

## EXEMPLO: FILTRO RÁPIDO

Dimensionar sistema de filtração para uma ETA, para vazão de  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ , contendo 4 decantadores de 12 m de largura.

Solução:

### 1. Concepção do sistema de filtração

Água afluyente submetida a processo de coagulação e decantação → filtração rápida

Camada filtrante: Pode ser simples, dupla ou tripla. Adotou-se: dupla: antracito + areia

Controle hidráulico do sistema:

Opção: → taxa de filtração constante: com ou sem variação de nível

→ taxa de filtração declinante

Optou-se por: taxa de filtração constante, com variação de nível

Taxa de filtração: Camada dupla (antracito+areia), pela NBR 12216/92, na impossibilidade de ensaios em filtro-piloto, taxa máxima de  $360 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$  → Adotou-se:  $240 \text{ m}^3/\text{d}$

### 2. Área de filtração

$$A = \frac{Q}{TAS} = \frac{1 \text{ m}^3/\text{s}}{240 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})} \frac{86400 \text{ s}}{1 \text{ d}} = 360 \text{ m}^2$$

### 3. Número aproximado de filtros

Considerar: → número de decantadores e

→ Fórmula empírica de Kawamura:  $N_f = 0,0195\sqrt{Q}$ , sendo Q em  $\text{m}^3/\text{d}$

$$N_f = 0,0195\sqrt{Q} = 0,0195\sqrt{86400} = 5,76 \text{ filtros}$$

Adotou-se: 8 filtros (2 filtros para cada decantador)

### 4. Área individual de cada filtro

Recomendável: 25 a  $100 \text{ m}^2$

$$A_f = \frac{A_{total}}{N_f} = \frac{360 \text{ m}^2}{8} = 45 \text{ m}^2$$

### 5. Dimensões de cada filtro

Decantador: 12m de largura

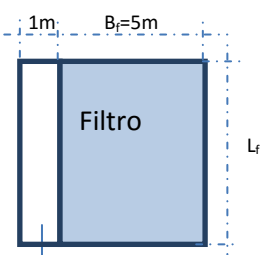
Como são 2 filtros /decantador → 6m para cada filtro

$$1 \text{ m} + B_f = 6 \text{ m}$$

$$B_f = 5 \text{ m}$$

$$A_f = B_f \times L_f$$

$$L_f = 45/5 = 9 \text{ m}$$



Canal lateral de coleta de água de lavagem.

Largura de 1m para possibilitar instalação da comporta de saída da água de lavagem

## Camadas filtrantes

Material	Altura (m)	TE (mm)	CU	Massa específica (kg/m <sup>3</sup> )	Porosidade	Coefficiente de esfericidade
Antracito	0,5	1,0	1,4	1,6	0,55	0,55
Areia	0,3	0,45	1,4	2,75	0,45	0,8

Verificação:  $\sum \frac{L}{TE} \geq 1000$

$$\frac{500}{1} + \frac{300}{0,45} = 1167 > 1000 \rightarrow \text{OK!}$$

### 6. Concepção do fundo falso e sistema de drenagem

Adotando blocos Leopold.

Fabricante recomenda camada suporte conforme tabela:

Camada	Granulometria (mm)	Altura (cm)
1 (topo)	12,7 – 19,0	5
2	6,4 – 12,7	5
3	3,2 – 6,4	5
4	1,6 – 3,2	5
5	3,2 – 6,4	5
6	6,4 – 12,7	5
7 (fundo)	12,7 – 19,0	5
		Σ 35 cm

### 7. Sistema de lavagem dos filtros

[Muito importante é a manutenção do leito filtrante em boas condições, ou seja, sua lavagem. A lavagem é feita basicamente a alta velocidade, no sentido ascendente, de modo a causar uma expansão do leito filtrante e assim arrastar o material depositado através do leito expandido]

Vazão da água de lavagem: segundo NBR 12216/92, deve-se proporcionar expansão de 20 a 30% do material filtrante [Depende das características do material filtrante, mas equivale a uma velocidade de lavagem da ordem de 0,5 a 0,6 m/min para filtro de fluxo descendente e, 0,8 a 1,0 m/min para filtro de fluxo ascendente] e velocidade de lavagem > 0,6m/min (filtro de fluxo descendente) e >0,8m/min (filtro de fluxo ascendente).

→ Vazão de água de lavagem:

Adotando: Lavagem com ar seguido de água em contra-corrente e velocidade de ascensão da água de lavagem de 1,3 cm/s

$$Q_{AL} = vA_f = \frac{1,3\text{cm}}{\text{s}} 45\text{m}^2 \frac{1\text{m}}{100\text{cm}} = 0,585\text{m}^3/\text{s}$$

→ Volume de água de lavagem

NBR 12216/92 determina tempo mínimo de lavagem de 10 min (filtro de fluxo descendente) e 15 min (filtro de fluxo ascendente) → Admitindo, então, duração de 10 min, tem-se:

$$Vol = Q_{AL} t = \frac{0,585 m^3}{s} 10 min \frac{60 s}{1 min} = 351 m^3$$

NBR 12216/92 determina capacidade mínima do reservatório para lavagem de 2 filtros, logo:

$$Reservação = 2Vol = 2 \times 351 m^3 = 702 m^3$$

Adotou-se: 750 m<sup>3</sup>

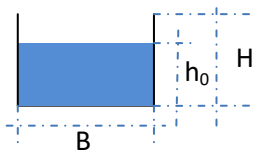
→ Vazão de ar

Adotando vazão do ar durante a lavagem de 15 L/s/m<sup>2</sup>

$$Q_{ar} = \frac{15 L}{s m^2} 45 m^2 = 675 L/s$$

→ Calha de coleta de água de lavagem

Admite-se 5 calhas/filtro, assim vazão individual por calha:



$$Q_{calha} = \frac{0,585 m^3/s}{5} = 0,117 m^3/s$$

Pode-se usar a fórmula:  $Q = 1,38 B h_0^{1,5}$ , sendo  $h_0$  o nível máximo

B (m)	$h_0$ (m)
0,2	0,564
0,4	0,655
0,5	0,306
0,6	0,271
0,8	0,224

← Adotou-se calha s com B=0,5m e H=0,4m

$$\text{Espaçamento entre calhas: } Esp = \frac{9m}{5 calhas} = 1,8m$$

