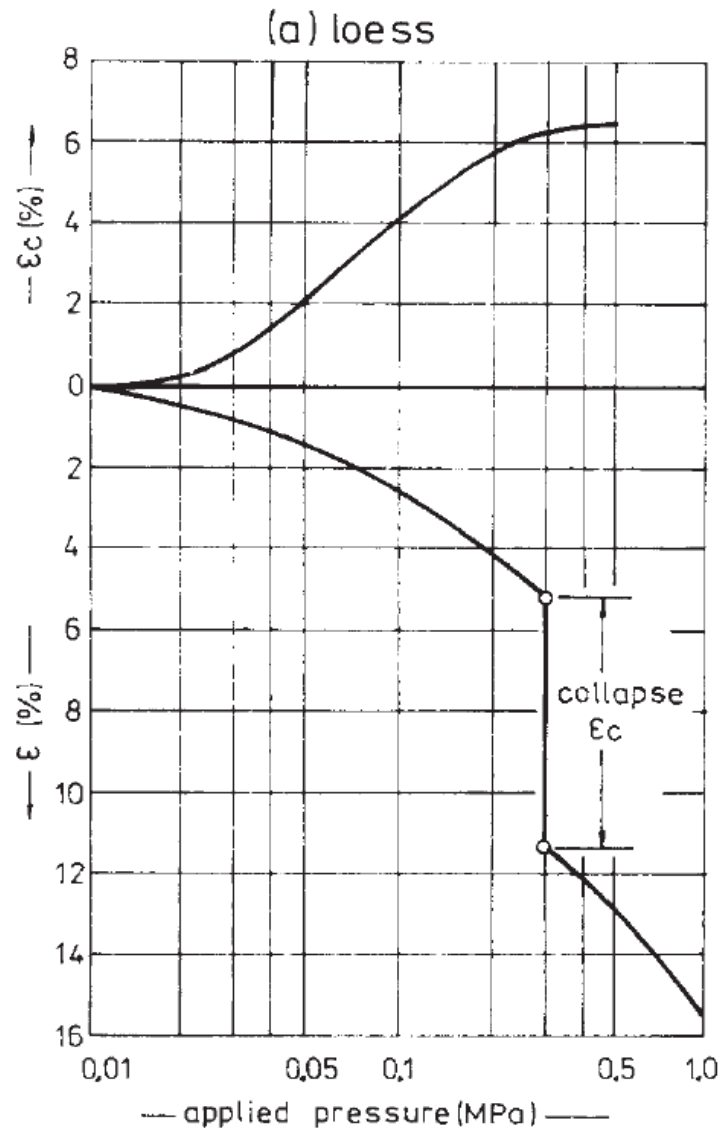


Solos Expansivos e Colapsíveis

Fernando A. M. Marinho

2018

Colapso e Expansão



Fatores que afetam o potencial de expansão

Grupo 1

- A. Tipo de mineral argila.
- B. Quantidade de mineral argila.

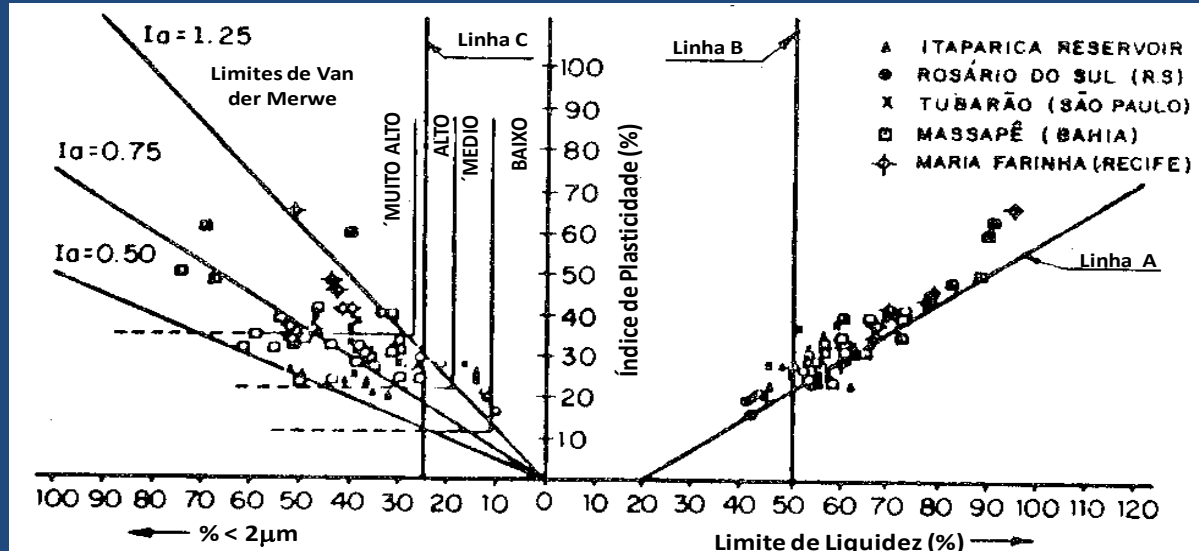
1. Determina o potencial de expansão.
2. Depende da natureza dos grãos
3. Pode ser determinado por meio de ensaios de classificação.
4. Não requer amostra indeformada.

Grupo 2

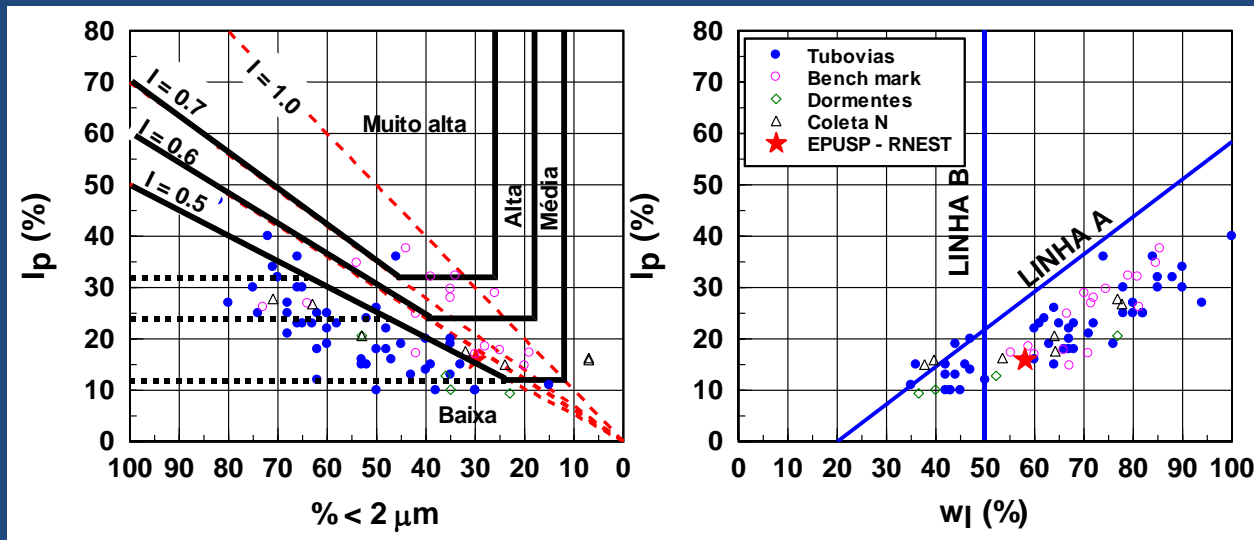
- A. Estrutura do solo.
- B. Densidade seca do solos.
- C. Disponibilidade de água
- D. Sobrecarga.
- E. Concentração eletrolítica da água.
- F. Teor de umidade de compactação.
- G. Método de compactação

1. Controla o grau de potencial de expansão.
2. Depende das condições de formação do solo ou das condições de compactação e de aspectos ambientais.
3. Não pode ser determinado por ensaios de classificação exigindo ensaios específicos.

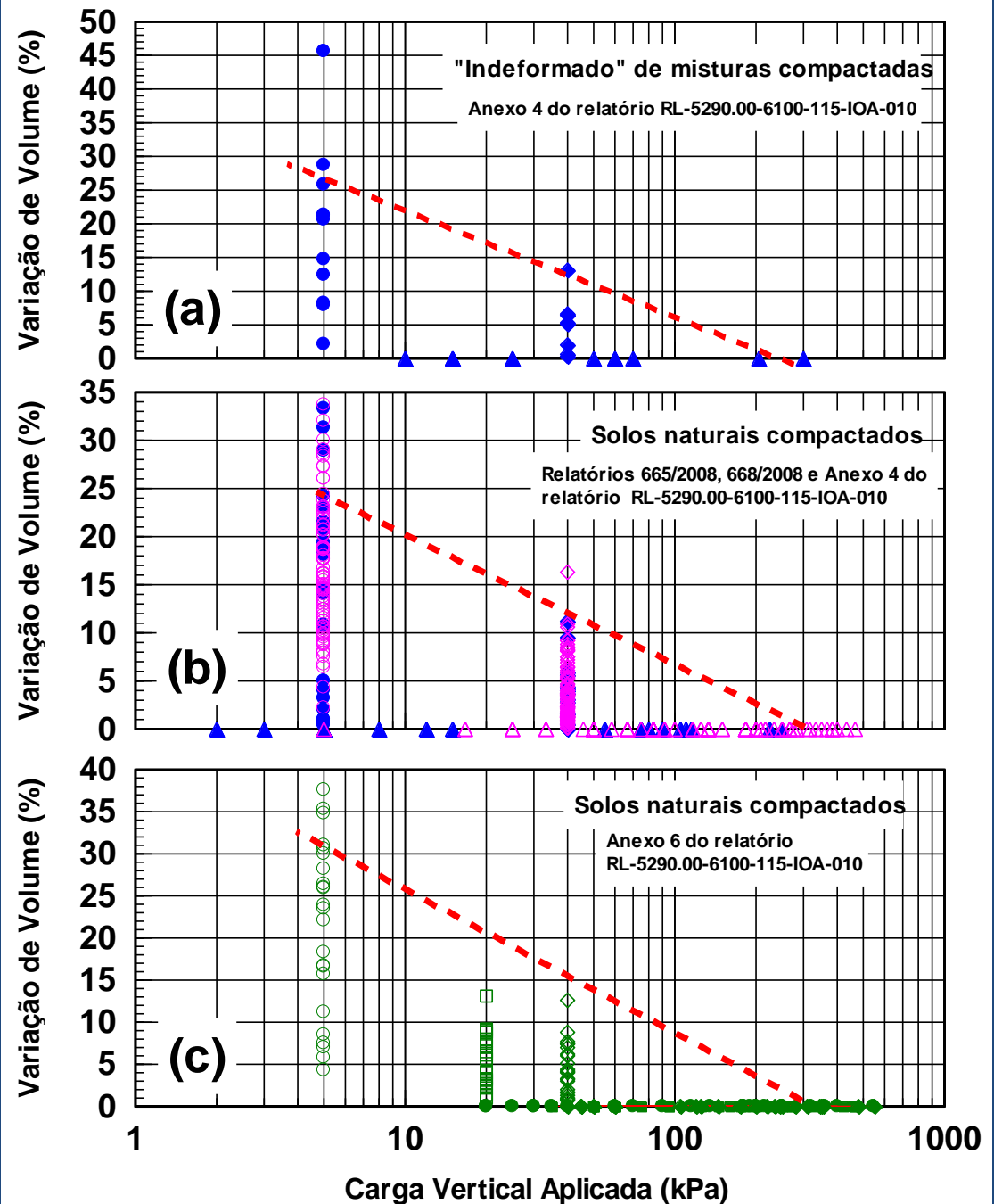
Carta de atividade e plasticidade de alguns solos expansivos do Brasil (Vargas et al. 1989).



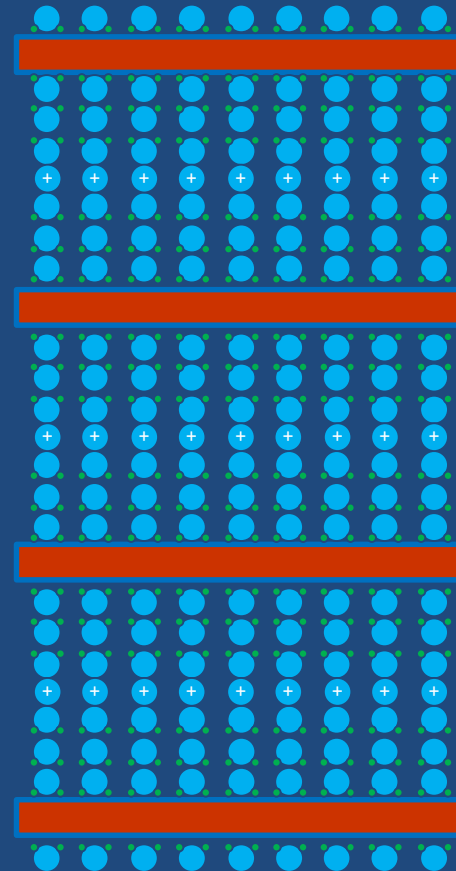
Carta de atividade com a classificação de van der Merwe e a carta de plasticidade.



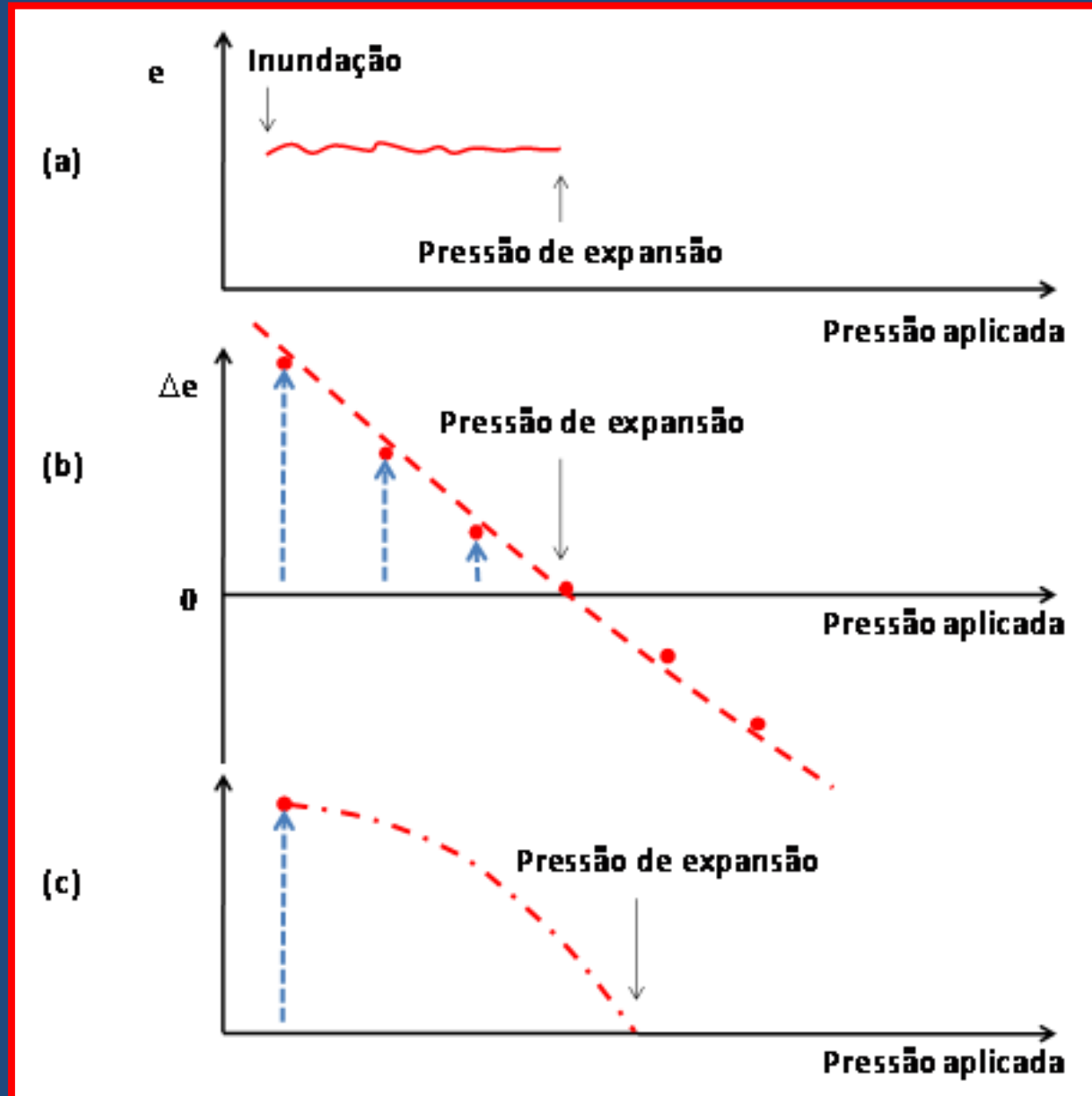
Varição de volume em função da carga aplicada obtidos de ensaios edométricos



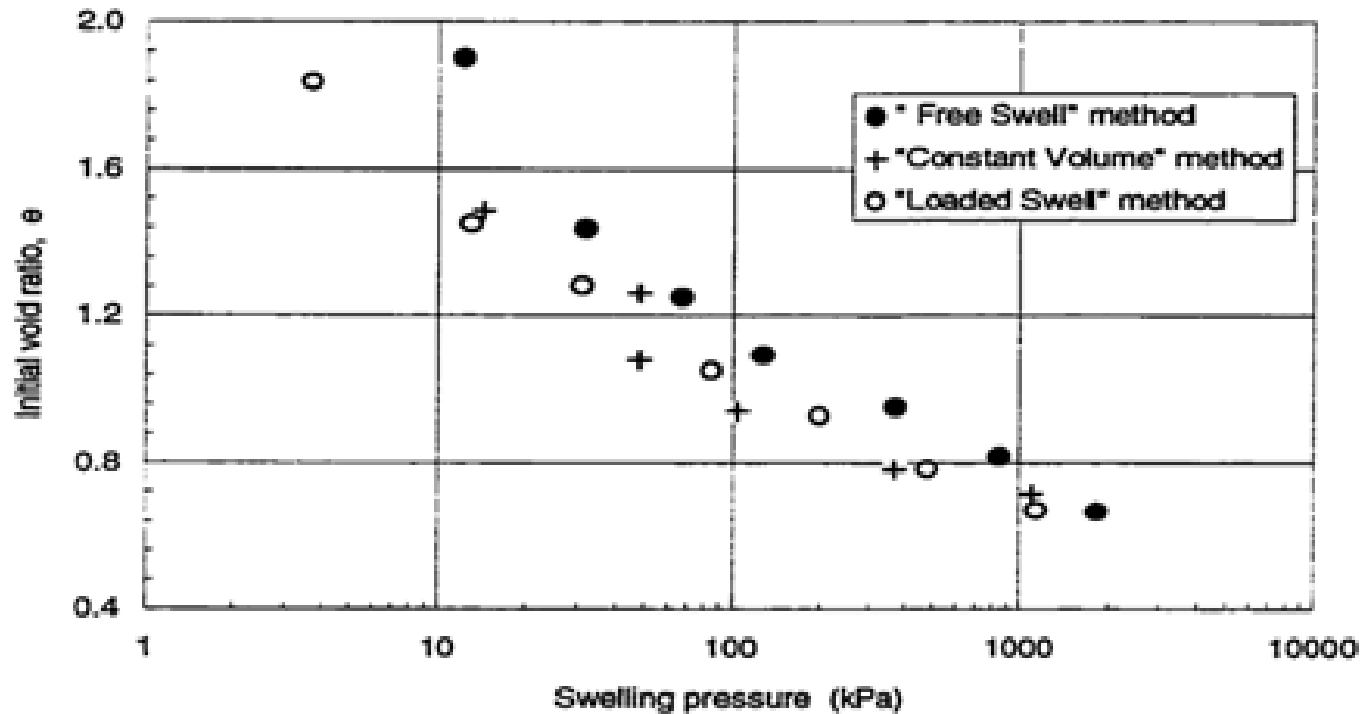
Ensaio em Solos Potencialmente Expansivos



Ensaio em Solos Potencialmente Expansivos

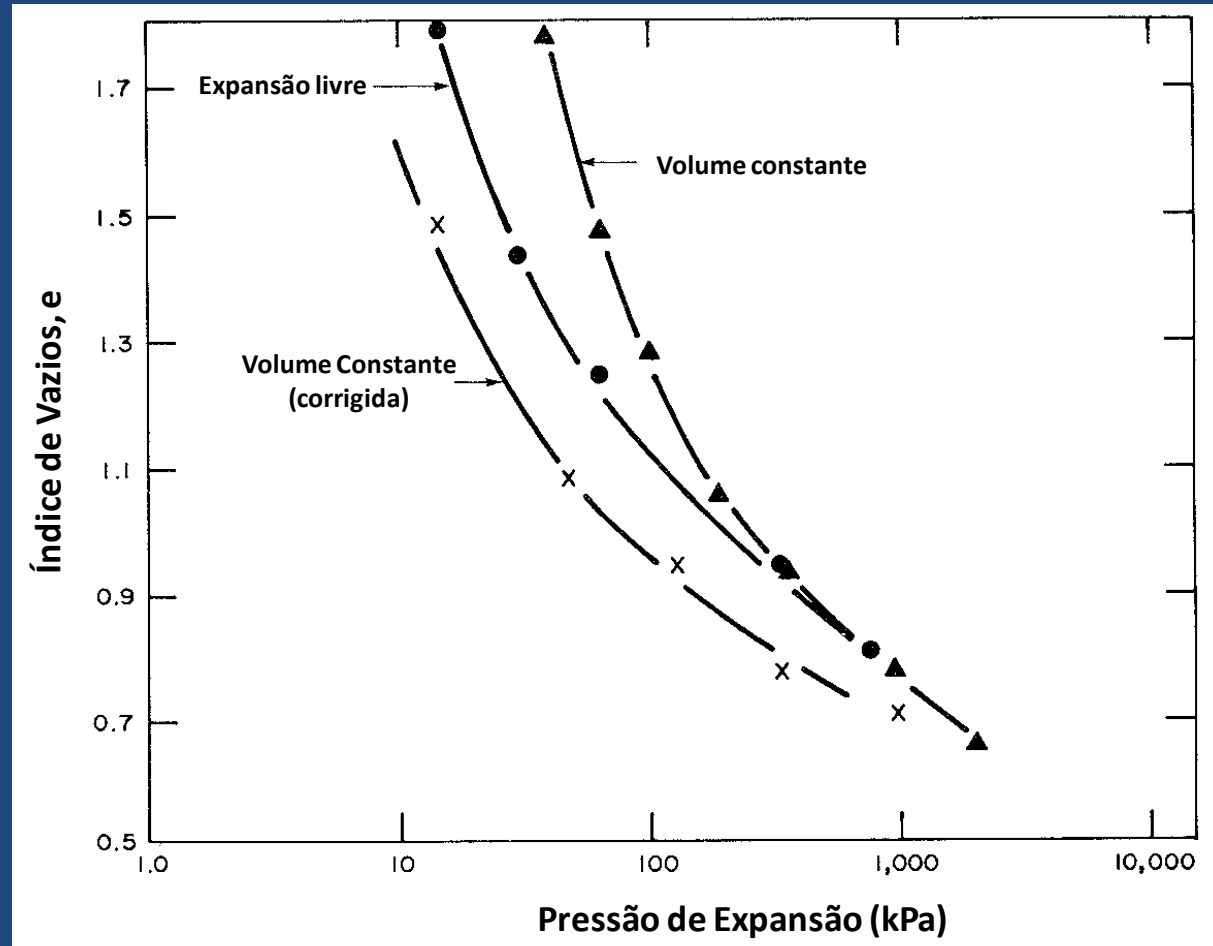


Ensaio em Solos Potencialmente Expansivos

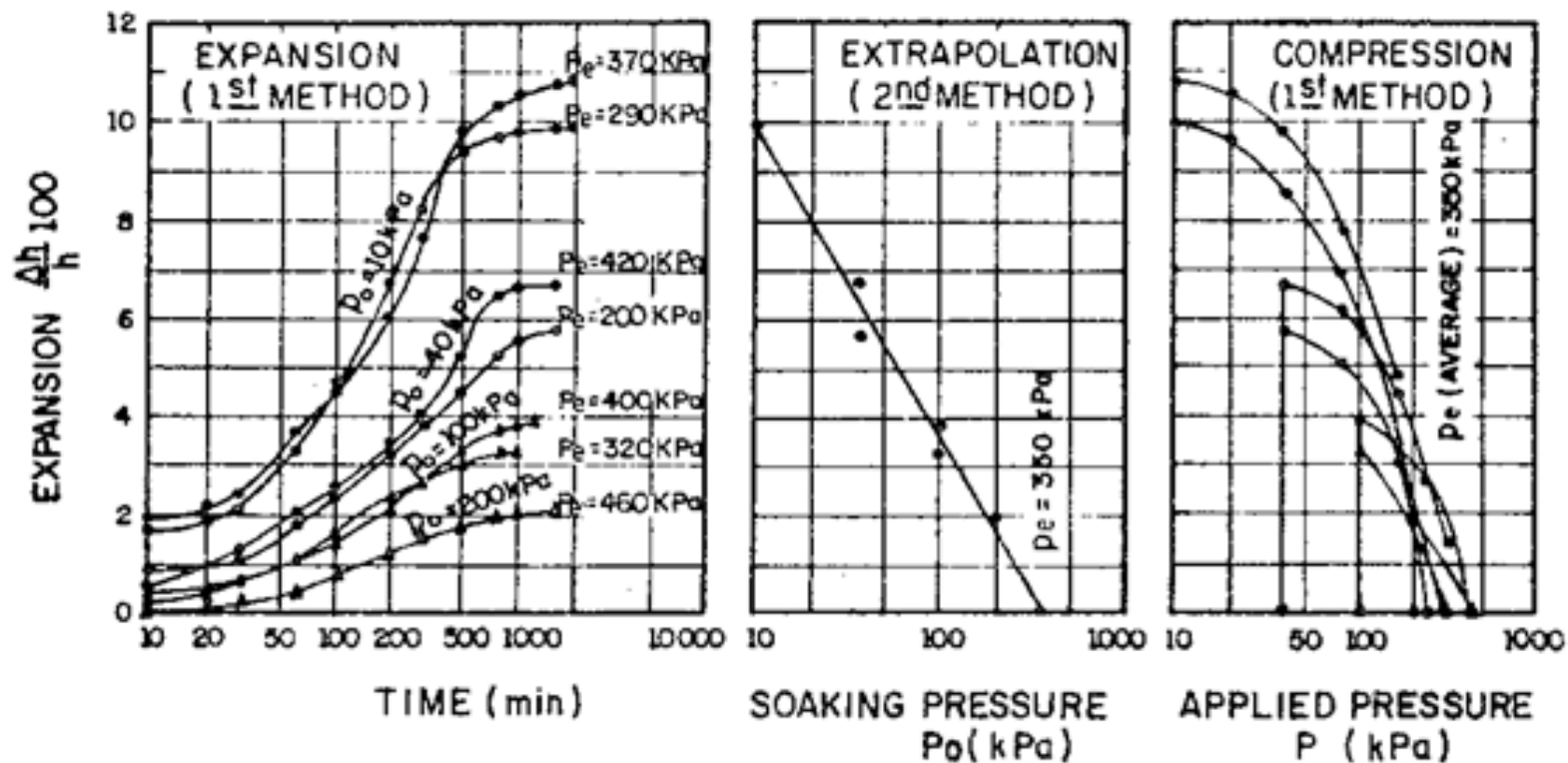


modificado por Shuai, 1996 de Gilchrist (1963)

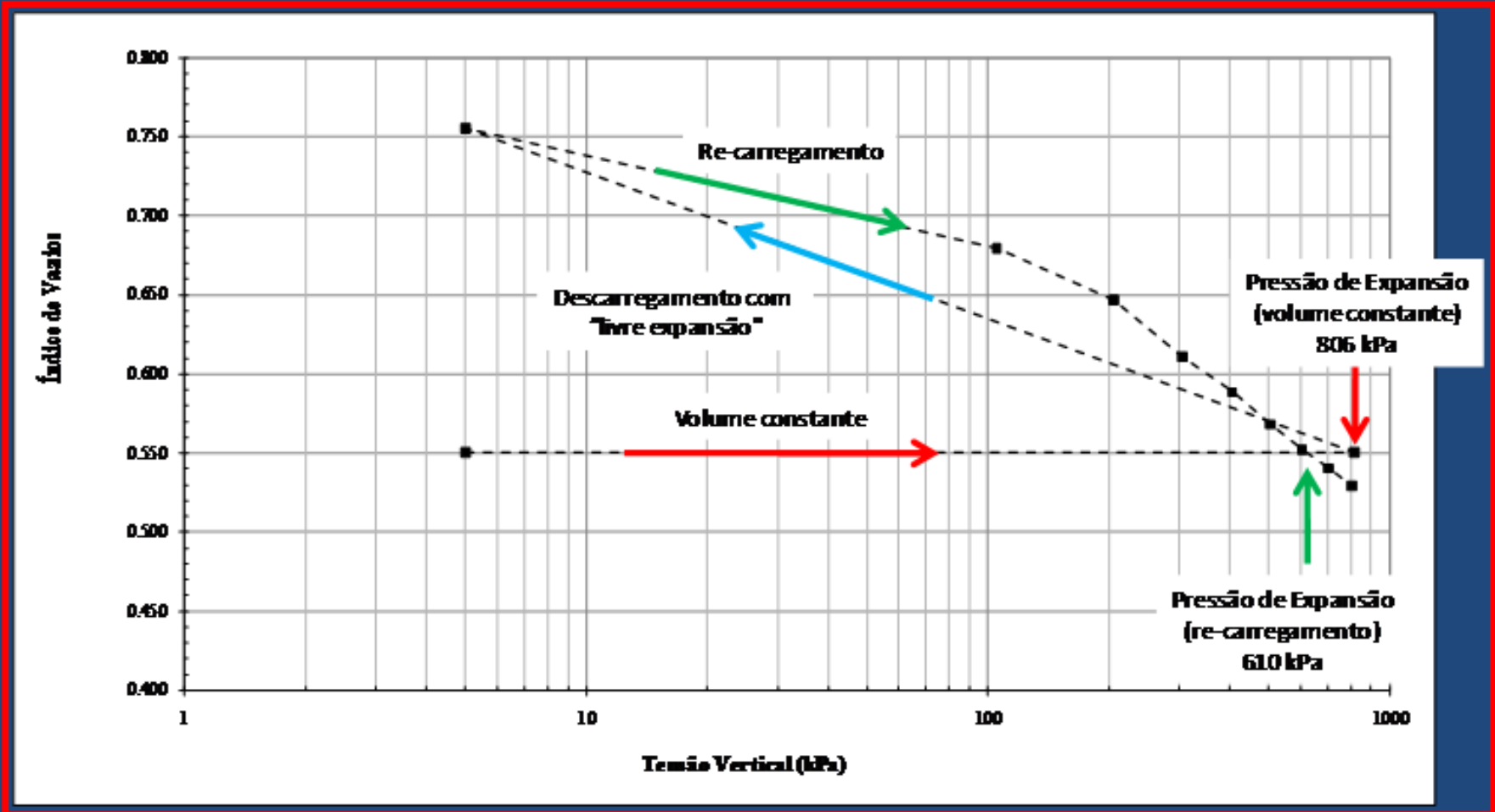
Valores de pressão de expansão em função do índice de vazios para diferentes tipos de ensaios (modificado de Fredlund et al (1980)).



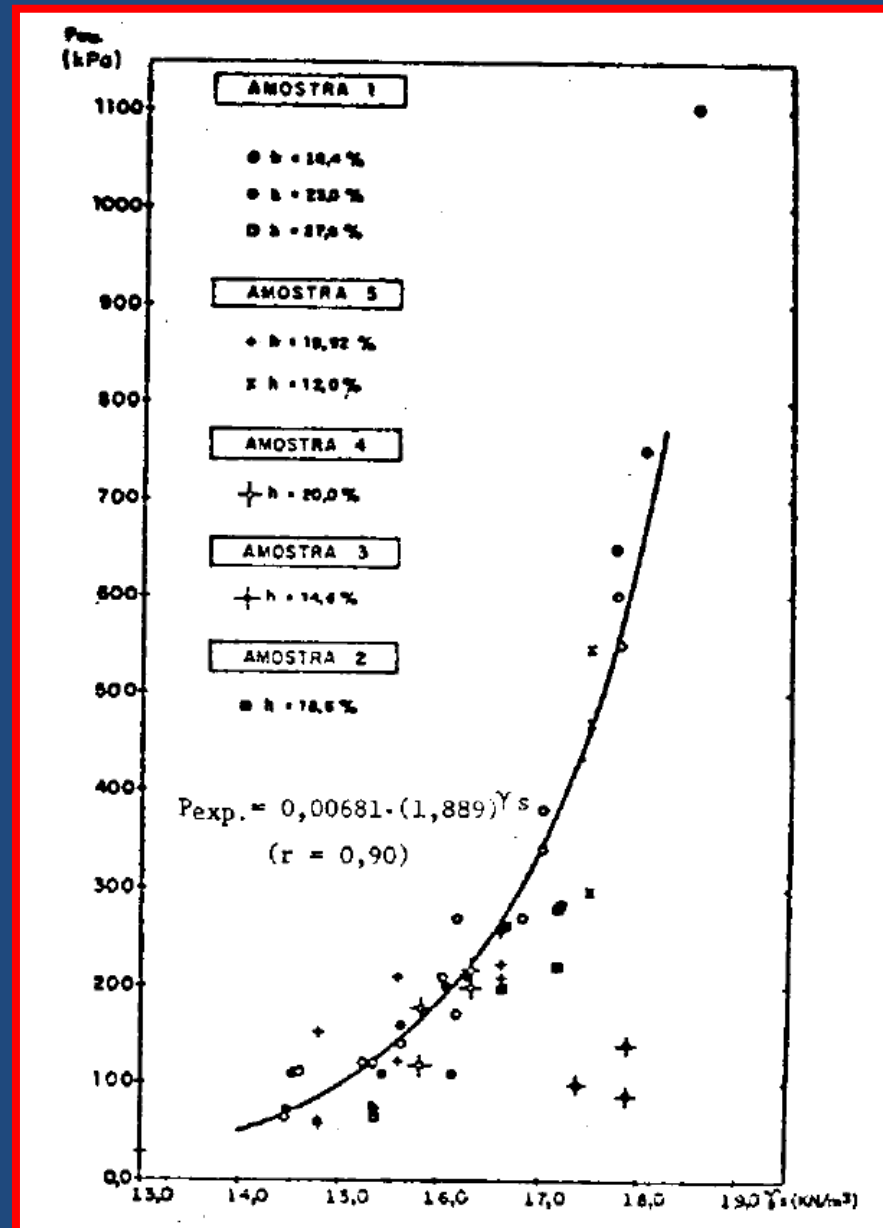
Ensaio de expansão em amostras indeformadas da região de Nova Petrolândia



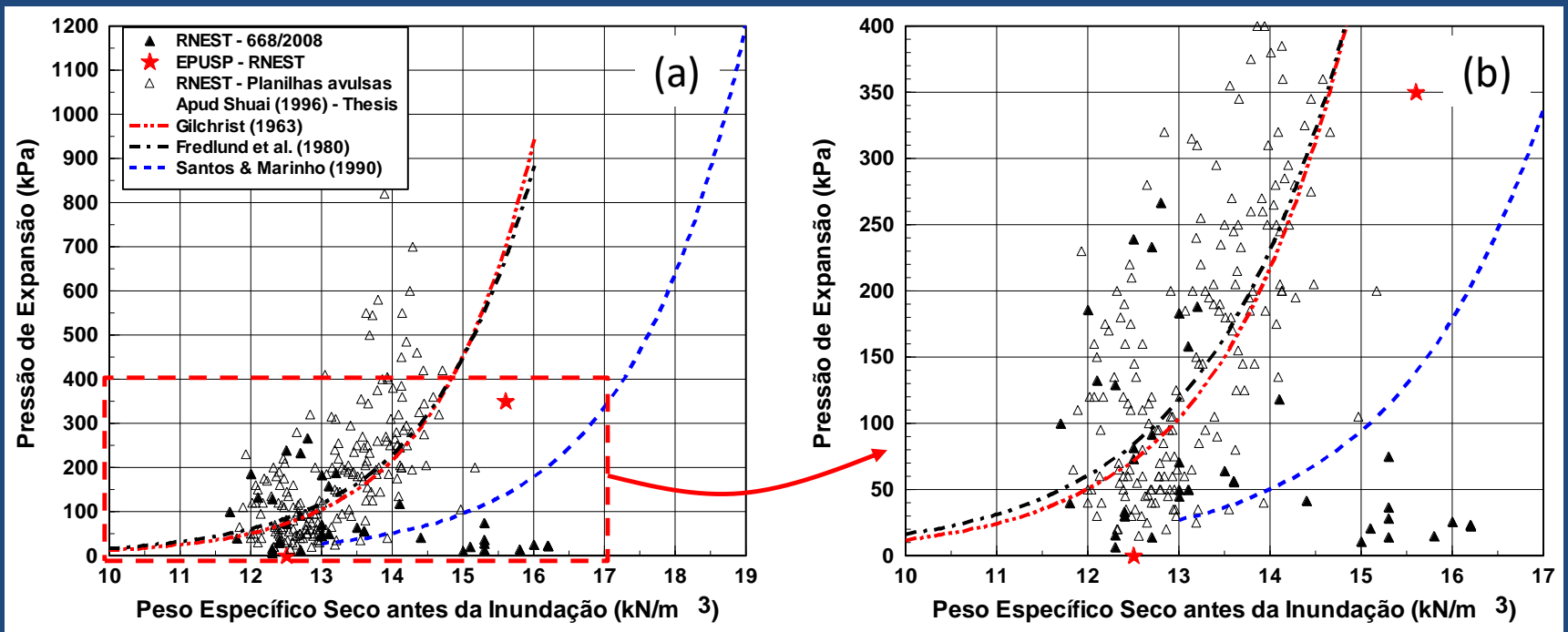
Ensaio em Solos Potencialmente Expansivos



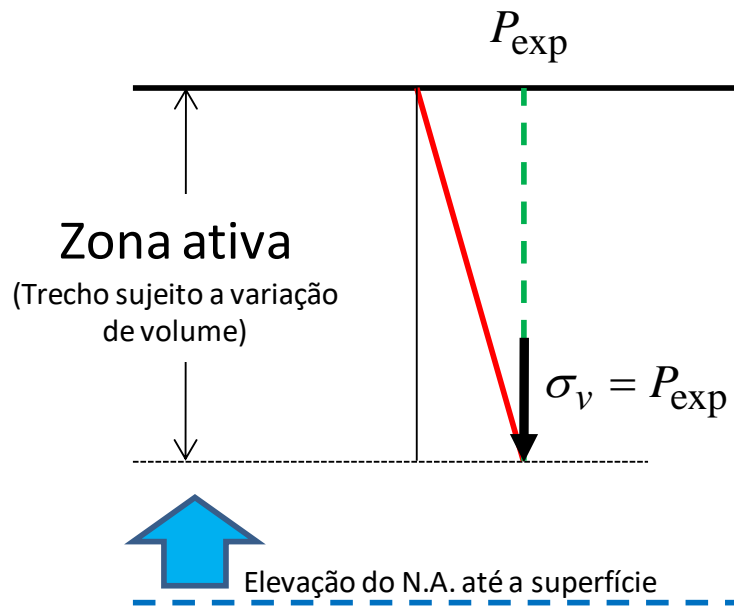
Ensaio em Solos Potencialmente Expansivos



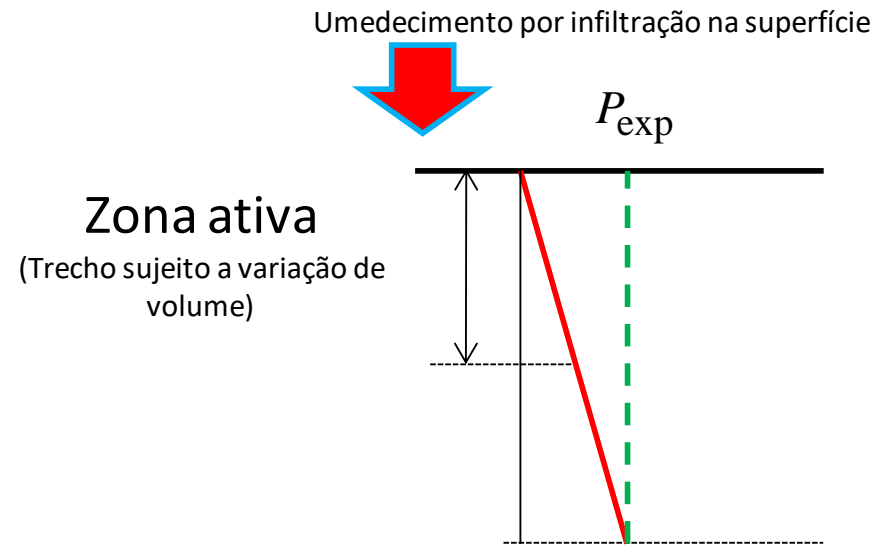
Variação da pressão de expansão com o peso específico seco para solos compactados



Desenho esquemático das definições de zona ativa.

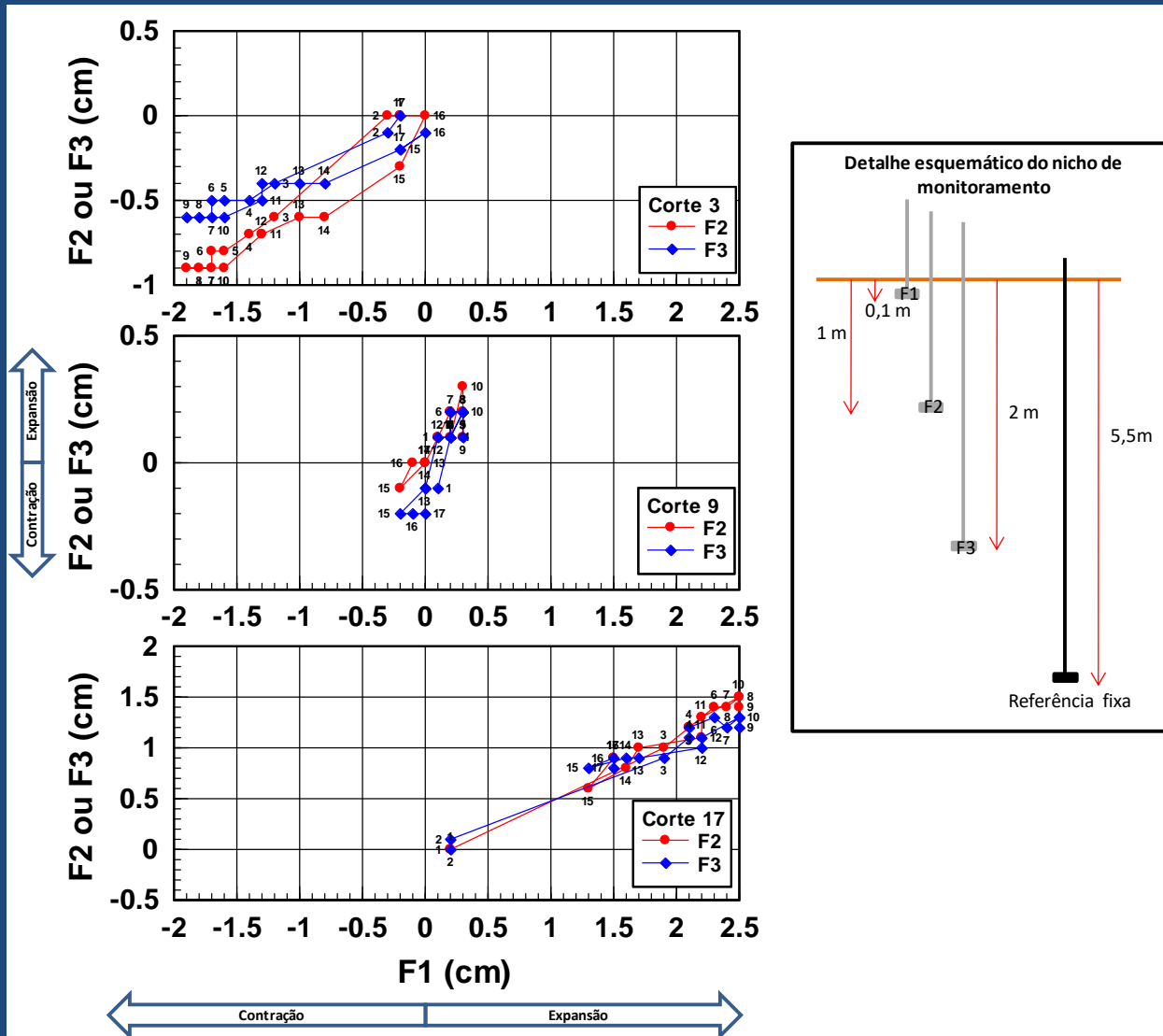


(a)

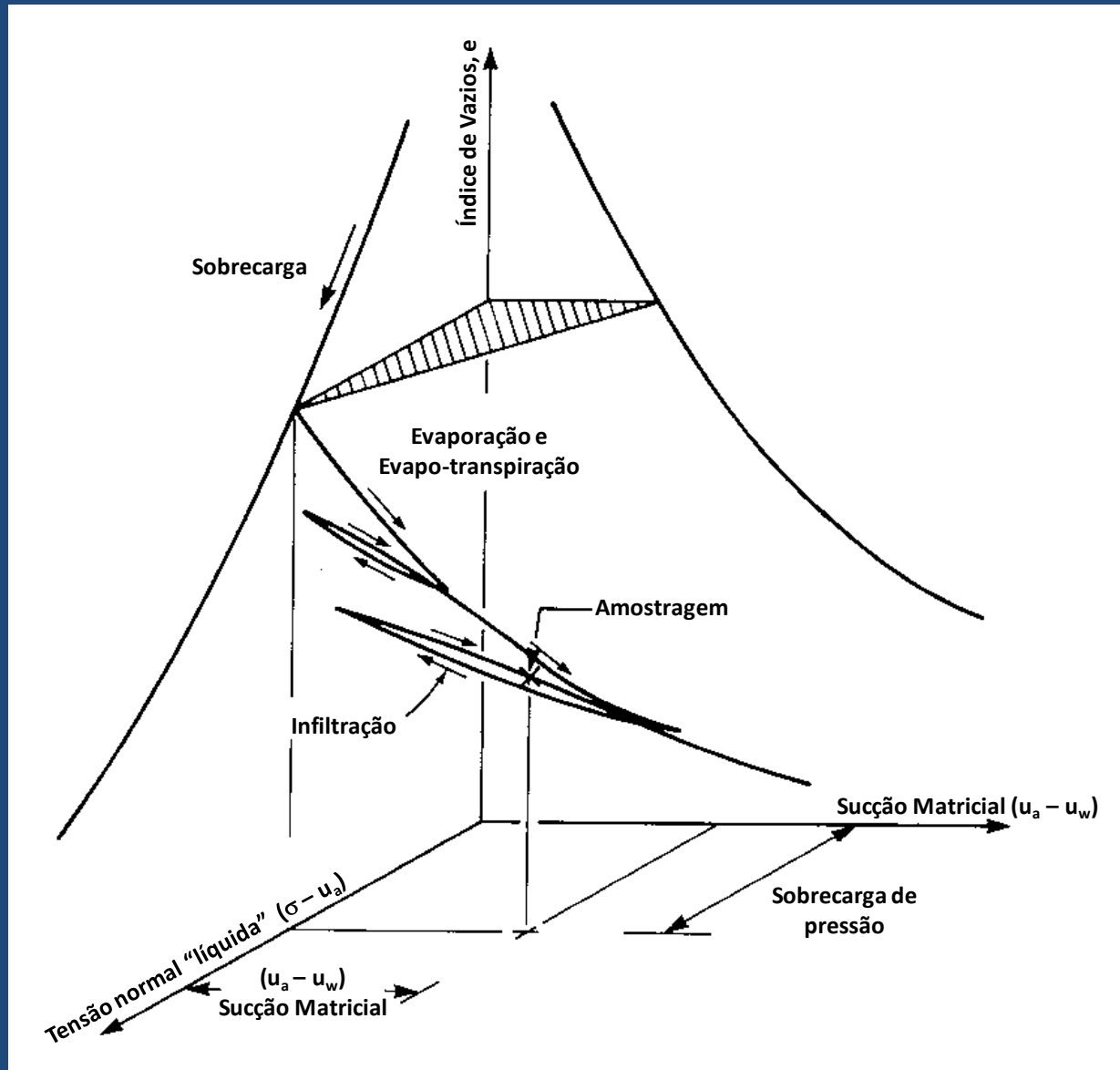


(b)

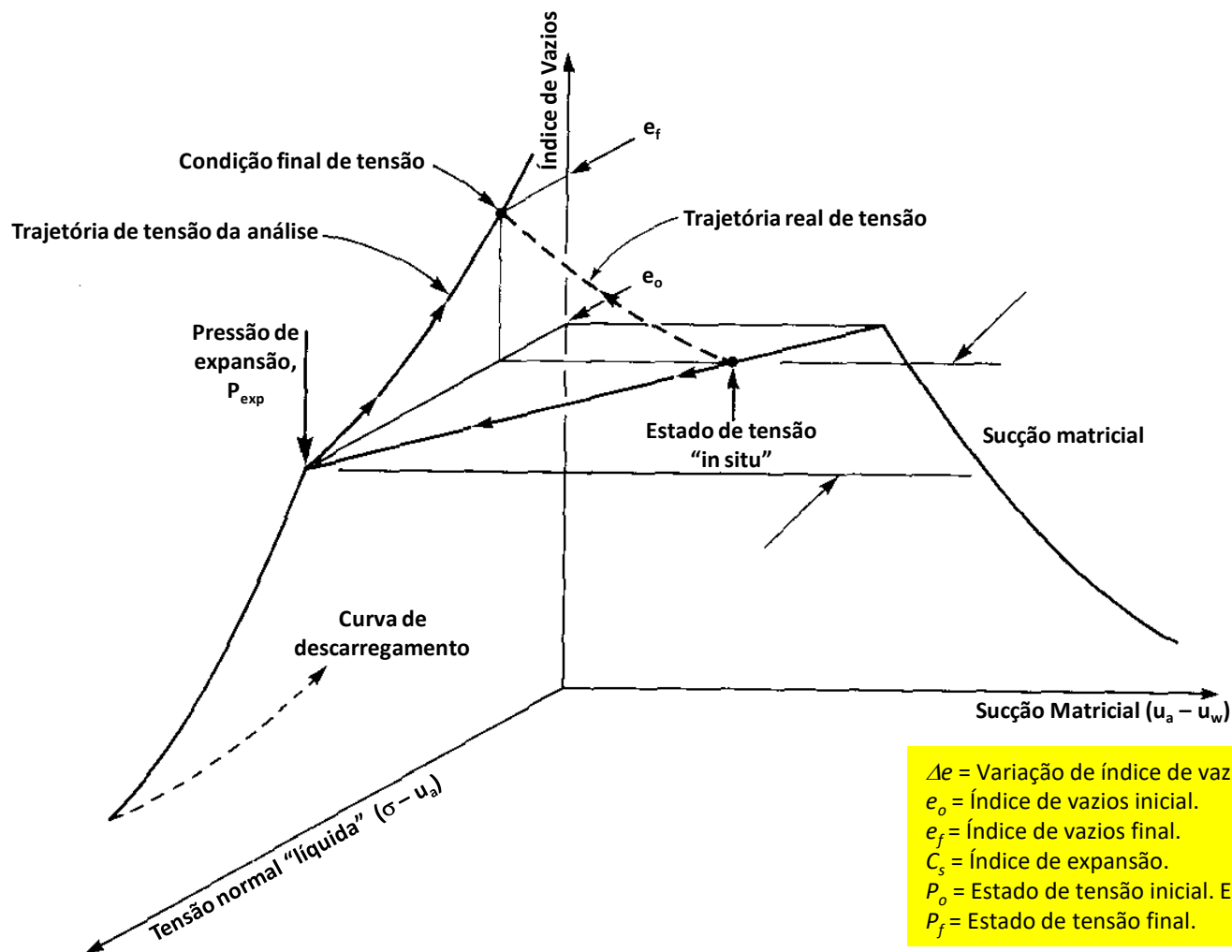
Trajetórias de deslocamentos nas placas nos três nichos monitorados e detalhe do sistema montado.



Representação do estado de tensão sob diversas situações causadas por secagem e umedecimento (modificado de Fredlund & Hahardjo (1990)).



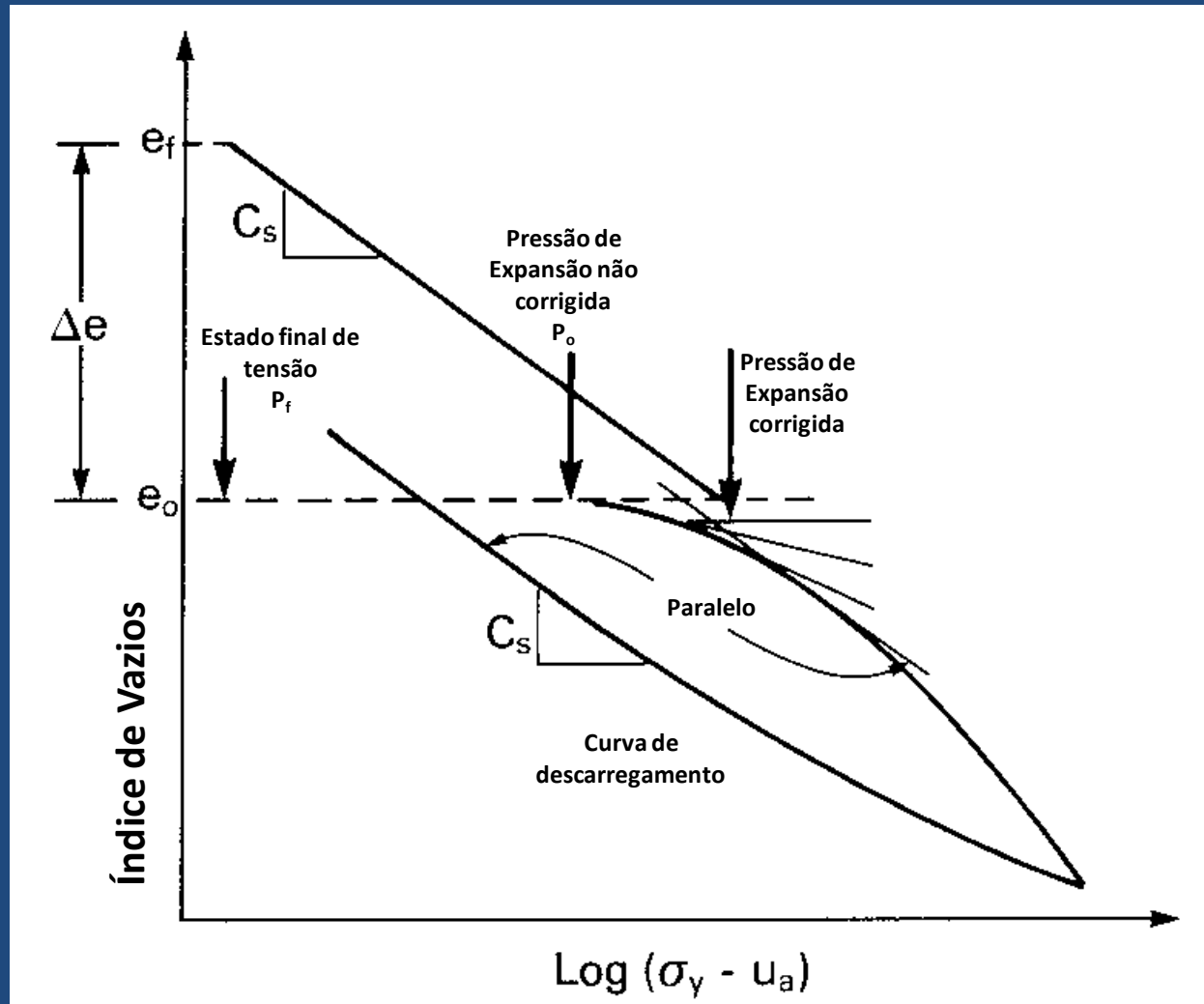
Trajétoria real e a adotada durante a umidificação do solo. (Fredlund & Rahardjo, 1993).



$$\Delta e = -C_s \log \left(\frac{P_f}{P_o} \right)$$

Δe = Variação de índice de vazios.
 e_o = Índice de vazios inicial.
 e_f = Índice de vazios final.
 C_s = Índice de expansão.
 P_o = Estado de tensão inicial. Equivalente à pressão de expansão (P_o).
 P_f = Estado de tensão final.

Trajetórias de tensão projetadas no plano das tensões normais líquida. (modificado de Fredlund & Rahardjo, 1993).



Estimativa da Expansão

$$\Delta h_j = - \frac{\Delta e_j}{1 + e_{oj}} h_j$$

Δh_j = Expansão da camada considerada

h_j = Espessura da camada j.

Δe_j = variação do índice de vazios da camada j ($e_{oj} - e_{fj}$)

e_{oj} = índice de vazios inicial do solo da camada j

e_{fj} = índice de vazios final do solo da camada j

$$\Delta h_j = - \frac{C_s}{1 + e_{oj}} h_j \log \frac{P_{fj}}{P_{oj}}$$

P_{fj} = Estado de tensão final na camada j.

P_{oj} = Estado de tensão inicial na camada j.

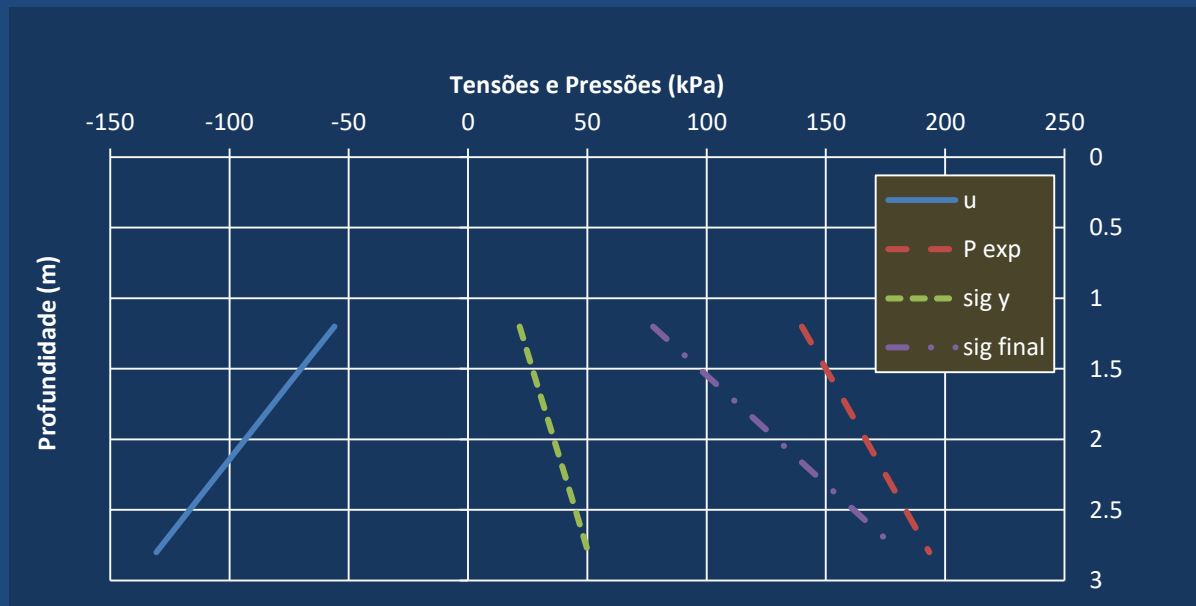
$$\Delta H = \sum \Delta h_j$$

Estimativa da Expansão

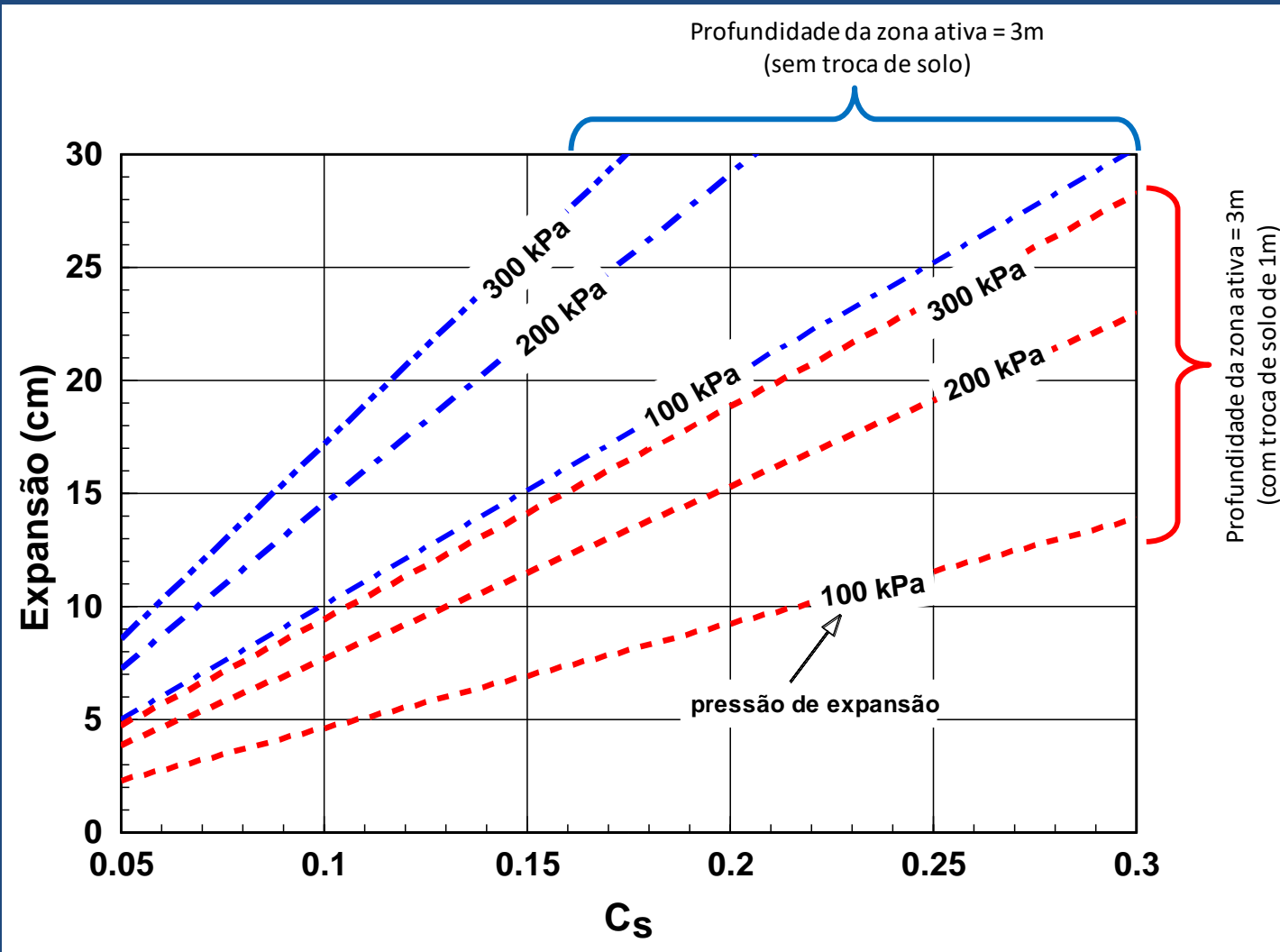
índice de vazios inicial =	1
Peso específico =	18 kN/m ³
Espessura da camada expansiva (zona Ativa - Z.A.)=	3 m
Remoção =	1 m
Aterro =	0
Pressão final da água na superfície =	0
Pressão final da água na base da Z.A. =	-140
Cs =	0.15

Camada	Espessura (m)	z (m)	Pexp (kPa)	σ inicial (kPa)	$\Delta\sigma$ (kPa)	Pressão final na água (kPa)	Tensão final (kPa)	Δh (mm)
1	0.4	1.2	140	21.6	0	-56	77.6	7.7
2	0.4	1.6	153	28.8	0	-75	103.5	5.1
3	0.4	2	167	36	0	-93	129.3	3.3
4	0.4	2.4	180	43.2	0	-112	155.2	1.9
5	0.4	2.8	193	50.4	0	-131	181.1	0.9

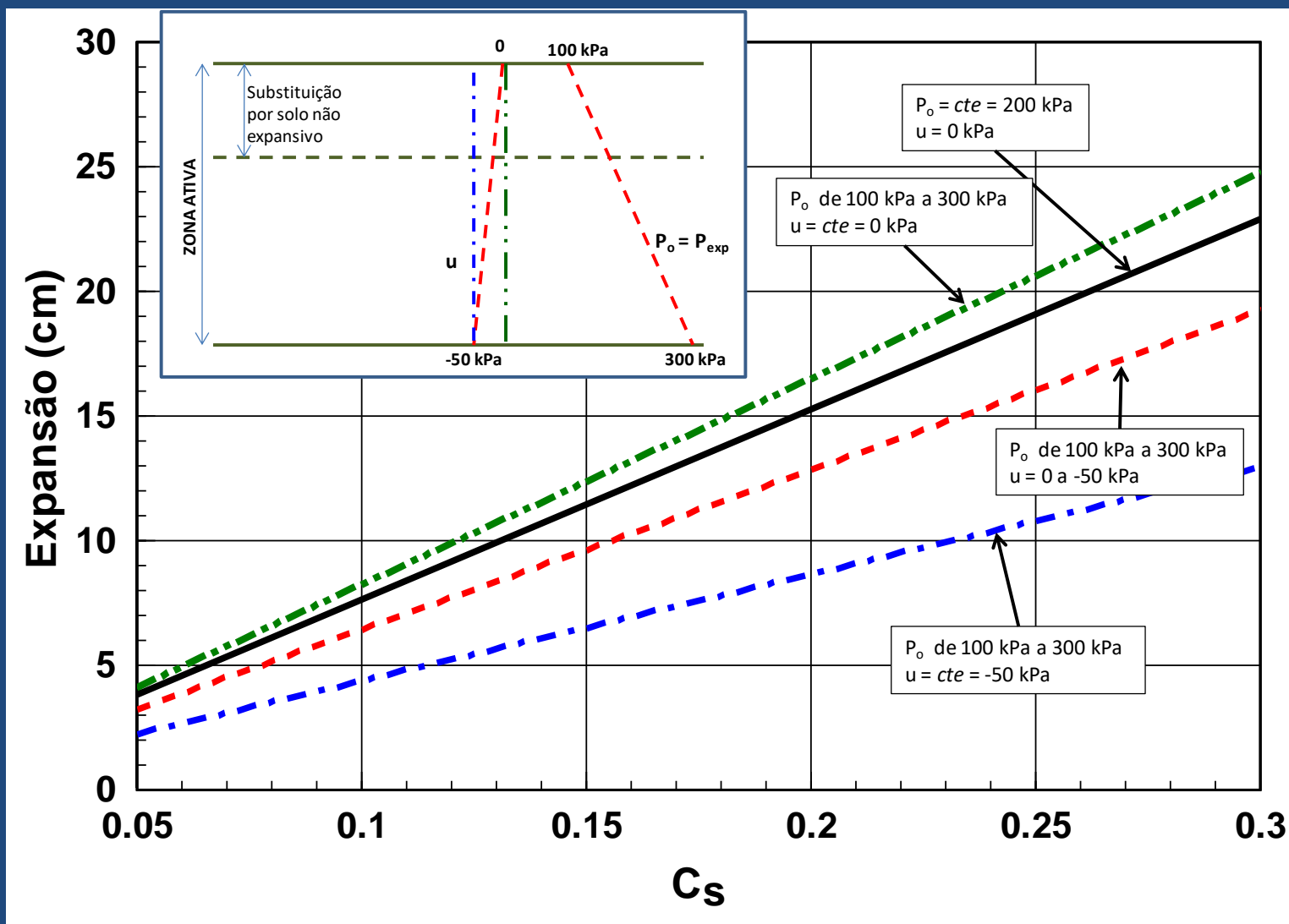
Espessura da zona expansiva = **2** m Expansão Total = **18.9** mm



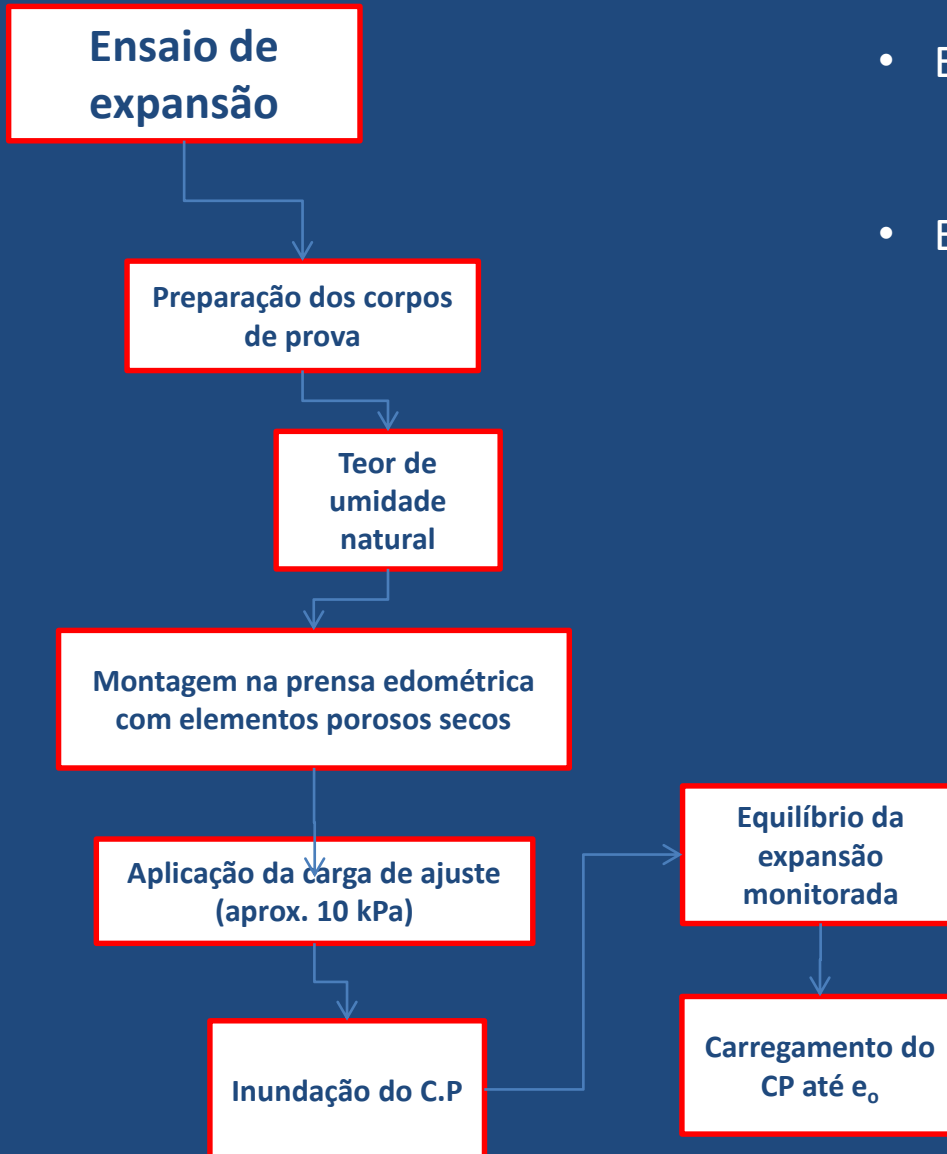
Varição da expansão com o índice de expansão e pressão de expansão para duas condições de campo e três pressões de expansão (constante com a profundidade).



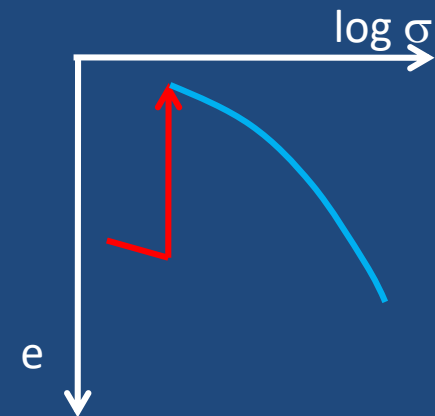
Varição da expansão com o índice de expansão para duas situações de distribuição final de pressão da água e variação linear da pressão de expansão com a profundidade.



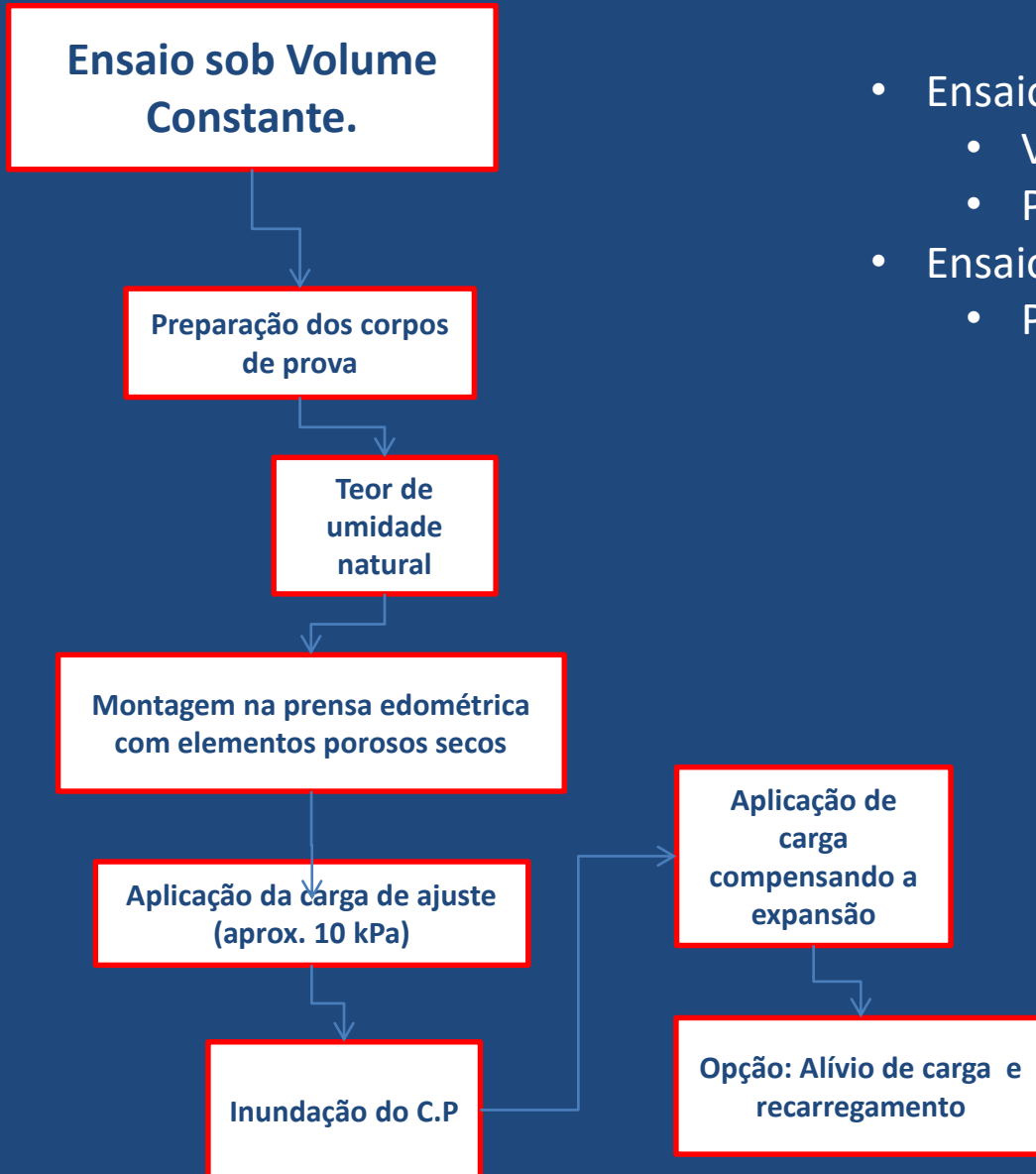
Procedimento de ensaio para Solos Potencialmente Expansivos



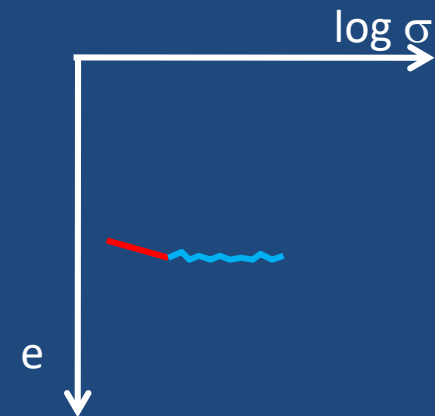
- Ensaio de expansão
 - Variação volumétrica
 - Pressão de expansão
- Ensaio sob volume constante
 - Pressão de expansão



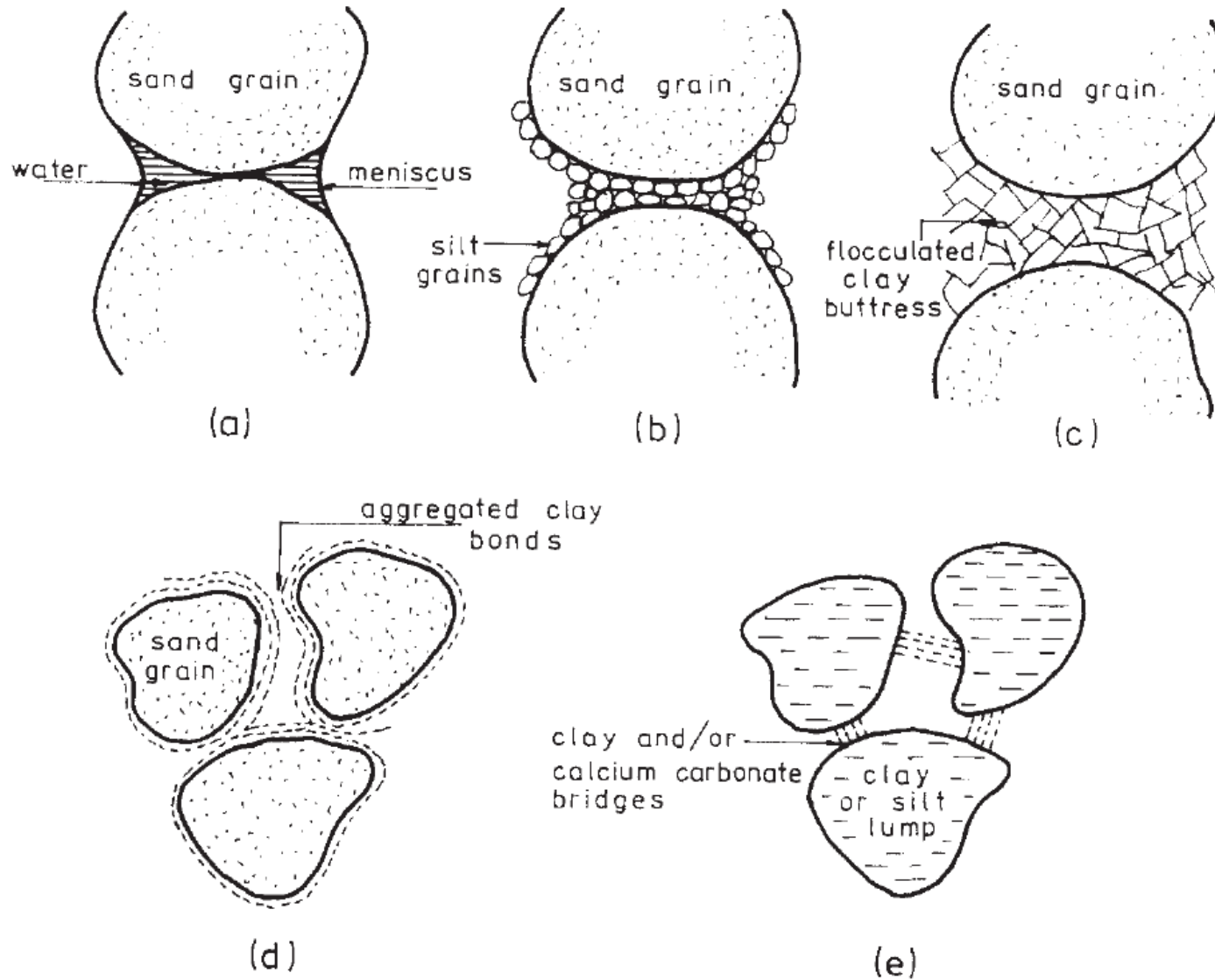
Procedimento de ensaio para Solos Potencialmente Expansivos

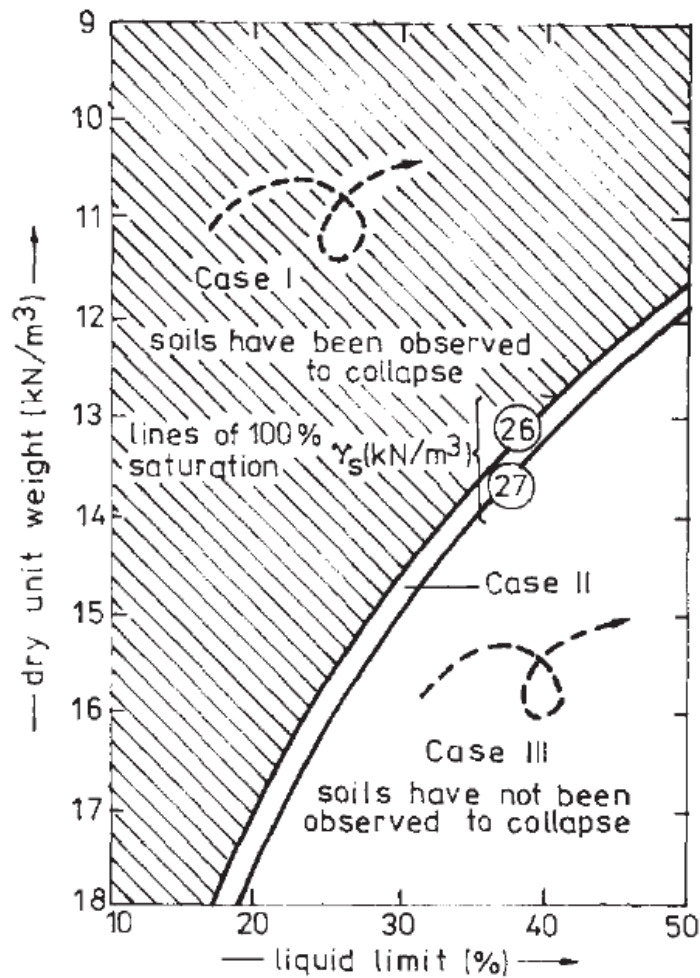


- Ensaio de expansão
 - Variação volumétrica
 - Pressão de expansão
- Ensaio sob volume constante
 - Pressão de expansão

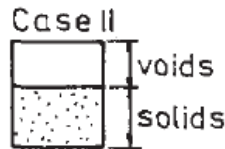


Solos Colapsáveis





loose



voids equal to the water volume at the liquid limit



dense

Ensaio em Solos Colapsíveis

Feda (1960)

$$i_c = \frac{\frac{w}{S} - w_l}{I_p}$$

Condições

$$n > 40\%$$

Solo sob carregamento

$$i_c < 0.85 \text{ Solo colapsível}$$

Denisov (1964)

$$\frac{e_{wl}}{e} < 1$$

Solo colapsível

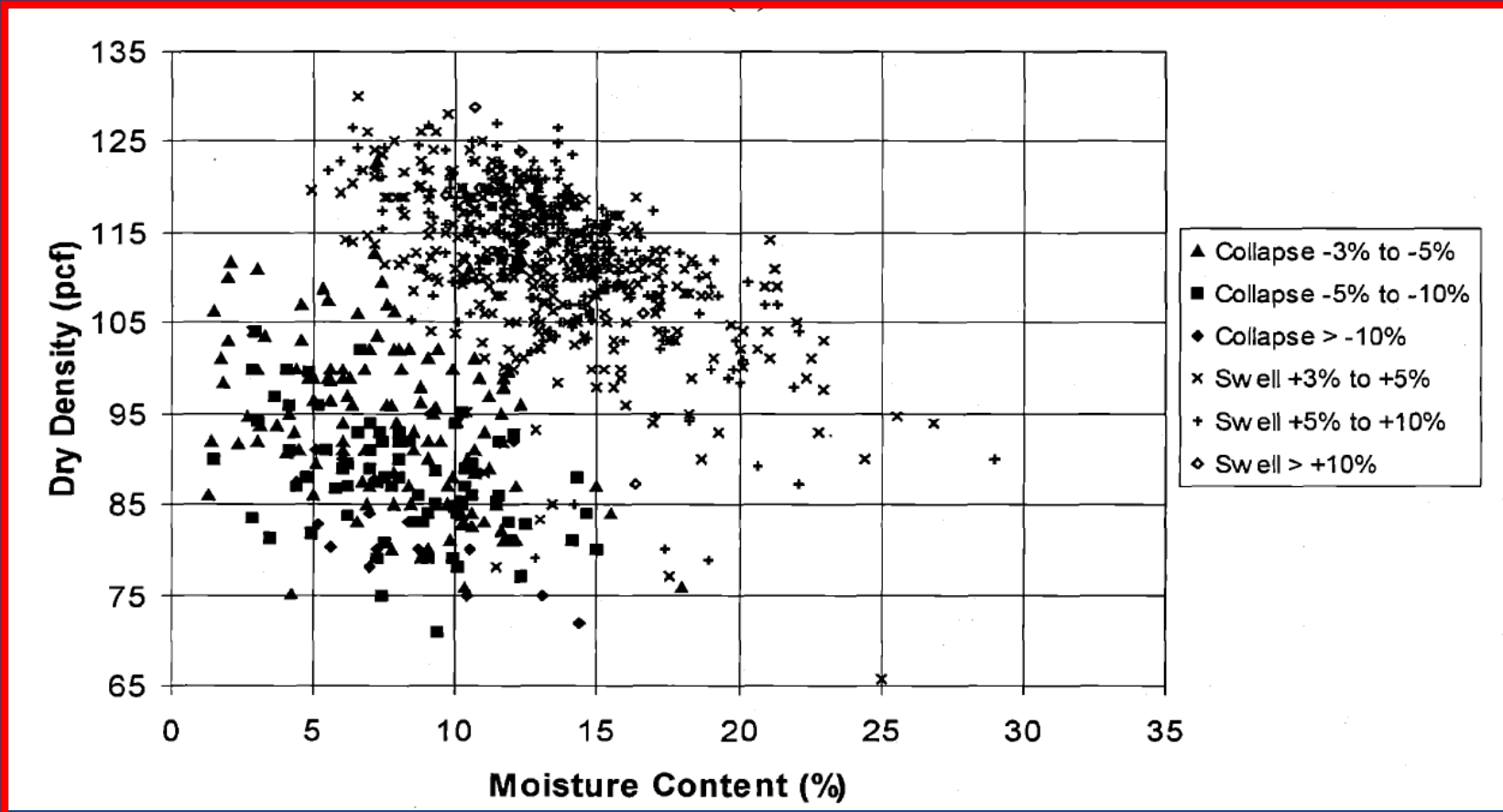
Abelev (1948)

$$i_c = \frac{\Delta e}{1 + e_o}$$

$$i_c > 2\%$$

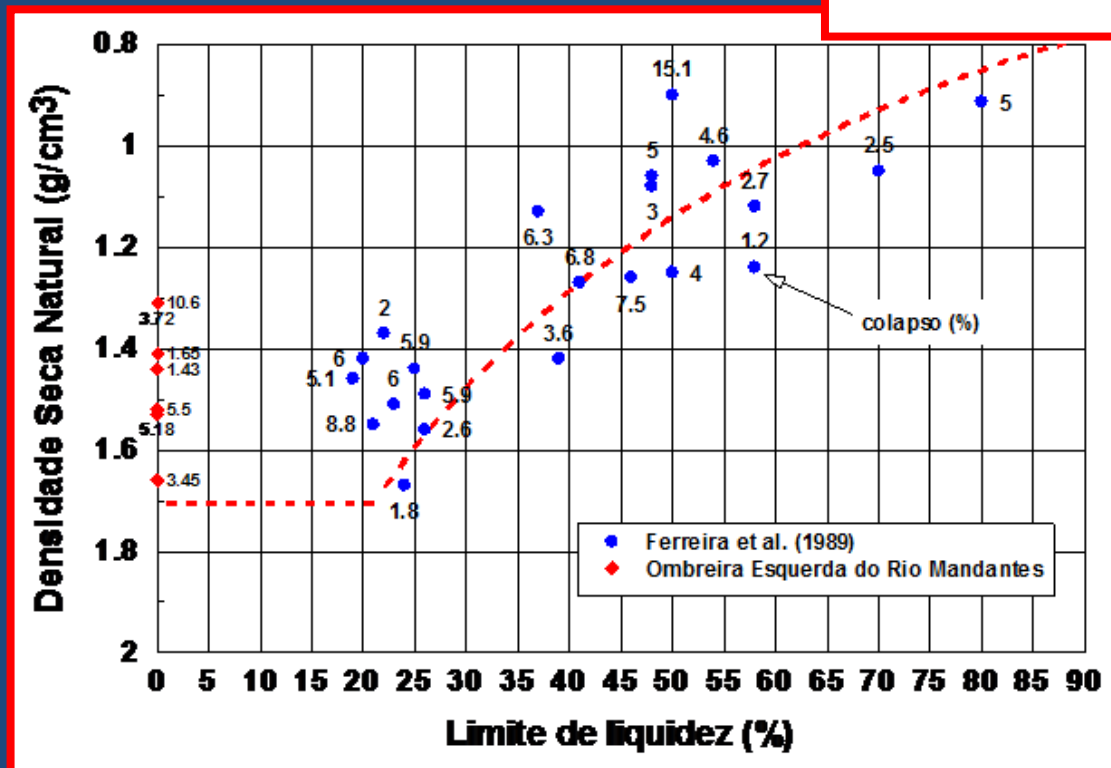
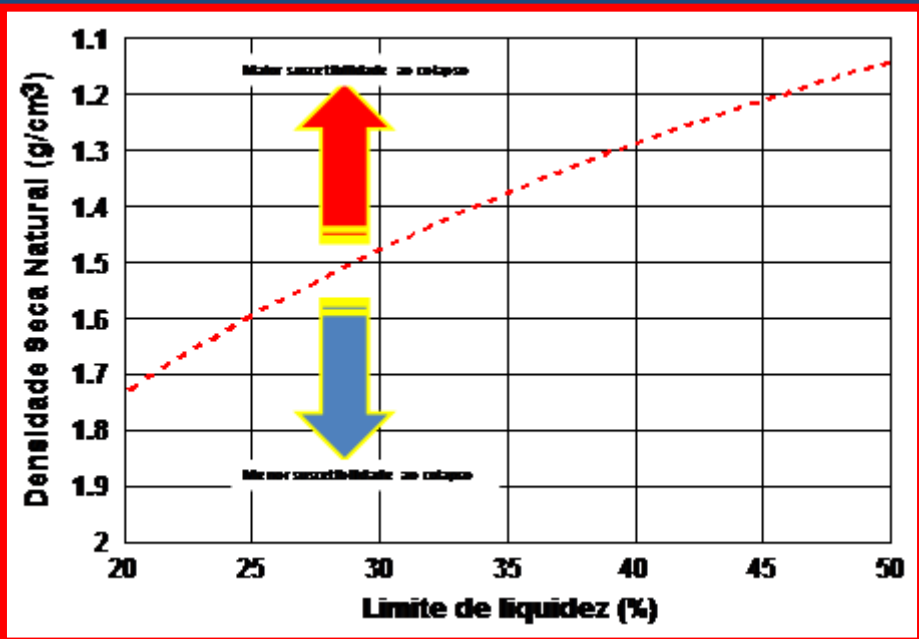
Solo colapsível

Solo Colapsável do Colorado

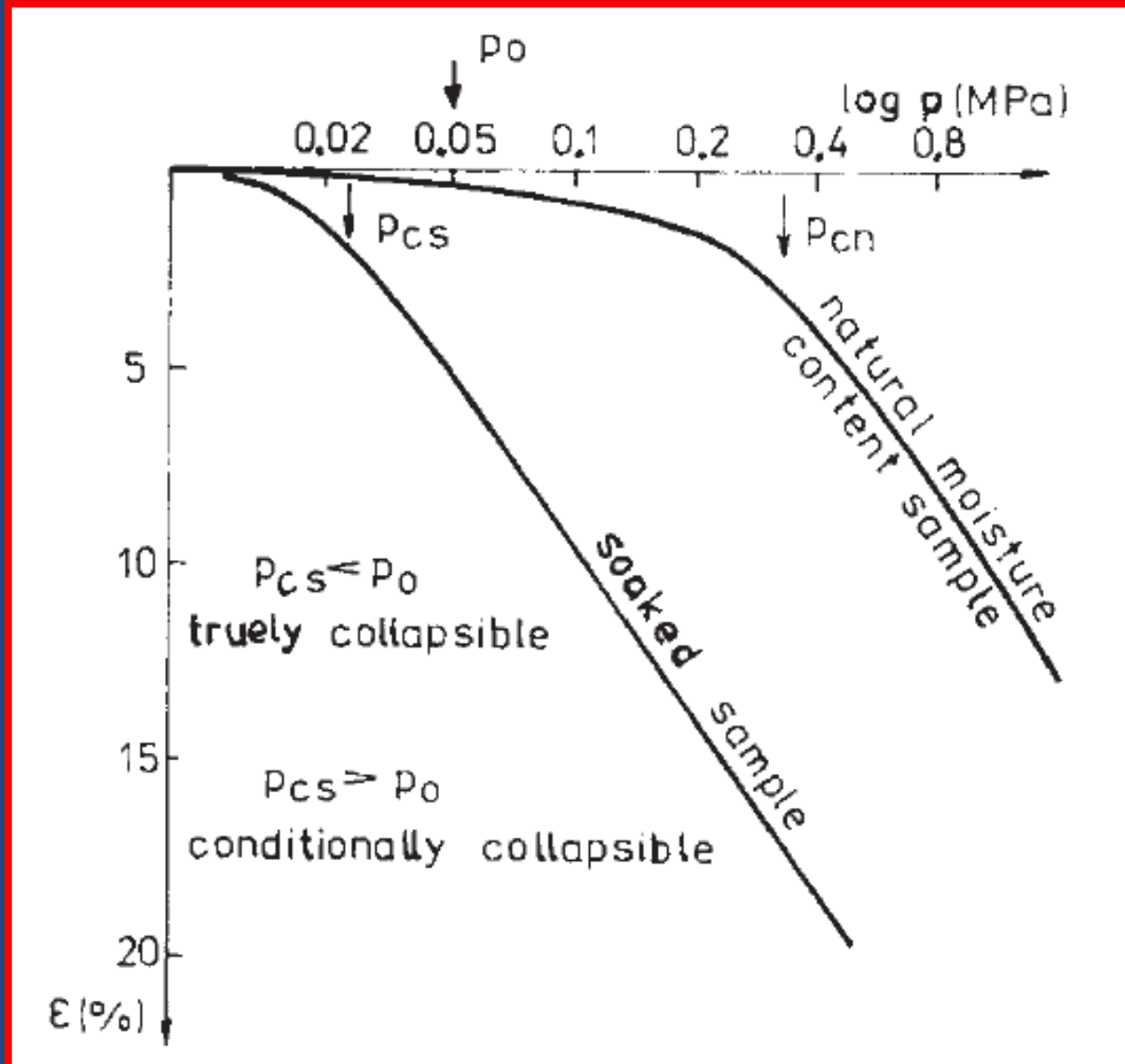


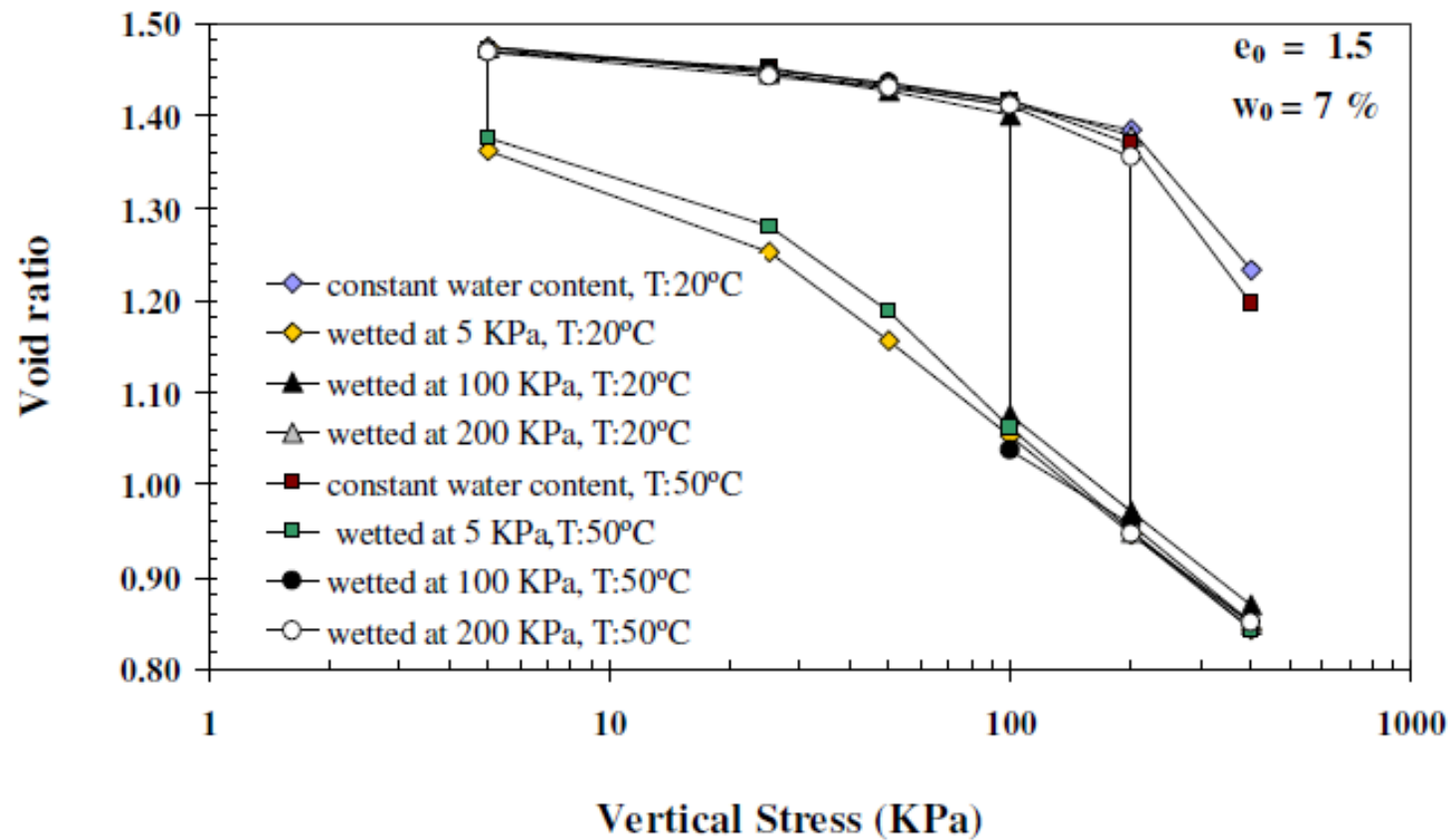
White(2006)

Identificação de Solos Colapsíveis



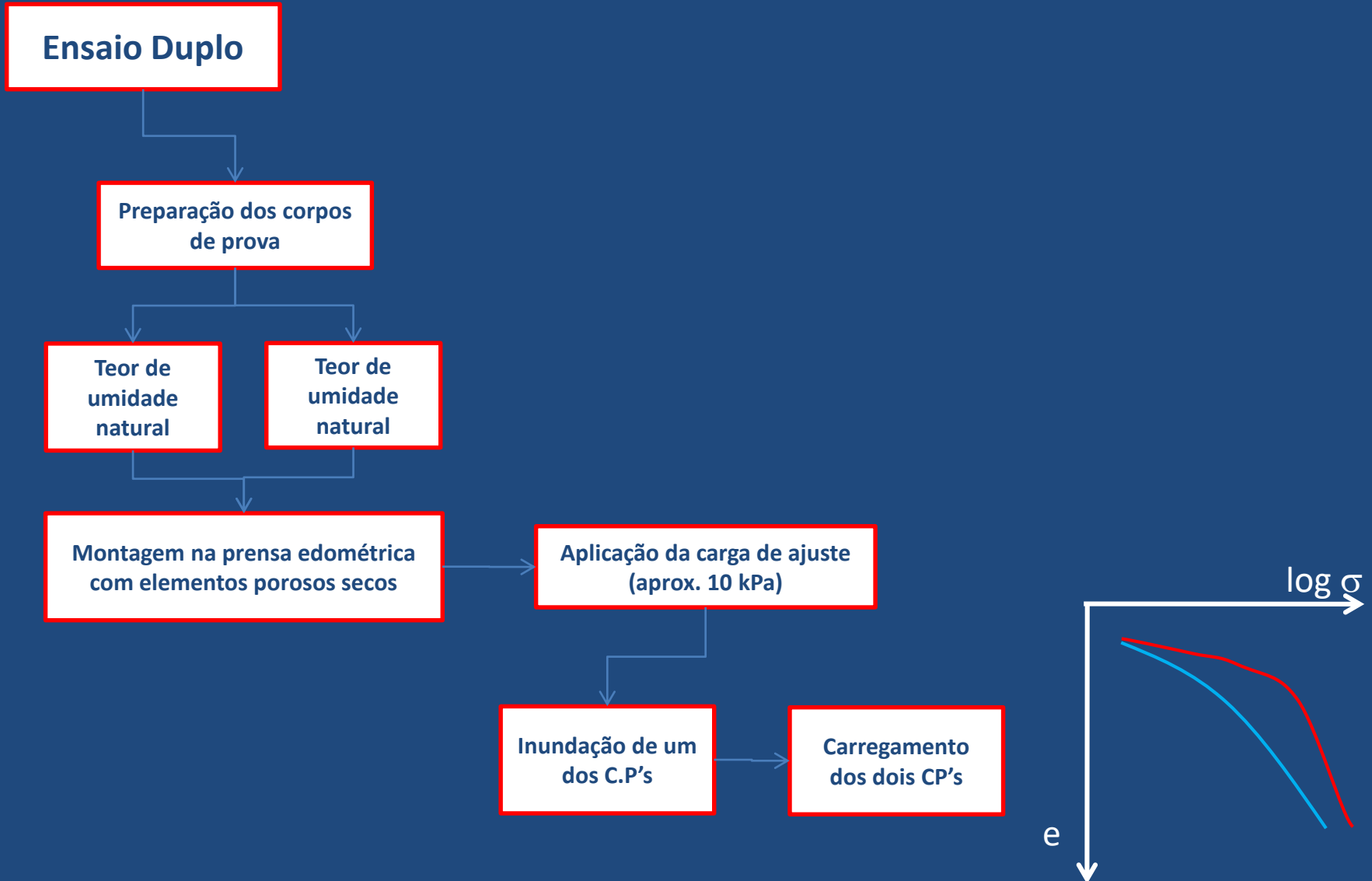
Identificação de Solos Colapsíveis





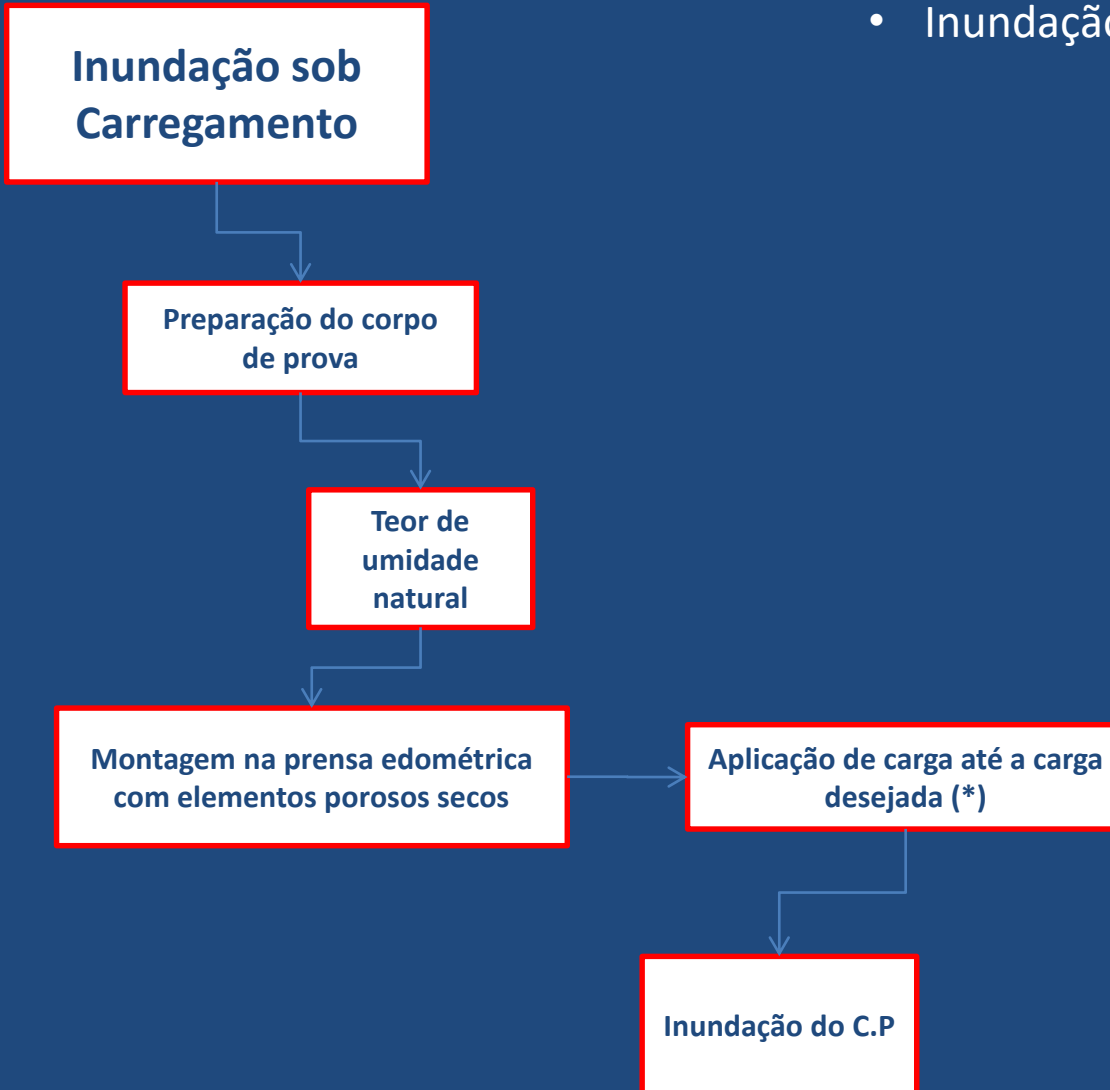
Procedimento de ensaio para solos colapsíveis

- Ensaio duplo
- Inundação sob carregamento

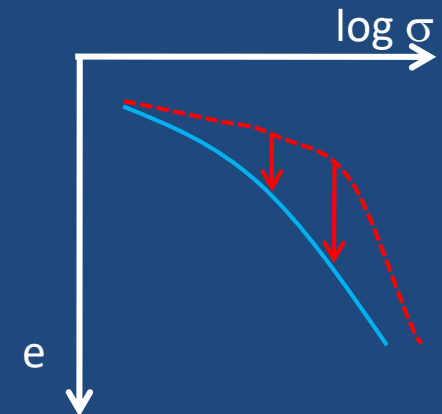


Procedimento de ensaio para solos colapsíveis

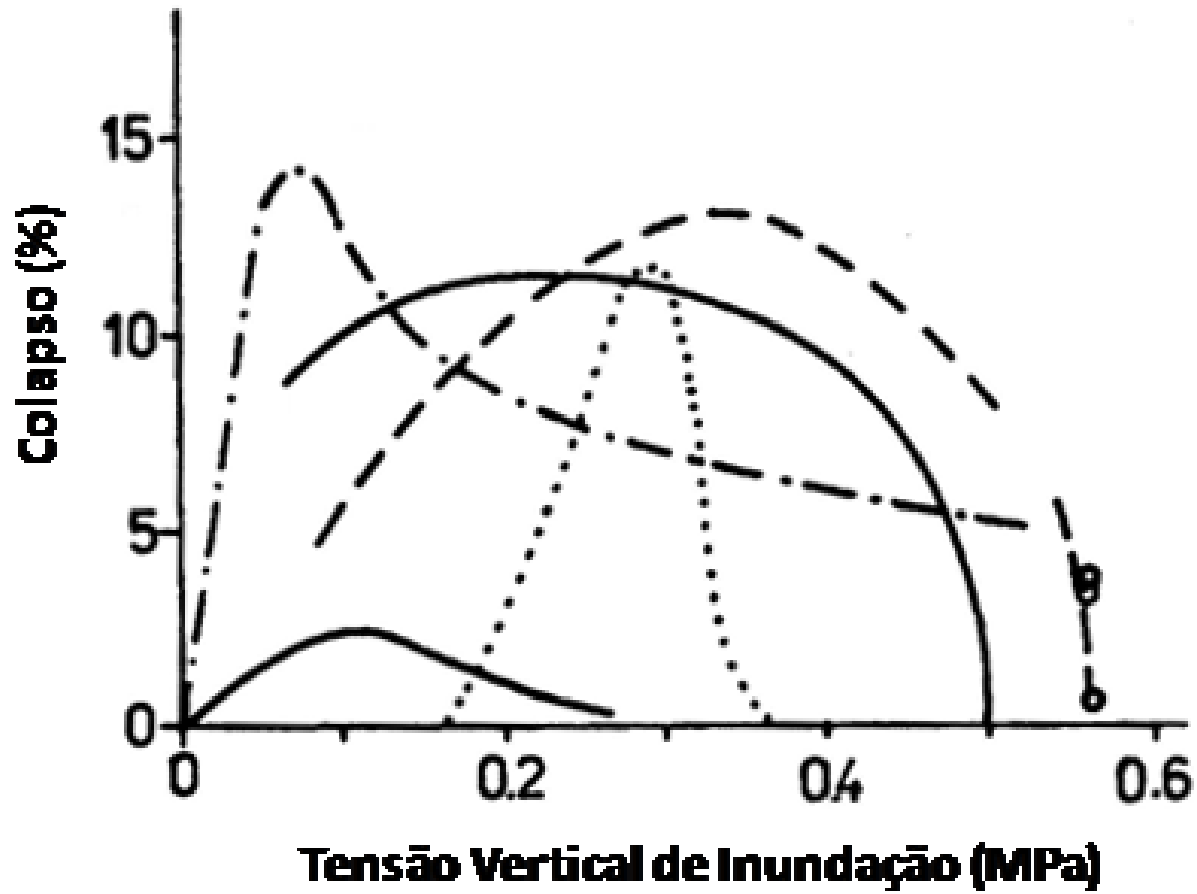
- Ensaios duplos
- Inundação sob carregamento



$$i_c = \frac{\Delta e}{1 + e_0}$$



Identificação de Solos Colapsíveis



modificado de Feda (1993)

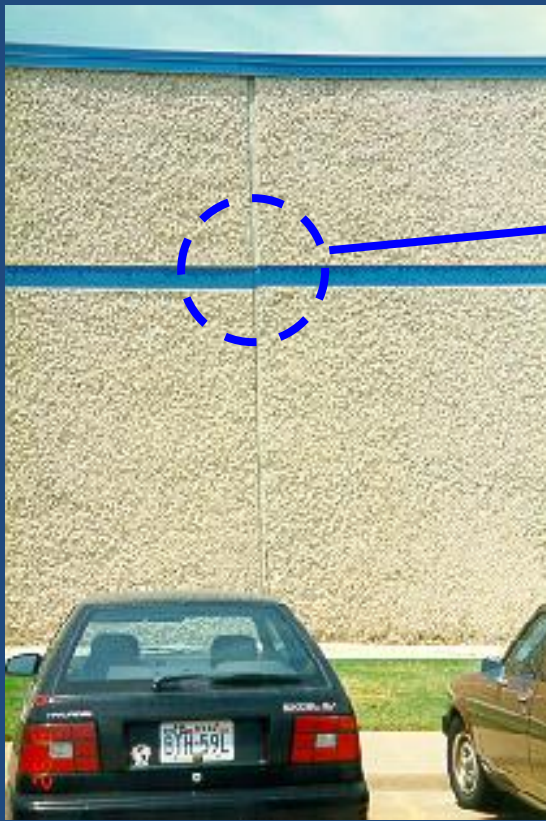


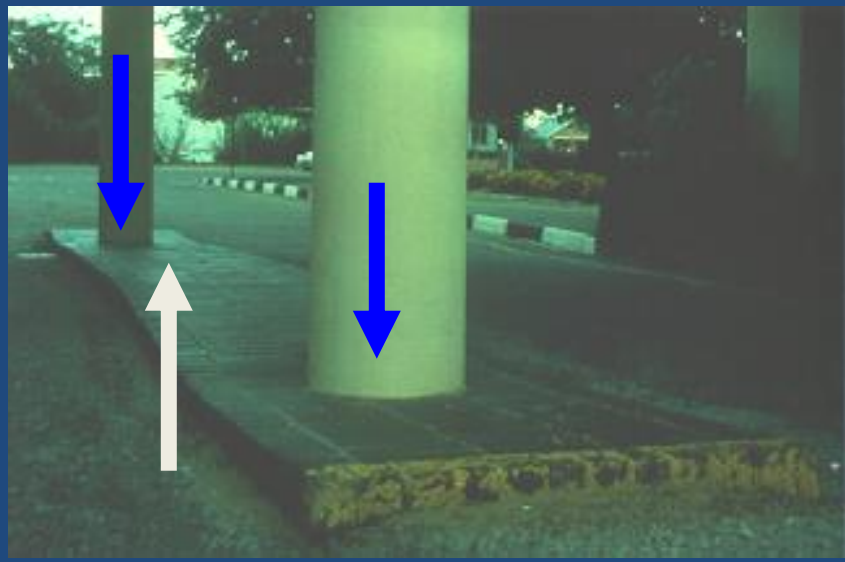
<http://hollingsworth-engineering.com/services/building-projects/>



<http://geosurvey.state.co.us/hazards/Swelling%20Soils/Pages/Definition.aspx>









Van Gogh (1890)