



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

ENGENHARIA DE MATERIAIS

Mecânica dos Fluidos e Reologia

Prof. Dr. Sérgio R. Montoro

sergio.montoro@usp.br

srmontoro@dequi.eel.usp.br



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

AULA 7A

EXPERIMENTO - PERDA DE CARGA

*Estudo do tempo de escoamento de líquidos
em função da altura, para recipiente
cilíndricos*



ESQUEMA DO RELATÓRIO CIENTÍFICO

(MÁXIMO DE 10 PÁGINAS)

Capa: Título do Experimento e identificação do grupo e dos integrantes (nome e número de matrícula)

- Sumário (resumo)
- Introdução
- Materiais e Métodos
- Resultados e Discussão
- Conclusão
- Referências Bibliográficas



APLICAÇÃO DE ESTUDOS DIRIGIDOS

Com o início dos experimentos, os grupos que não farão experimentos deverão resolver Estudos Dirigidos e entregar no final da aula para validação da presença.



EXPERIMENTO: ESTUDO DO TEMPO DE ESCOAMENTO DE LÍQUIDOS EM FUNÇÃO DA ALTURA, PARA RECIPIENTE CILÍNDRICOS

INTRODUÇÃO

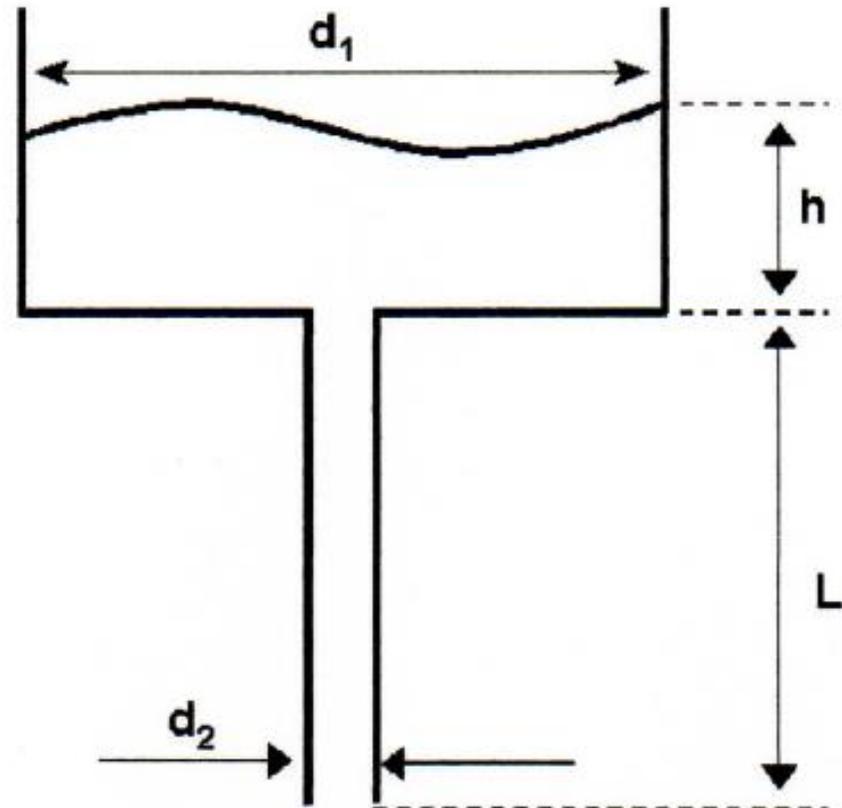
A experiência consiste em analisar através de dutos a vazão de água de um recipiente cilíndrico e também as aplicações das equações de conservação de energia e conservação da massa para escoamento em recipiente de formato cilíndrico com duto de saída também cilíndrico.

Tem por objetivo também mostrar a importância da formulação teórica para a comparação com as medidas experimentais.



EXPERIMENTO 1: ESTUDO DO TEMPO DE ESCOAMENTO DE LÍQUIDOS EM FUNÇÃO DA ALTURA, PARA RECIPIENTE CILÍNDRICOS

ARRANJO FÍSICO



Onde:

d_1 = diâmetro do recipiente

d_2 = diâmetro do duto de saída

L = altura do duto de saída

h = posição da superfície livre do fluido



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Escola de Engenharia de Lorena – EEL





EXPERIMENTO 1: ESTUDO DO TEMPO DE ESCOAMENTO DE LÍQUIDOS EM FUNÇÃO DA ALTURA, PARA RECIPIENTE CILÍNDRICOS

EQUAÇÃO QUE REGE O FENÔMENO

Equação desenvolvida pelo prof. René Khattar:

$$t = 2 \cdot \left[\frac{1}{2g} \left[\left(1 + k + \frac{f \cdot L}{d_2} \right) \cdot \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^4 - 1 \right] \right]^{0,5} \cdot \left[(h_0 + L)^{0,5} - (h + L)^{0,5} \right]$$



EXPERIMENTO 1: ESTUDO DO TEMPO DE ESCOAMENTO DE LÍQUIDOS EM FUNÇÃO DA ALTURA, PARA RECIPIENTE CILÍNDRICOS

OUTRAS RELAÇÕES RELEVANTES

$$f = 0,316 \cdot \text{Re}^{-0,25}$$

$$k = 0,5$$

$$4000 \leq \text{Re} \leq 10^5$$

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$\text{Re} = \frac{\rho \cdot v_2 \cdot d_2}{\mu} = \frac{v_2 \cdot d_2}{\nu}$$

$$h_d = f \cdot \frac{L}{d_2} \cdot \frac{v_2^2}{2g}$$

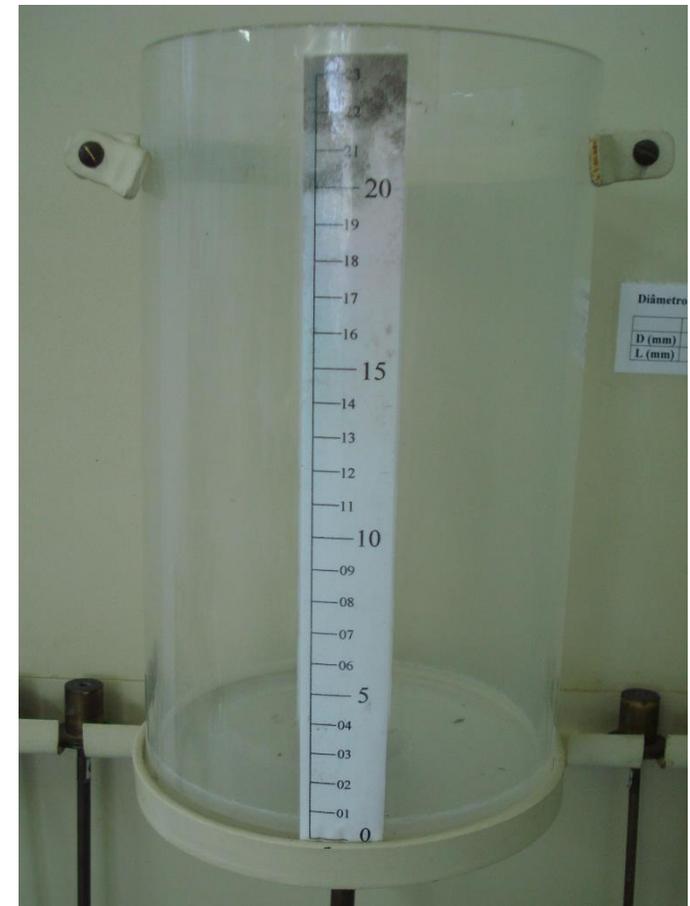
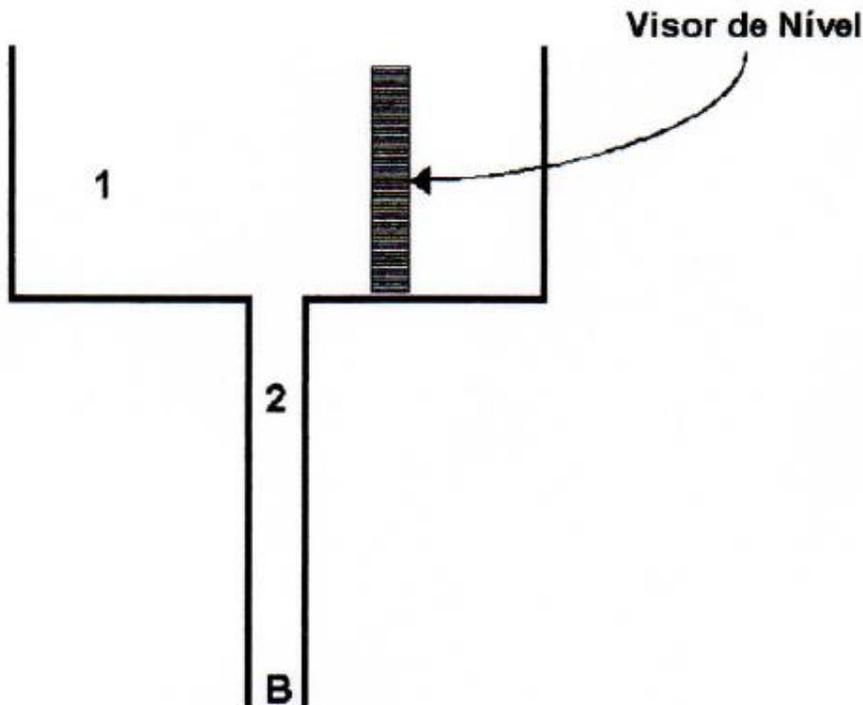
$$h_l = k \cdot \frac{v_2^2}{2g}$$

$$\text{Desvio (\%)} = \frac{|t_{\text{exp}} - t_{\text{teo}}|}{t_{\text{teo}}} \cdot 100$$



EXPERIMENTO 1: ESTUDO DO TEMPO DE ESCOAMENTO DE LÍQUIDOS EM FUNÇÃO DA ALTURA, PARA RECIPIENTE CILÍNDRICOS

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL





EXPERIMENTO 1: ESTUDO DO TEMPO DE ESCOAMENTO DE LÍQUIDOS EM FUNÇÃO DA ALTURA, PARA RECIPIENTE CILÍNDRICOS

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- P1** – Colocar o fluido no recipiente (1) até uma altura (h_0) de referência, estando o duto (2) conectado no tanque e vedado em B
- P2** – Abrir em B e anotar através de um cronômetro o tempo para atingir uma determinada altura (h).
- P3** – Repete-se o experimento mais duas vezes para se obter uma média dos tempos encontrados.
- P4** – Muda-se o duto (2) e retorna-se ao P1, até o término do número de dutos a serem ensaiados.



EXPERIMENTO 1: ESTUDO DO TEMPO DE ESCOAMENTO DE LÍQUIDOS EM FUNÇÃO DA ALTURA, PARA RECIPIENTE CILÍNDRICOS

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os dutos de saída tem as seguintes dimensões:

	A	B	C	D	E	F
L (mm)	75	150	300	600	600	600
d ₂ (mm)	4,8	4,8	4,8	3,1	4,8	7,8



EXPERIMENTO 1: ESTUDO DO TEMPO DE ESCOAMENTO DE LÍQUIDOS EM FUNÇÃO DA ALTURA, PARA RECIPIENTE CILÍNDRICOS

RESULTADOS

Calcular:

- V_1 , V_2 , Re , f , h_l , h_d , $t_{teórico}$ e o desvio de cada tempo encontrado;
- Plotar os gráficos t_{exp} versus altura e $t_{teórico}$ versus altura;
- Completar a tabela a seguir com os devidos valores calculados para cada duto (A, B, C, D, E, F).

