



FOLHA DE EXERCÍCIOS Nº 4 – A Águas nos Solos. Percolação

Exercício resolvido -

nº 1

Exercícios para resolução fora do âmbito das aulas teórico-práticas -

nºs 6 e 9

Prazo para entrega dos exercícios resolvidos -

2ª aula após à da entrega desta folha

1. Considere o esquema representado na Figura 1. Para os pontos A, B, C e D determine a cota geométrica, a altura piezométrica, a carga total, a pressão neutra, a tensão total vertical e a tensão efectiva vertical. Para os solos 1 e 2 determine ainda os gradientes hidráulicos, forças de percolação, caudal e velocidade de percolação. **Ver resolução na página 6.**

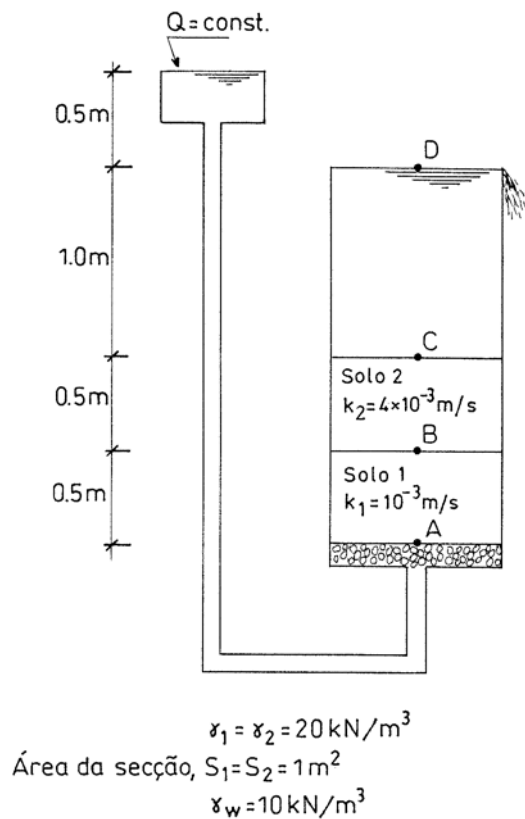


Figura 1

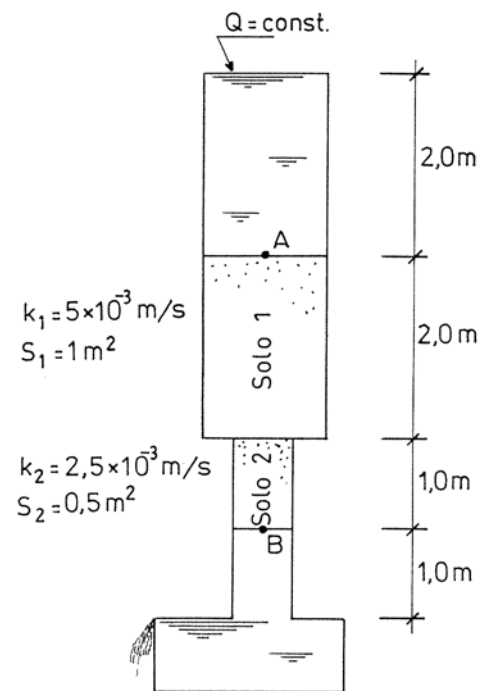


Figura 2

2. Considere o dispositivo da Figura 2 onde ocorre fluxo descendente de água através de duas amostras de solo. Trace os gráficos da variação entre A e B da altura piezométrica, da carga total e da pressão neutra.
3. Ordene por ordem crescente de permeabilidade os solos A, B, C e D do exercício 8 da Folha de exercícios nº 2.

4. A Figura 3 representa um maciço terroso de origem sedimentar estando representados três piezômetros, indicando-se para cada um as cotas da base e da água no seu interior.

No Quadro 1 indicam-se algumas características dos 3 solos do maciço terroso representado, os quais podem ser considerados como saturados, e o Quadro 2 os respectivos coeficientes de permeabilidade.

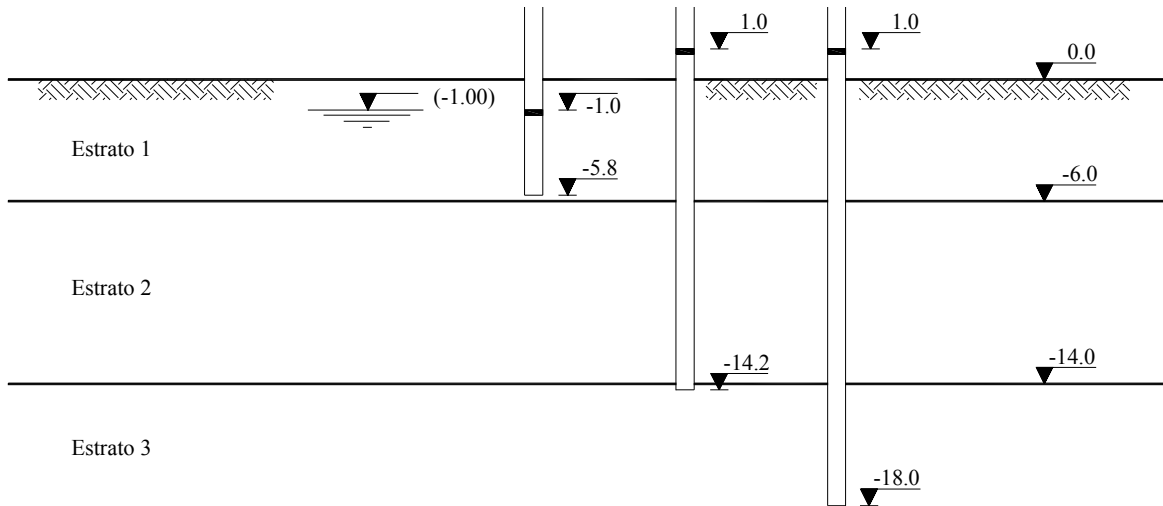


Figura 3

Quadro 1

Solo	w_L (%)	w_P (%)	e_{max}	e_{min}	e	γ (kN/m^3)	D_{10} (mm)
A	65	25	-	-	1,60	16,1	< 0,002
B	NP	NP	0,95	0,28	0,50	20,6	2
C	NP	NP	0,95	0,45	0,81	18,7	0,2

NP – não plástico

Quadro 2

Solo	k (m/s)
x	3×10^{-2}
y	4×10^{-4}
z	4×10^{-8}

- Estabeleça a correspondência entre os solos A, B e C do Quadro 1 e os estratos 1, 2 e 3 da Figura 3, isto é, diga que solo do quadro corresponde a cada um dos estratos.
- Estabeleça a correspondência entre os solos A, B e C do Quadro 1 e os coeficientes de permeabilidade x, y e z do Quadro 2.
- Determine a tensão neutra e a tensão efectiva vertical num ponto a meia altura do estrato 2.
- Estime o caudal que atravessa o estrato 2 por metro quadrado e por dia.

5. Considere o maciço terroso representado na Figura 4 onde ocorre um escoamento permanente na direcção vertical. No tubo piezométrico colocado em A a água sobe até à cota indicada na figura. Considere todo o maciço saturado e tome $\gamma_w = 9,81 \text{ kN/m}^3$.

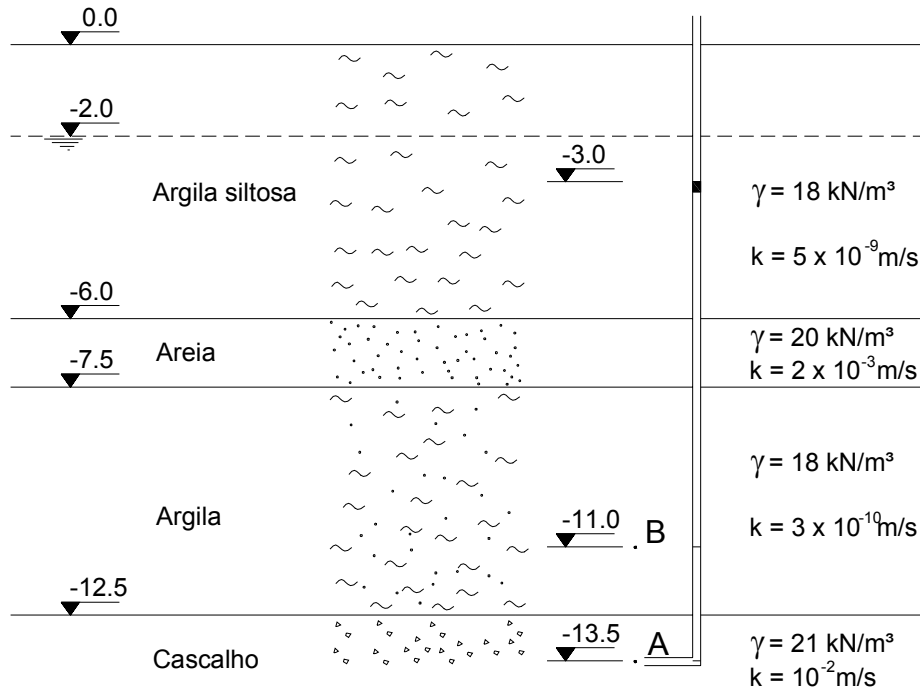


Figura 4

- Determine o sentido do escoamento e a grandeza do caudal escoado por quilómetro quadrado (em planta) do maciço.
 - Determine a tensão neutra, a tensão efectiva vertical e a grandeza da força de percolação no ponto B à cota -11,0.
6. Ordene por ordem crescente de permeabilidade os solos 1, 2, 3 e 4 do exercício 10 da folha de exercícios nº 2. Justifique.
7. Na Figura 5 está representada a rede de escoamento no maciço de fundação da barragem de Crestuma. Considere o coeficiente de permeabilidade do solo, $k = 5 \times 10^{-3} \text{ m/s}$. Tome $\gamma = 19,3 \text{ kN/m}^3$.
- Estime o volume de água que passa por dia sob a barragem tomando para esta um desenvolvimento de 250m.
 - Calcule o coeficiente de segurança relativamente ao "piping" ou erosão interna.
 - Determine a pressão da água no ponto A da base da barragem.
 - Estime o volume de água que passaria por dia sob a barragem caso não existissem as cortinas corta-águas representadas na figura (isto é, se toda a parte enterrada da barragem fosse plana situando-se à cota do ponto A).

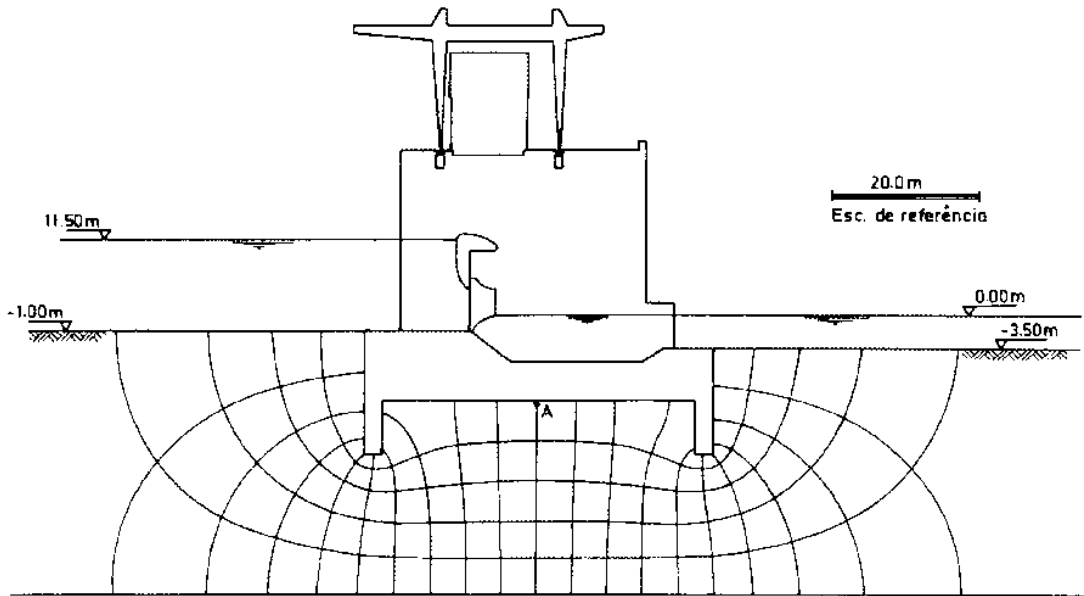
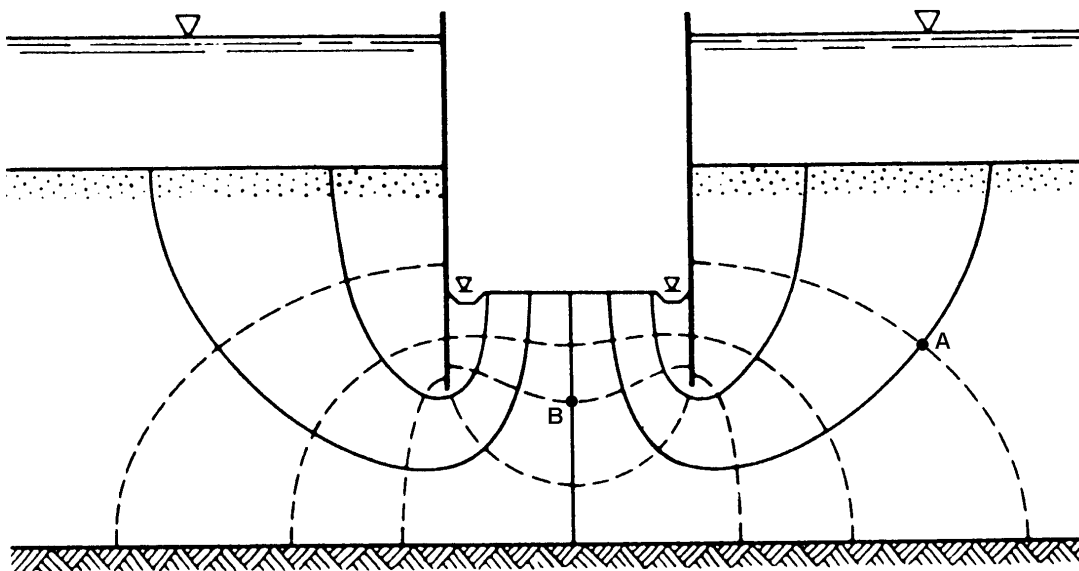


Figura 5

8. A Figura 6 representa a rede de escoamento bidimensional em torno de uma ensecadeira de grande desenvolvimento longitudinal, realizada num maciço granular cuja curva granulométrica se ilustra na Figura 7. Considere $\gamma = 20kN / m^3$ e $k = 5 \times 10^{-4} m / s$.
- Determine o volume de água escoado diariamente por metro de desenvolvimento da ensecadeira.
 - Calcule a pressão neutra e as tensões total e efectiva vertical nos pontos A e B.
 - Avalie a segurança em relação ao levantamento hidráulico do bloco subjacente à escavação contido entre as duas cortinas que formam a ensecadeira.
 - Determine o factor de segurança em relação ao "piping" ou erosão interna.
 - Caso se considerasse insuficiente o valor deste factor de segurança e se se pretendesse colocar um filtro (constituído por um material bem graduado de partículas subarredondadas) no fundo da escavação, indique na Figura 7 a zona onde se deveria situar a curva granulométrica do mesmo.



Escala 1:500

Figura 6

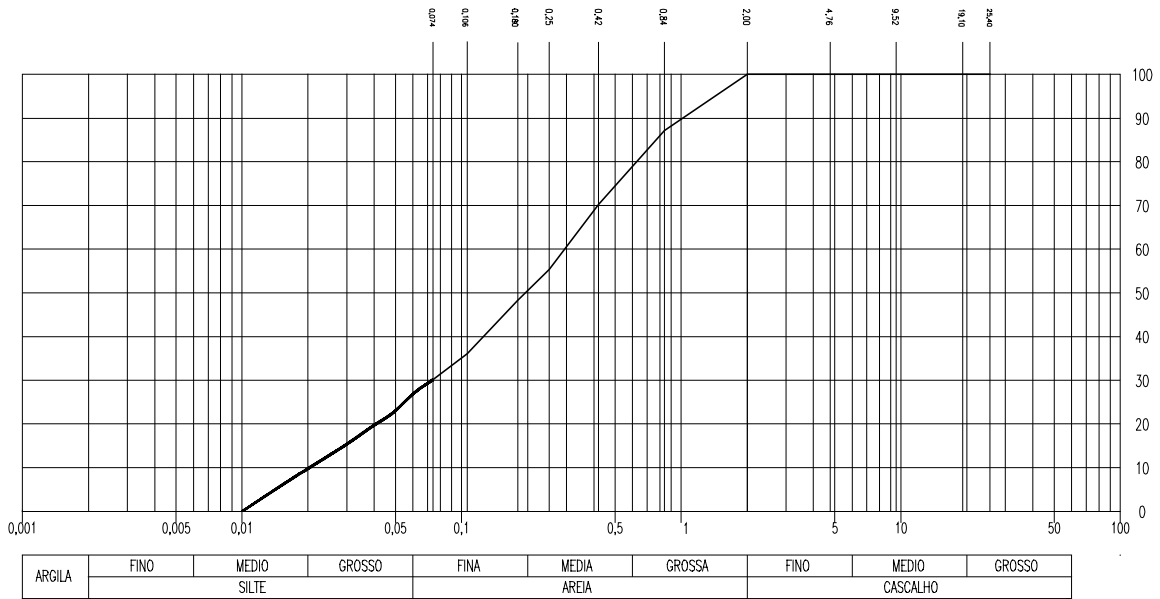


Figura 7

9. A Figura 8 representa uma cortina impermeável com 100 m de extensão e a rede de percolação que descreve o movimento da água no terreno. O nível de água de jusante pode variar entre uma cota máxima de 30,0 m e uma cota mínima de 22,0 m. Para o solo tome $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ e $k = 10^{-6} \text{ m/s}$. Admita $\gamma_w = 9,8 \text{ kN/m}^3$.

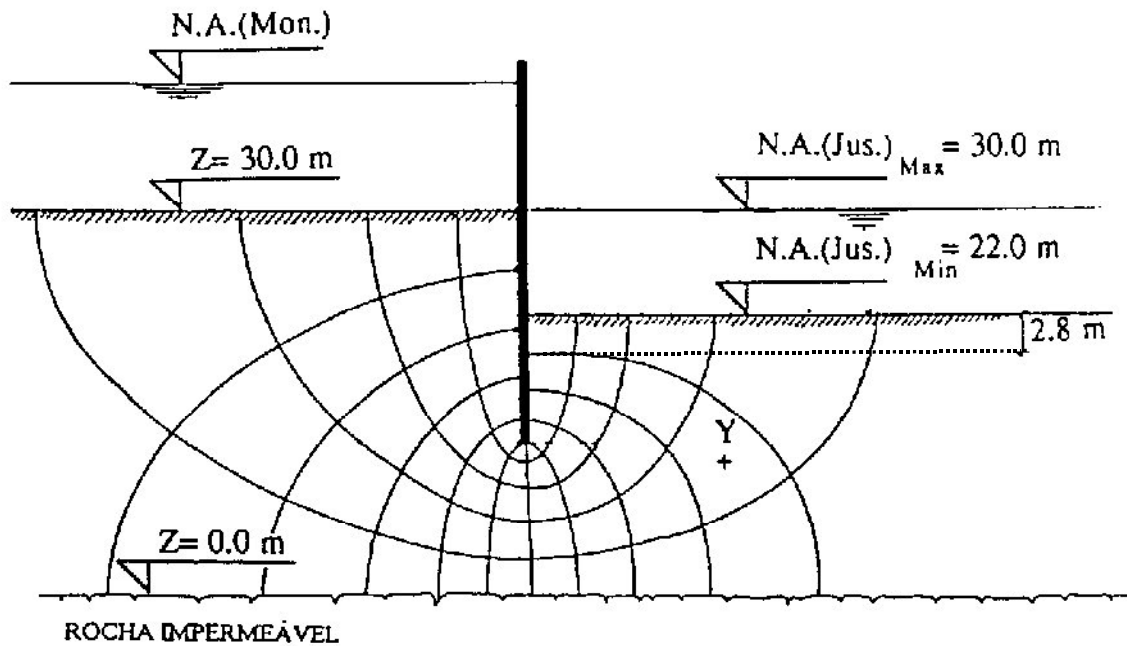


Figura 8

- Admitindo o nível de água a jusante coincidente com o seu nível máximo (cota de 30,00) e sabendo que o caudal percolado é de $39,3 \text{ m}^3/\text{dia}$ ao longo de toda a extensão da cortina, determine a cota do nível de água de montante.
- Determine a tensão efectiva vertical no ponto Y, situado à cota 10,00, admitindo o nível da água a montante à cota 35,00 e o nível de água a jusante à cota 30,00.
- Para a situação do nível de água a jusante que considere mais desfavorável (justifique), determine a máxima cota do nível de água a montante de tal modo que se verifique um factor de segurança relativamente ao "piping" ou erosão interna igual a 3,0.