

INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA

1-INTRODUÇÃO

A água é muito importante para a sobrevivência e evolução do homem, pois sem ela não haveria vida animal ou vegetal sobre a terra. A água e a saúde estão intimamente relacionadas, pois, segundo a O.M.S., cerca de 81% dos casos de doenças, têm como origem a água. Uma água contaminada ocasiona riscos a saúde, pois ela é responsável pela higiene, é utilizada na indústria, é utilizada na irrigação, é utilizada em barragens para geração de energia elétrica, é o principal meio de combate a incêndio, etc..

Assim, como a qualidade de vida é o resultado das condições de alimentação, transporte, moradia, saúde, abastecimento de água e energia, coleta de esgoto e de lixo, educação, etc., o fornecimento de água a população implica em melhores ou piores níveis de qualidade de vida e saúde.

A água, até chegar as torneiras das casas percorre um grande caminho: é captada, passa por uma série de etapas de tratamento para purificar-se, é levada a um reservatório e depois é distribuída a população.

As águas são tratadas nas chamadas ETAS (estações de tratamento de água) e as etapas de tratamento são basicamente quatro: coagulação, decantação, filtração e desinfecção.

A tubulação que sai do reservatório elevado (geralmente localizado nas cotas mais altas), é denominada rede de distribuição, é ela que conduz a água ate as casas passando por todas as ruas e avenidas da cidade. Em frente a cada edificação é feita uma ligação à rede de distribuição, são os chamados ramais prediais. Este ramal predial é ligado a um medidor de vazão onde finalmente se dá início as instalações prediais de água.

Assim as instalações prediais de água fria são o conjunto de tubulações conexões, peças, aparelhos sanitários e acessórios existentes a partir do ramal predial, que permitem levar a água da rede pública até os pontos de consumo ou utilização dentro da habitação.

2. TIPOS DE SISTEMAS E PARTES COMPONENTES:

Para o abastecimento podem ser empregados quatro tipos de sistemas:

A- DIRETO: todos os aparelhos e torneiras são alimentados diretamente da rede pública:

B- INDIRETO: todos os aparelhos e torneiras são alimentados pelo reservatório superior da edificação, o qual é alimentado diretamente pela rede pública (caso haja pressão suficiente na rede) ou através de recalque, a partir de um reservatório inferior;

C- MISTO: parte dos aparelhos e torneiras são alimentados diretamente pela rede pública e parte pelo reservatório superior:

D- HIDROPNEUMÁTICO: todos os pontos de consumo são alimentados por um conjunto hidropneumático, cuja finalidade é assegurar a pressão desejável no sistema, sem necessidade de reservatório superior.

Os três primeiros sistemas são normalmente os mais utilizados. Em residências o sistema misto é melhor, pois se evita a utilização de água do reservatório superior, quando não há necessidade, especialmente nas torneiras de jardins e cozinhas, para utilização do sistema direto há necessidade de que na rede pública exista água continuamente e com pressão adequada. O sistema indireto é o ideal para edifícios altos. O sistema hidropneumático é pouco utilizado devido ao seu alto custo de implantação e inconvenientes de todo sistema mecânico.

3. MATERIAIS EMPREGADOS

Geralmente são empregados tubos de aço galvanizado (f^og^o) com ou sem costura, de cobre, de ferro fundido (f^of^o) ou PVC rígido com juntas rosqueadas ou soldadas (mais usados atualmente).

Para instalações não sujeitas a golpe de ariete, os tubos de PVC com juntas soldadas são os preferidos devido sua facilidade de manuseio e também porque o seu diâmetro se mantém praticamente inalterado ao longo do tempo.

Nas tubulações de recalque, sujeitas à maiores pressões é preferível usar tubo de f^og^o com juntas de roscas ou flangeadas, pois subpressões causadas pelo golpe de ariete provocam danos nos tubos de PVC.

4. GOLPE DE ARIETE

Quando a água ao descer com velocidade elevada pela tubulação, é bruscamente interrompida, os equipamentos da instalação ficam sujeitos a golpes de grande intensidade (elevação de pressão).

Logo, denominados de golpe de ariete à variação da pressão acima e abaixo do valor de funcionamento normal dos condutos forçados, em consequência das mudanças de velocidade da água, decorrentes de manobras dos registros de regulagem de vazões. O fenômeno vem normalmente acompanhado de som que faz lembrar marteladas, fato que justifica o seu nome. Além do ruído desagradável, o golpe de ariete pode romper tubulações e danificar aparelhos.

Por essas razões o engenheiro deve estudar quantitativamente o golpe de ariete e os meios disponíveis para evita-lo ou suavizar os seus efeitos.

Nas instalações prediais, alguns tipos de válvulas de descarga e registro de fechamento rápido provocam o efeito de golpe de ariete, porém, no Brasil já existem algumas marcas de válvula de descarga que possuem dispositivos anti-golpe de ariete, os quais fazem com que o fechamento da válvula de torne mais suave, amenizando quase que totalmente os efeitos desse fenômeno.

5. DADOS BÁSICOS DE PROJETOS:

Todo projeto deve ser desenvolvido obedecendo às normas brasileiras (NB92/80) da (ABNT) e às normas da concessionária local:

- DIÂMETRO MÍNIMO: ½" OU 15 M
(SABESP:3/4" OU 20mm, é conveniente adota-lo)
- PRESSÃO ESTÂNCIA MÁXIMA: 40 mca
- PRESSÃO DINÂMICA MÍNIMA: 0,5 mca
- CÁLCULO DAS PEDRAS DE CARGA: pelas fórmulas de flamant ou fair-whipple-hsião para água fria pelos respectivos ábacos;
- VELOCIDADE DE MÁXIMO: $V \leq 2,5m$ (D em m, V em m/s)
- PERDA DE CARGA NO BARRILETE: $8\% = J_{max} \leq 0,08$ m/m

6. ESTIMATIVAS DAS VAZÕES

Nas instalações de água fria devem ser considerados os seguintes consumos:

A- CONSUMO MÉDIO DIÁRIO: valor médio previsto para utilização num edifício em 24 horas. É utilizado no ramal predial, hidrômetro, ramal de alimentação, instalação de recalque e reservatórios.

CÁLCULO DA ESTIMATIVA: $CD = P \times CDu$

Onde: CD = consumo médio diário, L/dia

P = população, hab

CDu = consumo médio diário unitário, L/hab/dia

CRITÉRIOS PARA CÁLCULO DA POPULAÇÃO:

- 5 pessoas/unidade
- 2 pessoas/dormitórios + 1 pessoa/dormitório Empregada
- Código de obras de São Paulo: lotação de edificações
 - Escritórios 1 pessoa/ 9m²
 - Lojas: 1 pessoa/3m²
 - Depósitos:1 pessoa/10m²
 - Oficinas 1 pessoa/9m²
 - Hotéis: 1 pessoal/15m²
 - Hospitais e consultórios:1 pessoal/15m²
 - Escolas: 1 pessoa/15m²

B-VAZÃO MÁXIMA POSSÍVEL: vazão instantânea decorrentes do uso **simultâneo** de todos os aparelhos. É determinada com base nas vazões mínimas de cada aparelhos. É utilizado, por exemplo, no dimensionamento de uma bateria de chuveiros de um quartel ou um conjunto de lavatórios de uma escola, etc.

C-VAZÃO MÁXIMA PROVÁVEL: vazão instantânea esperada com o uso normal dos aparelhos, ou seja, levando-se em conta o uso **não simultâneo** dos aparelhos. É utilizado para dimensionar as canalizações principais, tais como, colar ou barrilete, colunas e ramais de distribuição, etc.

São três os métodos para determinação das vazões máximas prováveis:

I. Aplicação de dados práticos de consumo simultâneo

É a aplicação de coeficientes de redução às somas das vazões dos usos prováveis e simultâneos correspondentes.

Ex. Calcule a vazão de um ramal de distribuição que alimenta:

1 bacia sanitária com válvula de descarga.....	1,9 L/s
1 bidê.....	0,1 L/s
1 chuveiro.....	0,2 L/s
1 torneira de lavagem.....	<u>0,2 L/s</u>
	2,4 L/s

Para 4 aparelhos pelo gráfico de HAROLD P. HALL, tem-se que a porcentagem de uso simultâneo é 53%. Assim, a vazão de dimensionamento seria:

$$Q = 0,53 \times 2,4 = 1,27 \text{ L/s}$$

Mas como tem-se que só a vazão da bacia sanitária com válvula de descarga já é maior que 1,27 L/s, estão adota-se:

$$Q = 1,9 \text{ L/s}$$

II. Aplicação da teoria das probabilidades atribuindo pesos (MÉTODO DE HUNTER).

A demanda é estimada atribuindo-se “PESOS” para cada aparelho sanitário e relacionando-se a soma total de todos os aparelhos às vazões máxima prováveis.

Ex.: Para o exemplo anterior tem-se:

1 bacia sanitária com válvula de descarga	6
1 bidê.....	1
1 chuveiro.....	2
1 torneira de lavagem.....	<u>1</u>
	10

Pela tabelas de pesos e vazões tem-se que: $Q = 1,9 \text{ L/s}$

III. Aplicação do método da NORMA BRASILEIRA

Consiste em atribuir “PESOS” (diferente dos Métodos de Hunter) aos diversos aparelhos e relaciona-los com as vazões através da expressão:

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

Em que: $Q = \text{vazão, L/s}$

$C = \text{coeficiente de descarga (0,3)}$

$P = \text{soma dos pesos de todos os aparelhos}$

Ex.: Para o exemplo anterior tem-se:

1 bacia sanitária com válvula de descarga.....	40
1 bidê.....	0,1
1 chuveiro.....	0,2
1 torneira de lavagem.....	<u>0,5</u>
	41,1

Pelo ábaco tem-se: $Q = 1,9 \text{ L/s}$

7. RAMAL PREDIAL

Ramal predial é a ligação do domicílio à rede de distribuição, o qual é ligado a um medidor de vazão onde finalmente se dá início às instalações prediais de água, como ilustrado na Figura 1

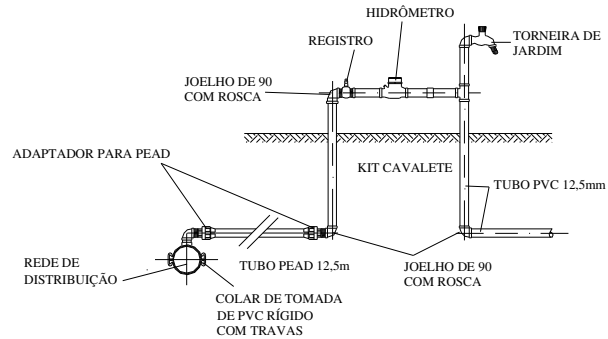


Figura 1. Esquema da ligação predial.

O dimensionamento do ramal predial é feito do consumo médio diário do imóvel e da pressão disponível na rede. Normalmente eles são dimensionados pelas companhias concessionárias, mas podem ser facilmente dimensionados a partir de:

- Pressão mínima disponível na rede
- Cota do ponto de alimentação do reservatório inferior, em relação a rede pública,
- Consumo médio estimado para o prédio.

Segundo a NB – 92/80 a velocidade média da água por alimentador predial deve estar entre os limites de 0,6 m/s e 1,0 m/s. Assim, fixando-se a velocidade e de posse do CD, pode-se calcular o diâmetro do ramal predial, aplicando-se a equação da continuidade:

$$Q = S \times V$$

Em que: Q = vazão do ramal predial

V = velocidade média do ramal predial (entre 0,6 m/s e 1,0 m/s)

S = área transversal do ramal

Assim: $Q = CD \text{ (L/dia)} / 86400 \text{ (s/dia)}$

$S = \pi \times D^2 / 4$, onde D é o diâmetro do ramal predial, m

EXERCÍCIO

1. Dimensionar o ramal predial de um edifício com 8 pavimentos com 2 apartamentos por andar (com 2 dormitórios sociais e 1 de serviço). Dados a considerar:

- Pessoal de serviço do prédio: 10 hab
- Pressão no ponto de tomada de água da rede pública: 15 mca.
- N A do reservatório inferior situado a 2,00 m abaixo da rede pública;
- Comprimento da tubulação já considerando os comprimentos equivalentes: 21,0m

SOLUÇÃO:

1. CÁLCULO DA POPULAÇÃO

$$P = (2 \text{ hab/dorm} + 1 \text{ hab/dorm. serv}) \times 2 \text{ apart.} \times 8 \text{ pav.} = 80 \text{ pessoas}$$

$$\text{pessoal de serviço} = \underline{10 \text{ pessoas}}$$

pessoas

2. CONSUMO MÉDIO DIÁRIO.

$$CD = P \times CDu = 90 \text{ pessoas} \times 200 \text{ L/pessoa dia} = \quad \text{L/dia}$$

$$Q = CD / 86.400 = \quad \text{L/s}$$

3. DIMENSIONAMENTO.

ADOTANDO: $V = 0,8 \text{ m/s}$, tem-se:

$$S = \pi \times D^2 / 4 \quad \therefore \quad D =$$

$\frac{3}{4}$ é o diâmetro mínimo, logo deve ser adotado $\frac{3}{4}$ " (20,7)

VERIFICAÇÃO DA VELOCIDADE

$$V = Q / S =$$

4. CÁLCULO DA PERDA DE CARGA UNITÁRIA (FAIR-WHIPLE-HSIÃO)

$$J = 2,021 \times 10^{-3} \times Q^{1,88} \times D^{-4,88} =$$

5. CÁLCULO DA PERDA DE CARGA TOTAL

$$H_f = J \times L =$$

6. PRESSÃO DISPONÍVEL DA ENTRADA DO RESERVATÓRIO INFERIOR

$$P = P_{\text{Disp}} + H_{\text{GEO}} - H_f$$

8. RESERVATÓRIOS

Para suprir as deficiências do abastecimento, deve-se armazenar um volume depara pelo menos 1 dia de consumo, normalmente se reserva de 2 a 3 vezes o consumo diário, além disso é costume reservar água para combate a incêndio.

Esta reserva é normalmente distribuída entre o reservatório superior e inferior.

O RESERVATÓRIO INFERIOR DEVE ARMAZENAR 3/5 DO CONSUMO

O RESRVATÓRIO SUPERIOR DEVE ARMAZENAR 2/5 DO CONSUMO.

A RESERVA DE INCÊNDIO É ESTIMADA EM 15% A 20% DO CONSUMO DIÁRIO.

Quando o volume dos reservatórios ultrapassam 5.000 L, devem-se se previstos 2 compartimentos e cada compartimento deve conter as seguintes tubulações:

- Alimentação;
- Saída para o barrilete de água para consumo;
- Saída para o barrilete de água de incêndio;
- Extravasor;
- Limpeza.

OBS.: Para cada compartimento dos reservatórios (superior e inferior) são necessários instalar automáticos de bóia, comandados eletricamente, por chave de reversão. O sistema deverá ligar-se automaticamente quando houver água no reservatório inferior e o superior atingir o nível inferior de água e deverá desligar-se quando atingir o nível superior desejado ou o nível de água no reservatório inferior atingir um ponto muito baixo (10 cm antes da válvula de pé).

9. INSTALAÇÕES DE RECALQUE

Em prédios de ocupação coletiva é conveniente que sejam instalados pelo menos 2 conjuntos elevatórios de modo que um deles sempre fique de reserva. As normas exigim que a CAPACIDADE HORÁRIA mínima das bombas seja de 15% do consumo diário. Assim para recalcar o volume diário de água seriam necessários:

1 h - 15%

X - 100% X = 6,66 h

O cálculo do diâmetro de recalque é feito considerando a equação de BRESSE para pequenos diâmetros:

$$D = C \times \sqrt{Q}$$

Em que: $Q = \text{vazão, m}^3 / \text{s}$

$C = \text{coeficiente prático de BRESSE}$

C tem sido objeto de estudo e no Brasil varia de 0,75 a 1,4. Na realidade escolher o valor de C equivale a fixar a velocidade e cabe ao projetista escolher o valor de C mais conveniente.

C	V (m/s)
0,75	2,26
0,80	1,99
0,85	1,76
0,90	1,57
1,00	1,27
1,10	1,05
1,20	0,88
1,30	0,75
1,40	0,65

Substituindo a equação da continuidade ($V = Q / A$) na fórmula de BRESSE tem-se:

$$V = 4 \cdot Q / (\pi \times D^2)$$

$$V = (4 \cdot D^2 / C^2) / (\pi \cdot D^2) = 4 / \pi \cdot C^2$$

Nas instalações que funcionam apenas algumas horas por dia e utilizam maiores velocidades, a norma NB 92/80 aconselha utilizar a seguinte equação:

$$D = 1,3 \times \sqrt{Q} \times \sqrt[4]{X}$$

Em que: $X = n/25$

$n = \text{nu'mero de horas de funcionamento da bomba por dia}$

A potência do conjunto elevatório é calculada pela expressão:

$$P = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_m}{75 \cdot \eta}$$

Em que: $P = \text{potência da bomba em cavalos-vapor (CV)}$

$H_m = \text{altura manométrica total, m}$

$\gamma = \text{peso específico da água} = 1000 \text{ kgf/m}^3$

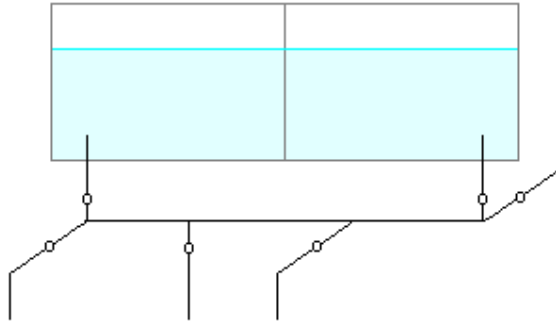
$\eta = \eta_b \cdot \eta_m$

$\eta_b = \text{rendimento da bomba}$

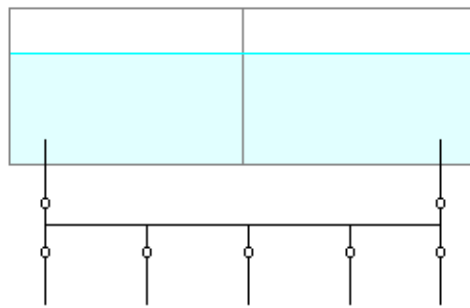
$\eta_m = \text{rendimento do motor}$

10. BARRILETE

Chama-se de BARRILETE o cano que interliga as duas metades da caixa d'água e de onde partem as colunas de água. Podem ser do tipo ramificado ou do tipo concentrado.



Barrilete ramificado



Barrilete concentrado

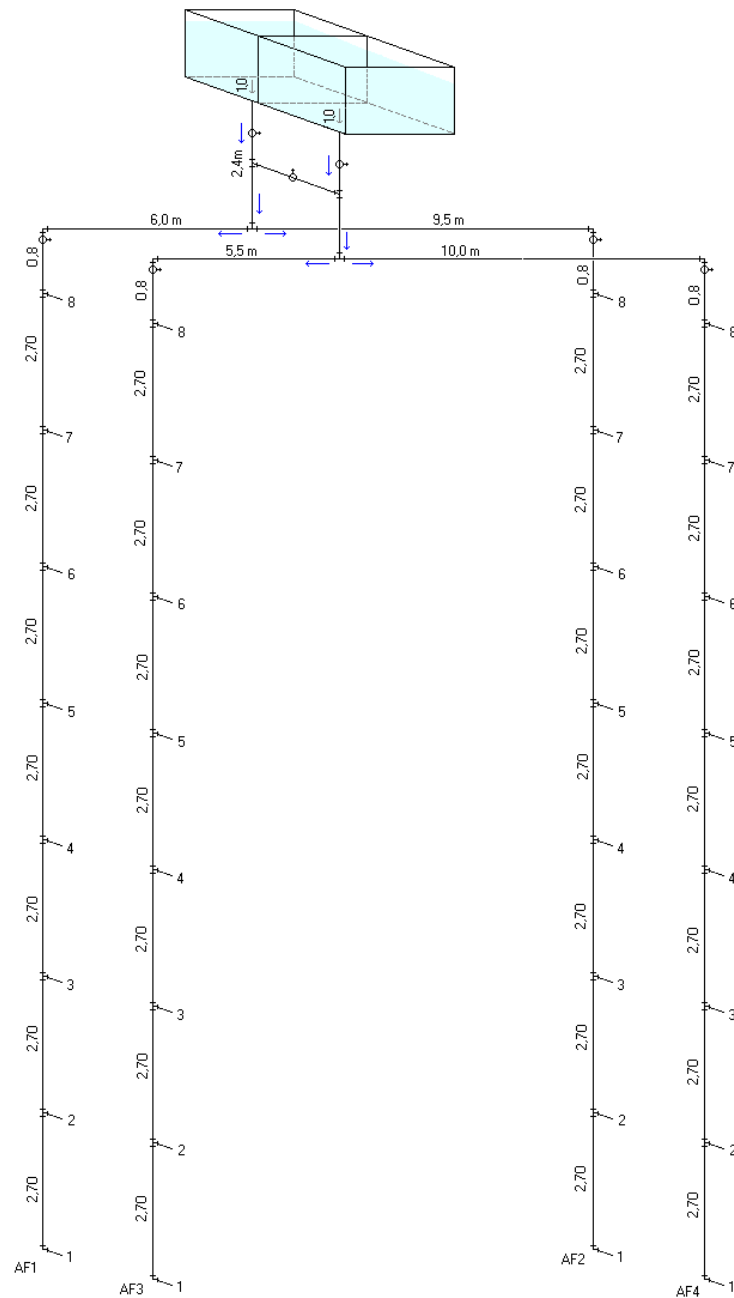
O dimensionamento do barrilete pode ser feito por dois métodos:

- A- **Método de HUNTER:** fixa-se a perda de carga em 8% e calcula-se a vazão como se cada metade da caixa atendesse à metade das colunas. Conhecendo-se J e Q , calcula-se pelo ábaco de FAIR-WHIPPLE-HSIÃO o diâmetro.
- B- **MÉTODO DAS SEÇÕES EQUIVALENTES:** considera-se o diâmetro encontrado para as colunas, de modo que metade das colunas seja atendida pela metade da caixa.

11. COLUNAS

São tubulações verticais que partem do barrilete delas saem os ramais de distribuição. Deve-se evitar colocar em uma mesma coluna válvulas de descarga com aquecedores e outras peça. As

colunas são dimensionadas trecho a trecho e para isso é necessário dispor de um esquema vertical da instalação, com as peças que serão atendidas em cada coluna



MARCHAS DE CÁLCULO

- Numerar as colunas;
- Marcar com letras os trechos em que haverá derivações para os ramais;

- Somar os pesos de todas as peças de utilização (tabela1);
- Determinar a vazão, em L/s (Figuras 1 ou 2)
- Arbitrar um diâmetro D (mm);
- Obter outros parâmetros hidráulicos:
Perdas de carga, J(m/m)
Velocidade, V(m/s) (caso $V > 2,5$ L/s escolher D maior)
- Medir em planta o comprimento real, L, as tubulação;
- Calcular o comprimento equivalente, LE, que é resultante das perdas de carga localizadas nas conexões, registros, válvulas, etc.
- Calcular o comprimento total: $LT = L + LE$;
- Calcular a pressão disponível no ponto. A pressão disponível é a diferença de nível entre mínimo de água no reservatório e este ponto, medindo em metros de coluna de água (mca);
- Calcular a perda de carga unitária, medida em MCA;
- Calcular a perda de carga total, em MCA, obtida pela equação:

12. RAMAIS DE DISTRIBUIÇÃO

São as tubulações que partem das colunas e alimentam as ligações dos aparelhos. Podem ser dimensionados pelo consumo máximo possível ou pelo consumo máximo provável. Pelo consumo máximo possível usa-se o método das seções equivalentes, em que todos os diâmetros são obtidos em função da vazão obtida com $1/2''$.

13. SUB RAMAIS.

São as tubulações que fazem as ligações dos aparelho. São dimensionados pelas conforme tabela 7 da NB 92/80.

14. VÁLVULA REDUTORA DE PRESSÃO

Se a pressão estática ultrapassar 40 MCA (edifícios com mais de 12 andares) é necessário reduzir as pressões. Isto pode ser feito de duas maneiras:

- a) Colocando um reservatório intermediário. Porém geralmente a disposição arquitetônica do prédio não permite;
- b) Instalando uma válvula redutora de pressão, que pode ser colocada em um pavimento intermediário ou no terreo.