

Dimensionamento da calha parshall e floculador da ETA – Moreira, Pelotas/RS.

HENRIQUE SANCHEZ FRANZ¹; MARLON KUNST VALENTINI²; GABRIEL BORGES DOS SANTOS³; LARISSA LOEBENS⁴; RUBIA FLORES ROMANI⁵

¹Universidade Federal de Pelotas – franzhenrique@yahoo.com.br

²Universidade Federal de Pelotas – marlon.valentini@hotmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – laryloebens2012@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – gabrielwxsantos@hotmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – fgrubia@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho foi realizado na disciplina de Sistemas de Abastecimento de Água do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, na qual realizou-se o projeto simplificado de uma Estação de Tratamento de Água (ETA), pelo dimensionamento das etapas de coagulação (mistura rápida) e floculação.

As estações de tratamento de água são de fundamental importância, para adequar a água de acordo com os padrões de potabilidade descritos pela portaria n. Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde. Uma das tecnologias mais empregadas para o tratamento de água para o consumo humano é o tratamento convencional, o qual fornece, quando corretamente empregado, resultados satisfatórios para a remoção de partículas coloidais, patógenos e algas. (SIMÕES, 2016).

A concepção do tratamento é inerente a cada ETA, no entanto o tratamento convencional deve empregar pelo menos os seguintes processos e/ou operações unitárias: coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção. Na coagulação, também conhecida como mistura rápida, ocorre a desestabilização das partículas, por causa de uma diminuição da repulsão eletrostática e consequentemente a aproximação entre as partículas, que se deve ao fato da compressão da dupla camada elétrica (PROSAB, 2001). Para que o tratamento tenha um maior desempenho é preciso que o coagulante e as impurezas da água tenham um maior contato, a fim de se obter uma mistura uniforme (RECESA, 2008), e para este é submetida a mistura rápida.

Após a coagulação ocorre a floculação, cujo objetivo é a aglomeração das partículas suspensas e coloidais presentes na água. Para tanto, os floculadores devem possuir condições de tempo de mistura e velocidade de agitação ideais, para que as partículas coaguladas entrem em contato umas com as outras, possibilitando a formação de flocos, os quais serão removidos nas próximas etapas do tratamento. (ROSA, 2018).

Desta forma o objetivo do trabalho foi dimensionar os dispositivos hidráulicos, calha parshall e floculadores, das etapas de coagulação e floculação da estação de tratamento de água.

2. METODOLOGIA

Para o projeto simplificado da ETA foram dimensionados dispositivos hidráulicos das etapas de coagulação e floculação, adotando como referência, a vazão correspondente a Estação de Tratamento de Água Moreira, a qual abastece

parte do município de Pelotas. Para tanto, a vazão trabalhada neste projeto foi de 7000 m³/dia, ou seja, 0,081m³/s, estabelecendo 3% a vazão de consumo da ETA.

O misturador rápido foi projetado para dispositivo hidráulico de Calha Parshall, sendo os parâmetros utilizados para os cálculos tabelados obtidos, para a vazão adotada, da Tabela 1. O floculador foi projetado para dispositivo hidráulico de chicanas com escoamento vertical. Estipulou-se tempo de detenção de 20 minutos, largura de decantador de 10 metros, altura da lâmina da água de 4 metros, duas câmaras de floculação com gradientes de velocidade escalonados em 30 e 10s⁻¹. As formulas empregadas nos dimensionamentos do misturador rápido e do floculador estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 1: Dimensões para calha parshall

DIMENSÕES DO MEDIDOR PARSHALL (cm) E VAZÃO COM ESCORMENTO LIVRE (l/s)													
(pol)H (cm)	R	B	C	D	E	F	G	K	N	X	Y	VAZÃO COM ES- CORMENTO LIVRE	
1"	2,5	36,3	35,6	9,3	16,8	22,9	7,6	20,3	1,9	2,9	-	-	0,3 - 5,0
3"	7,6	46,6	45,7	17,8	25,9	45,7	15,2	30,5	2,5	5,7	2,5	3,8	0,8 - 53,8
6"	15,2	61,0	61,0	39,4	40,3	61,0	30,5	61,0	7,6	11,4	5,1	7,6	1,4 - 110,4
9"	22,9	88,0	86,4	38,0	57,5	76,3	30,5	45,7	7,6	11,4	5,1	7,6	2,5 - 252,0
1'	30,5	137,2	134,4	61,0	84,5	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	5,1	7,6	3,1 - 455,9
1 1/2'	45,7	144,9	142,0	76,2	102,6	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	5,1	7,6	4,2 - 696,6
2'	61,0	152,5	149,6	91,5	120,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	5,1	7,6	11,9 - 937,3
3'	91,5	167,7	164,5	122,0	157,2	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	5,1	7,6	17,3 - 1427,2
4'	122,0	183,0	179,5	152,5	193,8	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	5,1	7,6	36,8 - 1922,7
5'	152,5	198,3	194,1	183,0	230,3	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	5,1	7,6	45,3 - 2423,9
6'	183,0	213,5	209,0	213,5	266,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	5,1	7,6	73,6 - 2930,8
7'	213,5	228,8	224,0	244,0	303,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	5,1	7,6	85,0 - 3437,7
8'	244,0	244,0	239,2	274,5	349,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	5,1	7,6	99,1 - 3950,2
10'	305,0	274,5	427,0	366,0	475,9	122,0	91,5	183,0	15,3	34,3	-	-	200,0 - 5660,0

Tabela 2: Fórmulas utilizadas para o dimensionamento do misturador rápido e do floculador.

Fórmulas para dimensionamento da Calha Parshall e do Floculador			
Calha parshall		Floculador	
Descrição	Fórmula	Descrição	Fórmula
1. Equação de descarga	$H_a = k \cdot Q^n$	a.) Volume do floculador	$V_f = Q \cdot \theta_h$
2. Velocidade na seção de medida	$V = \frac{Q}{D' \cdot H_a}$	b.) Área superficial do floculador	$A_s = \frac{V_f}{h}$
3. Energia total disponível	$E_a = H_a + \frac{V_a^2}{2 \cdot g} + N$	c.) Largura do floculador	$B_f = \frac{A_s}{B_d}$
4. Ângulo fictício	$\cos(\theta) = - \frac{g \cdot Q}{W \cdot (0,67 \cdot g \cdot E_a)^{3/2}}$	d.) Número de chicanas	$n = 0,045^3 \sqrt{\left(\frac{a \cdot L \cdot G}{Q}\right)^2 \cdot \theta_h}$
5. Velocidade da água no início do	$V_1 = 2 \cdot \cos\left(\frac{\theta}{3}\right) \cdot \left[\frac{2 \cdot g \cdot E_a}{3}\right]^{1/2}$	e.) Espaçamento entre chicanas	$e = \frac{L}{n}$

ressalto			
6. Altura da água no início do ressalto hidráulico	$y_1 = E_a - \frac{V_1^2}{2 \cdot g}$	f.) Velocidade nos trechos retos	$V_1 = \frac{Q}{B_f \cdot e}$
7. Número de Froude	$F_{r1} = \frac{V_1}{\sqrt{g \cdot y_1}}$	g.) Velocidade nos trechos com curvas 180°	$V_2 = \frac{2}{3} \cdot V_1$
8. Altura conjugada do ressalto	$y_3 = \frac{y_1}{2} \left[\sqrt{1 + 8 \cdot F_{r1}^2} + 1 \right]$	h.) Extensão dos canais	$L_t = \theta_h \cdot V_1$
9. Profundidade final do trecho divergente	$y_2 = (y_3 - N + K)$	i.) Raio hidráulico	$R_H = \frac{B \cdot e}{2(B + e)}$
10. Velocidade final do trecho divergente	$V_2 = \frac{Q}{y_2 \cdot C}$	j.) Perda de carga distribuída	$\Delta H_d = J \cdot L_t$
11. Perda de carga no ressalto hidráulico	$\Delta H = (H_a + N) - y_3$	k.) Perda de carga localizada	$\Delta H_l = \frac{n(V_1)^2 + (n-1) \cdot (V_2)^2}{2 \cdot g}$
12. Tempo no trecho divergente	$\theta_h = \frac{G_{parshall}}{\left(\frac{V_1 + V_2}{2} \right)}$	l.) Gradiente de velocidade	$G = \sqrt{\frac{\gamma \cdot \Delta H_l}{\mu \cdot \theta_h}}$
13. Gradiente de velocidade	$G = \sqrt{\frac{\gamma \cdot \Delta H}{\mu \cdot \theta_h}}$		

Fonte: Org. do Autor.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando o roteiro de cálculo descrito na metodologia, obteve-se os seguintes resultados, conforme a Tabela 3:

Tabela 3: Resultados dos parâmetros em floculação e coagulação

Fórmulas para dimensionamento da calha parshall e dos floculadores			
Calha parshall		Floculadores	
Parâmetro	Resultados	Parâmetro	Resultados
1	$H_a = 0,37m$	a	$V_f = 72m^3$
2	$V = 0,68m/s$	b	$A_s = 24m^2$
3	$E_a = 0,51m$	c	$B_f = 1,62m$
4	$\theta = 148,2^\circ$	d	$n_1 = 39$ $n_2 = 25$
5	$V_1 = 2,38m/s$	e	$e_1 = 0,26m$ $e_2 = 0,4m$

6	$y_1=0,22\text{m}$	f	$V_1=0,195\text{m/s}$ $V_2=0,125\text{m/s}$
7	$F_{r1}=1,6$	g	$V_1=0,13\text{m/s}$ $V_2=0,083\text{m/s}$
8	$y_3=0,40\text{m}$	h	$L_1=117\text{m}$ $L_2=75\text{m}$
9	$y_2=0,36\text{m}$	i	$R_{H1}=0,098$ $R_{H2}=0,136$
10	$V_2=0,57\text{m/s}$	j	$\Delta H_{l1}=0,106\text{m}$ $\Delta H_{l2}=0,026\text{m}$
11	$\Delta H=0,8\text{m}$	k	$J_1=20,276\text{m}$ $J_2=5,186\text{m}$
12	$\theta_h=0,41\text{s}$	l	$G_1=0,106\text{m}$ $G_2=0,026\text{m}$
13	$G=1380\text{s}^{-1}$		

Fonte: Org. do autor.

Os resultados encontrados estão de acordo com o que é preconizado pela NBR 12216/92, para todo o dimensionamento.

4. CONCLUSÕES

Com a realização deste trabalho foi possível obter o conhecimento e aprendizado sobre dimensionamento de uma ETA especificamente para a mistura rápida, empregando Calha Parshall, e floculador, por chicanas de fluxo vertical, dispositivos comumente empregados em ETA.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12216-92 - Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, p. 18. 1992.
- PROSAB - REDE COOPERATIVA DE PESQUISAS. **Aproveitamento do Lodo Gerado em Estações de Tratamento de Água e Esgotos Sanitários**, Inclusive com a Utilização de Técnicas Consorciadas com Resíduos Sólidos Urbanos. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2001, p. 257.
- RECESA. Transversal: lodo gerado durante o tratamento de água e esgoto. **Guia do profissional em treinamento**, nível 2. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2008, p. 90.
- ROSA, R.M. **Dimensionamento de uma estação de tratamento de água de ciclo completo para abastecimento da cidade de Campo Florido**. 2018. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia
- SIMÕES, C.P. **Avaliação operacional e remoção de bisfenol-A no tratamento de água por diferentes tipos de membranas: avaliação em escala piloto**. 2016. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília.