

3º teste para avaliação contínua

16/01/2018

Duração: 2 h

---

### Parte prática (13 valores)

---

#### Exercício I (6 valores)

Considere um canal trapezoidal, revestido de betão liso ( $k=75$ ), com taludes inclinados a 2/3 (V:H), 5.0 m de largura de rasto e declive de fundo de 0.01, que transporta o caudal de  $25 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ .

- calcule a altura do escoamento uniforme;
- classifique o escoamento (recorra ao ábaco respetivo);

---

#### Exercício II (7 valores)

Pretende-se dimensionar um tanque de sedimentação gravítica (discreta) que separe 100% da população de partículas de forma aproximadamente esférica e com o diâmetro mínimo de  $68 \text{ }\mu\text{m}$ , quando o caudal a tratar é  $25 \text{ 000 m}^3 \text{ d}^{-1}$ . As partículas têm massa volúmica =  $2600 \text{ kg m}^{-3}$ . O líquido tem massa volúmica de  $1000 \text{ kg m}^{-3}$  e viscosidade de  $1.308 \text{ cP}$ .

Muito importante: o dimensionamento do tanque, ou tanques, está condicionado ao espaço disponível na ETAR para a sua implantação no terreno, que consiste num rectângulo com  $10 \text{ m} \times 20 \text{ m}$ . Lembre-se que o comprimento total do tanque inclui o comprimento da zona de sedimentação adicionado do comprimento dos canaletes para o *outflow*.

- Determine a velocidade terminal das partículas no tanque;
- Determine as dimensões da zona de sedimentação do tanque e o tempo de retenção hidráulica, explicando todos os passos e fazendo todas as verificações necessárias, de acordo com critérios de projecto; (Não se esqueça de atender à limitação do espaço disponível)
- Dimensione o descarregador para o *outflow* de modo a manter constante a altura de líquido dentro do tanque, justificando todos os passos e escolhas;
- Apresente um desenho qualitativo do tanque, ou tanques.

**FIM da parte prática**

**(ver formulário no verso)**

**Formulário**

*Escoamento em superfície livre: Lei de resistência de Gaukler-Manning*

$$Q = A K R^{2/3} j^{1/2} \quad \text{com } Q \text{ (m}^3 \text{ s}^{-1}\text{), } A \text{ (m}^2\text{), } R \text{ (m) e } j \text{ (m m}^{-1}\text{)}$$

*Escoamento em superfície livre: Geometria das secções transversais*

Secção rectangular Secção trapezoidal

$$A = bh_u, \quad P = b + 2h_u, \quad h_c = \sqrt[3]{\frac{q_0^2}{g}} \quad A = bh_u + sh_u^2 \quad P = b + 2h_u \sqrt{1 + s^2}$$

*Sedimentação de partículas, flocos e nuvens*

	$v_T$	$F_v$	$C_v$	Heywood
Laminar	$\frac{g(\rho_p - \rho_w)\phi_p^2}{18\mu}$	$F_v = 3\pi\mu u_p \phi_p$	$C_v = \frac{24}{Re_p}$	$\varphi = \frac{4g(\rho_p - \rho_w)\rho_w\phi^3}{3\mu^2}$ $\psi = \frac{4g(\rho_p - \rho_w)\mu}{3\rho^2 u_T^3}$
Transição	$\sqrt{\frac{4g}{3C_v} \left(\frac{\rho_p}{\rho_w} - 1\right) \phi_p}$	$F_v = 3\pi\mu u_p \phi_p \times (1 + 0.15 Re_p^{0.687})$	$C_v = \frac{24}{Re_p} + \frac{3}{Re_p^{1/2}} + 0.34$	
Turbulento	$\sqrt{3.33g \left(\frac{\rho_p}{\rho_w} - 1\right) \phi_p}$	$F_v = 0.055\pi\mu u_p^2 \phi_p^2$	$C_v \approx 0.44$	

*Curva de eficiência de separação de um tanque de sedimentação*  $G(x) = u_T \frac{A_s}{Q_e}$

*Valores típicos de dimensionamento de tanques de sedimentação rectangulares*

Parâmetro	Unidades SI	Intervalo	Dimensão	Unidades SI	Intervalo
$\theta$	h	1.5 - 6			
$q_0$	m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup>	0.5-3	Profundidade	m	2.5 - 5
Re	adim	< 20000	Comprimento	m	15 - 100
			Largura	m	3 - 30

*Verificações*

$$Re = \frac{v_H R_H}{\nu} \quad u_{sc} = \left( \frac{8K(d_p - 1)g\phi_p}{f} \right)^{1/2} \quad \text{com } k = 0.04 \text{ e } f = 0.025$$

*Descarregador final do tanque*

$$Ch_{desc} = \frac{Q_e}{W_{desc}}, \quad N^o_{canal} = \frac{W_{desc}}{2L_{canal}}, \quad E_{canal} = \frac{W_{Tanque} - W_{canal} N^o_{canal}}{N^o_{canal} + 1}$$

$Ch_{desc}$  está limitado a um intervalo de 100 a 320 m<sup>3</sup> d<sup>-1</sup> m<sup>-1</sup>