

# PROVA DE CONHECIMENTOS

## ÁREA DE TECNOLOGIA AMBIENTAL

### INFORMAÇÕES GERAIS

**1** - As provas que NÃO possuem o CPF no Caderno de Resposta não serão corrigidas e o candidato será desclassificado do Processo Seletivo. Inserir o CPF apenas nos espaços reservados, com caneta esferográfica de tinta indelével de cor preta ou azul.

**2** - A correção da prova considerará, EXCLUSIVAMENTE, a resposta especificada no local apropriado do Caderno de Resposta. Os cálculos não serão considerados na avaliação.

**3** - O preenchimento das respostas do Caderno de Respostas deverá ser realizado com caneta esferográfica de tinta indelével de cor preta ou azul. Não será permitida a troca do Caderno de Respostas por erro do candidato.

**4** - As respostas rasuradas não serão consideradas para fins de avaliação.

**5** - Durante a aplicação da prova não será permitido:

- a) qualquer tipo de comunicação entre os candidatos;
- b) levantar da cadeira sem a devida autorização do fiscal de sala;
- c) portar aparelhos eletrônicos, tais como bipe, telefone celular, agenda eletrônica, notebook, palmtop, receptor, gravador, máquina de calcular, máquina fotográfica digital, controle de alarme de carro etc., bem como relógio de qualquer modelo, óculos escuros ou quaisquer acessórios de chapelaria, tais como chapéu, boné, gorro etc. e, ainda, lápis, lapiseira (grafite), corretor líquido e/ou borracha. Tal infração poderá acarretar a eliminação sumária do candidato.

**6** - O tempo TOTAL disponível para a realização da prova é de 4 horas, já incluído o tempo para o preenchimento do Caderno de Respostas.

**7** - Não será permitido ao candidato, ao término da avaliação, permanecer com qualquer material relativo à prova.

**8** - Pontuação das questões:

Questão 1: 1,55 ponto; Questão 2: 1,80 ponto; Questão 3: 1,50 ponto; Questão 4: 1,30 ponto;  
Questão 5: 0,50 ponto; Questão 6: 1,00 ponto; Questão 7: 1,15 ponto; Questão 8: 1,20 ponto.

**CPF DO CANDIDATO:** \_\_\_\_\_

1. O equivalente populacional (EP) traduz a equivalência entre potencial poluidor de uma indústria e uma determinada população, sendo descrito em número de habitantes. Considerando que a contribuição *per capita* de DBO é 0,054 kg/(hab.dia), determine o EP de uma indústria que possui vazão = 120 m<sup>3</sup>/dia e concentração de DBO = 2000 mg/L.

**Resposta (1,55 ponto):**

**EP = 4.445 habitantes.**

2. Quais fatores influenciam o balanço de oxigênio dissolvido (aporte e depleção do oxigênio) no meio aquático?

**Padrão de Resposta (1,80 ponto):**

Fatores responsáveis pelo aporte de oxigênio (fontes): **re-aeração** atmosférica por turbulência (quedas d'água, meandros, ondas, etc.) e **fotossíntese**.

Fatores responsáveis pela depleção (remoção) de oxigênio: Demanda Bioquímica de Oxigênio (**DBO** – decomposição de material orgânico biodegradável); demanda devido à decomposição do material orgânico presente nos sedimentos de fundo (**SOD** - Sediment Oxygen Demand); e Demanda Química de Oxigênio (**DQO** - oxidação química abiótica de substâncias como íons metálicos).

Observações:

Cada fator acima citado diretamente correspondeu a pontuação 0,40.

Os candidatos que citaram Eutrofização foram pontuados com 0,40 ponto.

3. A Figura mostra a adutora que interliga o reservatório R0 ao R1, pela qual escoa uma vazão de 8 L/s. Com base nas informações abaixo, determine a potência elétrica ( $P$ ) do conjunto motor-bomba (CMB).

Considere que:

- O regime do escoamento é uniforme e permanente;
- As perdas de carga na sucção do CMB são desprezíveis;
- Todas as perdas de carga localizadas são desprezíveis.
- A energia cinética deve ser desconsiderada.

**Dados:**

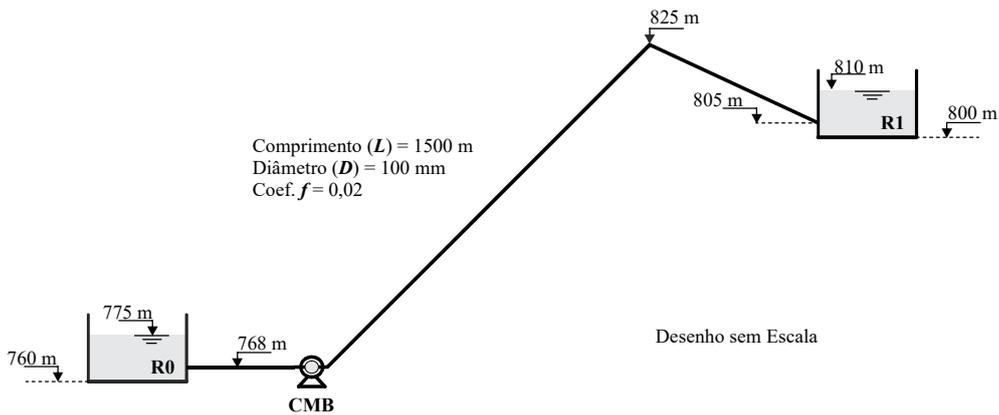
- Comprimento da adutora = 1500 m;
- Diâmetro interno da adutora = 100 mm;
- Coeficiente de perda de carga = 0,02;
- Rendimento da bomba = 70%;
- Rendimento do motor = 85%.

**Fórmulas:**

$$P = 9,81 \times Q \times H_{man} \times \eta^{-1}$$

$$H_f = 0,0828 \times f \times L \times Q^2 \times D^{-5}$$

Onde:  $P$  é a potência elétrica [kW];  $Q$  é a vazão em [m<sup>3</sup>/s];  
 $H_{man}$  é a altura manométrica [m];  $\eta$  é o rendimento do CMB [em decimal];  
 $H_f$  é a perda de carga [m];  $f$  é o coeficiente de perda de carga;  
 $L$  é o comprimento da tubulação [m];  $D$  é o diâmetro interno do tubo [m].



**Resposta (1,55 ponto):**

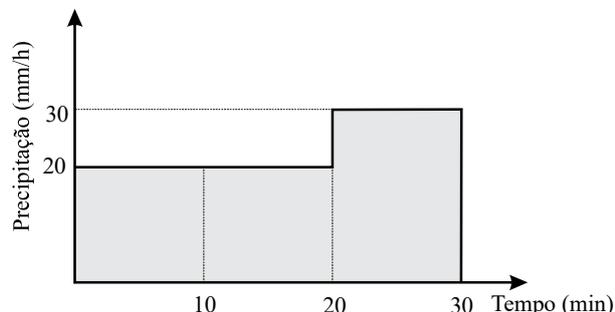
$P = 6,71 \text{ kW.}$

4. A curva de infiltração de um solo foi ajustada a Equação de Horton, obtendo-se os seguintes parâmetros:  $i_i = 38 \text{ mm/h}$ ,  $i_f = 18 \text{ mm/h}$  e  $\beta = 5,1 \text{ h}^{-1}$ . Para o evento de chuva abaixo, determine:

**Equações:**

$$i = i_f + (i_i - i_f)e^{-\beta t}$$

$$I = i_f t + (i_i - i_f) / \beta (1 - e^{-\beta t})$$



a) A taxa de infiltração ( $i$ ) e a infiltração acumulada ( $L$ ) (lâmina de água infiltrada) em  $t = 0, 15$  e  $30$  min.

**Resposta (0,75 ponto):**

$t = 0 \text{ min} \text{ — } i = 38 \text{ mm/h}; \quad t = 15 \text{ min} \text{ — } i = 23,6 \text{ mm/h}; \quad t = 30 \text{ min} \text{ — } i = 19,6 \text{ mm/h}.$

Observação: A solicitação da lâmina de água infiltrada foi cancelada.

b) Qual a lâmina de água escoada superficialmente no evento.

**Resposta (0,55 ponto):**

Tempo (min)	$i$ (mm/h)
0	38,00
10	26,55
20	21,65
30	19,56

O escoamento superficial ocorrerá a partir de 20 minutos.

Precipitação no intervalo de 20 a 30 minutos = 5 mm.

Infiltração acumulada no intervalo de 0 a 20 minutos = 9,21 mm.

Infiltração acumulada no intervalo de 0 a 30 minutos = 12,62 mm .

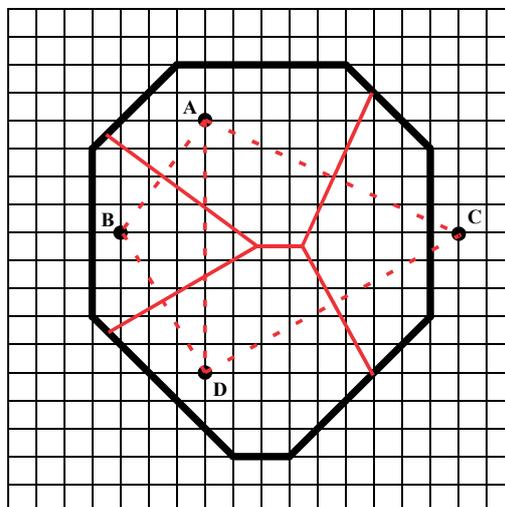
Infiltração no intervalo de 20 a 30 minutos = 3,41 mm.

**Lâmina de água escoada = 1,59 mm**

5. Considere a bacia hidrográfica abaixo com área total de  $134 \text{ km}^2$ , onde cada quadrado corresponde a  $1 \text{ km}^2$ . Escolha a opção abaixo que representa, aproximadamente, a chuva média sobre a bacia, calculada por meio do método de Thiessen.

Os dados pluviométricos dos postos são:

Posto	Precipitação (mm)
A	40
B	80
C	10
D	30



**Resposta (0,5 ponto):**

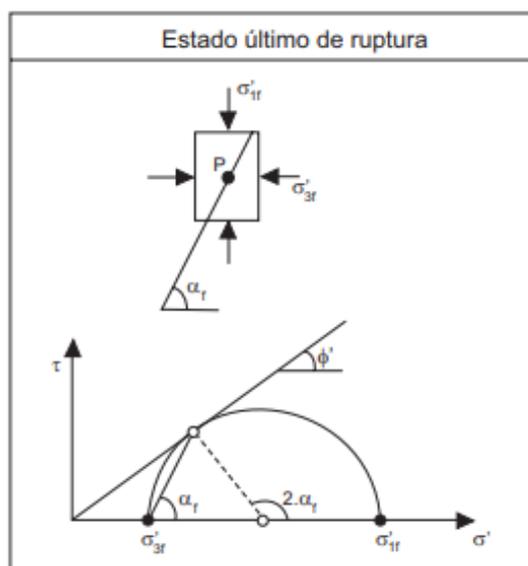
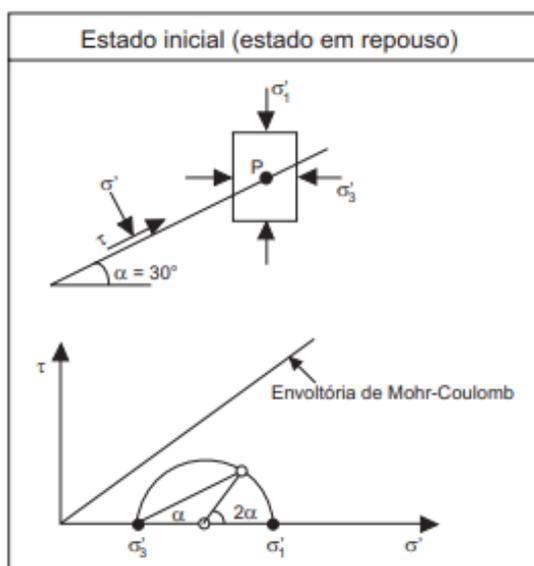
$$P = (40 \cdot 39,9 + 80 \cdot 22,5 + 10 \cdot 29,8 + 30 \cdot 41,8) / 134 = 37 \text{ mm}$$

(X) 37 ( ) 40 ( ) 43 ( ) 46 ( ) 50

6. Considere o ponto P localizado em um subsolo com espessa camada silto-argilosa. Sob este subsolo, será executado um aterro de grande porte.

a) Calcule o valor (em kPa) das tensões efetivas normal ( $\sigma'$ ) e tangencial ( $\tau$ ) que atuam num plano que forma um ângulo  $\alpha = 30^\circ$  com o plano horizontal, sabendo que a tensão efetiva principal maior  $\sigma'_1$  (no plano horizontal) e a tensão efetiva principal menor  $\sigma'_3$  (no plano vertical) são iguais a 150 kPa e 90 kPa, respectivamente.

b) Estime o valor do ângulo de atrito interno ( $\phi'$ ) do solo, dispondo apenas, dos resultados de um ensaio de compressão triaxial CD (adensado drenado) que, no estado último de ruptura, forneceu os seguintes dados:  $\sigma_{1f}$  (tensão principal maior na ruptura) = 250 kPa e  $\sigma_{3f}$  (tensão principal menor na ruptura) = 50 kPa.



**Equações:**

$$\sigma' = \frac{\sigma'_1 + \sigma'_3}{2} + \left( \frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{2} \right) \times \cos 2\alpha$$

$$\tau = \left( \frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{2} \right) \times \sin 2\alpha$$

$$\sin \phi' = \frac{\sigma'_{1f} - \sigma'_{3f}}{\sigma'_{1f} + \sigma'_{3f}}$$

**Resposta letra a):**

---

**Resposta letra b):**

---

CPF DO CANDIDATO: \_\_\_\_\_

7. Em um talude natural de solo argiloso com peso específico aparente úmido  $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ , peso específico dos sólidos  $\gamma_s = 24,5 \text{ kN/m}^3$ , teor de umidade natural  $W = 25\%$ , coesão  $c = 30 \text{ kPa}$  e ângulo de atrito interno  $\phi = 12^\circ$ , foi realizado um corte vertical com 3 m de altura e 60 m de comprimento. O local está sujeito, durante parte do ano, a fortes precipitações pluviométricas.

Verifique se este corte necessita de uma obra de contenção, respondendo SIM ou NÃO e justificando sua resposta pelo cálculo do fator de segurança (FS). Considere que o FS deve ser superior a 1,5.

Resposta:

( ) SIM      ( ) NÃO

Justificativa: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

$H_{cr}$  – altura crítica

$\gamma_d$  – peso específico aparente seco

$\gamma_w$  – peso específico da água

$W$  – teor de umidade

$e$  – índice de vazios

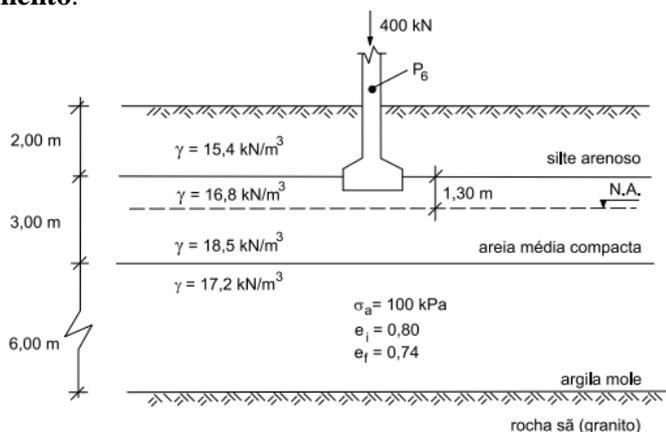
$$H_{CR} = \frac{2,67 \cdot c}{\gamma} \cdot \text{tg} \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma_d} - 1$$

$$\gamma_d = \frac{\gamma_s}{1+W}$$

$$\gamma_{sat} = \frac{\gamma_s + e \cdot \gamma_w}{1+e}$$

8. As fundações de um edifício foram projetadas como sapatas assentes numa camada de areia compacta, apresentando capacidade de carga adequada. Entretanto, a existência de uma camada subjacente de argila mole, revelada pelas sondagens, causou preocupações com relação aos recalques que poderiam ocorrer, tornando necessário o estudo deste solo com relação ao seu possível adensamento.



OBS.: Unidades do Sistema Internacional

#### FÓRMULAS E SIMBOLOGIA

$$R = \Delta_e \cdot \frac{h_i}{1 + e_i}$$

$R$  = recalque total

$h_i$  = altura inicial da camada compressível

$e_i$  = índice de vazios inicial

$e_f$  = índice de vazios final

$\sigma_a$  = tensão de pré-adensamento

$\gamma$  = peso específico aparente

CPF DO CANDIDATO: \_\_\_\_\_

**Com relação ao pilar nº 6, indicado no perfil, determine:**

a) a espessura da camada compressível;

**Resposta a):**

\_\_\_\_\_

b) a profundidade em que foram realizados os estudos de adensamento, tendo em vista as recomendações técnicas para um caso como este;

**Resposta b):**

\_\_\_\_\_

c) os valores das tensões verticais total e efetiva e a pressão neutra, no plano médio da camada compressível;

**Resposta c):**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

d) em que estado de adensamento se encontra a camada compressível antes da construção da sapata (justifique numericamente sua resposta);

**Resposta d):**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

e) o estado de adensamento da camada compressível após a construção da sapata (admita que o acréscimo de pressão no plano médio da camada compressível será de 30 kPa);

**Resposta e):**

\_\_\_\_\_

f) o valor do recalque total que poderá sofrer a sapata.

**Resposta f):**

\_\_\_\_\_

**PADRÃO DE RESPOSTAS DAS QUESTÕES 6 A 8 (CORRIGIDO)**

**6)**

**a) (0,5 ponto):**

$$\sigma' = 135 \text{ KPa.}$$

$$\tau = 26 \text{ KPa.}$$

**b) (0,5 ponto):**

$$\Phi = 41,8^\circ.$$

**7) (1,15 ponto):**

SIM       NÃO

Deve-se considerar a condição de solo saturado, por ser a mais desfavorável.

$$H_{CR} = 5,50 \text{ m.}$$

$$FS = 5,50 / 3,00 = 1,83.$$

O corte não necessita de obra de contenção, tendo em vista que o FS igual a 1,83 é superior ao valor mínimo estipulado de 1,50.

Observação: ressalta-se que somente a resposta “NÃO” não garante pontuação. A justificativa deve estar correta.

**8) (cada letra vale 0,20 ponto):**

**a)** Corresponde à espessura da camada de argila mole que, no perfil, corresponde a 6 metros.

**b)** 8 metros.

**c)**  $\sigma_v = 135 \text{ KPa}$ ;  $\sigma' = 88,7 \text{ KPa}$ ; Pressão Neutra = 47 KPa.

**d)** Antes da construção da sapata, a tensão efetiva é igual a aproximadamente 89 KPa e a tensão de adensamento = 100 KPa. Como a tensão efetiva é menor que a tensão de adensamento, a camada está pré-adensada.

**e)** Com o acréscimo da carga, tem-se que a tensão final é igual a  $89 + 30 = 119 \text{ KPa}$ . Como a tensão final é superior à tensão de adensamento (100 KPa), a camada está em adensamento.

**f)** 20 centímetros.