

ESTUDO DE PERDA DE CARGA



Objetivo

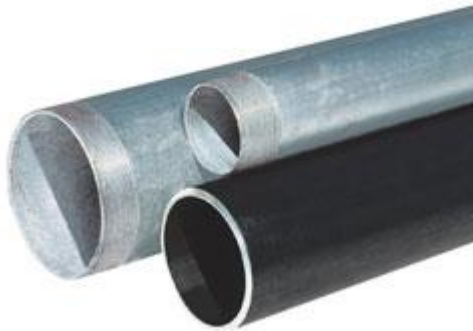
- Estudar a variação da perda de carga antes e depois da bomba em função da vazão;
- Explicar o comportamento da perda de carga em cada um dos casos;
- Analisar a variação do comprimento equivalente da válvula globo.

Porque estudar a perda de carga??

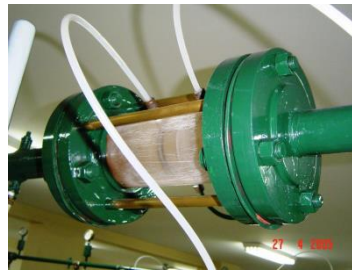
- “Segundo Brown (2.001), estima-se que de toda energia elétrica utilizada pela indústria, 65% seja destinada a motores elétricos e que, do montante relativo a esse percentual, 20% seja desperdiçado por mecanismos de controle (ex.: válvula)”. [1]
- Em indústrias de processamento, indústrias químicas, refinarias de petróleo, e petroquímicas, boa parte das indústrias alimentícias e farmacêuticas, o custo das tubulações pode representar 70% do custo dos equipamentos ou 25% do custo total da instalação. [2]

Perda de Carga em Tubulações

- Tubos



- Entrada e saída de tubos, acessórios hidráulicos, medidores de vazão e controladores de vazão.



Perda de carga distribuída = Perda nos tubos

- Atrito entre um fluido e paredes internas do tubo atrito entre fluido e fluido.
- É calculada pela formula universal.

$$h_f = f \times \frac{L}{D_H} \times \frac{Q^2}{2g \times A^2}$$

Perda de carga localizada (h_s)

- Entrada e saída de tubos;
- Acessórios hidráulicos;
- Medidores de vazão;
- Controladores de vazão.

$$h_s = K_s \times \frac{Q^2}{2g \times A^2} = f \times \frac{L_{eq}}{D_H} \times \frac{Q^2}{2g \times A^2}$$

Coleta de dados

- Utilização da bancada 1 e da bancada 7;
- Demonstração do que ocorre com a perda quando variamos a vazão;
- Realização de 2 experimentos.

Coleta de dados

- 1º experimento

Realizado para calcular a perda de carga antes e depois da bomba.



Bancada I do laboratório de Mecânica dos Flúidos do Centro Universitário da FEI

Coleta de dados

$$Z_{\text{nível} \rightarrow \text{eixo_da_bomba}} = 1,18 \text{ m}$$

$$Z_{\text{chão} \rightarrow \text{saída_da_bomba}} = 0,94 \text{ m}$$

$$Z_{\text{final}} = 0,88 \text{ m}$$

$$T_{\text{água}} = 76 \text{ °F} = 24 \text{ °C}$$

$$\Delta h = 0,1 \text{ m}$$

$$h \text{ de correção (entrada)} = 0,11 \text{ m}$$

$$h \text{ de correção (saída)} = 0,09 \text{ m}$$

$$A_{\text{tanque}} = 0,5476 \text{ m}^2$$

$$\gamma_{\text{água}} = 9773,54 \text{ N/m}^3$$

Ensaio	t (s)	Q (m ³ /s)	P _{maB} (kPa)	P _{mdB} (kPa)
1	20,11	0,00272	-25,331	210
2	25,18	0,00217	-19,998	220
3	33,17	0,00165	-16,665	240
4	86,46	0,00063	-13,332	270

Coleta de dados

- 2º experimento

Realizado para o cálculo do comprimento equivalente da válvula globo



Bancada 7 do laboratório de Mecânica dos Flúídos do Centro Universitário da FEI

Coleta de dados

- 2º experimento



Válvula globo

Coleta de dados

- 2º experimento

$$h_e = 0,225 \text{ m}$$

$$h_s = 0,245 \text{ m}$$

$$T = 72 \text{ °F} = 22,22 \text{ °C}$$

$$A_{\text{tanque}} = 0,5476 \text{ m}^2$$

$$\Delta z = 0,29 \text{ m}$$

$$D_e = 0,0525 \text{ m}$$

$$D_s = 0,0408 \text{ m}$$

$$A_e = 0,00217 \text{ m}^2$$

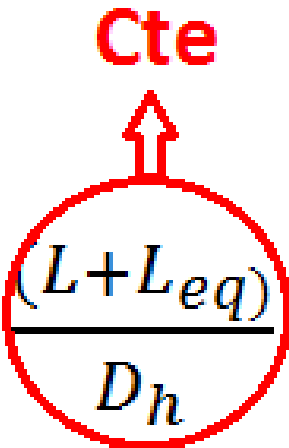
$$A_s = 0,00131 \text{ m}^2$$

Ensaio	Bomba		Válvula globo		Δh (m)	t (s)
	P_{me} (mmHg)	P_{ms} (psi)	P_{me} (psi)	P_{ms} (psi)		
1	-190	22,5	18,5	12	0,1	18,31
2	-160	30,5	27	7	0,1	22,00
3	-135	38	35,5	3	0,1	31,43
4	-120	40	38	0,5	0,1	36,18

Resultados

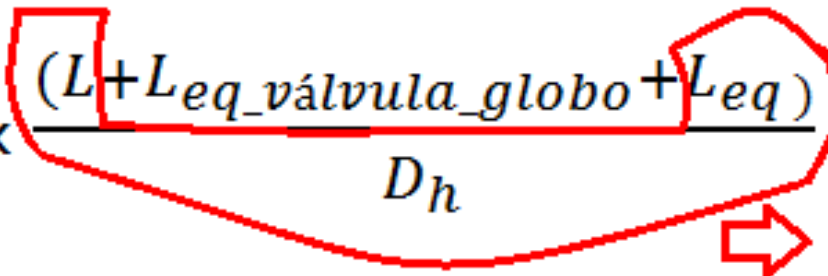
$$H p_{dB} = f \times \frac{(L+L_{eq})}{D_h} \times \frac{Q^2}{2 \cdot g \cdot A^2}$$

Cte



$$H p_{dB} = f \times \frac{(L+L_{eq_válvula_globo}+L_{eq})}{D_h} \times \frac{Q^2}{2 \cdot g \cdot A^2}$$

Cte

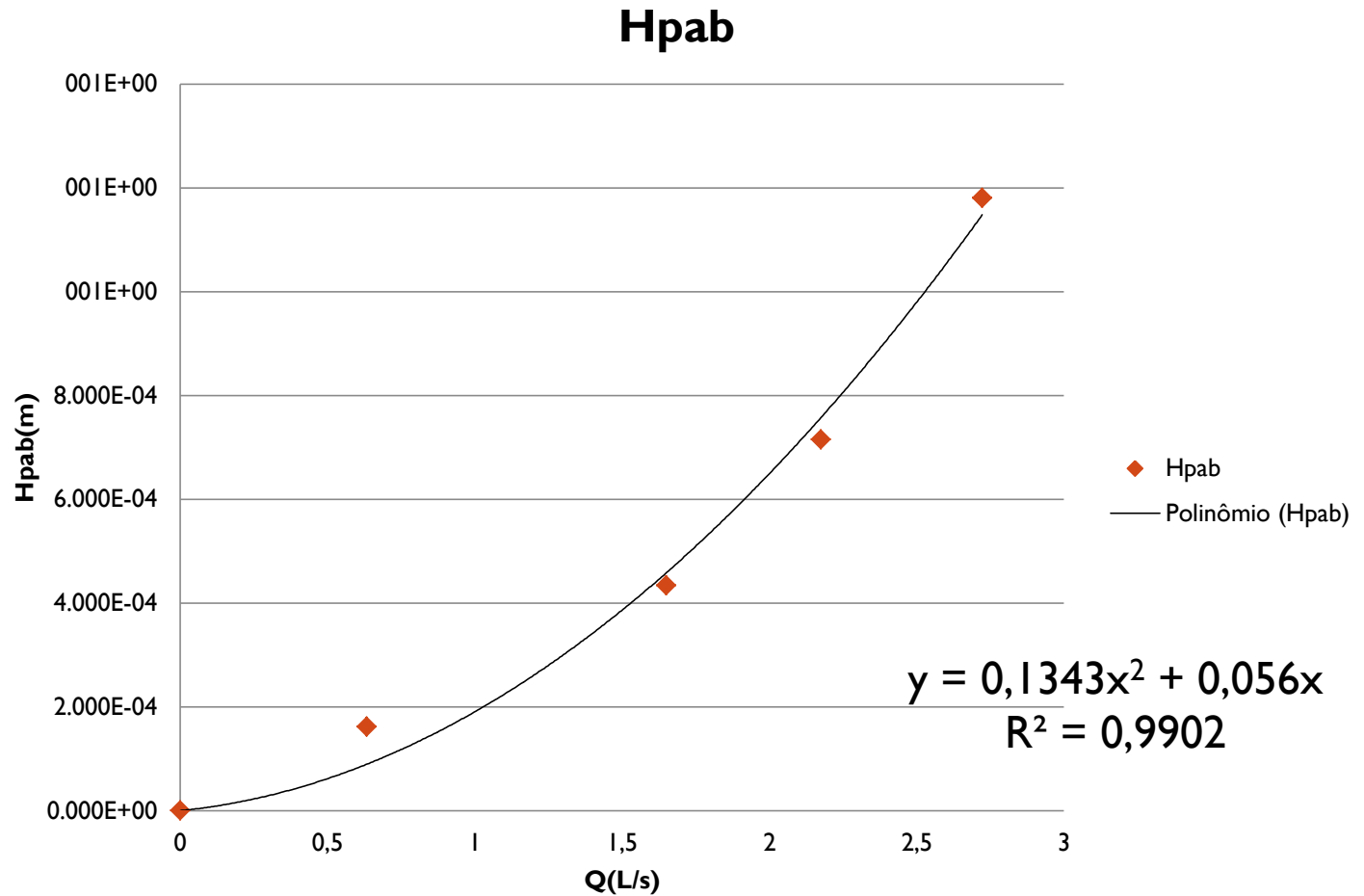


Resultados

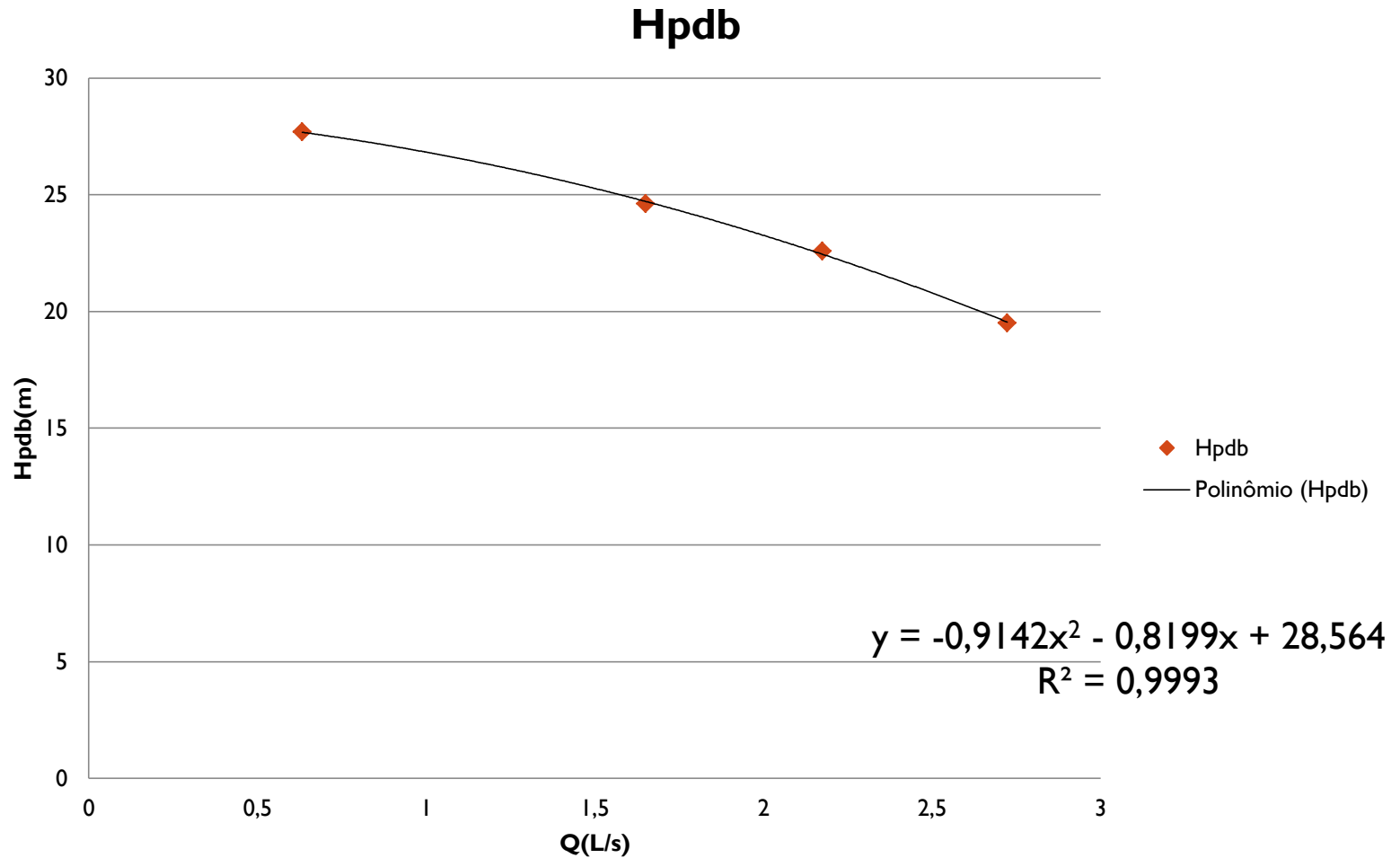
- 1º experimento (análises das perdas de carga antes e depois da bomba)

$H_{p_{aB}}$ (m)	$H_{p_{dB}}$ (m)	Q (m^3/s)	Q (L/s)
1,18	19,5	0,00272	2,7
0,715	22,6	0,00217	2,2
0,433	24,6	0,00165	1,7
0,161	27,7	0,00063	0,6

Perda de Carga Antes da Bomba



Perda de Carga Depois da Bomba



Análise de dados e resultados

- **1º experimento**
- Antes da bomba a perda diminui com o diminuição da vazão;
- Para depois da bomba, a perda aumenta com a diminuição da vazão;
- Realização do 2º experimento.

Resultados

- 2º experimento (análise do comprimento equivalente em função da vazão)

Ensaio	Perda (m)	Q (m ³ /s)	f	Leq (m)
1	4,58	0,00299	0,0228	30,8
2	14,1	0,00249	0,0232	134,6
3	22,9	0,00174	0,0242	428,1
4	26,5	0,00151	0,0246	644,0

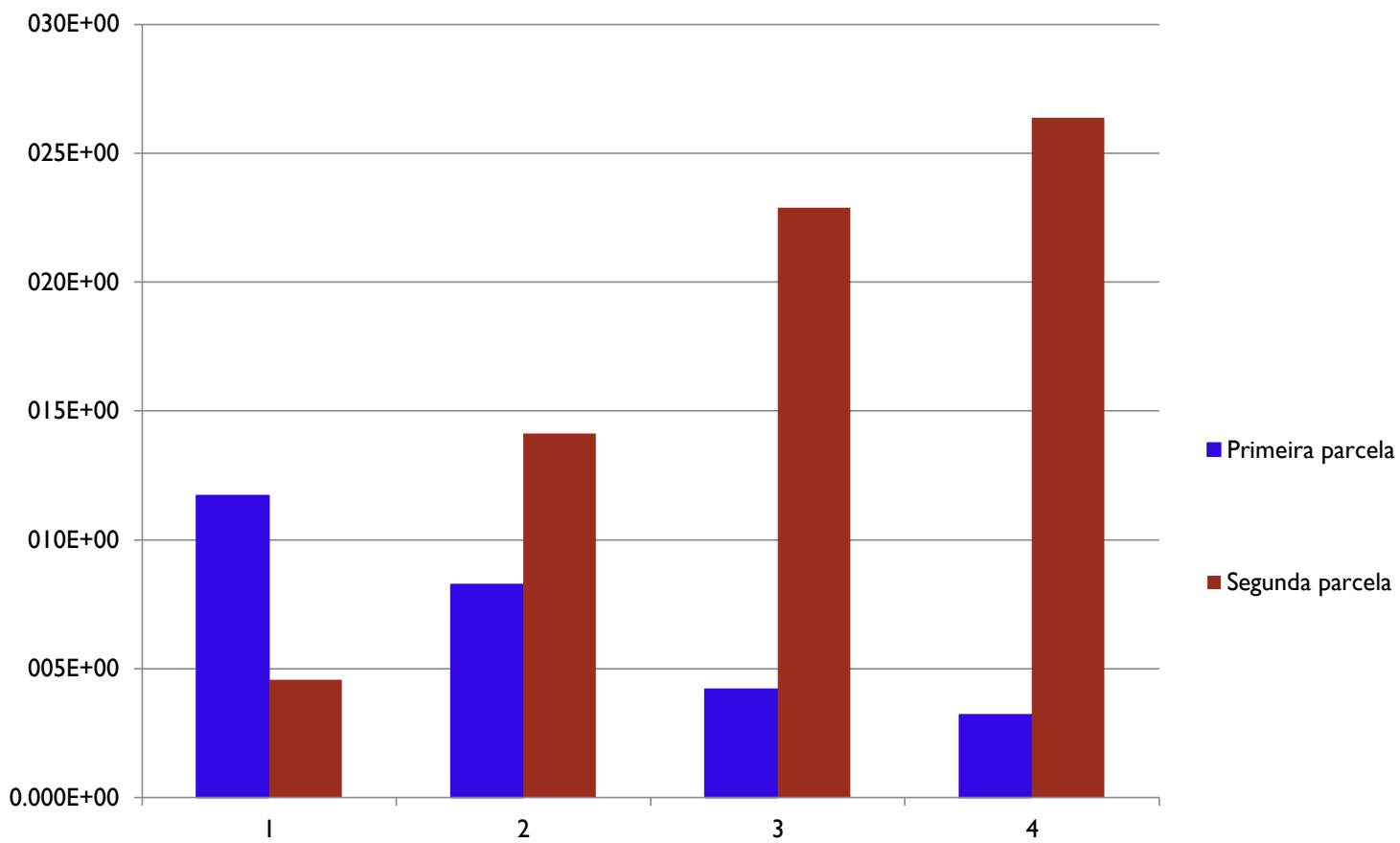
Análise da dados e resultados

- **2º experimento**
- Fechando a válvula globo, o comprimento equivalente da válvula aumenta;
- Conseqüentemente, a perda depois da bomba também aumenta;
- O fechamento da válvula força o escoamento.

$$H_{p_{dB}} = \frac{f \times \left(L + \sum L_{eq} + L_{eq(\text{valv.globo})} \right) \times Q^2}{D_H \times 2 \times g \times A^2}$$

$$H_{p_{dB}} = \underbrace{\frac{f \times Q^2 \times (L + \sum L_{eq})}{D_H \times 2 \times g \times A^2}}_{\text{cte1}} + \underbrace{\frac{f \times L_{eq(\text{valv.globo})} \times Q^2}{D_H \times 2 \times g \times A^2}}_{\text{cte2}}$$

Ensaio	Q(L/s)	Q (m ³ /s)	f	$f \times Q^2 \times cte1$	$f \times Q^2 \times Leq \times cte1$	cte1
1	2,99	0,00299	0,0228	11,7	4,58	$5,75 \times 10^7$
2	2,49	0,00249	0,0232	8,27	14,1	
3	1,74	0,00174	0,0242	4,21	22,9	cte2
4	1,51	0,00151	0,0246	2,64	26,4	$1,37 \times 10^{-6}$



Comentários

- Vazão é inversamente proporcional à perda de carga depois da bomba;
- Comprimentos equivalentes depois da bomba não são constantes quando modificamos a vazão;
- Analogia ao freio de mão do carro.

Monitores

- Thais Ribeiro Costa 11.211.414-5
- Leonardo S. O. Hayasida 11.111.568-9
- Jéssica Amorim 11.111.349-4

Bibliografia

- [1]http://www.escoladavida.eng.br/mecfluquimica/planejamento_12014/inve_rsor_de_frequ%C3%Aancia1.pdf. Autor: Wladimir Rodrigues.
- [2]http://www.escoladavida.eng.br/mecfluquimica/planejamento_12013/monitoria/Refletindo%20sobre%20os%20tubos.pdf. Autor: Bruno Fantini.
- [3]e[4]http://www.escoladavida.eng.br/mecflubasica/aulasfei/12014/experi%C3%AAncia_de_perda_de_carga_12014.pdf. Autor: Raimundo Inácio
- [5]http://www.escoladavida.eng.br/mecflubasica/aulasfei/12014/experi%C3%AAncia_medidores_12014.pdf. Autor: Raimundo Inácio
- [6]<http://www.congeval.com.br/produtos/fotos/valvula-globo.jpg>