

AULA 09 – DIMENSIONAMENTO CALHA PARSHALL – VERIFICAÇÃO DO GRADIENTE DE VELOCIDADE

A mistura rápida tem a finalidade de promover a dispersão do coagulante à água, que deve ser a mais homogênea e rápida possível.

O conceito de gradiente de velocidade, aplicado particularmente às operações unitárias de mistura rápida e floculação, teve início com as primeiras teorias sobre a conjunção de partículas devidas a von Smoluchowski (1917) que demonstrou que a taxa de colisão entre as partículas é resultado do movimento do fluido, e portanto controlável.

Para a coagulação, deve haver a mistura rápida com o gradiente de velocidade o mais alto possível (acima de 1000 s⁻¹), em um tempo inferior a 1 seg, menor que 0,5 seg. preferencialmente. Essas condições se cumprem automaticamente na maioria dos casos quando se utiliza ressalto hidráulico para a mistura rápida.

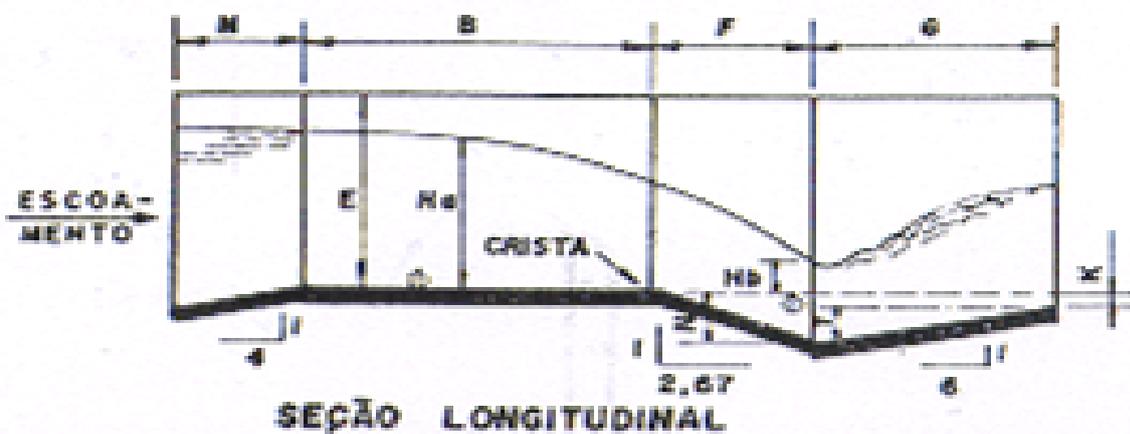
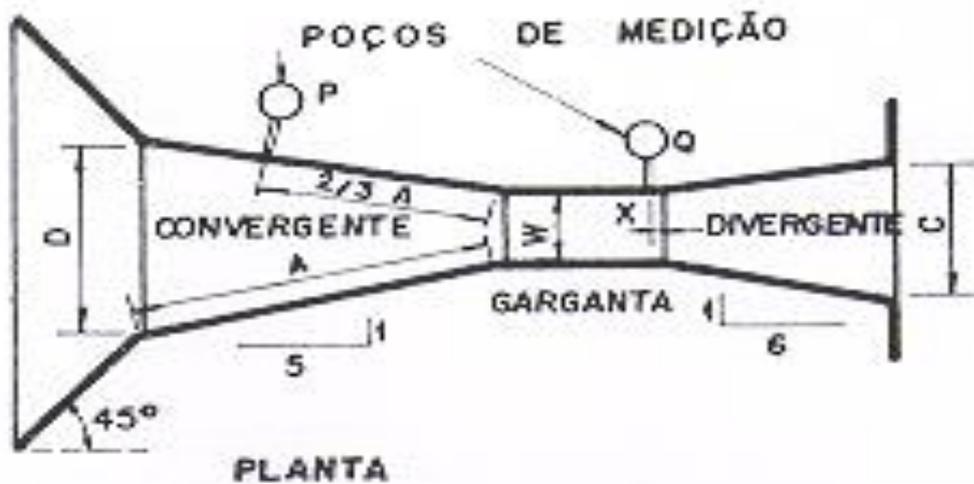
Mistura rápida hidráulica: São mais utilizados o ressalto hidráulico ou misturadores mecanizados (ocupam menor volume). Os ressaltos podem ocorrer em canais horizontais ou de fundo inclinado. Em mistura rápida são frequentes a utilização de ressaltos produzidos em canais retangulares por mudança bruta de declividade, em calhas Parshall e em vertedores (queda livre).

Reconhecem-se diversos tipos de salto, conforme o valor do número de Froude:

Classificação dos Ressaltos Hidráulicos			
Fr_1	y_2/y_1	Classificação	Esboço
< 1	1	Impossível	
1,0 a 1,7	1,0 a 2,0	Onda estacionária ou ressalto ondulante	
1,7 a 2,5	2,0 a 3,1	Ressalto fraco	
2,5 a 4,5	3,1 a 5,9	Ressalto oscilante	
4,5 a 9	5,9 a 12	Ressalto estável e insensível as condições a jusante	
> 9,0	> 12	Ressalto forte e bastante intermitente	

Para mistura rápida, o tipo desejável é o salto estável, com número de Froude entre 4,5 e 9,0.

Figuras 01 e 02 – planta e corte Calha Parshall



DIMENSÕES DO MEDIDOR PARSHALL (cm) E
 VAZÃO COM ESCORAMENTO LIVRE (l/s)

(polegada)	A	B	C	D	E	F	G	K	N	X	Y	VAZÃO COM ESCORAMENTO 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 - 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 - 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 - 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 - 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 - 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 - 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 - 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 - 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 - 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 - 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 - 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 - 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

1. EQUAÇÃO DE DESCARGA $H = K.Q^n$

Largura da Calha Parshall		K	n
Polegadas	Metros		
3"	0,075	3,704	0,646
6"	0,150	1,842	0,636
9"	0,229	1,486	0,633
1'	0,305	1,276	0,657
1,5'	0,460	0,966	0,650
2'	0,610	0,795	0,645
3'	0,915	0,608	0,639
4'	1,220	0,505	0,634
5'	1,525	0,436	0,630
6'	1,830	0,389	0,627
8'	2,400	0,324	0,623

2. Cálculo da largura na seção de medida

$$D' = \frac{2}{3} \cdot (D - W) + W$$

3. Cálculo da velocidade na seção de medida

$$V_a = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{D' \cdot H_a}$$

4. Cálculo da energia total disponível

$$E_a = H_a + \frac{V_a^2}{2 \cdot g} + N$$

5. Cálculo do ângulo fictício θ

$$\cos(\theta) = - \frac{g \cdot Q}{W \cdot (0,67 \cdot g \cdot E_a)^{3/2}}$$

6. Cálculo da velocidade da água no início do ressalto

$$V_1 = 2 \cdot \cos\left(\frac{\theta}{3}\right) \left[\frac{2 \cdot g \cdot E_a}{3} \right]^{1/2}$$

7. Cálculo da altura de água no início do ressalto

$$y_1 = E_a - \frac{V_1^2}{2 \cdot g}$$

8. Cálculo do número de Froude

$$F_{r1} = \frac{V_1}{\sqrt{g \cdot y_1}}$$

9. Cálculo da altura da água no final do ressalto

$$y_3 = \frac{y_1}{2} \cdot \left[\sqrt{1 + 8 \cdot F_{r1}^2} - 1 \right]$$

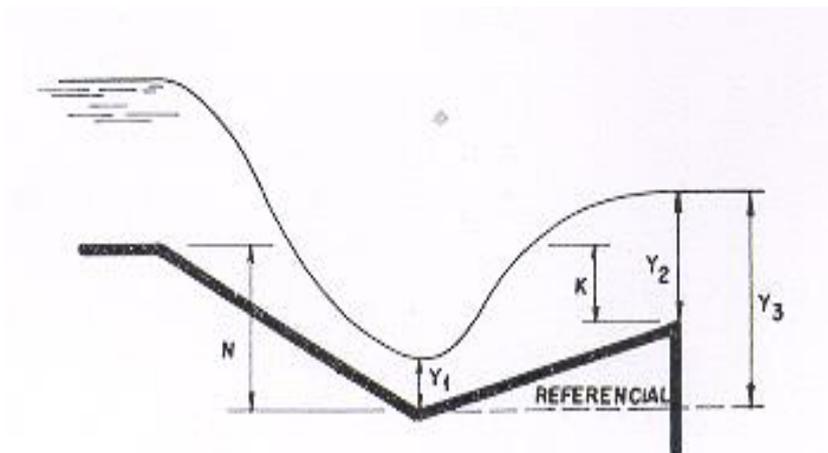


FIGURA 8.19 - ESQUEMA DAS ALTURAS

10. Cálculo da profundidade no final do trecho divergente

$$y_2 = (y_3 - N + K)$$

11. Cálculo da velocidade no final do trecho divergente

$$V_2 = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{y_2 \cdot C}$$

12. Cálculo da perda de carga no ressalto hidráulico

$$H_a + N = y_3 + \Delta H \Rightarrow \Delta H \equiv (H_a + N) - y_3$$

13. Cálculo do tempo de residência médio no trecho divergente

$$\theta_h = \frac{G_{parshall}}{V_m} = \frac{G_{parshall}}{\frac{(V_1 + V_2)}{2}}$$

14. Cálculo do gradiente de velocidade

$$G = \sqrt{\frac{\gamma \cdot \Delta H}{\mu \cdot \theta_h}}$$