

23/03/2011  
SdPalha

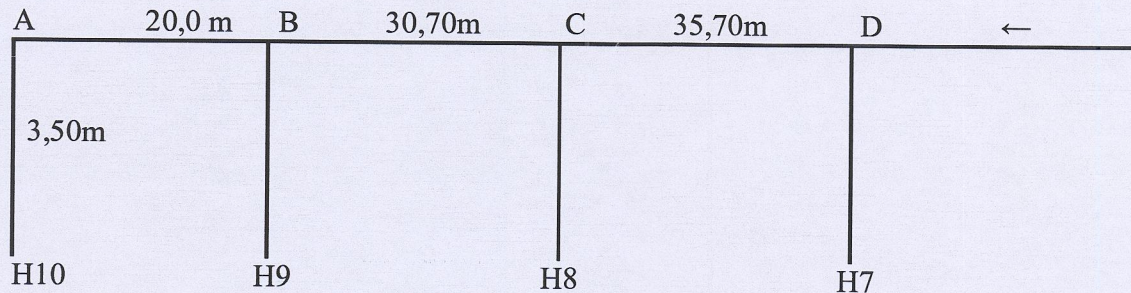
De Acordo:  
24/03/2011

Lozaro Santin  
ANEXO CH/SA/00. BBM

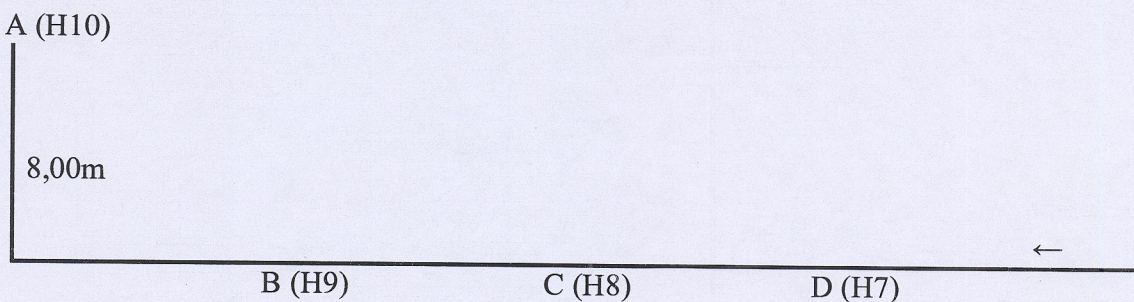
OK

MEMÓRIA DE CÁLCULO RTI  
Sistema Hidráulico Preventivo de Incêndio – Porto da Petrobras Itajaí  
Método iterativo utilizando Hazen Williams

Esquema Vertical



Esquema Horizontal



Dados do Projeto: Risco I

Pressão dinâmica mínima no hidrante mais desfavorável H<sub>10</sub> = 45 mca  
Número de hidrantes simultâneos N = 4  
Diâmetro do esguicho D<sub>e</sub> = 25 mm  
Diâmetro da mangueira D<sub>m</sub> = 2,5" = 0,0635 m  
Comprimento da mangueira C<sub>m</sub> = 30 m  
Tubulação de aço galvanizado

**1. Cálculo da vazão na saída do requinte do hidrante H<sub>10</sub>**

$$Q_{10} = C_d \times S \times (2gH_{10})^{1/2}$$

Q<sub>10</sub> = Vazão na boca do requinte (m<sup>3</sup>/s)

C<sub>d</sub> = Coeficiente de descarga = 0,98 (Art 67 da NCBSC)

S = área do bocal =  $\pi \times D_e^2 / 4 = 3,14159 \times 0,025^2 / 4 = 0,00049087 \text{ m}^2$

$$Q_{10} = 0,98 \times 0,00049087 \times (2 \times 9,81 \times 45)^{1/2} = 0,0142938 \text{ m}^3/\text{s} = 857,63 \text{ l/min}$$

OK

## 2. Cálculo da pressão no ponto A

$$PA = H_{10} + \Delta J_{mang} + \Delta J_{tub} - h_{10A}$$

$h_{10A}$  = altura entre hidrante 10 e ponto A = 3,50 m

Perda de carga na Mangueira

$$J_{mang} = (10,641 \times Q_{10}^{1,85}) / (C^{1,85} \times D_m^{4,87}) = (10,641 \times 0,0142938^{1,85}) / (140^{1,85} \times 0,0635^{4,87})$$

Dados: C = Coeficiente de rugosidade = 140

$$J_{mang} = 0,29796193 \text{ m/m}$$

$$\Delta J_{mang} = J_{mang} \times C_m = 0,29796193 \times 30 = 8,93 \text{ m}$$

Perda de carga na tubulação

$$J_{tub} = (10,641 \times Q_{10}^{1,85}) / (C^{1,85} \times D_{tub}^{4,87}) = (10,641 \times 0,0142938^{1,85}) / (125^{1,85} \times 0,0635^{4,87})$$

Dados: C = Coeficiente de rugosidade = 125

$D_{tub}$  = Diâmetro da tubulação = 2,5" = 0,0635 m

$C_{tub}$  = Comprimento da tubulação = 3,50 m

$$J_{tub} = 0,36746343 \text{ m/m}$$

Comprimentos equivalentes

Joelho 2,5" de 90° (2) = 4,0 m

Registro angular = 10,0 m

$$\text{Comprimento total} = 4,0 + 10,0 + 3,50 = 17,50 \text{ m}$$

$$\Delta J_{tub} = 0,36746343 \times 17,50 = 6,43 \text{ m}$$

$$PA = H_{10} + \Delta J_{mang} + \Delta J_{tub} - h_{10A} = 45,00 + 8,93 + 6,43 - 3,50 = 56,86 \text{ mca}$$

## 3. Cálculo da Pressão na saída do requinte do hidrante H9

Supondo que a vazão  $Q_9$  seja maior que  $Q_{10}$ , adotaremos  $Q_9 = 0,01550879 \text{ m}^3/\text{s} = 950,53 \text{ l/min}$

$$H_9 = Q_9^2 / C_d^2 \times S^2 \times 2 \times g = 0,01550879^2 / 0,98^2 \times 0,00049087^2 \times 2 \times 9,81 = 52,97 \text{ mca}$$

## 4. Cálculo da pressão no ponto B

$$PB = H_9 + \Delta J_{mang} + \Delta J_{tub} - h_{9B}$$

$h_{9B}$  = altura entre hidrante 9 e ponto B = 3,50 m

Perda de carga na Mangueira

$$J_{mang} = (10,641 \times Q_9^{1,85}) / (C^{1,85} \times Dm^{4,87}) = (10,641 \times 0,015508795^{1,85}) / (140^{1,85} \times 0,0635^{4,87})$$

Dados: C = Coeficiente de rugosidade = 140

$$J_{mang} = 0,346503 \text{ m/m}$$

$$\Delta J_{mang} = J_{mang} \times C_m = 0,346503 \times 30 = 10,39 \text{ m}$$

Perda de carga na tubulação

$$J_{tub} = (10,641 \times Q_9^{1,85}) / (C^{1,85} \times D_{tub}^{4,87}) = (10,641 \times 0,015508795^{1,85}) / (125^{1,85} \times 0,0635^{4,87})$$

Dados: C = Coeficiente de rugosidade = 125

$D_{tub}$  = Diâmetro da tubulação = 2,5" = 0,0635 m

$C_{tub}$  = Comprimento da tubulação = 3,50 m

$$J_{tub} = 0,427327 \text{ m/m}$$

Comprimentos equivalentes

Tê 2,5" com saída lateral = 4,3 m

Joelho 2,5" de 90° (1) = 2,0 m

Registro angular = 10,0 m

$$\text{Comprimento total} = 4,3 + 2,0 + 10,0 + 3,50 = 19,80 \text{ m}$$

$$\Delta J_{tub} = 0,427327 \times 19,8 = 8,46 \text{ m}$$

$$PB = H_9 + \Delta J_{mang} + \Delta J_{tub} - h_{9B} = 52,97 + 10,40 + 8,46 - 3,50 = 68,33 \text{ mca}$$

### 5. Cálculo da Pressão na saída do requinte do hidrante H<sub>8</sub>

Supondo que a vazão  $Q_8$  seja maior que  $Q_9$ , adotaremos  $Q_8 = 0,01695111 \text{ m}^3/\text{s} = 1017,07 \text{ l/min}$

$$H_8 = Q_8^2 / (C_d^2 \times S^2 \times 2 \times g) = 0,01695111^2 / (0,98^2 \times 0,00049087^2 \times 2 \times 9,81) = 63,28 \text{ mca}$$

### 6. Cálculo da pressão no ponto C

$$PC = H_8 + \Delta J_{mang} + \Delta J_{tub} - h_{8C}$$

$H_{8C}$  = altura entre hidrante 8 e ponto C = 3,50 m

Perda de carga na Mangueira

$$J_{mang} = (10,641 \times Q_8^{1,85}) / (C^{1,85} \times D_m^{4,87}) = (10,641 \times 0,01695111^{1,85}) / (140^{1,85} \times 0,0635^{4,87})$$

Dados: C = Coeficiente de rugosidade = 140

$$J_{mang} = 0,408464 \text{ m/m}$$

$$\Delta J_{mang} = J_{mang} \times C_m = 0,408464 \times 30 = 12,25 \text{ m}$$

Perda de carga na tubulação

$$J_{tub} = (10,641 \times Q_8^{1,85}) / (C^{1,85} \times D_{tub}^{4,87}) = (10,641 \times 0,01695111^{1,85}) / (125^{1,85} \times 0,0635^{4,87})$$

Dados: C = Coeficiente de rugosidade = 125

D<sub>tub</sub> = Diâmetro da tubulação = 2,5" = 0,0635 m

C<sub>tub</sub> = Comprimento da tubulação = 3,50 m

$$J_{tub} = 0,503741 \text{ m/m}$$

Comprimentos equivalentes

Tê 2,5" com saída lateral = 4,3 m

Joelho 2,5" de 90° (1) = 2,0 m

Registro angular = 10,0 m

$$\text{Comprimento total} = 4,3 + 2,0 + 10,0 + 3,50 = 19,80 \text{ m}$$

$$\Delta J_{tub} = 0,503741 \times 19,8 = 9,97 \text{ m}$$

$$PC = H_8 + \Delta J_{mang} + \Delta J_{tub} - h_{8C} = 63,28 + 12,25 + 9,97 - 3,50 = 82,00 \text{ mca}$$

### 7. Cálculo da Pressão na saída do requinte do hidrante H<sub>7</sub>

Supondo que a vazão Q<sub>7</sub> seja maior que Q<sub>8</sub>, adotaremos Q<sub>7</sub> = 0,01874793 m<sup>3</sup>/s = 1124,88 l/m<sup>3</sup>

$$H_7 = Q_7^2 / C_d^2 \times S^2 \times g = 0,01874793^2 / 0,98^2 \times 0,00049087^2 \times 2 \times 9,81 = 77,41 \text{ mca}$$

### 8. Cálculo da pressão no ponto D

$$PD = H_7 + \Delta J_{mang} + \Delta J_{tub} - h_{8D}$$

H<sub>8D</sub> = altura entre hidrante 8 e ponto D = 3,50 m

Perda de carga na Mangueira

$$1,85 \quad 1,85 \quad 4,87 \quad 1,85 \quad 1,85 \quad 4,87$$

$$J_{\text{mang}} = (10,641 \times Q_7^{1,85}) / (C^{1,85} \times D_m^{4,87}) = (10,641 \times 0,01874793^{1,85}) / (140^{1,85} \times 0,0635^{4,87})$$

Dados: C = Coeficiente de rugosidade = 140

$$J_{\text{mang}} = 0,492154 \text{ m/m}$$

$$\Delta J_{\text{mang}} = J_{\text{mang}} \times C_m = 0,492154 \times 30 = 14,76 \text{ m}$$

Perda de carga na tubulação

$$J_{\text{tub}} = (10,641 \times Q_7^{1,85}) / (C^{1,85} \times D_{\text{tub}}^{4,87}) = (10,641 \times 0,018747931^{1,85}) / (125^{1,85} \times 0,0635^{4,87})$$

Dados: C = Coeficiente de rugosidade = 125

D<sub>tub</sub> = Diâmetro da tubulação = 2,5" = 0,0635 m

C<sub>tub</sub> = Comprimento da tubulação = 3,50 m

$$J_{\text{tub}} = 0,606952 \text{ m/m}$$

Comprimentos equivalentes

Tê 2,5" com saída lateral = 4,3 m

Joelho 2,5" de 90° (1) = 2,0 m

Registro angular = 10,0 m

$$\text{Comprimento total} = 4,3 + 2,0 + 10,0 + 3,50 = 19,80 \text{ m}$$

$$\Delta J_{\text{tub}} = 0,606952 \times 19,8 = 11,99 \text{ m}$$

$$PD = H_7 + \Delta J_{\text{mang}} + \Delta J_{\text{tub}} - h_7D = 77,41 + 14,76 + 11,99 - 3,50 = 100,70 \text{ mca}$$

### 9. Recálculo da pressão no ponto B

$$\text{Vazão no ponto A} = Q_{10} = 0,01429382$$

Perda de carga no trecho BA

$$J_{\text{tub}} = (10,641 \times Q_{10}^{1,85}) / (C^{1,85} \times D_{\text{tub}}^{4,87}) = (10,641 \times 0,01429382^{1,85}) / (125^{1,85} \times 0,0635^{4,87})$$

Dados: C = Coeficiente de rugosidade = 125

D<sub>tub</sub> = Diâmetro da tubulação = 2,5" = 0,0635 m

C<sub>tub</sub> = Comprimento da tubulação = 28,0 m

$$J_{\text{tub}} = 0,36746343 \text{ m/m}$$

Comprimentos equivalentes

Tê 2,5" passagem direta = 1,3 m

Joelho 2,5" de 90° (1) = 2,0 m

Comprimento total = 1,3 + 2,0 + 28,0 = 31,3 m

$\Delta J_{tub} = 0,36746343 \times 31,3 = 11,50$  m

PB = PA +  $\Delta J_{tub}$  = 56,87 + 11,50 = 68,37 mca

Como 68,37 é praticamente igual a 68,33 (item 4), a vazão adotada Q9 está correta.

### 10. Recálculo da pressão no ponto C

Vazão no ponto B = Q9 = 0,01550879

Perda de carga no trecho CB

$$J_{tub} = (10,641 \times Q_{10}^{1,85}) / C^{1,85} \times D_{tub}^{4,87} = (10,641 \times 0,01550879^{1,85}) / (125 \times 0,0635^{4,87})$$

Dados: C = Coeficiente de rugosidade = 125

D<sub>tub</sub> = Diâmetro da tubulação = 2,5" = 0,0635 m

C<sub>tub</sub> = Comprimento da tubulação = 30,70 m

J<sub>tub</sub> = 0,427327 m/m

Comprimentos equivalentes

Tê 2,5" passagem direta = 1,3 m

Comprimento total = 1,3 + 30,7 = 32,0 m

$\Delta J_{tub} = 0,427327 \times 32 = 13,67$  m

PC = PB +  $\Delta J_{tub}$  = 68,37 + 13,67 = 82,04 mca

Como 82,04 é praticamente igual a 82,00 (item 6), a vazão adotada Q9 está correta.

### 11. Recálculo da pressão no ponto D

Vazão no ponto C = Q8 = 0,01695111 m<sup>3</sup>/s

Perda de carga no trecho DC

$$J_{tub} = (10,641 \times Q_{10}^{1,85}) / C^{1,85} \times D_{tub}^{4,87} = (10,641 \times 0,01695111^{1,85}) / (125 \times 0,0635^{4,87})$$

Dados: C = Coeficiente de rugosidade = 125  
Dtub = Diâmetro da tubulação = 2,5" = 0,0635 m  
Ctub = Comprimento da tubulação = 35,70 m

$$J_{\text{tub}} = 0,503741 \text{ m/m}$$

Comprimentos equivalentes  
Tê 2,5" passagem direta = 1,3 m

$$\text{Comprimento total} = 1,3 + 35,7 = 37,0 \text{ m}$$

$$\Delta J_{\text{tub}} = 0,503741 \times 37 = 18,63 \text{ m}$$

$$PD = PC + \Delta J_{\text{tub}} = 82,04 + 18,63 = 100,64 \text{ mca}$$

Como 100,67 é praticamente igual a 100,70 (item 8), as vazões adotadas Q8 e Q7 estão corretas.

## 12. Cálculo da reserva técnica de incêndio – RTI

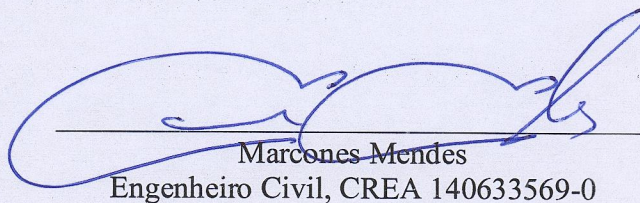
$$RTI = (Q_{10} + Q_9 + Q_8 + Q_7) \times T$$

Tempo de autonomia (T)

O sistema possui 11 hidrantes e conforme CBMSC – NSCI Art. 81 § 1 b 4 temos:

$$T = 30 \text{ min} + 7 \times 2 \text{ min} = 44 \text{ min}$$

$$RTI = (Q_{10} + Q_9 + Q_8 + Q_7) \times 44 = (857,63 + 950,53 + 1017,07 + 1124,88) \times 44 = 172924,38 \text{ l}$$

  
Marcones Mendes  
Engenheiro Civil, CREA 140633569-0