

NOTAS DE AULA
INSTALAÇÃO HIDRÁULICA
ÁGUA FRIA

Organizadora - Profa: Dib Gebara

INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS

I - NOÇÕES GERAIS DE INSTALAÇÕES PREDIAIS

- Instalações no contexto geral das disciplinas.
- As interdependências entre as instalações.
- Noções teóricas necessárias para desenvolvimento dos projetos de:
 - Instalações prediais de água fria;
 - Instalações prediais de esgoto sanitário;
 - Instalações prediais de águas pluviais;
 - Instalações prediais de prevenção e combate à incêndio;
 - Instalações prediais de água quente.

A disciplina tem como pré-requisitos Hidráulica I, Desenho Técnico I e II, indispensáveis no aproveitamento adequado das técnicas de projeto e dimensionamento das instalações hidráulicas prediais. Apesar de não constar como pré-requisito, exige-se do aluno conhecimento prévio em Resistência dos Materiais, Teoria das Estruturas, Materiais de Construção e Hidrologia Básica, necessário para aprimorar as técnicas de projeto.

A noção espacial é fundamental no dimensionamento das instalações, porque as canalizações das instalações **de água fria não devem ser locadas o mesmo ponto das canalização de esgoto, águas pluviais, etc.** Se a canalização for embutida, é preciso ter noção das dimensões da parede e das canalizações para cruzar, sobrepor ou simplesmente atravessar.

A noção teórica necessária está no domínio das equações fundamentais da hidráulica, como manometria, continuidade, Bernouilli, energia, quantidade de movimento, perda de carga. Além desta, as equações experimentais como de Darcy-Weissbach, Hazen-Williams, Flammant, Fair-Whipple-Hsiao, Manning e outras noções como perda localizada, comprimento equivalente, cavitação, associação de bombas são requisitos indispensáveis no projeto e dimensionamento.

Para cada modalidade de instalação, é exigido conhecimentos específicos para projetar adequadamente. O projeto adequado deve ser funcional e racional ao mesmo tempo, traduzindo em eficiência no funcionamento e economia na execução.

I.1. - Exemplos Ilustrativos:

- 1) Na Figura 1.pode-se observar a interdependência entre sistemas de distribuição de água de abastecimento e sistemas de esgotamento de água servida e águas pluviais de uma malha urbana com as instalações hidráulicas prediais confinadas em cada lote que compõe a quadra.

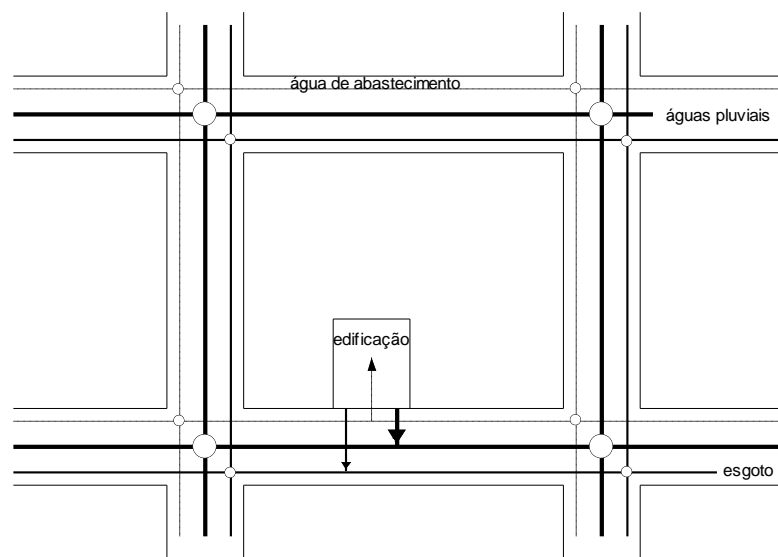
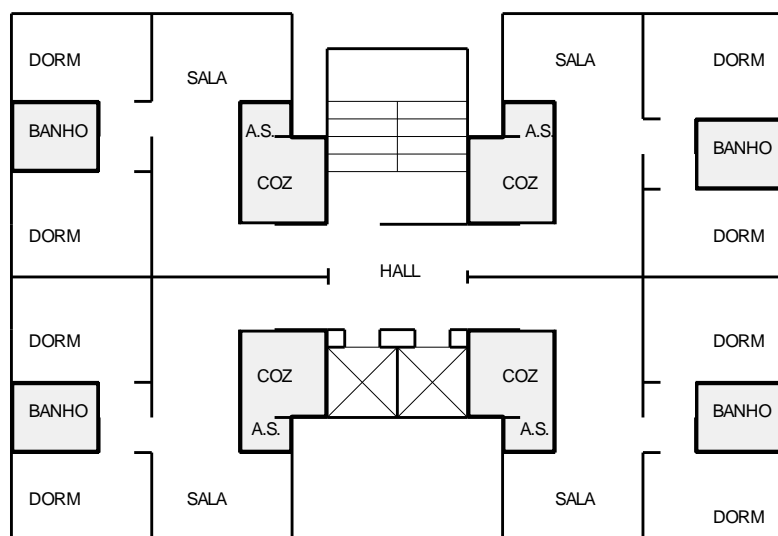


Fig.01 - Sistema hidráulico existente externamente ao limite do terreno .

2) Na Figura 2 observa-se que, dentro de uma edificação existem várias áreas de utilização de água e geração de esgoto, e também haverá vários pontos de coleta de águas pluviais na cobertura da edificação.



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

3) Na Figura 3, é mostrado em detalhe uma das áreas de utilização de água numa edificação.

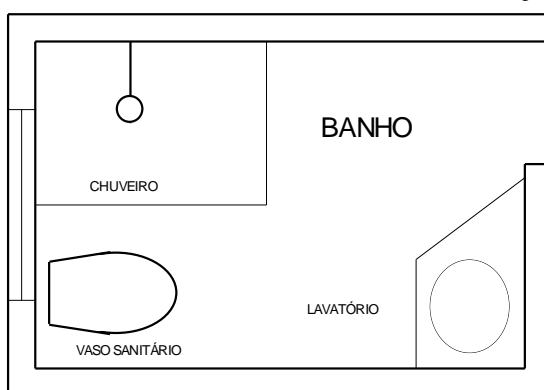


Fig.03 - Detalhe de uma área de utilização

II. - INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA

II.1. - OBJETIVOS

Para uma instalação predial de Água Fria estar bem projetada é necessário que:

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

II.2. - ETAPAS DE PROJETO

- **Concepção do projeto:** é a etapa mais importante do projeto pois são definidos nesta fase o tipo do prédio, pontos de utilização, o sistema de abastecimento e distribuição, localização dos reservatórios, etc;
- **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.

II.3. - SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO

II.3.1. - SISTEMA DIRETO

Abastecimento das peças de utilização é feito diretamente com água da rede de distribuição sem reservação.

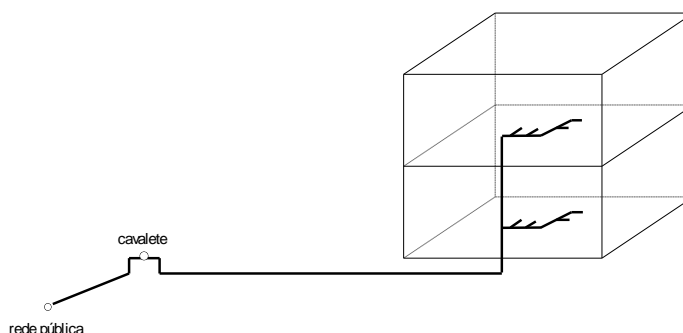


fig.04 - Sistema de distribuição direto.

As vantagens são : água de melhor qualidade; maior pressão disponível; menor custo de instalação.
 As desvantagens são : falta de água no caso de interrupção; grande variação de pressão ao longo do dia; limitação de vazão; maior consumo; etc

II.3.2. - SISTEMA INDIRETO

Abastecimento das peças de utilização é feito através de reservatório de armazenamento da edificação.

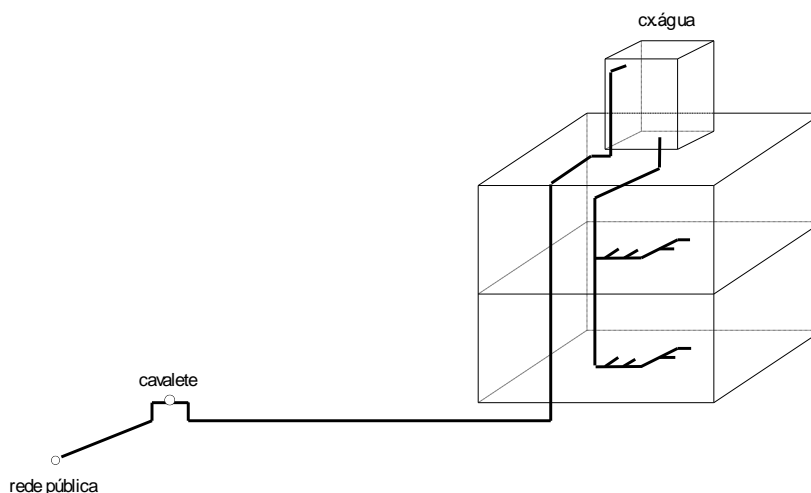


Fig.05 - Sistema de distribuição indireto.

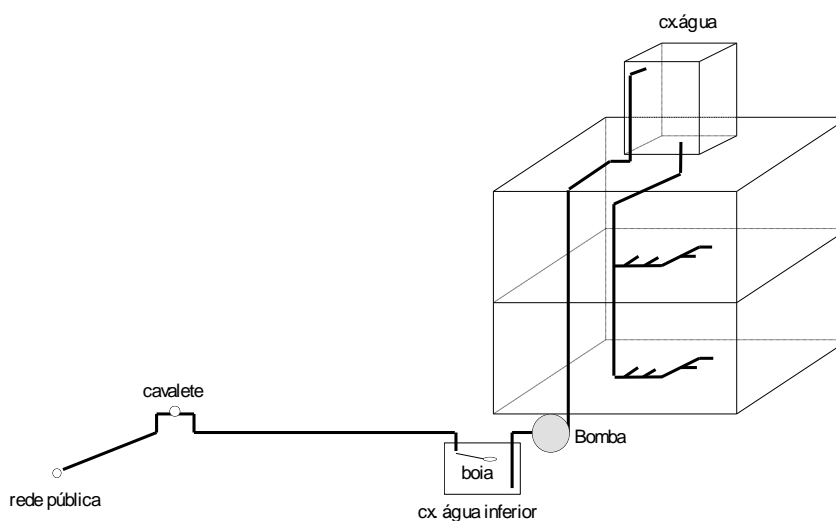


Fig.06 - Sistema de distribuição indireto com bombeamento.

As vantagens são : 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.

As desvantagens são : possibilidade de contaminação da água reservada; menores pressões; maior custo de instalação.

II.3.3. - SISTEMA MISTO:

Algumas peças de utilização são ligadas com águas provenientes da rede e outras do reservatório ou de ambos. Normalmente, pias de cozinha, lavatórios e chuveiros tem duas alimentações.

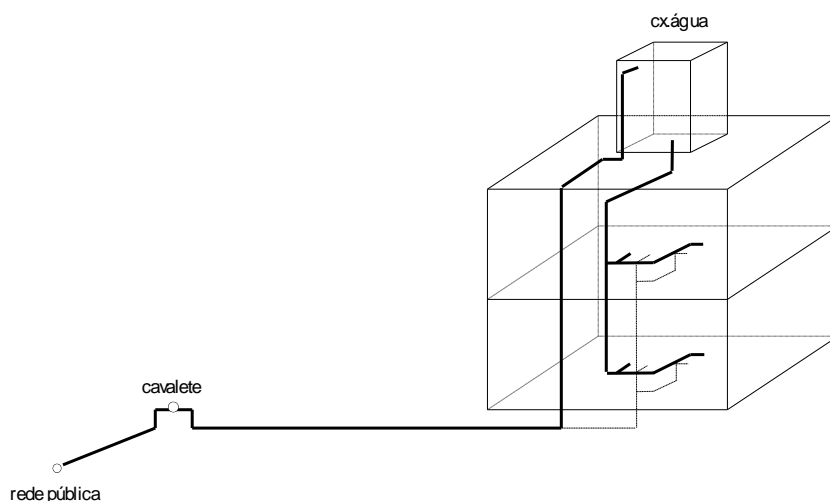


Fig.07 - Sistema de distribuição misto.

As vantagens são : água de melhor qualidade; fornecimento contínuo de água; permite a instalação de válvula de descarga.

A desvantagem : fica por conta do maior custo de instalação.

II.3.4. - HIDRO-PNEUMÁTICO

Os pontos de utilização são abastecidos por um conjunto pressurizador, sem reservação especial.

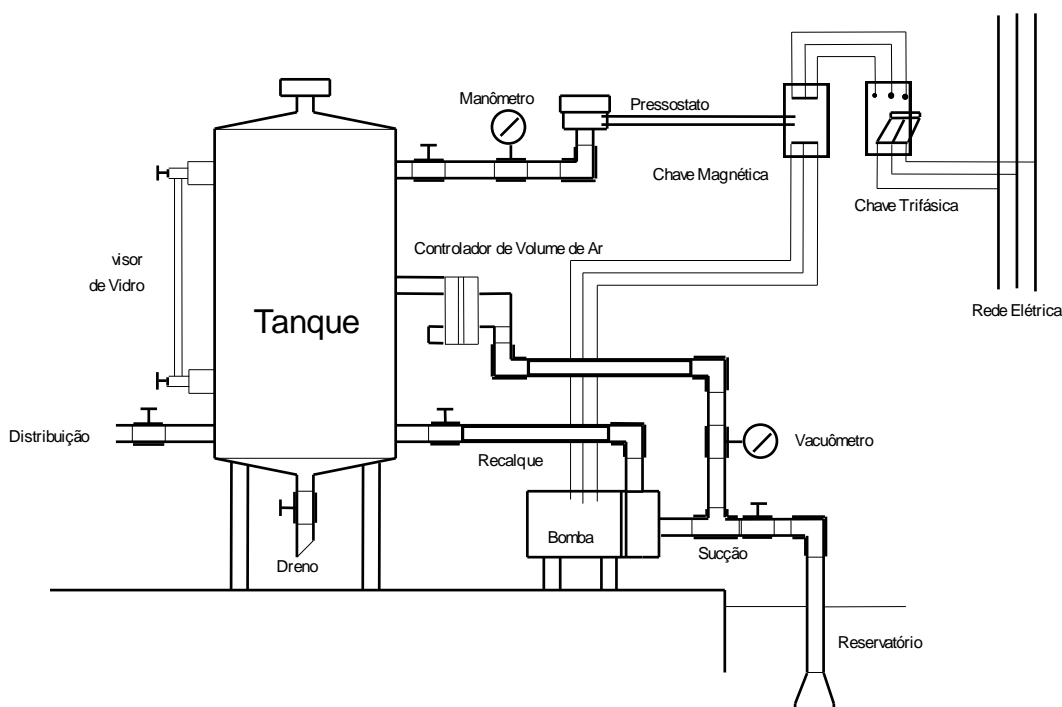


Fig.08 - Sistema hidropneumático.

II.4. - PARTES CONSTITUINTES DE UMA INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA

De acordo com a NBR-5626 são definidas as partes constituintes de uma instalação predial de água fria:

- **ALIMENTADOR PREDIAL:** tubulação compreendida entre o ramal predial e a primeira derivação ou válvula de flutuador de reservatório;
- **AUTOMÁTICO DE BÓIA:** dispositivo instalado no interior de um reservatório para permitir o funcionamento automático da instalação elevatória entre seus níveis operacionais extremos;
- **BARRILETE:** conjunto de tubulações que se origina no reservatório e do qual se derivam as colunas de distribuição;
- **COLUNA DE DISTRIBUIÇÃO:** tubulação derivada do barrilete e destinada a alimentar ramais;
- **EXTRAVASOR:** tubulação destinada a escoar os eventuais excessos de água dos reservatórios e das caixas de descarga;
- **INSTALAÇÃO ELEVATÓRIA:** conjunto de tubulações, equipamentos e dispositivos destinados a elevar a água para o reservatório de distribuição;
- **LIGAÇÃO DE APARELHO SANITÁRIO:** tubulação compreendida entre o ponto de utilização e o dispositivo de entrada no aparelho sanitário;
- **PEÇA DE UTILIZAÇÃO:** dispositivo ligado a um sub-ramal para permitir a utilização da água;
- **PONTO DE UTILIZAÇÃO:** extremidade de jusante do sub-ramal;
- **RAMAL:** tubulação derivada da coluna de distribuição e destinada a alimentar os sub-ramais;
- **RAMAL PREDIAL:** tubulação compreendida entre a rede pública de abastecimento e a instalação predial;
- **REDE PREDIAL DE DISTRIBUIÇÃO:** conjunto de tubulações constituído de barriletes, colunas de distribuição, ramais e sub-ramais, ou de alguns destes elementos;
- **RESERVATÓRIO HIDROPNEUMÁTICO:** reservatório para ar e água destinado a manter sob pressão a rede de distribuição predial;
- **RESERVATÓRIO INFERIOR:** reservatório intercalado entre o alimentador predial e a instalação elevatória, destinada a reservar água e a funcionar como de sucção da instalação elevatória;
- **RESERVATÓRIO SUPERIOR:** reservatório ligado ao alimentador predial ou a tubulação de recalque, destinado a alimentar a rede predial de distribuição;
- **SUB-RAMAL:** tubulação que liga o ramal à peça de utilização ou à ligação do aparelho sanitário;
- **TRECHO:** comprimento de tubulação entre duas derivações ou entre uma derivação e a última conexão da coluna de distribuição;
- **TUBULAÇÃO DE RECALQUE:** tubulação compreendida entre o orifício de saída da bomba e o ponto de descarga no reservatório de distribuição;
- **TUBULAÇÃO DE SUCCÃO:** tubulação compreendida entre o ponto de tomada no reservatório inferior e o orifício de entrada da bomba;
- **VÁLVULA DE DESCARGA:** válvula de acionamento manual ou automático, instalada no sub-ramal de alimentação de bacias sanitárias ou de mictórios, destinada a permitir a utilização da água para suas limpezas;

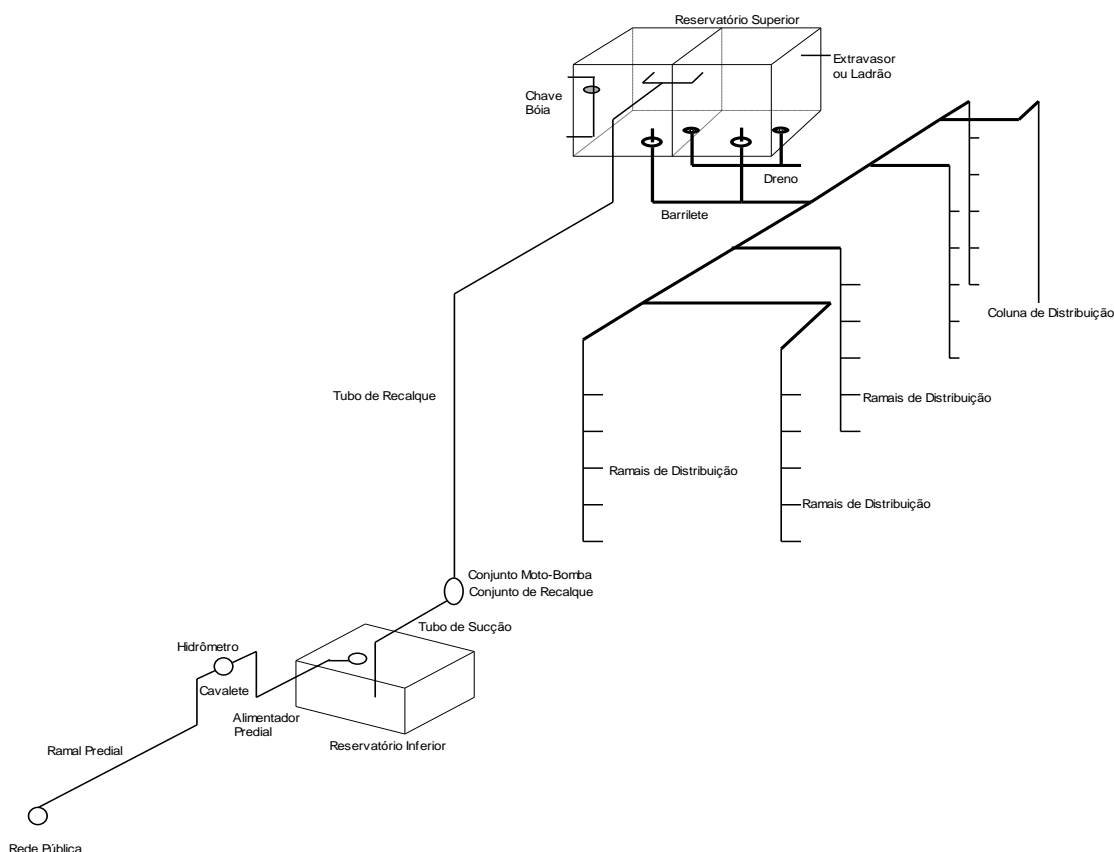


Fig.09 - Partes constituintes de uma instalação predial de água fria.

II.5. - CONSIDERAÇÕES GERAIS

II.5.1. - MATERIAL E PRESSÃO

De acordo com a NBR-5626 os tubos e conexões que constituem uma instalação predial de água fria podem ser de aço galvanizado, cobre, ferro fundido ($f_o f_o$), PVC, ou de outro material de tal modo que satisfaça a condição de que a pressão de serviço não seja superior à pressão estática no ponto considerado, somada à sobrepressão devido ao golpe de aríete.

sobrepressão : <20m.c.a (200kPa)

pressão estática mínima : <40m.c.a (400kPa)

pressão mínima de serviço : >0,5m.c.a (5kPa)

Quem provoca valores elevados de sobrepressão numa instalação de água fria geralmente é a válvula de descarga, desta maneira a NORMA recomenda a não utilização desta. Caso necessária, recomenda que se dimensione uma coluna exclusiva para atender as válvulas de descarga.

II.5.2. - VELOCIDADE

Não poderá a canalização ter velocidade superior a $14\sqrt{D}$ ou 2,5m/s a fim de não se produzirem ruídos excessivos. Quanto à velocidade mínima nada se recomenda.

2.5.3 - RETROSSIFONAGEM

O refluxo de águas servidas, poluídas ou contaminadas, para o sistema de consumo em decorrência de pressões negativas, denomina-se retrossifonagem.

Quase todos os aparelhos sanitários são capazes de possibilitar a ocorrência desse refluxo. No entanto hoje em dia, face aos avanços tecnológicos, pode ocorrer com mais frequência somente em vasos sanitários e bidets. Para que seja evitado tal problema, a NBR-5626 apresenta as seguintes recomendações, no caso de se ter um sistema indireto por gravidade:

- Os aparelhos passíveis de provocar retrossifonagem podem ser instalados em coluna, barrilete e reservatório comuns a outros aparelhos ou peças, desde que seu sub-ramal esteja protegido por dispositivo quebrador de vácuo, nas condições previstas para sua instalação;
- 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 a aparelho passível de provocar retrossifonagem;
 - ter sua extremidade livre acima do nível máximo admissível do reservatório superior.

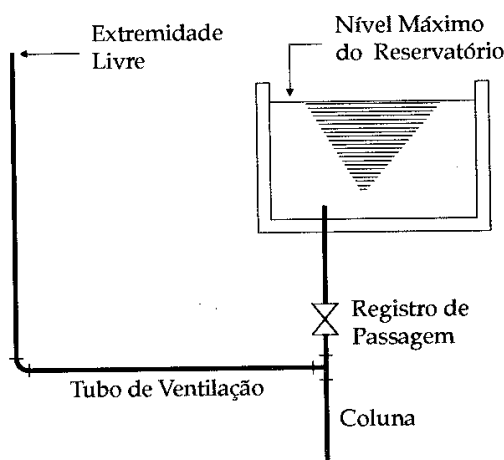


Fig.10 - Retrossifonagem

- A alimentação do sub-ramal, que alimenta aparelhos passíveis de provocarem retrossifonagens, deve ser feita de um ponto da coluna no mínimo a 0,40 m acima da borda de transbordamento do aparelho servido.

II.6 - ESTIMATIVA DE CONSUMO

Nas instalações prediais de água fria deverão ser considerados os consumos ou vazões relacionadas da seguinte forma:

Consumo médio diário (CD) = valor médio do volume de água a ser utilizado na edificação em 24 horas.

Este valor é utilizado no dimensionamento do ramal predial, hidrômetro, ramal de alimentação, conjunto moto-bomba para recalque e reservatórios.

A estimativa deste volume é feita com a utilização do consumo "per capita" para diferentes tipos de ocupações atribuídas à edificação.

Tab.01. - Estimativa de Consumo Diário de Água

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
Escola - Semi Internato	aluno	100
Hospital e Casa de Saúde	leito	250
Hotel c/ Cozinha, Lavanderia	hóspede	250 - 350
Hotel s/ Cozinha, Lavanderia	hóspede	120
Lavanderia	Kg roupa seca	30
Quartel	soldado	150
Cavalaria	cavalo	100
Restaurante	refeição	25
Mercado	m ² de área	5
Garagem e Posto de Serviço	automóvel	100
Rega de Jardim	m ² de área	1,5
Cinema e Teatro	lugar	2
Igreja	lugar	2
Ambulatório	capita	25
Creche	capita	50
Fábrica - Uso Pessoal	operário	70 - 80
Fábrica c/ Restaurante	operário	100
Usina de Leite	litro de leite	5
Matadouro	grande animal	300
	pequeno animal	150
Extraído de Macintyre, A.J. - Instalações Hidráulicas - Rio de Janeiro, Guanabara Dois, 1982.		

O consumo diário poderá ser calculado utilizando a equação 1 dada abaixo:

$$CD = P \times \text{consumo per - capita} \quad (1)$$

onde:

P = população ocupante da edificação.

A população ocupante poderá ser calculada utilizando os seguintes critérios:

1º critério: 5 pessoas por unidade residencial, caso de residência térrea;

2º critério: 2 pessoas por dormitório + 1 pessoa por dormitório de empregada, em caso de prédios de apartamentos;

3º critério: código de obra de São Paulo, baseado em lotação máxima de ocupação das edificações, como segue:

- Escritório: 1 pessoa / 9 m²
- Lojas: 1 pessoa / 3 m²
- Depósitos: 1 pessoa / 10 m²
- Oficinas: 1 pessoa / 9 m²
- Hotéis: 1 pessoa / 15 m²
- Hospitais e consultórios: 1 pessoa / 15 m²
- Escolas: 1 pessoa / 15 m²

Para ilustrar esta questão, será dimensionado um edifício que servirá de exemplo piloto de dimensionamento de todas etapas de uma instalação hidráulica predial.

Dados: Um edifício residencial de apartamento:

- N^o de pavimentos: 8
- N^o de apartamento por andar: 2
- N^o de dormitórios por apartamento: 2

Utilizando a equação (1) e substituindo o valor encontrado na Tabela.1, consumo "per capita" para apartamento, tem-se:

$$CD = P \times 200 \text{ l / dia}$$

A população é estimada através do 2º critério, resultando em:

$$P = \frac{8 \text{ and}}{\text{and}} \times \frac{2 \text{ apto}}{\text{apto}} \times \frac{2 \text{ dorm}}{\text{dorm}} \times \frac{2 \text{ hab}}{\text{dorm}}$$

$$P = 64 \text{ pessoas}$$

então:

$$CD = 64 \times 200 = 12.800 \text{ l / dia}$$

II.7. - RAMAL PREDIAL E CAVALETE

O dimensionamento do ramal predial é feito utilizando-se o consumo diário (CD) do imóvel e a pressão disponível da rede de distribuição no local.

O diâmetro mínimo da ligação é 3/4"(20mm) para residências e pequenos edifícios. Normalmente, os ramais prediais são dimensionados pelas companhias concessionárias de água e esgoto que operam no local. Mas pode se fazer a estimativa do diâmetro do ramal predial facilmente à partir dos seguintes dados:

- pressão mínima disponível na rede;
- cota do ponto de alimentação do reservatório inferior ou superior, em relação à cota da rede pública;
- consumo diário(CD) médio estimado para o prédio, para distribuição indireta.

A velocidade média da água no alimentador predial deverá estar entre 0,60 m/s e 1.0 m/s, segundo a norma NBR 5626.

Utilizando os dados do exemplo piloto, tem-se:

$$Q_R = \frac{CD}{86400} \quad (2)$$

$$Q_R = 0,148 \text{ l/s}$$

Aplicando a continuidade ($Q=V.A$),o diâmetro poderá ser calculado então por:

$$\phi_{RP} = \sqrt{\frac{4 Q_R}{\pi V_r}} \quad (3)$$

Considerando velocidade de escoamento igual a 0,6 m/s, tem-se:

(OBS: Transformar a Vazão em m³/s)

$$\phi_{RP} = 0,018 \text{ m} \rightarrow \phi = 3/4" \text{ ou } 20 \text{ mm.}$$

Usualmente é utilizado tubo de 25mm.

O hidrômetro e o cavalete serão do mesmo diâmetro do alimentador predial.

II.8 - DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS

Normalmente, reserva-se no mínimo, o equivalente ao consumo diário (CD), mas é recomendada pela norma NBR - 5626, volume de reservação (V_T) entre $1 \leq CD \leq 3$. Além disto, deve-se reservar água para combater incêndio.

II.8.1 - DISTRIBUIÇÃO DO VOLUME DE ARMAZENAMENTO

A distribuição normal de volume de armazenamento recomendada é:

$$R_s = 2/5 V_T \rightarrow 40\%$$

$$R_i = 3/5 V_T \rightarrow 60\%$$

A reserva de incêndio deverá ser armazenada, na sua totalidade, somente em um dos reservatórios.

Outros critérios de divisão de volume de armazenamento podem ser adotados, como por exemplo:

$$R_s = 2/5 CD + R_{inc}$$

$$R_i = 3/5 CD + \text{acrécimo de reservação}$$

ou

$$R_s = 2/5 CD$$

$$R_i = 3/5 CD + \text{acrescimo de reservação} + R_{inc}.$$

Se após a divisão, a capacidade de reservação em cada reservatório ultrapassar 5 m^3 , o reservatório deve ser compartimentado em pelo menos duas câmaras.

Para cada compartimento do reservatório, devem ser previstas as seguintes tubulações:

- alimentação(R_i e R_s);
- saída para barrilete de distribuição da água de consumo(R_s);
- saída para barrilete de incêndio(R_s);
- extravasor ou ladrão(R_i e R_s);
- limpeza ou dreno(R_i e R_s),
- suspiro(R_i e R_s),
- sucção para o conjunto moto-bomba de recalque para o R_s (R_i),
- sucção para o conjunto moto-bomba de incêndio (R_i).

A norma recomenda que todo excesso do C.D. seja armazenado no R.I.

Dimensionamento dos Reservatórios, utilizando os dados do exemplo piloto:

Para $CD = 12.800$ l, armazenando $1,5 CD$, tem-se,

$$\text{Volume de reservação: } 1,5 \times CD = 19.200 \text{ l}$$

Este volume dividido nos reservatórios, obtém-se:

$$R_s = 2/5 \times 19.200 = 7.680 \text{ l}$$

$$R_i = 3/5 \times 19.200 = 11.520 \text{ l}$$

Os valores acima calculados são os volumes úteis de operação dos reservatórios. A eles devem ser somados a reserva de incêndio e/ou volume de limpeza.

II.8.1.1. - DIMENSÕES E DETALHAMENTO DO RESERVATÓRIO INFERIOR.

Respeitando as áreas previstas ou livres no projeto arquitetônico da edificação, pode-se calcular:

$$\text{Volume por compartimento: } 11.520/2 = 5.760 \text{ l.}$$

Como não há restrição de dimensão na planta de sub-solo, adota-se as seguintes dimensões:

- largura = 2,95 m
- comprimento = 2,50 m

Altura útil do reservatório, h_{util} ,

$$h_{util} = \frac{5,76}{2,95 \times 2,50} = \frac{vol}{\text{área}} = 0,78m$$

Adotando uma altura de limpeza para acumulo de lodo de $H_{var} = 0,12$ m para evitar a entrada de impurezas do reservatório no sistema de distribuição.

A perspectiva do reservatório inferior está apresentada na Figura 11 e o detalhamento nas Figuras 12 e 13.

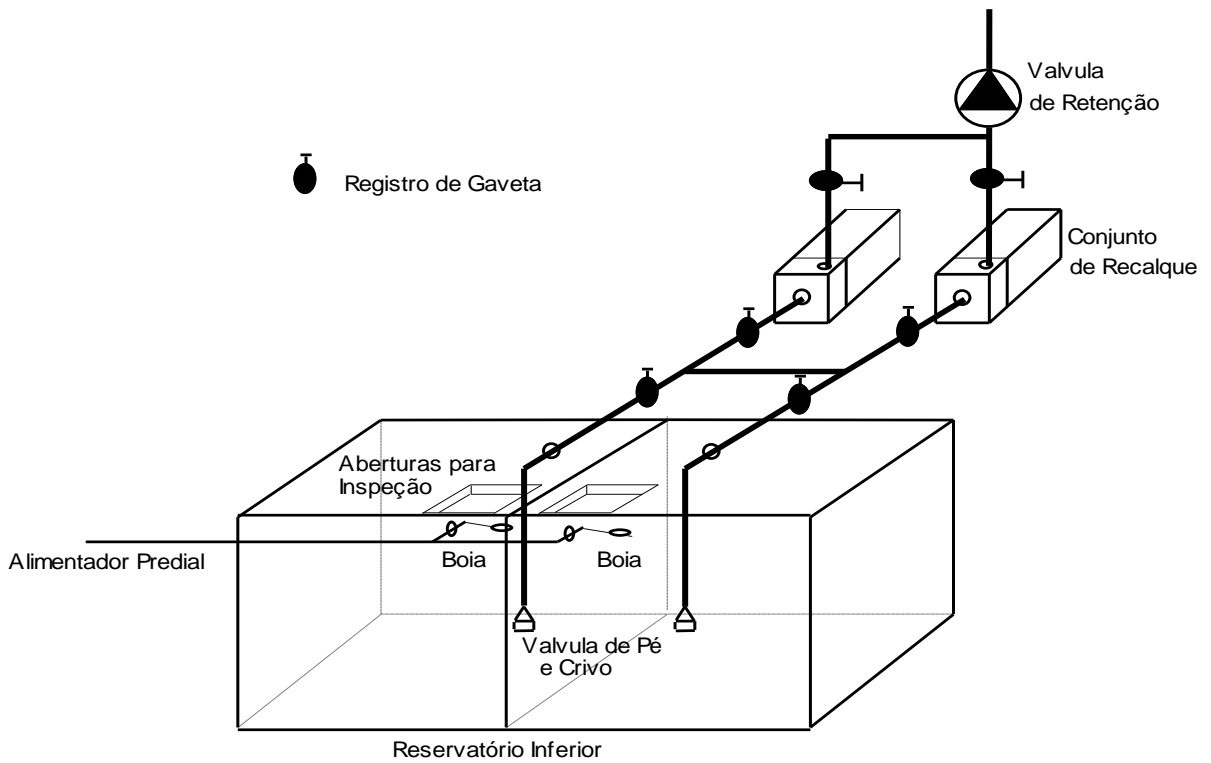


Fig. 11 - Perspectiva do reservatório inferior.

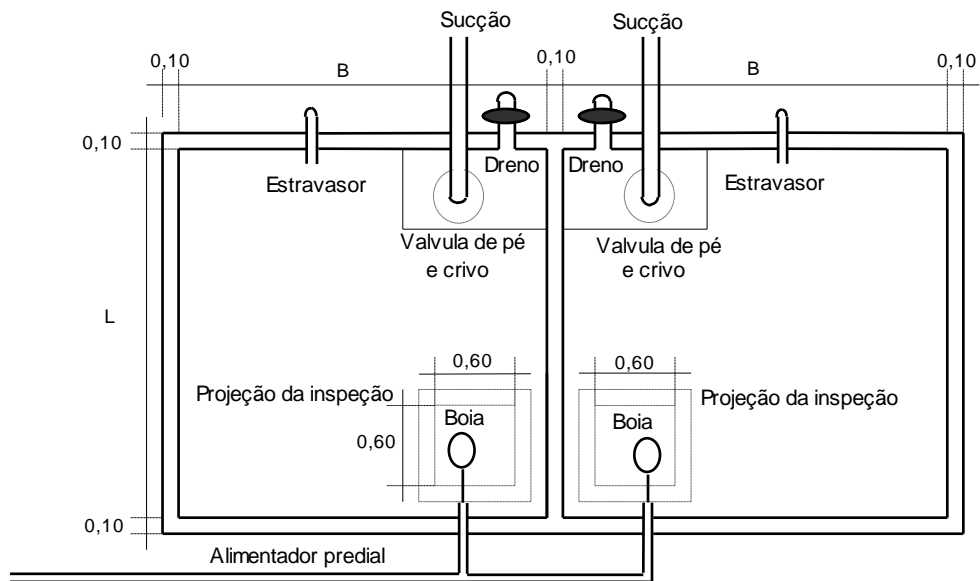


Fig. 12 - Planta do reservatório inferior.

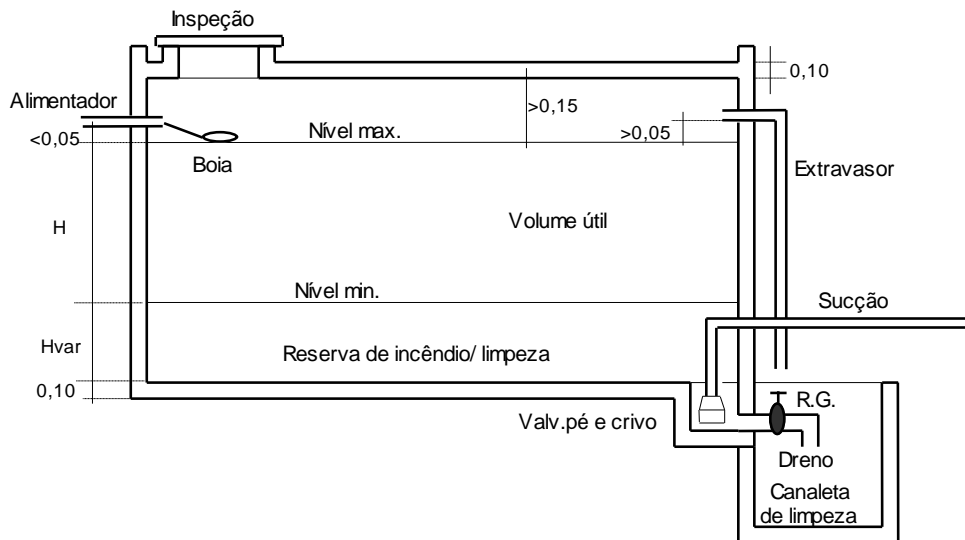


Fig.13 - Corte do reservatório inferior.

II.8.1.2. - DIMENSÕES E DETALHAMENTO DO RESERVATÓRIO SUPERIOR.

No dimensionamento do reservatório superior deve-se levar em conta as restrições arquitetônica e estrutural da edificação. Normalmente o arquiteto reserva área específica para localização do reservatório.

Das plantas e dos cortes da edificação pode-se dimensionar o Rs, o calculo da altura útil de armazenamento, h_{util} , para um volume de $3,84 \text{ m}^3$ por câmara e dimensões de 2,50 m de comprimento por 1,40 m de largura, tem-se:

$$h_{util} = \frac{3,840}{2,50 \times 1,40} = 1,10m$$

Considerando todo volume de reserva de incêndio armazenada somente no Rs, estimado em torno de 15.000 l (calculado deste volume será feito quando tratarmos de instalações prediais de combate a incêndio), tem-se altura da reserva de incêndio, h_{inc} ,

$$R.s. = 15.000/2 = 7.500 \text{ l}$$

$$h_{inc} = \frac{7,50}{2,50 \times 1,40} = 2,14m$$

Adotado $h_{inc} = 2,15 \text{ m}$

O detalhamento do reservatório superior (Rs) é apresentado nas figuras 14 e 15.

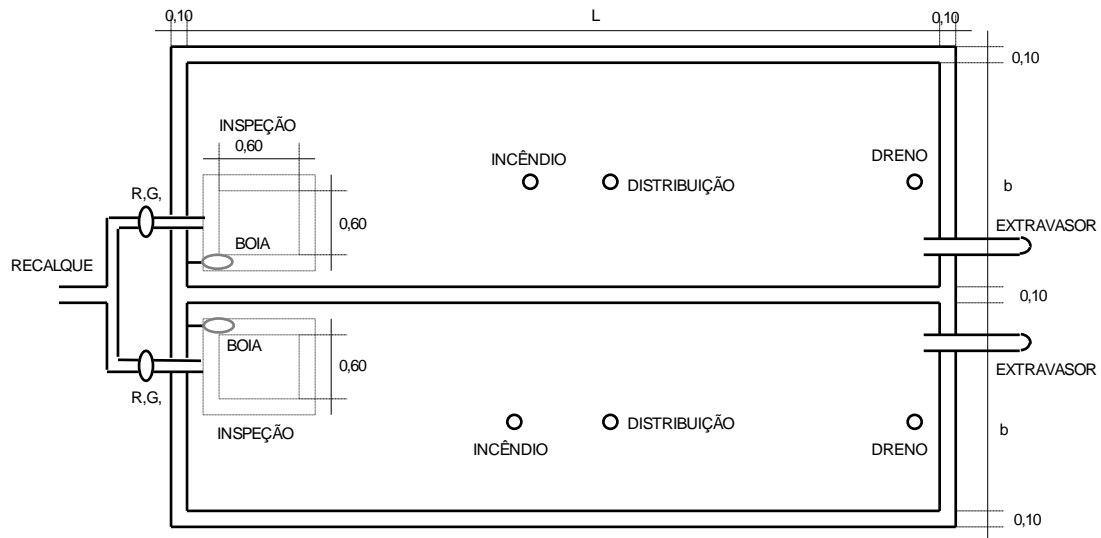


Fig.14 - Planta do reservatório superior

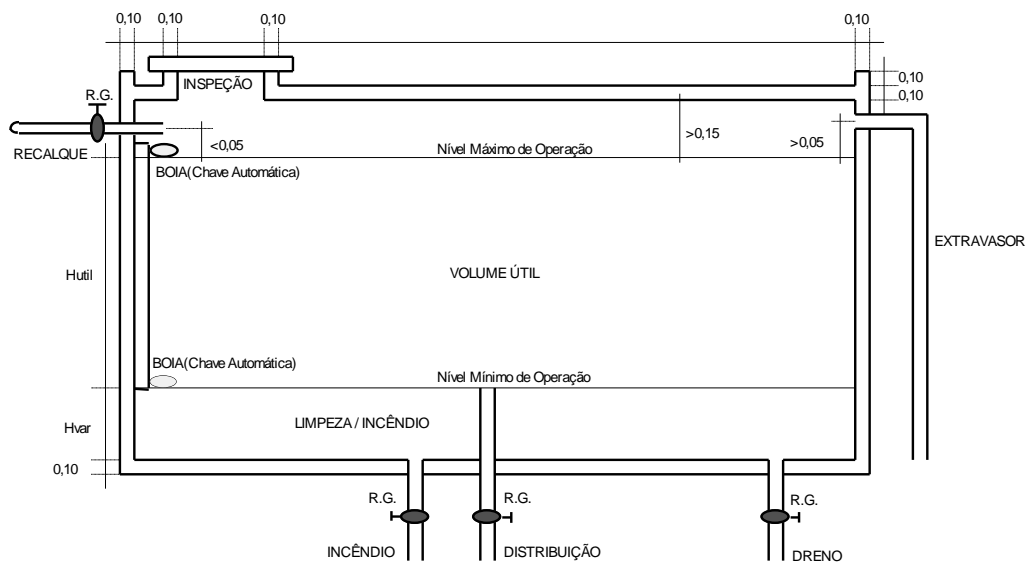


Fig.15. - Corte longitudinal do reservatório superior.

II.8.2. - DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES DE DRENO E EXTRAVASORES DOS RESERVATÓRIOS.

II.8.2.1. - DRENO:

A tubulação de drenagem dos reservatórios devem ser calculados levando em consideração o tempo máximo de esvaziamento de 2 horas, através das seguintes equações:

$$S = \frac{A}{(4.850)(t)} \sqrt{h} \quad (4)$$

$$D = \sqrt{(S)\left(\frac{4}{\pi}\right)} \quad (5)$$

II.8.2.2. - RESERVATÓRIO INFERIOR(RI)

$$S = \frac{2,95 \times 2,50}{(4.850)(2)} \sqrt{0,90}$$

$$S = 7,21 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

substituindo na equação 5 obtém-se:

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

II.8.2.3. – RESERVATÓRIO SUPERIOR(RS)

$$S = \frac{2,50 \times 1,40}{(4.850)(2)} \sqrt{3,25}$$

$$S = 6,50 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

obtem-se: D = 0,029 m, adotar diâmetro comercial D = 32 mm ou maior.

II.8.2.4 - EXTRAVASOR

Normalmente adota-se um diâmetro comercial acima dos alimentadores dos reservatórios. Então tem-se:

para R.I. D = 25 mm, e,

para R.S. D = 32 mm(ver calculo do recalque).

II.9. - DIMENSIONAMENTO DA BOMBA DE RECALQUE

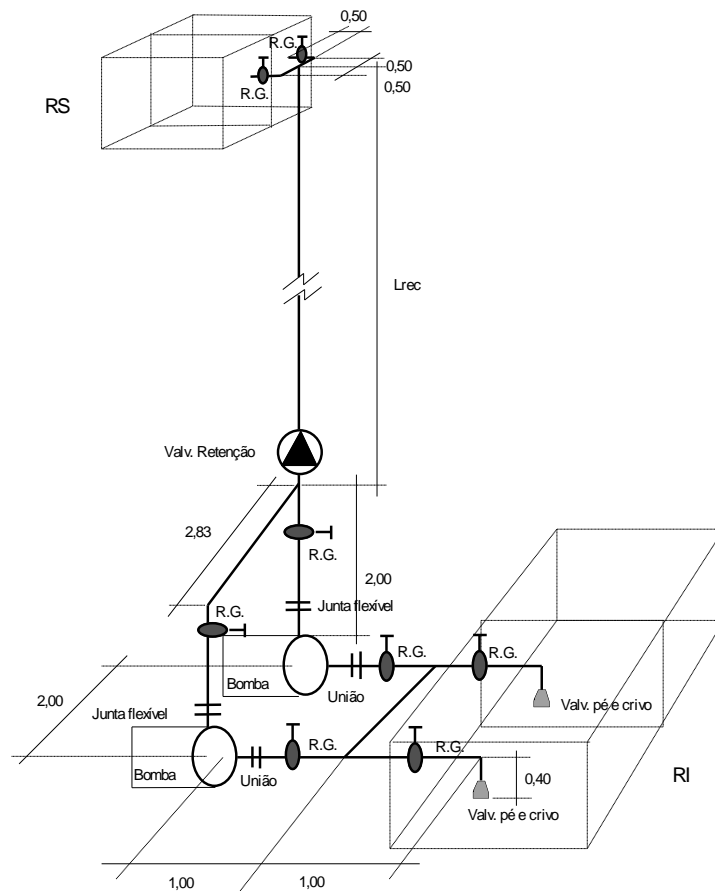


Fig.16 - Esquema Isométrico do Recalque sem escala.

A instalação de recalque deve ser dimensionada para vazão de recalque mínima equivalente a 15% do consumo diário (CD), para tanto, são necessárias 6,66 horas de trabalho do conjunto moto-bomba escolhido.

II.9.1. - CANALIZAÇÃO DE RECALQUE.

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

$$\varnothing_{rec} = 1,3 \cdot \sqrt[4]{x} \cdot \sqrt{Q} \quad (2.6)$$

onde :

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

x = n. de horas trabalhadas/24.

Q = vazão, (m^3 / s).

2.9.2 - CANALIZAÇÃO DE SUCCÃO.

Para o diâmetro de sucção adota-se 1 diâmetro comercial acima do diâmetro de recalque.

Para o exemplo dado, calcular os diâmetros das canalizações de recalque e sucção.

$$CD = 12.800 \text{ l / dia}$$

Admitindo, a vazão mínima igual a 15% CD = $1,92 \text{ m}^3 / d$
ou seja 15% CD = $1,92 \text{ m}^3 / h$

$$Q_r = 5,33 \times 10^{-4} \text{ m}^3 / s$$

A relação será:

$$X = \frac{6,66}{24}$$

substituindo os valores, obtém-se:

$$\phi_{rec} = 1,34 \sqrt{0,2778} \sqrt{5,33 \times 10^{-4}}$$

$$d_{rec} = 0,022 \text{ m} = \text{adotar } 0,025 \text{ ou } 25 \text{ mm } 1''$$

$$d_{suc} = 1 \square \text{ comercial acima} = 32\text{mm ou } 1 \frac{1}{4}''$$

II.9.3. - CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA

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

$$H_g = 34,10 \text{ m.}$$

- Cálculo da perda de carga (hl)

Utilizando tubo de PVC.

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

a) Sucção - (na situação mais desfavorável)

$$\varnothing = 1 \frac{1}{4}'' \text{ (32mm)}$$

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

Usando a vazão de $Q = 5,33 \times 10^{-4} m^3 / s$ do exemplo e fórmula de Fair - Whipple - Hsiao, dada em livros mais recentes

$$Q = 27,113J^{0,632} D^{2,596}$$

ou dada pela Norma NBR - 5626

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

tem-se:

$$J = 0,028 mca / m$$

$$hl_{suc} = J \times L = 0,028 \times 26 = 0,73 m$$

b) Recalque (caso mais desfavorável)

$$\phi = 1" (25mm)$$

Comprimento desenvolvido : = 37,93 m.

Comprimento equivalente:

2 registros de gaveta	= 0,40
1 válvula de retenção	= 2,70
2 joelhos de 90°	= 2,40
1 Tê passagem lateral	= 2,40
1 Tê passagem bi-lateral	= 2,40

comp. total = 48,23 m

$$hl_{rec} = J \times L_{rec}$$

$$J = 0,094$$

$$hl_{rec} = 0,094 \times 48,23 = 4,53 m$$

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

$$Hm = 39,36 \sim 40,0 m$$

- Cálculo da potência da bomba:

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

a) Característica da bomba :

$$Q = 2,0 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$H_m = 40,0 \text{ m.c.a} \quad \text{Pot} \cong \frac{1}{2} \text{ cv}$$

II.10. - DIMENSIONAMENTO DO BARRILETE, COLUNAS, RAMAIS E SUB-RAMAS DE DISTRIBUIÇÃO.

II.10.1. - 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. Esta é a vantagem, pois o controle e a manobra de abastecimento, bem como o isolamento das diversas colunas são feitos num único local da cobertura.

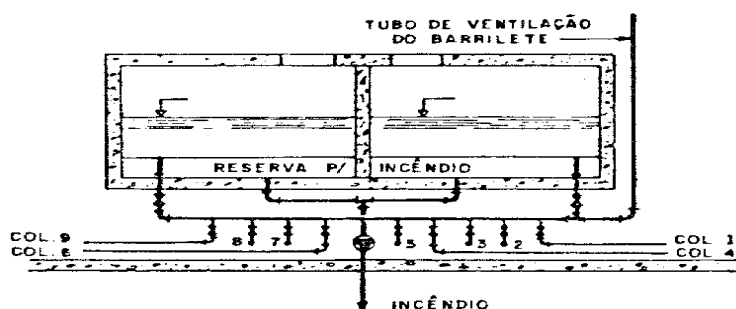


Fig.17 - barrilete unificado

- **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.

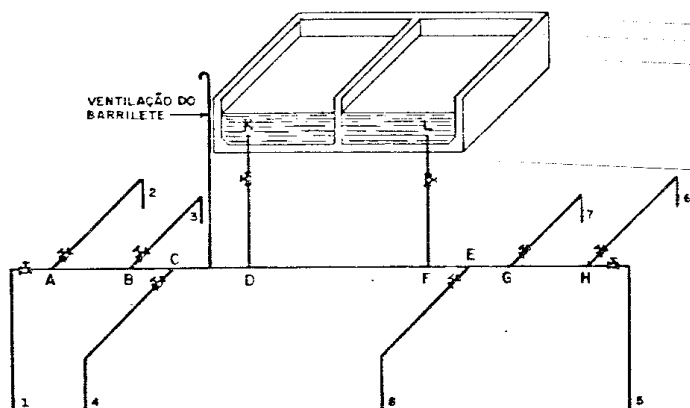


Fig.18 - barrilete ramificado

II.10.1.1. - ROTEIRO DE DIMENSIONAMENTO

Depende exclusivamente da localização das colunas de distribuição;

As colunas devem ser localizada de comum acordo com a equipe envolvida no projeto global do edifício (arquiteto, calculista, elétrica, etc...):

a) determine para cada trecho da coluna a ΣP (tab.2);

b) calcular a vazão nos trechos da coluna $Q = 0,3\sqrt{\Sigma P}$

Essa é a máxima vazão provável, pois nem todos os aparelhos estão em uso simultâneo. Nos casos em que realmente todos os aparelhos funcionam simultaneamente, deve-se dimensionar as canalizações através da soma de razões (Tabela 2);

c) localizar registro no início de cada coluna;

d) determine a ΣP para cada trecho do barrilete e em seguida, as vazões nos respectivos trechos.

e) adotar um $J = 0,08 \text{ m/m} \Rightarrow Q \Rightarrow d \Rightarrow J.\text{real}$

f) após estimativa dos diâmetros e verificações de que o caso mais desfavorável é atendido, determinar a altura mínima da água no reservatório (determinar as pressões em todas as derivações do barrilete.

g) determinar a pressão dinâmica mínima ($P / \rho + Z =$ pressão efetiva), no início de cada coluna. Deve-se levar em conta a alimentação do aparelho que apresente a condição mais favorável. (ver pressões de funcionamento das peças de utilização na Tabela 3 e vazões das peças de utilização Tabela 2);

h) D_{\min} barrilete: 25 mm.

Tab.02 - Pontos de utilização - vazões de projetos 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

Tab.03 - Pontos de utilização - pressões dinâmicas e 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)

a-kPa = 10⁻¹m.c.a. = 10⁻² kgf/cm²

b-O fabricante deve especificar a faixa de pressão dinâmica que garanta uma vazão mínima de 1,7l/s e máxima de 2,4l/s nas válvulas de descarga de sua fabricação.

c-O fabricante deve definir esses valores para a válvula de descarga de sua produção, respeitando as normas específicas.

EXEMPLO DE DIMENSIONAMENTO:

Estimativa de vazão $Q = 0,3 \sqrt{\sum p}$

Estimativa de perda de carga, máxima de $J = 0,08m/m$

Coluna	Contribuições	Peso	
Af1 = Af2	A. serviço	1 tq	1,0
	Cozinha	1 pia	0,7
	Total		1,7
Af3 = Af4	Banheiro	1 lav.	0,5
		1 bid.	0,1
		1 vs- cx.desc	0,3
		1 ch	0,5
		Total	1,4

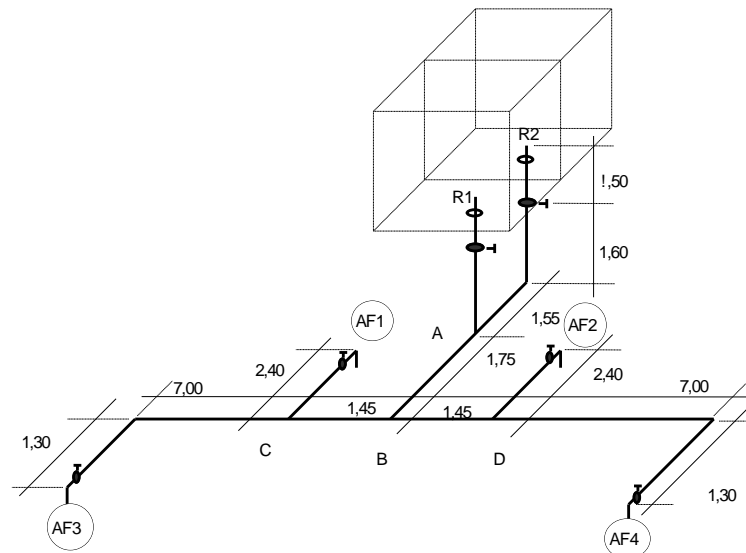


Fig.19 - Esquema isométrico do barrilete

Vazão de Contribuição de Cada Coluna de Distribuição da Edificação:

- Coluna Af1 e Af2

$$E_p = 1,7 \times 8 = 13,6$$

$$Q = 0,3\sqrt{13,6} = Q = 1,11 \text{ l/s}$$

- Coluna Af3 e Af4

$$E_p = 1,4 \times 8 = 11,2$$

$$Q = 0,3\sqrt{11,2} = Q = 1,00 \text{ l/s}$$

Cálculo da Vazão de Contribuição por Trecho.

Trecho - R1 - A = R2 - A = A - B

$$Q = 0,3\sqrt{(2 \times 13,6 + 2 \times 11,2)}$$

$$Q = 2,11 \text{ l/s}$$

Trecho B - C

$$Q = 0,3\sqrt{(11,2 + 13,6)}$$

$$Q = 1,49 \text{ l/s}$$

Trecho B - D

$$Q = 0,3\sqrt{(13,6 + 11,2)}$$

$$Q = 1,49 \text{ l/s}$$

Trecho C - Af1

$$Q = 0,3\sqrt{13,6}$$

$$Q = 1,11 \text{ l/s}$$

Trecho C - Af3

$$Q = 0,3\sqrt{11,2}$$

$$Q = 1,00 \text{ l/s}$$

Trecho D - Af2

$$Q = 0,3\sqrt{13,6}$$

$$Q = 1,11 \text{ l/s}$$

Trecho D - Af4

$$Q = 0,3\sqrt{11,2}$$

$$Q = 1,00 \text{ l/s}$$

II.10.1.2 - PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS CANALIZAÇÕES

Adotando $J = 0,08 \text{ m/m}$

Utilizando a fórmula de Fair - Whipple - Hsiao e planilha eletrônica EXCEL, pode-se estimar rapidamente os valores dos diâmetros das tubulações a serem utilizadas no barrilete.

Os valores podem ser conferidos na Tabela a seguir.

2.10.1.3 - PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES DO BARRILETE

	Unitário	Acum.	(l/s)	(m/m)	(mm)	(mm)	(m/m)
R1 - A		49,6	2,11	0,08	48	50	0,0423
R2 - A		49,6	2,11	0,08	48	50	0,0423
A - B		49,6	2,11	0,08	48	50	0,0423
B - C		24,8	1,49	0,08	42	50	0,0220
B - D		24,8	1,49	0,08	42	50	0,0220
C - Af1	13,6	13,6	1,11	0,08	38	40	0,0372
C - Af3	11,2	11,2	1,00	0,08	36	40	0,0310
D - Af2	13,6	13,6	1,11	0,08	38	40	0,0372
D - Af4	11,2	11,2	1,00	0,08	36	40	0,0310

Obs: Para os cálculos dos valores utilizou-se a formula adotada na literatura.

II.10.1.4. - VERIFICAÇÃO QUANTO A PRESSÃO DINÂMICA (MÍNIMA 0,5 M.C.A. OU 5 KPA)

Considerar sempre o percurso mais desfavorável para a verificação da pressão. Desta forma estará dimensionando a favor da segurança. Os valores da tabela abaixo foram obtidos através da planilha eletrônica. Os valores adotados como comprimentos desenvolvidos e equivalentes são apresentados na sequência.

II.10.1.5. - DIMENSIONAMENTO E VERIFICAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DINÂMICO DAS CANALIZAÇÕES DO BARRILETE UTILIZANDO VALORES ENCONTRADOS NO PRÉ-DIMENSIONAMENTO.

	Peso	Peso							Perda	Perda			
Trecho	Unit.	Acum.	Vazão	Diâm.	Veloc.	Desenv	Equiv.	Total	Unitário	Total	Desn.	Disp.	Jusante
			(l/s)	(mm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(mca)	(m)	(mca)	(mca)
R2 - A		49,6	2,11	50	1,08	4,65	8,40	13,05	0,0423	0,55	3,10	0	2,55
A - B		49,6	2,11	50	1,08	1,75	7,30	9,05	0,0423	0,38	0,00	2,55	2,17
B - C		24,8	1,49	50	0,76	1,45	7,30	8,75	0,0220	0,19	0,00	2,17	1,97
B - D		24,8	1,49	50	0,76	1,45	7,30	8,75	0,0220	0,19	0,00	2,17	1,97
C - Af1	13,6	13,6	1,11	40	0,88	2,40	2,40	4,80	0,0372	0,18	0,00	1,97	1,79
C - Af3	11,2	11,2	1,00	40	0,80	8,30	4,40	12,70	0,0310	0,39	0,00	1,97	1,58
D - Af2	13,6	13,6	1,11	40	0,88	2,40	2,40	4,80	0,0372	0,18	0,00	1,97	1,79
D - Af4	11,2	11,2	1,00	40	0,80	8,3	4,4	12,70	0,0310	0,39	0	1,97	1,58

Trecho R2 – A

Comprimento desenvolvido	4,65
Comprimento equivalente Ø50mm	
1 Entrada de borda -----	2,30
1 Registro de gaveta aberto -----	0,70
1 Joelho 90° -----	3,20
1 Tê passagem direta -----	2,20
TOTAL	8,40 m

Trecho A – B

Comprimento desenvolvido	1,75
Comprimento equivalente Ø50mm	
1 Tê saída bilateral -----	7,30
TOTAL	7,30 m

Trecho B – C

Comprimento desenvolvido	1,45
Comprimento equivalente Ø50mm	
1 Tê saída bilateral -----	7,30
TOTAL	7,30 m

Trecho B – D

Comprimento desenvolvido	1,45
Comprimento equivalente Ø50mm	
1 Tê saída bilateral -----	7,30
TOTAL	7,30 m

Trecho C - Af1

Comprimento desenvolvido	2,40
Comprimento equivalente Ø40 mm	
1 Registro gaveta aberto	0,40
1 Joelho 90° -----	2,00
TOTAL	2,40 m

Trecho C - Af3

Comprimento desenvolvido	8,30
Comprimento equivalente Ø40 mm	
2 Joelhos 90° -----	4,00
1 Registro gaveta aberto -----	0,40
TOTAL	4,40 m

Trecho D - Af2

Comprimento desenvolvido	2,40
Comprimento equivalente Ø40 mm	
1 Registro gaveta aberto -----	0,40
1 Joelho 90° -----	2,00
TOTAL	2,40 m

Trecho D - Af4

Comprimento desenvolvido	8,30
Comprimento equivalente Ø40 mm	
1 Registro gaveta aberto -----	0,40
2 Joelhos 90° -----	4,00
TOTAL	4,40 m

II.10.2. - COLUNA DE DISTRIBUIÇÃO

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

O dimensionamento das colunas é realizado em função das vazões nos trechos e dos limites de velocidade ($2,5\text{m/s}$ ou $14\sqrt{D}$), vide tabela 4 ,adiante. 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.

As colunas de distribuição podem ser dimensionadas levando-se em consideração uma faixa de velocidade mediana entre $0,6 \sim 1,6 \text{ m/s}$ evitando assim, perdas de carga excessiva, ruídos e golpes na coluna. A Figura 20 mostra esquematicamente as colunas e as derivações dos respectivos ramais de distribuição.

O dimensionamento das colunas é acompanhado de uma planilha de cálculo.

O dimensionamento e os cálculos dos diâmetros dos trechos de cada coluna de distribuição são apresentadas nas tabelas a seguir da Figura 20.

Tab.04 - velocidades e vazões máximas

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

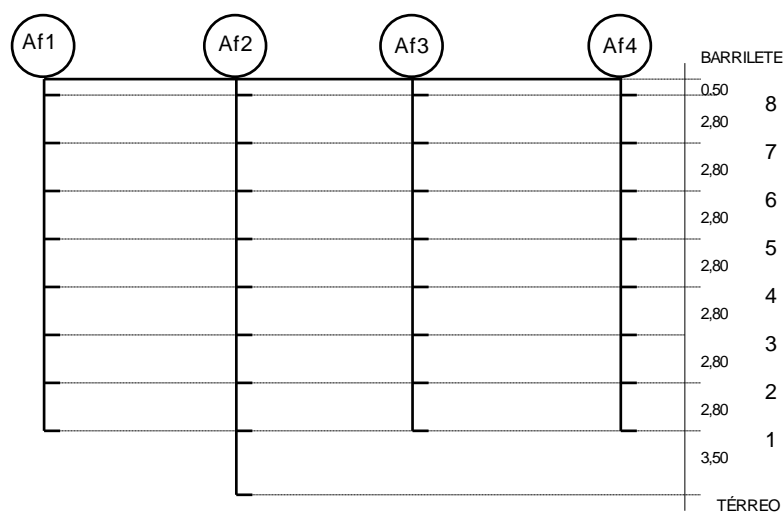


Fig.20 - Esquema das colunas de distribuição

II.10.2.1. - DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES DA COLUNA DE DISTRIBUIÇÃO AF1.

Af1	Peso	Peso				Compr.	Compr.	Compr.	Carga	Carga		Pressão	Pressão
Trecho	Unit.	Acum.	Vazão	Diâm.	Veloc.	Desenv	Equiv.	Total	Unitário	Total	Desn.	Disp.	Jusante
			(l/s)	(mm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(mca)	(m)	(mca)	(mca)
3arr - 8p	1,7	13,6	1,11	40	0,88	0,50	4,60	5,10	0,0372	0,19	0,50	1,60	1,91
8p - 7p	1,7	11,9	1,03	32	1,29	2,80	3,10	5,90	0,0976	0,58	2,80	1,91	4,13
7p - 6p	1,7	10,2	0,96	32	1,19	2,80	3,10	5,90	0,0844	0,50	2,80	4,13	6,44
6p - 5p	1,7	8,5	0,87	32	1,09	2,80	3,10	5,90	0,0711	0,42	2,80	6,44	8,82
5p - 4p	1,7	6,8	0,78	25	1,59	2,80	2,40	5,20	0,1924	1,00	2,80	8,82	10,62
4p - 3p	1,7	5,1	0,68	25	1,38	2,80	2,40	5,20	0,1468	0,76	2,80	10,62	12,65
3p - 2p	1,7	3,4	0,55	25	1,13	2,80	2,40	5,20	0,1003	0,52	2,80	12,65	14,93
2p - 1p	1,7	1,7	0,39	25	0,80	2,80	1,20	4,00	0,0523	0,21	2,80	14,93	17,52

II.10.2.2. - DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES DA COLUNA DE DISTRIBUIÇÃO AF2.

Af2	Peso	Peso				Compr.	Compr.	Compr.	Carga	Carga		Pressão	Pressão
Trecho	Unit.	Acum.	Vazão	Diâm.	Veloc.	Desenv	Equiv.	Total	Unitário	Total	Desn.	Disp.	Jusante
			(l/s)	(mm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(mca)	(m)	(mca)	(mca)
3arr - 8p	1,7	13,6	1,11	40	0,88	0,50	4,60	5,10	0,0372	0,19	0,50	1,78	2,09
8p - 7p	1,7	11,9	1,03	32	1,29	2,80	3,10	5,90	0,0976	0,58	2,80	2,09	4,31
7p - 6p	1,7	10,2	0,96	32	1,19	2,80	3,10	5,90	0,0844	0,50	2,80	4,31	6,62
6p - 5p	1,7	8,5	0,87	32	1,09	2,80	3,10	5,90	0,0711	0,42	2,80	6,62	9,00
5p - 4p	1,7	6,8	0,78	25	1,59	2,80	2,40	5,20	0,1924	1,00	2,80	9,00	10,80
4p - 3p	1,7	5,1	0,68	25	1,38	2,80	2,40	5,20	0,1468	0,76	2,80	10,80	12,83
3p - 2p	1,7	3,4	0,55	25	1,13	2,80	2,40	5,20	0,1003	0,52	2,80	12,83	15,11
2p - 1p	1,7	1,7	0,39	25	0,80	2,80	1,20	4,00	0,0523	0,21	2,80	15,11	17,70

II.10.2.3. - DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES DA COLUNA DE DISTRIBUIÇÃO AF3.

Af3	Peso	Peso				Compr.	Compr.	Compr.	Carga	Carga		Pressão	Pressão
Trecho	Unit.	Acum.	Vazão	Diâm.	Veloc.	Desenv	Equiv.	Total	Unitário	Total	Desn.	Disp.	Jusante
			(l/s)	(mm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(mca)	(m)	(mca)	(mca)
3arr - 8p	1,4	11,2	1,00	40	0,80	0,50	4,60	5,10	0,0310	0,16	0,50	1,16	1,50
8p - 7p	1,4	9,8	0,94	32	1,17	2,80	3,10	5,90	0,0813	0,48	2,80	1,50	3,82
7p - 6p	1,4	8,4	0,87	32	1,08	2,80	3,10	5,90	0,0703	0,42	2,80	3,82	6,21
6p - 5p	1,4	7	0,79	32	0,99	2,80	3,10	5,90	0,0593	0,35	2,80	6,21	8,66
5p - 4p	1,4	5,6	0,71	25	1,45	2,80	2,40	5,20	0,1603	0,83	2,80	8,66	10,62
4p - 3p	1,4	4,2	0,61	25	1,25	2,80	2,40	5,20	0,1223	0,64	2,80	10,62	12,79
3p - 2p	1,4	2,8	0,50	25	1,02	2,80	2,40	5,20	0,0835	0,43	2,80	12,79	15,15
2p - 1p	1,4	1,4	0,35	25	0,72	2,80	1,20	4,00	0,0436	0,17	2,80	15,15	17,78

II.10.2.4. - DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES DA COLUNA DE DISTRIBUIÇÃO AF4.

Af4	Peso	Peso				Compr.	Compr.	Compr.	Carga	Carga		Pressão	Pressão
Trecho	Unit.	Acum.	Vazão	Diâm.	Veloc.	Desenv	Equiv.	Total	Unitário	Total	Desn.	Disp.	Jusante
			(l/s)	(mm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(mca)	(m)	(mca)	(mca)
8p - 8p	1,4	11,2	1,00	40	0,80	0,50	4,60	5,10	0,0310	0,16	0,50	1,15	1,49
8p - 7p	1,4	9,8	0,94	32	1,17	2,80	3,10	5,90	0,0813	0,48	2,80	1,49	3,81
7p - 6p	1,4	8,4	0,87	32	1,08	2,80	3,10	5,90	0,0703	0,42	2,80	3,81	6,20
6p - 5p	1,4	7,0	0,79	32	0,99	2,80	3,10	5,90	0,0593	0,35	2,80	6,20	8,65
5p - 4p	1,4	5,6	0,71	25	1,45	2,80	2,40	5,20	0,1603	0,83	2,80	8,65	10,61
4p - 3p	1,4	4,2	0,61	25	1,25	2,80	2,40	5,20	0,1223	0,64	2,80	10,61	12,78
3p - 2p	1,4	2,8	0,50	25	1,02	2,80	2,40	5,20	0,0835	0,43	2,80	12,78	15,14
2p - 1p	1,4	1,4	0,35	25	0,72	2,80	1,20	4,00	0,0436	0,17	2,80	15,14	17,77

II.10.3. - RAMAIS E SUB-RAMAIS

De início devemos saber das alturas dos pontos de utilização das peças. Saber estas alturas é necessário para poder verificar as pressões de utilização no último pavimento e no térreo por problemas de P_{\min} e P_{\max} .

Tab.05: 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

- RAMAL: são tubulações derivadas da coluna de alimentação e que servem a conjuntos de aparelhos. O dimensionamento é feito pelo consumo máximo possível, utilizando a tabela 6.
- SUB-RAMAL: são tubulações que ligam os ramais às peças de utilização ou aparelhos sanitários. Utiliza-se a tabela 7.

Tabela 6: 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

Tab.10 - Diâmetros mínimos dos sub ramais

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).	1 1/4

a- Quando a pressão estática de alimentação for inferior a 30 kPa (3 m_{H2O}), recomenda-se instalar a válvula de descarga em sub-ramal com diâmetro nominal de 40 mm (1 1/2").

Para dimensionar os ramais de distribuição adota-se tubulação de 25 mm de diâmetro em todos os trechos, conforme distribuído no esquema da Figura 21

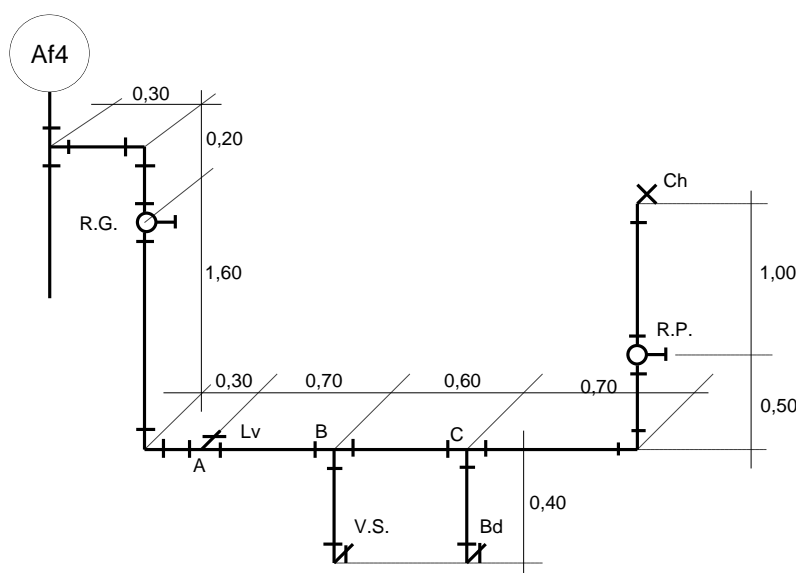


Fig.21 - Esquema isométrico do banheiro tipo

Utilizando planilha eletrônica EXCEL, pode-se dimensionar os diâmetro dos ramais e sub-ramais de distribuição, e com isso verificar as pressões de funcionamento dos demais pavimentos..

II.10.3.1. - VERIFICAÇÃO DAS PRESSÕES DOS PONTOS DE UTILIZAÇÃO DOS SUB-RAMAIIS DO PAVIMENTO MAIS DESFAVORÁVEL.

Trecho 8 - A

Comprimento desenvolvido	2,40
Comprimento equivalente (25 mm)	
1 Registro gaveta aberto -----	0,20
2 Joelho 90 ^o -----	2,40
1 Tê de saída bi-lateral -----	2,40
TOTAL	5,00 m

Trecho A - B

Comprimento desenvolvido	0,70
Comprimento equivalente (25 mm)	
1 Tê de saída bi-lateral -----	2,40
TOTAL	2,40 m

Trecho B - C

Comprimento desenvolvido	0,60
Comprimento equivalente (25 mm)	
1 Tê de saída bi-lateral -----	2,40
TOTAL	2,40 m

Trecho A - LV

Comprimento desenvolvido	0,00
Comprimento equivalente (25 mm)	
1 Tê de saída bi-lateral -----	0,00
TOTAL	0 m

Trecho B - VS

Comprimento desenvolvido	0,40
Comprimento equivalente (25 mm)	
1 Joelho 90 -----	1,20
TOTAL	1,20 m

Trecho C - BD

Comprimento desenvolvido	0,40
Comprimento equivalente (25 mm)	
1 Joelho 90 -----	1,20
TOTAL	1,20 m

Trecho C - CH

Comprimento desenvolvido	2,20
Comprimento equivalente (25 mm)	
1 Registro pressão aberto -----	3,50
2 Joelho 90 ⁰ -----	2,40
TOTAL	5,90 m

Trecho	Peso Unit.	Peso Acum.	Vazão (l/s)	Diâm. (mm)	Veloc. (m/s)	Compr. Desenv. (m)	Compr. Equiv. (m)	Compr. Total (m)	Carga Unitário (m/m)	Carga Total (mca)	Desn. (m)	Pressão Disp. (mca)	Pressão Jusante (mca)
8 - A		1,4	0,35	25	0,72	2,40	5,00	7,40	0,0436	0,32	1,80	1,5	2,98
A - B		0,8	0,27	25	0,55	0,70	2,40	3,10	0,0257	0,08	0,00	2,98	2,90
B - C		0,6	0,23	25	0,47	0,60	2,40	3,00	0,0196	0,06	0,00	2,90	2,84
A - Lv	0,5	0,5	0,21	25	0,43	0,00	0,00	0,00	0,0165	0,00	0,00	2,98	2,98
B - Vs	0,3	0,3	0,16	25	0,33	0,40	1,20	1,60	0,0102	0,02	0,40	2,90	3,28
C - Bd	0,1	0,1	0,09	25	0,19	0,40	1,20	1,60	0,0036	0,01	0,40	2,84	3,23
C - Ch	0,5	0,5	0,21	25	0,43	2,20	5,90	8,10	0,0165	0,13	-1,50	2,84	1,20

Observe os trechos em que ocorre maior perda de carga, substitua os por diâmetros ligeiramente maior, não esquecer de atualizar os comprimentos equivalentes antes de refazer os cálculos. Repetir a operação até verificar as pressões mínimas recomendadas.

II.10.3.2. - DIMENSIONAMENTO DAS CANALIZAÇÕES DO RAMAL E DOS SUBRAMAIS DO PAVIMENTO MAIS DESFAVORÁVEL.

Trecho	Peso Unit.	Peso Acum.	Vazão (l/s)	Diâm. (mm)	Veloc. (m/s)	Compr. Desenv. (m)	Compr. Equiv. (m)	Compr. Total (m)	Carga Unitário (m/m)	Carga Total (mca)	Desn. (m)	Pressão Disp. (mca)	Pressão Jusante (mca)
8 - A		1,4	0,35	32	0,44	2,40	6,40	8,80	0,0131	0,11	1,80	1,5	3,19
A - B		0,8	0,27	32	0,33	0,70	3,10	3,80	0,0077	0,03	0,00	3,19	3,16
B - C		0,6	0,23	25	0,47	0,60	2,40	3,00	0,0196	0,06	0,00	3,16	3,10
A - Lv	0,5	0,5	0,21	25	0,43	0,00	0,00	0,00	0,0165	0,00	0,00	3,19	3,19
B - Vs	0,3	0,3	0,16	25	0,33	0,40	1,50	1,90	0,0102	0,02	0,40	3,16	3,54
C - Bd	0,1	0,1	0,09	25	0,19	0,40	1,20	1,60	0,0036	0,01	0,40	3,10	3,49
C - Ch	0,5	0,5	0,21	25	0,43	2,20	5,90	8,10	0,0165	0,13	-1,50	3,10	1,46

Obs. Somente para o último andar (8).

Para os demais andares, devido ao acréscimo de pressão resultante dos desníveis, os diâmetros das canalizações serão iguais ao apresentado na Tabela acima.

II.10.3.2. - VERIFICAÇÃO DAS PRESSÕES DOS PONTOS DE UTILIZAÇÃO DOS SUBRAMAIS DO 7^o PAVIMENTO.

Trecho	Peso Unit.	Peso Acum.	Vazão	Diâm.	Veloc.	Compr. Desenv.	Compr. Equiv.	Compr. Total	Carga Unitário	Carga Total	Desn.	Pressão Disp.	Pressão Jusante
8 - A		1,4	0,35	25	0,72	2,40	5,00	7,40	0,0436	0,32	1,80	3,82	5,30
A - B		0,8	0,27	25	0,55	0,70	2,40	3,10	0,0257	0,08	0,00	5,30	5,22
B - C		0,6	0,23	25	0,47	0,60	2,40	3,00	0,0196	0,06	0,00	5,22	5,16
A - Lv	0,5	0,5	0,21	25	0,43	0,00	0,00	0,00	0,0165	0,00	0,00	5,30	5,30
B - Vs	0,3	0,3	0,16	25	0,33	0,40	1,20	1,60	0,0102	0,02	0,40	5,22	5,60
C - Bd	0,1	0,1	0,09	25	0,19	0,40	1,20	1,60	0,0036	0,01	0,40	5,16	5,55
C - Ch	0,5	0,5	0,21	25	0,43	2,20	5,90	8,10	0,0165	0,13	-1,50	5,16	3,52

Tabela 1.10. Pressão dinâmica mínima nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização

Aparelho sanitário	Peça de utilização	Pressão dinâmica mínima (kPa)
Bacia sanitária	Caixa de descarga	5
Bacia sanitária	Válvula de descarga	15
Banheira	Misturador (água fria)	10
Bebedouro	Registro de pressão	10
Bidê	Misturador (água fria)	10
Chuveiro ou ducha	Misturador (água fria)	10
Chuveiro elétrico	Registro de pressão	10
Lavadora de pratos	Registro de pressão	10
Lavadora de roupas	Registro de pressão	10
Lavatório	Torneira ou misturador (água fria)	10
Mictório cerâmico com sifão integrado	Válvula de descarga	10
Mictório cerâmico sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	10
Mictório tipo calha	Caixa de descarga ou registro de pressão	10
Pia	Torneira ou misturador (água fria)	10
Pia	Torneira elétrica	10
Tanque	Torneira	10
Torneira de jardim ou lavagem em geral	Torneira	10

Fonte: NBR 5626:1998