



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO  
Departamento de Engenharia Química  
Prova 2 de Operações Unitárias III- RRA  
1/2022– Profa. Kássia Graciele dos Santos

**NOTA**

Nome: \_\_\_\_\_

Matrícula: \_\_\_\_\_

**Instruções:**

- 1 – Desliguem os celulares. Não será permitido o uso de aparelho de telefone celular durante a prova, em nenhuma de suas funções;
- 2 – Somente o Gabarito será corrigido. No entanto é preciso deixar as memórias de cálculo.
- 3 - Proibido emprestar calculadora ou usar calculadora HP;
- 4 – Tempo de Prova: 1h 50min.

**GABARITO**

**QUESTÃO 1 (5 pontos) HIDROCICLONAGEM**

- a) (1 ponto)  $d1^* =$  \_\_\_\_\_ e  $d2^* =$  \_\_\_\_\_
- b) (0,5 ponto) A eficiência global de coleta do 1º Hidrociclone: \_\_\_\_\_
- c) (1 ponto)  $c_v$  no hidrociclone 2? \_\_\_\_\_
- d) (1 ponto) A eficiência global de coleta do 2º hidrociclone: \_\_\_\_\_
- e) (0,5 ponto) A eficiência global de coleta total da bateria: \_\_\_\_\_

**QUESTÃO 2 (5 pontos): ESCOAMENTO EM MEIOS POROSOS**

- A) Valor de  $h$ : \_\_\_\_\_
- B) Diâmetro médio de Sauter: \_\_\_\_\_
- C) Propriedades do meio poroso: \_\_\_\_\_
- D) Velocidade superficial do fluido na coluna: \_\_\_\_\_
- E) Volume de água (L) que percola o leito durante um período de 375 min.: \_\_\_\_\_

**QUESTÃO 1 (5 pontos)** – Deseja-se estudar o desempenho de uma bateria de hidrociclones CBV Demco em série com respectivamente 15 cm e 6 cm de diâmetro, no tratamento de 650 L/min de suspensão contendo 10% em volume de sólido.

Propriedades do fluido:  $\rho=1 \text{ g/cm}^3$  e viscosidade 1 cP.

Pede-se:

- (1 ponto) Os diâmetros de corte  $d1^*=$  \_\_\_\_\_ e  $d2^*=$  \_\_\_\_\_
- (0,5 ponto) A eficiência global de coleta do 1º Hidrociclone: \_\_\_\_\_
- (1 ponto) Qual o  $c_v$  no hidrociclone 2? \_\_\_\_\_
- (1 ponto) A eficiência global de coleta do 2º hidrociclone: \_\_\_\_\_
- (0,5 ponto) A eficiência global de coleta total da bateria: \_\_\_\_\_

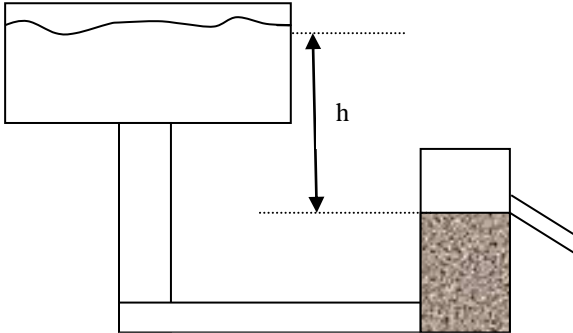
Propriedades das partículas sólidas: densidade  $2,5 \text{ g/cm}^3$  e distribuição granulométrica dada por:

$$X = \left( \frac{D}{55\mu\text{m}} \right)^{0,9}$$

X	0.000	0.051	0.116	0.216	0.311	0.402	0.492	1.000
D [ $\mu\text{m}$ ]	0	2	5	10	15	20	25	55



**QUESTÃO 2 (5,0 pontos)** Determinar o valor de  $h$  para que se tenha na coluna recheada uma vazão de 80 L/h de um fluido de densidade igual a  $1,0 \text{ g/cm}^3$  e viscosidade 1,1 cP. A altura do recheio é de 0,6 m, e uma coluna com diâmetro interno de 16,5cm. Já o meio poroso é composto por 60% de sólidos (em volume), com distribuição de tamanho seguindo o modelo GGS ( $k=200$  micra e  $m=2,2$ ) e esfericidade de 0,7. Considere uma perda de carga na tubulação e acessórios de 7,5 m. Encontrar também o volume de água que percola o leito poroso durante um período de 375 min. Atenção! Você deve usar o Diâmetro médio de Sauter que representa essa distribuição de tamanho de partículas.



Calcular:

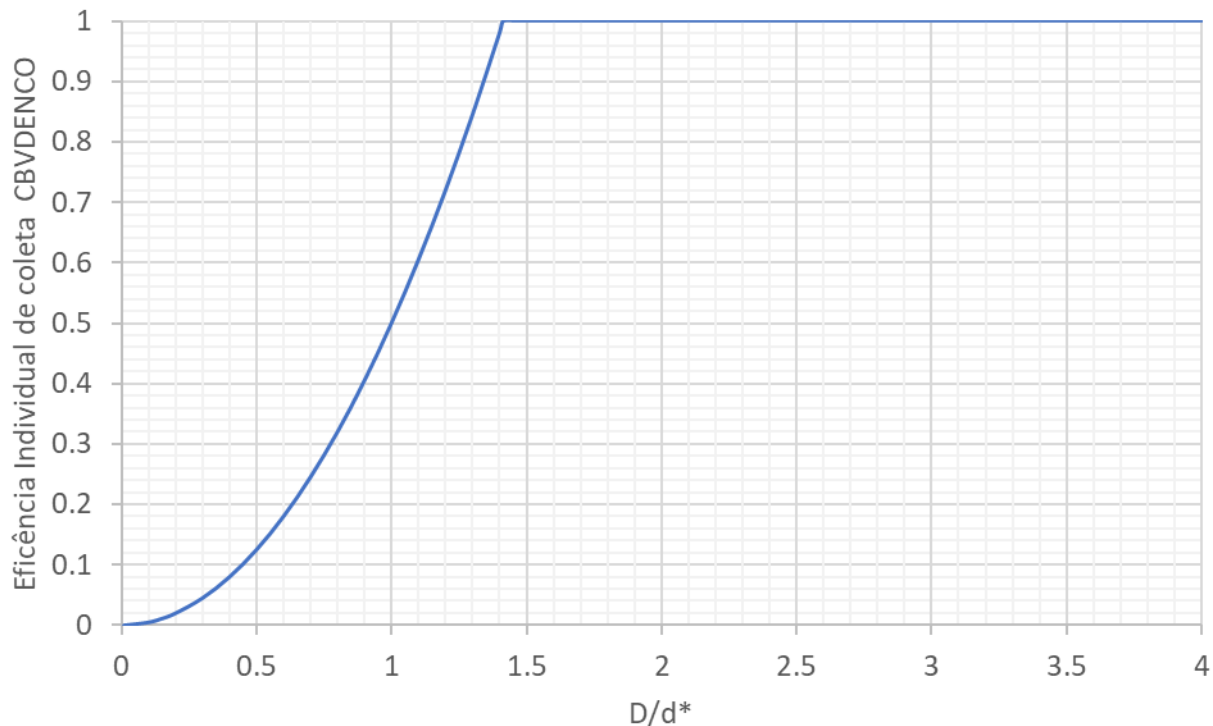
- A) Valor do desnível  $h$
- B) Diâmetro médio de Sauter das partículas (cm)
- C) Propriedades do meio poroso
- D) Velocidade superficial do fluido na coluna
- E) Volume de água que percola o leito poroso durante um período de 375 min.



## FORMULÁRIO

### Hidrociclone CBV-DENCO

$\frac{d^*}{D_c} = 0,056 \left( \frac{\mu D_c}{Q(\rho_s - \rho)} \right)^{1/2} e^{4C_v}$ $\bar{\eta} = (1 - R_L)I + R_L$	$\eta = \begin{cases} 0,5 \left( \frac{D}{d^*} \right)^2 & ; \frac{D}{d^*} < \sqrt{2} \\ 1 & ; \frac{D}{d^*} \geq \sqrt{2} \end{cases}$	<p>Para partículas com distribuição de tamanho seguindo modelo GGS</p> $I = \frac{m}{2 + (2 + m)} \left( \frac{k}{d^*} \right)^2 ; \quad \frac{k}{d^*} < \sqrt{2}$ $I = 1 - \frac{2^{\left[ \frac{(2+m)}{2} \right]}}{(2+m)} \left( \frac{d^*}{k} \right)^m ; \quad \frac{k}{d^*} \geq \sqrt{2}$
--	---	--



### Escoamento em meios porosos:

#### Parâmetros que caracterizam o meio poroso:

**Equação de Kozeny-Carman:** 
$$k = \frac{(d_p \phi)^2 \varepsilon^3}{36\beta(1-\varepsilon)^2} ; \begin{cases} \text{para } \phi=1: 36\beta=150 \\ \text{para } \phi \neq 1: 36\beta=180 \end{cases}$$

#### Equação de Costa e Massarani (1980):

$$c = \frac{1}{\varepsilon^{3/2}} \left[ 0,13 \left( \frac{k_0}{k} \right)^{0,37} + 0,10 \left( \frac{k_0}{k} \right)^{0,01} \right]^{0,98} ; k_0 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^2 \quad \text{para } \begin{cases} 0,15 < \varepsilon < 0,75 \\ 1 \cdot 10^{-9} < k < 1 \cdot 10^{-3} \end{cases}$$

**Perda de Carga no meio poroso:** 
$$H_{C-MP} = \frac{L}{\rho g} \left[ \frac{\mu}{k} + \frac{c \rho q}{\sqrt{k}} \right] q$$
, considerando o eixo z na mesma direção do escoamento.