

## Laboratório de Ciências Térmicas

### *Determinação do tempo de descarga*

*Aula Prática 04*

*Adaptado do Prof. Christian Strobel*

## INTRODUÇÃO

A equação da conservação da massa pode ser utilizada para se determinar, em conjunto com o coeficiente de descarga, o tempo de esvaziamento de reservatórios.

A equação utilizada parte da conservação da massa na forma integral:

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{VC} \rho dV + \int_{SC} \rho \vec{V} \cdot d\vec{A} = 0$$

Para um fluido incompressível, a massa específica é constante e é anulada. Levando em conta o sinal resultante da multiplicação escalar, tem-se:

$$\int W \cdot L \cdot dh = -\sqrt{(2 \cdot g \cdot h)} \cdot C_d \cdot A_s \cdot dt$$

Como a área da base do reservatório é constante e separando as variáveis, chega-se a:

$$\int_{h_i}^{h_f} h^{-\frac{1}{2}} \cdot dh = - \int_0^t \frac{\sqrt{(2 \cdot g)} \cdot C_d \cdot A_s}{W \cdot L} \cdot dt$$

Desta forma:

$$\sqrt{h_f} - \sqrt{h_i} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{2g} C_d A_s t}{W \cdot L}$$

Logo,

$$t_{teórico} = \frac{2 \cdot W \cdot L \cdot (\sqrt{h_i} - \sqrt{h_f})}{\sqrt{2 \cdot g} \cdot C_d \cdot A_s}$$

Onde: L é a largura do reservatório; W é a profundidade do reservatório;  $C_d$  é o coeficiente de descarga médio do orifício;  $A_s$  é a área do orifício; g é a aceleração local da gravidade;  $h_i$  é a altura inicial da coluna de água; e  $h_f$  é a altura final da coluna de água.

Caso o furo não apresente formato circular, deve-se calcular o diâmetro hidráulico ( $D_h$ ) do mesmo, através da seguinte relação:

$$D_h = \frac{4A_s}{P}$$

sendo “A” a área do furo e “P” o respectivo perímetro.

Adotar como valor da aceleração da gravidade,  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ . A profundidade (W) e a largura (L) do reservatório são, respectivamente, de 0,388 m e 0,188 m.

## OBJETIVOS

Realizar, para três tipos diferentes de orifícios, medições no tempo de esvaziamento do reservatório. Para cada orifício, realizar 6 medições para uma determinada queda (altura inicial e final), alterando 6 vezes a magnitude da queda, sendo a última para o esvaziamento completo do reservatório.

## PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. Escolher um tipo de furo. Se o furo não for circular, calcular o diâmetro hidráulico:

$$D_h = \frac{4A}{P}$$

2. Ligar o sistema hidráulico, de forma a iniciar o sistema. O nível de água começa a subir, até o momento em que o nível atinja o valor especificado pela equipe.
3. Determinar o nível inferior.
4. Abrir o orifício determinado e medir o tempo gasto para que o nível superior atinja o nível inferior;
5. Anotar os resultados e repetir 6 vezes para o mesmo orifício e mesma queda;
6. Alterar o valor de queda. Repetir, totalizando 6 quedas. A última deve ser para esvaziamento completo.
7. Alterar o orifício e repetir todos os procedimentos, até um total de 3 orifícios.
8. Para todos os cálculos, utilizar o coeficiente de descarga para determinado orifício.

## COLETA DE DADOS

Para cada tipo de furo e queda, confeccionar a seguinte tabela:

<i>Diâmetro do furo:</i>			
<i>Med.</i>	<i>H<sub>inicial</sub> [mm]</i>	<i>H<sub>final</sub> [mm]</i>	<i>T [s]</i>
<i>1</i>			
<i>2</i>			
<i>3</i>			
<i>4</i>			
<i>5</i>			
<i>6</i>			
<i>7</i>			
<i>8</i>			
		Média	
		Incerteza	

## RELATÓRIO A APRESENTAR

Apresentar um relatório completo, contendo:

- a. Introdução e objetivos.
- b. Descrição do experimento.
- c. Dedução da equação empregada para o cálculo do coeficiente de descarga.
- d. Tabela de resultados experimentais.
- e. Memorial de cálculos (utilizar correção da vazão do medidor).
- f. Incerteza de medições.
- g. Gráfico de  $t_{calc}$  versus  $t_{med}$ , mostrando todos os tipos de orifícios empregados.
- h. Apresentar a linha de tendência e a equação correspondente para cada tipo de orifício empregado.
- i. Conclusão
- j. Referências Bibliográficas.

## INFORMAÇÕES GERAIS

- a. Relatório a ser realizado em grupos de até 2 integrantes.
- b. O relatório deve ser entregue, impreterivelmente, em duas semanas.**

## BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- a. Fox, R.W.; McDonald, A.T.; Pritchard, P.J. **Introdução à Mecânica dos Fluidos**. Editora LTC, 6ª Edição, 2006.