

# Perda de Carga

## ■ 1 Perda de Carga Distribuída

É causada pelas resistências que se manifestam em oposição ao movimento (atrito dos filamentos líquidos entre si e com as paredes das tubulações e choque entre as partículas fluidas que se misturam no movimento).

## 1.1 Fórmula Universal

$$h_f = \frac{f}{D} \times \frac{v^2}{2g} \times L, \text{ onde:}$$

$h_f$  é a perda de carga distribuída;

$f$  é o coeficiente de atrito;

$V$  é a velocidade média do escoamento;

$D$  é o diâmetro da tubulação;

$g$  é a aceleração da gravidade local;

$L$  é o comprimento do trecho da tubulação em estudo.

## 1.2. Fórmula de Fair-Wipple-Hsiao (Instalações Prediais)

$$h_f = 8,69 \cdot 10^6 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \cdot L, \text{ onde:}$$

$h_f$  é a perda de carga distribuída em metros de coluna de água (mca);

$Q$  é a vazão em L/s;

$D$  é o diâmetro interno do tubo em mm;

$L$  é o comprimento do trecho em m.

Perda de carga unitária –  $J$  (em mca/m)

$$J = \frac{h_f}{L}$$

## 2. Perdas Localizadas

Além da perda de carga distribuída ao longo do tubo devido ao movimento da água, existem as perdas localizadas, devidas a quaisquer peças introduzidas, que causam perturbação no escoamento. Tais perdas são causadas, por exemplo, pela introdução na tubulação de curvas, tes, registros, etc.

## Expressão Geral

$$\Delta h = K \times \frac{v^2}{2g}, \text{ onde:}$$

$\Delta h$  é a perda de carga localizada;

$K$  é um coeficiente experimental para cada peça;

$v$  é a velocidade média do escoamento;

$g$  é a aceleração da gravidade local.

## Método dos comprimentos virtuais para determinação da perda de carga

Consiste em adicionar ao comprimento real da tubulação, somente para efeito de cálculo, comprimentos de tubos com o mesmo diâmetro do trecho em estudo, capazes de provocar as mesmas perdas de carga ocasionadas pelas peças que substituem.

A tubulação adquire assim, certo **comprimento virtual** e a perda de carga total é calculada por uma das fórmulas indicadas para a determinação das perdas de carga.

$$L_v = L_r + L_{eq}, \text{ onde:}$$

$L_v$  é o comprimento virtual da tubulação em m;

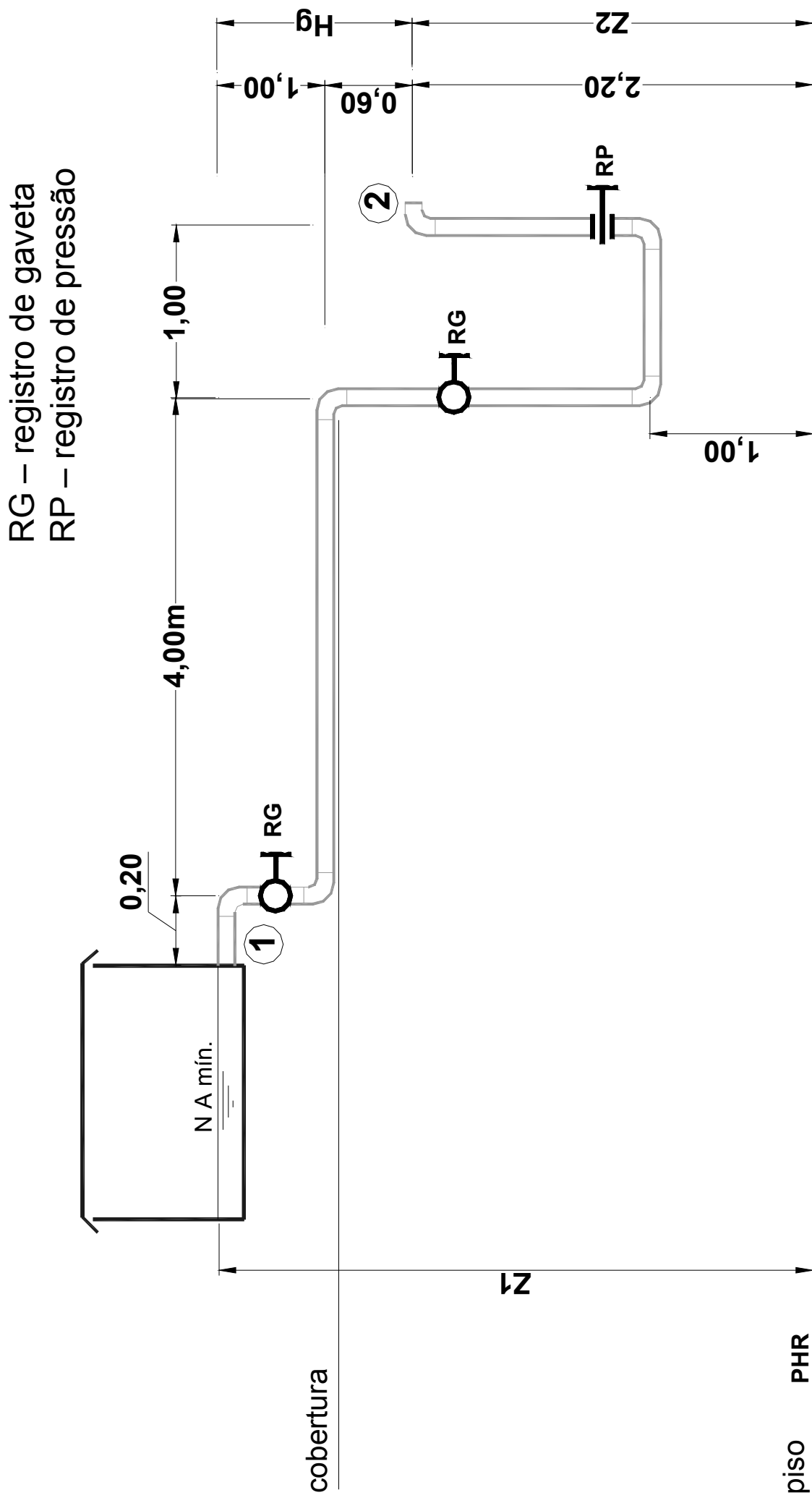
$L_r$  é o comprimento real da tubulação em m;

$L_{eq}$  é o comprimento equivalente devido às peças em m (tabelados);

$$\sum h_f = L_v \times J$$



**Exercício:** Calcular e verificar a pressão disponível no ponto 2, para um chuveiro elétrico, sabendo-se que a tubulação é de PVC com diâmetro igual a 20 mm (3/4"). Desconsiderar a perda nos registros de gaveta.



Aplicação da equação de Bernoulli:

$$H_1 = H_2 + \sum hf$$

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + \sum hf$$

$$\text{, ou } z_1 - z_2 + \frac{p_1}{\gamma} - \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g} = \sum hf$$

$\overset{0=p_{\text{atm}}}{\nearrow}$   $\overset{v_1=v_2}{\nearrow}$

Onde  $Z1 - Z2 = H_g$  é o desnível geométrico

$$\frac{P_{ch}}{\gamma} = H_g - \sum hf$$

Para o exercício:

$$P_{ch} = 1,60 - \sum hf$$

▪ Cálculo de  $\sum hf$

$$\sum h_f = L_v \times J$$

$L_{virtual} = L_{real} + L_{equivalente}$

$$L_{\text{real}} = 0,20 + 1,00 + 4,00 + 1,80 + 1,00 + 1,20 \\ = 9,20\text{m}$$

$$L_{\text{equivalente}} = 6 \text{ cotovelos de } 90^\circ = 6 \times 1,20 = \\ = 7,20 \text{ m (tabela 8 pág. 9 do formulário);}$$

$$L_{\text{virtual}} = L_{\text{real}} + L_{\text{equivalente}} = \\ = 9,20 + 7,20 = 16,40 \text{ m}$$

A vazão mínima do chuveiro elétrico,

$Q = 0,10$  l/s (tab. 2 pág.6), e,  
o diâmetro interno para o tubo (20 mm)  
é  $D = 21,6$ mm (tab. 4 pág. 7),

$$j = 8,69 \cdot 10^5 \cdot Q^{1,75} \cdot D^{-4,75}$$

ou

(tabela 10 da pág. 10)

TABELA DE VAZÃO E PERDA UNITÁRIA MATERIAL PVC

$J = 8,69 \times 10^5 \times Q^{1,75} \times d^{-4,75}$  sendo J em m/m, Q em L/s e d em mm.

PESO	VAZÃO (l/s)	PERDA UNITÁRIA=J(m/m)		
		DIAMETROS EM mm		
		15	<b>20</b>	25
<b>0,1</b>	0,10	0,022	<b>0,007</b>	0,002
0,2	0,13	0,037	0,012	0,004
				32
				40
				0,001
				0,001

temos:  $J = 0,007 \text{ mca/m}$

$hf = Lv \times J = 16,40 \text{ m} \times 0,007 \text{ mca/m} = 0,11 \text{ mca}$

A perda de carga do registro de pressão, para  $Q=0,10 \text{ L/s}$  e  $D=20 \text{ mm}$  é  $= 0,20 \text{ mca}$  (ver tabela 11 pág. 11)  
 $\Sigma hf = 0,11 + 0,20 = 0,31 \text{ mca}$

$P_{ch} = 1,60 - 0,31 = 1,29 \text{ mca} \geq 1,00 \text{ mca} (NBR.5626)$

Portanto satisfaz a condição de funcionamento.