

# INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA: Dimensionamento

Prof. Patrícia Andrade

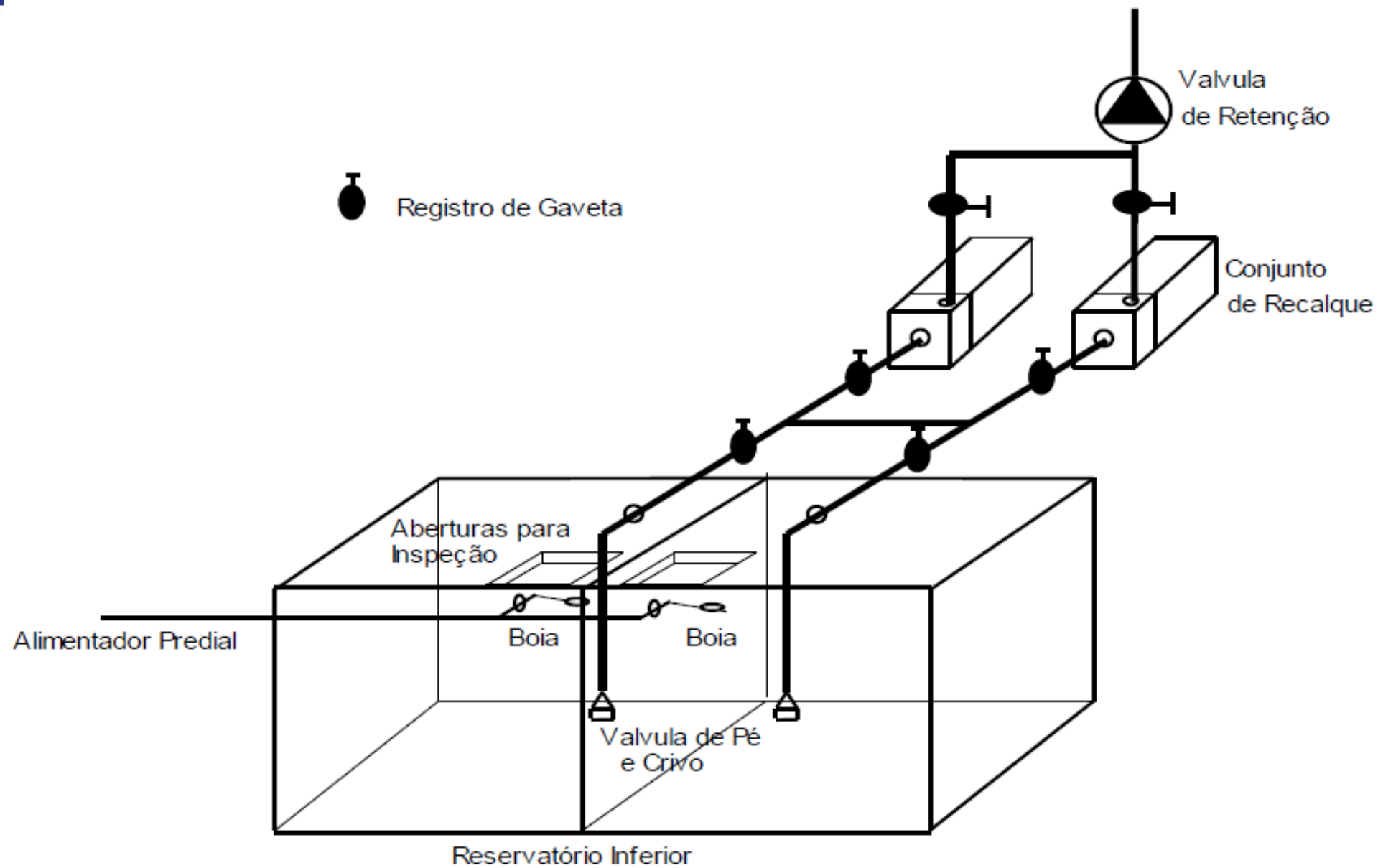


Fig.11 - Perspectiva do reservatório inferior.

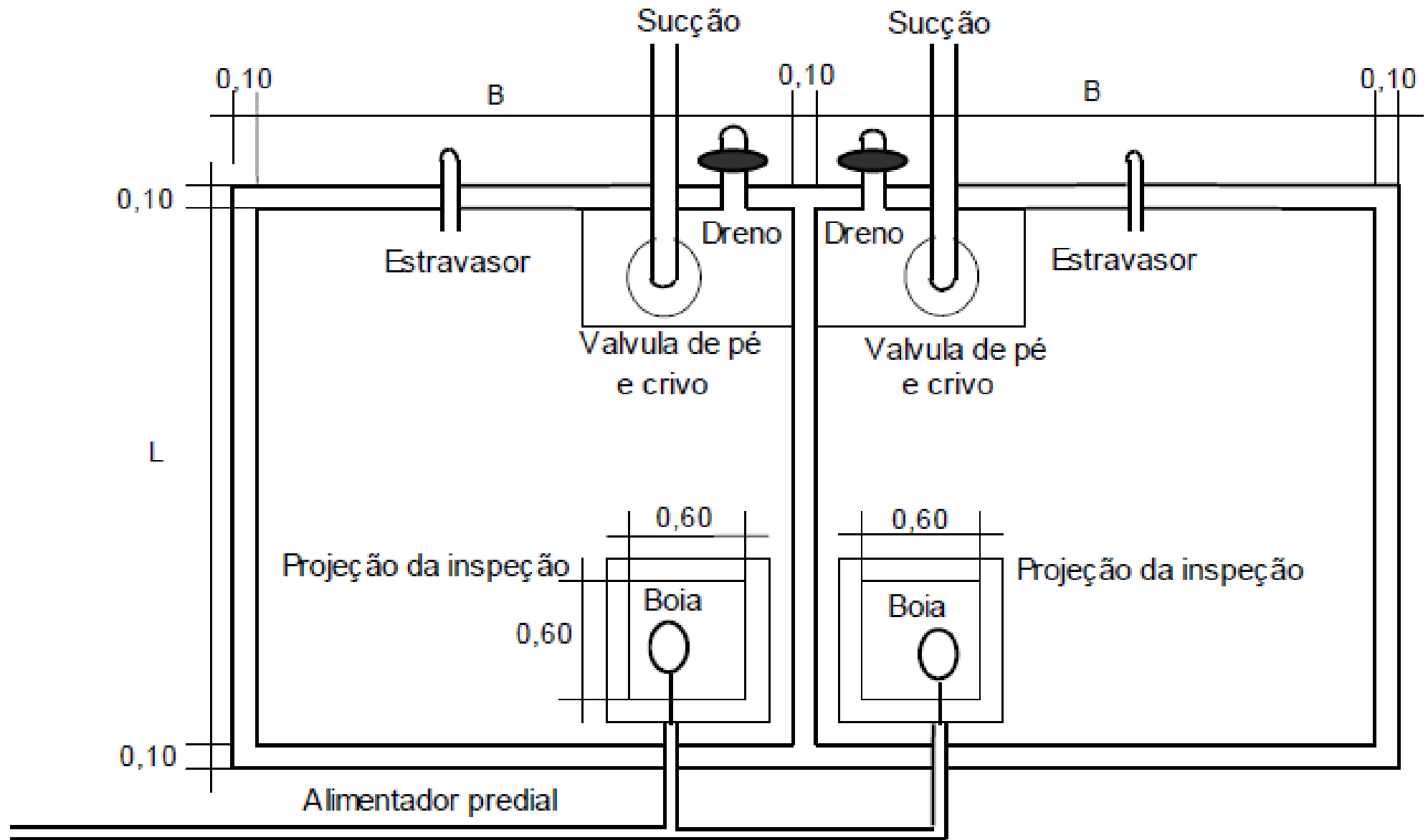


Fig.12 - Planta do reservatório inferior.

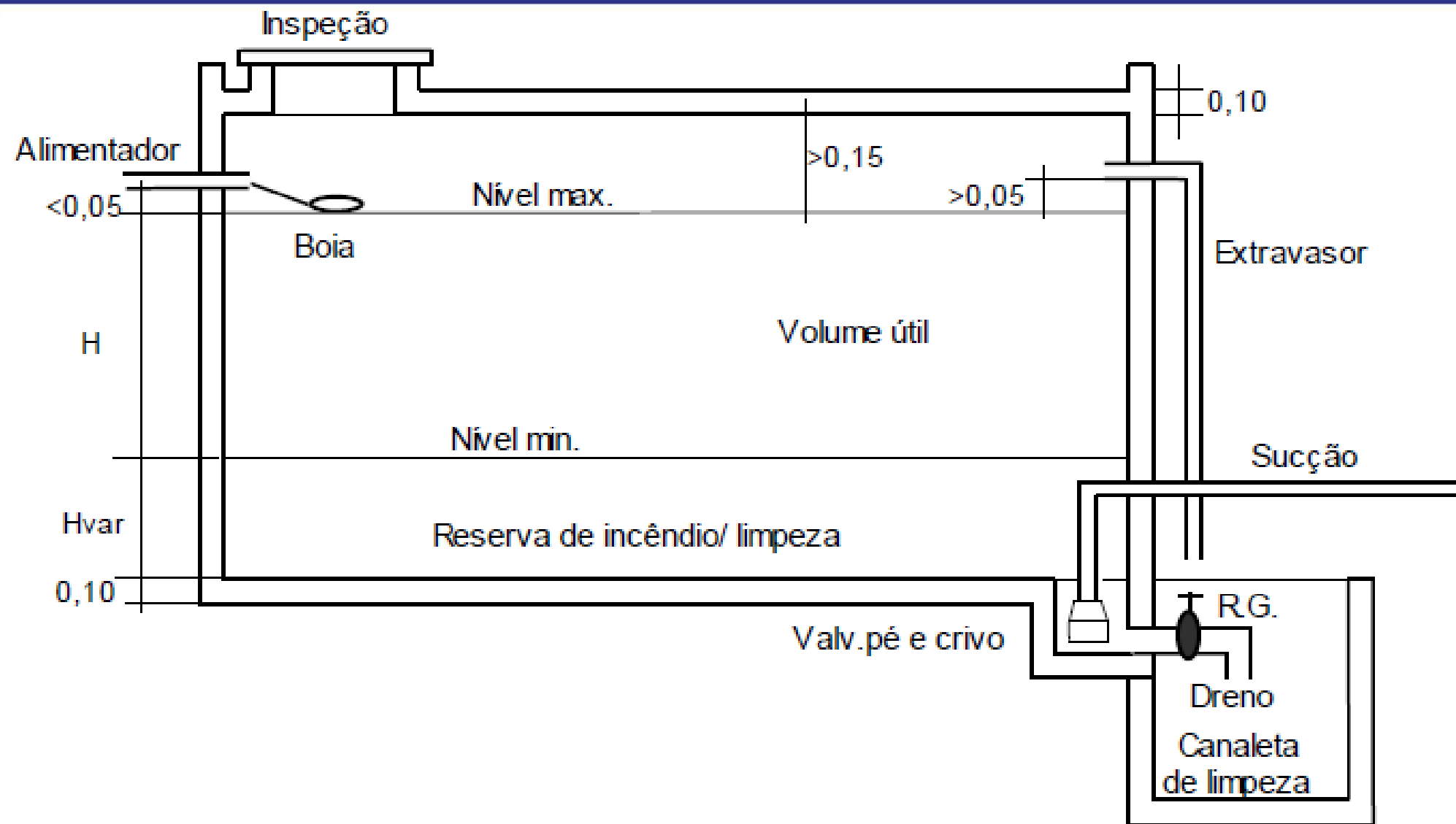


Fig.13 - Corte do reservatório inferior.

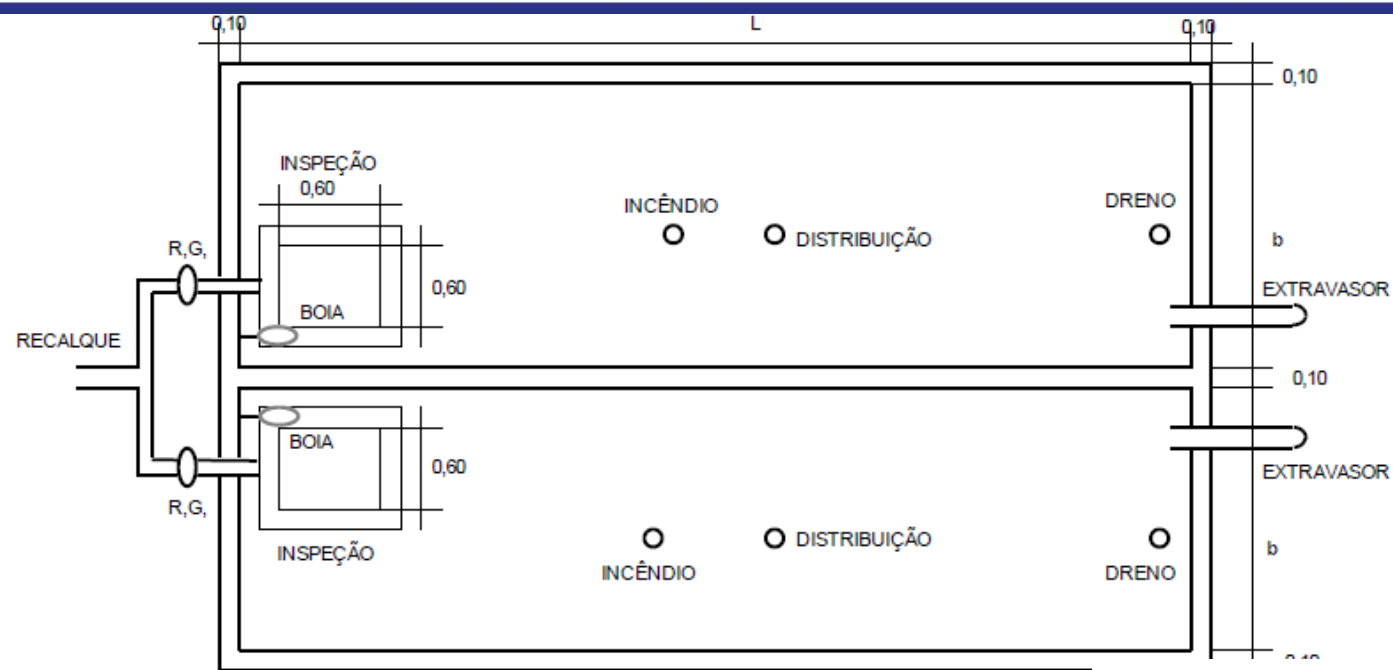


Fig. 14 - Planta do reservatório superior

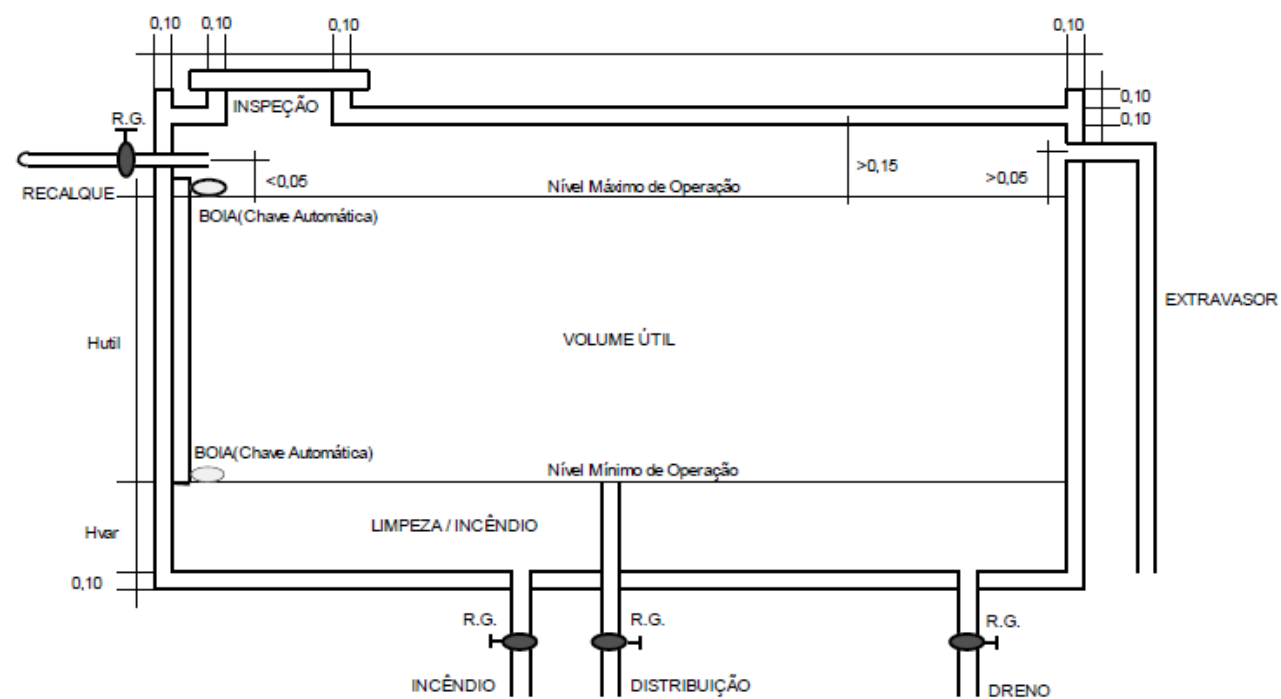


Fig. 15 - Corte longitudinal do reservatório superior

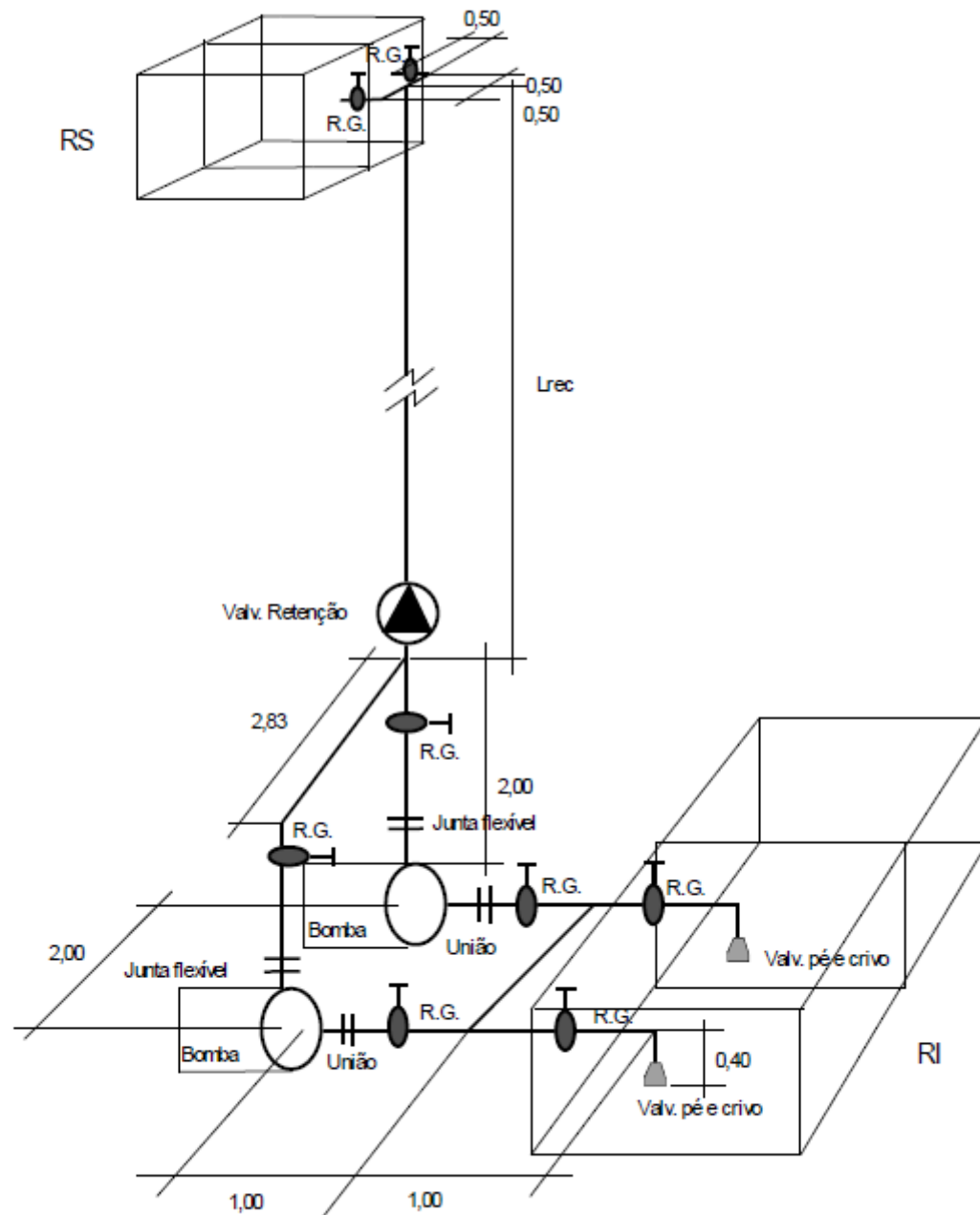


Fig.16 - Esquema Isométrico do Recalque sem escala.

# Dimensionamento

## TUBULAÇÕES DE DRENO E EXTRAVASORES DOS RESERVATÓRIOS

→ **DRENO:** A tubulação de drenagem dos reservatórios devem ser calculados levando em consideração o tempo máximo de esvaziamento de **2 horas**, usando:

$$S = \frac{A}{(4.850)(t)} \sqrt{h}$$

$$D = \sqrt{(S) \left( \frac{4}{\pi} \right)}$$

**RESERVATÓRIO INFERIOR(RI):**

D = 0,030 m, adotar diâmetro comercial D = 32 mm ou maior

**RESERVATÓRIO SUPERIOR(RS):**

D = 0,029 m, adotar diâmetro comercial D = 32 mm ou maior

→ **EXTRAVASOR :** Normalmente adota-se um diâmetro comercial acima dos alimentadores dos reservatórios.

R.I. D = 25 mm

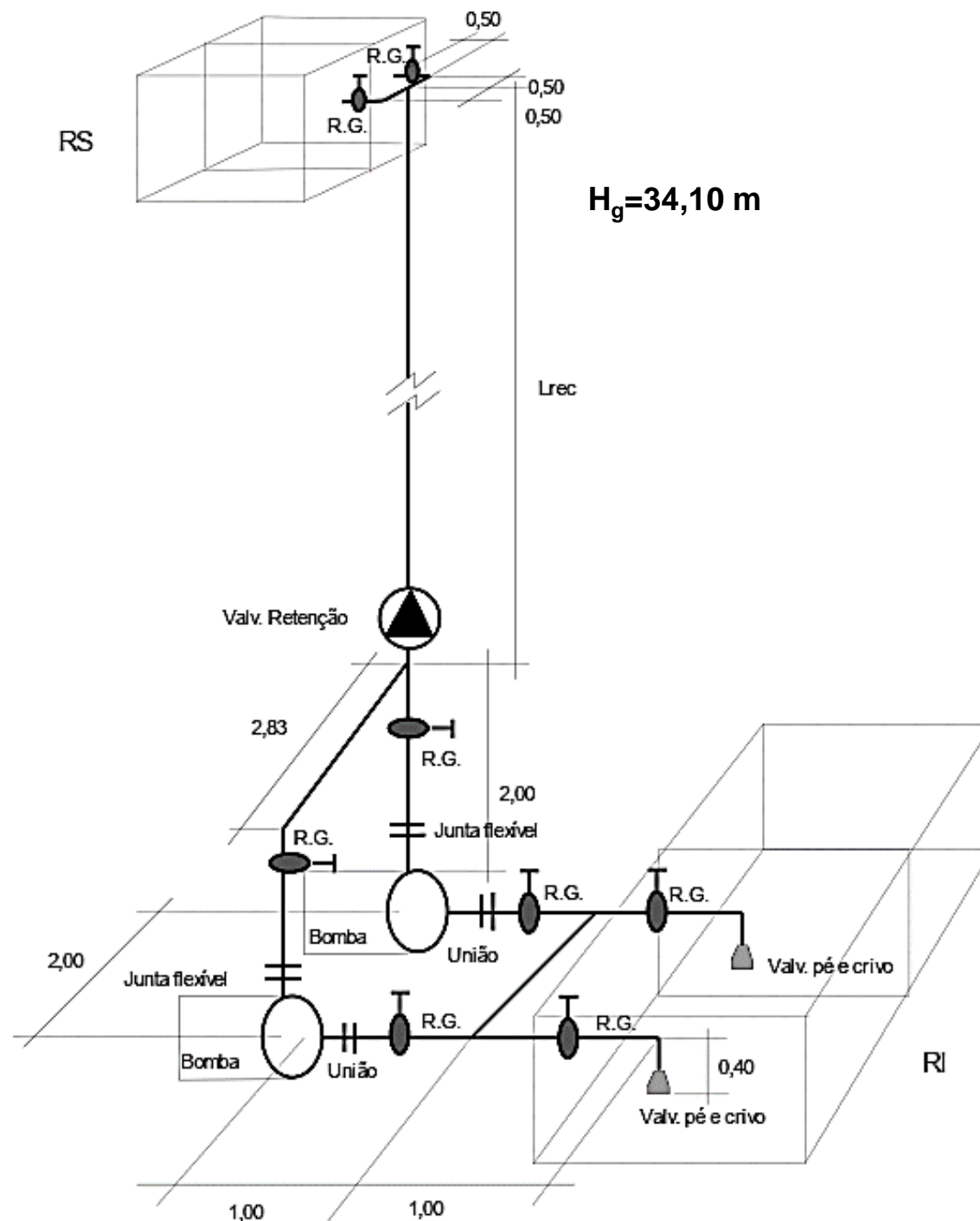
R.S. D = 32 mm

D

## BOMBA DE RECALQUE

A instalação de recalque deve ser dimensionada para:  
→ vazão de recalque mínima equivalente a **15% do consumo diário (CD)**

→ necessárias **6,66 horas** de trabalho do conjunto motobomba escolhido.



# Dimensionamento

## BOMBA DE RECALQUE

- **CANALIZAÇÃO DE RECALQUE:** Utiliza-se a fórmula de Forchheimer modificada, considerando  $C = 1,3$  para determinar o diâmetro:

$$\varnothing_{rec} = 1,3 \cdot \sqrt[4]{x} \cdot \sqrt{Q}$$

$\varnothing_{rec}$  = diâmetro da tubulação, (m)

$x$  = n. de horas trabalhadas/24.

$Q$  = vazão, ( $m^3 / s$ ).

- **CANALIZAÇÃO DE SUCÇÃO:** Adota-se 1 diâmetro comercial acima do diâmetro de recalque.

Calcular os diâmetros das canalizações de recalque e sucção para o exemplo do slide anterior

# ESTIMATIVA DO CONSUMO: CONSUMO DIÁRIO

- **EXEMPLO**
- **DETERMINAR O CONSUMO DIÁRIO DE** Um edifício residencial de apartamento:
  - NO de pavimentos: 8
  - NO de apartamento por andar: 2
  - NO de dormitórios por apartamento: 2

## Dimensionamento

### BOMBA DE RECALQUE

#### → ALTURA MANOMÉTRICA

$$H_m = H_g + h_{l_{suc}} + h_{l_{rec}}$$

Calcular a perda de carga (hl)

Utilizando tubo de PVC.

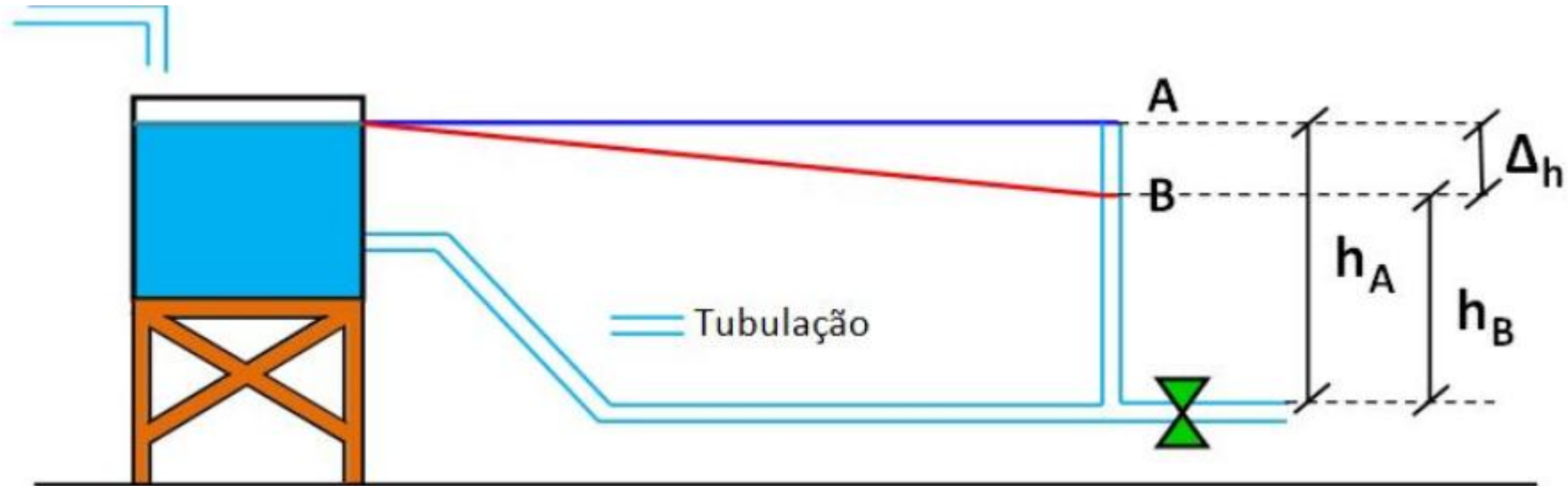
Utilizando a tabela de Perdas de Carga do Catálogo da Tigre.

# Dimensionamento

## PERDA DE CARGA

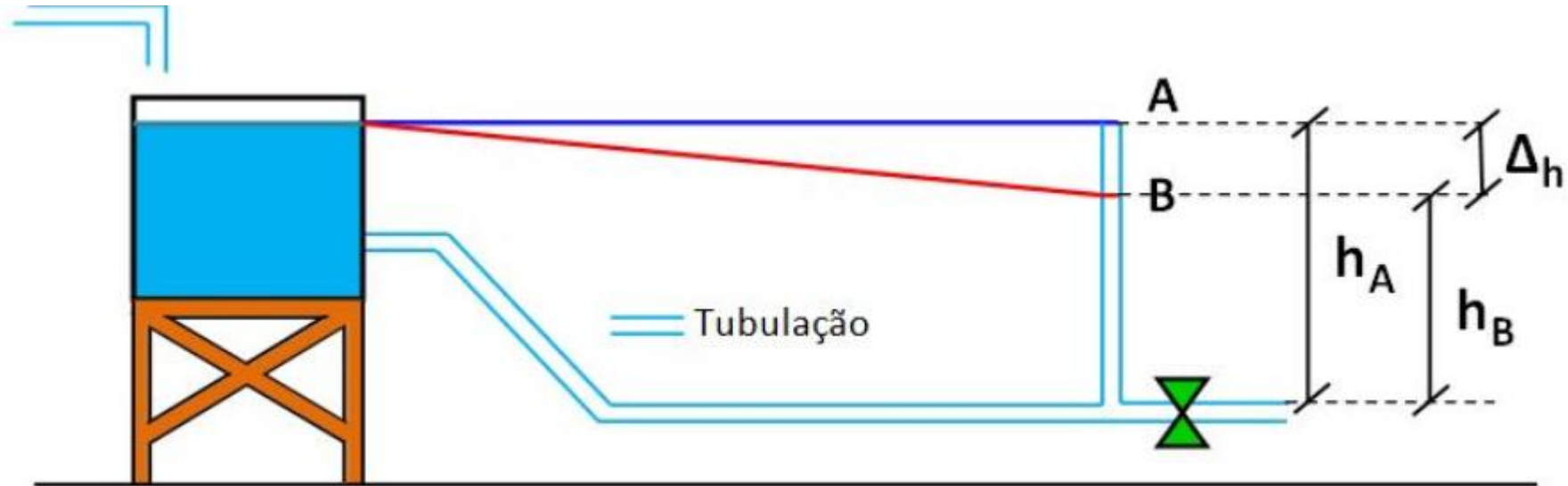
- O líquido (água) encontra resistência em seu trajeto, ocasionando na perda de parte da sua energia (pressão) inicial. Isso ocorre devido a:
  - Rugosidade do conduto (tubo, calha, etc);
  - Viscosidade e densidade do líquido conduzido;
  - Velocidade de escoamento;
  - Grau de turbulência do fluxo.
  - Comprimento da tubulação (distância percorrida);
  - Mudança de direção (joelhos, reduções, tês)
  - Dimensão da tubulação (diâmetro)

# PERDA DE CARGA



1. Com o registro (R) fechado, a água sobe na tubulação vertical até o nível do reservatório (A).
2. 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 ( $\Delta_h$ ).
3. A Tubulação de menor diâmetro oferece maior resistência à vazão ocasionando maior perda de carga.

# PERDA DE CARGA



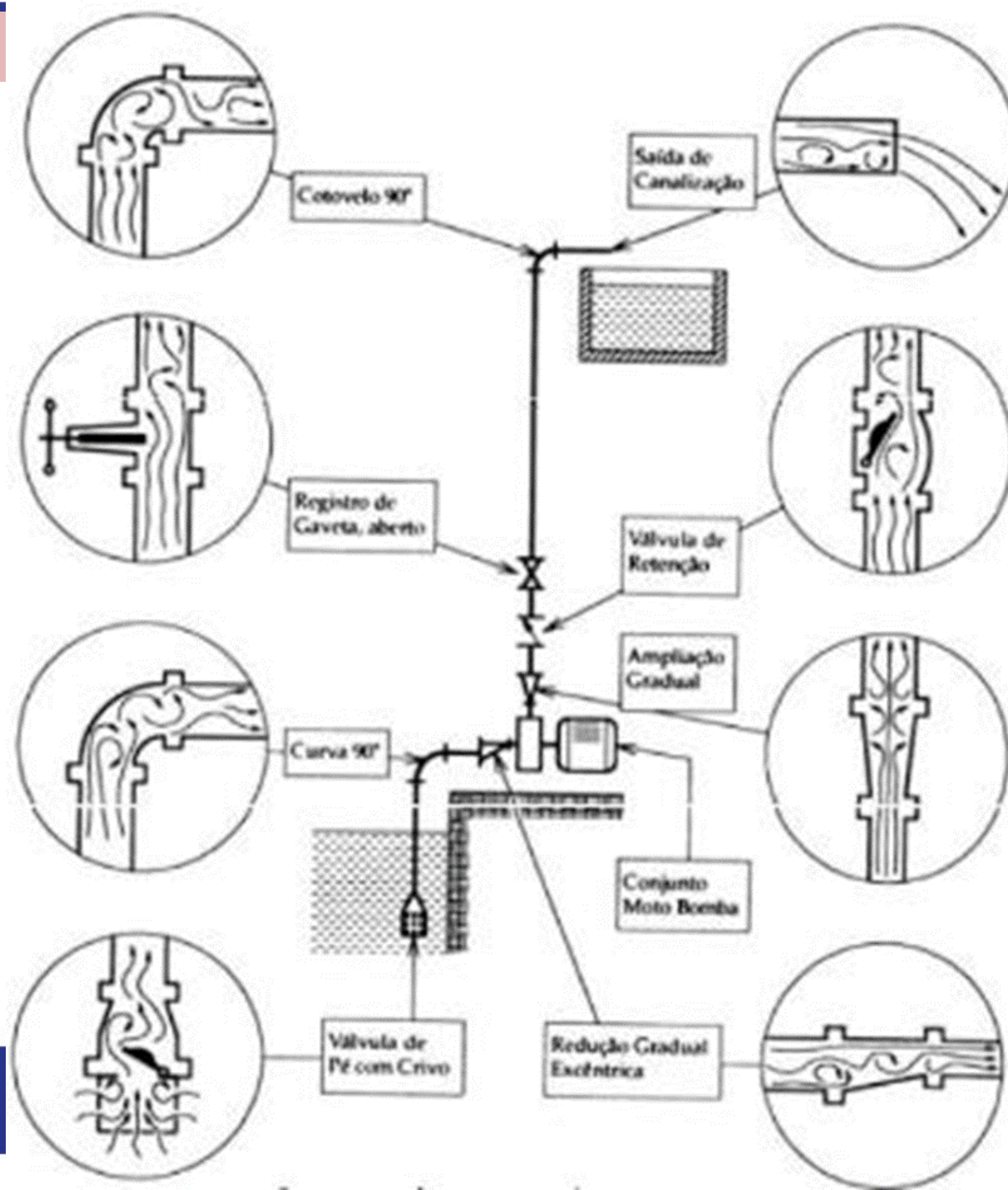
4. Enquanto a tubulação de maior diâmetro oferece menor resistência à vazão, ocasionando menor perda de carga.

5. A pressão  $h_A$  é a pressão estática neste ponto, ou seja, quando a água está parada.

6. A pressão  $h_B$  é a pressão dinâmica neste ponto, ou seja, a água está em movimento

## PERDA DE CARGA

- **NORMAL:** Devida ao comprimento da tubulação.
- **LOCALIZADA OU ACIDENTAL:** Devida às mudanças de direção que ocorrem nos pontos de conexões (joelhos, reduções, têes) ou quando a água passa por dispositivos de controle, tipo registro.
- **UNITÁRIA (JU):** Perda de carga linear por unidade de comprimento, normalmente expressa em kPa/m.



# PERDA DE CARGA

A determinação das perdas de carga distribuídas ao longo da tubulação dependerá do seu comprimento e diâmetro interno, da rugosidade da sua superfície interna, bem como da vazão.

## HIDRODINÂMICA

- Fórmula universal
- Fórmula de Fair-Whipple-Hsiao
- Fórmula de Hazan-Willians
- Fórmula de Flamant
- Fórmula de Darcy-Weisbach

$$J = \frac{f}{d} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

J: perda de carga contínua unitária

L: comprimento retilíneo da tubulação

d: diâmetro interno da tubulação (não é o nominal)

v: velocidade do escoamento

G: aceleração da gravidade

f: fator de atrito

## PERDA DE CARGA

A determinação das perdas de carga distribuídas ao longo da tubulação dependerá do seu comprimento e diâmetro interno, da rugosidade da sua superfície interna, bem como da vazão.

### HIDRODINÂMICA

- Fórmula universal
- Fórmula de Fair-Whipple-Hsiao
- Fórmula de Hazan-Willians
- Fórmula de Flamant
- Fórmula de Darcy-Weisbach

$$Q = 27,113J^{0,532} D^{2,596}$$

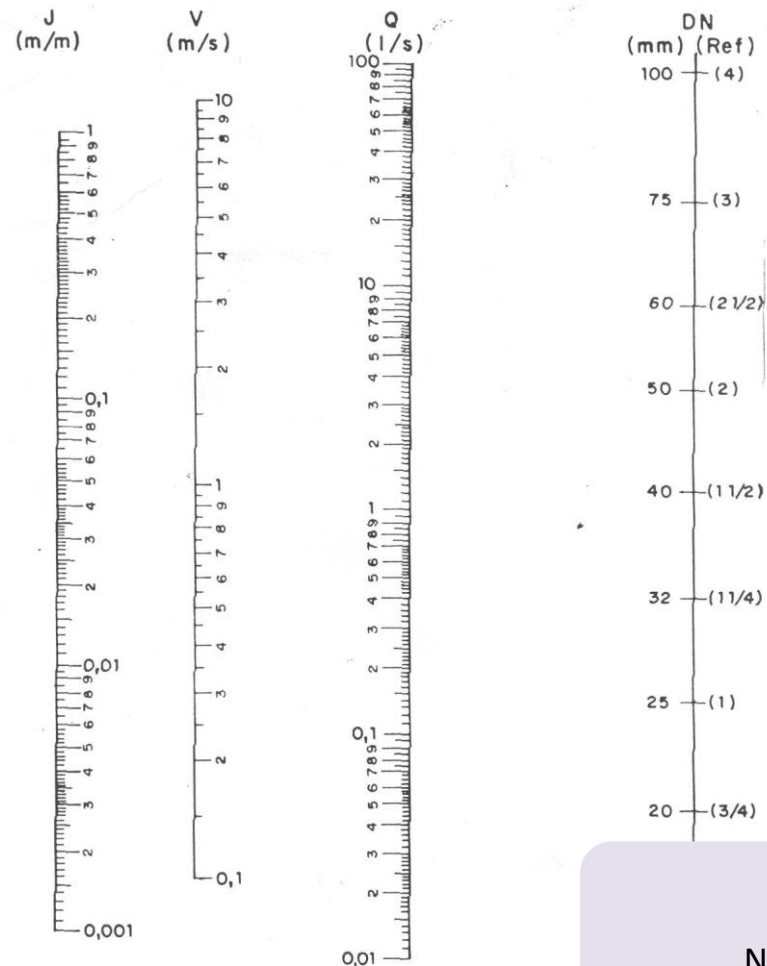
J: perda de carga mca/m

Q: vazão em m<sup>3</sup>/s

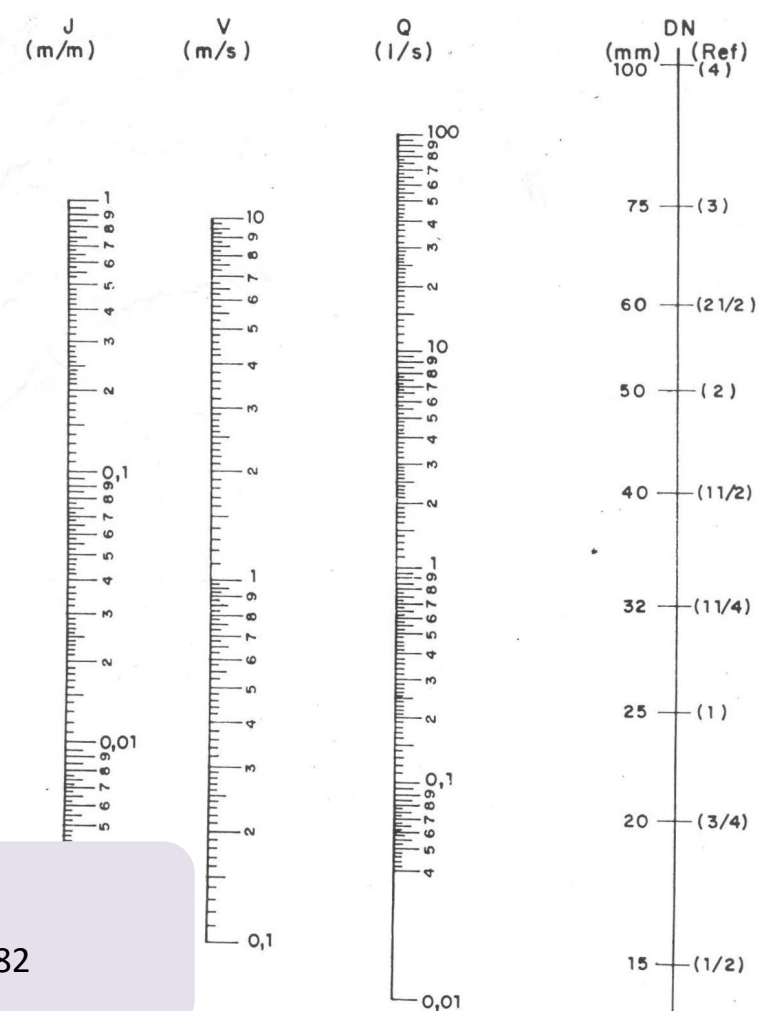
D: diâmetro interno em m

# Perda de carga distribuída

Tubos de aço-carbono galvanizado ou não

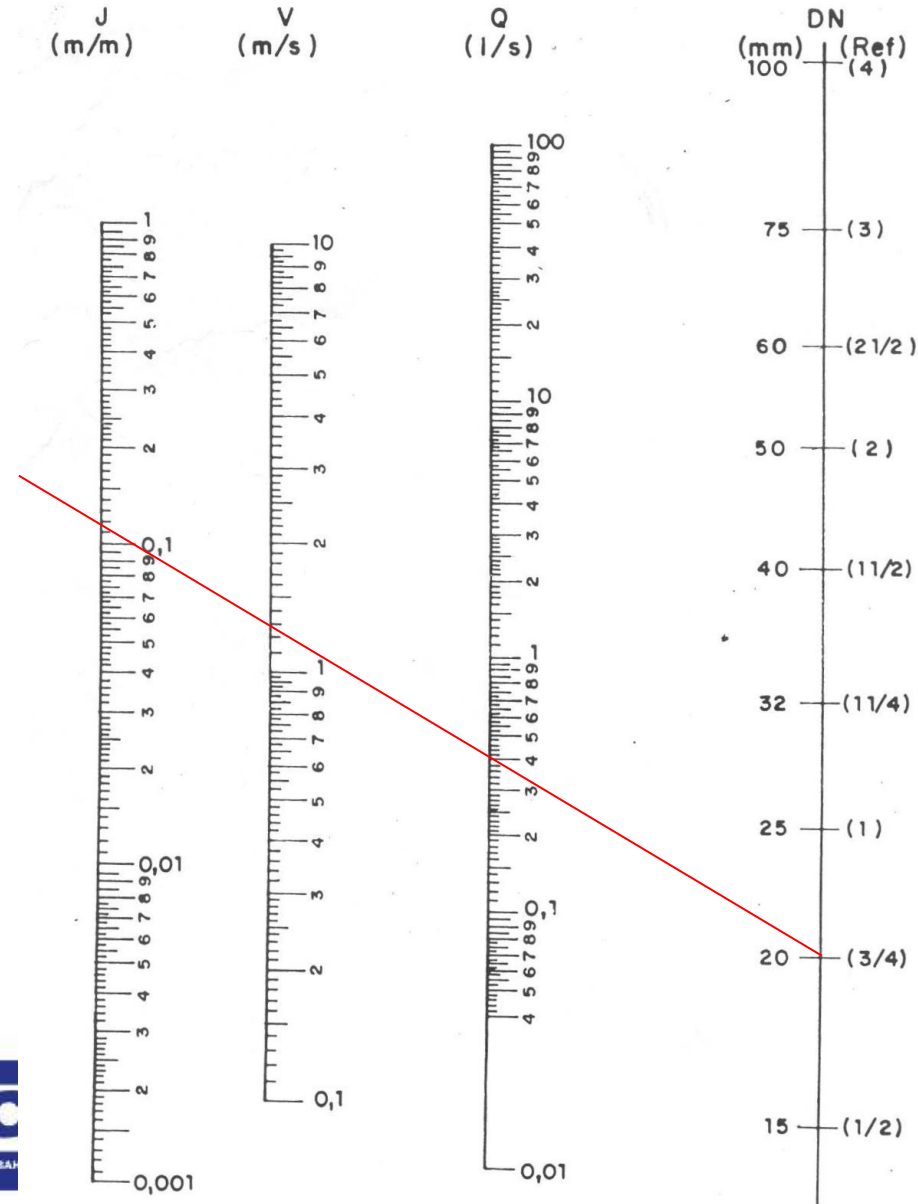


Tubos de plástico, cobre ou liga de cobre



ÁBACOS  
NBR versão 1982

## Perda de carga distribuída – uso do ábaco



Exemplo

Vazão: 0,39 L/s  
Diâmetro: 20 mm

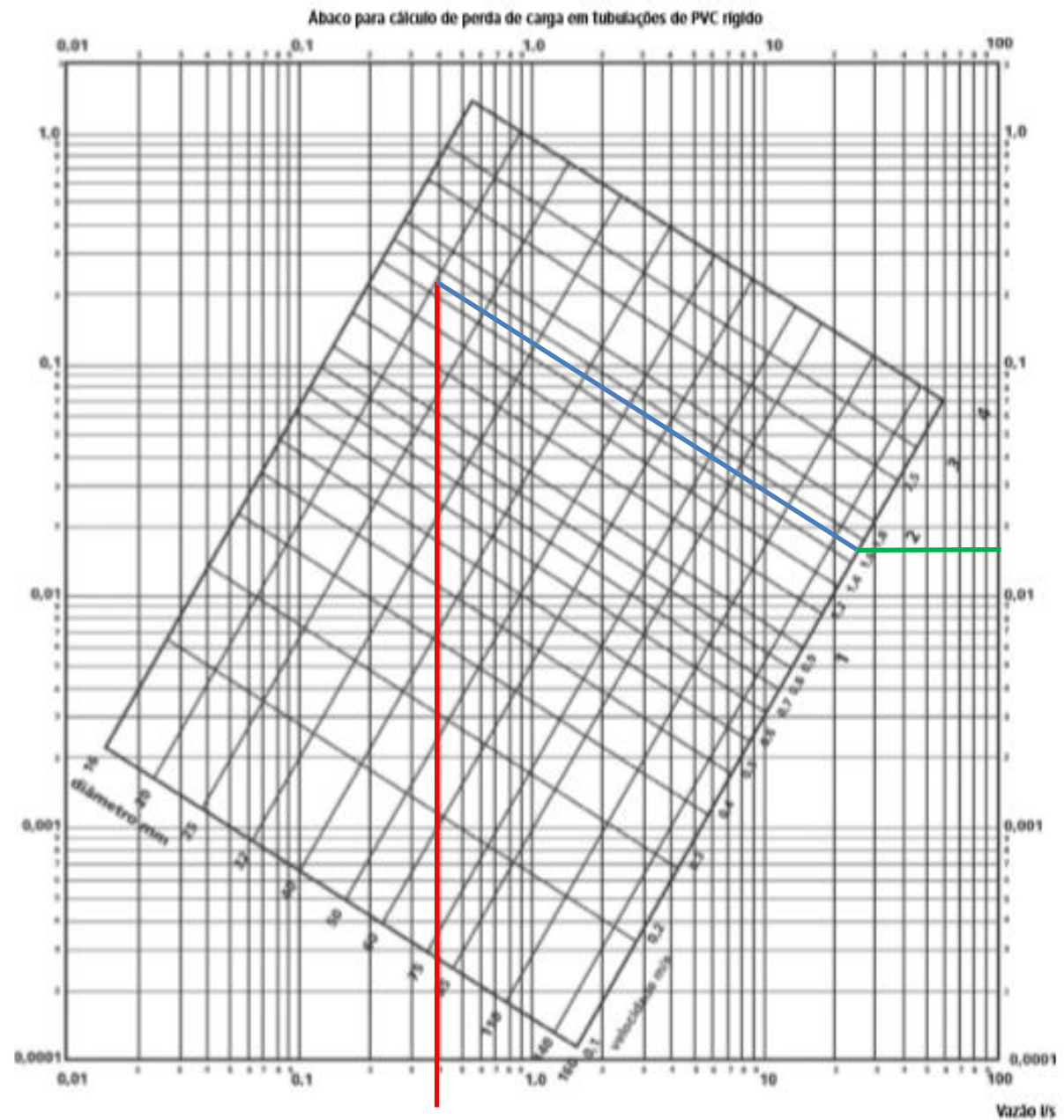
ÁBACO

Velocidade: 1,3 m/s  
Perda de carga unitária: 0,111

## Perda de carga distribuída – uso do ábaco

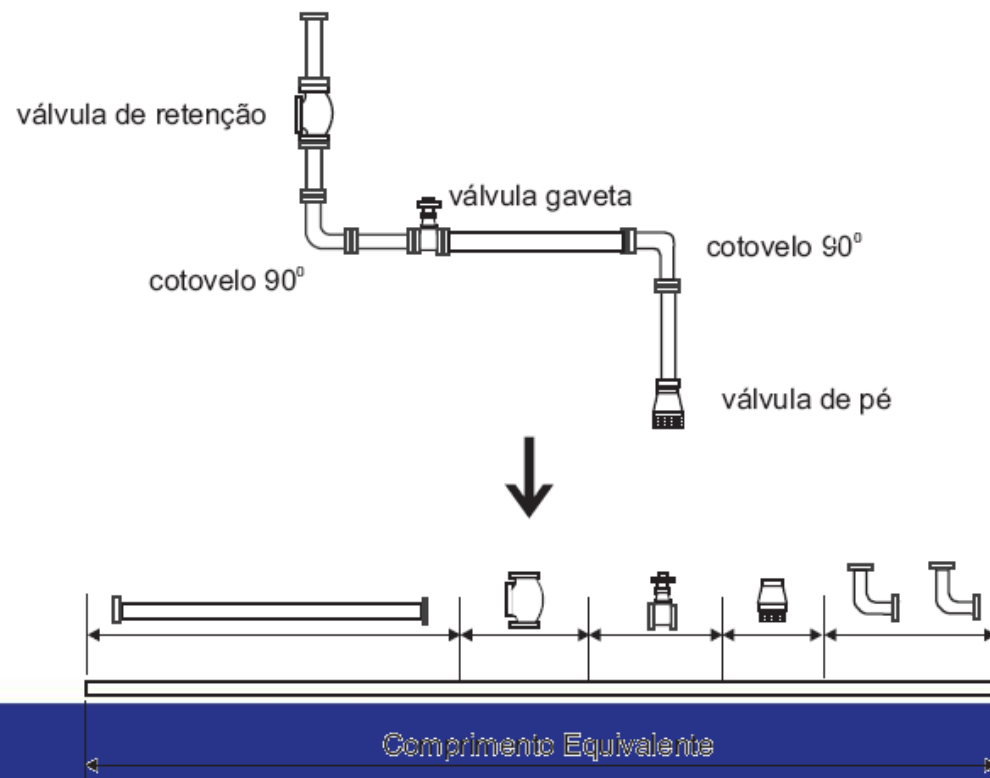


Perda de carga determinadas na  
Universidade de São Paulo.






















## Perda de carga localizada

A determinação das perdas de carga localizadas é realizada a partir de comprimentos virtuais, que consiste em adicionar ao comprimento real da tubulação comprimentos de tubo, com o mesmo diâmetro do conduto, capazes de provocar as mesmas perdas de carga ocasionadas pelas peças que substituem.



## Perda de carga localizada

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

Diâmetro nominal $D$		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
(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.

## Perda de carga localizada

Perdas de carga localizadas – equivalência em metros de tubulação de PVC rígido ou cobre

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
DN (mm)	Ref. (pol.)												Tipo leve	Tipo pesado			
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

## Perda de carga localizada

**Água Fria**  
Roscável



SOLDÁVEL E ROSCÁVEL

Perdas de carga localizadas - Sua equivalência em metros de tubulação de PVC rígido

DE (mm)	D. ref. (pol.)	Joelho 90°	Joelho 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê 90° Passagem Direita	Tê 90° Saída de lado	Tê 90° Saída Bilateral	Entrada Normal	Entrada de Borda	Saída de Canalização	Válvula de Pé e Crivo	Válvula de Retenção Tipo Leve	Válvula de Retenção Tipo Pesado	Registro de Globo Aberto	Registro de Gaveta Aberto	Registro de Ângulo Aberto
20	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	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	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	1¼"	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	1½"	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	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	2½"	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	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	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

## Perda de carga localizada de registro de pressão

Coeficiente de perda de carga  
(NBR 10071)

Vazão (L/s)

Perda de carga no registro  
(kPa)

$$\Delta h = \frac{8 \cdot 10^6 \cdot k \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot d^4}$$

Diâmetro interno (mm)

Tabela 6 – Valores máximos do coeficiente K da perda de carga

DN	K	Faixa de vazão para determinação de K (L/s)
15	45	0,20 a 0,30
20	40	0,40 a 0,60
25	32	0,60 a 1,15

Fonte: NBR 10071/1994

## Perda de carga localizada em hidrômetros

Perda de carga no hidrômetro  
(kPa)

Vazão (L/s)

$$\Delta h = \frac{(36 \cdot Q)^2}{(Q_{max})^2}$$

Vazão máxima especificada para o hidrômetro  
(m<sup>3</sup>/h)

# Dimensionamento

## BOMBA DE RECALQUE

### → ALTURA MANOMÉTRICA

$$H_m = H_g + h_{l_{suc}} + h_{l_{rec}}$$

Calcular a perda de carga (hl)

Utilizando tubo de PVC.

Utilizando a tabela de Perdas de Carga do Catálogo da Tigre.

### → **Sucção** - (na situação mais desfavorável),

→ Comprimento desenvolvido = 4.40 m

→ Comprimentos equivalentes:

1 valvula de pé com crivo = 13.30

2 registros de gaveta = 0.60

1 joelho 90° = 1,50

2 Tê de saída lateral = 6,20

-----

comp. total = 26 m

$$J = 0,028 \text{ mca} / \text{m}$$

$$h_{l_{suc}} = J \times L = 0,028 \times 26 = 0,73 \text{ m}$$

# Dimensionamento

## BOMBA DE RECALQUE

### → ALTURA MANOMÉTRICA

$$H_m = H_g + h_{l_{suc}} + h_{l_{rec}}$$

Calcular a perda de carga (hl)

Utilizando tubo de PVC.

Utilizando a tabela de Perdas de Carga do Catálogo da Tigre.

- **Recalque** - (na situação mais desfavorável),
  - Comprimento desenvolvido = 37,93 m
  - Comprimentos equivalentes:
    - 2 registros de gaveta = 0,40
    - 1 válvula de retenção = 2,70
    - 2 joelhos de 90o = 2,40
    - 1 Tê passagem lateral = 2,40
    - 1 Tê passagem bi-lateral = 2,40
    - 
    - comp. total = 48,23 m

$$h_{l_{rec}} = J \times L_{rec}$$

$$J = 0,094$$

$$h_{l_{rec}} = 0,094 \times 48,23 = 4,53 \text{ m}$$

$$H_m = 34,10 + 0,73 + 4,53$$

$$H_m = 39,36 \sim 40,0 \text{ m}$$

# Dimensionamento

## BOMBA DE RECALQUE

→ Cálculo da potência da bomba:

$$Pot = \frac{\gamma Q H_m}{75}$$

$$Pot = \frac{\gamma Q H_m}{75} = \frac{1000 \times 5,33 \times 10^{-4} \times 40}{75} = 0,28 cv$$

## Dimensionamento do barrilete, colunas, ramais e sub-ramais de distribuição

- **CONSUMO MÁXIMO PROVÁVEL (NBR 5626):** Considera no dimensionamento uma probabilidade para o uso simultâneo das peças de utilização e que a probabilidade decai com o aumento de número de peças (**edificações residenciais**)
- **CONSUMO MÁXIMO POSSÍVEL (Métodos das seções equivalentes):** Considera que todas as peças de utilização alimentadas pelo ramal funcionem simultaneamente (**indústrias, cinemas, escolas, etc**)

# Dimensionamento do barrilete, colunas, ramais e sub-ramais de distribuição

## BARRILETE

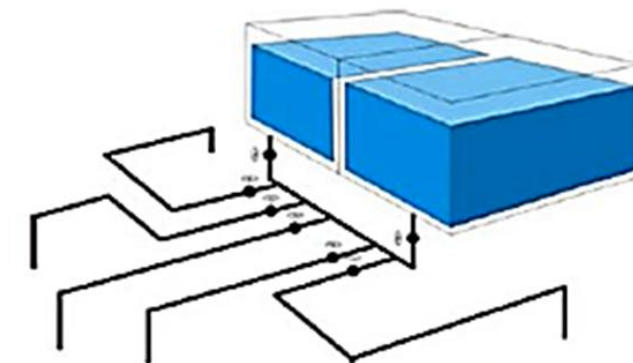
→ É a tubulação que interliga as duas seções do reservatório superior e da qual partem as derivações correspondentes às diversas colunas de alimentação.

⇒ **UNIFICADO:** as ramificações para cada coluna partem diretamente da tubulação que liga as duas seções do reservatório.

→ Colocam-se registros que permitem isolar uma ou outra seção do reservatório.

→ Cada ramificação para uma determinada coluna correspondente tem o seu registro próprio.

→ **Vantagem:** O controle e a manobra de abastecimento, bem como o isolamento das diversas colunas são feitos num único local da cobertura.



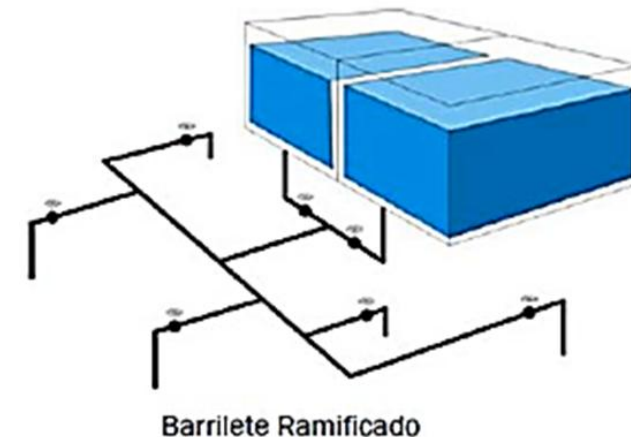
Barrilete Concentrado ou Unificado

# Dimensionamento do barrilete, colunas, ramais e sub-ramais de distribuição

## BARRILETE

→ É a tubulação que interliga as duas seções do reservatório superior e da qual partem as derivações correspondentes às diversas colunas de alimentação.

⇒ **RAMIFICADO**: da tubulação que interliga as duas seções, saem ramais, que dão origem a derivações secundárias para as colunas de alimentação. Utiliza-se este tipo de barrilete por razões de economia de encanamento.



## BARRILETE

→ Depende exclusivamente da localização das colunas de distribuição, que devem ser localizadas de comum acordo com a equipe envolvida no projeto global do edifício (arquiteto, calculista, elétrica, etc...).

1. Determine para cada trecho da coluna a  $\Sigma P$ ;
2. Calcular a vazão nos trechos da coluna → máxima vazão provável

Vazão                      Coeficiente de descarga

$$Q = C \cdot \sqrt{\Sigma P}$$

Pesos das peças de utilização

$$Q = 0,3\sqrt{\Sigma P}$$

Aparelho Sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto (L/s)	Peso relativo
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,30
		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	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

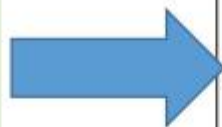
Dimensionar o ramal da IPAF que alimentará o banheiro abaixo:



**Q= 0,43 L/s**

# Escolha do diâmetro

Ábaco da  
NBR 5626  
versão 82



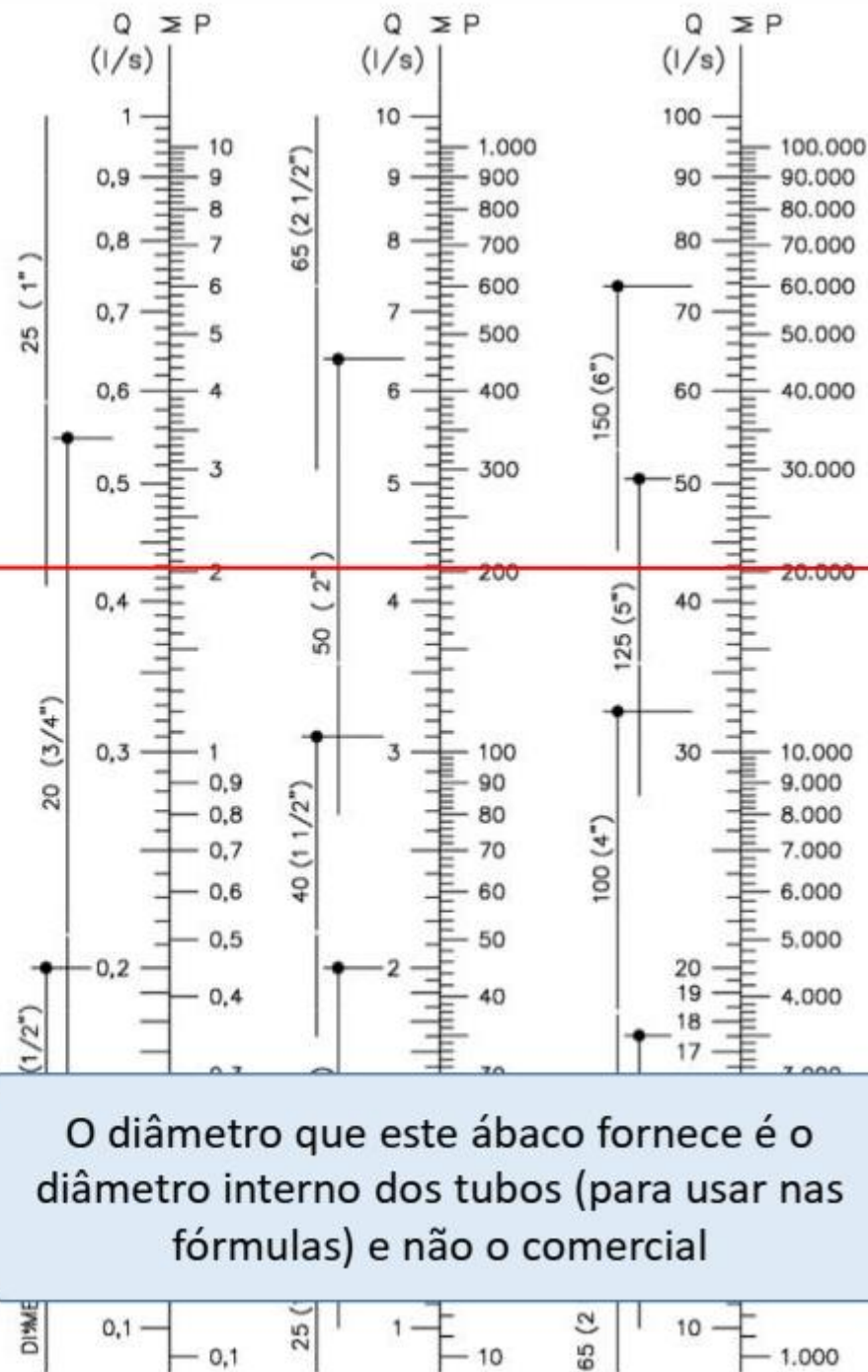
- Peso: 2,1
- $Q = 0,43 \text{ l/s}$

---

- Diâmetro interno = 20 mm ou  $\frac{3}{4}$  polegadas



Ø 25 mm – pvc soldável  
Ø  $\frac{3}{4}$  pol – pvc roscável



# Escolha do diâmetro

## Ábaco Luneta

➤ Peso: 2,1

Ábaco luneta - Água fria

0	1,1	3,5	18	44	100	SOMA DOS PESOS
20 mm	25 mm	32 mm	40 mm	50 mm		Ø SOLDÁVEL (mm)
1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"		Ø ROSCÁVEL (pol.)

➤ Diâmetro comercial = 25 mm

O diâmetro que o ábaco luneta fornece é o diâmetro comercial dos tubos de PVC  
(não este valor em mm nas fórmulas)

# Velocidade da água na tubulação

$$v = \frac{4 \cdot 10^3 \cdot Q}{\pi \cdot d^2}$$

Velocidade (m/s)

Vazão (l/s)

Diâmetro interno (mm)

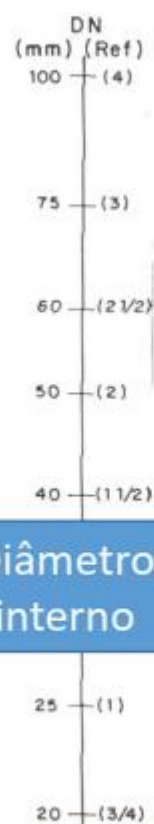
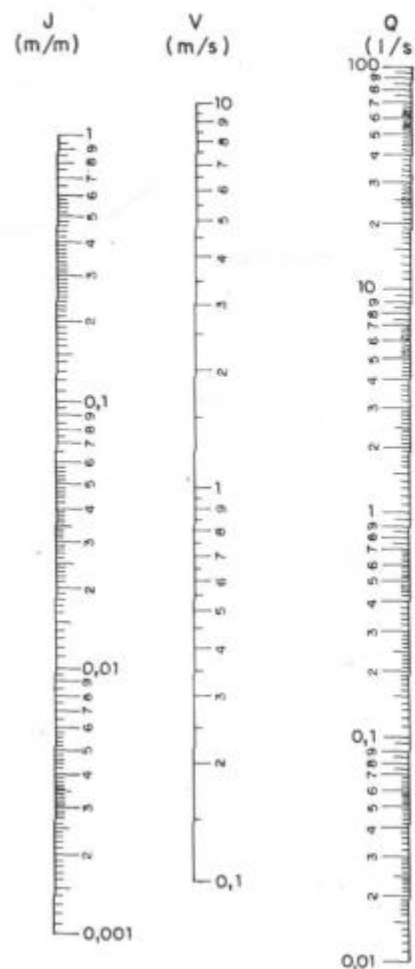
Equação recomendada  
pela NBR 5626:98

- Velocidade máxima da água: 3 m/s (NBR 5626)
- Recomendado não ultrapassar 14 x diâmetro da tubulação (Creder, 2015)
- Velocidades mínimas não são consideradas na NBR, pois não causam problemas na rede.

# Velocidade da água na tubulação

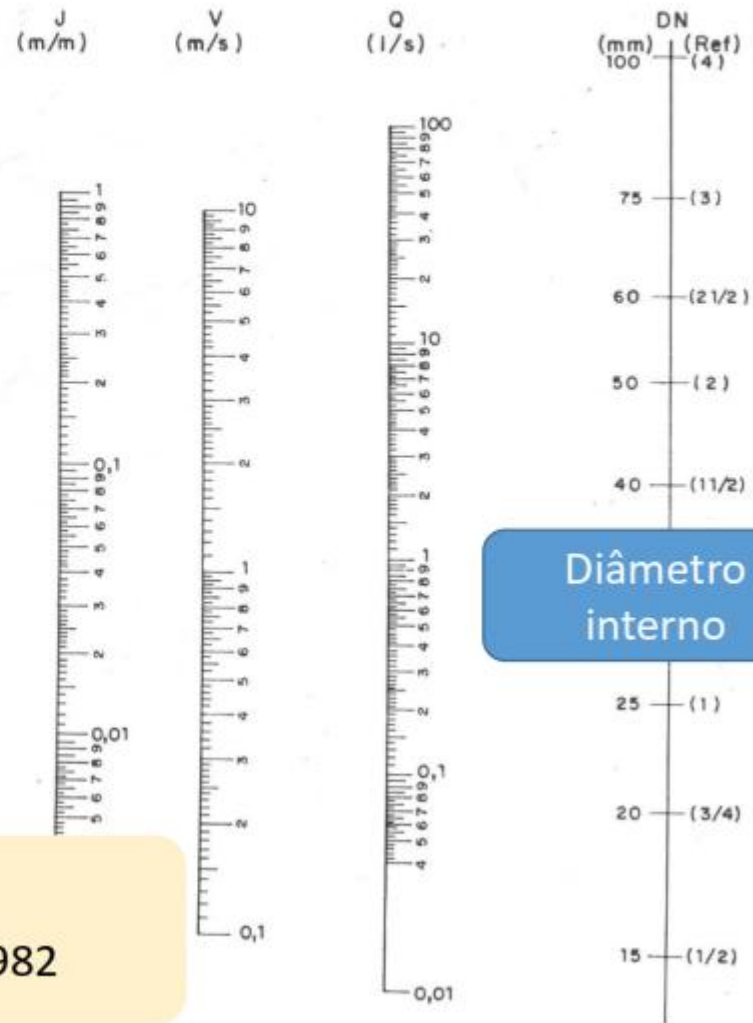
Tubos de aço-carbono galvanizado ou não

Tubos de plástico, cobre ou liga de cobre



Diâmetro interno

ÁBACOS  
NBR versão 1982

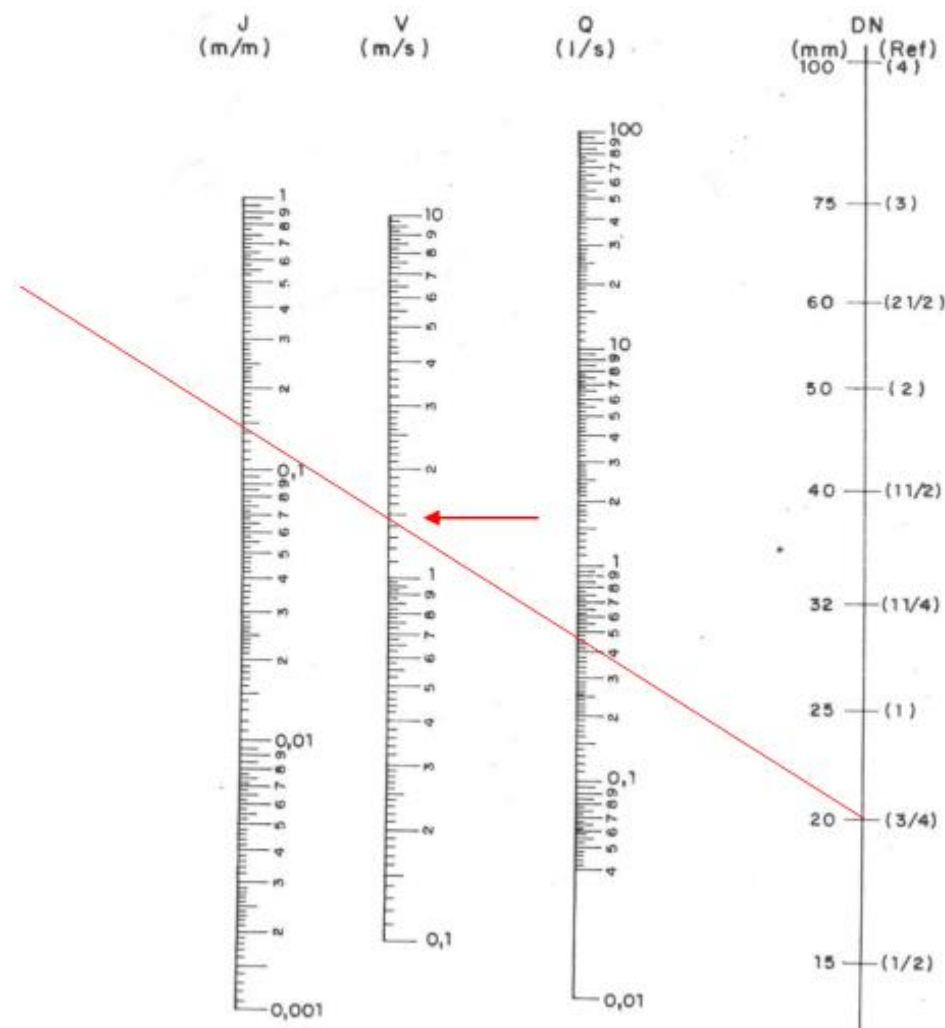


Diâmetro interno

# Conferindo a velocidade

Confira a velocidade do escoamento de água na tubulação do exemplo anterior

(Considerar canos de PVC):



Tubos de plástico, cobre ou liga de cobre

## Dimensionamento de tubulações com muitas peças de utilização - exemplo

Calcular a vazão de uma coluna que vai alimentar 10 banheiros com vaso sanitário com válvula e banheira:

Vaso sanitário com válvula → vazão projeto: 1,7 l/s

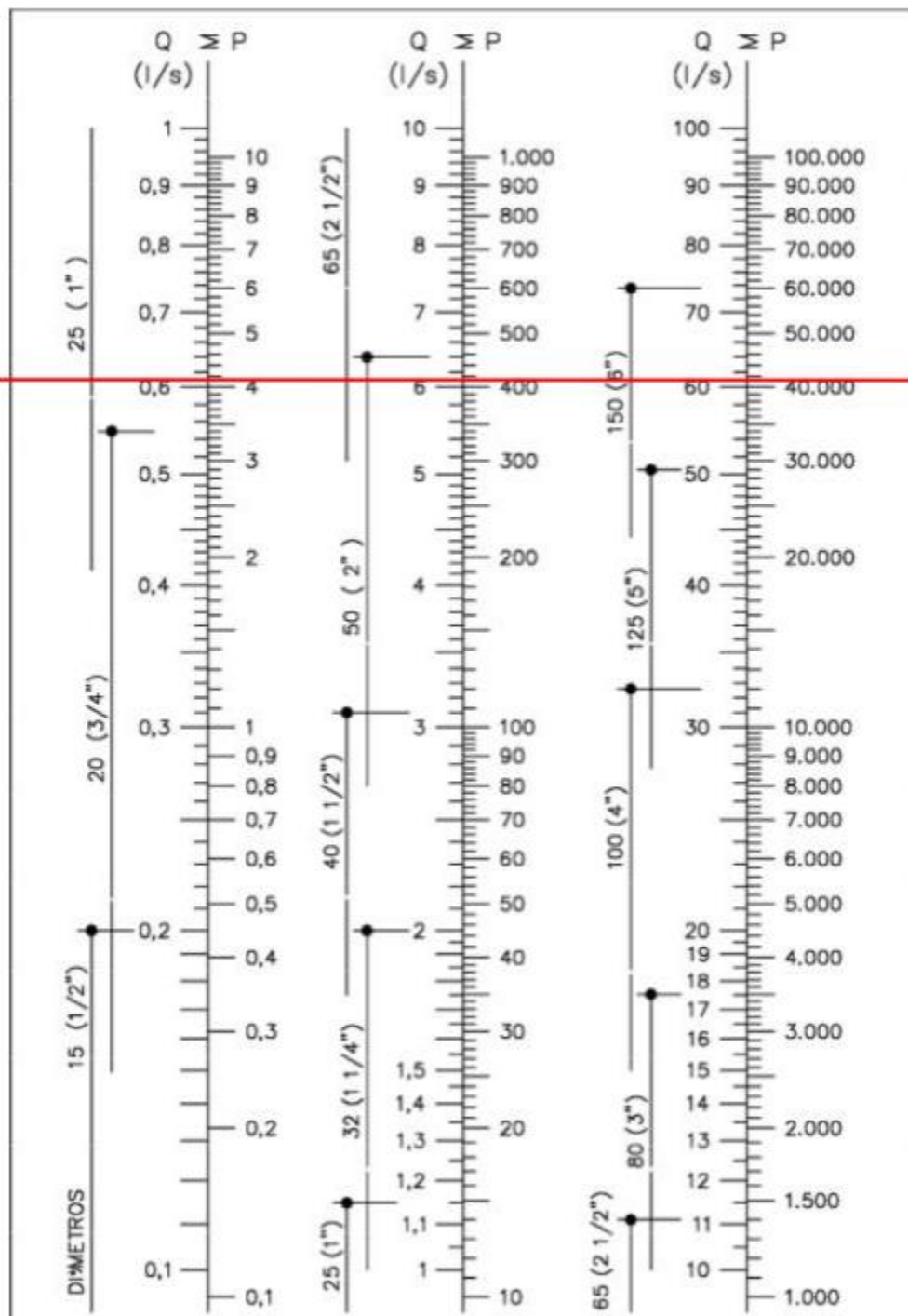
Banheira → vazão projeto: 0,30 l/s



$$Q = (1,7 \text{ l/s} \times 10 \text{ banheiros} \times 27\%) + (0,3 \text{ l/s} \times 10 \text{ banheiros} \times 50\%) = 6,1 \text{ l/s}$$



Coloca no ábaco



Diâmetro interno: 1" ou 25 mm



Diâmetros comerciais PVC

- Roscável 1"
- Soldável 32 mm

# Pressão disponível

A pressão inicial é usualmente considerada a partir da saída do reservatório. Cada trecho de tubulação entre dois nós ou entre um nó e uma extremidade da rede predial de distribuição deve ser dimensionado na base de tentativa e erro, começando pelo trecho junto ao reservatório.

Lembrando: 1 kPa = 0,1 m.c.a.

Pressão (kPa)

Altura

$$P = \delta \cdot h$$

Peso específico da água

Pontos de utilização	Pressão dinâmica kPa		Pressão estática (kPa)	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
Aquecedor elétrico de alta pressão	10	400	10	400
Aquecedor elétrico de baixa pressão	10	40	10	50
Bebedouro	20	400	---	---
Chuveiro de diâmetro nominal 15 mm	20	400	---	---
Chuveiro de diâmetro nominal 20 mm	10	400	---	---
Torneira	10	40	---	---
Torneira de bóia - caixa de descarga (DN 15 mm)	15	400	---	---
Torneira de bóia - caixa de descarga (DN 20 mm)	5	400	---	---
Torneira de bóia - reservatórios	5	400	---	---
Válvula de descarga para bacia sanitária	15	---	20	400

$$P_{residual} = P_{disponível\ entrada} \pm Diferença\ de\ cota - Perda\ de\ carga$$

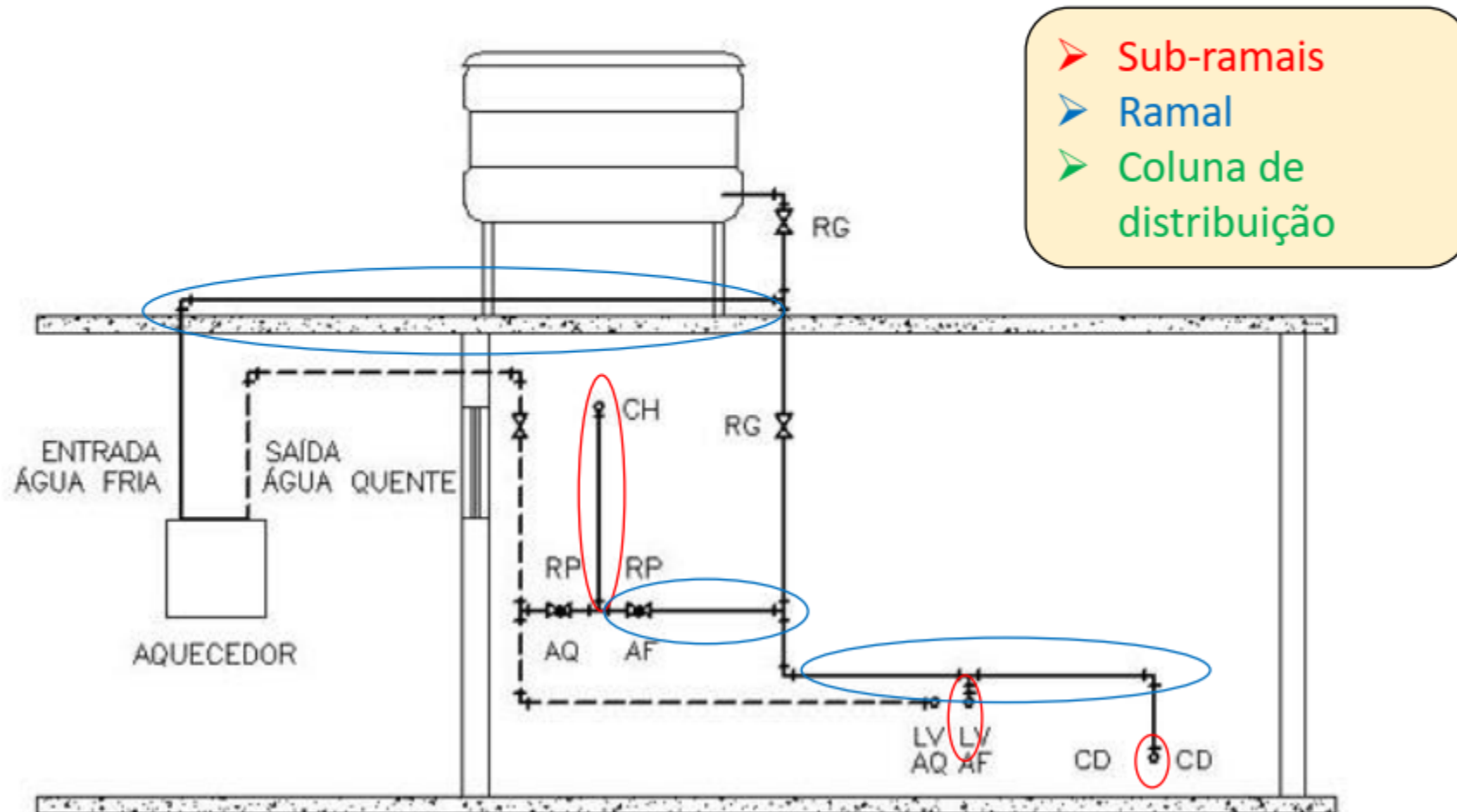
# Método do consumo máximo provável

A NBR 5626/1998 fornece um modelo de tabela que auxilia no dimensionamento da tubulação de distribuição de água fria.

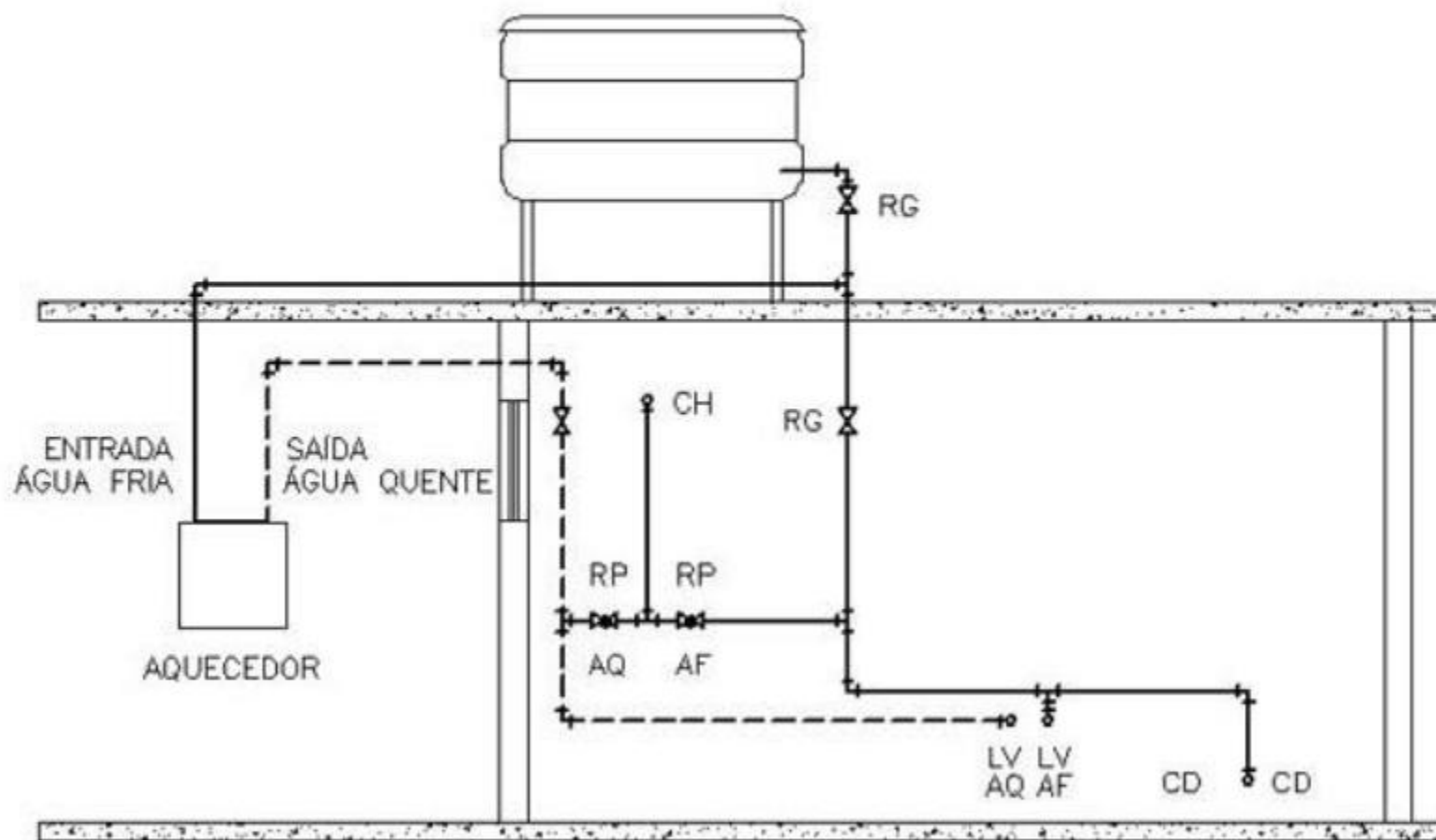
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Trecho	Somatórios dos pesos	Vazão estimada	Diâmetro	Velocidade	Perda de carga unitária	Diferença de cota	Pressão disponível	Comprimento da tubulação		Perda de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
								Real	Equivalente	Tubulação	Singularidade	Total		
--	--	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
Inserir a identificação do trecho. Exemplo: AB, BC, etc.	Somatório dos pesos de todas as peças de utilização alimentadas pelo trecho	$Q = 0,3 \cdot \sqrt{\sum P}$	Valor do diâmetro nominal do tubo	Valor da velocidade da água no interior do tubo	Ábacos da Figura X (rugosos) e da Figura X (lisos)	Distância vertical entre a cota de entrada e a cota de saída do trecho Se desce + Se sobe -	Coluna 14 + Coluna 10 x Coluna 7	Comprimento efetivo do trecho	Comprimento real somado aos comprimentos equivalentes das conexões	Coluna 10 x Coluna 6	Valor relativo da perda de carga provocada por todas as singularidades (válvulas, registros, etc)	Coluna 11 + Coluna 12	Coluna 8 – Coluna Coluna 13	Valor de pressão mínima necessária para a alimentação da peça (Figura X)

# Dimensionamentos da tubulação de distribuição

A tubulação de distribuição é formada pela coluna de distribuição, ramais e sub-ramais.

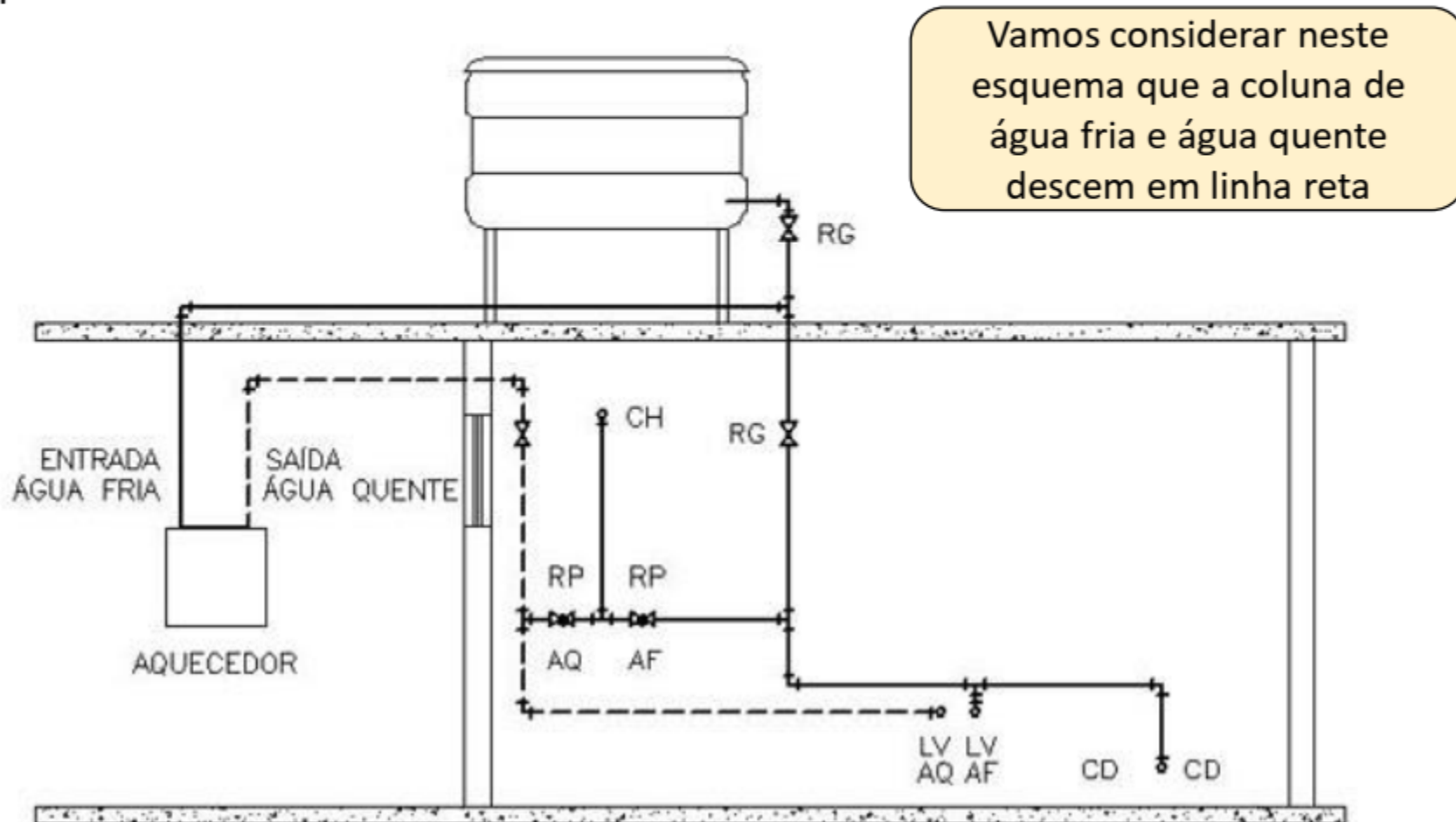


# Exemplo de dimensionamentos de coluna de distribuição



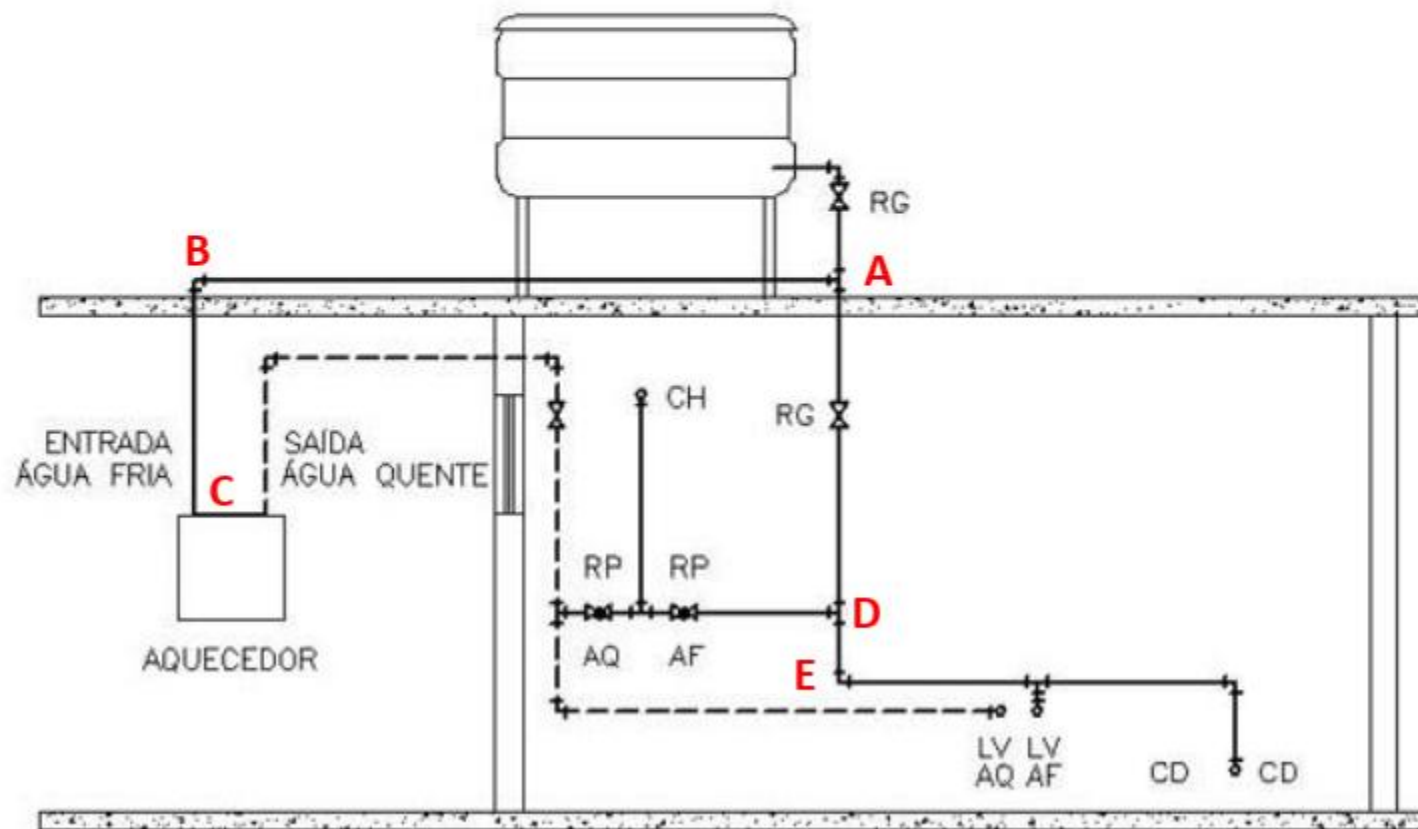
# 1º PASSO (Coluna de distribuição)

As colunas são dimensionadas trecho por trecho → dispor do esquema vertical da instalação com as peças que serão atendidas em cada coluna e preparar as perspectivas isométricas.



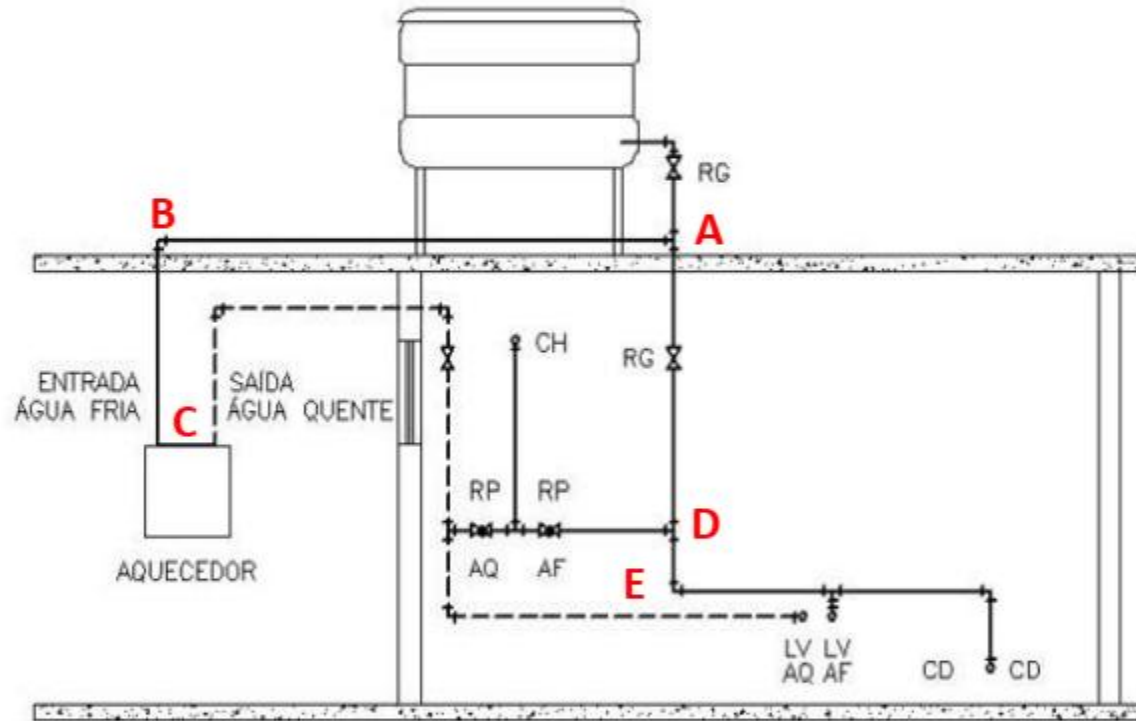
## 2º PASSO (Coluna de distribuição)

→ Identificar sequencialmente (com letras ou números) cada nó ou ponto de utilização (aqui faremos somente nas colunas)



### 3º PASSO (Coluna de distribuição)

→ Determinar a soma dos pesos relativos de cada trecho



#### TRECHO B - C

- Aquecedor – Lavatório e Chuveiro

#### TRECHO A - D

- Chuveiro
- Lavatório
- Caixa de descarga

#### TRECHO D - E

- Lavatório
- Caixa de descarga

## 4º PASSO (Coluna de distribuição)

→ Calcular a vazão máxima provável

$$Q = C \cdot \sqrt{\sum P}$$

Q = vazão do trecho (L/s)

C – coeficiente de descarga – dado experimental (0,3)

$\sum P$  – somatório dos pesos de todas as peças de utilização alimentadas pelo referido trecho

## 5º PASSO (Coluna de distribuição)

→ Arbitrar o diâmetro do trecho

Trecho A - D →  $\sum P = 1,4$

Trecho B - C →  $\sum P = 1,1$

Trecho D - E →  $\sum P = 1,0$

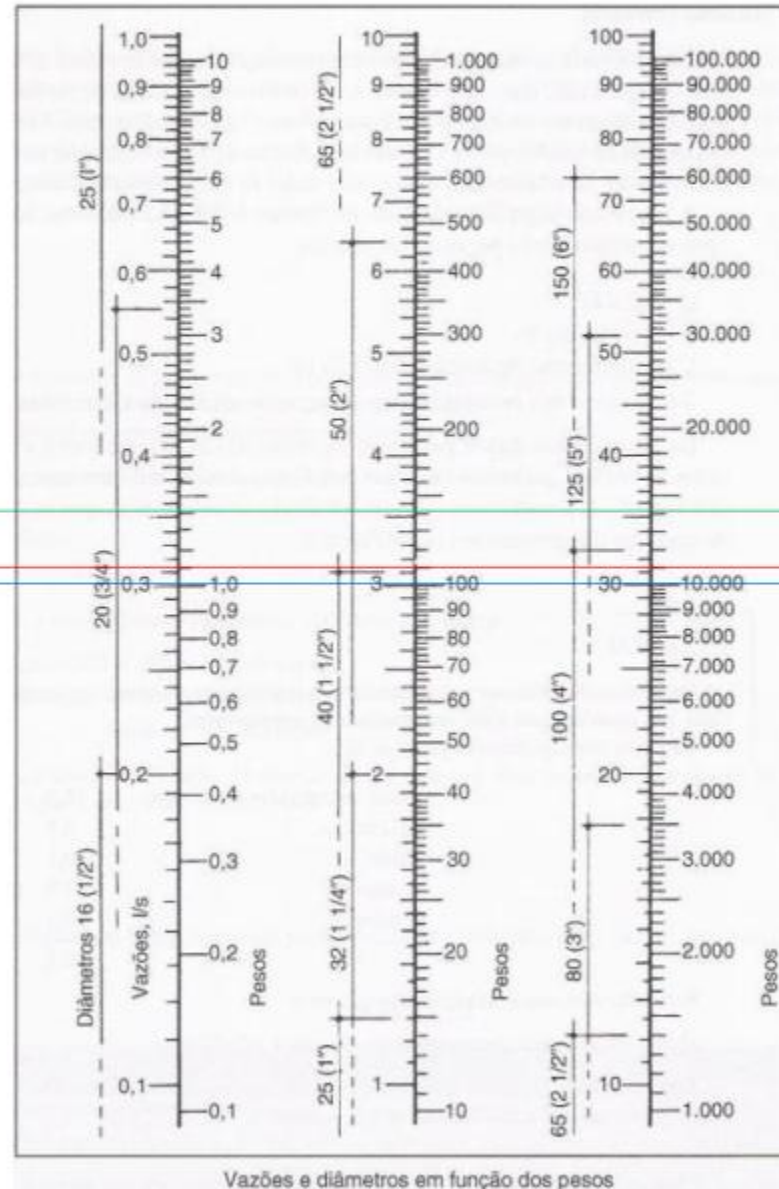


Diâmetro interno de 20 mm ou ¾ pol  
para todos os trechos da coluna



Diâmetros comerciais PVC

- Roscável ¾ "
- Soldável 32 mm

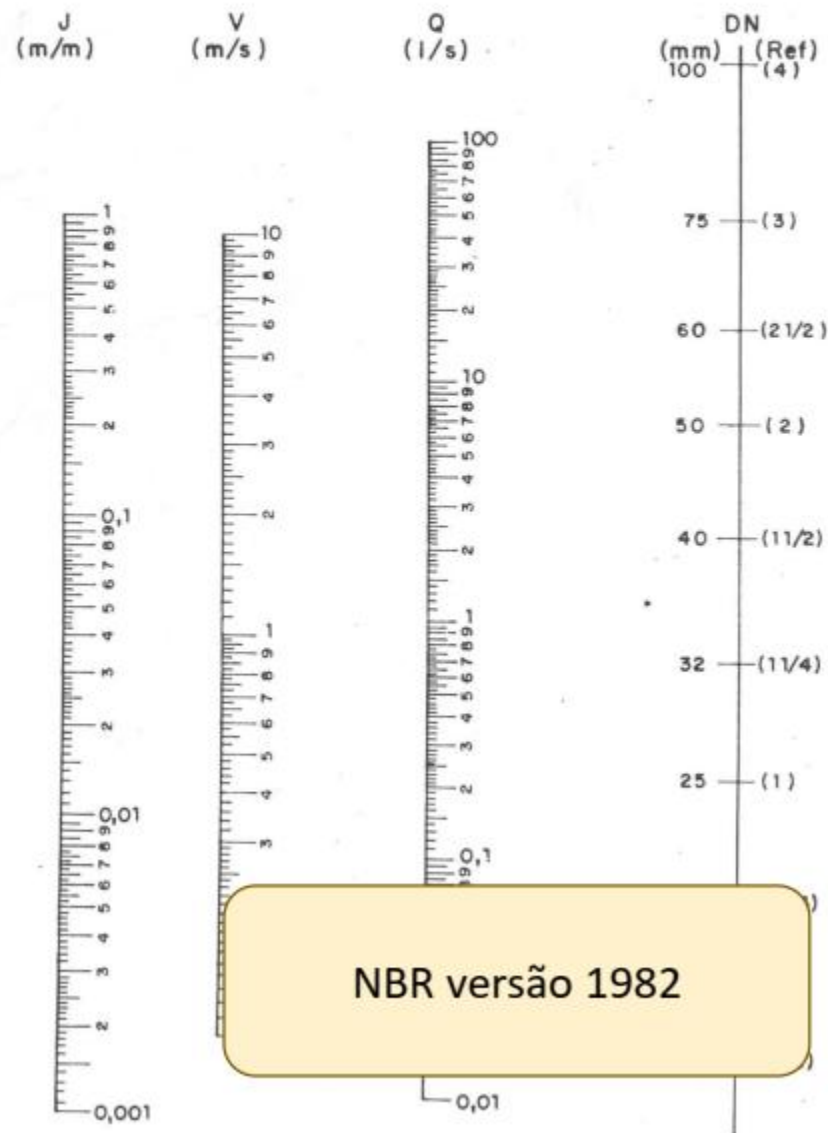


## 6º PASSO

→ Verificar a velocidade do trecho (pela fórmula ou pelo ábaco)

$$v = \frac{4 \cdot 10^3 \cdot Q}{\pi \cdot d^2}$$

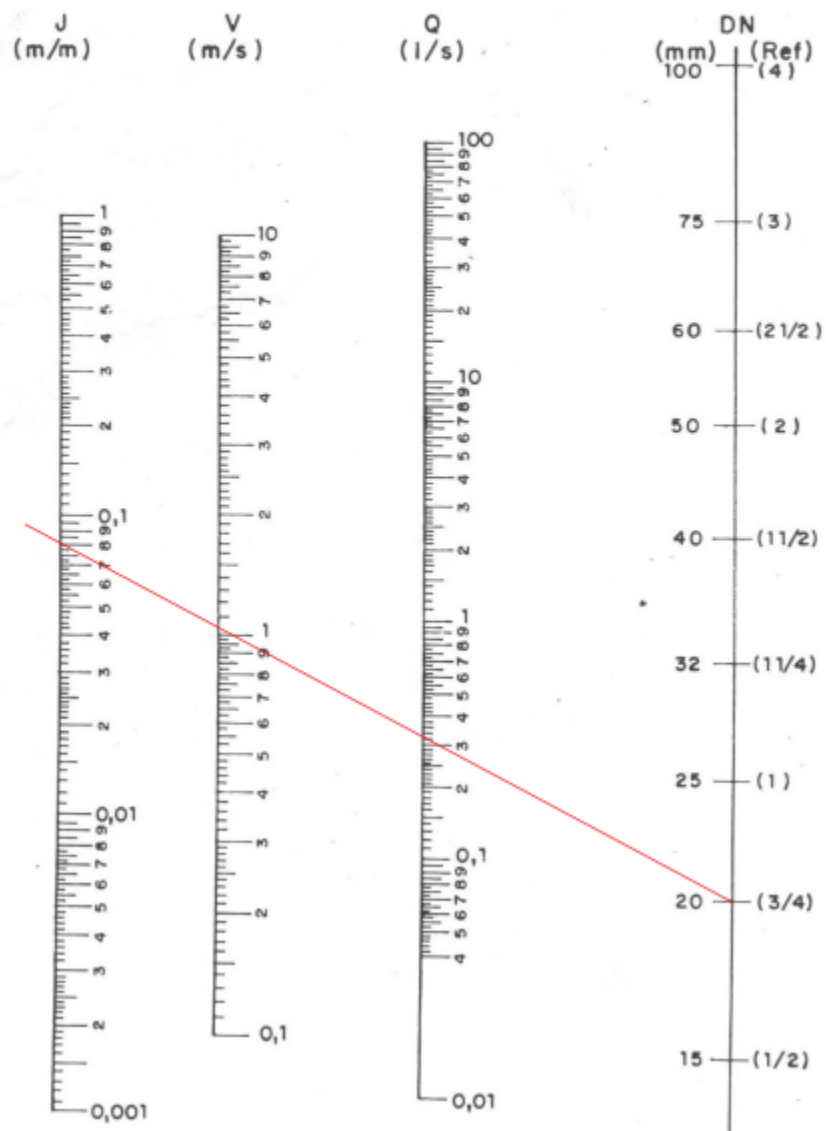
NBR versão 1998



Resolução do quadro...

## 7º PASSO (Coluna de distribuição)

→ Calcular a perda de carga



UNITÁRIA

➤ Tubos de aço-carbono galvanizado ou não

$$J = 20,2 \times 10^6 \times \frac{Q^{1,88}}{d^{4,88}}$$

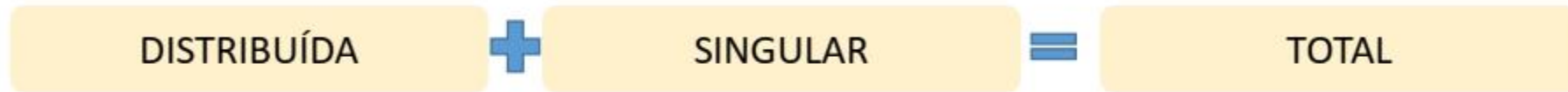
➤ Tubos de plástico, cobre ou liga de cobre

$$J = 8,69 \times 10^6 \times \frac{Q^{1,75}}{d^{4,75}}$$

Resolução do quadro...

# 7º PASSO (Coluna de distribuição)

→ Calcular a perda de carga



comprimentos real, virtual e total

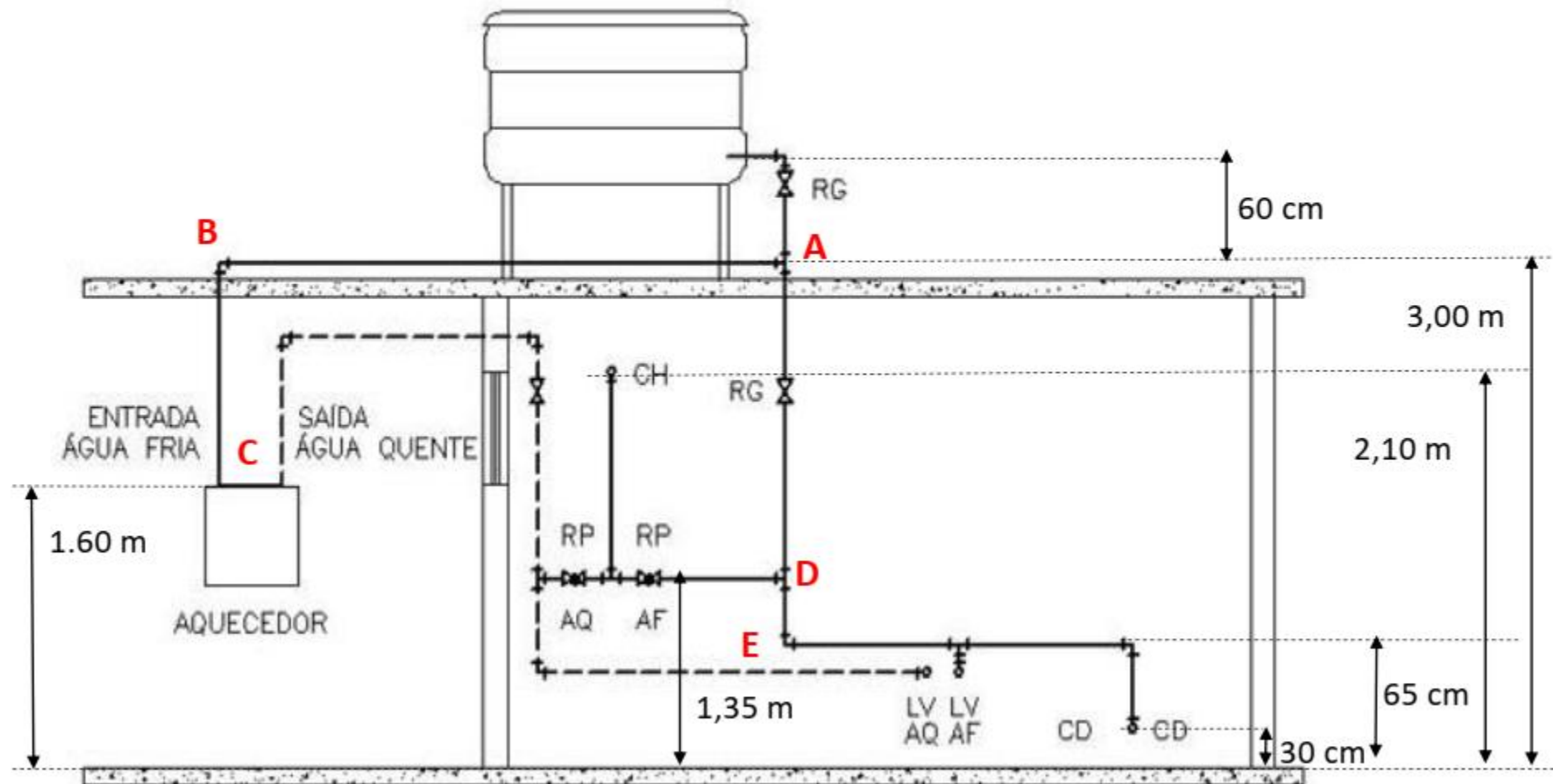
Perdas de carga localizadas - Sua equivalência em metros de tubulação de PVC rígido

DE (mm)	D. ref. (pol.)	Joelho 90°	Joelho 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê 90° Passagem Direita	Tê 90° Saída de lado	Tê 90° Saída Bilateral	Entrada Normal	Entrada de Borda	Saída de Canalização	Válvula de Pé e Crivo	Válvula de Retenção Tipo Leve	Válvula de Retenção Tipo Pesado	Registro de Globo Aberto	Registro de Gaveta Aberto	Registro de Ângulo Aberto
20	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	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	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	1¼"	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	1½"	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	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	2½"	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	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	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

Resolução do quadro...

## 7º PASSO (Coluna de distribuição)

→ Calcular os comprimentos real, virtual e total



Resolução do quadro...

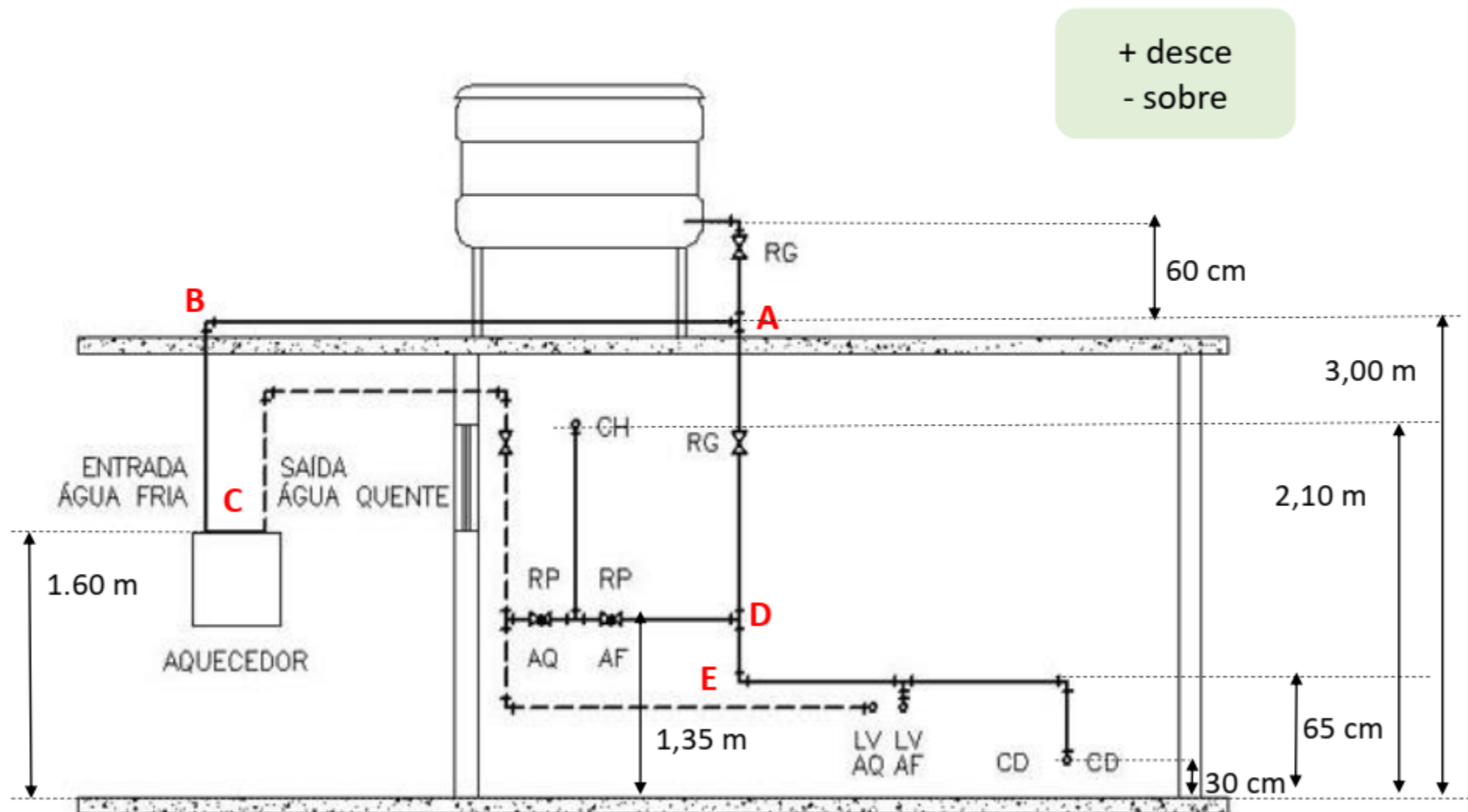
## 7º PASSO (Coluna de distribuição)

→ Calcular a perda de carga total

$$\Delta h = \textit{Comprimento total} \times J$$

## 8º PASSO (Coluna de distribuição)

→ Determinar a diferença de cotas entre a entrada e a saída de cada trecho



+ desce  
- sobre

Resolução do quadro...

## 9º PASSO (Coluna de distribuição)

→ Calcular a pressão disponível na entrada do trecho e residual na saída do trecho

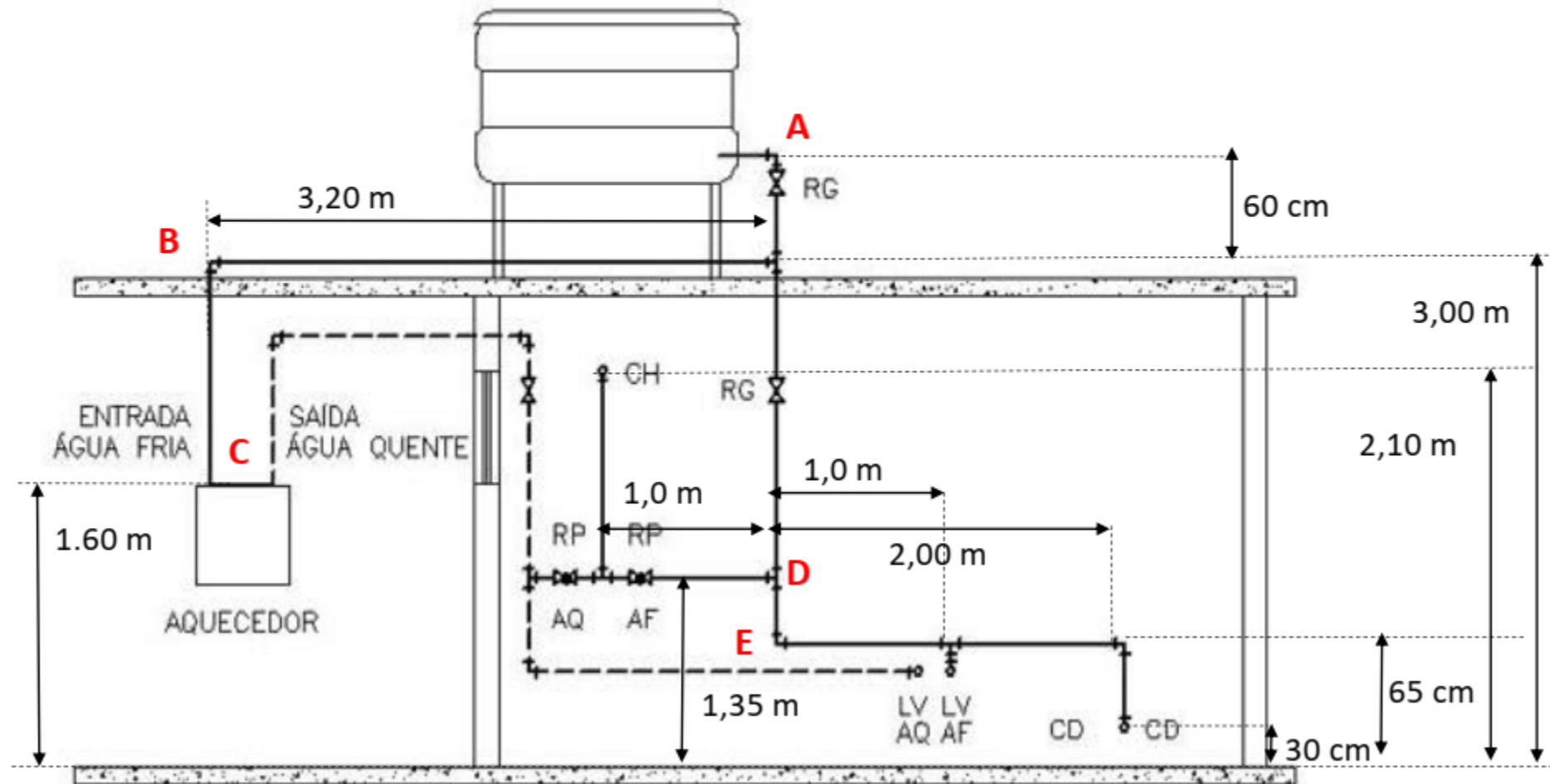
$$P_{residual} = P_{disponível\ entrada} \pm Diferença\ de\ cota - Perda\ de\ carga$$

Vamos supor a mesma pressão disponível em A e B  
(desconsiderando as perdas de cargas)

Pressão = 6 KPa

# EXERCÍCIO

→ Concluir em sala o cálculo dos trechos B – D e D - E



**Exercício:** Calcular o sistema abaixo, considerando o consumo máximo possível, consumo máximo provável e tubos de PVC e aço. Adotar para o comprimento equivalente 4 cotovelos de 90



TRECHO	TUBO PVC, COBRE OU AÇO	SOMA DOS PESOS	VAZÃO ESTIMADA	DIÂMETRO INTERNO		VELOCIDA DE	PERDA DE CARGA UNITÁRIA	DIFERENÇA DE COTA	PRESSÃO DISPONÍVEL	COMPRIMENTO DA TUBULAÇÃO		PERDA DE CARGA	PRESSÃO DISPONÍV EL RESIDUAL	PRESSÃO REQUERID A
				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

**Exercício:** Calcular o sistema abaixo, considerando o consumo máximo possível, consumo máximo provável e tubos de PVC e aço. Adotar para o comprimento equivalente cotovelos.

