

HIDROMETRIA

1. Introdução

1.1. Definição: parte da Hidráulica que estuda os métodos e instrumentos para medição de vazão e velocidade em canais e canalizações.

2.1. Finalidades

- Abastecimento urbano
- Tarifação
- Lançamento de esgotos
- Geração de hidroeletricidade
- Defesa civil (inundações)
- Irrigação
- etc.

2. Métodos de medição de vazão

Categorias:

- Métodos diretos:

 - Método volumétrico ou de pesagem, hidrômetro e fluxímetro.

- Métodos que utilizam a relação velocidade/área

 - Flutuador, molinete, coordenadas em tubo com descarga livre, tubo de Pitot e processo colorimétrico.

- Métodos que utilizam constrição na seção transversal de escoamento

 - Venturímetro, diafragma, vertedores, calha Parshall e calha WSC

2.1. Métodos diretos

2.1.1. Método volumétrico

- Medição do tempo gasto para encher um recipiente de volume conhecido

—

- Alternativa: pesar recipiente com volume desconhecido
(descontar peso do recipiente)

- Alteração do volume de água (V) em um recipiente de volume conhecido.

—

$$\Delta V = V_2 - V_1$$

- Utilização: pequenos riachos e canais, medição de vazão em sulcos, em aspersores e gotejadores.

- Recomendação: mínimo de 3 repetições

Recipiente com tempo mínimo de enchimento de 20 segundos

2.1.2. Hidrômetro

- Medida de vazão em tubulações
 - Rotor é posto em movimento pela corrente de água
 - Acoplado a um mostrador, onde se lê o volume que passou pelo hidrômetro
-

2.1.3. Fluxímetro

- Tubo transparente afunilado
- Dispositivo que obstrui parcialmente o fluxo de água
- Variações no fluxo de água mudam a posição do dispositivo no interior do fluxímetro
- Tubo afunilado é graduado para marcar a vazão a partir da posição do dispositivo
- Leitura direta e fácil

2.1.3. Fluxímetro

- Tubo transparente afunilado
- Dispositivo que obstrui parcialmente o fluxo de água
- Variações no fluxo de água mudam a posição do dispositivo no interior do fluxímetro
- Tubo afunilado é graduado para marcar a vazão a partir da posição do dispositivo
- Leitura direta e fácil

2.2. Métodos que empregam a relação velocidade/área

2.2.1. Flutuador

- Objeto flutuante que adquire a velocidade da água que o circunda
- Utilização: canais de pequeno ou médio porte
- Vantagem: determinação rápida
- Desvantagem: imprecisão causada por ventos, correntes secundárias e ondas

$$Q = V_m \times A$$

a) Determinação da velocidade média

Condutos livres:

$$V_m = 0,85 \times V_{\text{sup}}$$

$$V_m = V_{0,6H}$$

$$V_m = (V_{0,2H} + V_{0,8H})/2$$

$$V_m = (V_{0,2H} + V_{0,8H} + 2 V_{0,6H})/4$$

Condutos forçados:

$$V_m = V_{(0,707 R)}$$

R – Raio do tubo

b) Determinação da área da seção molhada

Condutos livres: determinação das áreas (triângulos e trapézios)

Condutos circulares:

- Forçados ($P \neq P_{atm}$): —

- Livres ($P = P_{atm}$): $A = R^2 \times Z^2$

Relação $h/R \longrightarrow Z$

2.2.2. Molinete

- Rotor que entra em movimento pela ação da corrente de água
- Princípio de funcionamento: proporcionalidade entre $V_{\text{água}}$ e V angular do rotor
- Mecanismo contador de rotação (eletrônico ou com sinais sonoros)
- Conversão de número de giros em vazão: curva de calibração

(GRÁFICO e EQUAÇÃO DE CALIBRAÇÃO DE UM MOLINETE)

$$V = 0,307 N + 0,04$$

N – nº de rotações

2.2.3. Método das coordenadas

- Medida de vazão em tubos de descarga livre

2.2.4. Tubo de Pitot

- Tubo com formato de “L”, com orifício disposto no sentido do fluxo
- Transformação de energia de velocidade em energia de pressão

2.2.3. Vertedores

- Aberturas feitas na parte superior da parede de um conduto livre através do qual escoar o líquido cuja vazão se deseja medir
- Formatos: triangular, retangular ou trapezoidal
- Utilização: medição de vazão em canais de irrigação, represas e pequenos rios
- Parede espessa ou delgada (espessura da parede inferior à metade da carga hidráulica)

Observações:

- Soleira em nível e biselada a jusante (MOSTRAR NO DESENHO)
- Ventilação sob a lâmina d'água (MOSTRAR NO DESENHO)
- Velocidade de aproximação do vertedor: $V < 0,15 \text{ m/s}$
- Medida de H (local): distância de 4H a 10 H do vertedor ($\pm 1,5 \text{ m}$ a montante)
- Carga hidráulica: $0,06 \text{ m} \leq H \leq 60 \text{ cm}$
- Altura do fundo à soleira do vertedor: $y \geq 2 H$
- Nível da água a jusante (abaixo) do vertedor: no mínimo 10 cm abaixo da soleira
- Dimensões mínimas recomendadas (2H para todos os lados – XEROX – TARLEI)

Medição de vazão em vertedores de parede delgada

a) Vertedores retangulares:

Sem contração lateral:

$$Q = 1,84 L H^{3/2}$$

Q – vazão, m³/s

L – largura da soleira, m

H – carga d'água, m

Com contração lateral:

$$Q = 1,84 (L - 0,2 H) H^{3/2}$$

b) Vertedor triangular:

Ângulo de abertura = 90°

$$Q = 1,38 H^{5/2}$$

c) Vertedor trapezoidal:

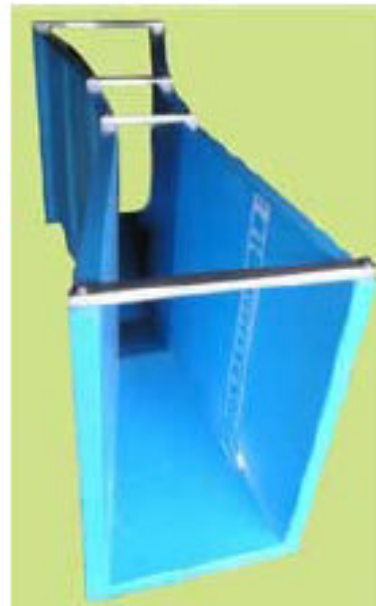
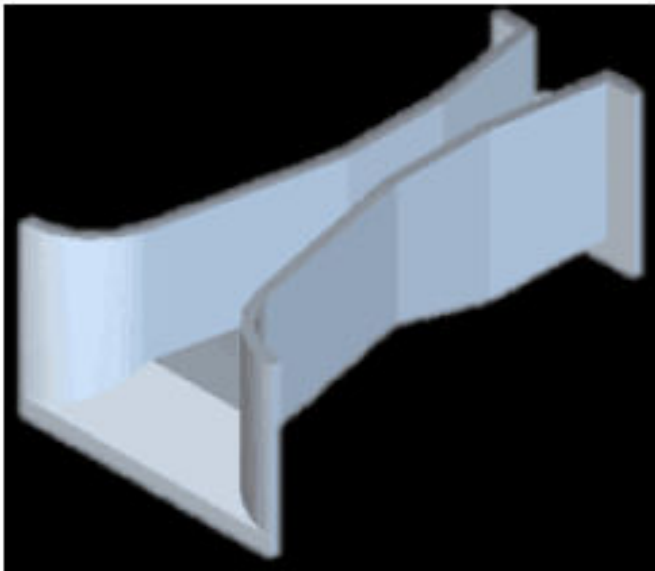
Vertedor Cipoletti: faces de abertura com inclinação 1:4 (H:V)

$$Q = 1,86 L H^{3/2}$$

2.2.4. Calhas Parshall e WSC

- Adaptação do princípio de Venturi à medição de vazão em condutos livres

CALHAS PARSHALL



Vazão

$$Q = C_f \times (3,28 \times H_a)^{nf}$$

C_f – coef. de descarga livre (tabelado)

nf – expoente empírico de vazão

H_a – carga hidráulica na seção convergente, m

Obs.: as cargas hidráulicas a montante (H_a) e a jusante (H_b) da garganta (contração) devem ser monitoradas, pois há limites para a relação H_b/H_a .

Garganta	Relação Máx. H_b/H_a
$\leq 9''$ ($\leq 22,9$ cm)	0,60
$> 9''$ ($\leq 22,9$ cm)	0,70