

# INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA

## Sumário

<u>1. Instalações Prediais de Água Fria</u> .....	2
<u>1.1. Terminologia</u> .....	2
<u>1.2. Informações gerais</u> .....	4
<u>1.2.1. Responsabilidade técnica</u> .....	4
<u>1.2.2. Exigências a serem observadas no projeto</u> .....	4
<u>1.2.3. Sistema de abastecimento</u> .....	4
<u>1.2.4. Sistema de distribuição</u> .....	4
<u>1.2.5. Consumo diário</u> .....	7
<u>1.2.6. Capacidade dos reservatórios</u> .....	9
<u>1.3. Dimensionamento da tubulação</u> .....	10
<u>1.3.1. Critério do consumo máximo possível</u> .....	10
<u>1.3.2. Critério do consumo máximo provável</u> .....	12
<u>1.4. Informações adicionais</u> .....	21
<u>1.5. Dimensionamento do conjunto elevatório</u> .....	24
<u>1.6. Apresentação do projeto</u> .....	25
<u>1.7. Referências bibliográficas</u> .....	30

# 1. Instalações Prediais de Água Fria

Norma pertinente: NBR 5626:1998 – Instalação predial de água fria (ABNT, 1998).

## 1.1. Terminologia

Reproduz-se abaixo algumas das definições apresentadas na NBR 5626 (ABNT, 1998):

- Água fria: água à temperatura dada pelas condições do ambiente;
- Água potável: água que atende ao padrão de potabilidade determinado pela Portaria no\_36 do Ministério da Saúde;
- Alimentador predial: tubulação que liga a fonte de abastecimento a um reservatório de água de uso doméstico;
- Aparelho sanitário: componente destinado ao uso da água ou ao recebimento de dejetos líquidos e sólidos. Incluem-se nessa definição aparelhos como bacias sanitárias, lavatórios, pias, lavadoras de roupa, lavadoras de prato, banheiras etc;
- Barrilete: tubulação que se origina no reservatório e da qual derivam as colunas de distribuição, quando o tipo de abastecimento é indireto. No caso de abastecimento direto, pode ser considerado como a tubulação diretamente ligada ao ramal predial ou diretamente ligada à fonte de abastecimento particular;
- Coluna de distribuição: tubulação derivada do barrilete e destinada a alimentar ramais;
- Diâmetro nominal (DN): número que serve para designar o diâmetro de uma tubulação e que corresponde aos diâmetros definidos nas normas específicas de cada produto;
- Dispositivo de prevenção ao refluxo: componente, ou disposição construtiva, destinado a impedir o refluxo de água em uma instalação predial de água fria, ou desta para a fonte de abastecimento;
- Duto: espaço fechado projetado para acomodar tubulações de água e componentes em geral, construído de tal forma que o acesso ao seu interior possa ser tanto ao longo de seu comprimento como em pontos específicos. Inclui também o shaft que é normalmente entendido como um duto vertical;
- Fonte de abastecimento: sistema destinado a fornecer água para a instalação predial de água fria. Pode ser a rede pública da concessionária ou qualquer sistema particular de fornecimento de água. No caso da rede pública, considera-se que a fonte de abastecimento é a extremidade à jusante do ramal predial;
- Instalação elevatória: sistema destinado a elevar a pressão da água em uma instalação predial de água fria, quando a pressão disponível na fonte de abastecimento for insuficiente, para abastecimento do tipo direto, ou para suprimento do reservatório elevado no caso de abastecimento do tipo indireto;
- Metal sanitário: expressão usualmente empregada para designar peças de utilização e outros componentes utilizados em banheiros, cozinhas e outros ambientes do gênero, fabricados em liga de cobre. Exemplos: torneiras, registros de pressão e gaveta, misturadores, válvulas de descarga, chuveiros e duchas, bicas de banheira;

- **Nível de transbordamento:** nível do plano horizontal que passa pela borda do reservatório, aparelho sanitário ou outro componente. No caso de haver extravasor associado ao componente, o nível é aquele do plano horizontal que passa pelo nível inferior do extravasor;
- **Plástico sanitário:** expressão usualmente empregada para designar peças de utilização e outros componentes utilizados em banheiros, cozinhas e outros ambientes do gênero, fabricados em material plástico. Exemplos: torneiras, registros de pressão e gaveta, misturadores, válvulas de descarga, chuveiros e duchas;
- **Ponto de utilização da água:** extremidade à jusante do sub-ramal a partir de onde a água fria passa a ser considerada água servida. Qualquer parte da instalação predial de água fria, a montante desta extremidade, deve preservar as características da água para o uso a que se destina;
- **Ramal:** tubulação derivada da coluna de distribuição e destinada a alimentar os sub-ramais;
- **Ramal predial:** tubulação compreendida entre a rede pública de abastecimento de água e a extremidade a montante do alimentador predial ou de rede predial de distribuição. O ponto onde termina o ramal predial deve ser definido pela concessionária;
- **Rede predial de distribuição:** conjunto de tubulações constituído de barriletes, colunas de distribuição, ramais e sub-ramais, ou de alguns destes elementos, destinado a levar água aos pontos de utilização;
- **Refluxo de água:** escoamento de água ou outros líquidos e substâncias, proveniente de qualquer outra fonte, que não a fonte de abastecimento prevista, para o interior da tubulação destinada a conduzir água desta fonte. Incluem-se, neste caso, a retrossifonagem, bem como outros tipos de refluxo como, por exemplo, aquele que se estabelece através do mecanismo de vasos comunicantes;
- **Registro de fechamento:** componente instalado na tubulação e destinado a interromper a passagem da água. Deve ser utilizado totalmente fechado ou totalmente aberto. Geralmente empregam-se registros de gaveta ou de esfera. Em ambos os casos, o registro deve apresentar seção de passagem da água com área igual à da seção interna da tubulação onde está instalado;
- **Registro de utilização:** componente instalado na tubulação e destinado a controlar a vazão da água utilizada. Geralmente empregam-se registros de pressão ou válvula-globo em sub-ramais;
- **Retrossifonagem:** refluxo de água usada, proveniente de um reservatório, aparelho sanitário ou de qualquer outro recipiente, para o interior de uma tubulação, devido à sua pressão ser inferior à atmosférica;
- **Separação atmosférica:** separação física (cujo meio é preenchido por ar) entre o ponto de utilização ou ponto de suprimento e o nível de transbordamento do reservatório, aparelho sanitário ou outro componente associado ao ponto de utilização;
- **Sub-ramal:** tubulação que liga o ramal ao ponto de utilização;
- **Tubulação de extravasão:** tubulação destinada a escoar o eventual excesso de água de reservatórios onde foi superado o nível de transbordamento;

- Tubulação de limpeza: tubulação destinada ao esvaziamento do reservatório para permitir sua limpeza e manutenção.

## 1.2. Informações gerais

### 1.2.1. Responsabilidade técnica

O projeto de instalações prediais de água fria deve ser elaborado por projetista com formação profissional de nível superior, legalmente habilitado e qualificado.

### 1.2.2. Exigências a serem observadas no projeto

A NBR 5626:1998 estabelece que as instalações prediais de água fria devem ser projetadas de modo que, durante a vida útil do edifício que as contém, atendam aos seguintes requisitos:

- a) preservar a potabilidade da água;
- b) garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade adequada e com pressões e velocidades compatíveis com o perfeito funcionamento dos aparelhos sanitários, peças de utilização e demais componentes;
- c) promover economia de água e de energia;
- d) possibilitar manutenção fácil e econômica;
- e) evitar níveis de ruído inadequados à ocupação do ambiente;
- f) proporcionar conforto aos usuários, prevendo peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação, com vazões satisfatórias e atendendo as demais exigências do usuário.

### 1.2.3. Sistema de abastecimento

O abastecimento de água pode ser público (concessionária), privado (nascentes, poços etc) ou misto.

### 1.2.4. Sistema de distribuição

O sistema de distribuição pode ser direto, indireto, hidropneumático ou misto.

#### a) Sistema direto

A água provém diretamente da fonte de abastecimento, como exemplificado na Figura 1.1. A distribuição direta normalmente garante água de melhor qualidade devido à taxa de cloro residual existente na água e devido à inexistência de reservatório no prédio. O principal inconveniente da distribuição direta no Brasil é a irregularidade no abastecimento público e a variação da pressão ao longo do dia provocando problemas no funcionamento de aparelhos como os chuveiros. O uso de válvulas de descarga não é compatível com este sistema de distribuição.

O Código de Obras e Edificações de Florianópolis especifica, no Artigo 129, que toda edificação deverá possuir reservatório de água próprio, logo o sistema de distribuição direta não pode ser utilizado.

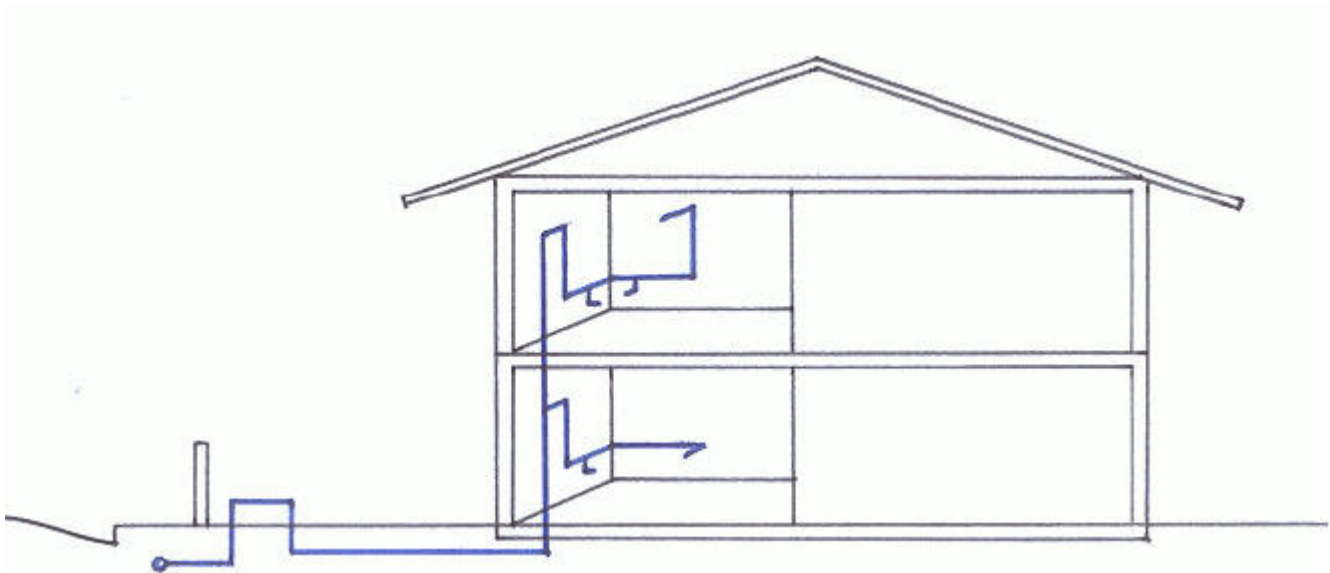


Figura 1.1. Sistema de distribuição direta.

b) Sistema indireto

A água provém de um ou mais reservatórios existentes no edifício. Este sistema pode ocorrer com ou sem bombeamento. Quando a pressão for suficiente, mas houver descontinuidade no abastecimento, há necessidade de se prever um reservatório superior e a alimentação do prédio será descendente (Figura 1.2). Quando a pressão for insuficiente para levar água ao reservatório superior, deve-se ter dois reservatórios: um inferior e outro superior. Do reservatório inferior a água é lançada ao superior através do uso de bombas de recalque (moto-bombas). O sistema de distribuição indireto com bombeamento é mais utilizado em grandes edifícios onde são necessários grandes reservatórios de acumulação. Esse sistema é mostrado na Figura 1.3.

O Artigo 221 do Código de Obras e Edificações de Florianópolis especifica que deve ser adotado reservatório inferior e instalação de moto-bombas de recalque nas edificações com quatro ou mais pavimentos.

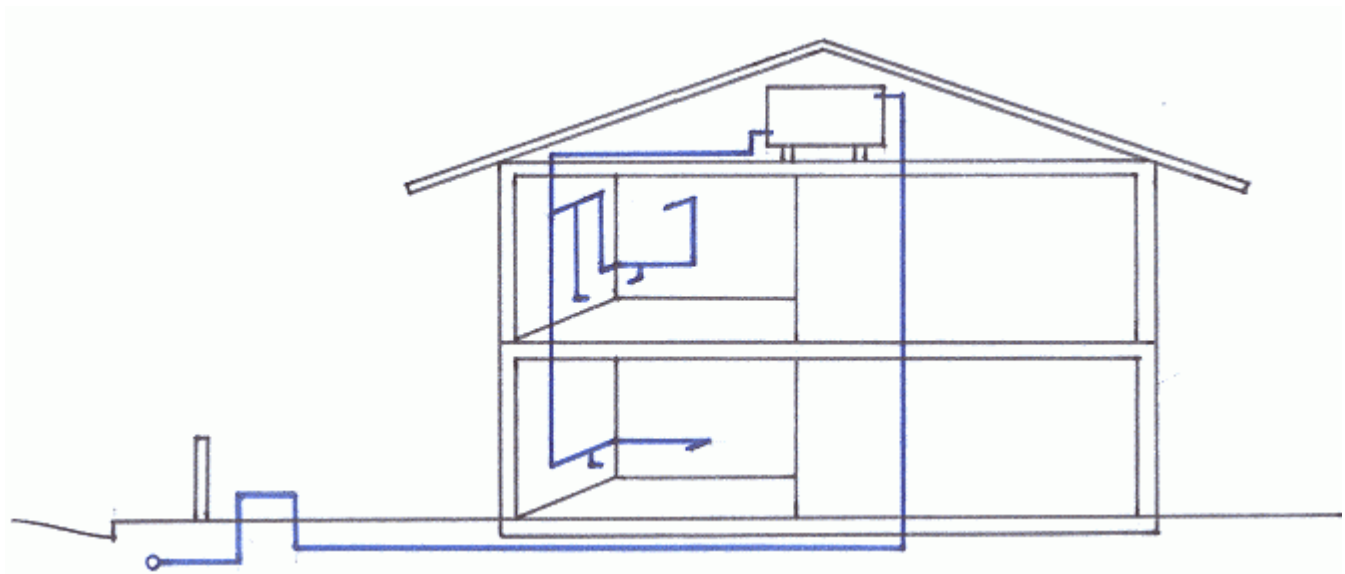


Figura 1.2. Sistema de distribuição indireta sem bombeamento.

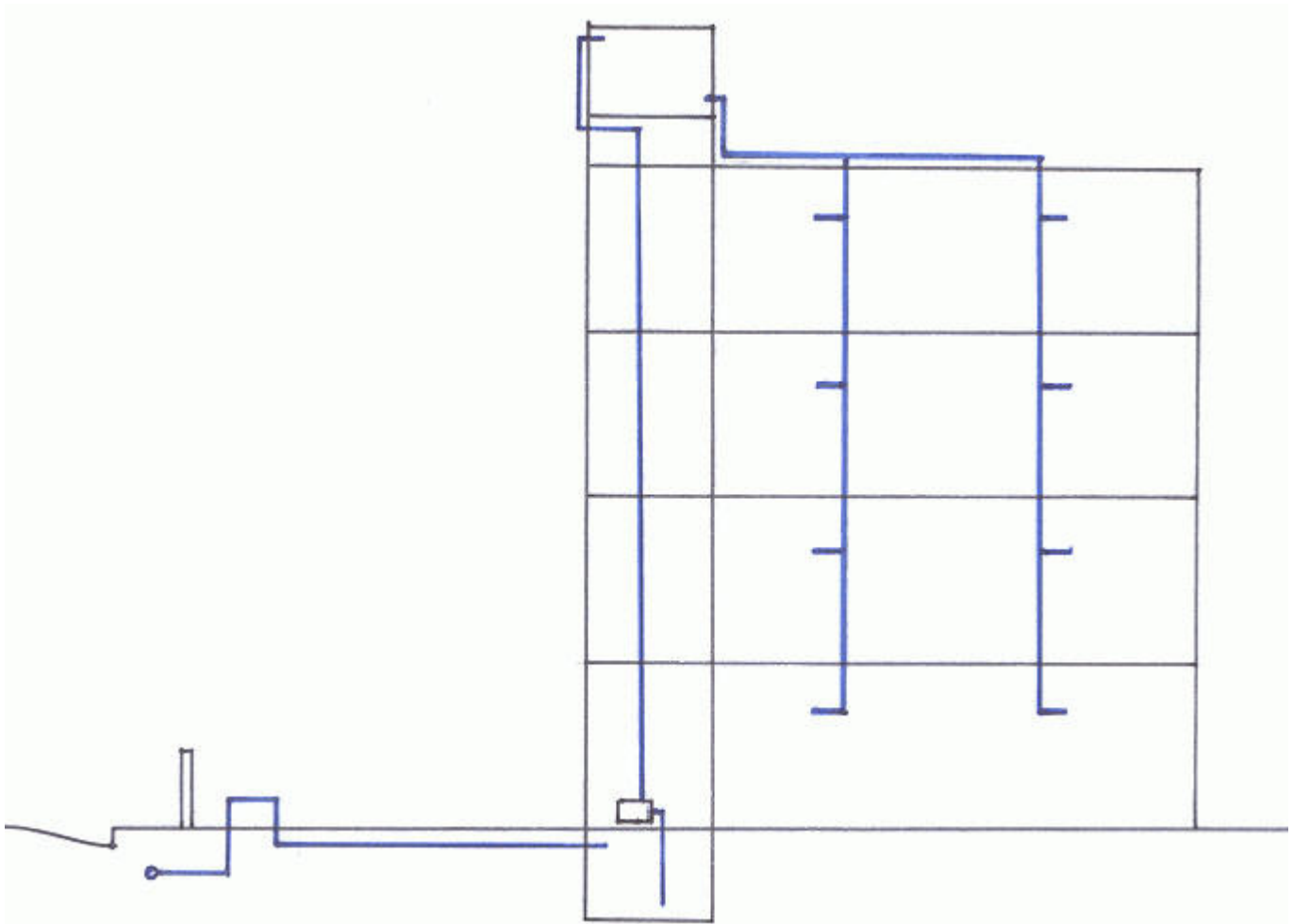


Figura 1.3. Sistema de distribuição indireta com bombeamento.

c) Sistema misto

O sistema de distribuição misto é aquele no qual existe distribuição direta e indireta ao mesmo tempo, como pode-se perceber na Figura 1.4.

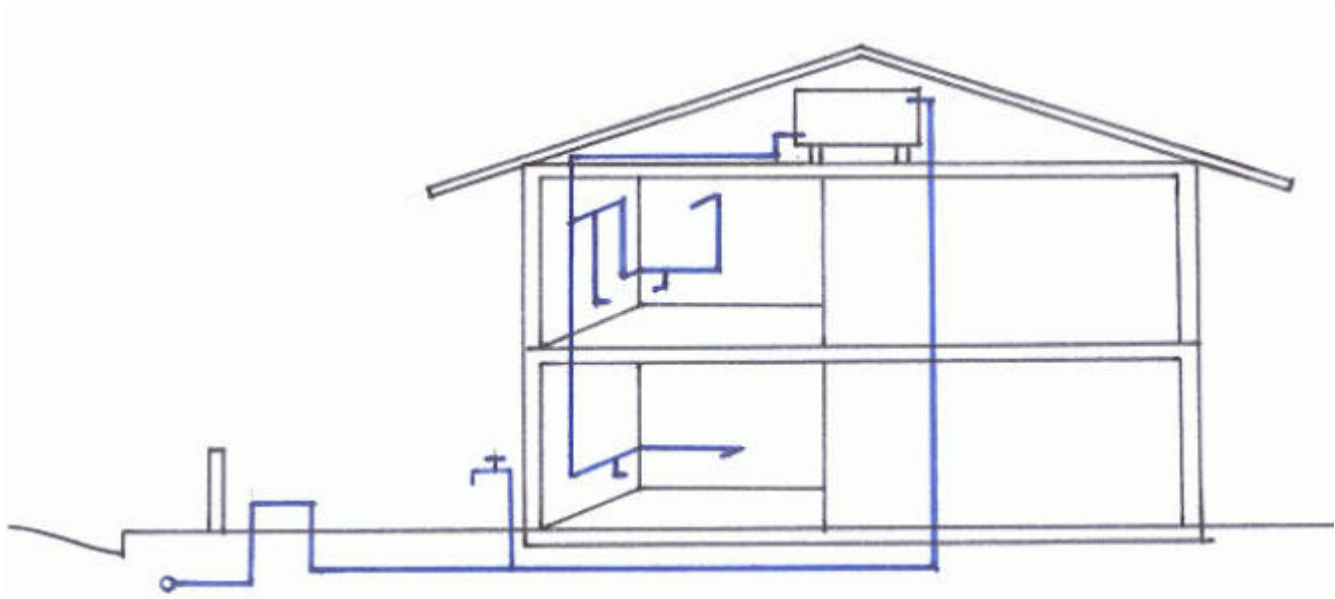


Figura 1.4. Sistema de distribuição misto.

d) Sistema hidropneumático

O sistema hidropneumático de abastecimento dispensa o uso de reservatório superior, mas segundo Creder (1995), sua instalação é cara, sendo recomendada somente em casos especiais para aliviar a estrutura.

#### 1.2.5. Consumo diário

Para se estimar o consumo diário de água é necessário que se conheça a quantidade de pessoas que ocupará a edificação. Para o setor residencial, Creder (1995) recomenda que se considere cada quarto social ocupado por duas pessoas e cada quarto de serviço, por uma pessoa. A CASAN, e também o Código de Obras e Edificações de Florianópolis, recomenda que se considerem 2 pessoas por quarto quando este possuir área inferior a 12 m<sup>2</sup> e 3 pessoas por quarto com área superior a 12 m<sup>2</sup>.

Para edifícios de escritórios, prestação de serviços e comércio, o Código de Obras e Edificações de Florianópolis, recomenda que se considere 1 pessoa para cada 7,5 m<sup>2</sup> de área de sala ou loja. Para demais usos, o Código de Obras e Edificações de Florianópolis especifica que se utilizem as normas da concessionária.

Atenção: Alunos que atuarão em outros estados do país devem verificar a legislação local, pois a NBR 5626:1998 estabelece que, onde o abastecimento provém da rede pública, as exigências da concessionária com relação ao abastecimento, reservação e distribuição devem ser obedecidas.

Para efeitos didáticos, para prédios públicos ou comerciais, pode-se considerar as taxas de ocupação apresentadas na Tabela 1.1.

Tabela 1.1. Taxa de ocupação para prédios públicos ou comerciais

Local	Taxa de ocupação
Bancos	Uma pessoa por 5,00 m <sup>2</sup> de área
Escritórios	Uma pessoa por 6,00 m <sup>2</sup> de área
Pavimentos térreos	Uma pessoa por 2,50 m <sup>2</sup> de área
Lojas (pavimentos superiores)	Uma pessoa por 5,00 m <sup>2</sup> de área
Museus e bibliotecas	Uma pessoa por 5,50 m <sup>2</sup> de área
Salas de hotéis	Uma pessoa por 5,50 m <sup>2</sup> de área
Restaurantes	Uma pessoa por 1,40 m <sup>2</sup> de área
Salas de operação (hospital)	Oito pessoas
Teatros, cinemas e auditórios	Uma cadeira para cada 0,70 m <sup>2</sup> de área

Conhecida a população do prédio, pode-se calcular o consumo de água. O Código de Obras e Edificações de Florianópolis, recomenda que se considerem, no setor residencial, 200 litros por pessoa por dia. Para edifícios de escritórios, prestação de serviços e comércio, o Código de Obras e Edificações de Florianópolis, recomenda que se considerem 50 litros/pessoa por dia. Para efeitos didáticos, pode-se utilizar os dados apresentados na Tabela 1.2.

Tabela 1.2. Consumo específico em função do tipo de prédio

Prédio	Consumo (litros/dia)	Unidade
<b>Serviço doméstico</b>		
Apartamentos	200	per capita
Apartamentos de luxo	300 a 400	per capita
	200	quarto de empregada
Residência de luxo	300 a 400	per capita
Residência de médio valor	150	per capita
Residências populares	120 a 150	per capita
Alojamentos provisórios de obras	80	per capita
Apartamento de zelador	600 a 1000	apartamento
<b>Serviço público</b>		
Edifícios de escritórios	50 a 80	ocupante efetivo
Escolas (internatos)	150	per capita
Escolas (externatos)	50	aluno
Escolas (semi-internatos)	100	aluno
Hospitais e casas de saúde	250	leito
Hotéis com cozinha e lavanderia	250 a 350	hóspede
Hotéis sem cozinha e lavanderia	120	hóspede
Lavanderias	30	kg de roupa seca
Quartéis	150	per capita
Cavalariças	100	cavalo
Restaurantes e similares	25	refeição
Mercados	5	m <sup>2</sup>
Postos de serviço	100	automóvel
	150	caminhão
Rega de jardins	1,5	m <sup>2</sup>
Cinemas e teatros	2	lugar

Tabela 1.2. Consumo específico em função do tipo de prédio (cont.)

Prédio	Consumo (litros/dia)	Unidade
Igrejas e templos	2	lugar
Ambulatórios	25	per capita
Creches	50	per capita
<b>Serviço industrial</b>		
Fábricas (uso pessoal)	70 a 80	operário
Fábricas com restaurante	100	operário
Usinas de leite	5	litro de leite
Matadouros (animais de grande porte)	300	cabeça abatida
Matadouros (animais de pequeno porte)	150	cabeça abatida

#### 1.2.6. Capacidade dos reservatórios

A NBR 5626:1998 estabelece que o volume de água reservado para uso doméstico deve ser, no mínimo, o necessário para atender 24 horas de consumo normal do edifício, sem considerar o volume de água para combate a incêndio.

Em virtude das deficiências no abastecimento público de água em praticamente todo o país, Creder (1995) recomenda que se adote reservatórios com capacidade "suficiente para uns dois dias de consumo" e que o reservatório inferior armazene 60% e o superior 40% do consumo.

O Código de Obras e Edificações de Florianópolis, no Artigo 222, estabelece que, quando instalados reservatórios inferior e superior, o volume mínimo de cada um será, respectivamente, de 60% e 40% do volume de consumo total calculado. No entanto, nada é mencionado sobre previsão de reserva.

Na prática, para evitar problemas decorrentes das deficiências no abastecimento público de água, adota-se reserva de 1 a 3 dias de consumo.

#### Atividades.

Exercício 1.1. Determinar a capacidade do reservatório de uma residência de 4 quartos (3 com área de 12,5 m<sup>2</sup> e 1 com 11,0 m<sup>2</sup>) e 1 quarto de empregada. Considerar residência de médio valor.

Exercício 1.2. Determinar as capacidades dos reservatórios superior e inferior de um edifício com 12 pavimentos que tenha 2 apartamentos cada pavimento. Cada apartamento tem 3 dormitórios com área de 9,0 m<sup>2</sup> e 1 quarto de empregada. Prever 10000 litros para reserva técnica de incêndio.

Exercício 1.3. Determinar as capacidades dos reservatórios superior e inferior de uma edificação que abriga 1 cinema de 200m<sup>2</sup>, um restaurante que serve 500 refeições por dia, 900m<sup>2</sup> de lojas (metade no térreo) e 1 supermercado de 300m<sup>2</sup>. Prever 12000 litros para reserva técnica de incêndio

### 1.3. Dimensionamento da tubulação

Para se garantir a suficiência do abastecimento de água, deve-se determinar a vazão em cada trecho da tubulação corretamente. Isso pode ser feito através de dois critérios: o do consumo máximo possível e o do consumo máximo provável.

#### 1.3.1. Critério do consumo máximo possível

Este critério se baseia na hipótese que os diversos aparelhos servidos pelo ramal sejam utilizados simultaneamente, de modo que a descarga total no início do ramal será a soma das descargas em cada um dos sub-ramais. O uso simultâneo ocorre em geral em instalações onde o regime de uso determina essa ocorrência, como por exemplo em fábricas, escolas, quartéis, instalações esportivas etc. onde todas as peças podem estar em uso simultâneo em determinados horários. Macintyre (1990) recomenda que se utilize esse critério para casas em cuja cobertura exista apenas um ramal alimentando as peças dos banheiros, cozinha e área de serviço, pois é possível que, por exemplo, a descarga do vaso sanitário, a pia da cozinha e o tanque funcionem ao mesmo tempo.

O dimensionamento é feito através do Método das Seções Equivalentes, que consiste em expressar o diâmetro de cada trecho da tubulação em função da vazão equivalente obtida com diâmetros de 15mm (1/2 polegada). A Tabela 1.3 apresenta os diâmetros nominais mínimos dos sub-ramais de alimentação para diferentes aparelhos sanitários e a Tabela 1.4 apresenta os diâmetros equivalentes para aplicação deste critério. Estas duas tabelas são utilizadas nesse método, que será exemplificado através dos exercícios 4 e 5.

Tabela 1.3. Diâmetro mínimo dos sub-ramais de alimentação

Aparelho sanitário	Diâmetro	
	Nominal (mm)	Referência (polegadas)
Aquecedor de baixa pressão	20	3/4
Aquecedor de alta pressão	15	1/2
Vaso sanitário com caixa de descarga	15	1/2
Vaso sanitário com válvula de descarga	50	2
Banheira	15	1/2
Bebedouro	15	1/2
Bidê	15	1/2
Chuveiro	15	1/2
Filtro de pressão	15	1/2
Lavatório	15	1/2
Máquina de lavar roupa	20	3/4
Máquina de lavar louça	20	3/4
Mictório auto-aspirante	25	1
Mictório de descarga descontínua	15	1/2

Pia de despejo	20	$\frac{3}{4}$
Pia de cozinha	15	$\frac{1}{2}$
Tanque de lavar roupa	20	$\frac{3}{4}$
Torneira de jardim	20	$\frac{3}{4}$

Tabela 1.4. Correspondência de tubos de diversos diâmetros com o equivalente de 15mm

Diâmetro		Número de diâmetros de 15mm para a mesma vazão
Nominal (mm)	Referência (polegadas)	
15	$\frac{1}{2}$	1,0
20	$\frac{3}{4}$	2,9
25	1	6,2
32	1 $\frac{1}{4}$	10,9
40	1 $\frac{1}{2}$	17,4
50	2	37,8
60	2 $\frac{1}{2}$	65,5
75	3	110,5
100	4	189,0
150	6	527,0
200	8	1200,0

Exercício 1.4. Dimensionar, através do critério do consumo máximo possível, os trechos do ramal de alimentação abaixo representado.

Trecho	IJ	HI	GH	FG	EF	DE	CD	BC	AB
Diâmetro mínimo de alimentação									
Equivalência com diâmetro de 15mm									
Soma das equivalências									
Diâmetro do trecho									

Exercício 1.5. Dimensionar, através do critério do consumo máximo possível, os trechos do ramal de alimentação abaixo representado.

Trecho	MN	LM	KL	JK	IJ	HI	GH	FG	EF	DE	CD	BC
Diâmetro mínimo de alimentação												
Equivalência com diâmetro de 15mm												
Soma das equivalências												
Diâmetro do trecho												

Trecho	XY	VX	UV	TU	ST	RS	QR	PQ	OP	BO
Diâmetro mínimo de alimentação										
Equivalência com diâmetro de 15mm										
Soma das equivalências										
Diâmetro do trecho										

### 1.3.2. Critério do consumo máximo provável

Este critério se baseia na hipótese de que o uso simultâneo dos aparelhos de um mesmo ramal é pouco provável e na probabilidade do uso simultâneo diminuir com o aumento do número de aparelhos. Este critério conduz a diâmetros menores do que pelo critério anterior.

Existem diferentes métodos que poderiam ser utilizados para a determinação dos diâmetros das tubulações através desse critério. O método recomendado pela NBR 5626:1998, e que atende ao critério do consumo máximo provável, é o Método da Soma dos Pesos. Este método, de fácil aplicação para o dimensionamento de ramais e colunas de alimentação, é baseado na probabilidade de uso simultâneo dos aparelhos e peças.

O método da soma dos pesos consiste nas seguintes etapas:

1º Verificar o peso relativo de cada aparelho sanitário conforme indicado na Tabela 1.5.

2º Somar os pesos dos aparelhos alimentados em cada trecho de tubulação.

3º Calcular a vazão em cada trecho da tubulação através da equação 1.1.

$$Q = 0,3\sqrt{\Sigma P} \quad (1.1)$$

A vazão também pode ser obtida do ábaco mostrado na Figura 1.5.

4º Determinar o diâmetro de cada trecho da tubulação através do ábaco mostrado na Figura 1.5.

Tabela 1.5. Vazão e peso relativo nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização

Aparelho sanitário	Peça de utilização	Vazão de projeto (l/s)	Peso relativo
Bacia sanitária	Caixa de descarga	0,15	0,3
Bacia sanitária	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	Registro de pressão	0,30	1,0
Lavadora 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
Mictório cerâmico sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha	Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,3
Pia	Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
Pia	Torneira elétrica	0,10	0,1
Tanque	Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral	Torneira	0,20	0,4

5º Verificar se a velocidade atende ao limite estabelecido por norma.

O ruído proveniente de tubulação é gerado quando suas paredes sofrem vibração pela ação do escoamento da água. O ruído de escoamento não é significativo para velocidade média da água inferior a 3m/s. Portanto, a NBR 5626:1998 recomenda que as tubulações sejam dimensionadas de modo que a velocidade da água não atinja valores superiores a 3m/s em nenhum trecho da tubulação.

Conhecendo-se o diâmetro e a vazão da tubulação, a velocidade pode ser calculada através da equação 1.2.

$$V = Q/A \quad (1.2)$$

Onde:

V é a velocidade da água (m/s);

Q é a vazão (m<sup>3</sup>/s);

A é a área da seção transversal da tubulação (m<sup>2</sup>).

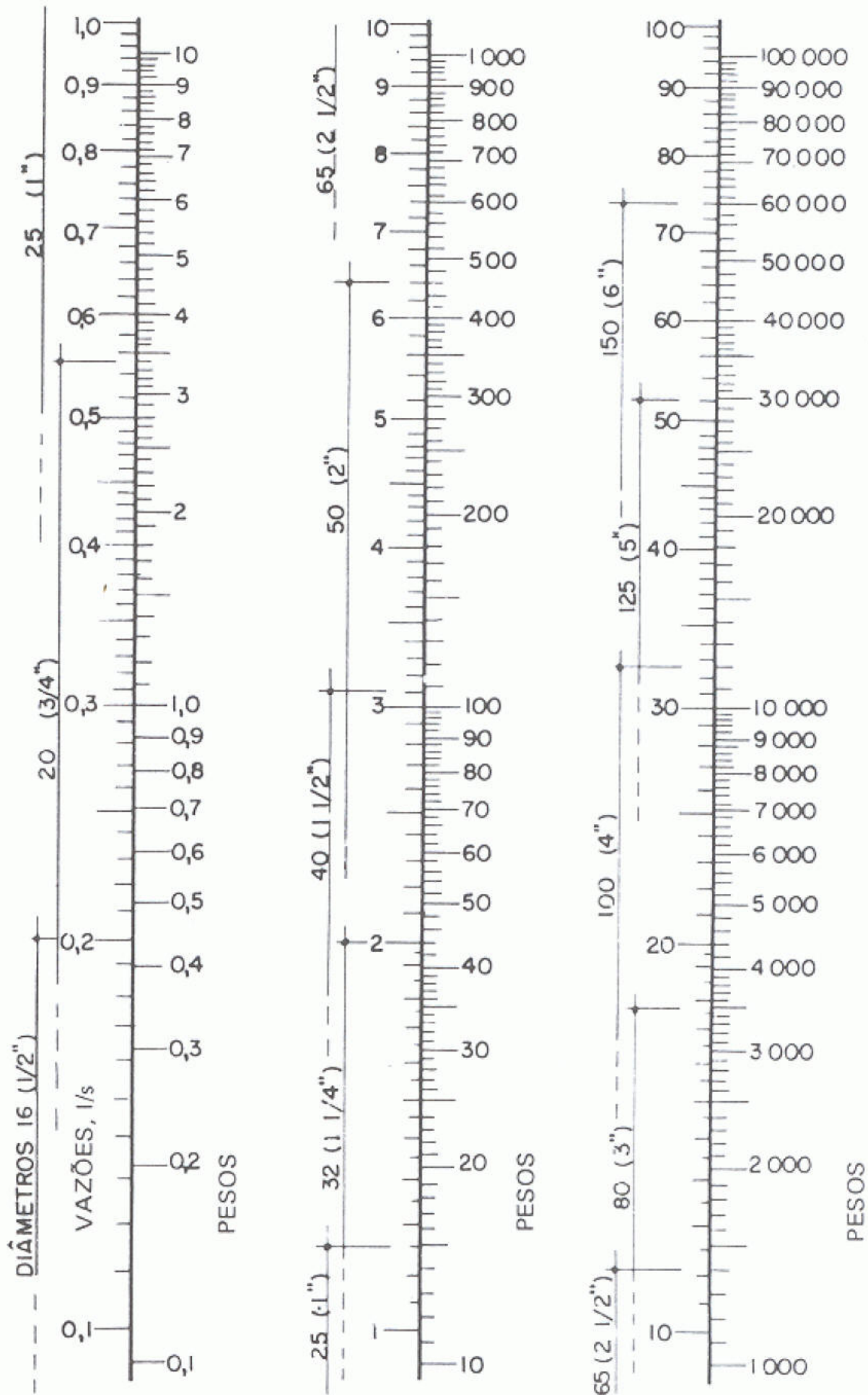


Figura 1.5. Diâmetros e vazões em função dos pesos.

Sabendo-se que a área de uma seção circular é dada por  $\pi r^2$  e que  $1\text{m}^3$  contém 1000 litros, a equação 1.2 pode ser re-escrita na forma da equação 1.3.

$$V = 4000 Q / (\pi D^2) \quad (1.3)$$

Onde:

V é a velocidade da água (m/s);

Q é a vazão (litros/s);

D é o diâmetro da tubulação (mm).

6º Verificar a perda de carga.

A perda de carga deve ser verificada nos tubos e também nas conexões.

a) Nos tubos

Para determinação da perda de carga em tubos, a NBR 5626:1998 estabelece que podem ser utilizadas as expressões de Fair-Whipple-Hsiao.

No caso de **tubos rugosos** (tubos de aço-carbono, galvanizado ou não), utiliza-se a equação 1.4.

$$J = 20,2 \cdot 10^5 Q^{1,88} D^{-4,88} \quad (1.4)$$

No caso de **tubos lisos** (tubos de plástico, cobre ou liga de cobre), utiliza-se a equação 1.5.

$$J = 8,69 \cdot 10^5 Q^{1,75} D^{-4,75} \quad (1.5)$$

Onde:

J é a perda de carga unitária (mca/m);

Q é a vazão estimada na seção considerada (litros/s);

D é o diâmetro interno do tubo (mm).

Observação: Tanto a velocidade quanto a perda de carga podem ser determinadas através da utilização dos ábacos de Fair-Whipple-Hsiao, mostrados nas Figuras 1.6 e 1.7.

b) Nas conexões

A perda de carga nas conexões que ligam os tubos, formando as tubulações, deve ser expressa em termos de comprimento equivalente desses tubos. A Tabela 1.6 apresenta esses comprimentos equivalentes para diferentes conexões em função do diâmetro nominal de tubos rugosos (tubos de aço-carbono, galvanizado ou não). A Tabela 1.7 apresenta esses comprimentos equivalentes para diferentes conexões em função do diâmetro nominal de tubos lisos (tubos de plástico, cobre ou liga de cobre).

A NBR 5626:1998 estabelece que quando for impraticável prever os tipos e números de conexões a serem utilizadas, um procedimento alternativo consiste em estimar uma porcentagem do comprimento real da tubulação como o comprimento equivalente necessário para cobrir as perdas

de carga em todas as conexões. Essa porcentagem varia de 10% a 40% do comprimento real, dependendo da complexidade de desenho da tubulação, sendo que o valor utilizado depende da experiência do projetista.

As Tabelas 1.8 e 1.9 apresentam perdas de carga localizadas para conexões não apresentadas na NBR 5626:1998.

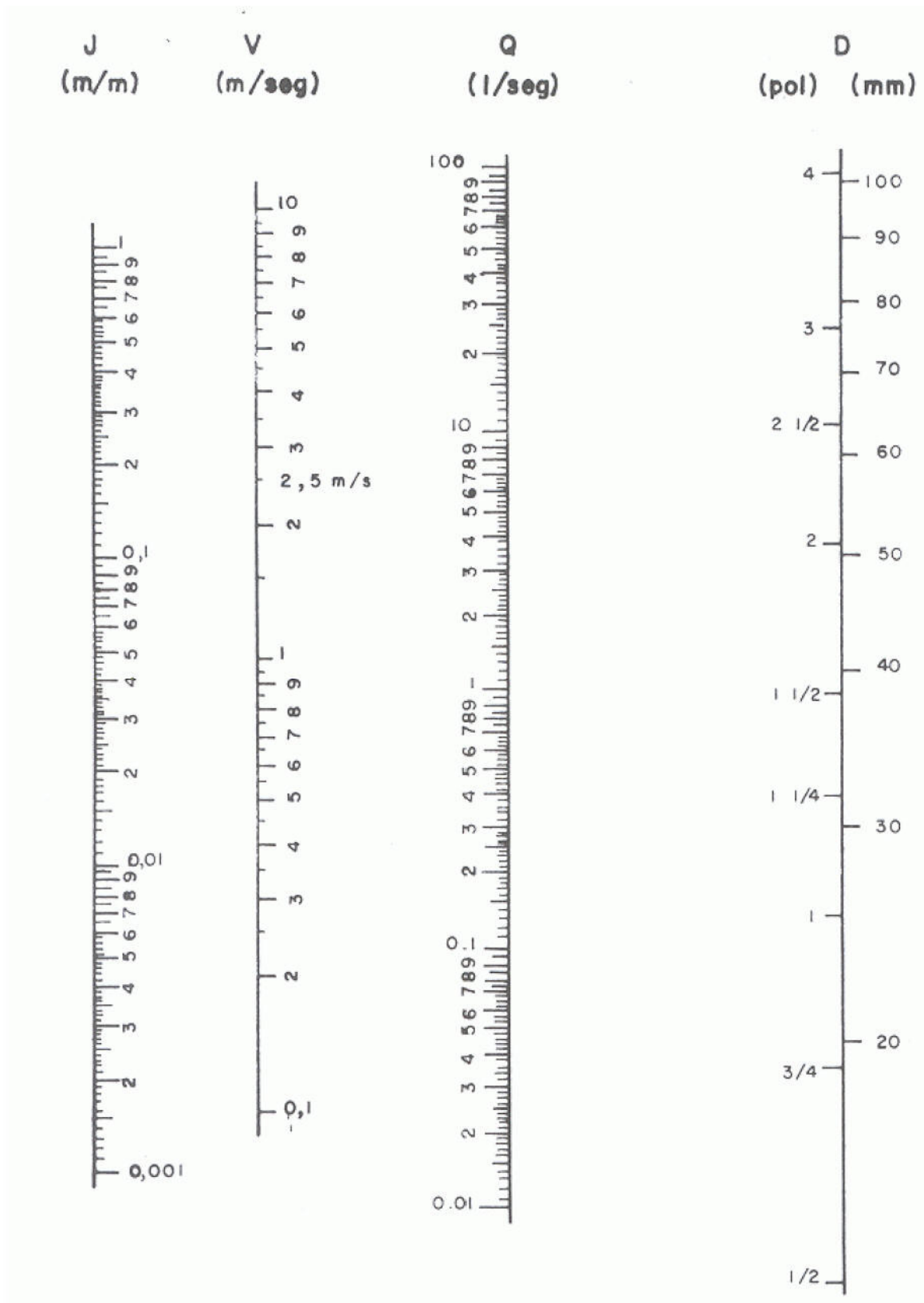


Figura 1.6. Ábaco de Fair-Whipple-Hsiao para tubulações de aço galvanizado e ferro fundido.

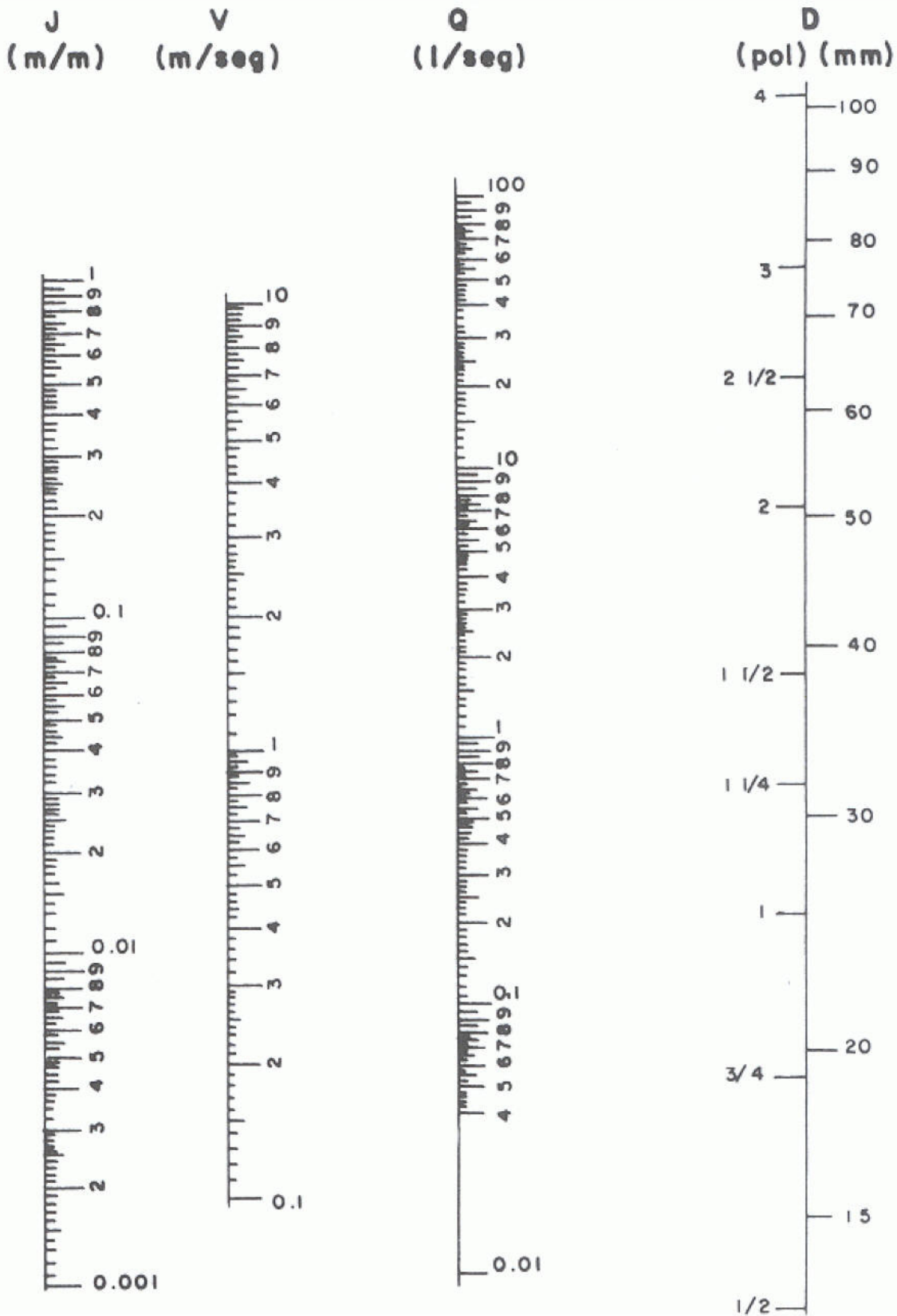


Figura 1.7. Ábaco de Fair-Whipple-Hsiao para tubulações de cobre e plástico.

Tabela 1.6. Perda de carga em conexões – comprimento equivalente para tubos rugosos (tubos de aço-carbono, galvanizado ou não)

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

Tabela 1.7. Perda de carga em conexões – comprimento equivalente para tubos lisos (tubos de plástico, cobre ou liga de cobre)

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

Tabela 1.8. Perda de carga em conexões – comprimento equivalente para tubos rugosos (aço galvanizado ou ferro fundido)

Diâmetro		Conexão																		
mm	pol	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
20	¾	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	1¼	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	1½	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	2½	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

- 1 Cotovelo 90o raio longo;
- 2 Cotovelo 90o raio médio;
- 3 Cotovelo 90o raio curto;
- 4 Cotovelo 45o;
- 5 Curva 90o raio longo;
- 6 Curva 90o raio curto;
- 7 Curva 45o;
- 8 Entrada normal;
- 9 Entrada de borda;
- 10 Registro de gaveta aberto;

- 11 Registro de globo aberto;
- 12 Registro de ângulo aberto
- 13 Tê de passagem direta;
- 14 Tê de saída de lado;
- 15 Tê de saída bilateral;
- 16 Válvula de pé e crivo;
- 17 Saída da canalização;
- 18 Válvula de retenção tipo leve;
- 19 Válvula de retenção tipo pesado.

Tabela 1.9. Perda de carga em conexões – comprimento equivalente para tubos lisos (PVC rígido ou cobre)

Diâmetro		Conexão															
mm	pol	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
20	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
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	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
40	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
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	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
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	14,2	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

- 1 Joelho 90°;
- 2 Joelho 45°;
- 3 Curva 90°;
- 4 Curva 45°;
- 5 Tê de passagem direta;
- 6 Tê de saída de lado;

- 7 Tê de saída bilateral;
- 8 Entrada normal;
- 9 Entrada de borda;
- 10 Saída de canalização;
- 11 Válvula de pé e crivo;
- 12 Válvula de retenção tipo leve;

- 13 Válvula de retenção tipo pesado;
- 14 Registro de globo aberto;
- 15 Registro de gaveta aberto;
- 16 Registro de ângulo aberto.

7º Verificar se a pressão se situa dentro dos limites estabelecidos por norma.

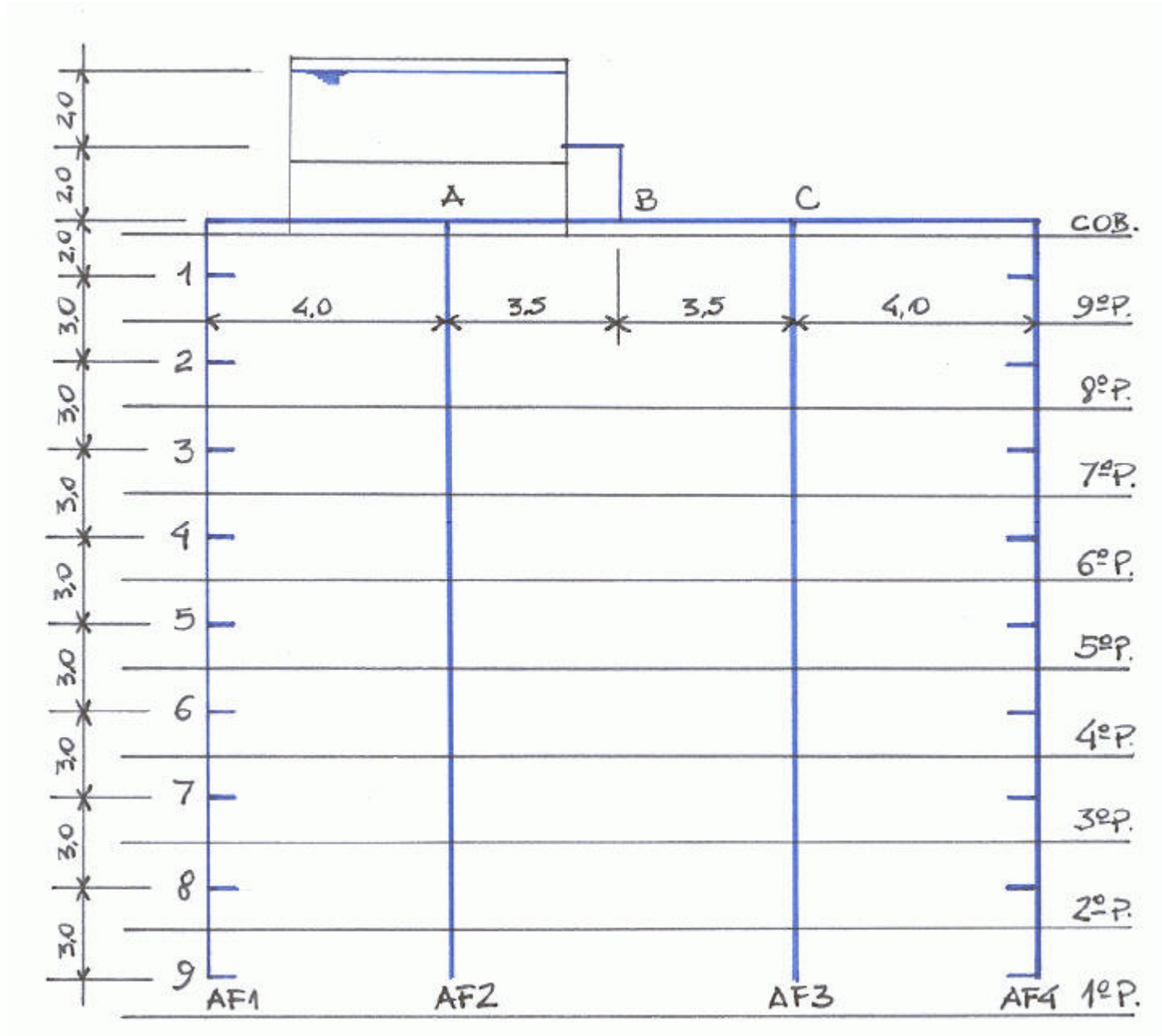
A NBR 5626:1998 estabelece que a pressão estática (quando não há escoamento) em qualquer ponto de utilização da rede predial de distribuição seja inferior a 400kPa (40mca) para proteger a tubulação contra pressão e golpe de aríete. Com relação à pressão dinâmica (com escoamento), a NBR 5626:1998 estabelece que seja superior a 5kPa (0,5mca). A Tabela 1.10 apresenta as pressões dinâmicas mínimas para as peças de utilização conforme recomendações da NBR 5626:1998.

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

Exercício 1.6. Determinar os diâmetros dos ramais e sub-ramais do banheiro abaixo.

Exercício 1.7. Dimensionar a coluna de água fria AF1, de PVC, que alimenta em cada pavimento um banheiro privativo com 1 vaso sanitário com válvula de descarga, 1 lavatório e 1 chuveiro elétrico.







#### 1.4. Informações adicionais

A Tabela 1.11 apresenta o número mínimo de aparelhos para diferentes tipos de ocupação. A Tabela 1.12 apresenta as alturas recomendadas para as saídas dos pontos de água para os aparelhos comumente utilizados.

Tabela 1.11. Número mínimo de aparelhos.

Tipo de ocupação	Lavatório		Banheiras ou chuveiros	Bebedouros fora dos banheiros	Vasos sanitários		Mictórios			
	Número de pessoas	Número de aparelhos			Número de pessoas	Número de aparelhos	Número de pessoas	Número de aparelhos		
Residência ou apartamento	1 para cada banheiro		1 chuveiro para cada banheiro. Banheira é opcional.		1 para cada banheiro					
Escolas primárias	1 para cada 30 alunos		1 chuveiro para cada 20 alunos (caso haja educação física)	1 para cada 75 alunos	Meninos: 1 para cada 75 Meninas: 1 para cada 25		1 para cada 30 meninos			
Escolas secundárias	1 para cada 50 alunos		1 chuveiro para cada 20 alunos (caso haja educação física)	1 para cada 75 alunos	Meninos: 1 para cada 75 Meninas: 1 para cada 35		1 para cada 30 meninos			
Escritórios ou edifícios públicos	Número de pessoas			1 para cada 75 pessoas	Número de pessoas		Havendo mictórios, instalar 1 vaso sanitário a menos para cada mictório, contanto que o número de vasos não seja reduzido a menos de 2/3 do especificado nesta tabela.			
	1-15				1					
	16-35				2					
	36-60				3					
	61-90				4					
	91-125				5					
Acima de 125, adicionar um aparelho para cada 45 pessoas		Acima de 150, adicionar um aparelho para cada 40 pessoas								
Indústrias	Número de pessoas		1 chuveiro para cada 15 pessoas expostas a calor excessivo ou contaminação da pele por substâncias venenosas ou irritantes	1 para cada 75 pessoas	Número de pessoas		Mesma especificação feita para escritórios			
	1-100				1					
	Mais de 100				1 para cada 10 pessoas					
					1 para cada 15 pessoas (1 para cada 5 pessoas onde houver risco de agressão da pele com germes ou substâncias irritantes)					
					1 para cada 20 pessoas					
					1 para cada 30 pessoas					
Teatros, auditórios e locais de reunião	Número de pessoas			1 para cada 100 pessoas	Número de pessoas		Número de pessoas			
	1-200				1		1-100		1	
	201-400				2		101-200		2	
	401-750				3		201-400		3	
	Acima de 750, 1 aparelho para cada 500 pessoas				Acima de 400, 1 aparelho para cada 500 homens ou 300 mulheres		Acima de 600, 1 aparelho para cada 300 homens adicionais			
Dormitórios	1 para cada 12 pessoas (prever lavatórios para higiene dental na razão de 1:50 pessoas); Adicionar 1 lavatório para cada 20 homens e 1 para cada 15 mulheres		1 para cada 8 pessoas; No caso de dormitório de mulheres, adicionar banheiras na razão de 1:30 pessoas	1 para cada 75 pessoas	Número de pessoas		Número de aparelhos			
					1-10 homens		1			
					Acima de 10 homens, adicionar 1 aparelho para cada 25 homens					
					1-8 mulheres		1			
		Acima de 8 mulheres, adicionar 1 aparelho para cada 20 mulheres								

Fonte: Creder (1995)

Tabela 1.12. Altura recomendada para os pontos de utilização.

Aparelho	Altura do ponto (cm)
Válvula de descarga	110
Vaso sanitário com caixa acoplada	20 (e 15 cm à esquerda do eixo)
Caixa de descarga	200
Banheira	30
Bidê	30
Chuveiro	200 a 220
Lavatório	60
Máquina de lavar roupa	75
Máquina de lavar louça	75
Tanque	90
Pia de cozinha	100

Exercício 1.10. Traçar o esquema isométrico para o banheiro abaixo.

Exercício 1.11. Traçar o esquema isométrico para a cozinha e área de serviço abaixo.

## 1.5. Dimensionamento do conjunto elevatório

Uma instalação elevatória consiste no bombeamento de água de um reservatório inferior para um reservatório superior ou para um reservatório hidropneumático. A NBR 5626 recomenda que, no caso de grandes reservatórios, o tempo de enchimento pode ser de até 6 horas dependendo do tipo de edifício. As recomendações são de 4 horas de funcionamento para prédios de escritórios, 5 horas para prédios de apartamentos e 6 horas para hospitais e hotéis.

As instalações elevatórias devem possuir no mínimo duas moto-bombas independentes para garantir o abastecimento de água no caso de falha de uma das unidades.

### a) Dimensionamento da tubulação de recalque

Para o dimensionamento da tubulação de recalque, recomenda-se o uso da fórmula de Forschheimer, representada pela equação 1.6.

$$D_R = 1,3\sqrt{Q^4 \frac{h}{24}} \quad (1.6)$$

Onde:

$D_R$  é o diâmetro da tubulação de recalque (m);

$Q$  é a vazão de recalque (m<sup>3</sup>/s);

$h$  é o número de horas de funcionamento da moto-bomba (horas/dia).

## b) Tubulação de sucção

A tubulação de sucção não é dimensionada. Adota-se simplesmente o diâmetro comercialmente disponível, imediatamente superior ao diâmetro de recalque.

## c) Extravasores

Os extravasores, tanto do reservatório superior quanto do inferior, não precisam ser dimensionados. Deve-se adotar um diâmetro comercial imediatamente superior ao diâmetro da alimentação dos reservatórios.

## d) Potência da moto-bomba

A potência da moto-bomba é determinada através da equação 1.7.

$$P = \frac{QH_{\text{man}}}{75R} \quad (1.7)$$

Onde:

P é a potência necessária para a moto-bomba (CV);

Q é a vazão de recalque (litros/s);

$H_{\text{man}}$  é a altura manométrica dinâmica (m);

R é o rendimento da moto-bomba (adimensional).

O rendimento da moto-bomba é dado pela equação 1.8.

$$R = \frac{P_a}{P_m} \quad (1.8)$$

Onde:

$P_a$  é a potência aproveitável;

$P_m$  é a potência nominal.

As faixas de rendimento das moto-bombas são indicadas na tabela 1.13.

Tabela 1.13. Rendimento da moto-bomba em função da potência

Rendimento (%)	Potência (CV)
40 a 60	$\leq 2$
70 a 75	$2 < P \leq 5$
80	$> 5$

A altura manométrica é dada pela equação 1.9.

$$H_{\text{man}} = H_{\text{man}(\text{rec})} + H_{\text{man}(\text{suc})} \quad (1.9)$$

Onde:

$H_{\text{man}}$  é a altura manométrica (m);

$H_{\text{man}(\text{rec})}$  é a altura manométrica do recalque (m);

$H_{\text{man}(\text{suc})}$  é a altura manométrica da sucção (m);

As alturas manométricas de recalque e sucção são dadas, respectivamente, pelas equações 1.10 e 1.11.

$$H_{\text{man}(\text{rec})} = H_{\text{est}(\text{rec})} + J_{(\text{rec})} \quad (1.10)$$

Onde:

$H_{\text{man}(\text{rec})}$  é a altura manométrica do recalque (m);

$H_{\text{est}(\text{rec})}$  é a altura estática do recalque (m);

$J_{\text{rec}}$  é a perda de carga no recalque (m).

$$H_{\text{man}(\text{suc})} = H_{\text{est}(\text{suc})} + J_{(\text{suc})} \quad (1.11)$$

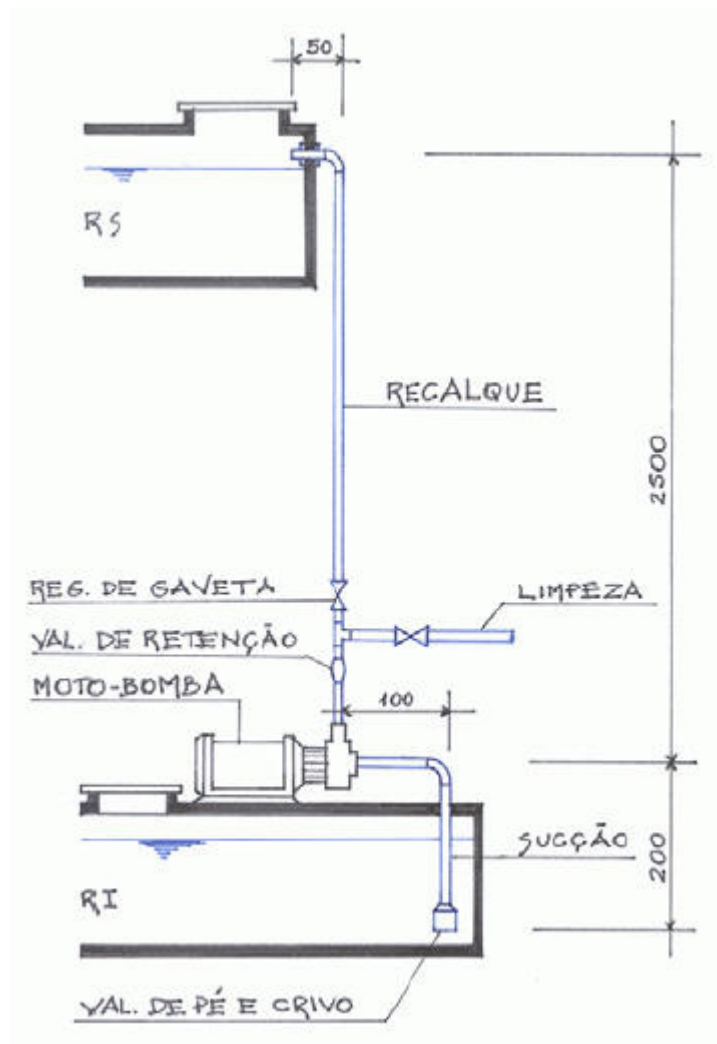
Onde:

$H_{\text{man}(\text{suc})}$  é a altura manométrica da sucção (m);

$H_{\text{est}(\text{suc})}$  é a altura estática da sucção (m);

$J_{\text{suc}}$  é a perda de carga na sucção (m).

Exercício 1.12. Dimensionar o conjunto elevatório e os extravasores para a instalação abaixo sabendo-se que a mesma atende um hotel cujo consumo de água tratada é de 40000 litros por dia.



## 1.6. Apresentação do projeto

O projeto de instalações prediais de água fria deve ser composto de plantas baixas de todos os pavimentos (de um pavimento tipo no caso de sua existência), planta de cobertura, locação, detalhes isométricos, barrilete, memorial descritivo e de cálculo. Todas as pranchas devem possuir legenda e selo. O espaço acima do selo deve ser reservado para carimbos de aprovação pelos órgãos competentes.

## 1.7. Referências bibliográficas

ABNT (1998). NBR 5626 – Instalação predial de água fria.

CREDER, H. (1995). Instalações hidráulicas e sanitárias. Livros Técnicos e Científicos Editora, 5ª Edição.

Código de Obras e Edificações de Florianópolis (2000). Disponível em [http://www.pmf.sc.gov.br/prefeitura/codigo\\_obras\\_edificacoes/index.html](http://www.pmf.sc.gov.br/prefeitura/codigo_obras_edificacoes/index.html)

MACINTYRE, A.J. Manual de instalações hidráulicas e sanitárias. Ed. Guanabara, 1990.