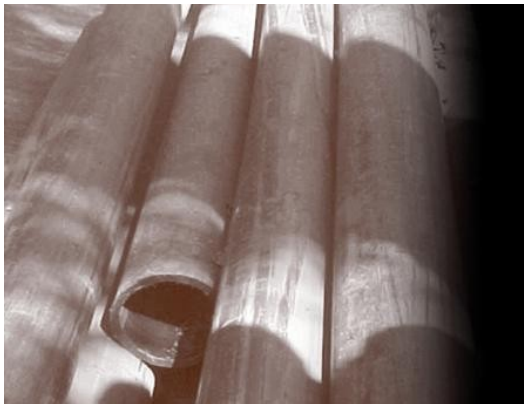


HIDRÁULICA DE CONDUTOS FORÇADOS

Profa. Cali Laguna Achon
email: caliachon@bol.com.br

2014

Hidráulica 1 – SHS0409

HIDRÁULICA DOS CONDUTOS FORÇADOS

PERDA DE CARGA LOCALIZADA

Método dos comprimentos equivalentes

(AULA 7)

CONTEÚDO AULA 7

1. Perda de carga localizada

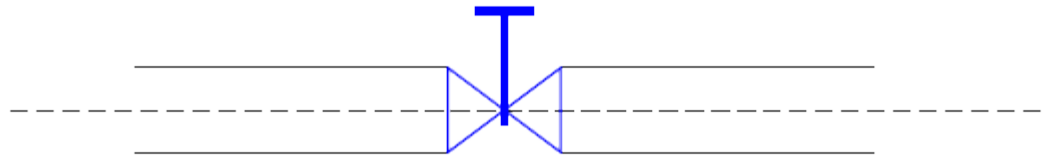
- **Método dos comprimentos equivalentes (3.6)**

2. Aplicação

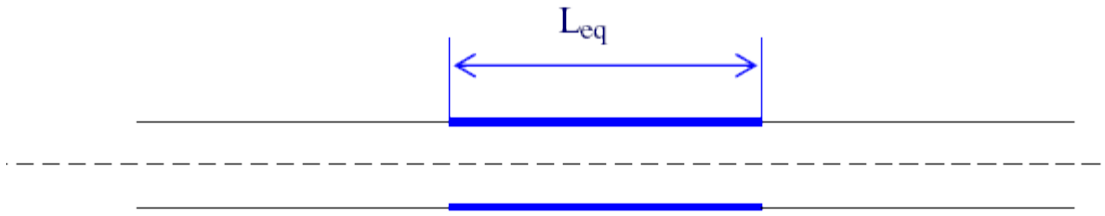
- **Livro (Ex. 3.7 e 3.1)**

PERDAS DE CARGA LOCALIZADAS

- **Método dos comprimentos equivalentes:**
  - A perda de carga de uma singularidade pode ser equivalente a uma perda de carga distribuída de uma tubulação com mesmo diâmetro e determinado comprimento L_e.



$$\Delta h = K\frac{V^2}{2g}$$



$$\Delta H = f\frac{L_e}{D}\frac{V^2}{2g}$$

$$fazendo: \Delta h = \Delta H,$$

$$K\frac{V^2}{2g} = f\frac{L_e}{D}\frac{V^2}{2g} \Rightarrow L_e = \frac{K}{f}D$$

PERDAS DE CARGA LOCALIZADAS

- **Método dos comprimentos equivalentes:**
  - A perda de carga de uma singularidade pode ser equivalente a uma perda de carga distribuída de uma tubulação com mesmo diâmetro e determinado comprimento L_e.

$$\Delta h = K\frac{V^2}{2g} = \Delta H = f\frac{L_e}{D}\frac{V^2}{2g} \therefore L_e = \frac{K}{f}D$$

Constante para determinada peça, material e diâmetro, se o regime de escoamento for turbulento (função de ε/D)

  - Assim, basta somar os valores de L_e das diversas singularidades ao comprimento real da tubulação e resolver o problema de perda de carga distribuída.
  - Os valores de L_e são obtidos analítica e experimentalmente para cada peça → variam conforme o material e o diâmetro

PERDAS DE CARGA LOCALIZADAS

Comprimentos Equivalentes em número de diâmetros de canalizações – Le/D

- Tabela: L_e → peças de metal, ferro galvanizado e ferro fund

Acessório	Equação	Figura	Comprimento equivalente (Le/D) (nº de diâmetros)
Cotovelo 90° raio longo	Le = 0,068 + 20,96 D		22
Cotovelo 90° raio médio	Le = 0,114 + 26,56 D		28,5
Cotovelo 90° raio curto	Le = 0,189 + 30,53 D		34
Cotovelo 45°	Le = 0,013 + 15,14 D		15,4
Curva 90° R/D = 1,5	Le = 0,036 + 12,15 D		12,8
Curva 90° R/D = 1	Le = 0,115 + 15,53 D		17,5
Curva 45°	Le = 0,045 + 7,08 D		7,8
Entrada normal	Le = - 0,23 + 18,63 D		14,7
Entrada de Borda	Le = - 0,05 + 30,98 D		30,2
Registro de gaveta aberto	Le = 0,010 + 6,89 D		7
Registro de globo aberto	Le = 0,01 + 340,27 D		342
Registro de ângulo aberto	Le = 0,05 + 170,69 D		171,5
Tê 90° passagem direta	Le = 0,054 + 20,90 D		21,8
Tê 90° saída lateral	Le = 0,396 + 62,32 D		69
Tê 90° saída bilateral	Le = 0,396 + 62,32 D		69
Válvula de pé com crivo	Le = 0,56 + 255,48 D		265
Saída de canalização	Le = - 0,05 + 30,98 D		30,2
Válvula de retenção, leve	Le = 0,247 + 79,43 D		83,6

Fonte: Porto, 1998

PERDAS DE CARGA LOCALIZADAS

Comprimentos Equivalentes em metros – Le (m)

Tabelas extraídas de:

Fonte: Macintyre, A. J. Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais. 4 Edi. Ed. LTC. Rio de Janeiro, 2010.

b) *A tabela de comprimentos equivalentes*

Pode-se usar as tabelas da Fig. 1.21 apresentada parcialmente na NBR 5626 e retirada de publicação da Crane Corporation. A NBR 5626:1998 apresenta um quadro resumido.

Diâmetro nominal *D*		1 Cotovelo 90° Raio longo	2 Cotovelo 90° Raio médio	3 Cotovelo 90° Raio curto	4 Cotovelo 45°	5 Curva 90° R/d - 1/2	6 Curva 90° R/d - 1	7 Curva 45°	8 Entrada Normal	9 Entrada de borda	10 Entrada de gaveta aberto	11 Entrada de globo aberto	12 Entrada de ângulo aberto	13 Tê passagem direta	14 Tê passagem de lado	15 Tê saída bilateral	16 Válvula de pé e crivo	17 Saída da canaliz.	18 Válvula de retenção tipo leve	19 Válvula de retenção tipo pesado
(mm)	(pol.)																			
13	1/2	0,3	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,1	4,9	2,6	0,3	1,0	1,0	3,6	0,4	1,1	1,6
19	3/4	0,4	0,6	0,7	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,5	0,1	6,7	3,6	0,4	1,4	1,4	5,6	0,5	1,6	2,4
25	1	0,5	0,7	0,8	0,4	0,3	0,5	0,2	0,3	0,7	0,2	8,2	4,6	0,5	1,7	1,7	7,3	0,7	2,1	3,2
32	1 1/4	0,7	0,9	1,1	0,5	0,4	0,6	0,3	0,4	0,9	0,2	11,3	5,6	0,7	2,3	2,3	10,0	0,9	2,7	4,0
38	1 1/2	0,9	1,1	1,3	0,6	0,5	0,7	0,3	0,5	1,0	0,3	13,4	6,7	0,9	2,8	2,8	11,6	1,0	3,2	4,8
50	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4
63	2 1/2	1,3	1,7	2,0	0,9	0,8	1,0	0,5	0,9	1,9	0,4	21,0	10,0	1,3	4,3	4,3	17,0	1,9	5,2	8,1
75	3	1,6	2,1	2,5	1,2	1,0	1,3	0,6	1,1	2,2	0,5	26,0	13,0	1,6	5,2	5,2	20,0	2,2	6,3	9,7
100	4	2,1	2,8	3,4	1,5	1,3	1,6	0,7	1,6	3,2	0,7	34,0	17,0	2,1	6,7	6,7	23,0	3,2	8,4	12,9
125	5	2,7	3,7	4,2	1,9	1,6	2,1	0,9	2,0	4,0	0,9	43,0	21,0	2,7	8,4	8,4	30,0	4,0	10,4	16,1
150	6	3,4	4,3	4,9	2,3	1,9	2,5	1,1	2,5	5,0	1,1	51,0	26,0	3,4	10,0	10,0	39,0	5,0	12,5	19,3
200	8	4,3	5,5	6,4	3,0	2,4	3,3	1,5	3,5	6,0	1,4	67,0	34,0	4,3	13,0	13,0	52,0	6,0	16,0	25,0
250	10	5,5	6,7	7,9	3,8	3,0	4,1	1,8	4,5	7,5	1,7	85,0	43,0	5,5	16,0	16,0	65,0	7,5	20,0	32,0
300	12	6,1	7,9	9,5	4,6	3,6	4,8	2,2	5,5	9,0	2,1	102,0	51,0	6,1	19,0	19,0	78,0	9,0	24,0	38,0
350	14	7,3	9,5	10,5	5,3	4,4	5,4	2,5	6,2	11,0	2,4	120,0	60,0	7,3	22,0	22,0	90,0	11,0	28,0	45,0

Os valores indicados para registro de globo aplicam-se também às torneiras, válvulas para chuveiros e válvulas de descargas

FIG. 1.21 Comprimentos equivalentes a perdas localizadas, em metros de canalização de ferro galvanizado retilínea.

Diâmetro nominal		Joelho 90°	Joelho 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê 90° Passagem direta	Tê 90° Saída de lado	Tê 90° Saída bilateral	Entrada normal	Entrada de borda	Saída de canaliz.	Válvula de pé e crivo	Válvula retenção		Registro globo aberto	Registro gaveta aberto	Registro ângulo aberto
													Tipo leve	Tipo pesado			
DN (mm)	Ref. (pol.)																
15	(1/2)	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	0,3	0,9	0,8	8,1	2,5	3,6	11,1	0,1	5,9
20	(3/4)	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4	2,4	0,4	1,0	0,9	9,5	2,7	4,1	11,4	0,2	6,1
25	(1)	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1	3,1	0,5	1,2	1,3	13,3	3,8	5,8	15,0	0,3	8,4
32	(1 1/4)	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6	4,6	0,6	1,8	1,4	15,5	4,9	7,4	22,0	0,4	10,5
40	(1 1/2)	3,2	1,3	1,2	0,6	2,2	7,3	7,3	1,0	2,3	3,2	18,3	6,8	9,1	35,8	0,7	17,0
50	(2)	3,4	1,5	1,3	0,7	2,3	7,6	7,6	1,5	2,8	3,3	23,7	7,1	10,8	37,9	0,8	18,5
60	(2 1/2)	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8	7,8	1,6	3,3	3,5	25,0	8,2	12,5	38,0	0,9	19,0
75	(3)	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8,0	8,0	2,0	3,7	3,7	26,8	9,3	14,5	40,0	0,9	20,0
100	(4)	4,3	1,9	1,6	1,0	2,6	8,3	8,3	2,2	4,0	3,9	28,6	10,4	16,0	42,3	1,0	22,1
125	(5)	4,9	2,4	1,9	1,1	3,3	10,0	10,0	2,5	5,0	4,9	37,4	12,5	19,2	50,9	1,1	26,2
150	(6)	5,4	2,6	2,1	1,2	3,8	11,1	11,1	2,8	5,6	5,5	43,4	13,9	21,4	56,7	1,2	28,9

FIG. 1.22 Perdas de cargas localizadas — sua equivalência em metros de tubulação de PVC rígido ou cobre.

Aplicação

Exercício 3.7 - Livro Porto (1998)

A instalação hidráulica predial da Figura 3.22 está em um plano vertical e é toda em aço galvanizado novo com diâmetro de 1”, e alimentada por uma vazão de 2.,0 L/s de água. Os cotovelos têm raio curto e os registros de gaveta. Determine qual deve ser o comprimento x para que as vazões que saem pelas extremidades A e B sejam iguais.

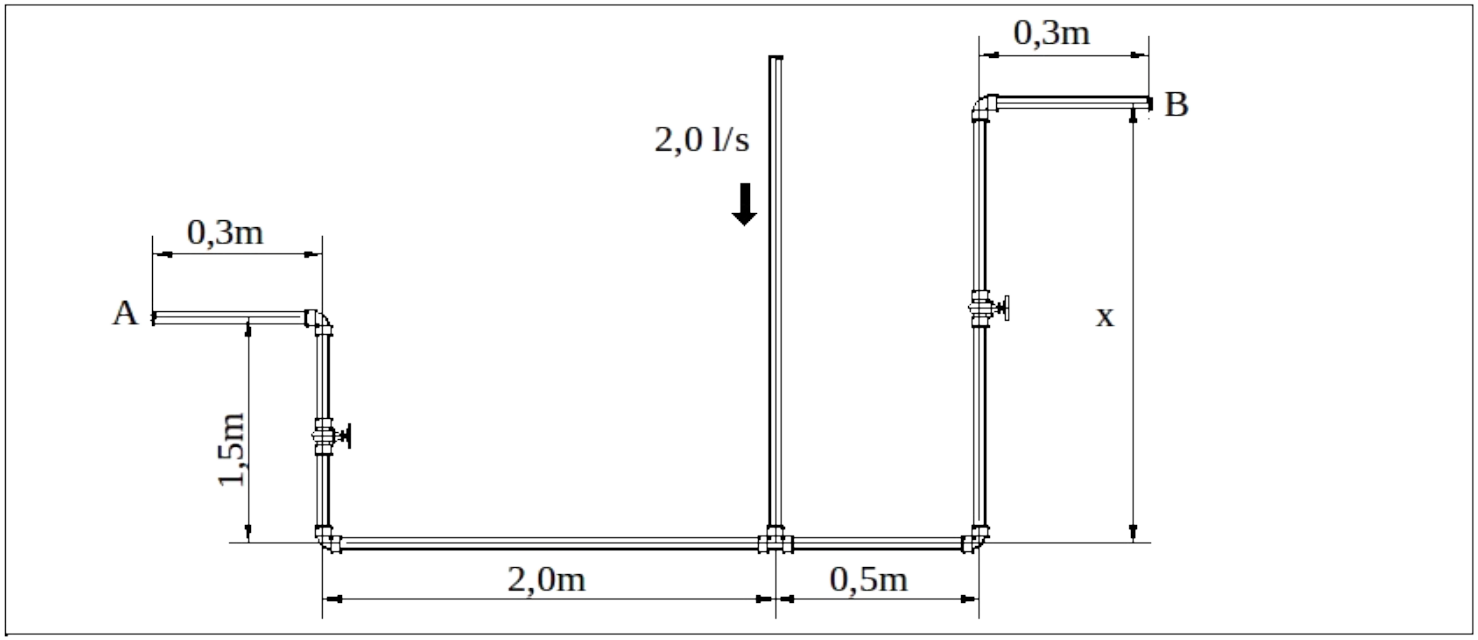


Figura 3.22

Exercício 3.1 - Livro Porto (1998)

A instalação mostrada na Figura 3.17 tem diâmetro 50mm em fero fundido com leve oxidação. Os coeficientes de perdas de carga localizadas são: entrada e saída da tubulação K = 1,0, cotovelo 90º, curvas 45º K=0,2 e registro de ângulo, aberto, K=5,0. Determine, usando a equação de Darcy-Weisbach:

a) a vazão transportada;

b) Querendo-se reduzir a vazão para 1,96 L/s, pelo fechamento parcial do registro, calcule qual deve ser a perda de de carga localizada no registro e seu comprimento equivalente.

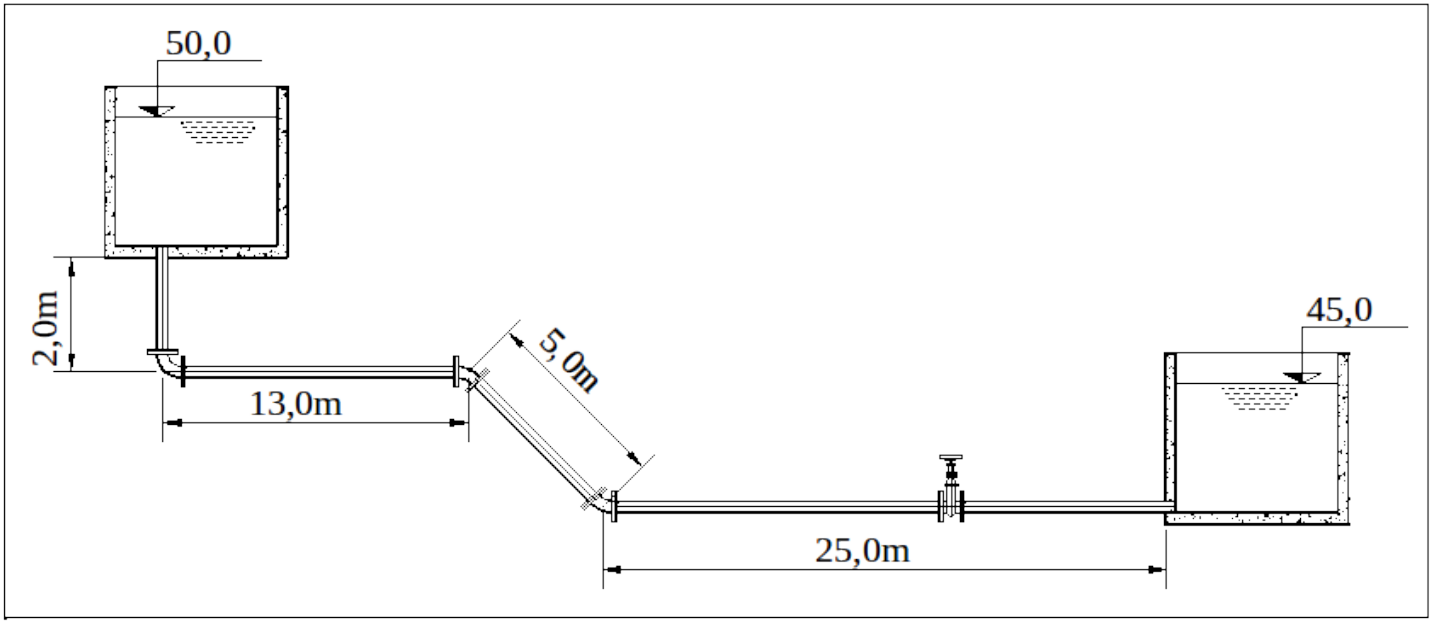


Figura 3. 17

- Desafio (Aula 7)

Livro Porto (1998)

- Exercícios: 3.5 e 3.8

- Obrigada!