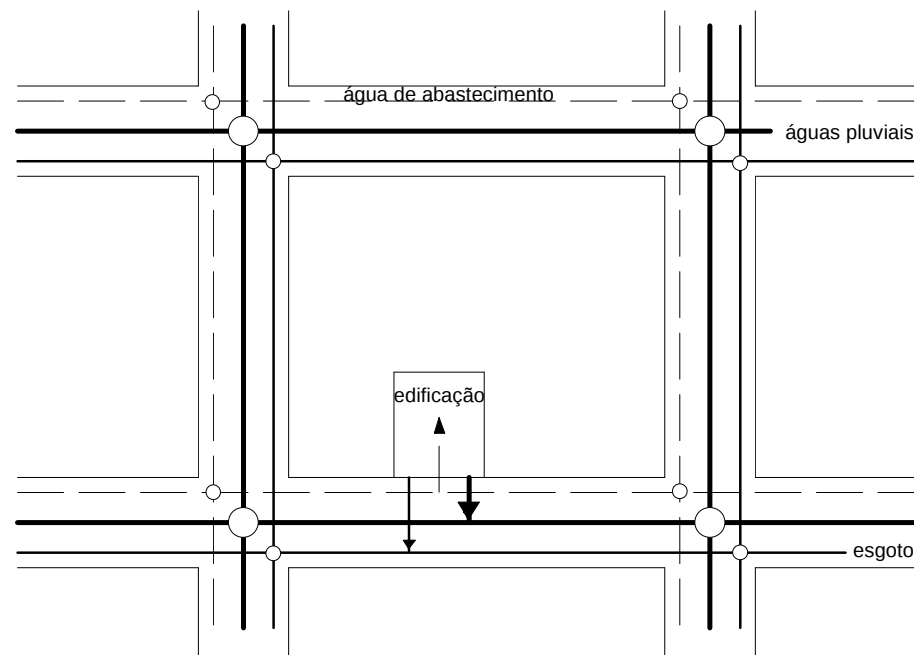


Instalações Hidráulicas/Sanitárias

Água Fria

Água Fria

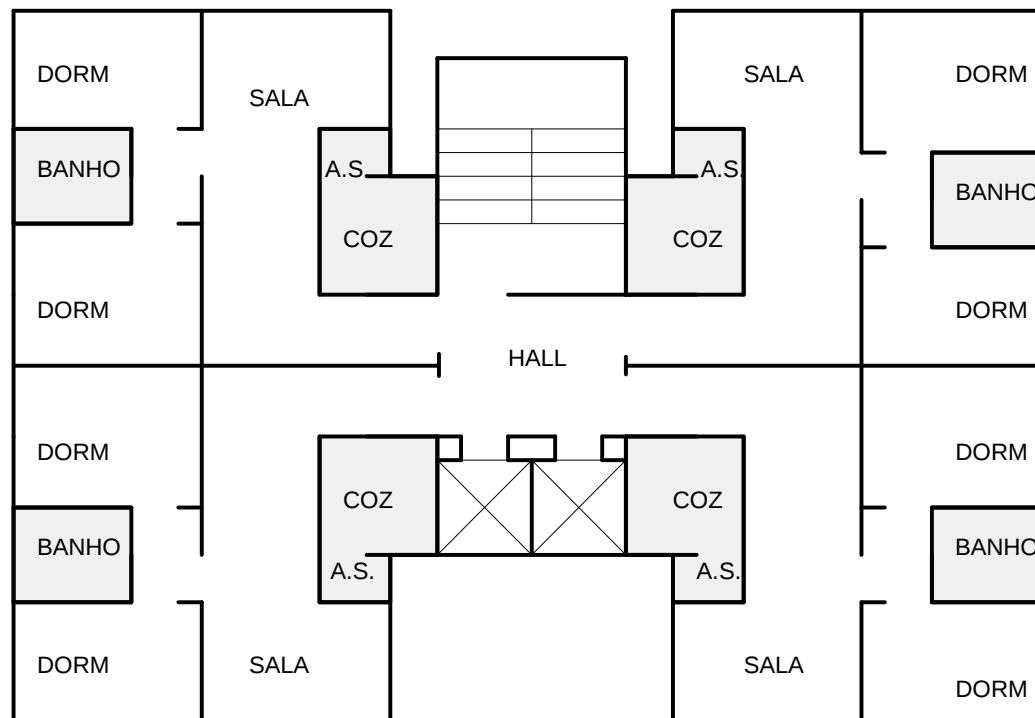
- Interdependência entre sistemas de água de abastecimento, de esgoto e pluviais com as instalações hidráulicas prediais



Sistema hidráulico existente externamente ao limite do terreno

Água Fria

- Várias áreas de utilização de água e geração de esgoto.



Planta geral de uma edificação e suas diversas áreas de utilização de água.

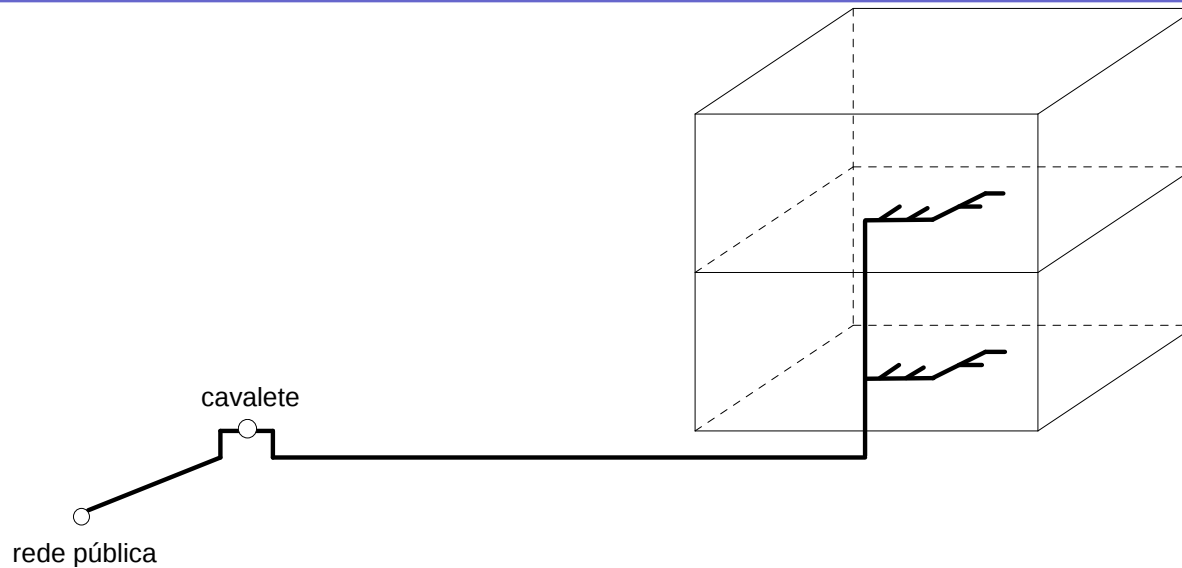
Objetivos

- seja contínuo o fornecimento de água aos usuários, e em quantidade suficiente;
- armazene ao máximo a um custo mais baixo possível;
- minimize ao máximo os problemas decorrentes da interrupção do funcionamento do sistema público;
- preserve a qualidade da água;
- limite as pressões;
- limite as velocidades a valores adequados para evitar vazamentos ou ruídos indesejáveis.

Etapas de Projeto

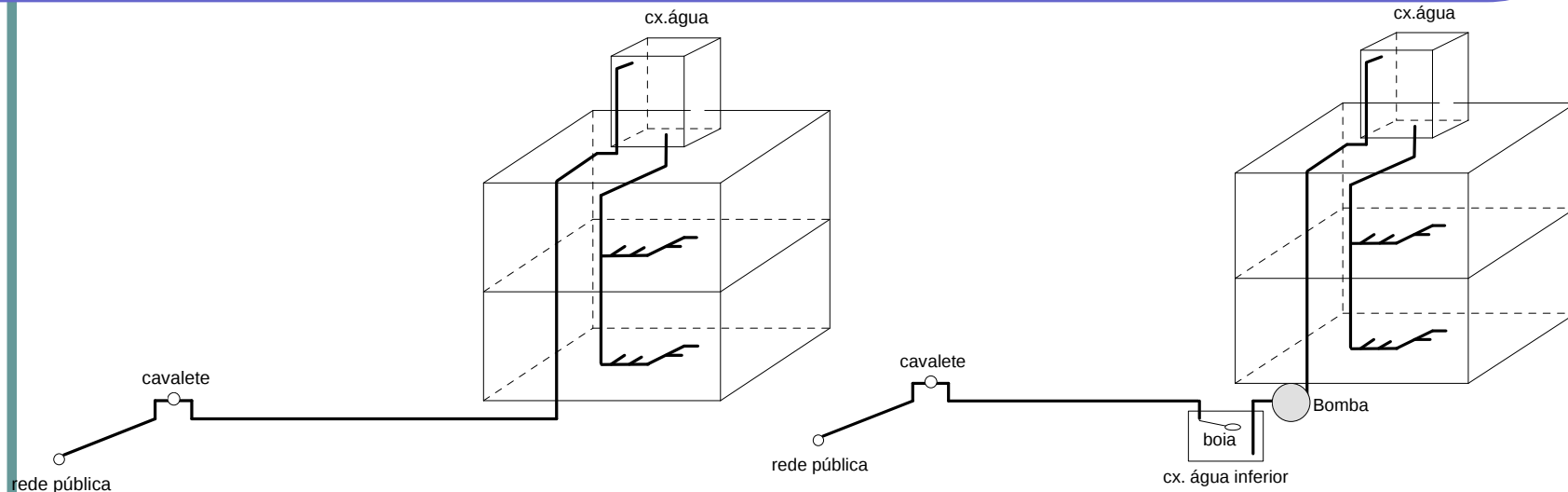
- concepção do projeto;
- determinação das vazões;
- dimensionamento: memorial descritivo e justificativo, cálculos, normas de execução, especificação de materiais e equipamentos utilizados, plantas, esquemas hidráulicos, desenhos isométricos, relação de materiais.

Sistema de Distribuição/Direto



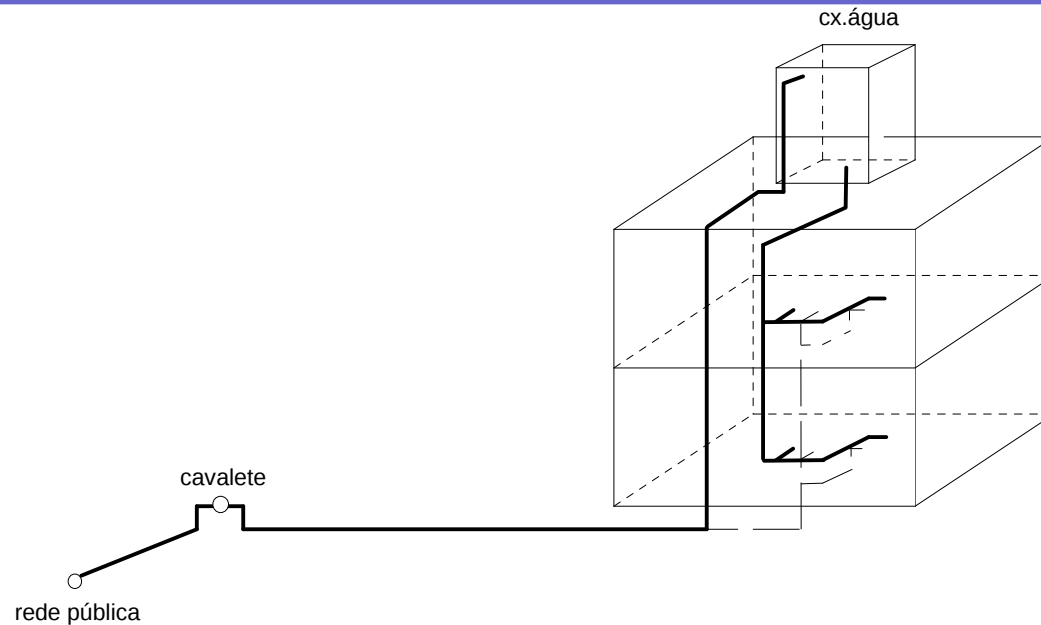
- ⌚ **Vantagens:** água de melhor qualidade; maior pressão disponível; menor custo de instalação.
- ⌚ **Desvantagens:** falta de água no caso de interrupção; grande variação de pressão ao longo do dia; limitação de vazão; maior consumo; etc.

Sistema de Distribuição/Indireto



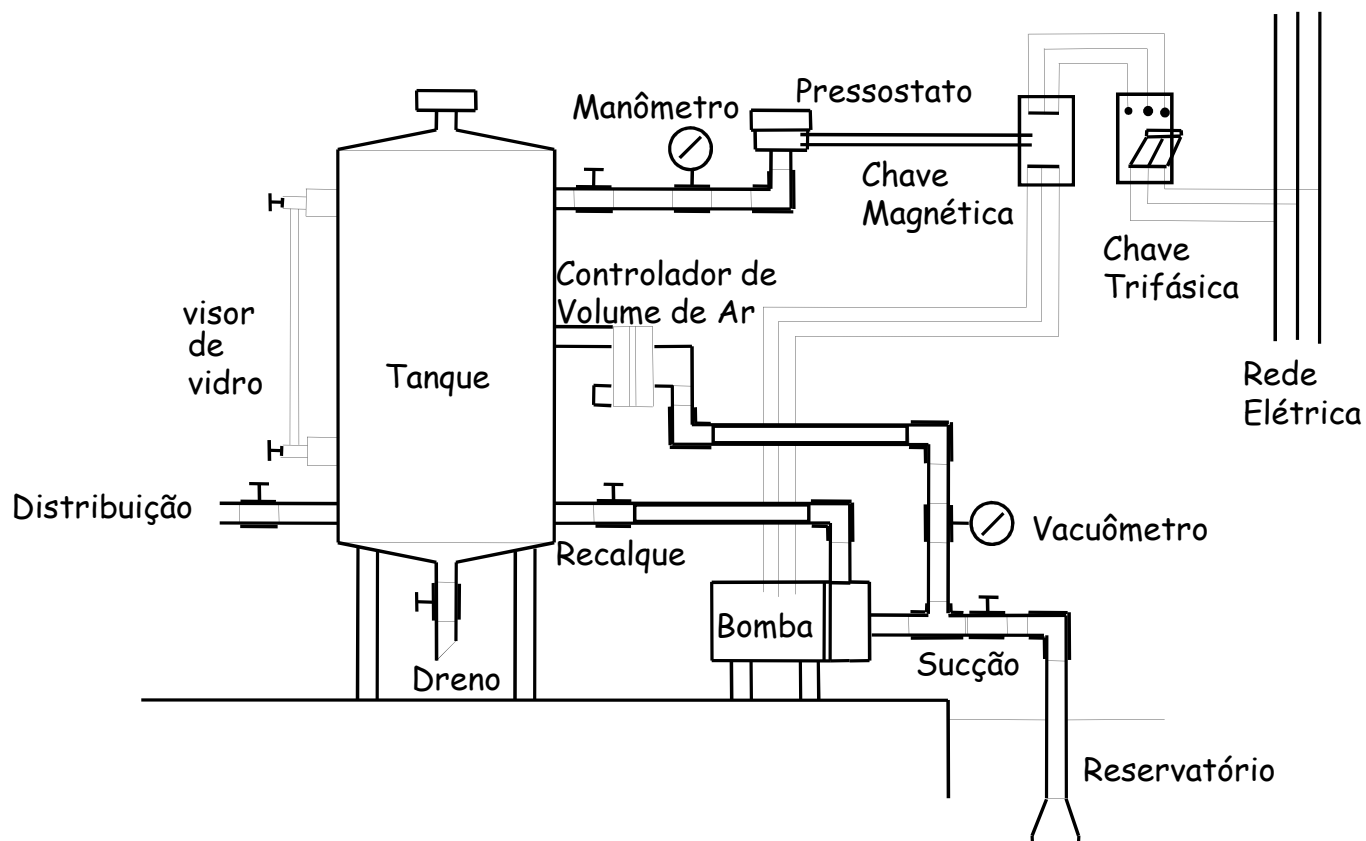
- ⌚ **Vantagens:** fornecimento de água contínuo; pequena variação de pressão nos aparelhos; golpe de aríete desprezível; permite a instalação de válvula de descarga; menor consumo de água.
- ⌚ **Desvantagens:** possibilidade de contaminação da água reservada; menores pressões; maior custo de instalação

Sistema de Distribuição/Misto

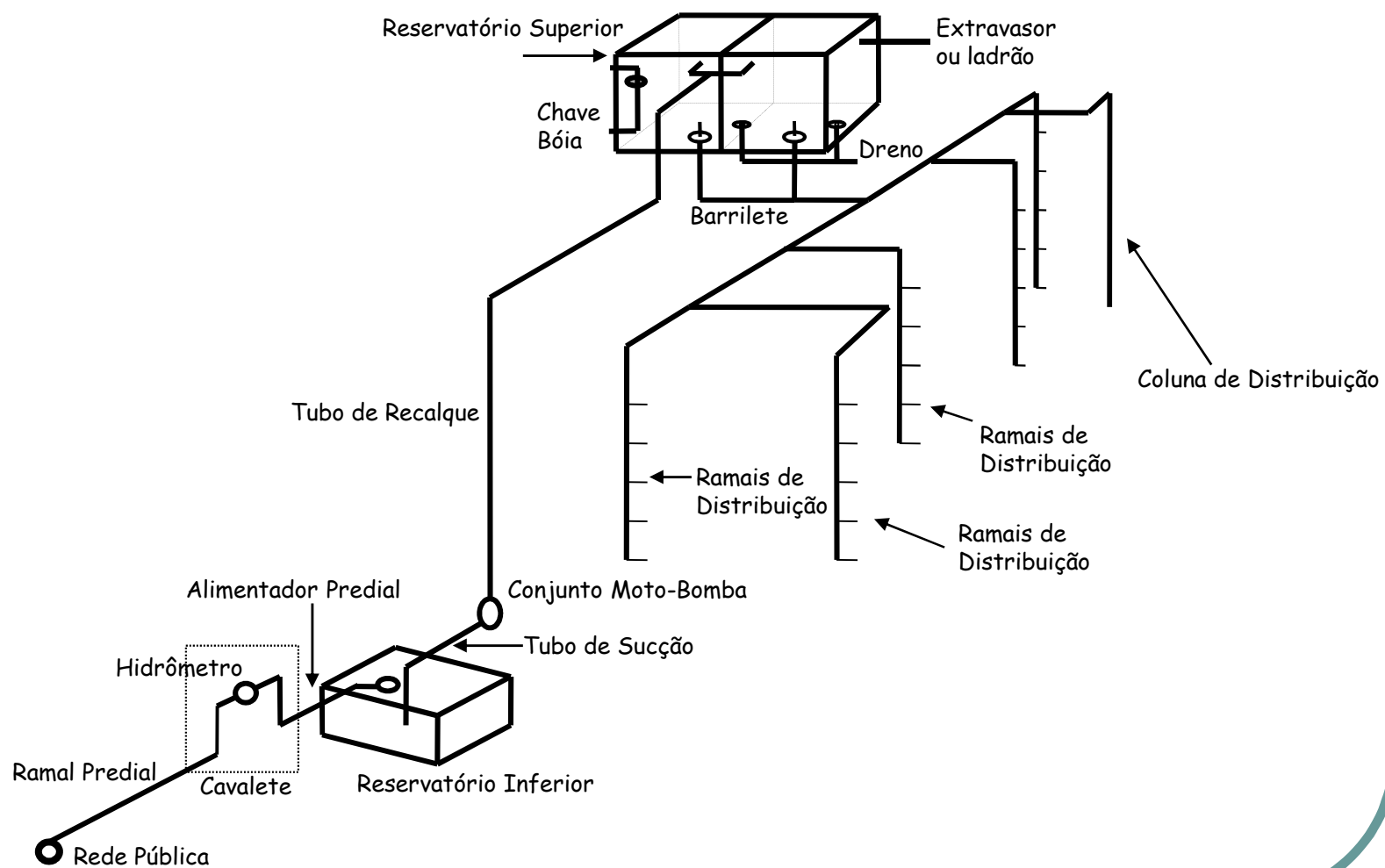


- ⌚ **Vantagens:** água de melhor qualidade; fornecimento contínuo de água; permite a instalação de válvula de descarga.
- ⌚ **Desvantagens:** fica por conta do maior custo de instalação.

Sistema de Distribuição/Hidro-pneumático



Partes Constituintes



Considerações Gerais

Material e Pressão:

- NBR-5626 os tubos e conexões aço galvanizado, cobre, ferro fundido(f_o, f_o), PVC, ou de outro material de tal modo que satisfaça a condição:
 - sobrepressão: $<20\text{m.c.a}$ (200kPa) (devido ao golpe de aríete)
 - pressão estática mínima: $<40\text{m.c.a}$ (400kPa)
 - pressão mínima de serviço: $>0,5\text{m.c.a}$ (5kPa)

OBS: A Válvula de Descarga é quem provoca a maior sobrepressão numa instalação de água fria, e a **NORMA** recomenda a não utilização desta. Caso necessária, recomenda que se dimensione uma coluna exclusiva para atende-las.

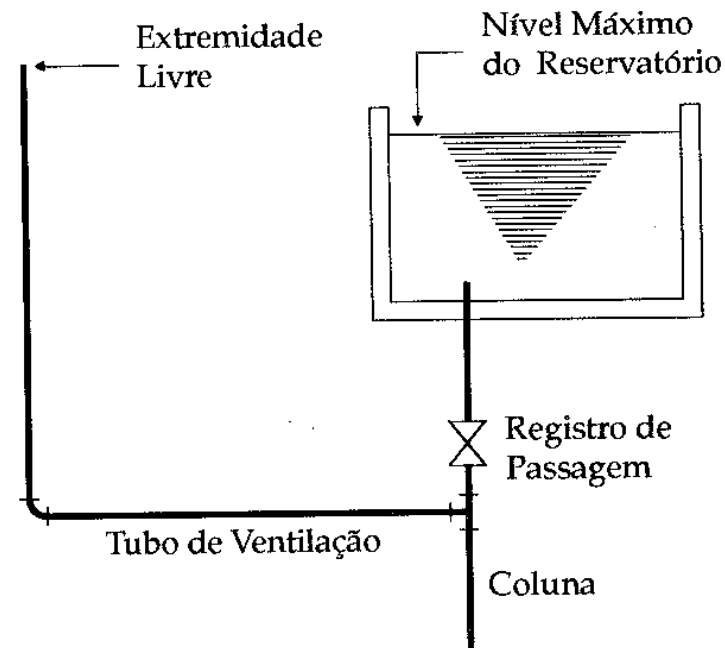
Considerações Gerais

• Velocidade:

- Velocidade máxima: menor que 2,5m/s ou $14 \times D^{1/2}$, a fim de não se produzirem ruídos excessivos;
- Velocidade Mínima: nada se recomenda.

Água Fria

- Retrossifonagem: é o refluxo de águas servidas, poluídas ou contaminadas, para o sistema de consumo em decorrência de pressões negativas.



- Pode ocorrer com mais frequência somente em vasos sanitários e bidês.

Recomendações Norma - Retrossifonagem

- Os aparelhos passíveis de provocar retrossifonagem podem ser instalados em coluna, barrilete e reservatório comuns a outros aparelhos ou peças, desde que:
 - a coluna seja dotada de tubulação de ventilação, executada com as seguintes características:
 - Ter diâmetro igual ou superior ao da coluna de onde se deriva;
 - Ser ligada à coluna à jusante do registro de passagem existente;
 - Haver uma tubulação de ventilação para cada coluna que serve o aparelho passível de provocar retrossifonagem;
 - Ter sua extremidade livre acima do nível máximo admissível do reservatório superior

Recomendações Norma - Retrossifonagem

- Os aparelhos passíveis de provocar retrossifonagem podem ser instalados em coluna, barrilete e reservatório comuns a outros aparelhos ou peças, desde que:
 - o sub-ramal esteja protegido por dispositivo quebrador de vácuo, nas condições previstas para sua instalação;
- a alimentação do sub-ramal deve ser feita de um ponto da coluna no mínimo a 0,40 m acima da borda de transbordamento do aparelho servido.

Consumo Diário

- ◉ Valor médio do volume de água a ser utilizado na edificação em 24 horas. Com este valor dimensiona-se:
 - ◌ ramal predial;
 - ◌ hidrômetro;
 - ◌ ramal de alimentação;
 - ◌ conjunto moto-bomba para recalque e reservatórios.

$$CD = P \times \text{consumo per – capita} \quad \img alt="blue square button with a right-pointing triangle" data-bbox="678 525 723 558"/>$$

- ◉ **Critérios para calcular P** (população ocupante da edificação)
 - ◌ 1º critério: 5 pessoas por unidade residencial, caso de residência térrea; ou
 - ◌ 2º critério: 2 pessoas por dormitório + 1 pessoa por dormitório de empregada, em caso de prédios de apartamentos;
 - ◌ 3º critério : código de obra da cidade.

Ramal Predial e Cavalete

- Dimensionamento depende:
 - Do consumo diário (CD) do imóvel;
 - Da pressão disponível da rede de distribuição no local.
- Diâmetro mínimo ramal predial:
 - Pode se fazer a estimativa do diâmetro do ramal predial facilmente à partir do seguinte dado:
 - velocidade média da água no alimentador predial deverá estar entre 0,60 m/s e 1.0 m/s, segundo a norma NBR 5626.
 - $Q(\text{vazão}) = \text{Veloc} \times \text{Area do tubo}$ e $A = \pi D^2 / 4$

Ramal Predial e Cavalete

- Normalmente, os ramais prediais são dimensionados pelas companhias concessionárias de água e esgoto que operam no local.
- 3/4"(20mm) para residências e pequenos edifícios (norma).
- O hidrômetro e o cavalete terão o mesmo diâmetro do alimentador predial.

Extravasor

- ◌ Normalmente adota-se um diâmetro comercial acima dos alimentadores dos reservatórios.

Tubulação de Dreno

- ◉ **Dimensionamento:** Os drenos devem ser calculados levando em consideração o tempo máximo de esvaziamento de 2 horas através das seguintes equações:

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

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

- ◉ A = área superficial de cada compartimento do reservatório;
- ◉ h = altura da lâmina d'água acima da saída
- ◉ S = área da tubulação do dreno;
- ◉ D = diâmetro do dreno.

Capacidade de Reservação

- ◉ **Mínimo**: consumo diário (CD).
- ◉ **NORMA** recomenda:
 - ◉ que o volume de reservação (VT) entre $1 \leq CD \leq 3$
 - ◉ além disto, deve-se reservar água para combater incêndio;
 - ◉ que a reserva de incêndio deva ser armazenada, na sua totalidade, somente em um dos reservatórios(superior ou inferior);
 - ◉ que todo excesso do C.D. seja armazenado no R.I;
 - ◉ se a capacidade de cada reservatório ultrapassar 5 m³, este deve ser compartimentado em pelo menos duas câmaras;

Capacidade de Reservação

- Para cada compartimento, devem ser previstas as seguintes tubulações:

Reservatório Inferior	Reservatório Superior
alimentação	alimentação
extravasor ou ladrão	extravasor ou ladrão
limpeza ou dreno	limpeza ou dreno
suspiro	suspiro
sucção para o conjunto moto-bomba de recalque para o Rs	saída para barrilete de distribuição da água de consumo
sucção para o conjunto moto-bomba de incêndio	saída para barrilete de incêndio

Capacidade de Reservação

- Distribuição do Volume de Armazenamento
 - A distribuição normal de volume de armazenamento **recomendada** é:
 - $R_s = 2/5 V_T \rightarrow 40\%$
 - $R_i = 3/5 V_T \rightarrow 60\%$
- Outros critérios:
 - $R_s = 2/5 CD + R_{inc}$
 - $R_i = 3/5 CD + \text{acrécimo de reservação}$
- Ou
 - $R_s = 2/5 CD$
 - $R_i = 3/5 CD + \text{acrescimo de reservação} + R_{inc}.$

Reservação

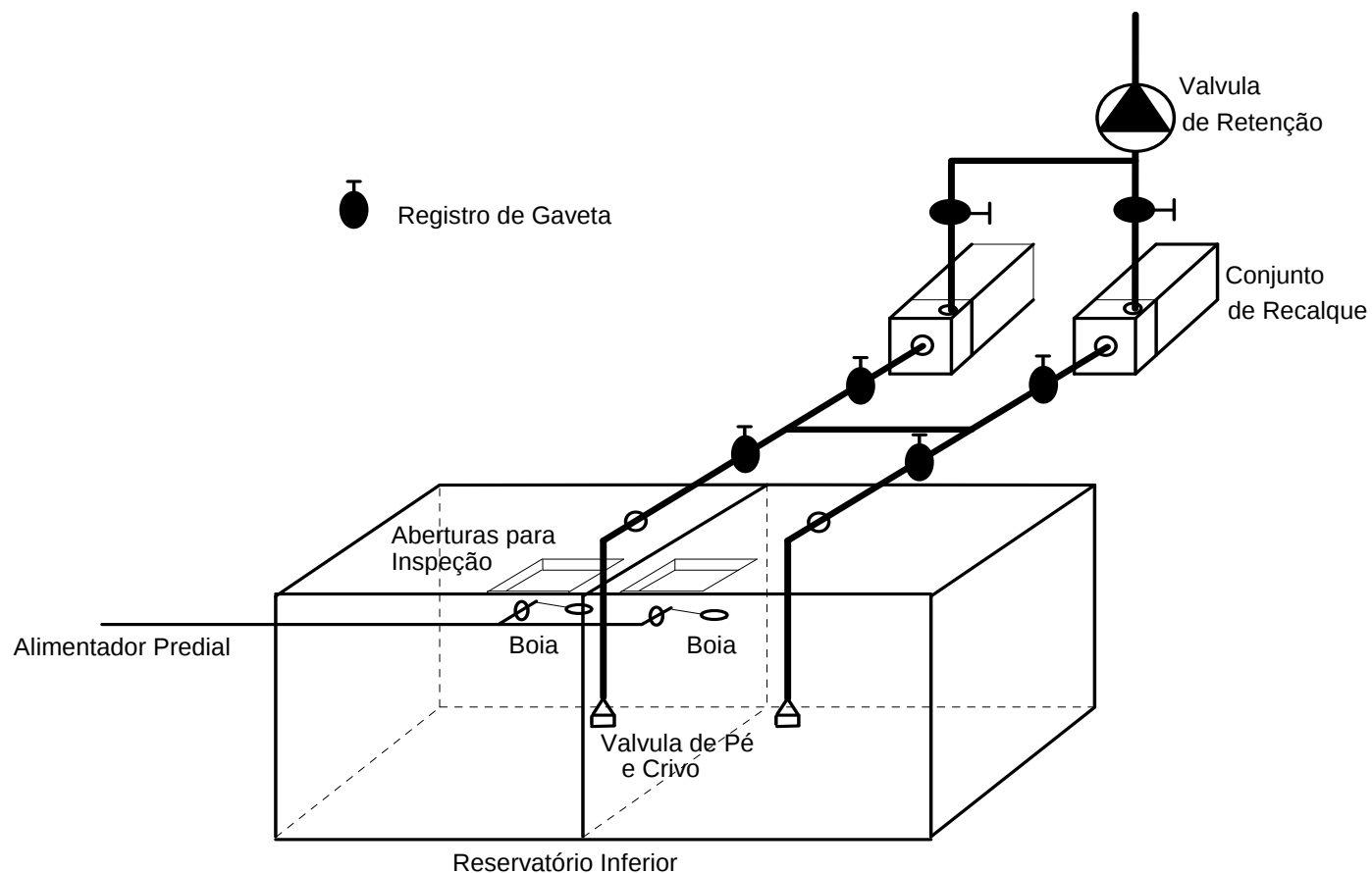
• Dimensionamento dos Reservatórios Superior e Inferior

• Restrições:

- arquitetônica;
- estrutural da edificação.

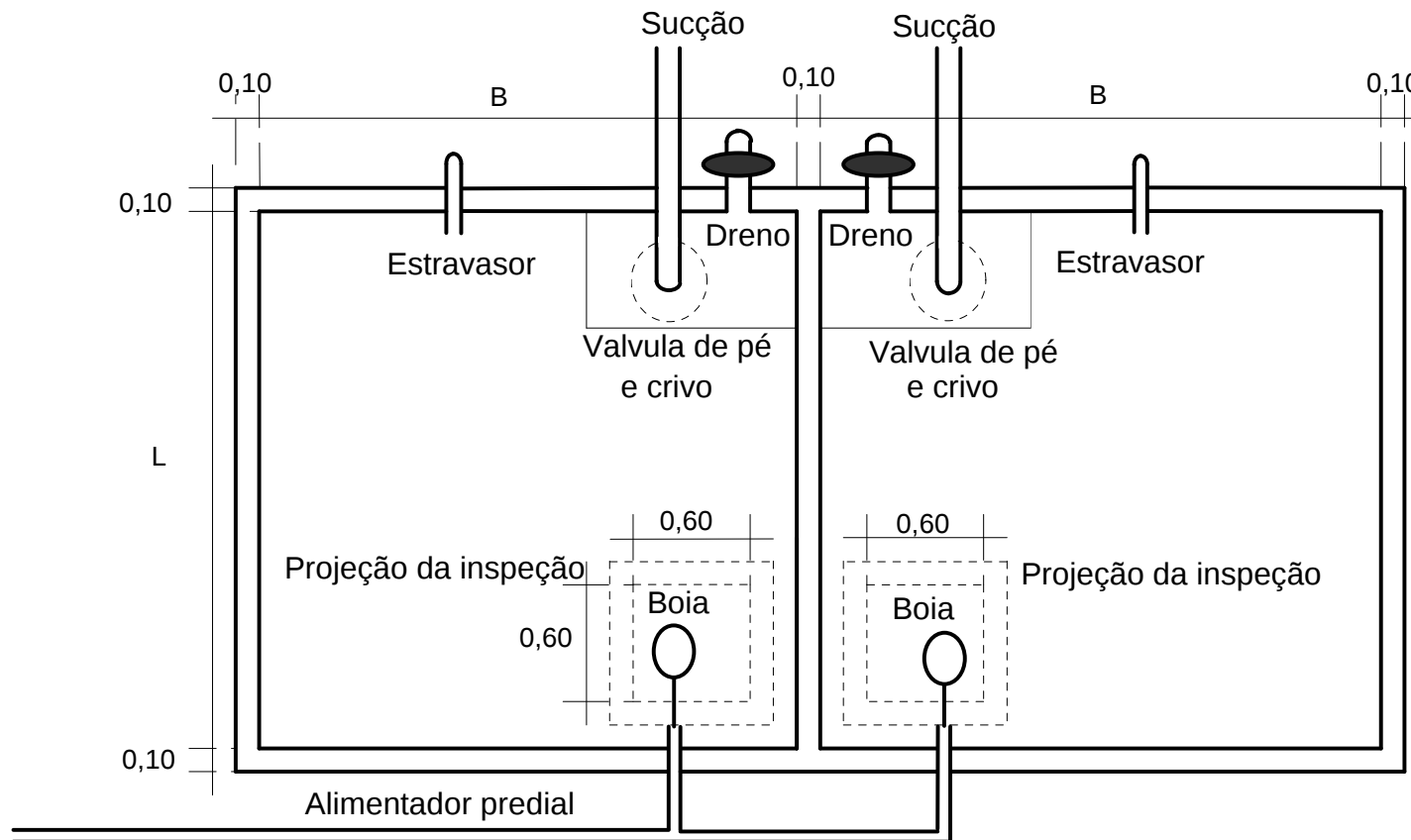
- O arquiteto ou engenheiro reservará área específica para locação do reservatório.

Sistema Elevatório/Detalhes



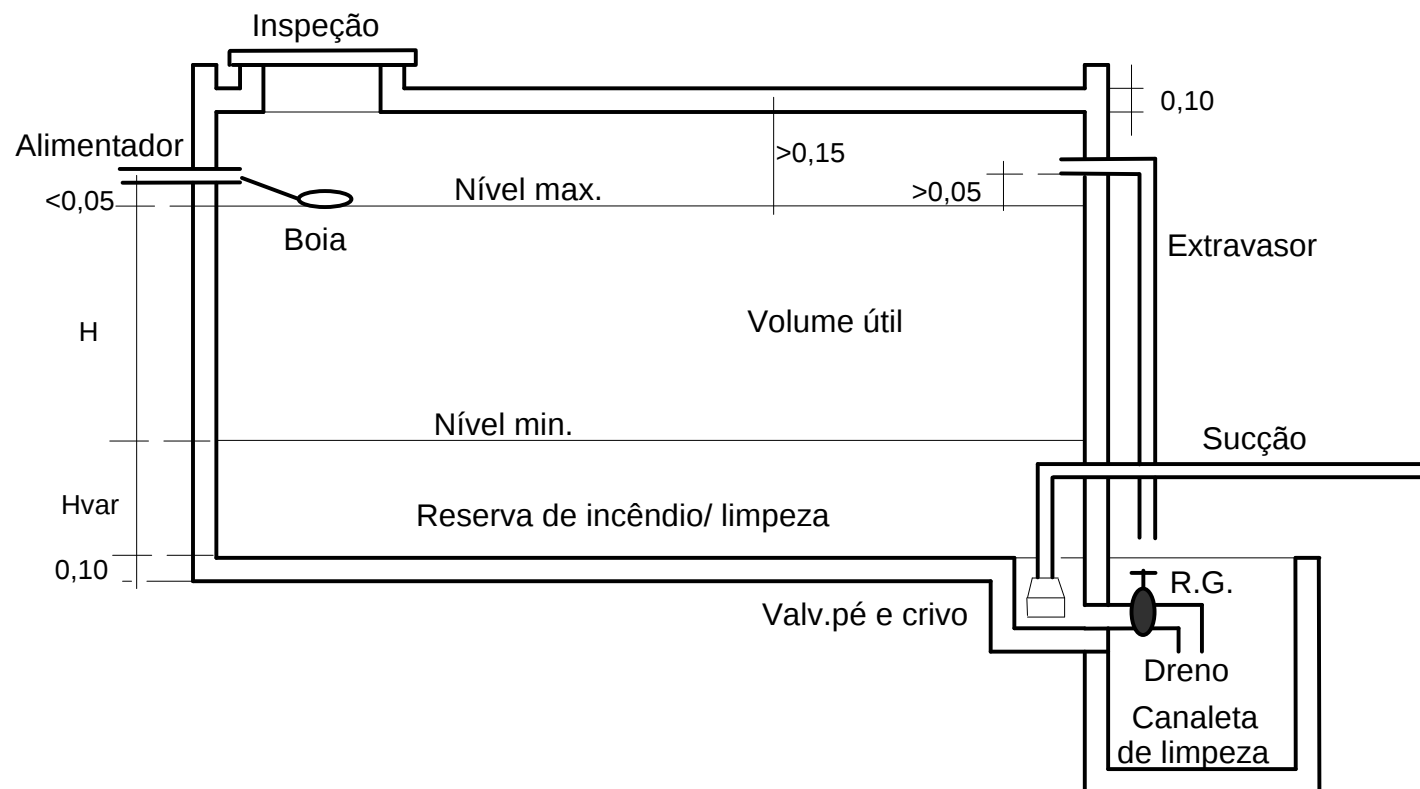
Detalhe Reservatório

Planta do reservatório inferior.



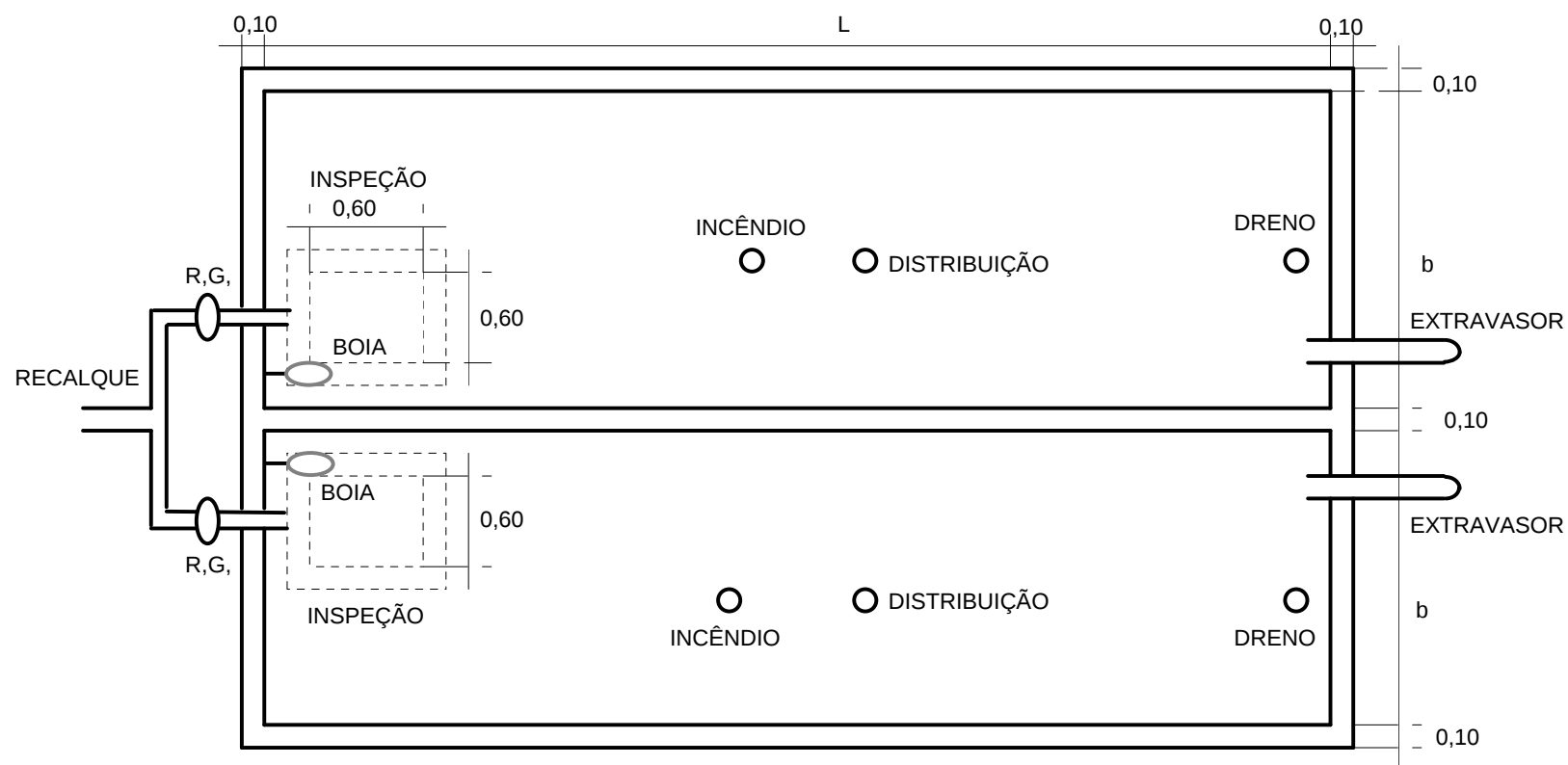
Detalhe Reservatório

Corte do reservatório inferior.



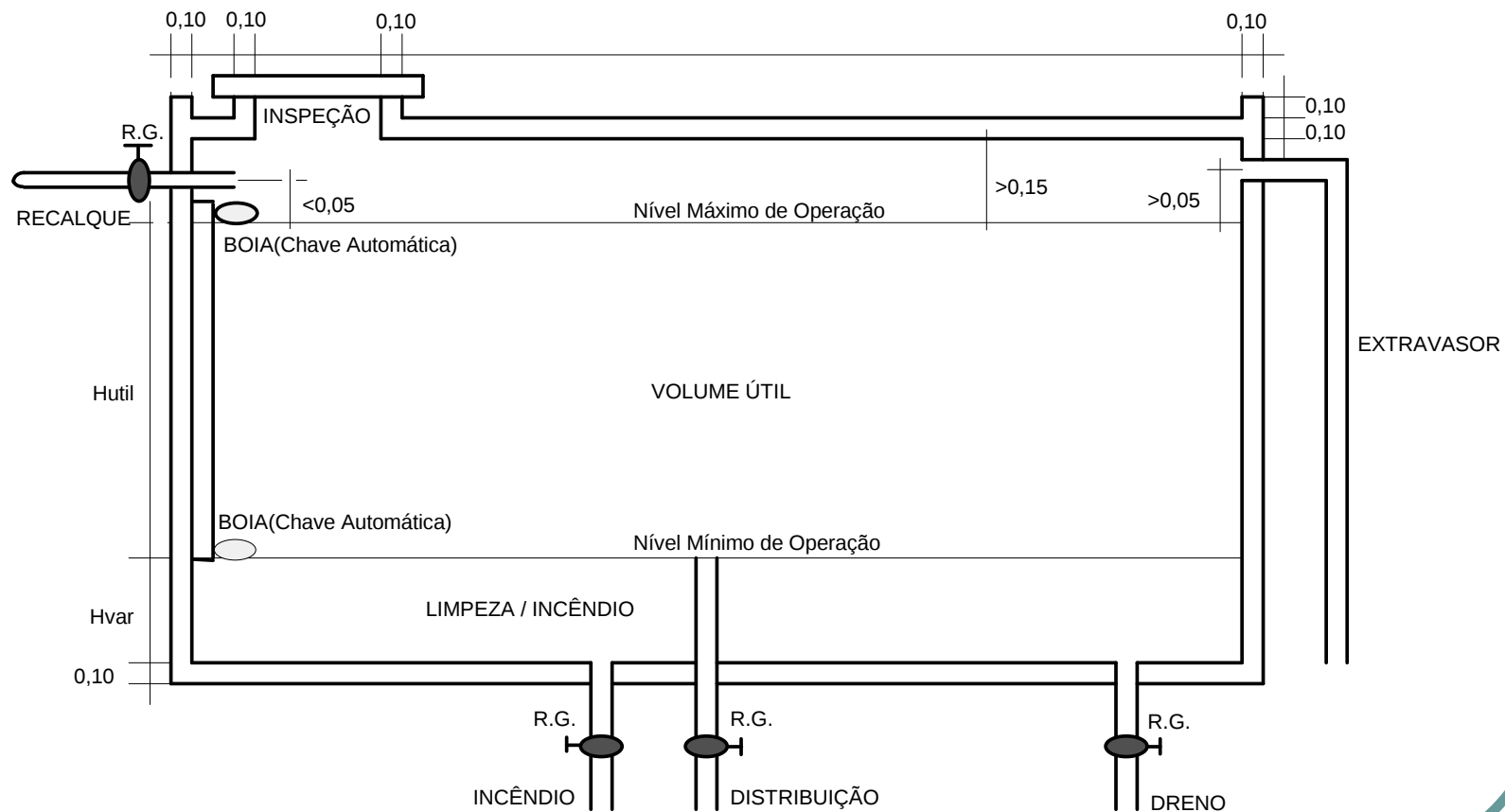
Detalhe Reservatório

Planta do reservatório superior.



Detalhe Reservatório

Corte do reservatório superior.



Sistema Elevatório - Água Fria

- Dimensionamento da Bomba de Recalque
 - Traçar primeiro a isométrica da Instalação de recalque com todas as dimensões;
 - definir a vazão de recalque mínima;
 - NORMA o valor mínimo deve ser de 15% do CD, ou a 6,66h de trabalho do conjunto moto bomba escolhido.

Sistema Elevatório - Água Fria

Canalização de Recalque.

$$\phi_{rec} = 1,3 \cdot \sqrt[4]{X \cdot \sqrt[2]{Q}}$$

onde :

• ϕ_{rec} = diâmetro da tubulação, (m),

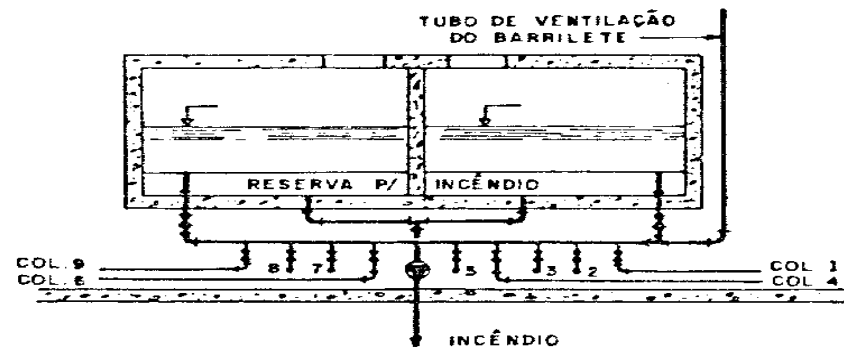
• X = n. de horas trabalhadas/24.

• Q = vazão (m^3/s)

• **Canalização de Sucção:** Para o diâmetro de sucção adota-se diâmetro comercial acima do diâmetro.

Barrilete

- Tubulação que interliga as duas seções do reservatório superior e alimentam as colunas de distribuição.
- Unificado:
 - as ramificações para cada coluna partem diretamente da tubulação que liga as duas seções do reservatório ;
 - cada ramificação para uma determinada coluna correspondente tem o seu registro próprio.

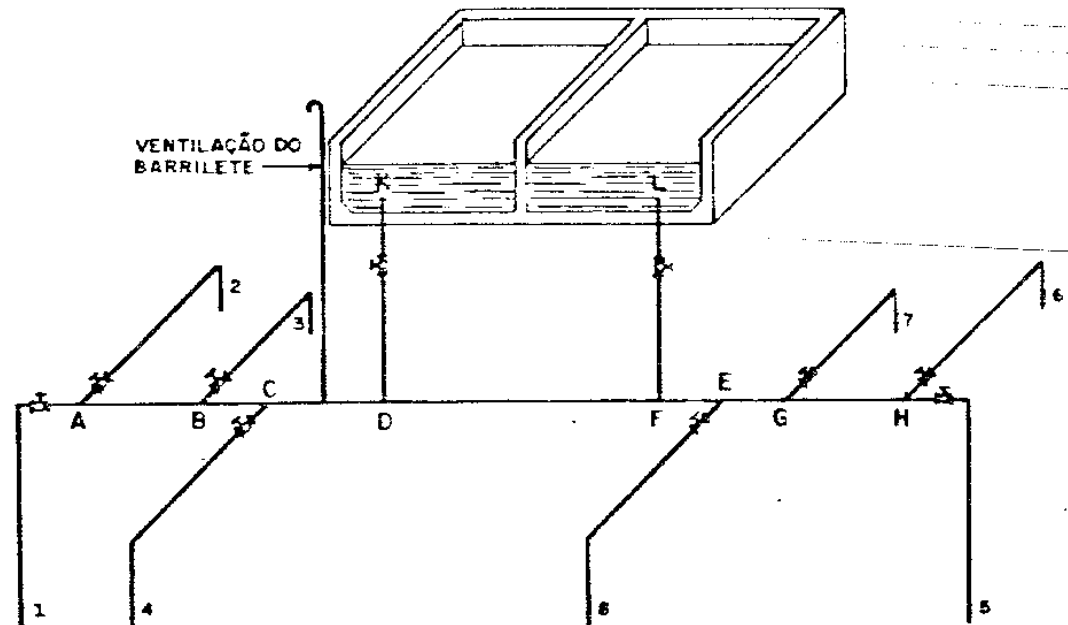


- **VANTAGEM:** isolamento, controle e a manobra de abastecimento, das diversas colunas são feitos num único local da cobertura.

Barrilete

- Ramificado:

- da tubulação que interliga as duas seções, saem ramais , que dão origem a derivações secundárias para as colunas de alimentação.



- **VANTAGEM:** Utiliza-se este tipo de barrilete por razões de economia de encanamento.

Barrilete/Roteiro de Dimensionamento

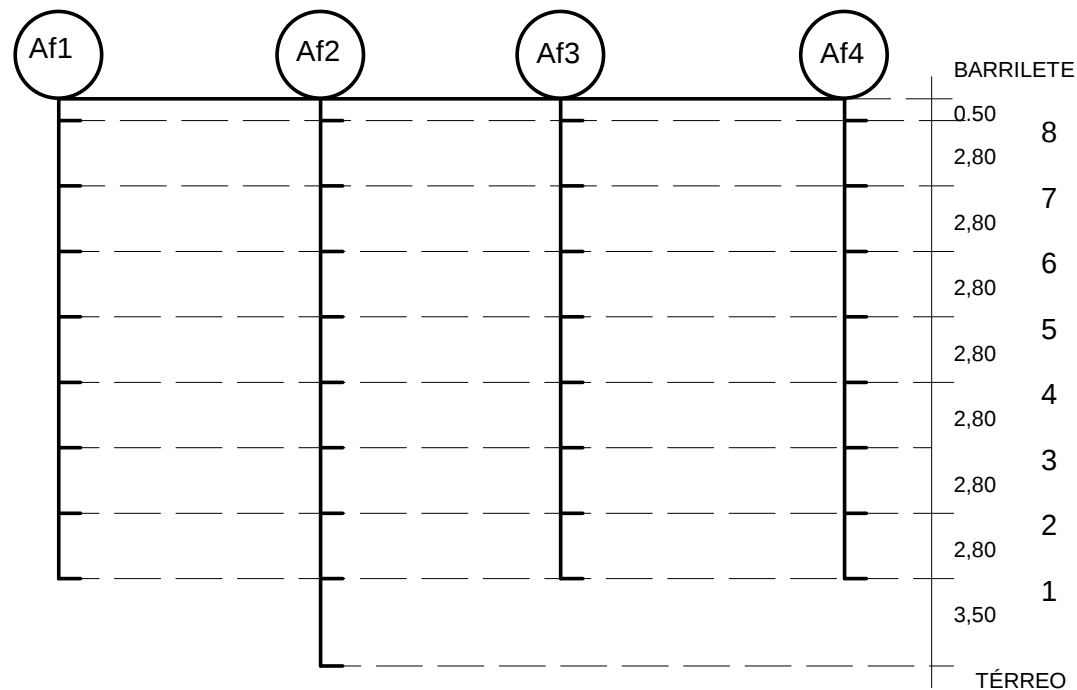
- Depende exclusivamente da localização das colunas de distribuição, que devem estar de comum acordo com a equipe envolvida no projeto global do edifício
 - a) colocar registro no início de cada coluna;
 - b) determine para cada trecho da coluna a ΣP ;
 - c) calcular a vazão nos trechos da coluna ; $Q=0,3 \times \sqrt{\Sigma P}$;
 - d) determine a ΣP para cada trecho do barrilete e em seguida, as vazões nos respectivos trechos;
 - e) adotar $J = 0,08 \text{ m/m} \Rightarrow Q \Rightarrow d \Rightarrow J.\text{real}$;

Barrilete/Roteiro de Dimensionamento

- f) após estimativa dos diâmetros e verificações para o caso mais desfavorável, determinar a altura mínima da água no reservatório (determinar as pressões em todas as derivações do barrilete;
 - Deve-se levar em conta a alimentação do aparelho que apresente a condição mais desfavorável.
- g) determinar a pressão dinâmica mínima ($P/\gamma + z$ = pressão efetiva), no início de cada coluna;
- h) Dmin barrilete: 25 mm.

Coluna de Distribuição

- Derivam do barrilete e após um certo trecho na cobertura, descem verticalmente para alimentar os diversos pavimentos



Coluna de Distribuição

- O dimensionamento é realizado em função:
 - das vazões nos trechos ;
 - dos limites de velocidade ($2,5\text{m/s}$ ou $14\sqrt{D}$), ou considerando uma faixa de velocidade mediana entre $0,6 \sim 1,6 \text{ m/s}$
 - é acompanhado de uma planilha de cálculo.
- Uma mesma coluna pode ter 2 ou mais trechos com diâmetros diferentes, porque a vazão de distribuição diminui à medida que se atinge os pavimentos.

Ramais e Sub-Ramais

- RAMAL: são tubulações derivadas da coluna de alimentação e que servem a conjuntos de aparelhos.
- SUB-RAMAL: são tubulações que ligam os ramais às peças de utilização ou aparelhos sanitários.

Ramais e Sub-Ramais - Dimensionamento

- ◉ De início devemos saber as alturas dos pontos de utilização das peças sanitárias;
- ◉ A seguir traça-se a perspectiva isométrica do compartimento a ser calculado;
- ◉ Adota-se o diâmetro mínimo para os sub-ramais conforme a tabela de diâmetros mínimos para sub-ramais

Ramais e Sub-Ramais - Dimensionamento

☉ a) Máximo consumo possível:

- ☉ determine para cada trecho do ramal a ΣP ;
- ☉ calcular a vazão nos trechos do ramal: $Q=0,3 \times \sqrt{\Sigma P}$;
- ☉ adoto os diâmetros do ramal utilizando a tabela 4.

Ou

☉ b) Seção Equivalente:

- ☉ Determino os diferentes diâmetros dos ramais utilizando a tabela 6.

Ramais e Sub-Ramais - Dimensionamento

• Verificar as pressões nas peças sanitárias utilizando os diâmetros dos ramais e sub - ramais, por qualquer um dos procedimentos acima a ou b, respeitando a pressão mínima de cada peça sanitária.

• (posso utilizar planilha excel)

• Não sendo obtida as pressões mínimas, modifico os diâmetros dos ramais e/ou sub - ramais para atender a pressão mínima de cada peça sanitária.

• (geralmente verifica-se para o caso mais crítico)

Fim

Pontos de Utilização - Vazões e Pesos Relativos

Pontos de Utilização	Vazão (litro/s)	Peso
Bebedouro	0,05	0,1
Bica de banheira	0,30	1,0
Bidê	0,10	0,1
Caixa de descarga para peça não aspirante	0,15	0,3
chuveiro	0,20	0,5
Máquina de lavar prato ou roupa	0,30	1,0
Torneira ou misturador de lavatório - Água fria	0,20	0,5
Torneira ou misturador de pia de cozinha - Água fria	0,25	0,7
Torneira de pia de despejos ou de tanque	0,30	1,0
Válvula de descarga para bacia sanitária	1,90	40,0
Válvula de descarga para mictório auto aspirante	0,50	2,8
Válvula de descarga para mictório não aspirante	0,15	0,3



Pontos de Utilização -Pressões Dinâmicas ou Estáticas

Pontos de Utilização	Pressão [Kpa] ^(A)			
	Dinâmica		Estática	
	Mín	Máx	Mín	Máx
Aquecedor a gás	20	—	—	—
Aquecedor elétrico de alta pressão	5	400	10	400
Aquecedor elétrico de baixa pressão	5	40	10	50
Bebedouro	20	400	—	—
Chuveiro de diâmetro nominal 15 mm	20	400	—	—
Chuveiro de diâmetro nominal 20 mm	10	400	—	—
Torneira de água fria	5	400	—	—
Torneira de água quente	10	—	—	—
Torneira de bóia para caixa de descarga com diâmetro nominal 20 mm	5	400	—	—
Torneira de bóia para reservatórios	5	400	—	—
Válvula e descarga de alta pressão	(B)	(B)	(C)	400
Válvula de descarga de baixa pressão	12	—	20	(C)



Pontos de Utilização -Pressões Dinâmicas ou Estáticas

Pontos de Utilização	Pressão [Kpa] ^(A)			
	Dinâmica		Estática	
	Mín	Máx	Mín	Máx
Aquecedor a gás	20	—	—	—
Aquecedor elétrico de alta pressão	5	400	10	400
Aquecedor elétrico de baixa pressão	5	40	10	50
Bebedouro	20	400	—	—
Chuveiro de diâmetro nominal 15 mm	20	400	—	—
Chuveiro de diâmetro nominal 20 mm	10	400	—	—
Torneira de água fria	5	400	—	—
Torneira de água quente	10	—	—	—
Torneira de bóia para caixa de descarga com diâmetro nominal 20 mm	5	400	—	—
Torneira de bóia para reservatórios	5	400	—	—
Válvula e descarga de alta pressão	(B)	(B)	(C)	400
Válvula de descarga de baixa pressão	12	—	20	(C)



Consumo Diário

Tipo da Edificação	Unidade	Consumo (litro / dia)
Apartamento	capital	200
Apartamento Luxo	dormitório	300 - 400
	Quarto empregada	200
Residência Luxo	capital	300 - 400
Residência Médio Valor	capital	150
Residência Popular	capital	120 - 150
Alojamento Provisório Obra	capital	80
Apartamento de Zelador	capital	600 - 1000
Edifício de Escritório	ocupante real	50 - 80
Escola - Internato	capital	150
Escola - Externato	aluno	50
Extraído de Macintyre, A.J. - Instalações Hidráulicas - Rio de Janeiro, Guanabara Dois, 1982.		

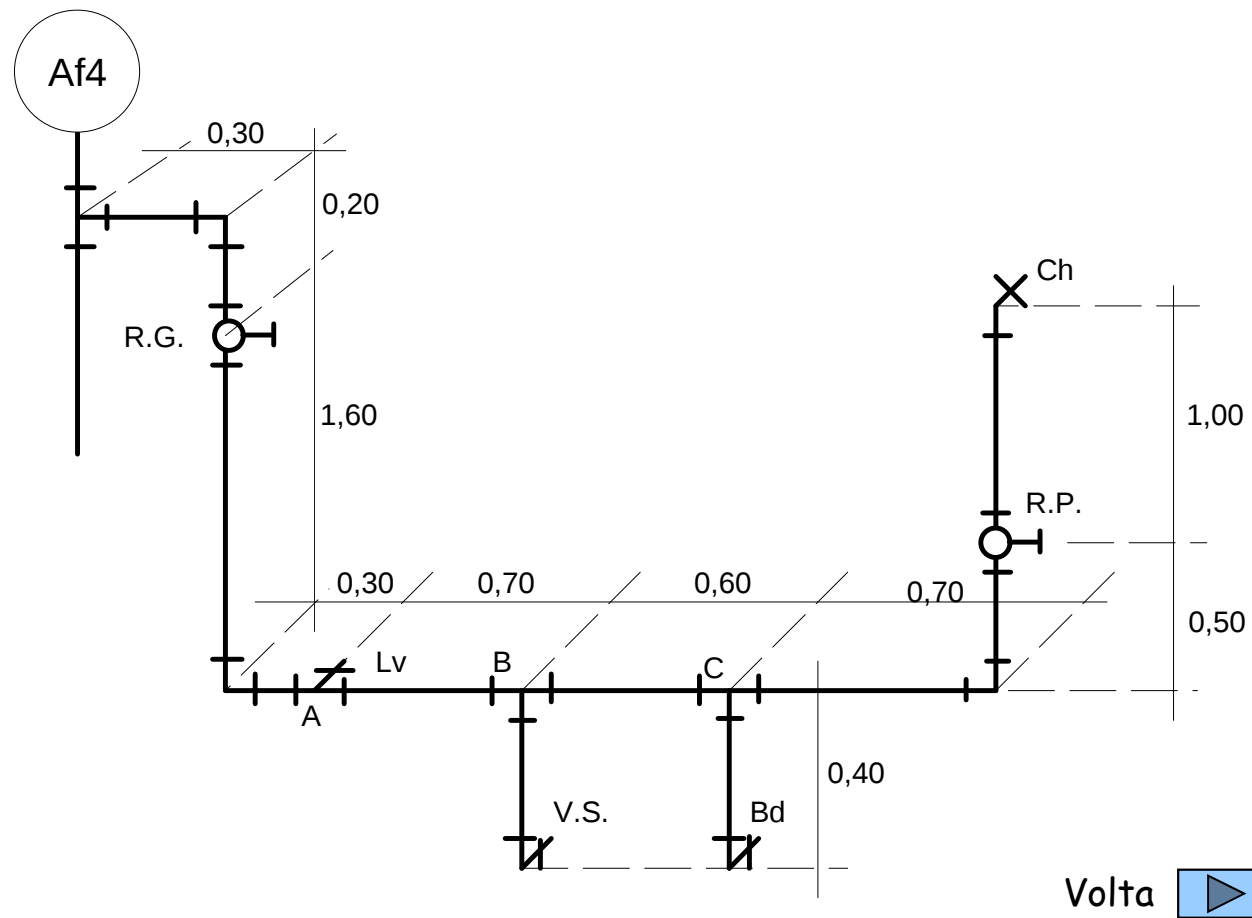
Volta 

Altura dos Pontos de Utilização

Válvula de descarga	1,10 m
Caixa tipo Montana	2,00 m
Caixa tipo acoplada ao vaso	
Banheira	0,55 m
Bidê	0,30 m
Chuveiro	2,00 a 2,20 m
Lavatório	0,60 m
Máquina de lavar	0,75 m
Tanque	0,90 m
Filtro	2,00 m
Pia de cozinha	1,00 m

Volta 

Isométrica



Diâmetros Mínimos

Ponto de Utilização	Diâmetro nominal	
	[mm]	(pol)
Aquecedor de alta pressão	15	1/2
Aquecedor de baixa pressão	20	3/4
Banheiro	15	1/2
Bebedouro	15	1/2
Bidê	15	1/2
Caixa de descarga	15	1/2
Chuveiro	15	1/2
Filtro de pressão	15	1/2
Lavatório	15	1/2
Máquina de lavar roupa ou prato	20	3/4
Mictório auto aspirante	25	1
Mictório não aspirante	15	1/2
Pia de cozinha	15	1/2
Tanque de despejo ou de lavar roupa	20	3/4
Válvula de descarga	32(A).	11/4

Volta 

Velocidades e Vazões Máximas - Tabela 04

DIÂMETRO NOMINAL		VELOCIDADE MÁXIMA	VAZÃO MÁXIMA
DN	(Ref)		
mm	(-)	M/S	l/s
15	(1/2)	1,60	0,20
20	(2/3)	1,95	0,6
25	(1)	2,25	1,2
32	(1.1/4)	2,50	2,5
40	(1.1/2)	2,50	4,0
50	(2)	2,50	5,7
60	(2.1/2)	2,50	8,9
75	(3)	2,50	12
100	(4)	2,50	18
125	(5)	2,50	31
150	(6)	2,50	40

Volta 

Seções Equivalentes

Diâmetro dos canos (pol.)	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4
Nº de canos de 1/2 com a mesma capacidade	1	2,9	6,2	10,9	17,4	37,8	65,5	110,5	189

Volta 

Planilha Excel

	Peso	Peso							Perda	Perda		Pressão	Pressão
Trecho	Unit.	Acum.	Vazão	Diâm.	Veloc.	Desenv	Compr	Compr	Carga	Carga	Desn.	Disp.	Jusante
			(l/s)	(mm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(mca)	(m)	(mca)	(mca)
8 - A		1,4	0,35	20	1,13	2,40	2,88	5,28	0,1788	0,94	1,80	1,45	2,31
A - B		0,8	0,27	20	0,85	0,70	1,25	1,95	0,1149	0,22	0,00	2,31	2,08
B - C		0,6	0,23	20	0,74	0,60	1,25	1,85	0,0915	0,17	0,00	2,08	1,91
A - Lv	0,5	0,5	0,21	20	0,68	0,00	0,00	0,00	0,0792	0,00	0,00	2,31	2,31
B - Vs	0,3	0,3	0,16	20	0,52	0,40	0,70	1,10	0,0529	0,06	0,40	2,08	2,42
C - Bd	0,1	0,1	0,09	20	0,30	0,40	0,70	1,10	0,0222	0,02	0,40	1,91	2,29
C - Ch	0,5	0,5	0,21	20	0,68	2,20	8,10	10,30	0,0792	0,82	-1,50	1,91	-0,40

Volta 

Planilha Excel

	Peso	Peso				Compr.	Compr.	Compr.	Perda	Perda		Pressão	Pressão
Trecho	Unit.	Acum.	Vazão	Diâm.	Veloc.	Desenv.	Equiv.	Total	Carga	Carga	Desn.	Disp.	Jusante
			(l/s)	(mm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	Unitário	Total	(m)	(mca)	(mca)
8 - A		1,4	0,35	32	0,44	2,40	4,83	7,23	0,0259	0,19	1,80	1,45	3,06
A - B		0,8	0,27	32	0,33	0,70	2,08	2,78	0,0167	0,05	0,00	3,06	3,02
B - C		0,6	0,23	25	0,47	0,60	1,66	2,26	0,0366	0,08	0,00	3,02	2,93
A - Lv	0,5	0,5	0,21	20	0,68	0,00	0,00	0,00	0,0792	0,00	0,00	3,06	3,06
B - Vs	0,3	0,3	0,16	20	0,52	0,40	0,70	1,10	0,0529	0,06	0,40	3,02	3,36
C - Bd	0,1	0,1	0,09	20	0,30	0,40	0,70	1,10	0,0222	0,02	0,40	2,93	3,31
C - Ch	0,5	0,5	0,21	25	0,43	2,20	10,08	12,28	0,0317	0,39	-1,50	2,93	1,04

Volta 

Perda de Carga

Perda de Carga

Fórmulas de Fair Whipple-Hsiao

As fórmulas de Fair Whipple-Hsiao, recomendadas para tubulações de pequeno diâmetro, variando entre 15mm e 50mm, são dadas por:

- para tubo de aço galvanizado, água a 20°C;

$$Q = 27,113 J^{0,552} D^{2,925} \quad \text{ou} \quad J = 0,002021 \frac{Q^{1,881}}{D^{4,881}}$$

Sendo Q em m³/s e J em m/m e D em metros.

- para tubo de cobre / PVC, água a 20°C;

$$Q = 55,934 J^{0,575} D^{2,754} \quad \text{ou} \quad J = 0,00085 \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$$

Sendo Q em m³/s e J em m/m e D em metros.

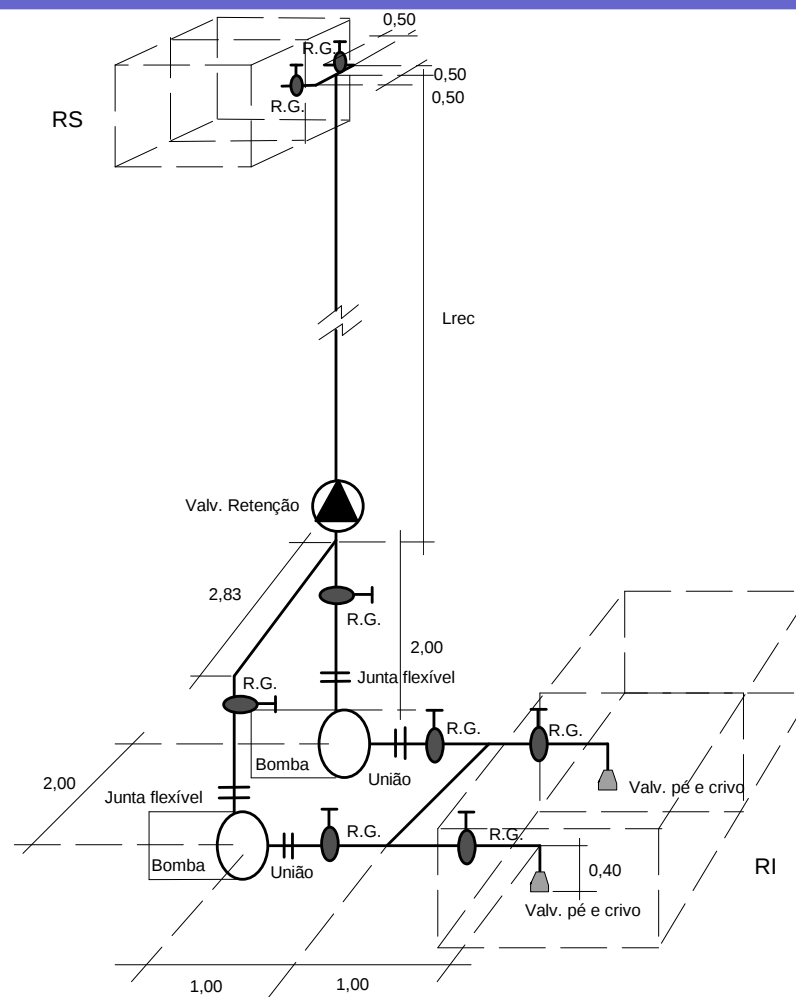
- para tubo de cobre, água quente;

$$Q = 63,281 J^{0,575} D^{2,754} \quad \text{ou} \quad J = 0,0007 \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$$

Sendo Q em m³/s e J em m/m e D em metros

Volta 

Sistema Elevatório - Água Fria



Volta 