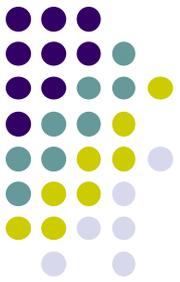




Perda de carga localizada em condutos forçados

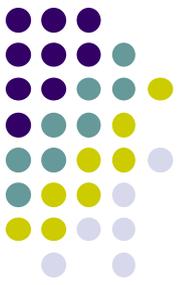
Renato de Oliveira Fernandes

*Professor Assistente
Dep. de Construção Civil/URCA
renatodeof@gmail.com*



Introdução

- Sempre que um líquido escoar no interior de um tubo de um ponto para outro, haverá uma certa perda de energia denominada perda de pressão ou perda de carga



Perda de carga localizada

- As perdas localizadas são originadas pelas variações bruscas da geometria do escoamento, como mudanças de direção ou da seção do fluxo.
- São usuais em instalações com curvas, válvulas, comportas, alargamentos ou estreitamentos e etc.
- Perda de carga total = perda de carga linear + perda de carga localizada

Perda de carga localizada (Método dos K's)

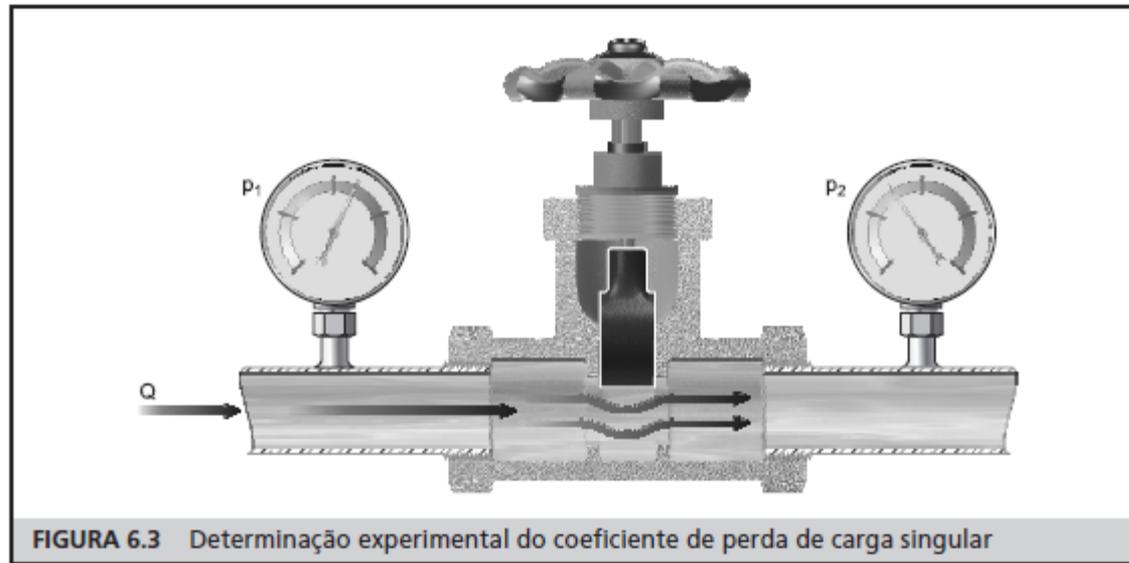


- Expressão geral:

$$\Delta H_{loc.} = K \frac{V^2}{2g}$$

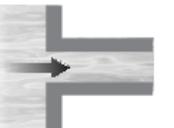
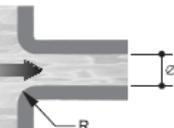
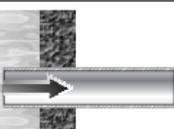
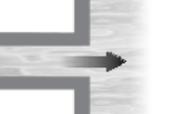
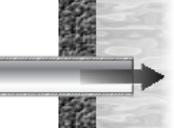
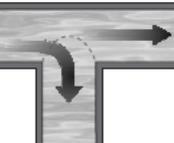
- K – coeficiente adimensional
- V – velocidade média de referência (m/s)
- g – aceleração gravitacional (m/s²)

Experimento para determinar perda de carga localizada



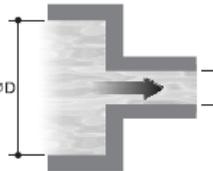
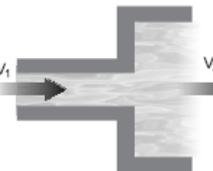
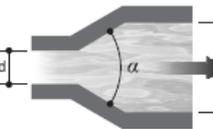
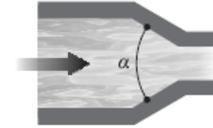
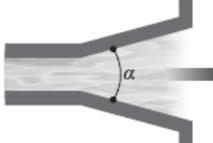
Fonte: Mecânica dos Fluidos – Sylvio Reynaldo Bistafa

TABELA 6.1 Coeficientes de Perda de Carga Singular*

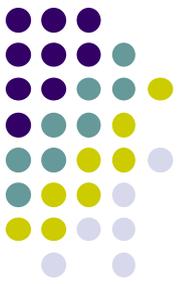
Acessório	Denominação	k_s
	Captação em reservatório	0,5
	Captação arredondada em reservatório	R/d 0,05 0,1 0,2 0,3 0,4 k_s 0,25 0,17 0,08 0,05 0,04
	Captação com tubo reentrante em reservatório	0,8
	Descarga em reservatório	2,0 para escoamento laminar 1,0 para escoamento turbulento
	Descarga arredondada em reservatório	2,0 para escoamento laminar 1,0 para escoamento turbulento
	Descarga com tubo reentrante em reservatório	2,0 para escoamento laminar 1,0 para escoamento turbulento
	Te padrão	1,8 (desvio)

* Dar preferência aos valores fornecidos pelo fabricante do acessório.

TABELA 6.1 (continuação)

Acessório	Denominação	k_s
	Contração brusca	$(d/D)^2$ 0,01 0,1 0,2 0,4 0,6 0,8 k_s 0,5 0,5 0,42 0,33 0,25 0,15
	Expansão brusca	$\left(1 - \frac{V_2}{V_1}\right)^2$
	Difusor	para $\alpha = 20^\circ$ 0,30 para $d/D = 0,2$ 0,25 para $d/D = 0,4$ 0,15 para $d/D = 0,6$ 0,10 para $d/D = 0,8$
	Confusor	0,02 para $\alpha = 30^\circ$ 0,04 para $\alpha = 45^\circ$ 0,07 para $\alpha = 60^\circ$
	Cotovelo	α° 15 30 45 60 90 k_s 0,024 0,108 0,26 0,49 1,17
	Curva	α° 15 30 45 60 90 $R/d = 1$ 0,01 0,09 0,17 0,27 0,53 $R/d > 3$ 0,01 0,03 0,12 0,20 0,24
	Saída do difusor	α° 8 15 30 45 k_s 0,05 0,18 0,50 0,60

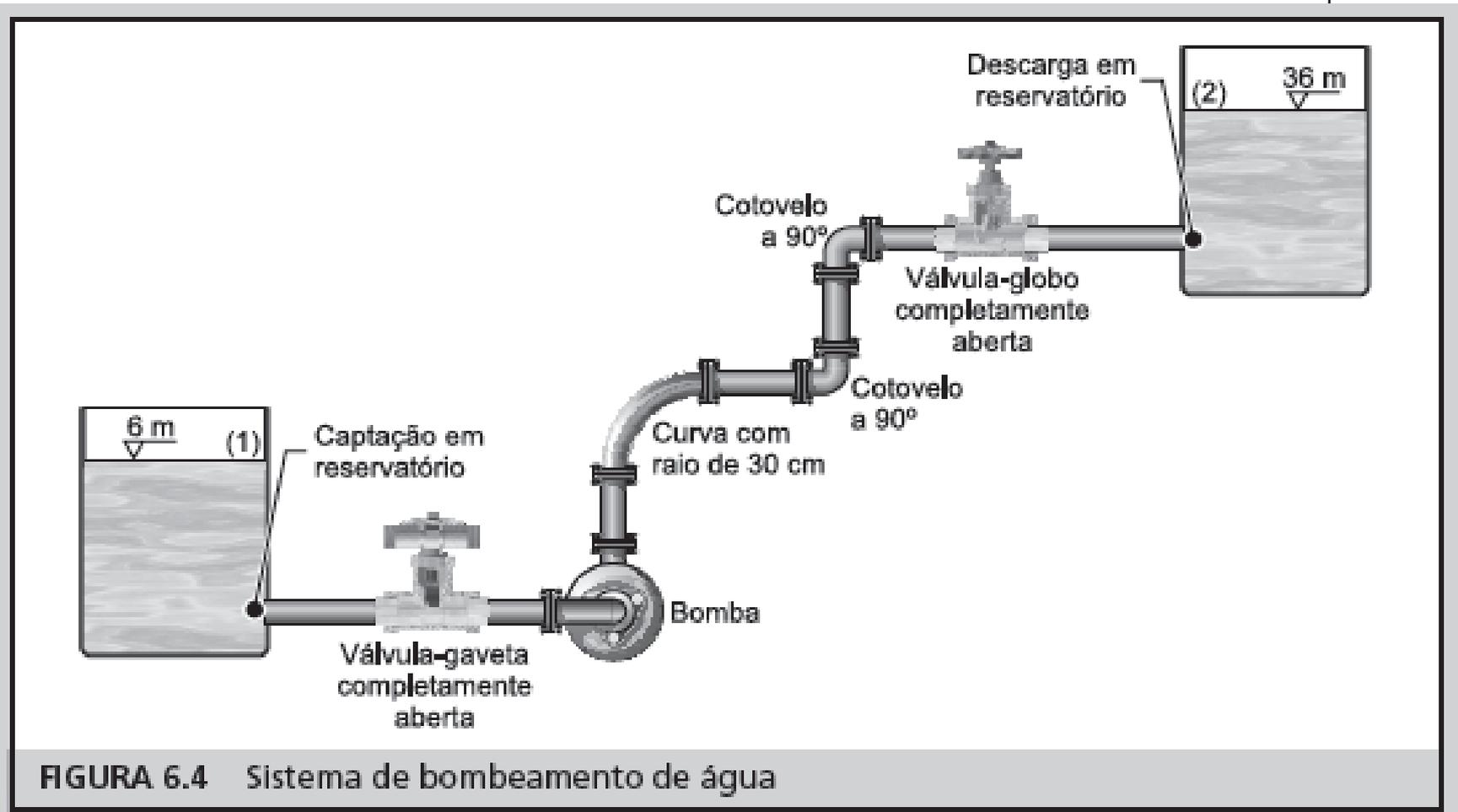
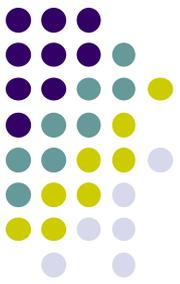




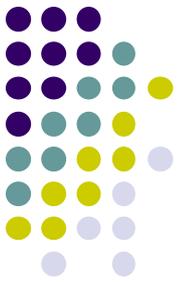
K – coeficiente adimensional

Acessórios	K	Acessórios	K
Cotovelo de 90° raio curto	0,9	Válvula de gaveta aberta	0,2
Cotovelo de 90° raio longo	0,6	Válvula de ângulo aberta	5,0
Cotovelo de 45°	0,4	Válvula de globo aberta	10,0
Curva 90°, $r/D=1$	0,4	Válvula de pé com crivo	10,0
Curva de 45°	0,2	Válvula de retenção	3,0
Tê, passagem direta	0,9	Curva de retorno, $\alpha = 180^\circ$	2,2
Tê, saída lateral	2,0	Válvula de bóia	6,0

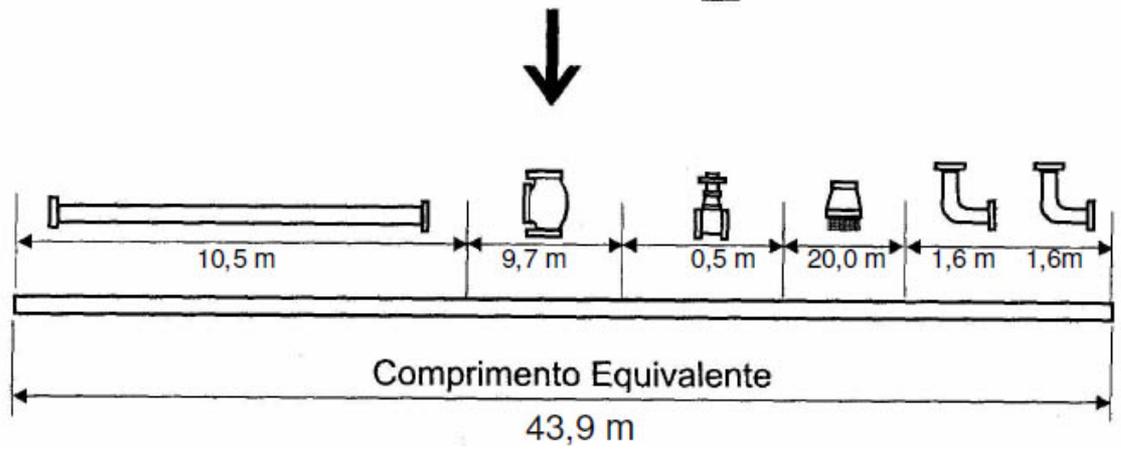
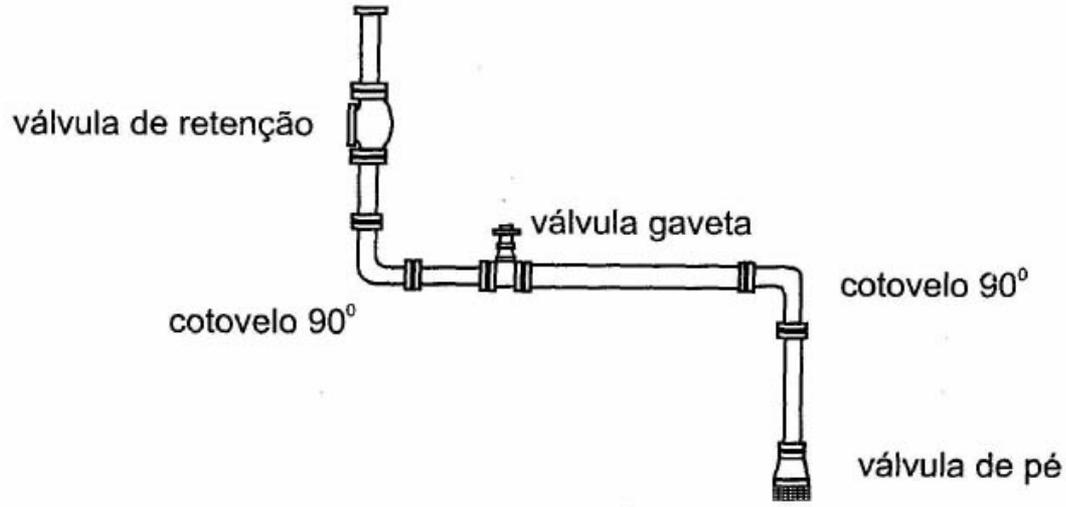
Exemplo de perda de carga localizada



Método dos comprimentos virtuais ou equivalentes



- Considera-se que as peças e conexões podem ser substituídas (no cálculo) por comprimentos virtuais de tubulação que resultem na mesma perda de carga.
 - Ou seja, a conexão é substituída por um comprimento de tubo, de mesmo diâmetro, no qual a perda de carga linear é igual a perda de carga localizada

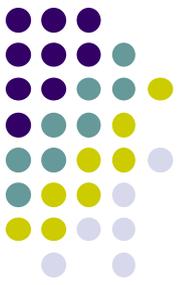


Tipo	Quantidade	Comprimento (m)	L _{EQU} (m)
Trecho Reto Horizontal	----	5,0	5,0
Trecho Reto Vertical	----	5,5	5,5
Válvula de Pé	1	20,0	20,0
Válvula Gaveta	1	0,5	0,5
Válvula de Retenção (Pesada)	1	9,7	9,7
Cotovelo 90°	2	1,6	3,2
Comprimento Equivalente Total (m)			43,9

Comprimentos (m) equivalentes de conexões (NBR-5626)

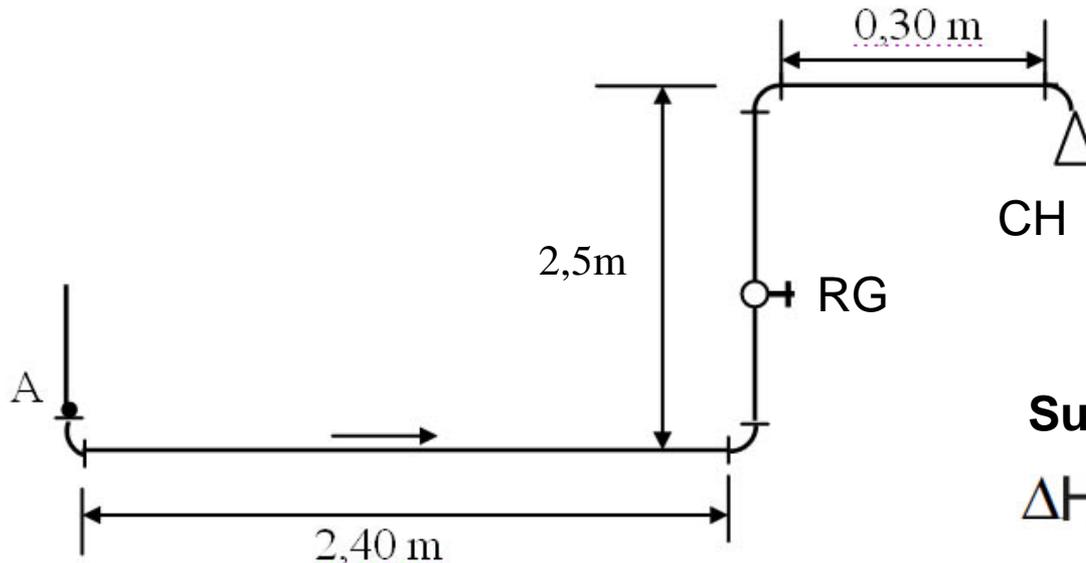


DIÂMETRO NOMINAL			JOELHO 90°	JOELHO 45°	CURVA 90°	CURVA 45°	TE 90° PASSA DIREITA	TE 90° SAÍDA DE LADO	TE 90° SAÍDA BILATERAL	ENTR. NORMAL	ENTR. DE BORDA	SAÍDA DE CANALIZAÇÃO	VÁLVULA DE PÉ C/ CRIVO	VALVULA RETENÇÃO		REGISTRO GLOBO ADERTO	REGISTRO GAVETA ABERTO	REGISTRO ÂNGULO ABERTO
DC	DN	ref												TIPO LEVE	TIPO PESADO			
mm	mm	pol																
20	15	(½)	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
25	20	(¾)	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
32	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
40	32	(1 ¼)	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
50	40	(1 ½)	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
60	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
75	60	(2 ½)	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
85	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	14,2	40,0	0,9	20,0
110	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
140	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
160	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	26,8



Exemplo

- Verifique se a pressão disponível no chuveiro está acima do valor mínimo estabelecido por norma (NBR 5626) considerando que carga de pressão no ponto A é de 6,0 mca e que a vazão mínima no chuveiro estabelecida pela NBR-5626 é de 0,20 L/s. A instalação hidráulica mostrada na figura é de PVC rígido soldável (marrom), DN= 25 mm. Todos as curvas são de 90° e o registro é de gaveta está aberto. Use o método dos “K” e dos comprimentos equivalentes e compare.



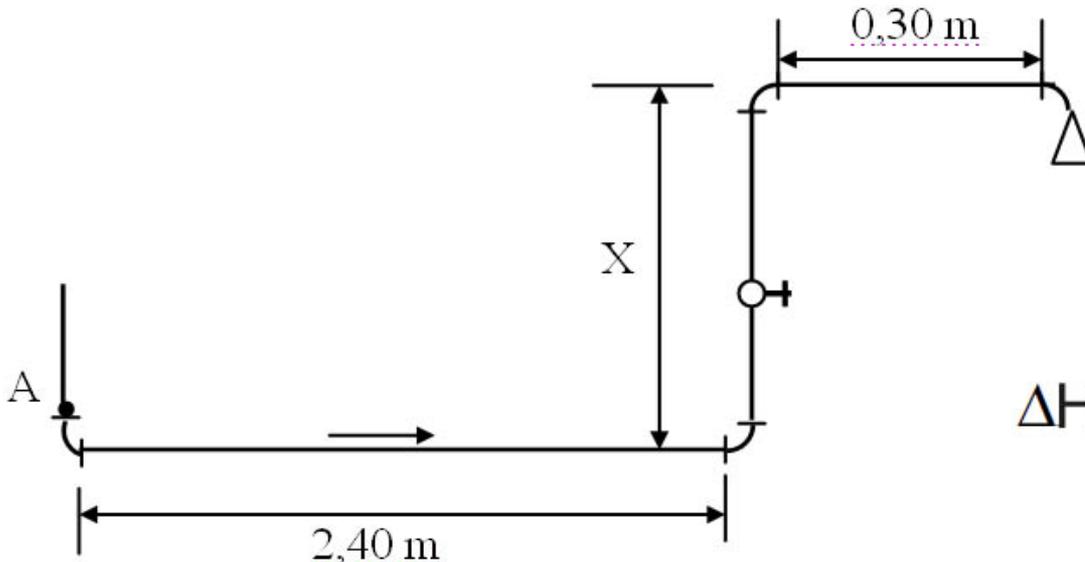
Sugestão:

$$\Delta H = 0,0008695 \cdot Q^{1,75} \cdot D^{-4,75} \cdot L$$

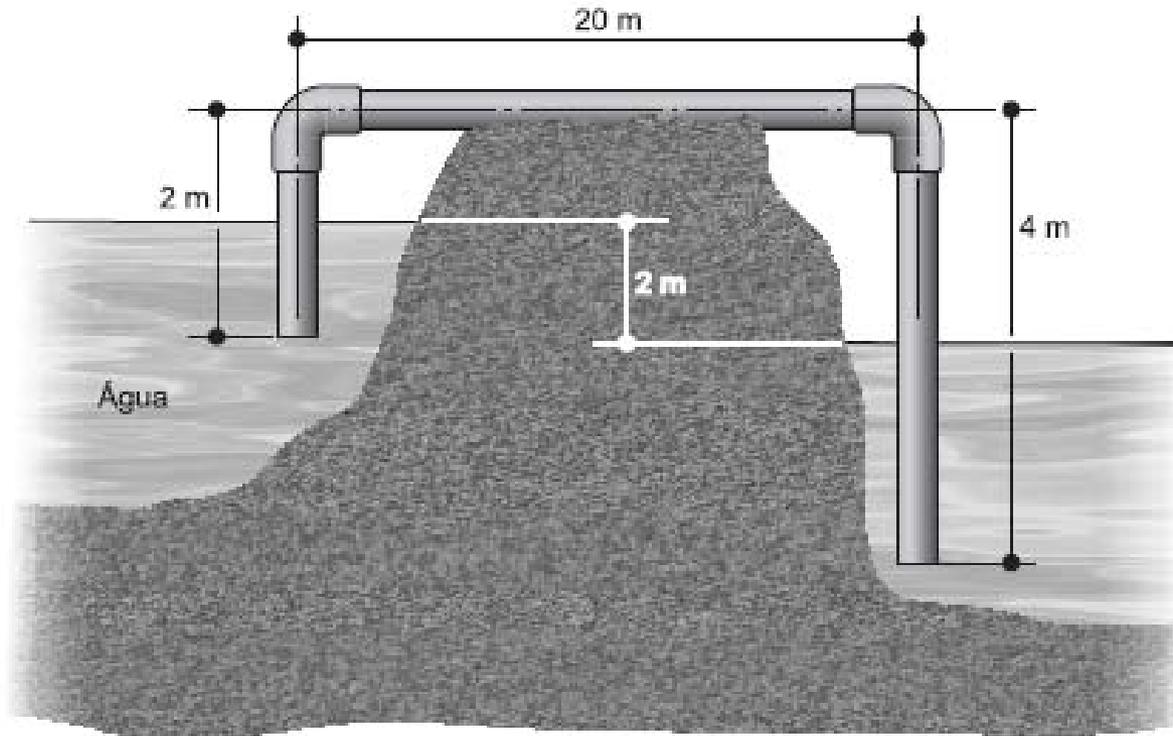
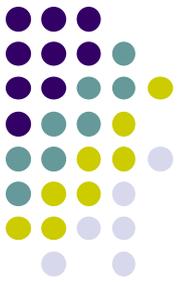


Exemplo

- Qual deve ser o comprimento X na instalação hidráulica mostrada na figura, de PVC rígido soldável (marrom) de 25 mm de diâmetro, para que com uma vazão de 0,2 l/s a carga de pressão no chuveiro seja de 1,0 mca. Todos os joelhos são de 90° e o registro é de gaveta está aberto. A carga de pressão no ponto A é de 4,0 mca. Use o método dos “K” e dos comprimentos equivalentes e compare.



$$\Delta H = 0,0008695 \cdot Q^{1,75} \cdot D^{-4,75} \cdot L$$



Fonte: Mecânica dos Fluidos – Sylvio Reynaldo Bistafa