



**INSTALAÇÕES PREDIAIS**  
**INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA**  
**DIMENSIONAMENTO**

**Eng. Moacir de Oliveira Junior, Esp.**

Contato:

(47) 3349-7979

E-mails:

[moaciroj@gmail.com](mailto:moaciroj@gmail.com) (Orkut)

[moaciroj@univali.br](mailto:moaciroj@univali.br)

[moaciroj@hotmail.com](mailto:moaciroj@hotmail.com) (Facebook)

[moacir@viptec.com.br](mailto:moacir@viptec.com.br)

@Eng\_Moacir (Twitter)



# Plano de Aula

- Aula anterior:
  - Conceituação;
  - Tipos de sistemas;
    - Sistemas Diretos; e
    - Sistemas Indiretos.
  - Terminologias;
  - Aparelhos sanitários; e
  - Materiais (Tubos, conexões e peças).



# Plano de Aula

- Aula de hoje:
  - Terminologias;
    - Vazão;
    - Pressão (Estática e Dinâmica);
    - Perdas de Carga;
  - Pré-dimensionamento;
  - Dimensionamento; e
  - Exercícios.

# Referências

- Manual técnico de instalações hidráulicas e sanitárias / 1991 São Paulo: Pini, 1991.
- BOTELHO, Manoel Henrique Campos; RIBEIRO JÚNIOR, Geraldo de Andrade. Instalações hidráulicas prediais : usando tubos de PVC e PPR - 2. ed., rev. e ampl / 2006 usando tubos de PVC e PPR. São Paulo, SP: E. Blucher, 2006.
- MACINTYRE, A. J. (Archibald J.) Instalações hidráulicas / c1996 Rio de Janeiro, RJ: Livros Técnicos e Científicos, c1996.



# Terminologia:

## Vazão

$$Q = V \times A = V \times \frac{\pi \times D^2}{4}$$

- Considera-se vazão hidráulica o volume de água a ser transportado que atravessa uma determinada seção (tubo, calha, etc) na unidade de tempo.
- Normalmente encontramos unidades de vazão em  $m^3/h$ ,  $m^3/min$  ou  $m^3/s$ , podendo ser expressa também em  $l/s$ ,  $l/min$ .
- A vazão também pode ser denominada de descarga hidráulica.

# Terminologia: Escoamento

- Em Mecânica dos Fluidos e/ou Hidráulica aprendemos sobre escoamentos dos fluidos, entre eles destacan-se:
  - Escoamento laminar;
  - Escoamento de transição;
  - Escoamento turbulento;
  
  - Escoamento livre;
  - Escoamento forçado (sob pressão).



# Terminologia: Pressão

$$P = \frac{F}{A} \rightarrow$$

$P$  = Pressão

$F$  = Força

$A$  = Área

- A pressão é o resultado de uma força aplicada a uma superfície que lhe ofereça resistência.

As unidades mais utilizadas em relação a pressão são:

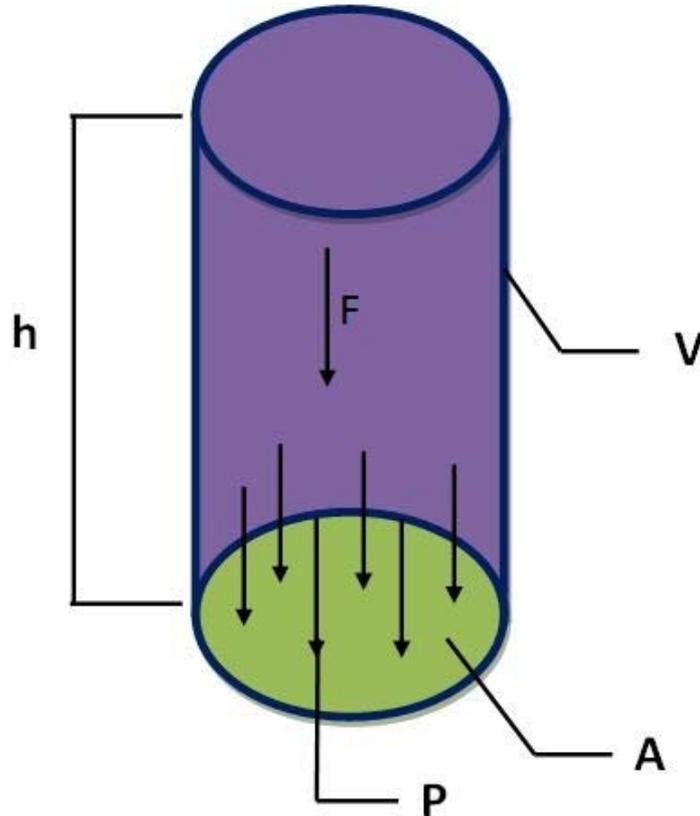
- kgf / cm<sup>2</sup> ;
- mca (metro de coluna d'água);
- lb / pol<sup>2</sup>;
- N / m<sup>2</sup> (Newton por metro quadrado) ou Pascal (Pa).

Relacionamento entre algumas unidades:

- 1 kgf/cm<sup>2</sup> = 10 mca = 98100 Pa ≈ 100 kPa

# Pressão

$$P = \frac{F}{A} \rightarrow \begin{array}{l} P = \text{Pressão} \\ F = \text{Força} \\ A = \text{Área} \end{array}$$



Sendo:

$$F = \text{peso da água} = \delta \cdot V$$

$\delta$  = massa específica = densidade

$$V = \text{volume do cilindro} = A \cdot h$$

Então substituindo temos:

$$P = \frac{\delta \cdot \cancel{A} \cdot h}{\cancel{A}} = \delta \cdot h = 1 \cdot h$$

$$P = h \text{ em mca}$$



# Pressão

- **Pressão Estática** significa que o fluido (água) não está em escoamento, ou seja, parado sem consumo no momento da sua medição;
- **Pressão Dinâmica** significa que o fluido (água) está em escoamento, ou seja, está sendo consumido no momento da sua medição;
  - **Golpe de Aríete** são as variações de pressão decorrentes de variações da vazão, causadas por alguma perturbação voluntária ou involuntária.

# Pressão

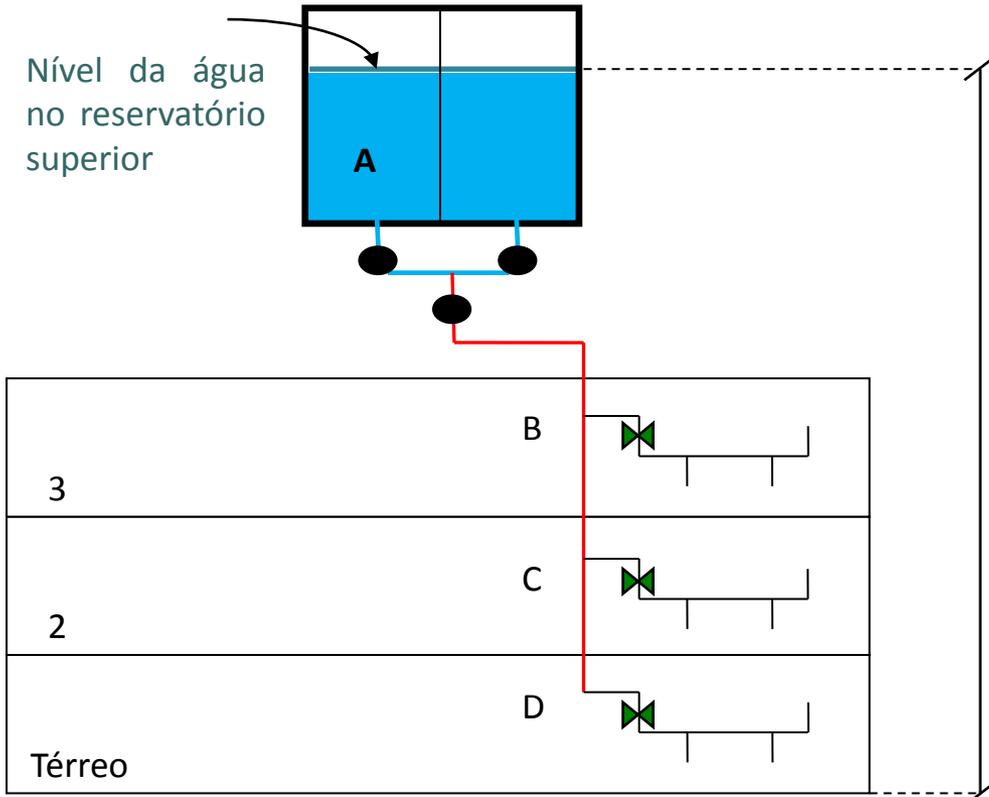
$$P_{res} = P_{ini} \pm \Delta h - J$$

$P_{res}$  = Pressão a jusante = Pressão Residual

$P_{ini}$  = Pressão a montante = Pressão Inicial

$\Delta h$  = Desnível

$J$  = Perda de Carga Total (J)



$\Delta h > 0$  (trecho descendente)

$\Delta h < 0$  (trecho ascendente)

Pressão Estática Máxima:

400 kPa ou 40 mca

Pressão Dinâmica Mínima:

5 kPa ou 0,5 mca

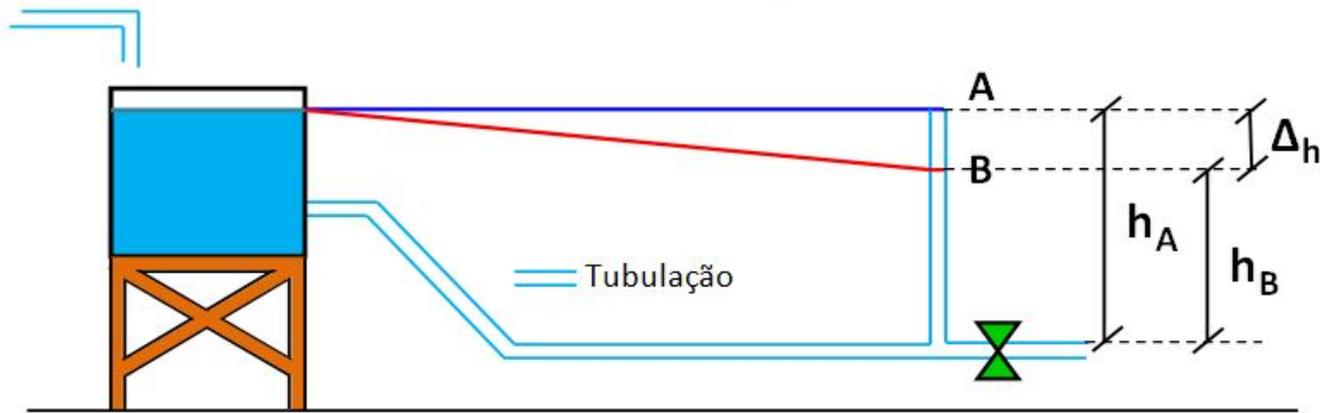
# Terminologia: Perda de Carga

Considera-se **perda de carga** a resistência proporcionada ao líquido (água) em seu trajeto.

Os fatores determinantes para que a água possa vencer a resistência em seu trajeto são:

- Rugosidade do conduto (tubo, calha, etc);
- Viscosidade e densidade do líquido conduzido;
- Velocidade de escoamento;
- Grau de turbulência do fluxo;
- Comprimento da tubulação (distância percorrida);
- Mudança de direção;
- **Dimensão da tubulação (diâmetro)** – é o principal fator que contribui para diminuir a perda de carga;

# Perda de Carga



- Com registro fechado (R), a água sobe na tubulação vertical até o nível do reservatório (A).
- Abrindo o registro, a água entra em movimento e o nível da pressão cai do ponto A para B, esta diferença é o que denominamos de perda de carga ( $\Delta h$ ).
- Tubulação de menor diâmetro oferece maior resistência à vazão ocasionando maior perda de carga.
- Tubulação de maior diâmetro oferece menor resistência à vazão ocasionando menor perda de carga.
- A pressão  $h_A$  é a pressão estática neste ponto, ou seja, quando a água está parada.
- A pressão  $h_B$  é a pressão dinâmica neste ponto, ou seja, a água está em movimento.

# Terminologia:

## Perda de Carga

- **Perda de Carga Normal:** é devida ao comprimento da tubulação. As tubulações de cobre e de plástico (PVC) normalmente com grande emprego nas instalações, oferecem grande vantagem em relação as tubulações de ferro galvanizado ou ferro fundido no aspecto de perda de carga (energia) no trajeto do líquido, para a mesma seção e distância linear.
- **Perda de Carga Localizada ou acidental:** são as perdas que ocorrem nas mudanças de direção, como por exemplo nas conexões (joelhos, reduções, tês), ou quando a água passa por dispositivos de controle, tipo registro. Portanto, quanto maior for o número de conexões de um trecho de tubulação, maior será a perda de pressão ou perda de carga nesse trecho, diminuindo a pressão ao longo da tubulação

# Perda de Carga

- Perda de Carga Unitária: É uma perda de carga linear expressa por unidade de comprimento de tubo ( $J_u$ ). Normalmente expressa em m/m ou em kPa/m.

Expressão de Hazen Willians;

$$J_u = \frac{10,641 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times Di^{4,87}}$$

$$J_u \rightarrow mca/m ;$$

$$Q \rightarrow m^3/s ;$$

$$Di \rightarrow m$$

Material	C
Aço galvanizado	120
Cobre	130
PVC	130
DI ≤ 50 mm	125
75mm ≤ DI ≤ 100 mm	135
DI > 100 mm	140

Expressão de Fair-Whipple-Hsiao (NBR 5626-98);

Para tubos lisos (tubos de plástico, cobre ou liga de cobre):

$$J_u = 8,69 \times 10^6 \times Q^{1,75} \times Di^{-4,75}$$

Para tubos rugosos (tubos de aço-carbono, galvanizado ou não):

$$J_u = 20,2 \times 10^6 \times Q^{1,88} \times Di^{-4,88}$$

$$J_u \rightarrow kPa/m \quad ; \quad Q \rightarrow L/s \quad ; \quad Di \rightarrow mm$$

# Perda de Carga

- Perda de Carga Total: É a soma das perdas de carga ao longo da tubulação com as perdas de carga geradas pelas conexões.

$$J = J_u \times CT \rightarrow CT = C_{real} + C_{eq}$$

CT = Comprimento Total;

$C_{real}$  = Comprimento Real ( comprimento real da tubulação no trecho)

$C_{eq}$  = Comprimento Equivalente (equivalência em metros de tubulação das conexões no trecho)

Tabela A.3 - Perda de carga em conexões - Comprimento equivalente para tubo liso (tubo de plástico, cobre ou liga de cobre)

Diâmetro nominal (DN)	Tipo de conexão					
	Cotovelo 90°	Cotovelo 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê passagem direta	Tê passagem lateral
15	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3
20	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4
25	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1
32	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6
40	3,2	1,0	1,2	0,6	2,2	7,3
50	3,4	1,3	1,3	0,7	2,3	7,6
65	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8
80	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8,0
100	4,3	1,9	1,6	1,0	2,6	8,3
125	4,9	2,4	1,9	1,1	3,3	10,0
150	5,4	2,6	2,1	1,2	3,8	11,1

Tabela A.2 - Perda de carga em conexões - Comprimento equivalente para tubo rugoso (tubo de aço-carbono, galvanizado ou não)

Diâmetro nominal (DN)	Tipo de conexão					
	Cotovelo 90°	Cotovelo 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê passagem direta	Tê passagem lateral
15	0,5	0,2	0,3	0,2	0,1	0,7
20	0,7	0,3	0,5	0,3	0,1	1,0
25	0,9	0,4	0,7	0,4	0,2	1,4
32	1,2	0,5	0,8	0,5	0,2	1,7
40	1,4	0,6	1,0	0,6	0,2	2,1
50	1,9	0,9	1,4	0,8	0,3	2,7
65	2,4	1,1	1,7	1,0	0,4	3,4
80	2,8	1,3	2,0	1,2	0,5	4,1
100	3,8	1,7	2,7	...	0,7	5,5
125	4,7	2,2	...	...	0,8	6,9
150	5,6	2,6	4,0	...	1,0	8,2



# Dimensionamento

- Consumo Diário;
- Reservatórios;
- Ramal Predial e Alimentador Predial;
- Rede de Distribuição de Água Fria;
- Sistema Elevatório.

# Consumo Diário

- Consumo diário é a quantidade de água que a população de uma edificação consome em um dia.

$$CD = C \times P$$

CD é o Consumo Diário (L / dia)

C é o Consumo Diário “percapita” (L / Pessoa x Dia)

P é a Poulção do edifício (Pessoas)

De acordo com a NBR 5626, deve-se adotar no mínimo o Consumo Diário como o volume de água a Reservar.

$$CD \leq \text{Volume do(s) Reservatório(s)}$$

Consumo Diário “percapita”	
Tipo de construção	Consumo médio (litros/dia)
Alojamentos provisórios	80 por pessoa
Casas populares ou rurais	120 por pessoa
Residências	150 por pessoa
Apartamentos	200 por pessoa
Hotéis (s/cozinha e s/ lavanderia)	120 por hóspede
Escolas – internatos	150 por pessoa
Escolas - semi internatos	100 por pessoa
Escolas – externatos	50 por pessoa
Quartéis	150 por pessoa
Edifícios públicos ou comerciais	50 por pessoa
Escritórios	50 por pessoa
Cinemas e teatros	2 por lugar
Templos	2 por lugar
Restaurantes e similares	25 por refeição
Garagens	50 por automóvel
Lavanderias	30 por kg de roupa seca
Mercados	5 por m <sup>2</sup> de área
Matadouros - animais de grande porte	300 por cabeça abatida
Matadouros - animais de pequeno porte	150 por cabeça abatida
Postos de serviço p/ automóveis	150 por veículo
Cavaliças	100 por cavalo
Jardins	1,5 por m <sup>2</sup>
Orfanato, asilo, berçário	150 por pessoa
Ambulatório	25 por pessoa
Creche	50 por pessoa
Oficina de costura	50 por pessoa

Estimativa da População	
Ambiente	Número de pessoas
Dormitório	2 pessoas
Dormitório de empregado (a)	1 pessoa
Escritórios	1 pessoa / 9 m <sup>2</sup>
Lojas	1 pessoa / 3 m <sup>2</sup>
Hotéis	1 pessoa / 15 m <sup>2</sup>
Hospitais	1 pessoa / 15 m <sup>2</sup>



# Reservatórios

- Reservatório inferior =  $3/5$  CD (60%);
- Reservatório superior =  $2/5$  CD (40%);

Entretanto, tendo em vista a intermitência do abastecimento da rede pública é de interessante prever uma reserva adicional conforme a característica do abastecimento público local.

# Ramal Predial e Alimentador Predial

- A vazão a ser considerada é obtida através do Consumo Diário.

$$Q_{AP} \geq \frac{CD}{86400 \times 1000}$$

$$Q_{AP} \rightarrow m^3/s$$

$$CD \rightarrow L/dia$$

$$D_{AP} \rightarrow m$$

$$V_{AP} \rightarrow m/s \ (0,6 \ m/s \leq V_{AP} \leq 1 \ m/s)$$

$$D_{AP} \geq \sqrt{\frac{4 \times Q_{AP}}{\pi \times V_{AP}}}$$

V m/s	Diâmetro Nominal (mm)									
	20 3/4"	25 1"	32 1.1/4"	40 1.1/2"	50 2"	60 2.1/2"	75 3"	100 4"	125 5"	150 6"
Consumo Diário (m³/dia)										
0,6	16,3	25,4	41,7	65,1	101,8	146,6	229,0	407,2	636,2	916,1
1	27,1	42,4	69,5	108,6	169,6	244,3	381,7	678,6	1060,3	1526,8

# Rede de distribuição de AF

## Método de dimensionamento

- **Consumo máximo possível:** Conhecido também por somatório de vazões, leva em consideração que todos os aparelhos de consumo estejam funcionando simultaneamente.
- **Consumo máximo provável:** Conhecido também por somatório de pesos, leva em consideração a probabilidade de nem todos os aparelhos estejam em funcionamento simultâneo.

$$Q = 0,3 \times \sqrt{\sum P}$$



# Rede de distribuição de AF

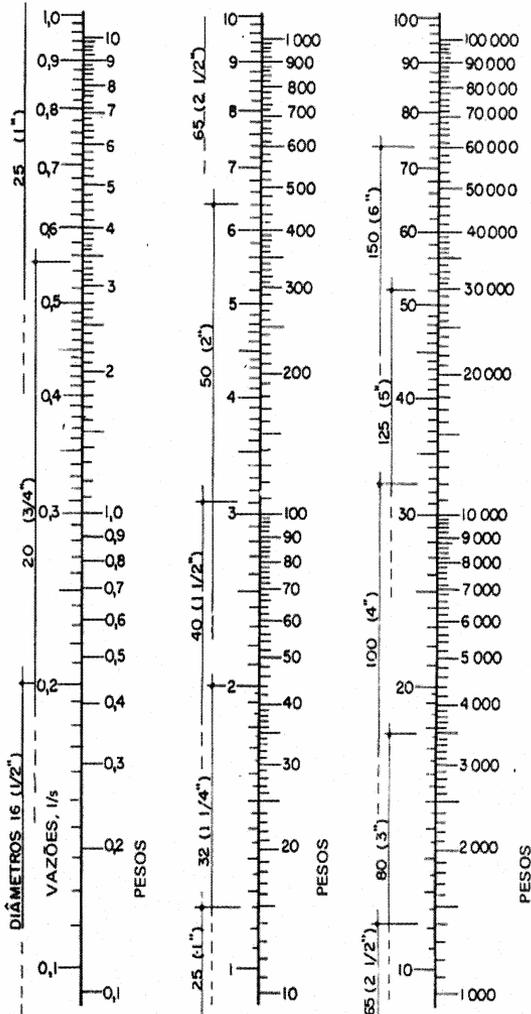
## Vazões de Projeto (NBR 5626)

Tabela A.1 - Pesos relativos nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização

Aparelho sanitário	Peça de utilização	Vazão de projeto L/s	Peso relativo	
Bacia sanitária	Caixa de descarga	0,15	0,3	
	Válvula de descarga	1,70	32	
Banheira	Misturador (água fria)	0,30	1,0	
Bebedouro	Registro de pressão	0,10	0,1	
Bidê	Misturador (água fria)	0,10	0,1	
Chuveiro ou ducha	Misturador (água fria)	0,20	0,4	
Chuveiro elétrico	Registro de pressão	0,10	0,1	
Lavadora de pratos ou de roupas	Registro de pressão	0,30	1,0	
Lavatório	Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3	
Mictório cerâmico	com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
	sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha	Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,3	
Pia	Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7	
	Torneira elétrica	0,10	0,1	
Tanque	Torneira	0,25	0,7	
Torneira de jardim ou lavagem em geral	Torneira	0,20	0,4	

# Rede de distribuição de AF

## Pré-dimensionamento



Tubos de PVC rígido - linha soldável				
D REF (pol)	DN (mm)	DE (mm)	Di (mm)	e (mm)
1/2"	15	20	17,0	1,5
3/4"	20	25	21,4	1,8
1"	25	32	27,8	2,1
1.1/4"	32	40	35,2	2,4
1.1/2"	40	50	44,0	3,0
2"	50	60	53,0	3,5
2.1/2"	60	75	66,6	4,2
3"	75	85	75,6	4,7
4"	85	110	97,8	6,1

Tubos de Cobre - Classe E				
D REF (pol)	DN (mm)	DE (mm)	Di (mm)	e (mm)
1/2"	15	15	14,0	0,5
3/4"	22	22	20,8	0,6
1"	28	28	26,8	0,6
1.1/4"	35	35	33,6	0,7
1.1/2"	42	42	40,4	0,8
2"	54	54	52,2	0,9
2.1/2"	66	66,7	64,3	1,2
3"	79	79,4	77,0	1,2
4"	104	104,8	102,4	1,2

Tubos de Aço Carbono - Classe Média				
D REF (pol)	DN (mm)	DE (mm)	Di (mm)	e (mm)
1/2"	15	21	15,7	2,65
3/4"	20	26,5	21,2	2,65
1"	25	33,3	26,6	3,35
1.1/4"	32	42,0	35,3	3,35
1.1/2"	40	47,9	41,2	3,35
2"	50	59,7	52,2	3,35
2.1/2"	65	75,3	67,8	3,35
3"	80	88,0	79,5	4,25
4"	90	113,1	104,1	4,5
5"	100	138,5	128,5	5,0

Pressão dinâmica mínima na rede de distribuição de Água Fria = 0,5 mca = 5 kPa;

Pressão dinâmica mínima nos pontos de consumo:

Vaso sanitário com CD = 0,5 mca = 5 kPa;

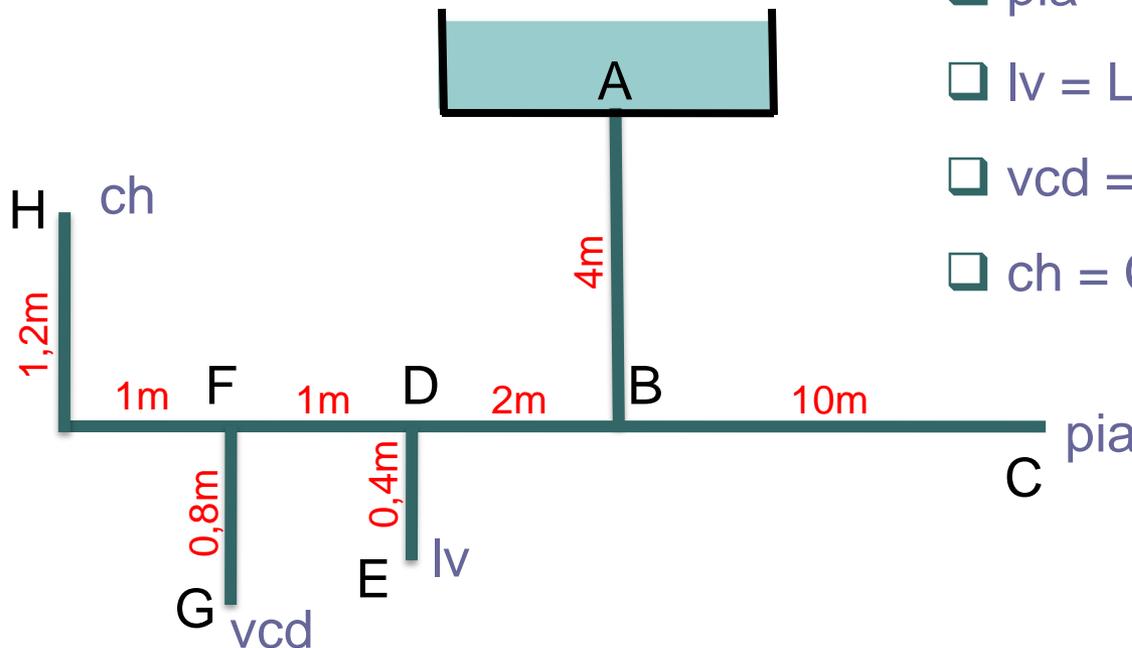
Vaso sanitário com VD = 1,5 mca = 15 kPa;

Demais aparelhos = 1,0 mca = 10 kPa.

# Rede de distribuição de AF

## Divisão em trechos

- Ao longo da tubulação, deve-se separar os trechos onde vazão é dividida, ou seja, basicamente deve-se identificar as derivações (tês e cruzetas) e pontos de consumo.



- pia = Pia Cozinha;
- lv = Lavatório;
- vcd = Vaso Sanitário (CD);
- ch = Chuveiro Elétrico.



# Exercícios

Montante

15m

P.ini= 25kPa

Tubo Horizontal

Jusante

P.res= ?? kPa

P.req= 15 kPa

Q: 1 lavatório / 1 chuveiro / 1 vaso com válvula de descarga (VD)

1) Calcular o sistema acima considerando consumo máximo possível, consumo máximo provável, e tubos de PVC e de AÇO. Adotar comprimento equivalente (4 cotovelos).

a) Para consumo máximo possível com tubo de PVC:

- Somatório de Vazões (Q)= 0,15+0,1+1,7 = 1,95 L/s

- Ø (Pré-dimensionamento) = 50mm = Di = 44,0mm →  $A = (\pi \times Di^2) / 4 = 0,00152053m^2$

- Velocidade = (Q/A) = 0,00195 / 0,00152053 = 1,28 m/s < 3 m/s OK

- Perda de carga unitária =

$Ju = 8,69 \times 10^6 \times Q^{1,75} \times Di^{-4,75} \rightarrow Ju = 8690000 \times 1,95^{1,75} \times 44^{-4,75}$   
 - Ju = 0,436697 kPa/m

- Comprimento real da tubulação (CR) = 15m

- Comprimento Equivalente (CE) = 4 x 3,2 = 12,8m

- Comprimento Total (CT=CR+CE) = 15 + 12,8 = 27,8m

- Perda de carga total = J = Ju x CT = 0,436697 x 27,8 = 12,14 kPa

→ P.res = P.ini ± ΔH – J = 25 + 0 – 12,14 = 12,86 kPa

Como a pressão residual (P.res) é menor que a pressão requerida (P.req) deve-se diminuir a perda de carga total ou se aumentar a pressão inicial

Em suma para diminuir a perda de carga total → deve-se diminuir a velocidade d'água na tubulação aumentando-se o diâmetro do tubo.

# Exercícios

Montante

P.ini= 25kPa

15m

—  
Tubo Horizontal

Jusante

P.res= ?? kPa

P.req= 15 kPa

Q: 1 lavatório / 1 chuveiro / 1 vaso  
com válvula de descarga (VD)

→ Então aumentamos o diâmetro de 1.1/2" para 2" → Di de 44mm para 53mm:

- Somatório de Vazões (Q)= 0,15+0,1+1,7 = 1,95 L/s

- Ø (Pré-dimensionamento) = 60mm = Di= 53,0mm →  $A = (\pi \times Di^2) / 4 = 0,0022062m^2$

- Velocidade = (Q/A) = 0,00195 / 0,0022062 = 0,88 m/s < 3 m/s OK

- Perda de carga unitária =  $Ju = 8,69 \times 10^6 \times Q^{1,75} \times Di^{-4,75} \rightarrow Ju = 8690000 \times 1,95^{1,75} \times 53^{-4,75}$   
- Ju = 0,180413 kPa/m

- Comprimento real da tubulação (CR) = 15m

- Comprimento Equivalente (CE) = 4 x 3,4 = 13,6m

- Comprimento Total (CT=CR+CE) = 15 + 13,6 = 28,6m

- Perda de carga total = J = Ju x CT = 0,180413 x 28,6 = 5,15 kPa

→ P.res = P.ini ± ΔH – J = 25 + 0 – 5,15 = 19,84 kPa

☐ Como a pressão residual 19,84 kPa é maior que a requerida 15 kPa o sistema está OK

# Exercícios

Montante

P.ini= 25kPa

15m

Tubo Horizontal

Jusante

P.res= ?? kPa

P.req= 15 kPa

Q: 1 lavatório / 1 chuveiro / 1 vaso com válvula de descarga (VD)

b) Para consumo máximo provável com tubo de PVC:

- Somatório de pesos (P)= 0,3+0,1+32 = 32,4
- Vazão provável (Q)= 0,3√ΣP = 0,3√32,4 = 1,7076 L/s
- Ø (Pré-dimensionamento) = 40mm = Di = 35,2mm → A = ( π x Di<sup>2</sup> ) / 4 = 0,00097314m<sup>2</sup>
- Velocidade = (Q/A) = 0,00171 / 0,00097314 = 1,75 m/s < 3 m/s OK
- Perda de carga unitária =
- Ju = 0,99915 kPa/m  $Ju = 8,69 \times 10^6 \times Q^{1,75} \times Di^{-4,75} \rightarrow Ju = 8690000 \times 1,7076^{1,75} \times 35,2^{-4,75}$
- Comprimento real da tubulação (CR) = 15m
- Comprimento Equivalente (CE) = 4 x 2 = 8m
- Comprimento Total (CT=CR+CE) = 15 + 8 = 23m
- Perda de carga total = J = Ju x CT = 0,99915 x 23 = 22,98 kPa

→ P.res = P.ini ± ΔH – J = 25 + 0 – 22,98 = 2,02 kPa

- Como a pressão residual (P.res) é menor que a pressão requerida (P.req) deve-se diminuir a perda de carga total ou se aumentar a pressão inicial.
- Em suma para diminuir a perda de carga total → deve-se diminuir a velocidade d'água na tubulação aumentando-se o diâmetro do tubo.

# Exercícios

Montante

P.ini= 25kPa

15m

Tubo Horizontal

Jusante

P.res= ?? kPa

P.req= 15 kPa

Q: 1 lavatório / 1 chuveiro / 1 vaso com válvula de descarga (VD)

→ Então aumentamos o diâmetro de 40mm para 50mm

- Somatório de pesos (P)= 0,3+0,1+32 = 32,4

- Vazão provável (Q)=  $0,3\sqrt{\Sigma P} = 0,3\sqrt{32,4} = 1,7076$  L/s

- Ø (Pré-dimensionamento) = 50mm = Di = 44,0mm →  $A = (\pi \times Di^2) / 4 = 0,00152053m^2$

- Velocidade = (Q/A) =  $0,0017076 / 0,00152053 = 1,12$  m/s < 3 m/s OK

- Perda de carga unitária =

-  $J_u = 0,346185$  kPa/m  $J_u = 8,69 \times 10^6 \times Q^{1,75} \times Di^{-4,75} \rightarrow J_u = 8690000 \times 1,7076^{1,75} \times 44^{-4,75}$

- Comprimento real da tubulação (CR) = 15m

- Comprimento Equivalente (CE) = 4 x 3,2 = 12,8m

- Comprimento Total (CT=CR+CE) = 15 + 12,8 = 27,8m

- Perda de carga total = J =  $J_u \times CT = 0,346185 \times 27,8 = 9,62$  kPa

→ P.res = P.ini ± ΔH – J = 25 + 0 – 9,62 = 15,38 kPa

□ Agora com a pressão residual (P.res) maior ou igual a pressão requerida (P.req) podemos considerar o dimensionamento OK!

# Exercícios

Jusante

P.res= ?? kPa

P.req= 15 kPa

Q: 1 lavatório / 1 chuveiro / 1 vaso com válvula de descarga (VD)

Montante

15m

P.ini= 25kPa

Tubo Horizontal

TRECHO	TUBO PVC, COBRE OU AÇO	SOMA DOS PESOS	VAZÃO ESTIMADA	DIÂMETRO INTERNO		VELOCIDADE	PERDA DE CARGA UNITÁRIA	DIFERENÇA DE COTA	PRESSÃO DISPONÍVEL	COMPRIMENTO DA TUBULAÇÃO		PERDA DE CARGA	PRESSÃO DISPONÍVEL RESIDUAL	PRESSÃO REQUERIDA
				L/s	mm					pol	m/s			
<i>a) PVC para consumo máximo possível</i>														
1.a	PVC		1,95	44,00	1.1/2"	1,28	0,436697	0,00	25,00	15,00	12,80	12,14	12,86	15,00
1.a	PVC		1,95	53,00	2"	0,88	0,180414	0,00	25,00	15,00	13,60	5,16	19,84	15,00
<i>b) PVC para consumo máximo provável</i>														
1.b	PVC	32,40	1,71	35,20	1.1/4"	1,75	0,999151	0,00	25,00	15,00	8,00	22,98	2,02	15,00
1.b	PVC	32,40	1,71	44,00	1.1/2"	1,12	0,346185	0,00	25,00	15,00	12,80	9,62	15,38	15,00
<i>c) AÇO GALVANIZADO para consumo máximo possível</i>														
1.c	AÇO		1,95	41,20	1.1/2"	1,46	0,933078	0,00	25,00	15,00	5,60	19,22	5,78	15,00
1.c	AÇO		1,95	52,20	2"	0,91	0,294025	0,00	25,00	15,00	7,60	6,64	18,36	15,00
<i>d) AÇO GALVANIZADO para consumo máximo provável</i>														
1.d	AÇO	32,40	1,71	35,30	1.1/4"	1,74	1,545650	0,00	25,00	15,00	4,80	30,60	-5,60	15,00
1.d	AÇO	32,40	1,71	41,20	1.1/2"	1,28	0,727031	0,00	25,00	15,00	5,60	14,98	10,02	15,00
1.d	AÇO	32,40	1,71	52,20	2"	0,80	0,229097	0,00	25,00	15,00	7,60	5,18	19,82	15,00

# Exercícios

Caixa D'água

P.ini= 1kPa

$\Delta h > 0 \rightarrow$  tubulação descendente

$\Delta h < 0 \rightarrow$  tubulação ascendente

Ponto de consumo:

1 lavatório

D

10m

$\Delta h = 3m$

B

20m

C

Ponto de consumo:

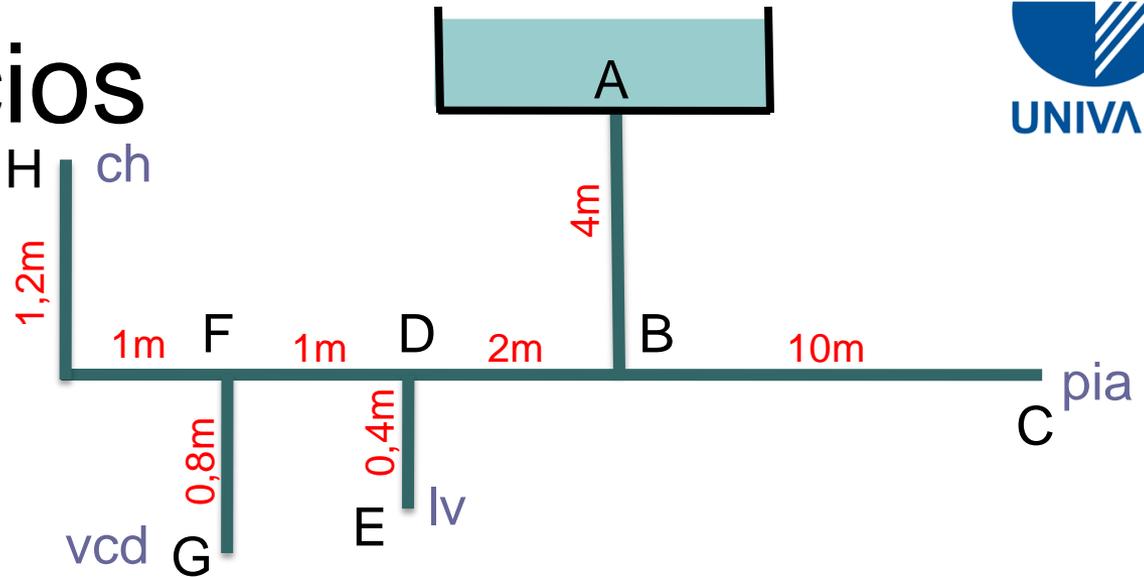
1 vaso com (VD)

- 1) Calcular o sistema acima considerando consumo máximo possível, consumo máximo provável, e tubos de PVC e de AÇO. Adotar comprimento equivalente (4 cotovelos 90°).

TRECHO	TUBO PVC, COBRE OU AÇO	AF, AQ	SOMA DOS PESOS	VAZÃO ESTIMADA	DIÂMETRO INTERNO		VELOCIDADE	PERDA DE CARGA UNITÁRIA	DIFERENÇA DE COTA	PRESSÃO DISPONÍVEL	COMPRIMENTO DA TUBULAÇÃO		PERDA DE CARGA			PRESSÃO DISPONÍVEL RESIDUAL	PRESSÃO REQUERIDA
					L/s	mm					pol	m/s	kPa/m	m	kPa		
<b>a) PVC para consumo máximo possível</b>																	
A-B	PVC	AF		1,85	44,00	1.1/2"	1,22	0,398263	3,00	1,00	3,00	0,00	1,19	0,00	1,19	29,81	5,00
B-C	PVC	AF		1,70	44,00	1.1/2"	1,12	0,343483	0,00	29,81	20,00	10,50	10,48	0,00	10,48	19,33	15,00
B-D	PVC	AF		0,15	21,40	3/4"	0,42	0,150562	0,00	29,81	10,00	8,50	2,79	0,00	2,79	27,02	10,00
<b>b) PVC para consumo máximo provável</b>																	
A-B	PVC	AF	32,30	1,70	44,00	1.1/2"	1,12	0,345250	3,00	1,00	3,00	0,00	1,04	0,00	1,04	29,96	5,00
B-C	PVC	AF	32,00	1,70	44,00	1.1/2"	1,12	0,342443	0,00	29,96	20,00	10,50	10,44	0,00	10,44	19,52	15,00
B-D	PVC	AF	0,30	0,15	21,40	3/4"	0,42	0,150562	0,00	29,96	10,00	8,50	2,79	0,00	2,79	27,18	10,00
<b>c) AÇO GALVANIZADO para consumo máximo possível</b>																	
A-B	PVC	AF		1,85	41,20	1.1/2"	1,39	0,845154	3,00	1,00	3,00	0,00	2,54	0,00	2,54	28,46	5,00
B-C	PVC	AF		1,70	41,20	1.1/2"	1,28	0,720936	0,00	28,46	20,00	3,50	16,94	0,00	16,94	11,52	15,00
B-D	PVC	AF		0,15	21,20	3/4"	0,42	0,192258	0,00	28,46	10,00	2,80	2,46	0,00	2,46	26,00	10,00
<b>d) AÇO GALVANIZADO para consumo máximo provável</b>																	
A-B	PVC	AF	32,30	1,70	41,20	1.1/2"	1,28	0,724922	3,00	1,00	3,00	0,00	2,17	0,00	2,17	28,83	5,00
B-C	PVC	AF	32,00	1,70	41,20	1.1/2"	1,27	0,718591	0,00	28,83	20,00	3,50	16,89	0,00	16,89	11,94	15,00
B-D	PVC	AF	0,30	0,15	21,20	3/4"	0,42	0,192258	0,00	28,83	10,00	2,80	2,46	0,00	2,46	26,36	10,00

# Exercícios

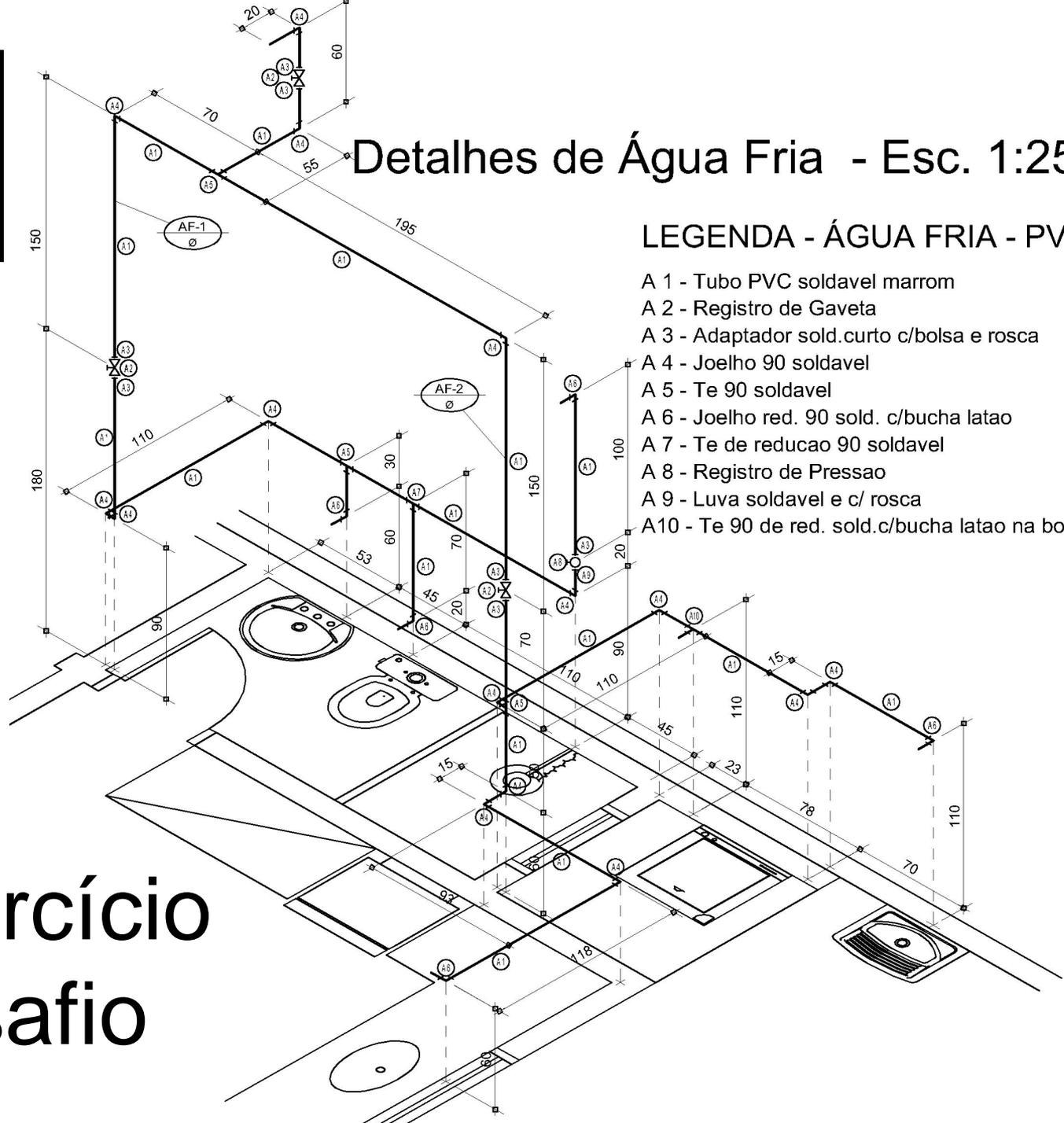
- pia = Pia Cozinha;
- lv = Lavatório;
- vcd = Vaso Sanitário (CD);
- ch = Chuveiro Elétrico.



TRECHO	SOMA DOS PESOS	VAZÃO L/s	DIÂMETRO INTERNO		VELOCIDADE m/s	PERDA DE CARGA UNITÁRIA kPa/m	DIFERENÇA DE COTA m	PRESSÃO DISPONÍVEL kPa	COMPRIMENTO		PERDA DE CARGA kPa	PRESSÃO RESIDUAL kPa	PRESSÃO REQUERIDA kPa
			mm	pol					REAL m	EQUIV. m			
<i>a) PVC para consumo máximo possível</i>													
A-B	-	0,50	27,80	1"	0,82	0,357277	4,00	1,00	4,00	0,00	1,43	39,57	5,00
B-C	-	0,10	17,00	1/2"	0,44	0,220998	0,00	39,57	10,00	4,20	3,14	36,43	10,00
B-D	-	0,40	27,80	1"	0,66	0,241775	0,00	39,57	2,00	3,10	1,23	38,34	5,00
D-E	-	0,15	21,40	3/4"	0,42	0,150562	0,40	38,34	0,40	4,30	0,71	41,63	10,00
D-F	-	0,25	21,40	3/4"	0,70	0,368086	0,00	38,34	1,00	0,90	0,70	37,64	5,00
F-G	-	0,15	21,40	3/4"	0,42	0,150562	0,80	37,64	0,80	3,60	0,66	44,98	5,00
F-H	-	0,10	17,00	1/2"	0,44	0,220998	-1,20	37,64	2,20	3,00	1,15	24,49	10,00
<i>b) PVC para consumo máximo provável</i>													
A-B	0,80	0,27	21,40	3/4"	0,75	0,416601	4,00	1,00	4,00	0,00	1,67	39,33	5,00
B-C	0,10	0,09	17,00	1/2"	0,42	0,201535	0,00	39,33	10,00	3,50	2,72	36,61	10,00
B-D	0,70	0,25	21,40	3/4"	0,70	0,370661	0,00	39,33	2,00	2,40	1,63	37,70	5,00
D-E	0,30	0,16	21,40	3/4"	0,46	0,176603	0,40	37,70	0,40	3,60	0,71	41,00	10,00
D-F	0,40	0,19	21,40	3/4"	0,53	0,227153	0,00	37,70	1,00	0,80	0,41	37,29	5,00
F-G	0,30	0,16	21,40	3/4"	0,46	0,176603	0,80	37,29	0,80	3,60	0,78	44,52	5,00
F-H	0,10	0,09	17,00	1/2"	0,42	0,201535	-1,20	37,29	2,20	3,00	1,05	24,25	10,00



# Detalhes de Água Fria - Esc. 1:25



## LEGENDA - ÁGUA FRIA - PVC

- A 1 - Tubo PVC soldavel marrom
- A 2 - Registro de Gaveta
- A 3 - Adaptador sold.curto c/bolsa e rosca
- A 4 - Joelho 90 soldavel
- A 5 - Te 90 soldavel
- A 6 - Joelho red. 90 sold. c/bucha latao
- A 7 - Te de reducao 90 soldavel
- A 8 - Registro de Pressao
- A 9 - Luva soldavel e c/ rosca
- A10 - Te 90 de red. sold.c/bucha latao na bolsa central

# Exercício Desafio

# Referências Bibliográficas

FREIRE, Eloisa - Sistemas Prediais de Suprimento de Água Fria - Tipos de Sistemas, Componentes e Dimensionamento. Disponível em: <http://www.pdfmeta.com>. Acessado em: 30/07/2011

CREDER, Hélio – “Instalações Hidráulicas e Sanitárias”- Editora Livros Técnicos e Científicos S. A. 5ª Edição. Rio de Janeiro, 1999.

MACINTYRE, Joseph A. – “Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais”- Editora Livros Técnicos e Científicos S. A. 3ª Edição. Rio de Janeiro, RJ, 2000.

LYRA, Paulo – “Sistemas Prediais” – Departamento de Hidráulica – Universidade São Paulo / USP – 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Instalações Prediais de Água Fria. Rio de Janeiro, 1998. Publicada como NBR 5626.

# Referências Bibliográficas

ILHA, Marina Sangoi de Oliveira – “Sistemas Prediais de Água Fria” – Texto Técnico. Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil / USP, 1994.

AMANCO. “Catálogo Técnico – Linha Predial”, disponível em: [www.amanco.com.br](http://www.amanco.com.br): acessado em 31/07/2011.

TIGRE. “Catálogo Técnico – Linha Predial”, disponível em: [www.tigre.com.br](http://www.tigre.com.br): acessado em 31/07/2011.

PROCOBRE. “O cobre nas instalações hidráulicas – Manual Técnico”, disponível em: [www.procobre.com.br](http://www.procobre.com.br): acessado em 31/07/2011.

TUPY. “Catálogo Técnico – BSP/NPT”, disponível em: [www.tupy.com.br](http://www.tupy.com.br): acessado em 31/07/2011.