

TRATAMENTO DE ÁGUA

Estações de Tratamento de Água (ETA):

Têm por objetivo transformar água bruta, imprópria para consumo humano, em água potável, própria para este fim. O tratamento da água passa pelas seguintes fases:

- Mistura Rápida
- Floculação
- Decantação
- Filtração
- Desinfecção
- Fluoretação
- Correção do pH

Mistura Rápida

Assim chamada porque são, praticamente, instantâneas as reações químicas entre o floculante e as partículas que desejamos remover. É a fase crucial do tratamento de água. Nela é adicionado, em local de grande turbulência, o produto químico responsável pela desestabilização e posterior aglutinação das matérias que desejamos remover da água.

Essas matérias estão sob a forma de:

- *Suspensões*, resultado de erosão dos solos, provoca *turbidez*
- *Coloides*, resultado da decomposição de vegetais, provoca *cor real*

O Ensaio de Jarros determina o tempo de mistura (T), o gradiente de velocidade (G) e a dosagem correta dos produtos químicos a serem adicionados:

- Floculante – Sulfato de Alumínio
- Base – Cal Hidratada
- Ácido – Ácido Sulfúrico

De acordo com a NB – 592 dois parâmetros são muito importantes na mistura rápida; o tempo de mistura (T) e o gradiente de velocidade (G). Estes parâmetros devem ser determinados em laboratório, porém, caso os experimentos não possam ser realizados, as seguintes orientações são apresentadas;

$$700 \text{ 1/s} < G < 1100 \text{ 1/s}$$
$$T < 5 \text{ s}$$

Floculação

Fase em que as partículas desestabilizadas na mistura rápida são aglutinadas umas com as outras e com o floculante, formando flocos. Inicialmente eles são pequenos, a medida que as partículas vão se chocando entre si e com o floculante, os flocos vão crescendo, vão reduzindo o seu número e aumentando de tamanho.

No final do floculador a agitação é branda, os flocos deverão ter atingido o tamanho e peso suficientes para que se sedimentem, pela ação da gravidade, quando a água é deixada em repouso ou escoada em baixa velocidade.

Decantação

A água, convenientemente floculada, é conduzida para o decantador onde escoada sob velocidade reduzida, sem perturbações, para viabilizar a sedimentação dos flocos.

Na extremidade oposta do decantador a água é recolhida bem próxima a superfície e encaminhada para o filtro.

Filtração

A decantação não remove a totalidade dos flocos, assim, para remover a parcela remanescente, a água é filtrada. Os filtros são constituídos por uma camada porosa, normalmente de areia com a superfície do leito filtrante de antracito.

Antracito é um carvão mineral muito puro menos denso que a areia.

Desinfecção

Grande parte dos vírus e bactérias que, porventura, estejam presentes na água são removidos na decantação e filtração com a retirada dos flocos, entretanto, alguns deles poderão estar presentes na água filtrada.

Para evitar doenças às populações a água filtrada é desinfetada. Como agente desinfetante podemos usar o ozônio, a luz ultra - violeta e o cloro. Enquanto que o ozônio e a luz ultra - violeta desinfetam a água que passa pelo ponto de aplicação desses desinfetantes, sem adicionar nada a ela, o cloro pode ser dosado de modo que certo teor deste produto continue existindo na água (efeito residual) para assegurar que a mesma não venha a contaminar-se no sistema distribuidor.

O cloro é o desinfetante mais utilizado por causa do efeito residual.

Fluoretação

É um tratamento complementar obrigatório, do ponto de vista legal, entretanto, nem sempre é efetuado.

Em vista dos enormes benefícios decorrentes da fluoretação das águas de abastecimento e de seu baixíssimo custo, devemos empenhar-nos para que a fluoretação seja executada em todas as Estações de Tratamento de Água.

Correção do pH

Tratamento complementar, é a polida final na água tratada, assegura vida longa ao sistema distribuidor e as instalações hidráulicas prediais.

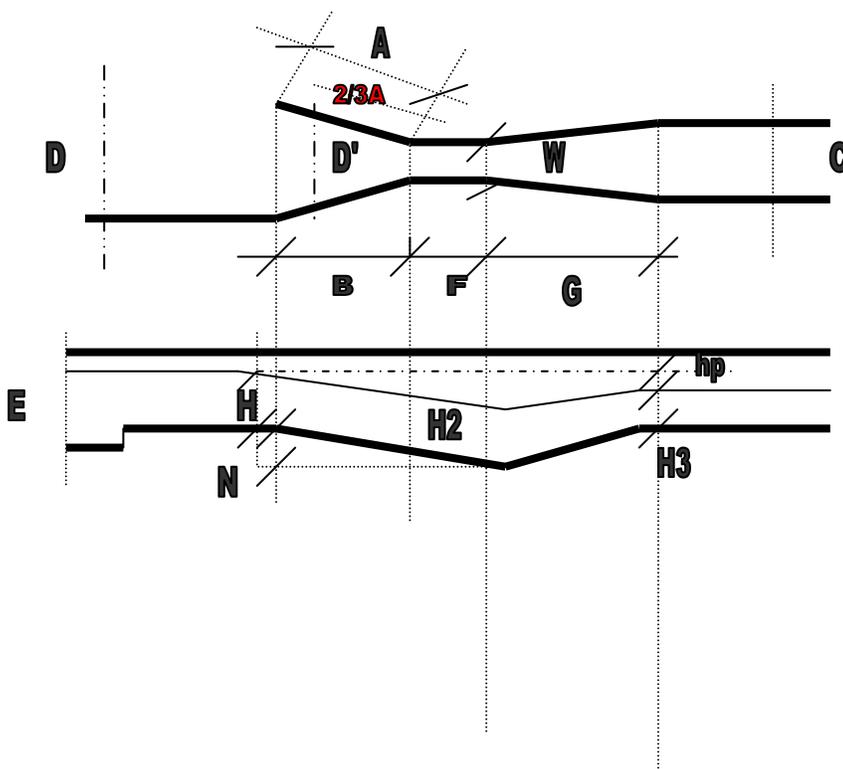
$$6,5 < \text{pH} < 9,5$$

Baixo pH => águas corrosivas ou agressivas a muitos metais, cimento amianto e concreto.

Alto pH => formação de incrustações

MISTURA RÁPIDA

Calculo de uma “Calha Parshall” como misturador rápido.



DIMENSÕES PADRONIZADAS DE MEDIDORES PARSHALL

| W(pol/pé) | W(m) | Qmin(l/s) | Qmáx(l/s) | K | n |
|-----------|-------|-----------|-----------|-------|--------|
| 3" | 0,075 | 0,85 | 53,80 | 3,704 | 0,646 |
| 6" | 0,150 | 1,52 | 110,40 | 1,842 | 0,636 |
| 9" | 0,229 | 2,55 | 251,90 | 1,486 | 0,613 |
| 1' | 0,305 | 3,11 | 455,60 | 1,276 | 0,657 |
| 1,5' | 0,460 | 4,25 | 696,20 | 0,966 | 0,650 |
| 2' | 0,610 | 11,89 | 936,70 | 0,795 | 0,645 |
| 3' | 0,915 | 17,26 | 1426,30 | 0,608 | 0,639 |
| 4' | 1,220 | 36,79 | 1921,50 | 0,505 | 0,634 |
| 5' | 1,525 | 62,80 | 2422,00 | 0,436 | 0,6630 |
| 6' | 1,830 | 74,40 | 2929,00 | 0,389 | 0,627 |
| 8' | 2,440 | 130,70 | 3950,00 | 0,324 | 0,623 |

| W(Cm) | A | B | C | D | E | F | G | K | N |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|
| 2,5 | 36,3 | 35,6 | 9,3 | 16,8 | 22,9 | 7,6 | 20,3 | 1,9 | 2,9 |
| 7,6 | 46,6 | 45,7 | 17,8 | 25,9 | 45,7 | 15,2 | 30,5 | 2,5 | 5,7 |
| 15,2 | 61,0 | 61,0 | 39,4 | 40,3 | 61,0 | 30,5 | 61,0 | 7,6 | 11,4 |
| 22,9 | 88,0 | 86,4 | 38,0 | 57,5 | 76,3 | 30,5 | 45,7 | 7,6 | 11,4 |
| 30,5 | 137,2 | 134,4 | 61,0 | 84,5 | 91,5 | 61,0 | 91,5 | 7,6 | 22,9 |
| 45,7 | 144,9 | 142,0 | 76,2 | 102,6 | 91,5 | 61,0 | 91,5 | 7,6 | 22,9 |
| 61,0 | 152,5 | 149,6 | 91,5 | 120,7 | 91,5 | 61,0 | 91,5 | 7,6 | 22,9 |
| 91,5 | 167,7 | 164,5 | 122,0 | 157,2 | 91,5 | 61,0 | 91,5 | 7,6 | 22,9 |
| 122,0 | 183,0 | 179,5 | 152,5 | 193,8 | 91,5 | 61,0 | 91,5 | 7,6 | 22,9 |
| 152,5 | 198,3 | 194,1 | 183,0 | 230,3 | 91,5 | 61,0 | 91,5 | 7,6 | 22,9 |
| 183,0 | 213,5 | 209,0 | 213,5 | 266,7 | 91,5 | 61,0 | 91,5 | 7,6 | 22,9 |
| 213,5 | 228,8 | 224,0 | 244,0 | 303,0 | 91,5 | 61,0 | 91,5 | 7,6 | 22,9 |
| 244,0 | 244,0 | 239,2 | 274,5 | 340,0 | 91,5 | 61,0 | 91,5 | 7,6 | 22,9 |
| 305,0 | 274,5 | 427,0 | 366,0 | 475,9 | 122,0 | 91,5 | 183,0 | 15,3 | 34,3 |

Vazão: $Q = 760,00 \text{ l/s}$

Calha: $W = 3' = 0,915 \text{ m}$

$W = 3' \Rightarrow k = 0,608$; $n = 0,639$; $D = 157,2 \text{ cm}$; $N = 23,0 \text{ cm}$; $G' = 91,5 \text{ cm}$

1) Cálculo da altura de água na seção de medição

$$H_0 = k Q^n$$

$$H_0 = 0,608 \times 0,760^{0,639}$$

$$H_0 = 0,51 \text{ m}$$

2) Largura da calha na seção de medição

$$D' = 2/3 (D - W) + W$$

$$D' = 2/3 (1,572 - 0,915) + 0,915$$

$$D' = 1,35 \text{ m}$$

3) Velocidade na seção de medição

$$V_0 = Q/(D'H_0) = 0,76/(1,35 \times 0,51)$$

$$V_0 = 1,10 \text{ m/s}$$

4) Vazão específica na garganta

$$q = Q/W = 0,760/0,915$$

$$q = 0,83 \text{ m}^3/\text{s/m}$$

5) Carga hidráulica disponível

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$E_0 = V_0^2/2g + H_0 + N$$

$$E_0 = 1,10^2/19,62 + 0,51 + 0,23$$

$$E_0 = 0,80 \text{ m}$$

6) Cálculo da velocidade antes do ressalto

$$V_1 = 2x(2gE_0 / 3)^{0,5} \cos(\theta / 3)$$

$$\cos \theta = -gq / (2/3gE_0)^{1,5}$$

$$\cos \theta = -9,8 \times 0,83 / (2/3 \times 9,8 \times 0,8)^{1,5}$$

$$\cos \theta = -0,68 \Rightarrow \theta = 132^\circ 54'$$

$$V_1 = 2x(2 \times 9,81 \times 0,8/3)^{0,5} \times \cos 44^\circ 18'$$

$$V_1 = 3,28 \text{ m/s}$$

7) Altura de água antes do ressalto

$$H_1 = q/V_1 = 0,83/3,28 = 0,25$$

$$H_1 = 0,25 \text{ m}$$

8) Número de Froude

$$F_1 = V_1 / (gH_1)^{0,5} = 3,28 / (9,8 \times 0,25)^{0,5} = 2,10$$

$$F_1 = 2,10$$

9) Altura de ressalto

$$H_2 = H_1 / 2 \{ [1 + 8(F_1)^2]^{0,5} - 1 \}$$

$$H_2 = 0,25/2 \{ [1 + 8(2,10)^2]^{0,5} - 1 \} = 0,63 \text{ m}$$

$$H_2 = 0,63 \text{ m}$$

10) Velocidade no ressalto

$$V_2 = Q / (WH_2) = 0,76 / (0,915 \times 0,63)$$

$$V_2 = 1,32 \text{ m/s}$$

11) Altura na seção de saída

$$W = 3' \Rightarrow k = 0,08 \text{ m} ; C = 1,22 \text{ m}$$

$$H_3 = H_2 - (N - K) = 0,63 - (0,23 - 0,08)$$

$$H_3 = 0,48 \text{ m}$$

12) Velocidade na saída da calha

$$V_3 = Q / (CH_3) = 0,76 / (1,22 \times 0,48)$$

$$V_3 = 1,30 \text{ m/s}$$

13) Perda de carga no ressalto

$$h_p = (H_2 - H_1)^3 / (4H_1 H_2) = (0,63 - 0,25)^3 / (4 \times 0,63 \times 0,25)$$

$$h_p = 0,09 \text{ m}$$

14) Tempo de mistura

$$W = 3' \Rightarrow G' = 91,5 \text{ cm} = 0,915 \text{ m}$$

$$T = 2G' / (V_2 + V_3) = 2 \times 0,915 / (1,32 + 1,30)$$

$$T = 0,70 \text{ s}$$

15) Gradiente de velocidade

$$\gamma = 1000 \text{ kgf} / \text{m}^3 \text{ ----- peso específico}$$

$$\mu = 1,67 \times 10^{-4} \text{ kgf.s/m}^2 \text{ -- coeficiente de viscosidade}$$

$$G = [(\gamma/\mu) \times (h_p/T)]^{0,5} = [(1000/1,67 \times 10^{-4}) \times (0,09/0,7)]^{0,5}$$

$$G = 863 \text{ s}^{-1}$$

