

ROBERTO DE CARVALHO JÚNIOR



# INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E O PROJETO DE ARQUITETURA



Blucher

# INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E O PROJETO DE ARQUITETURA

**Blucher**

PROF. ENG. ROBERTO DE CARVALHO JÚNIOR

# INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E O PROJETO DE ARQUITETURA

7ª edição revista

*Instalações Hidráulicas e o Projeto de Arquitetura*

© 2013 Roberto de Carvalho Júnior

Editora Edgard Blücher Ltda.

# Blucher

Rua Pedroso Alvarenga, 1245, 4º andar  
04531-012 - São Paulo - SP - Brasil  
Tel.: 55 11 3078-5366  
**contato@blucher.com.br**  
**www.blucher.com.br**

Segundo Novo Acordo Ortográfico, conforme 5. ed.  
do *Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa*,  
Academia Brasileira de Letras, março de 2009.

É proibida a reprodução total ou parcial por quaisquer meios sem  
autorização escrita da editora.

Todos os direitos reservados pela Editora Edgard Blücher Ltda.

FICHA CATALOGRÁFICA

Carvalho Júnior, Roberto de  
Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura /  
Roberto de Carvalho Júnior - 7ª ed. - São Paulo: Blucher,  
2013

Bibliografia

ISBN 978-85-212-0783-2

1. Instalações hidráulicas e sanitárias - Projetos e  
construção. I. Título.

13-0811

CDD 696.1

Índices para catálogo sistemático:  
1. Arquitetura - projetos hidráulicos  
2. Instalações hidráulicas e sanitárias

Aos meus queridos e inesquecíveis avós  
Lucato e Lucrécia  
*(in memoriam)*







# PREFÁCIO À 6ª EDIÇÃO

Embora algum tipo de instalação hidráulica e sanitária possa ser encontrado já na antiguidade, particularmente nos banhos romanos, é no século XIX que ocorre uma revolução na arquitetura pela introdução de sistemas destinados a acumular e distribuir água limpa e a recolher e afastar dejetos e águas servidas. O projeto de arquitetura, até então concentrado nos problemas da alvenaria portante e nas estruturas de madeira torna-se agora mais complexo.

Mesmo assim, e por muitos anos, essas instalações, cada vez mais importantes, foram consideradas como algo que o engenheiro projetista de hidráulica deveria “esconder” no forro ou embutir nas paredes de alvenaria de tijolos. Contudo, se de um lado as exigências e a complexidade das instalações hidráulicas cresce dia a dia, de outro lado a substituição da alvenaria por estruturas independentes e sistemas de vedo em painéis, associados a grandes aberturas, acabaram por obrigar os arquitetos a se envolverem no assunto desde os estudos preliminares. Verifica-se assim, que não são apenas as exigências cada vez maiores dos sistemas hidráulicos, mas a própria evolução dos sistemas construtivos, vale dizer da própria arquitetura, que acabaram por envolver os arquitetos nessa problemática. Afinal, o projeto tem que ser uma peça íntegra e a arquitetura é uma composição e não uma mera justaposição de elementos construtivos dispersos.

Além de distribuir água, recolher e afastar as águas servidas e pluviais, atualmente os projetos devem incluir o aquecimento e distribuição d'água quente, o combate a incêndio, a distribuição de gás (ou gases, no caso dos hospitais), sistemas que vão se tornando cada vez mais complexos face às exigências da sustentabilidade. O aumento na dimensão e no número dos dutos passa a exigir a previsão de espaços especiais para eles (*shafts*), interferindo, portanto, com a própria organização dos espaços.

Urge rever e atualizar os currículos das escolas de arquitetura para prepararem os futuros profissionais com os conhecimentos necessários, não apenas para dialogarem com os especialistas,



mas para poderem prever nos seus projetos espaços suficientes e corretamente posicionados para as instalações hidráulicas.

A obra do Eng. Roberto de Carvalho Júnior permite ao estudante de arquitetura e aos profissionais suprirem as necessidades colocadas pela evolução tecnológica e enfrentarem com sucesso os problemas que o exercício profissional lhes coloca cotidianamente. De fato, o livro não apenas cobre todos os sistemas prediais de abastecimento d'água, de coleta e afastamento de esgoto, das águas servidas e das águas pluviais, mas o faz com uma abordagem arquitetônica, por assim dizer. Fartamente ilustrado, permite ao arquiteto desenvolver o projeto e detalhes construtivos de modo extremamente didático. Tudo isso, entretanto, se faz sem abrir mão dos aspectos técnicos e normativos.

Na parte 2 do livro, o autor aborda a questão do ponto de vista das diversas áreas da edificação, como cozinhas, banheiros e áreas de serviço. Introduce, também, novos conceitos e tecnologias. Inclui, ainda, uma excelente abordagem de sistemas construtivos mais modernos como *drywalls* e *steel frames*. Estende-se mesmo por áreas não usuais em manuais de hidráulica como pisos radiantes, efeitos ornamentais e piscinas.

Note-se que o livro será importante não apenas para os arquitetos, mas mesmo para os engenheiros projetistas que precisam trabalhar com arquitetos e que, por isso, precisam também compreender os problemas com os quais o arquiteto enfrenta.

A grande experiência do autor no trato da interface entre a hidráulica e a arquitetura e na integração no trabalho dos engenheiros e dos arquitetos, torna o livro um apoio indispensável, tanto para os estudantes, como para os profissionais.

Prof. Dr. Geraldo G. Serra

Arquiteto, Mestre, Doutor e Livre-Docente em “Estruturas Ambientais Urbanas”. Ex-professor Titular de Tecnologia da Arquitetura da FAU/USP, foi Pró-Reitor de Pesquisa da USP, autor de centenas de projetos de arquitetura e urbanismo

# PREFÁCIO À 5ª EDIÇÃO

O conhecimento técnico é unívoco, pertencendo à classe de estudiosos que o desenvolveu. Assim é com o projeto e cálculo das Instalações Prediais, se assim pudermos designá-las.

Os fabricantes de insumos desse segmento da Construção Civil, tubos e conexões, por exemplo, visando a dar suporte à comercialização de seus produtos, produzem folhetos, contendo informações básicas, para instaladores e pequenas empresas do setor, manuais técnicos, com informações mais detalhadas, confiáveis e imediatamente aplicáveis, para uso de estudantes e profissionais de outras áreas, e os compêndios, com informação completa e pormenorizada, para subsidiar e desenvolver o trabalho dos especialistas, registrando o estado de arte dessa área de conhecimento.

O professor Roberto Carvalho Júnior, engenheiro civil, mestre em Arquitetura e Urbanismo, projetista de Instalações Prediais, convencionais e complexas, desde sempre, convenceu-se de que, para apoio de suas atividades didáticas, junto a estudantes, futuros arquitetos e engenheiros, era necessário um formato mais adequado, para receber e difundir o conhecimento técnico de sua área de dedicação.

Todo o sentido de seu trabalho foi “especializar” a questão das instalações prediais, motivando o aluno não somente a tratar dessa questão, com foco em pré-projeto e pré-dimensionamento, mas apreciá-la, sob um novo e pertinente ângulo: a óptica da Arquitetura. O sucesso dessa percepção e do sentido de apego à vontade de formar novos e competentes profissionais pode ser medido pela inédita, prematura e proximamente esgotável quarta edição do livro *Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura*, que ora se apresenta, com este, para mim, honroso espaço de palavras iniciais.

Sobre o autor, referimo-nos à sua obra, prestes a ser adotada por todas as FAUs do Brasil, e por meio dela temos a possibilidade de avaliar a grandeza pessoal e profissional de Carvalho Júnior. Sobre a edição, temos mais um exemplar trabalho da Blucher, que



participa de um esforço compartilhado de elevar o mercado editorial brasileiro de publicações especializadas ao plano da qualidade global.

Os professores das disciplinas correlatas dispõem de um referencial de inestimável validade e efetividade para o ensino e o aprendizado. Os professores de outras disciplinas de conhecimento técnico dispõem de uma “fresta” nas múltiplas frentes de trabalho, para ser decididamente explorada.

Mário Sérgio Pini

Arquiteto, Diretor de Relações Institucionais/Grupo PINI  
e Diretor Técnico/PINI Serviços de Engenharia.

# PALAVRAS INICIAIS

As instalações prediais constituem subsistemas que devem ser integrados ao sistema construtivo proposto pela arquitetura, de forma harmônica, racional e tecnicamente correta.

Quando não há coordenação e/ou entrosamento entre o arquiteto e os profissionais contratados para a elaboração dos projetos complementares, pode ocorrer uma incompatibilização entre os projetos, o que, certamente, aparecerá depois, durante a execução da obra, gerando inúmeras improvisações para solucionar os problemas surgidos visando finalizar a execução das instalações.

Um projeto arquitetônico elaborado com os equipamentos adequadamente localizados, tendo em vista suas características funcionais, compatibilizado com os projetos de estrutura, fundações, instalações e outros pertinentes, é condição básica para a perfeita integração entre os vários subsistemas construtivos. O projeto de instalações prediais harmoniosamente integrado aos demais projetos do edifício permitirá fácil operação e manutenção das instalações.

A área de instalações prediais é carente de uma bibliografia que atenda às necessidades do aprendizado acadêmico, e até mesmo dos profissionais, no que se refere às interfaces físicas e funcionais da arquitetura com as instalações. Foi no decorrer de nosso trabalho, observando e resolvendo problemas afins, que resolvemos fazer uma espécie de cartilha preventiva, de modo a melhorar a qualidade total da obra.

Este livro foi desenvolvido com o intuito de abordar as principais interferências e interfaces das instalações hidráulicas prediais com o projeto arquitetônico. Para tanto, apresenta noções básicas necessárias, ou seja, uma visão simplificada dos vários subsistemas das instalações prediais voltadas para o arquiteto, *designer* ou estudante de arquitetura, para que possam antecipar as soluções das interfaces e, conseqüentemente, desenvolver projetos harmonizados com as instalações visando seu perfeito funcionamento. Essa compatibilização entre os vários subsistemas envolvidos na





construção do edifício resultará em um correto andamento de obra evitando improvisações.

É importante ressaltar que este trabalho não tem por objetivo formar especialistas em instalações; por esse motivo, a parte relativa a cálculos e dimensionamentos foi basicamente substituída pela abordagem direta dos conceitos e fenômenos, tratando somente das instalações hidráulicas prediais e suas interfaces com a arquitetura. As demais instalações pertinentes ao edifício não fizeram parte dos objetivos deste livro. Houve também a preocupação de evidenciar as normas brasileiras que regem cada assunto tratado.

Para a elaboração deste livro, valemo-nos da bibliografia indicada e da experiência conquistada, no decorrer dos anos, como projetista de instalações e professor em curso de graduação na área de Arquitetura e Urbanismo.

# CONTEÚDO

## PARTE I INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS PREDIAIS

<b>1</b>	<b>ÁGUA FRIA</b> .....	22
	Considerações gerais .....	22
	Entrada e fornecimento de água fria.....	23
	Instalação de poços artesianos.....	24
	Poços pouco profundos .....	25
	Poços profundos .....	26
	Compartimento que abriga o cavalete .....	27
	Medição de água individualizada .....	30
	Sistemas de abastecimento .....	33
	Sistema de distribuição direto.....	33
	Sistema de distribuição indireto .....	34
	Sistema de distribuição mista.....	38
	Reservatórios .....	39
	Generalidades .....	39
	Os reservatórios no projeto arquitetônico .....	40
	Reservação de água fria .....	42
	Capacidade dos reservatórios .....	45
	Tipos de reservatório .....	46
	Altura do reservatório .....	49
	Localização do reservatório.....	50
	Influência dos reservatórios na qualidade da água ....	51
	Rede de distribuição.....	52
	Barrilete .....	52
	Colunas, ramais e sub-ramais.....	54
	Materiais utilizados.....	56
	Dispositivos controladores de fluxo .....	57
	Instalação de registros .....	59
	Desenhos das instalações.....	60
	Detalhes isométricos .....	63
	Altura dos pontos .....	63
	Dimensionamento das tubulações de água fria .....	68
	Pressões mínimas e máximas.....	72
	Pressão estática .....	73
	Pressão dinâmica .....	74
	Pressão de serviço.....	75
	Dispositivos controladores de pressão .....	75
	Pressurizador.....	76
	Válvulas redutoras de pressão .....	77
	Velocidade máxima da água.....	79

	Ruídos e vibrações em instalações prediais.....	79
	Perda de carga nas canalizações .....	82
	Cálculo da perda de carga e da pressão dinâmica.....	84
<b>2</b>	<b>ÁGUA QUENTE</b> .....	90
	Considerações gerais .....	90
	Estimativa de consumo .....	91
	Sistemas de aquecimento .....	91
	Sistema de aquecimento individual.....	91
	Sistema de aquecimento central privado.....	92
	Sistema de aquecimento central coletivo.....	92
	Tipos de aquecedor.....	92
	Aquecedores elétricos .....	92
	Aquecedores elétricos de passagem.....	92
	Aquecedores por acumulação.....	93
	Aquecedores a gás .....	94
	Aquecedores de passagem a gás.....	95
	Aquecedores de acumulação .....	95
	Aquecimento solar .....	100
	Instalação esquemática de aquecimento solar .....	100
	Dimensionamento de aquecedores .....	104
	Aquecedores de passagem a gás.....	105
	Aquecedores de acumulação .....	106
	Aquecedor solar .....	107
	Rede de distribuição .....	108
	Materiais utilizados.....	112
	Dimensionamento das tubulações de água quente.....	113
	Pressões mínimas e máximas.....	114
	Velocidade máxima da água.....	114
	Perdas de carga.....	114
	Comparação do custo de funcionamento de um sistema de água quente à eletricidade e a gás.....	115
	Sistemas integrados de aquecimento .....	115
<b>3</b>	<b>SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO</b> .....	118
	Considerações gerais .....	118
	Características da edificação e área de risco.....	122
	Projeto técnico .....	123
	Projeto técnico simplificado .....	124
	Projeto técnico para instalação e ocupação temporária.....	125
	Projeto técnico de ocupação temporária em edificação permanente.....	125
	Classificação dos incêndios .....	126
	Medidas de segurança contra incêndio .....	127
	Meios de combate a incêndios.....	127

Sistema de proteção por extintores .....	127
Sistemas hidráulicos de combate a incêndios .....	132
Reserva de incêndio no projeto arquitetônico .....	136
<b>4 ESGOTOS SANITÁRIOS .....</b>	<b>139</b>
Considerações gerais .....	139
Sistemas de coleta e escoamento dos esgotos	
sanitários.....	140
Sistemas individuais.....	140
Sistemas coletivos.....	141
Sistema predial de esgoto.....	142
Ramal de descarga .....	143
Desconector (sifão) .....	143
Caixa sifonada.....	145
Ralos .....	146
Ralo de saída articulada.....	147
Ralo antiespuma .....	147
Ralo antiinfiltração.....	148
Ralo linear.....	148
Ramal de esgoto.....	150
Tubo de queda .....	151
Tubo ventilador e coluna de ventilação .....	152
Ramal de ventilação .....	152
Subcoletor .....	156
Caixas de inspeção e gordura .....	157
Caixa de inspeção.....	157
Caixa de gordura .....	158
Caixa múltipla.....	160
Características técnicas .....	161
Coletor predial.....	162
Válvula de retenção .....	162
Materiais utilizados.....	163
Traçado das instalações .....	163
Dimensionamento das tubulações .....	165
Instalações de esgoto em pavimentos sobrepostos .....	169
Residências assobradadas.....	170
Edifícios .....	171
Níveis do terreno e redes de esgoto.....	173
Reúso da água servida nas edificações.....	175
<b>5 ÁGUAS PLUVIAIS .....</b>	<b>178</b>
Considerações gerais .....	178
Partes constituintes da arquitetura.....	180
Cobertura .....	180
Águas da cobertura .....	180
Água furtada.....	181



Cumeeira.....	181
Beiral.....	182
Platibanda.....	183
Partes constituintes do sistema de águas pluviais.....	183
Calhas.....	183
Condutores verticais.....	193
Condutores horizontais.....	197
Materiais utilizados.....	200
Caixas coletoras de águas pluviais.....	200
Águas pluviais e o projeto arquitetônico.....	201
Níveis do terreno e condutores horizontais.....	201
Posicionamento de calha em telhados.....	204
Condutores embutidos e aparentes.....	205
Sobreposição de telhados.....	206
Coberturas horizontais de laje.....	207
Rede coletora sem declividade.....	208
Utilização de água da chuva em edificações.....	209
Instalação de cisternas.....	213
<b>6 SIMBOLOGIAS UTILIZADAS EM PROJETOS.....</b>	<b>216</b>
Água fria.....	216
Água quente.....	217
Segurança contra incêndio.....	217
Esgoto.....	217
Águas pluviais.....	218

## PARTE II AS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E SUAS INTERFACES COM O PROJETO ARQUITETÔNICO

<b>7 APARELHOS SANITÁRIOS.....</b>	<b>220</b>
Número mínimo de aparelhos.....	220
Instalação de aparelhos sanitários.....	223
Aparelhos passíveis de provocar retrossifonagem.....	224
<b>8 INSTALAÇÕES EM BANHEIROS.....</b>	<b>226</b>
Lavatório.....	227
Bacia sanitária.....	229
Bidê e ducha manual.....	232
Chuveiro e ducha.....	234
Chuveiro.....	234
Ducha.....	234
Pressão de água no chuveiro.....	239
Banheiras.....	240
Mictório.....	242

<b>9</b>	<b>INSTALAÇÕES EM COZINHAS</b> .....	244
	Pia .....	244
	Máquina de lavar louça .....	246
	Filtro .....	247
<b>10</b>	<b>INSTALAÇÕES EM ÁREAS DE SERVIÇO</b> .....	249
	Tanque .....	250
	Máquina de lavar roupa .....	251
	Torneiras de lavagem .....	252
<b>11</b>	<b>ÁREAS ERGONÔMICAS</b> ( <i>utilização dos aparelhos</i> )... ..	253
	Lavatório .....	253
	Bacia sanitária .....	255
	Bidê .....	256
	Ducha ou chuveiro (box) .....	258
	Pia de cozinha .....	259
	Tanque e máquina de lavar roupa .....	260
<b>12</b>	<b>ADEQUAÇÃO DAS INSTALAÇÕES</b>	
	<i>Para portadores de necessidades especiais</i> .....	261
	Sanitários .....	262
	Instalação de aparelhos .....	264
	Bacia sanitária .....	264
	Boxes para chuveiro ou ducha .....	269
	Lavatório .....	270
	Instalação de acessórios .....	272
<b>13</b>	<b>NOVOS CONCEITOS E TECNOLOGIAS</b> .....	274
	Sistema PEX – Tubos flexíveis de polietileno	
	reticulado .....	275
	Sistema convencional .....	275
	Sistema Manifold .....	276
	Novos <i>designs</i> de metais e o uso racional da água .....	277
	Metais de fechamento automático .....	279
	Metais monocomando .....	282
	Novos <i>designs</i> de bacias e otimização dos sistemas	
	de descarga .....	283
	Dispositivos antivandalismo .....	285
<b>14</b>	<b>PRUMADAS HIDRÁULICAS E ELEMENTOS</b>	
	<b>ESTRUTURAIS</b> .....	287
	Instalações embutidas e aparentes .....	288
	Áreas destinadas aos dutos de passagem	
	e inspeção .....	291
	Sistemas de <i>shafts</i> visitáveis .....	292



<b>15</b>	<b>NOVOS CONCEITOS DE BANHEIROS</b> .....	293
	Banheiros racionais .....	293
	<i>Kits</i> hidráulico-sanitários.....	294
	Paredes hidráulicas pré-montadas e banheiro pronto .....	295
	Sanitário ecológico.....	296
	Piso Box.....	297
<b>16</b>	<b>COMPARTIMENTOS REBATIDOS</b> .....	300
<b>17</b>	<b>SISTEMA <i>DRY WALL</i> E INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS</b> ..	306
<b>18</b>	<b>INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL</b> .....	309
<b>19</b>	<b>INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS EM SISTEMA <i>STEEL FRAME</i></b> .....	315
<b>20</b>	<b>INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS EM SISTEMA <i>WOOD FRAME</i></b> .....	318
<b>21</b>	<b>INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS EM SISTEMA PVC + CONCRETO</b> .....	322
<b>22</b>	<b>PISO RADIANTE</b> .....	323
<b>23</b>	<b>EFEITOS ORNAMENTAIS EM ÁGUA</b> .....	325
<b>24</b>	<b>PISCINA NO PROJETO ARQUITETÔNICO</b> .....	329
	Casa de máquinas e instalações hidráulicas.....	330
	Aquecedores de piscina.....	333
<b>25</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	336
	Catálogos .....	340
	Normas Técnicas.....	340

PARTE I

INSTALAÇÕES  
HIDRÁULICAS  
PREDIAIS

## CONSIDERAÇÕES GERAIS

Uma instalação predial de água fria (temperatura ambiente) constitui-se no conjunto de tubulações, equipamentos, reservatórios e dispositivos, destinados ao abastecimento dos aparelhos e pontos de utilização de água da edificação, em quantidade suficiente, mantendo a qualidade da água fornecida pelo sistema de abastecimento.

O sistema de água fria deve ser separado fisicamente de qualquer outras instalações que conduzam água potável, como por exemplo as instalações de água para reúso ou de qualidade insatisfatória, desconhecida ou questionável. Os componentes da instalação não podem transmitir substâncias tóxicas à água ou contaminar a água por meio de metais pesados.

A norma que fixa as exigências e recomendações relativas a projeto, execução e manutenção da instalação predial de água fria é a NBR 5626, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). De acordo com a norma, 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:

- preservar a potabilidade da água.
- 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.
- promover economia de água e energia.
- possibilitar manutenção fácil e econômica.
- evitar níveis de ruído inadequados à ocupação do ambiente.
- proporcionar conforto aos usuários, prevendo peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação, com vazões satisfatórias e atendendo às demais exigências do usuário.

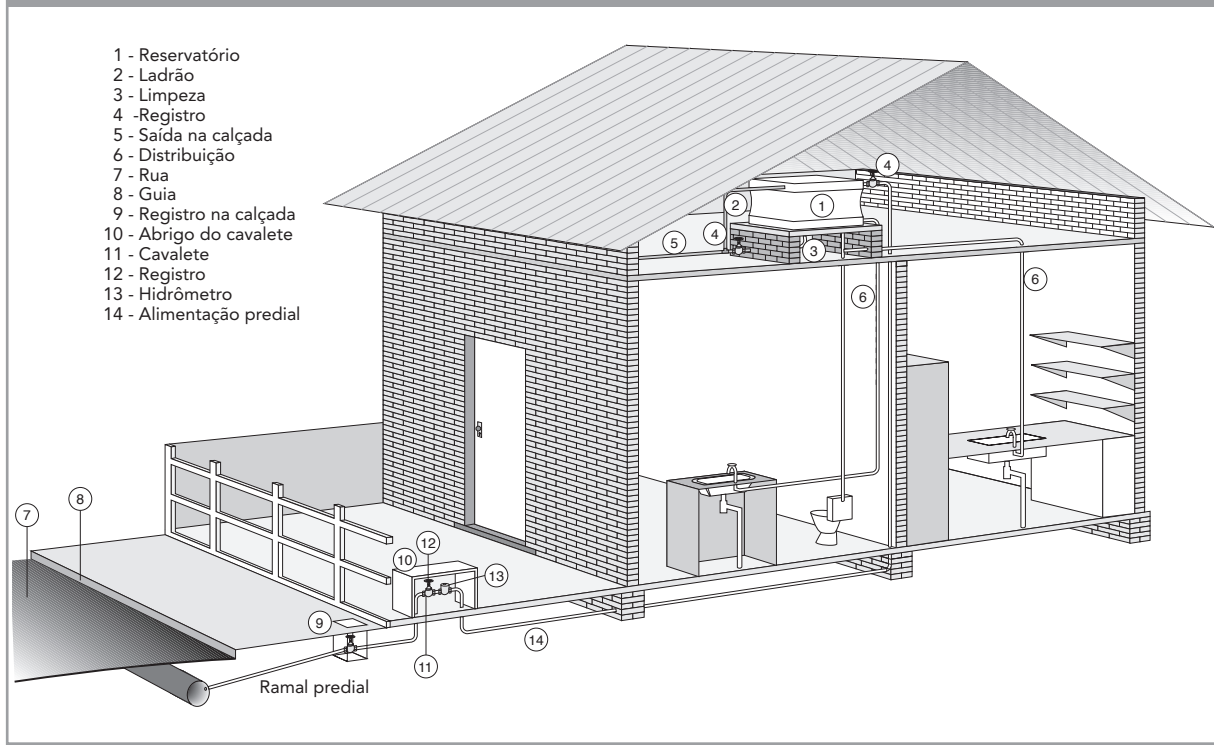
## ENTRADA E FORNECIMENTO DE ÁGUA FRIA

Uma instalação predial de água fria pode ser alimentada de duas formas: pela rede pública de abastecimento ou por um sistema privado, quando a primeira não estiver disponível.

Quando a instalação for alimentada pela rede pública, a entrada de água no prédio será feita por meio do ramal predial, executado pela concessionária pública responsável pelo abastecimento, que interliga a rede pública de distribuição de água à instalação predial.

Antes de solicitar o fornecimento de água, porém, o projetista deve fazer uma consulta prévia à concessionária, visando a obter informações sobre as características da oferta de água no local de execução da obra. É importante obter informações a respeito de eventuais limitações de vazão, do regime de variação de pressões, das características da água, da constância de abastecimento, e outros que julgar relevantes.

Figura 1.1 Instalação predial de água fria.



## INSTALAÇÃO DE POÇOS ARTESIANOS

Quando for prevista utilização de água proveniente de poços, o órgão público responsável pelo gerenciamento dos recursos hídricos deverá ser consultado previamente.

Os tipos de poços variam conforme a tecnologia empregada, os métodos de proteção ao meio ambiente e de segurança, e o sistema de operação. Num poço artesiano convencional, a água permanece dentro do poço e tem de ser bombeada para a superfície. Já no chamado poço surgente, a água jorra naturalmente, por diferença de pressão com a superfície.

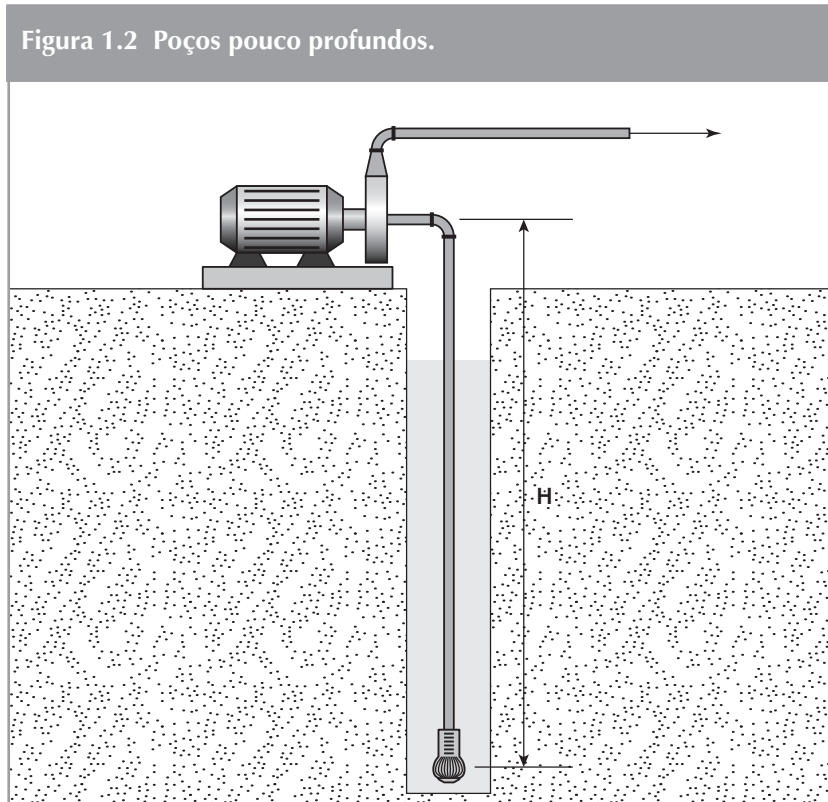
O serviço de perfuração e instalação de poços artesianos envolve uma série de tarefas, a começar pelo estudo de avaliação hidrogeológica, feito por geólogo credenciado ao Crea (Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura e Agronomia), que identifica as probabilidades de haver recursos hídricos no local avaliado. Se a disponibilidade hídrica se mostrar provável, é elaborado então um projeto construtivo da perfuração.

A empresa contratada para a perfuração e instalação e seu técnico responsável devem ser credenciados ao Crea e os serviços

realizados na perfuração e instalação devem atender às normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) para projeto e construção de poços de água para abastecimento.

## POÇOS POUCO PROFUNDOS

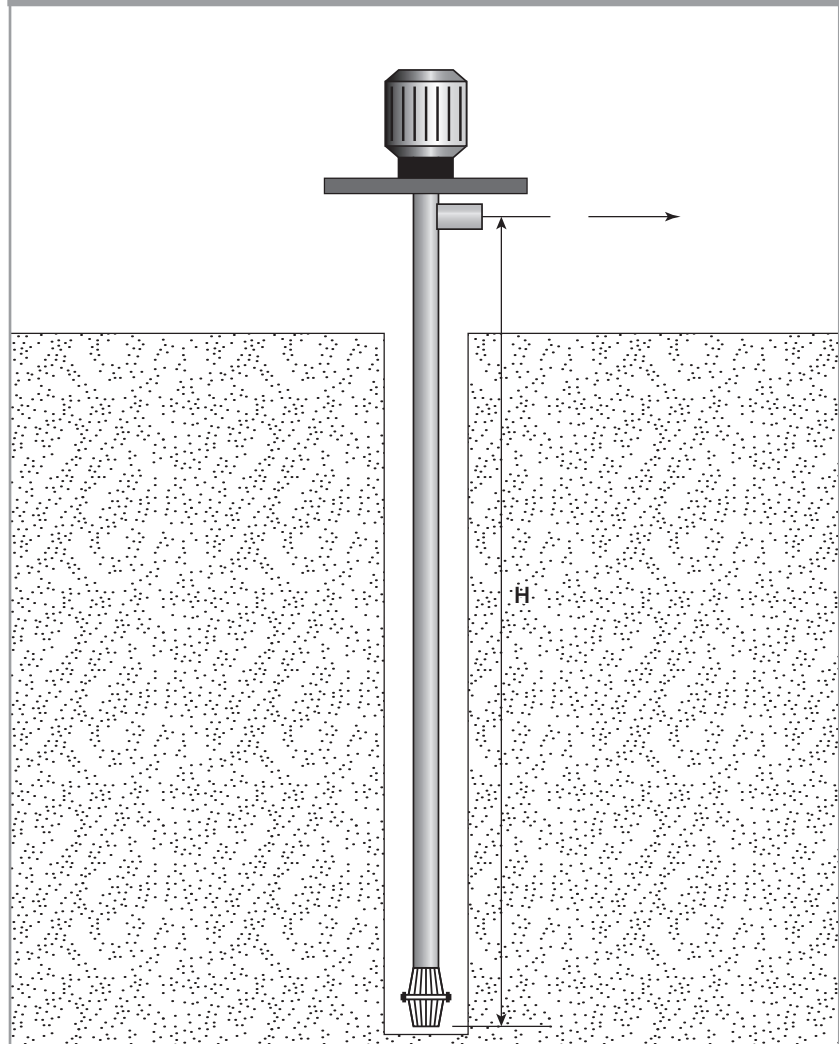
Existem vários meios para bombeamento de água de poços. O mais simples é uma bomba centrífuga com a tubulação de sucção e respectiva válvula de pé no interior do poço. Esse sistema é adequado para poços pouco profundos, uma vez que a altura máxima de sucção de uma bomba centrífuga ( $H$  da Figura 1.2) é teoricamente cerca de 10 metros. Na prática, devido a perdas nas tubulações, o valor máximo se situa na faixa de 7 a 8 metros.



## POÇOS PROFUNDOS

Para profundidades maiores, outros arranjos devem ser usados, como uma bomba de eixo prolongado. O motor fica na superfície e aciona a bomba no fundo do poço por meio de um eixo vertical no interior da tubulação. Assim,  $H$  (Figura 1.3) não é altura de sucção e sim de recalque e seu valor máximo só depende das características construtivas da bomba. Em geral, é usado para profundidades de até 300 metros.

Figura 1.3 Poços profundos.



## COMPARTIMENTO QUE ABRIGA O CAVALETE

De maneira geral, todo sistema público que fornece água exige a colocação de um medidor de consumo, chamado “hidrômetro”. Esse dispositivo é instalado em um compartimento de alvenaria ou concreto, juntamente com um registro de gaveta, e a canalização ali existente é chamada de “cavalete”. A canalização que liga o cavalete ao reservatório interno (alimentador predial), geralmente, é da mesma bitola (diâmetro) do ramal predial (interliga a rede pública à instalação predial).

Antes de iniciar o projeto, o arquiteto deve efetuar um estudo do terreno e a posteação da rua para definir a melhor localização do conjunto: hidrômetro, medidor de energia elétrica, caixa de correspondência, campainha com interfone e câmara TV. Os equipamentos de medição de água e energia elétrica serão instalados pelas concessionárias, em local previamente preparado, dentro da propriedade particular, preferencialmente no limite do terreno com a via pública, em parede externa da própria edificação, em muros divisórios, e servirá para medir o consumo de água e energia elétrica da edificação.

A localização do compartimento que abriga o cavalete e do quadro de medição vai depender basicamente do posicionamento dos ramais de entrada de água e de energia. De qualquer maneira, deve ser localizado no projeto arquitetônico de modo a facilitar a leitura pelas concessionárias fornecedoras de água e de energia. Assim, vale ressaltar que o ideal é o compartimento ter os painéis de leitura voltados para o lado do passeio público, para que possam ser lidos mesmo que a casa esteja fechada ou sem morador.

A entrada de água e de energia deve sempre compor com a ideia usada para o poste de modo que se consiga uma coerência de padrões. Assim, se o poste foi embutido numa estrutura de alvenaria, o mesmo deve acontecer com a caixa de medição (centro de medição). Desta forma, facilita-se a medição do hidrômetro e do relógio de medição.

Até para facilitar a medição do hidrômetro e do relógio de medição, as três peças (entrada de água, energia e poste) devem formar um só elemento no projeto arquitetônico.

Figura 1.4 Entrada de água fria.

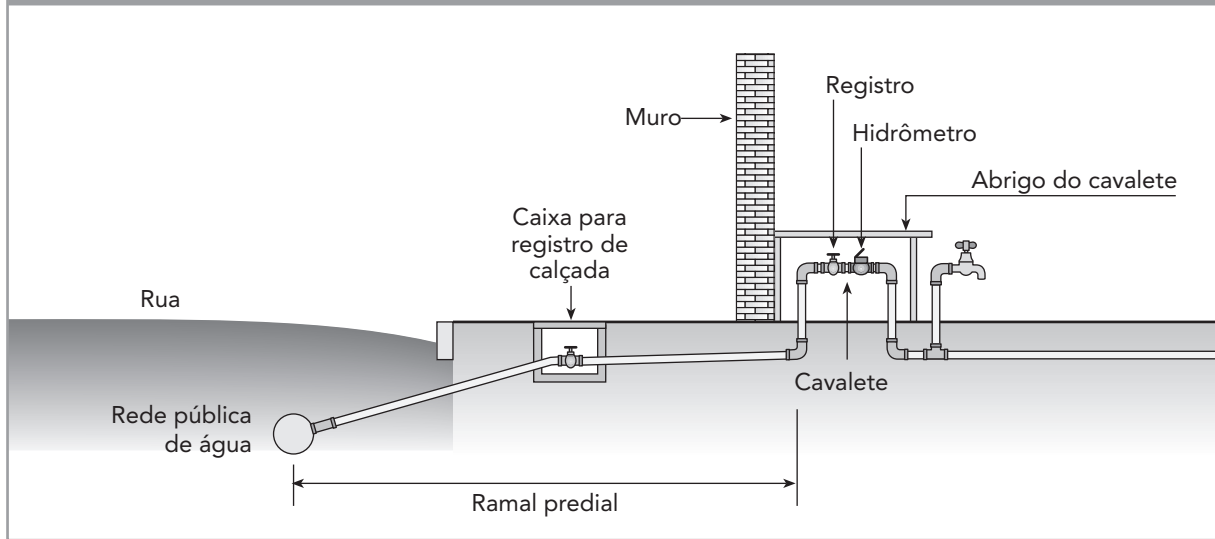
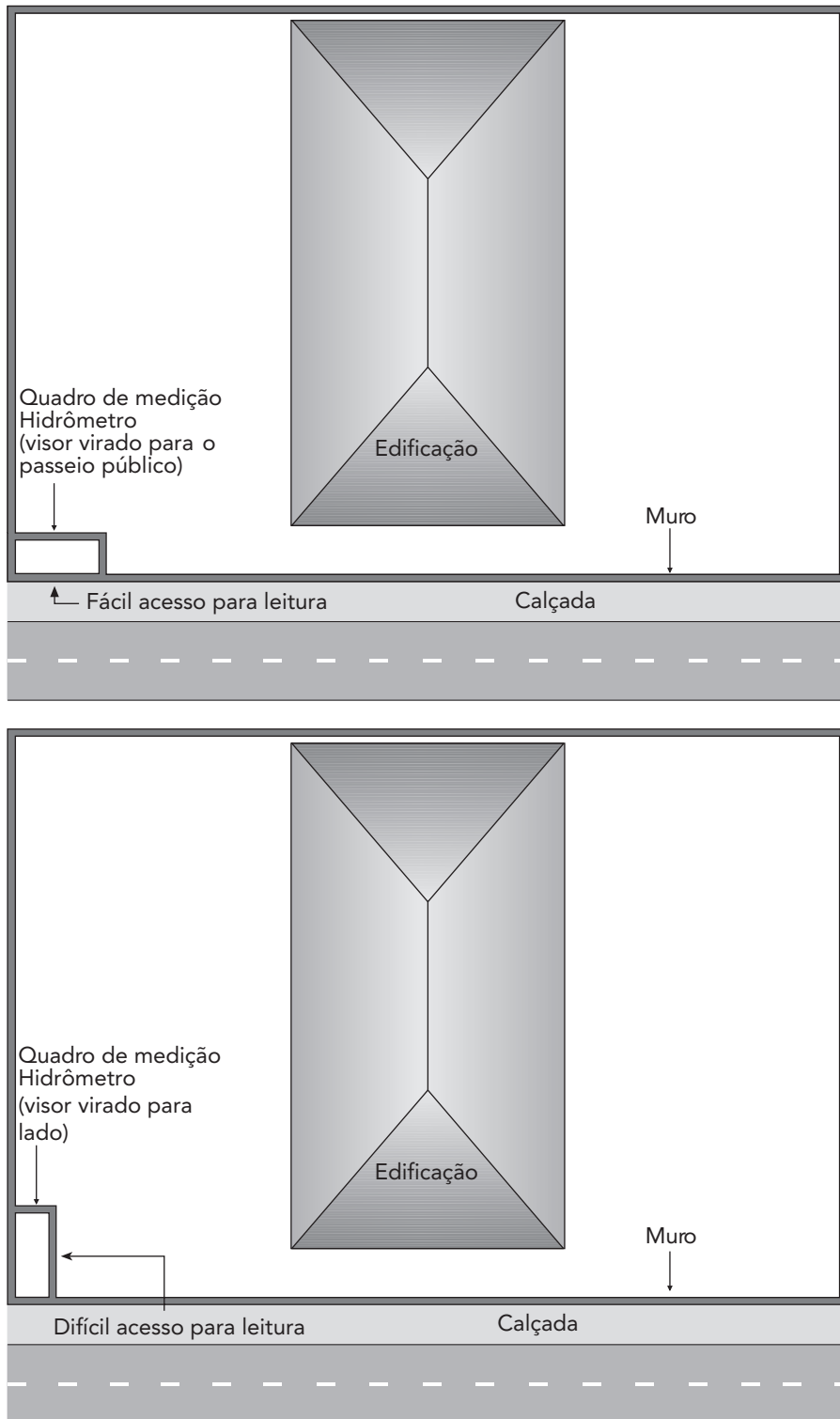


Tabela 1.1 Dimensões do abrigo para o cavalete.

Ramal predial diâmetro D (mm)	Hidrômetro		Cavalete diâmetro D (mm)	Abrigo/dimensões: altura, largura e profundidade (m)
	Consumo provável (m <sup>3</sup> /dia)	Vazão característica (m <sub>3</sub> /hora)		
20	5	3	20	0,85 x 0,65 x 0,30
25	8	5	25	0,85 x 0,65 x 0,30
25	16	10	32	0,85 x 0,65 x 0,30
25	30	20	40	0,85 x 0,65 x 0,30
50	50	30	50	2,00 x 0,90 x 0,40

Figura 1.5 Localização do compartimento que abriga o cavalete.



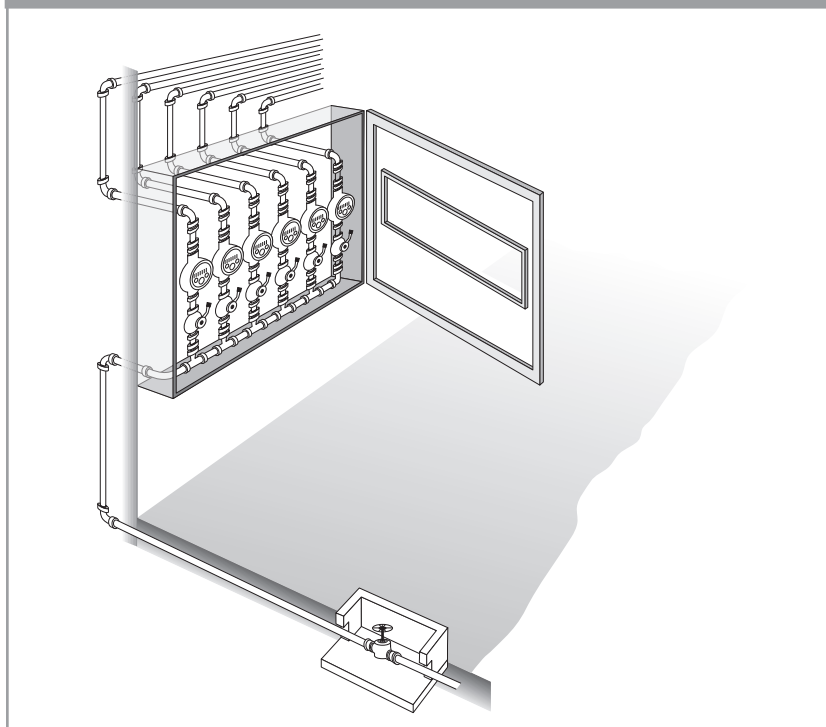
## MEDIÇÃO DE ÁGUA INDIVIDUALIZADA\*

A medição de água através de um único hidrômetro, em edifícios multifamiliares, está sendo gradativamente substituída pela medição de água individualizada que se constitui sinônimo de economia de água e justiça social (o consumidor paga efetivamente pelo seu consumo).

O sistema consiste na instalação de um hidrômetro no ramal de alimentação de cada unidade habitacional, de modo que seja medido todo o seu consumo, com a finalidade de racionalizar o seu uso e fazer a cobrança proporcional ao volume consumido. Hoje, esse tipo de medição desperta o interesse de muitos arquitetos e projetistas, bem como dos administradores de condomínios e concessionárias (empresas) de abastecimento de água para combater a inadimplência.

A medição individual de água em condomínios prediais é importante por várias razões, dentre as quais, destacam-se: redução do desperdício de água e, conseqüentemente, do volume efluente de esgotos; economia de energia elétrica devido à redução do volume bombeado para o reservatório superior; redução do índice de inadimplência; identificação de vazamentos de difícil percepção.

Figura 1.6 Caixa de proteção metálica para 6 hidrômetros.



\* Coelho, Adalberto Cavalcanti, 1945-Medição de Água Individualizada – Manual de Consulta/Adalberto Cavalcanti Coelho, ed. do Autor, Recife, 222 p. il. 2007.

Figura 1.7 Medição individualizada (com reservatório superior).

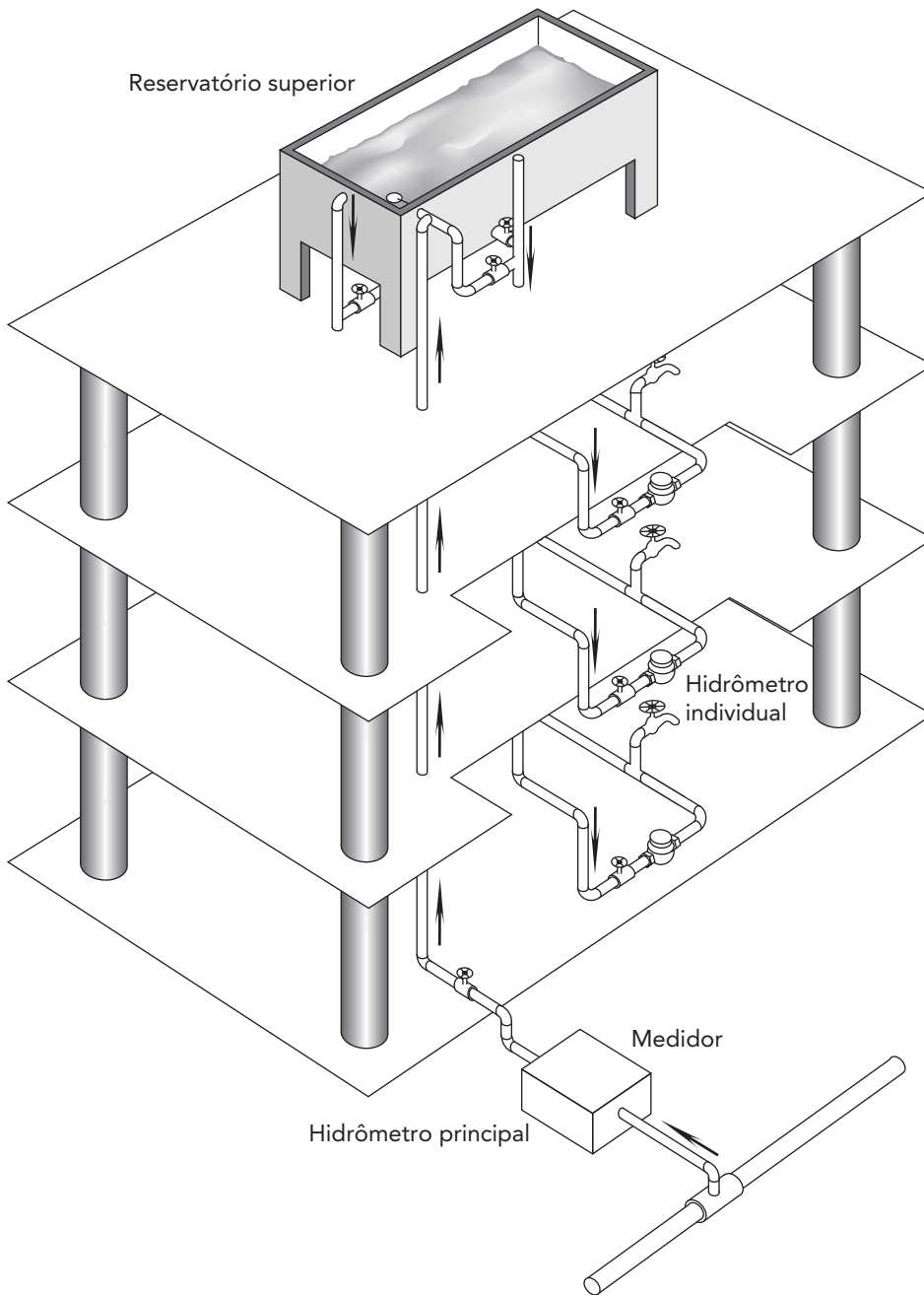
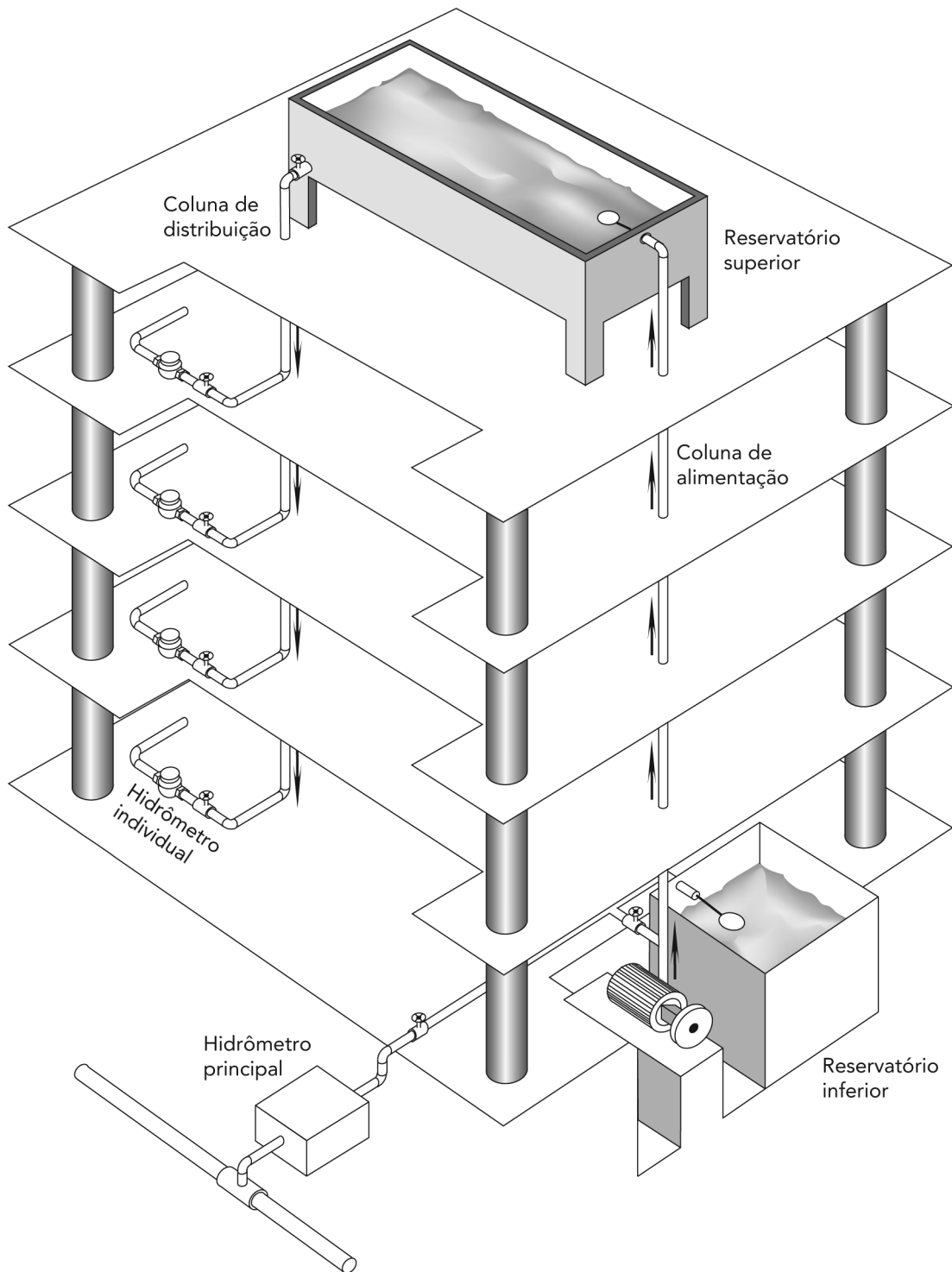


Figura 1.8 Medição individualizada (com reservatório inferior e superior).



# SISTEMAS DE ABASTECIMENTO

Existem três sistemas de abastecimento da rede predial de distribuição: direto, indireto e misto.

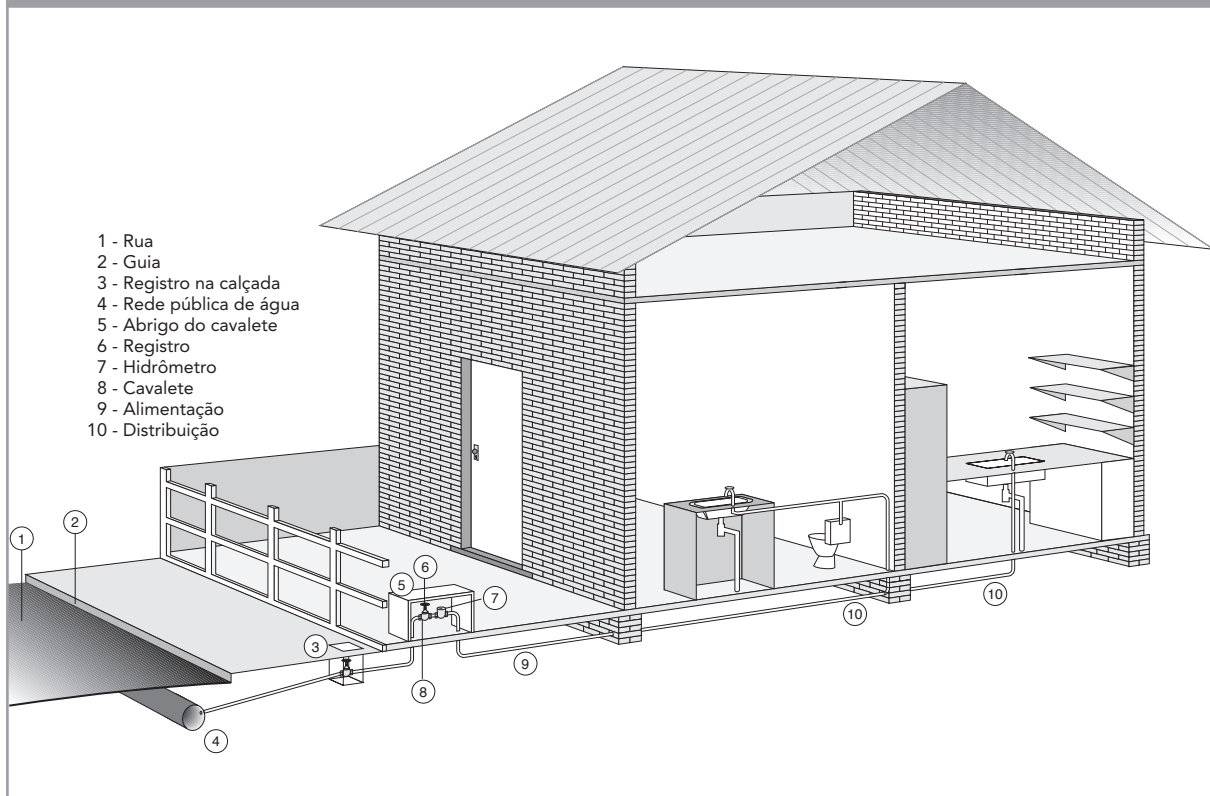
Cada um desses sistemas apresenta vantagens e desvantagens, que devem ser analisadas pelo projetista, conforme a realidade local e as características do edifício em que esteja trabalhando.

## SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DIRETO

A alimentação da rede predial de distribuição é feita diretamente da rede pública de abastecimento. Nesse caso, não existe reservatório domiciliar, e a distribuição é feita de forma ascendente, ou seja, as peças de utilização de água são abastecidas diretamente da rede pública.

Esse sistema tem baixo custo de instalação, porém, se houver qualquer problema que ocasione a interrupção no fornecimento de água no sistema público, certamente faltará água na edificação.

Figura 1.9 Sistema de distribuição direta.



## SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO INDIRETO

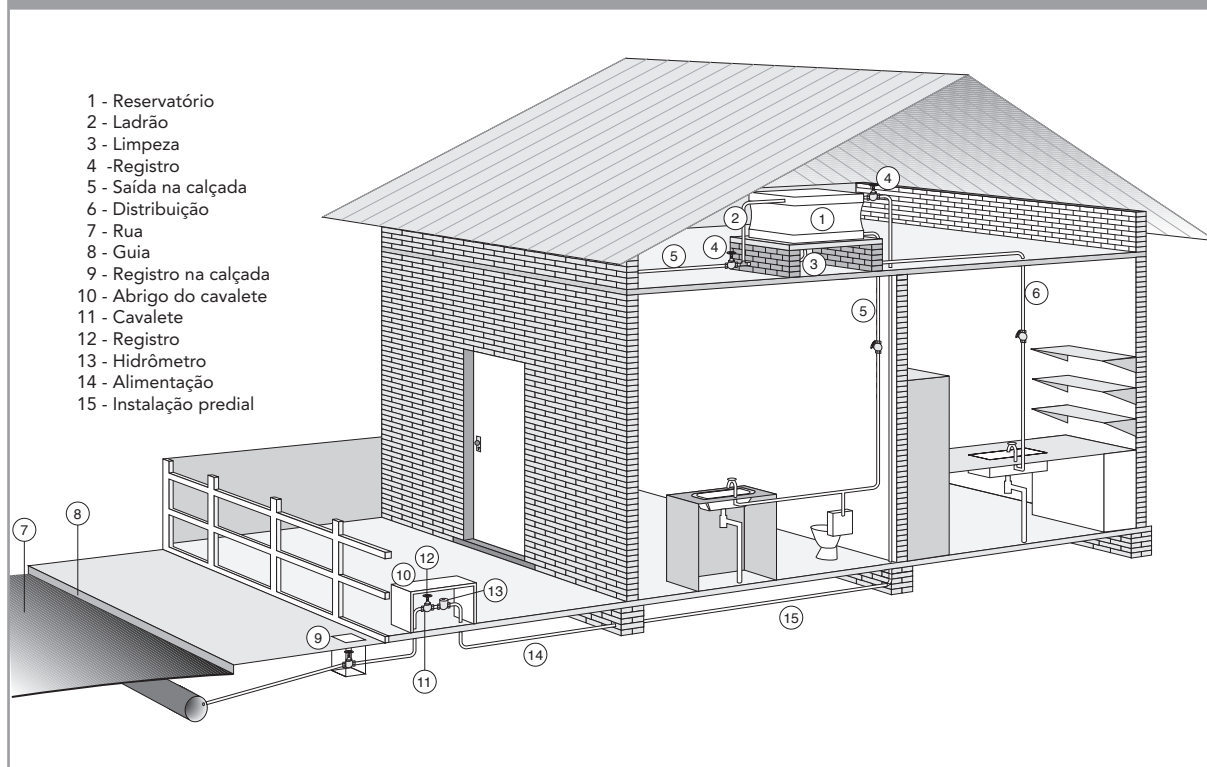
No sistema indireto, adotam-se reservatórios para minimizar os problemas referentes à intermitência ou a irregularidades no abastecimento de água e a variações de pressões da rede pública. No sistema indireto, consideram-se três situações, descritas a seguir.

### Sistema indireto sem bombeamento

Esse sistema é adotado quando a pressão na rede pública é suficiente para alimentar o reservatório superior. O reservatório interno da edificação ou do conjunto de edificações alimenta os diversos pontos de consumo por gravidade; portanto, ele deve estar sempre a uma altura superior a qualquer ponto de consumo.

Obviamente, a grande vantagem desse sistema é que a água do reservatório garante o abastecimento interno, mesmo que o fornecimento da rede pública seja provisoriamente interrompido, o que o torna o sistema mais utilizado em edificações de até três pavimentos (9 m de altura total até o reservatório).

Figura 1.10 Sistema indireto sem bombeamento.

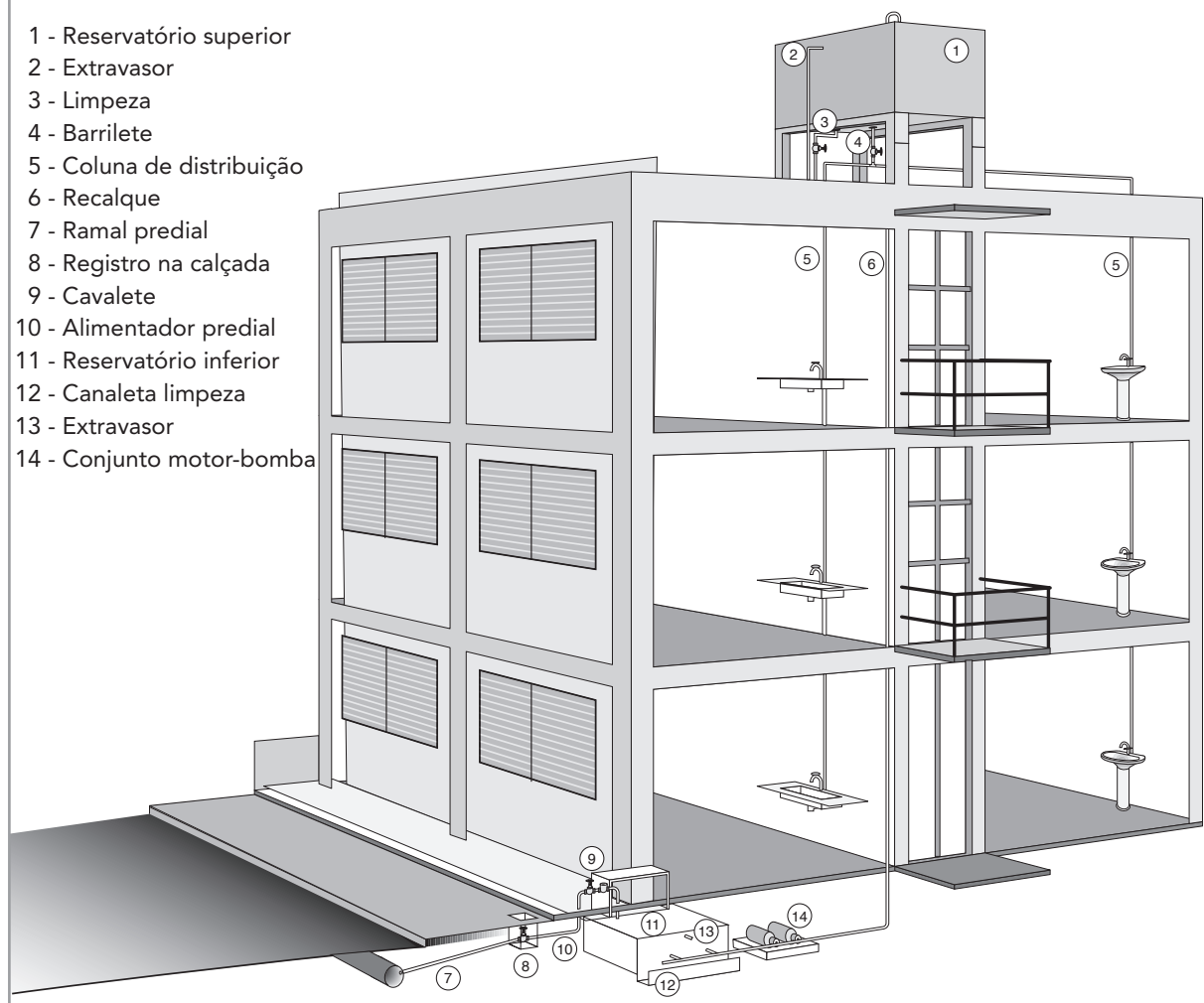


## Sistema indireto com bombeamento

Esse sistema, normalmente, é utilizado quando a pressão da rede pública não é suficiente para alimentar diretamente o reservatório superior – como, por exemplo, em edificações com mais de três pavimentos (acima de 9 m de altura).

Nesse caso, adota-se um reservatório inferior, de onde a água é bombeada até o reservatório elevado, por meio de um sistema de recalque. A alimentação da rede de distribuição predial é feita por gravidade, a partir do reservatório superior.

Figura 1.11 Sistema indireto com bombeamento.



## Sistema indireto hidropneumático

Esse sistema de abastecimento requer um equipamento para pressurização da água a partir de um reservatório inferior. Ele é adotado sempre que há necessidade de pressão em determinado ponto da rede, que não pode ser obtida pelo sistema indireto por gravidade, ou quando, por razões técnicas e econômicas, se deixa de construir um reservatório elevado.

É um sistema que demanda alguns cuidados especiais. Além do custo adicional, exige manutenção periódica. Além disso, caso falte energia elétrica na edificação, ele fica inoperante, necessitando de gerador alternativo para funcionar.

Figura 1.12 Sistema indireto hidropneumático.

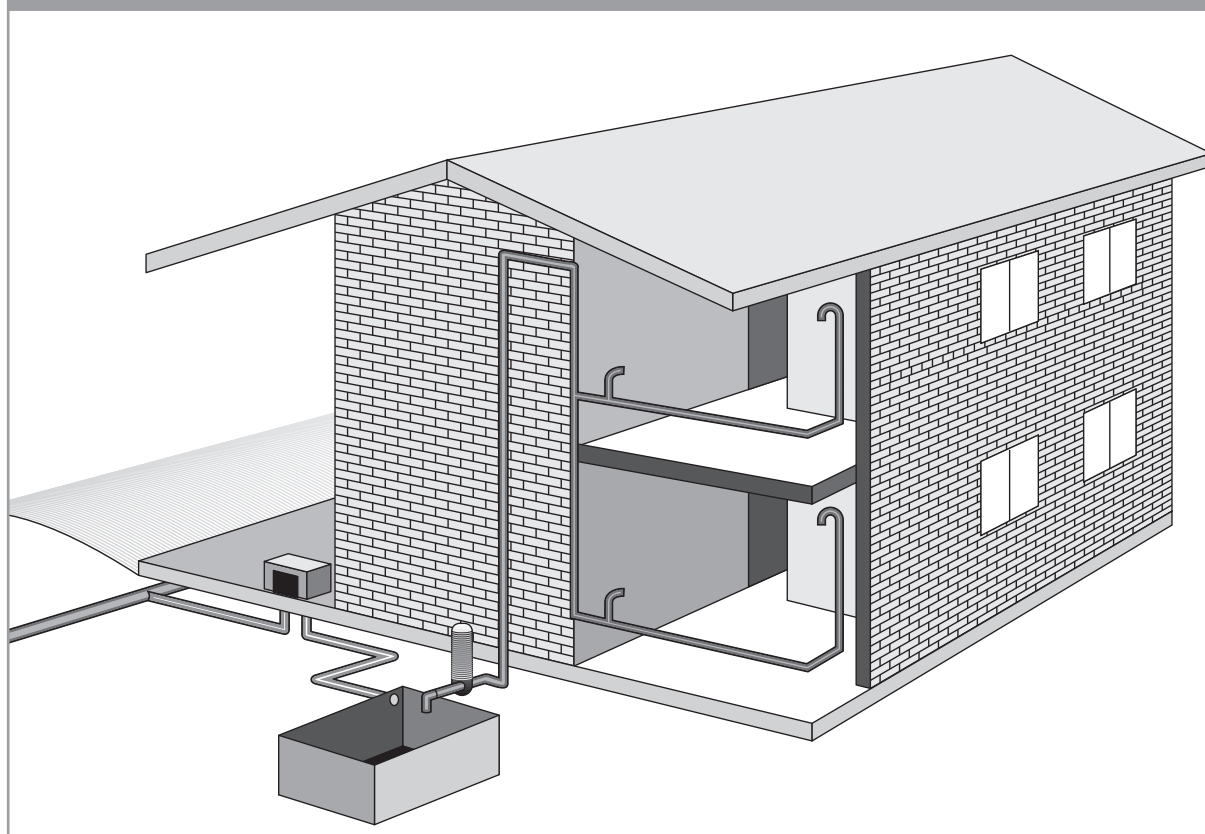
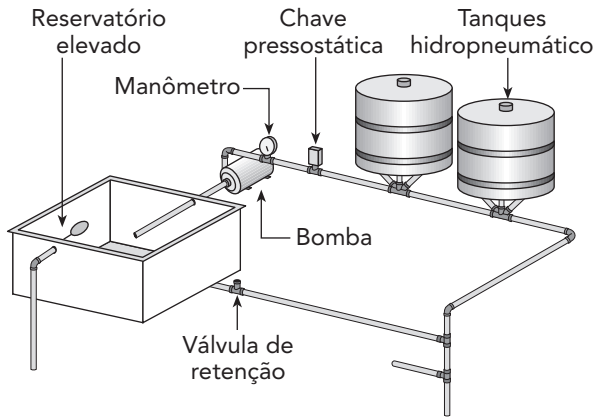
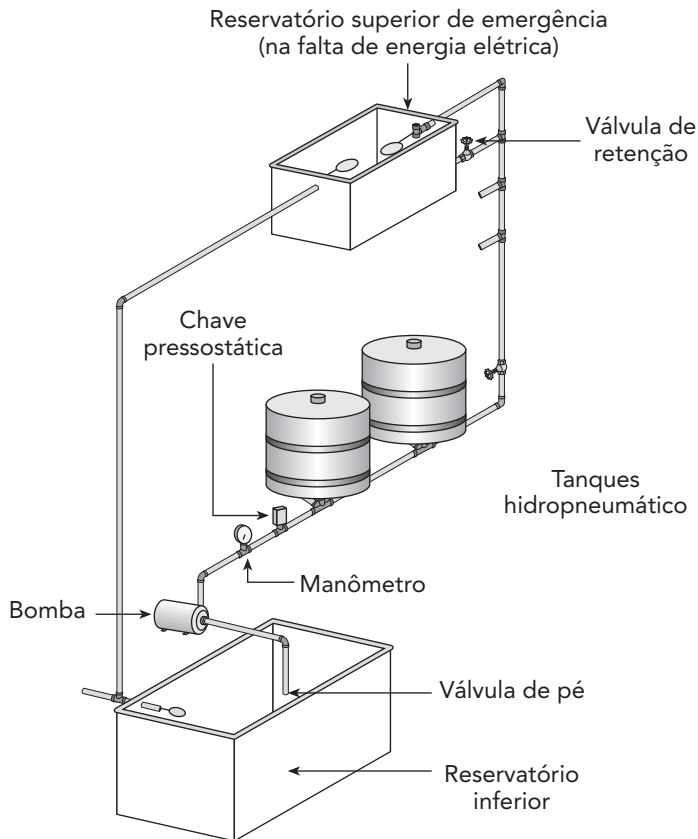


Figura 1.13 Sistema hidropneumático utilizando reservatório elevado.



Fonte: Jacuzzi.

Figura 1.14 Sistema hidropneumático com reservatório superior de emergência.



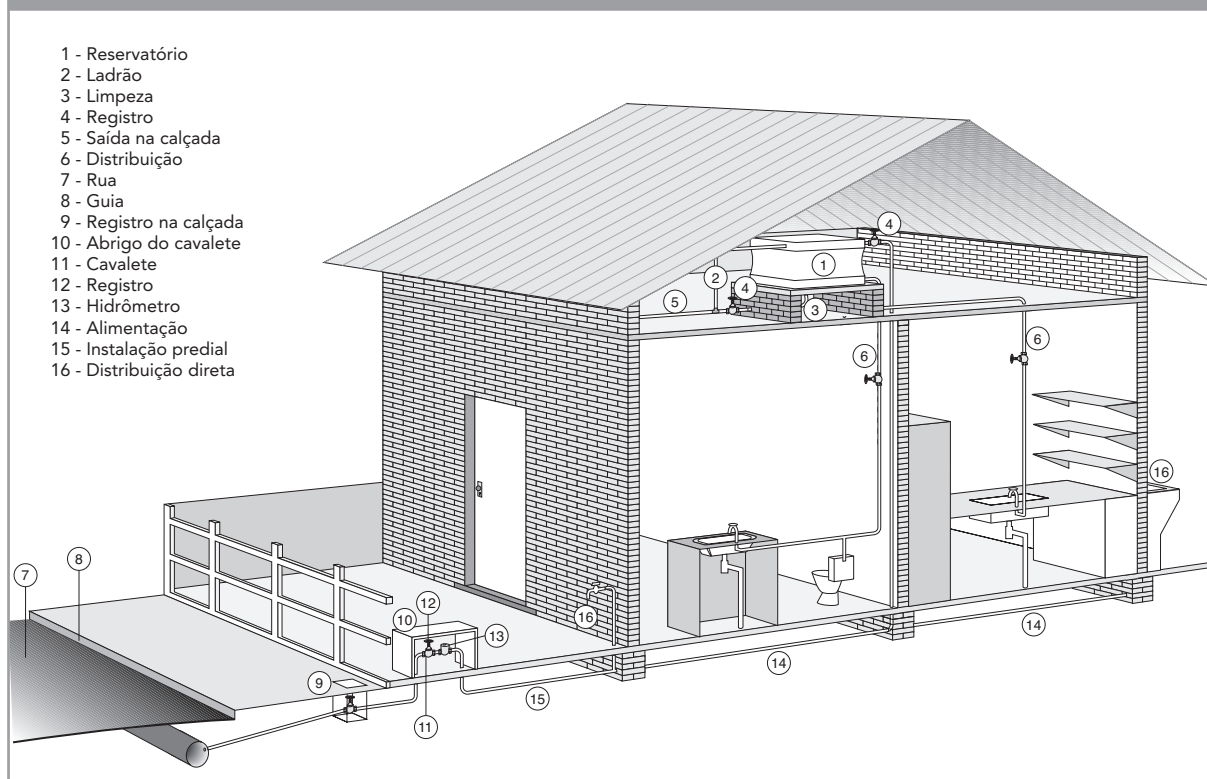
Fonte: Jacuzzi.

## SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO MISTA

No sistema de distribuição mista, parte da alimentação da rede de distribuição predial é feita diretamente pela rede pública de abastecimento e parte pelo reservatório superior.

Esse sistema é o mais usual e mais vantajoso que os demais, pois algumas peças podem ser alimentadas diretamente pela rede pública, como torneiras externas, tanques em áreas de serviço ou edícula, situados no pavimento térreo. Nesse caso, como a pressão na rede pública quase sempre é maior do que a obtida a partir do reservatório superior, os pontos de utilização de água terão maior pressão.

Figura 1.15 Sistema de distribuição mista.



# RESERVATÓRIOS

## GENERALIDADES

Enquanto em alguns países da Europa e nos Estados Unidos, o abastecimento de água é feito diretamente pela rede pública, as edificações brasileiras, normalmente, utilizam um reservatório superior, o que faz com que as instalações hidráulicas funcionem sob baixa pressão. Os reservatórios domiciliares têm sido comumente utilizados para compensar a falta de água na rede pública, devido às falhas existentes no sistema de abastecimento e na rede de distribuição.

Em resumo, sabe-se que, em uma instalação predial de água, o abastecimento pelo sistema indireto, com ou sem bombeamento, necessita de reservatórios para garantir sua regularidade e que o reservatório interno alimenta os diversos pontos de consumo por gravidade; dessa maneira, ele está sempre a uma altura superior a qualquer ponto de consumo.

A água da rede pública apresenta uma determinada pressão, que varia ao longo da rede de distribuição. Dessa maneira, se o reservatório domiciliar ficar a uma altura não atingida por essa pressão, a rede não terá capacidade de alimentá-lo. Como limite prático, a altura do reservatório com relação à via pública não deve ser superior a 9 m. Quando o reservatório não pode ser alimentado diretamente pela rede pública, deve-se utilizar um sistema de recalque, que é constituído, no mínimo, de dois reservatórios (inferior e superior). O inferior será alimentado pela rede de distribuição e alimentará o reservatório superior por meio de um sistema de recalque (conjunto motor e bomba). O superior alimentará os pontos de consumo por gravidade.

Figura 1.16 Projeto sem concepção de reservatório.

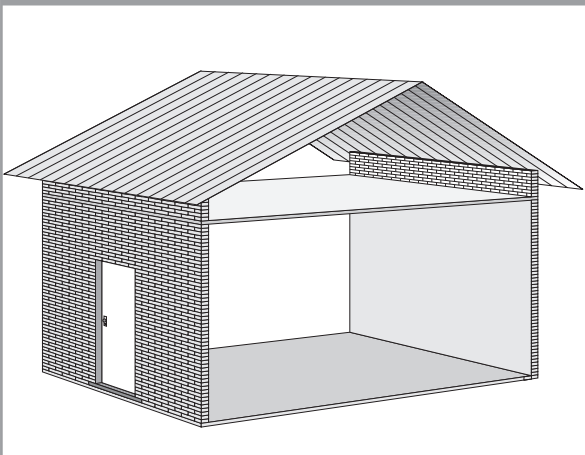
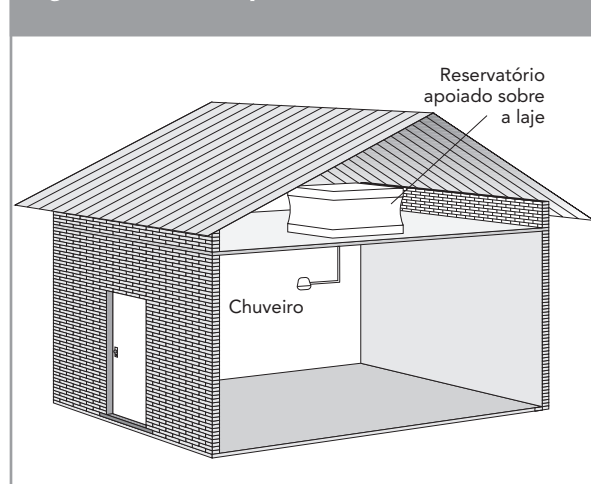


Figura 1.17 Concepção errada de reservatório.



## OS RESERVATÓRIOS NO PROJETO ARQUITETÔNICO

Muitos projetos arquitetônicos omitem informações importantes sobre os reservatórios, como: localização, altura, tipo, capacidade etc. Outros sequer preveem o reservatório.

O arquiteto deve inteirar-se das características técnicas dos reservatórios para garantir a harmonização entre os aspectos estéticos e técnicos na concepção do projeto.

Reservatórios de maior capacidade devem ser divididos em dois ou mais compartimentos (interligados por meio de um barrilete), para permitir operações de manutenção sem interrupção na distribuição de água. O arquiteto deve também verificar a necessidade ou não da reserva de incêndio, que deverá ser acrescida à capacidade destinada ao consumo quando colocada no reservatório superior ou em um reservatório independente.

Além do dimensionamento e da localização dos reservatórios, ele deve prever uma altura adequada para o barrilete, com facilidade de acesso, para facilitar futuras operações de manobra de registros e manutenção das canalizações.

### Reservatório superior

O reservatório superior pode ser alimentado pelo sistema de recalque ou diretamente, pelo alimentador predial.

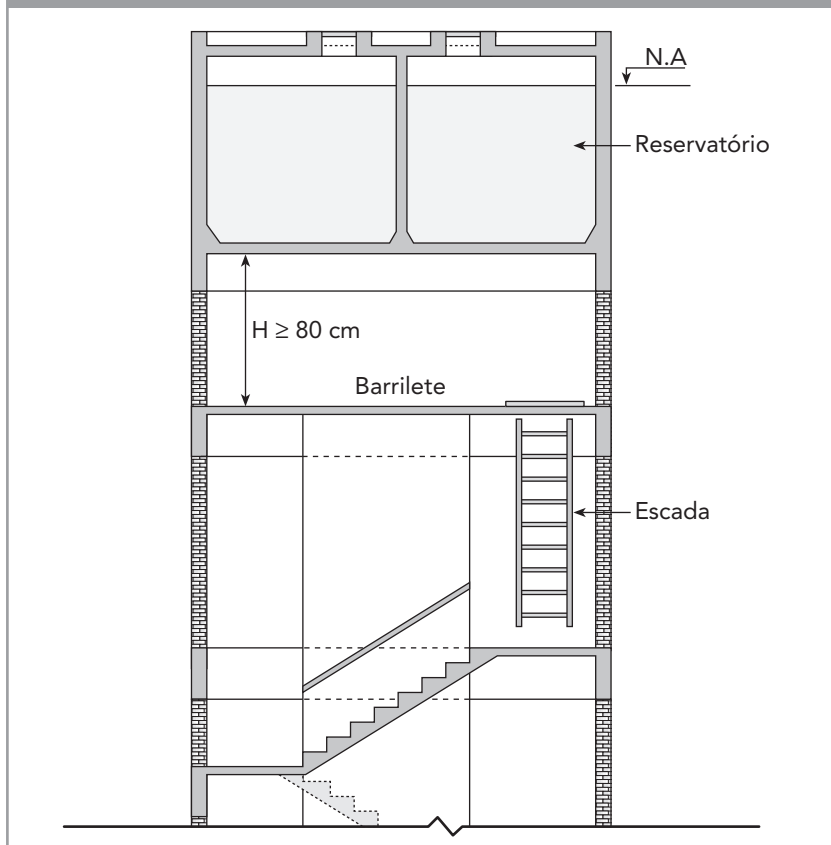
O reservatório elevado, quando abastecido diretamente pela rede pública, em prédios residenciais, localiza-se habitualmente na cobertura, em uma posição o mais próxima possível dos pontos de consumo, devido a dois fatores: perda de carga e economia.

Nas residências de pequeno e médio porte, os reservatórios, normalmente, localizam-se sob o telhado, embora possam também localizar-se sobre ele. Quando a reserva de água for considerável (acima de 2 000 litros), o reservatório deverá ser projetado sobre o telhado, com estrutura adequada de suporte. Normalmente, nesse tipo de residência, utiliza-se estrutura de madeira ou de concreto, que serve de apoio para transmissão de cargas às vigas e paredes mais próximas. Deve-se evitar o apoio (concentração de cargas) sobre lajes de concreto ou sobre forros.

Nos prédios com mais de três pavimentos, o reservatório superior é locado, geralmente, sobre a caixa de escada, em função da proximidade de seus pilares.

Na execução ou instalação do reservatório elevado, é importante prever a facilidade de acesso, como a utilização de escadas ou portas independentes. O acesso ao interior do reservatório, para inspeção e limpeza, deve ser garantido por meio de uma abertura mínima de 60 cm, em qualquer direção.

Figura 1.18 Reservatório locado sobre a caixa de escada.



## Reservatório inferior

O reservatório inferior se faz necessário em prédios com mais de três pavimentos (acima de 9 m de altura), pois, geralmente, até esse limite, a pressão na rede pública é suficiente para abastecimento do reservatório elevado. Nesses casos, há necessidade de dois reservatórios: um na parte inferior e outro na superior da edificação, o que também evitará a sobrecarga nas estruturas.

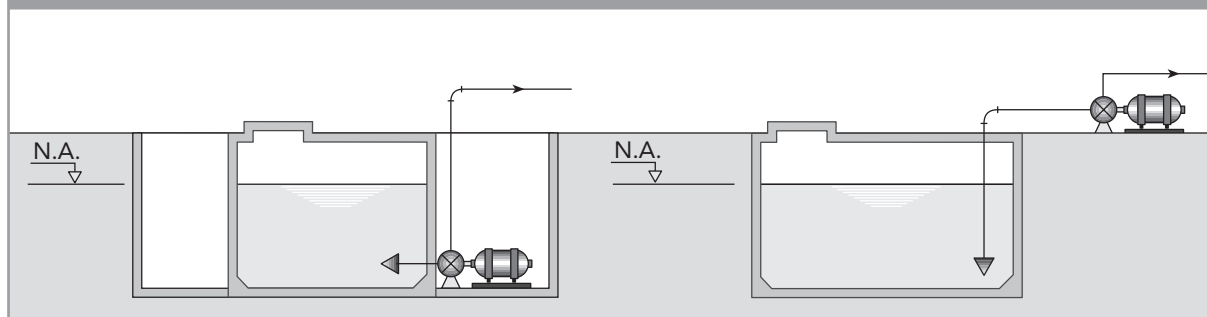
O reservatório inferior deve ser instalado em locais de fácil acesso, de forma isolada, e afastado de tubulações de esgoto, para evitar eventuais vazamentos ou contaminações pelas paredes. Quando localizados no subsolo, as tampas deverão ser elevadas pelo menos 10 cm em relação ao piso acabado, e nunca rentes a ele, para evitar a contaminação pela infiltração de água.\*

No projeto arquitetônico deve ser previsto um espaço físico para localização do sistema elevatório, denominado “casa de bombas”, suficiente para a instalação de dois conjuntos de bomba, ficando um de reserva, para atender a eventuais emergências.

\* Vanderley de Oliveira Melo & José M. Azevedo Netto. *Instalações prediais hidráulico-sanitárias*. São Paulo: Edgard Blucher, 1988.

O sistema elevatório depende da localização do reservatório inferior, pois deve estar junto a ele. Quanto às bombas, existem dois tipos básicos de disposição, com relação ao nível de água do poço de sucção: acima do reservatório; em posição inferior, no nível do piso do reservatório (bomba afogada). A disposição mais comumente utilizada é em nível mais elevado, que permite melhores condições de manutenção do sistema e de seu próprio abrigo.

Figura 1.19 Reservatório inferior e casa de bombas.



## RESERVAÇÃO DE ÁGUA FRIA

De acordo com NBR 5626, a capacidade dos reservatórios deve ser estabelecida levando-se em consideração o padrão de consumo de água no edifício e, onde for possível obter informações, a frequência e duração de interrupções do abastecimento.

O volume de água reservado para uso doméstico deve ser, no mínimo, o necessário para 24 horas de consumo normal no edifício, sem considerar o volume de água para combate a incêndio.

No caso de residência pequena, recomenda-se que a reserva mínima seja de 500 litros. Para o volume máximo, a norma recomenda que sejam atendidos dois critérios: garantia de potabilidade da água nos reservatórios no período de detenção médio em utilização normal; atendimento à disposição legal ou ao regulamento que estabeleça volume máximo de reservação.

## Consumo de água

O consumo de água pode variar muito, dependendo da disponibilidade de acesso ao abastecimento e de aspectos culturais da população, entre outros. Alguns estudos mostram que, por dia, uma pessoa no Brasil gasta de 50 litros a 200 litros de água. Portanto, com 200 litros/dia utilizados de forma racional, vive-se confortavelmente.

## Consumo diário nas edificações

Para calcular o consumo diário de água dentro de uma edificação, é necessária uma boa coleta de informações: pressão e vazão nos pontos de utilização; quantidade e frequência de utilização dos aparelhos; população; condições socioeconômicas; clima, entre outros. O memorial descritivo de arquitetura também deve ser convenientemente estudado, pois algumas atividades básicas e complementares, como piscina e lavanderia, podem influenciar no consumo diário.

Na ausência de critérios e informações, para calcular o consumo diário de uma edificação, utilizam-se tabelas apropriadas: \* verifica-se a taxa de ocupação de acordo com o tipo de uso do edifício e o consumo *per capita* (por pessoa). O consumo diário (*Cd*) pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$Cd = P \times q$$

Onde: *Cd* = consumo diário (litros/dia);  
*P* = população que ocupará a edificação e  
*q* = consumo *per capita* (litros/dia).

\* Hélio Creder, *Instalações hidráulicas e sanitárias* 5.ª ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1991; Joseph Archibald Macintyre. *Manual de instalações hidráulicas e sanitárias*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1990.

**Tabela 1.2 Taxa de ocupação de acordo com a natureza do local.**

Natureza do local	Taxa de ocupação
Residências e apartamentos	Duas pessoas por dormitório
Bancos	Uma pessoa por 5,00 m <sup>2</sup> de área
Escritórios	Uma pessoa por 6,00 m <sup>2</sup> de área
Lojas (pavimento térreo)	Uma pessoa por 2,50 m <sup>2</sup> de área
Lojas (pavimento superior)	Uma pessoa por 5,00 m <sup>2</sup> de área
Shopping centers	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
Salões 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
Teatro, cinemas e auditórios	Uma cadeira para cada 0,70 m <sup>2</sup> de área

**Tabela 1.3 Consumo predial diário (valores indicativos).**

Prédio	Consumo (litros/dia)
Alojamento provisório	80 <i>per capita</i>
Ambulatórios	25 <i>per capita</i>
Apartamentos	200 <i>per capita</i>
Casas populares ou rurais	150 <i>per capita</i>
Cavalariças	100 por cavalo
Cinemas e teatros	2 por lugar
Creches	50 <i>per capita</i>
Edifícios públicos ou comerciais	50 <i>per capita</i>
Escolas (externatos)	50 <i>per capita</i>
Escolas (internatos)	150 <i>per capita</i>
Escolas (semi-internato)	100 <i>per capita</i>
Escritórios	50 <i>per capita</i>
Garagens e posto de serviço	50 por automóvel/200 por caminhão
Hotéis(sem cozinha e sem lavanderia)	120 por hóspede
Hotéis (com cozinha e com lavanderia)	250 por hóspede
Indústrias – uso pessoal	80 por operário
Indústrias – com restaurante	100 por operário
Jardins (rega)	1,5 por m <sup>2</sup>
Lavanderias	30 por kg de roupa seca
Matadouro – animais de grande porte	300 por animal abatido
Matadouro – animais de pequeno porte	150 por animal abatido
Mercados	5 por m <sup>2</sup> de área
Oficinas de costura	50 <i>per capita</i>
Orfanatos, asilos, berçários	150 <i>per capita</i>
Piscinas – lâmina de água	2,5 cm por dia
Postos de serviços para automóveis	150 por veículo
Quartéis	150 <i>per capita</i>
Residência popular	150 <i>per capita</i>
Residência de padrão médio	200 <i>per capita</i>
Residência de padrão luxo	250 <i>per capita</i>
Restaurantes e outros similares	25 por refeição
Templos	2 por lugar

Obs.: Os valores são apenas indicativos, devendo ser verificada a experiência local com os consumos reais e outros dados relativos ao projeto.

## CAPACIDADE DOS RESERVATÓRIOS

A capacidade calculada (ver “Consumo diário nas edificações”) refere-se a um dia de consumo. Tendo em vista a intermitência do abastecimento da rede pública, e na falta de informações, é recomendável dimensionar reservatórios com capacidade suficiente para dois dias de consumo. Essa capacidade é calculada em função da população e da natureza da edificação. Então, a quantidade total de água a ser armazenada será:

$$CR = 2 \times Cd$$

Onde:  $CR$  = capacidade total do reservatório (litros)

$Cd$  = consumo diário (litros/dia)

Para os casos comuns de reservatórios domiciliares, recomenda-se a seguinte distribuição, a partir da reserva total ( $CR$ ):

- Reservatório inferior: 60%  $CR$ ;
- Reservatório superior: 40%  $CR$ .

Esses valores são fixados para aliviar a carga da estrutura, pois a maior reserva (60%) fica no reservatório inferior, próximo ao solo. A reserva de incêndio, usualmente, é colocada no reservatório superior, que deve ter sua capacidade aumentada para comportar o volume referente a essa reserva.

### Exemplo de dimensionamento

Calcular a capacidade dos reservatórios de um edifício residencial de 10 pavimentos, com 2 apartamentos por pavimento, sendo que cada apartamento possui 2 quartos e uma dependência de empregada. Adotar reserva de incêndio de 10 000 litros, prevista para ser armazenada no reservatório superior.

*Solução*

$$Cd = P \times q$$

Adotamos: 2 pessoas/quarto

1 pessoa/quarto empregada

$$P = (2 \times 2) + 1 = 5 \text{ pessoas/apto} \times 20 \text{ aptos}$$

$$P = 100 \text{ pessoas}$$

$$Cd = 100 \times 200 \text{ l/dia} = 20\,000 \text{ l/dia}$$

$$CR = 2 \times Cd$$

$$CR = 2 \times 20\,000 = 40\,000 \text{ l}$$

$$CR \text{ (superior)} = (0,4 \times 40\,000) + 10\,000 \text{ l} = 26\,000 \text{ l}$$

$$CR \text{ (inferior)} = 0,6 \times 40\,000 = 24\,000 \text{ l}$$

#### Nota

1 000 litros correspondem a 1 m<sup>3</sup>.

## TIPOS DE RESERVATÓRIO

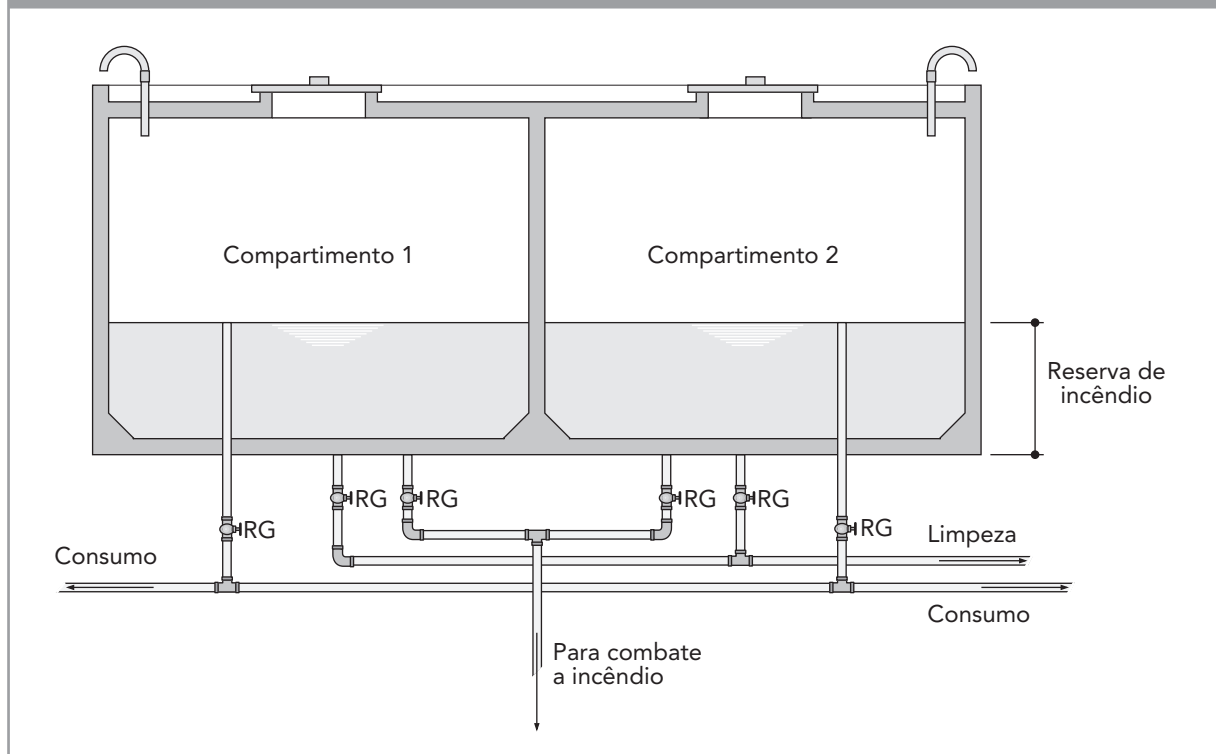
### Reservatórios moldados *in loco*

São considerados moldados *in loco* os reservatórios executados na própria obra. Podem ser de concreto armado, alvenaria etc. São utilizados, geralmente, para grandes reservas e são construídos conjuntamente com a estrutura da edificação, seguindo o projeto específico. São encontrados em dois formatos: o cilíndrico e o de paralelepípedo.

A quantidade de água que o reservatório vai receber, deve estar de acordo com o projeto do empreendimento, assegurando uma reserva de emergência e de incêndio nas células instaladas dentro do reservatório.

Os reservatórios de concreto devem ser executados de acordo com a NBR 6118 - Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento. Alguns cuidados com a impermeabilização também são importantes. Para tanto, deve ser consultada a NBR 9575 - Impermeabilização - Seleção e Projeto.

Figura 1.20 Reservatório de concreto moldado *in loco*.



Para o dimensionamento dos reservatórios moldados *in loco*, utiliza-se a fórmula:

$$V = A \times h$$

Onde:  $V$  = volume = capacidade do reservatório ( $\text{m}^3$ )

$A$  = área do reservatório ( $\text{m}^2$ )

$h$  = altura do reservatório (m)

## Exemplos de dimensionamento

Calcular o volume em “litros” de um reservatório moldado *in loco*, cuja área é de  $6,0 \text{ m}^2$  e altura de lâmina d’água é  $1,5 \text{ m}$ .

*Solução:*

$$V = A \times h$$

$$V = 6,0 \times 1,5$$

$$V = 9 \text{ m}^3 \quad 1 \text{ m}^3 = 1.000 \text{ litros}$$

$$V = 9.000 \ell$$

Qual deve ser a altura da lâmina d’água de um reservatório de 7.200 litros cujas dimensões em planta são  $2,0 \times 3,0 \text{ m}$ .

*Solução:*

$$V = 7.200 \text{ litros} = 7,2 \text{ m}^3$$

$$V = A \times h$$

$$7,2 = (2,0 \times 3,0) \times h$$

$$h = 7,2 : 6,0$$

$$h = 1,2 \text{ m}$$

## Reservatórios industrializados

Os reservatórios industrializados são construídos basicamente de fibrocimento, metal, polietileno ou fibra de vidro. Normalmente, são usados para pequenas e médias reservas (capacidade máxima em torno de 1 000 litros a 2 000 litros). Em casos extraordinários, podem ser fabricados sob encomenda para grandes reservas (principalmente os reservatórios de aço).

Os reservatórios de fibra de vidro e de PVC vêm sendo muito utilizados nas instalações prediais devido a algumas vantagens que apresentam em relação aos demais reservatórios: em função de sua superfície interna ser lisa, acumulam menos sujeira que os demais,

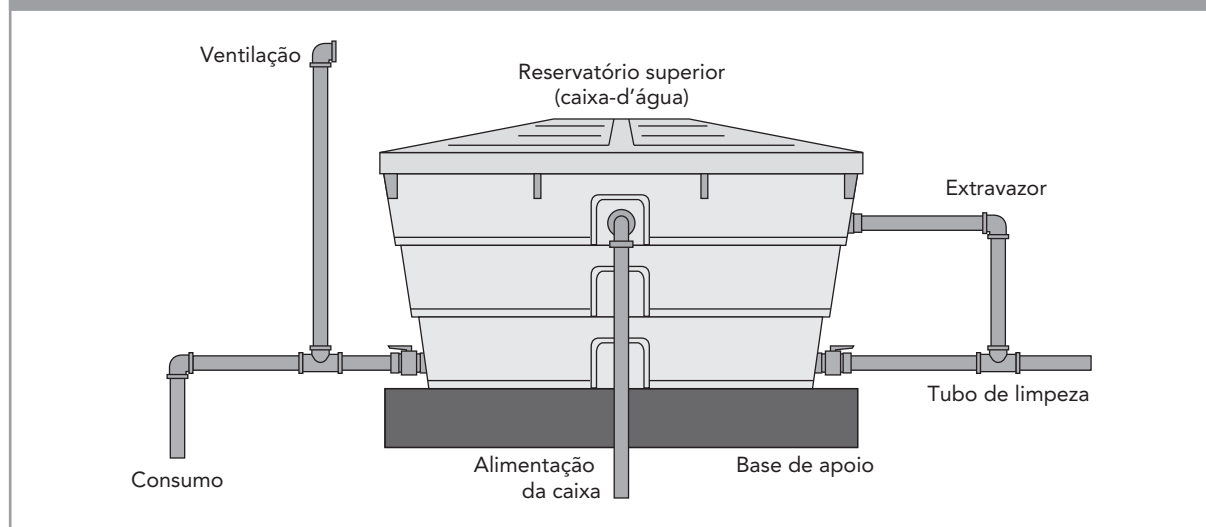
sendo, portanto, mais higiênicos; são mais leves e têm encaixes mais precisos, além da facilidade de transporte, instalação e manutenção. Outra vantagem desses reservatórios é que são fabricados também para médias e grandes reservas, ocupando muito menos espaço que os convencionais de menor capacidade.

Na compra de um reservatório industrializado, devem-se verificar sempre as especificações das normas pertinentes.

As normas da ABNT para caixas d'água plásticas são: NBR 14799 – Reservatório poliolefínico para água potável - Requisitos; NBR 14800 – Reservatório poliolefínico para água potável - Instalações em obra.

Os reservatórios domiciliares devem: ser providos obrigatoriamente de tampa que impeça a entrada de animais e corpos estranhos; preservar os padrões de higiene e segurança ditados pelas normas; ter especificação para recebimento relativa a cada tipo de material, inclusive métodos de ensaio. Na instalação, devem ser tomados alguns cuidados especiais. A caixa d'água deve ser instalada em local ventilado e de fácil acesso para inspeção e limpeza. Recomenda-se um espaço mínimo em torno da caixa de 60 cm, podendo chegar a 45 cm para caixas de até 1 000 litros. O reservatório deve ser instalado sobre uma base estável, capaz de resistir aos esforços sobre ela atuantes. A base, preferencialmente de concreto, deve ter a superfície plana, rígida e nivelada sem a presença de pedriscos pontiagudos capazes de danificar a caixa; a furação também é importante: além de ferramentas apropriadas, o instalador deve verificar os locais indicados pelo fabricante antes de começar o procedimento.

Figura 1.21 Reservatórios industrializados.



## ALTURA DO RESERVATÓRIO

A altura do reservatório é determinante no cálculo das pressões dinâmicas nos pontos de consumo. Dessa maneira, independente do tipo de reservatório adotado (industrializado ou moldado *in loco*), deve-se posicioná-lo a uma determinada altura, para que as peças de utilização tenham um funcionamento perfeito. A altura do barrilete deve ser calculada pelo engenheiro hidráulico e, depois, compatibilizada com a altura estabelecida no projeto arquitetônico. É importante lembrar que a pressão não depende do volume de água contido no reservatório, e sim da altura.

Figura 1.22 Reservatório sob o telhado (< pressão no chuveiro).

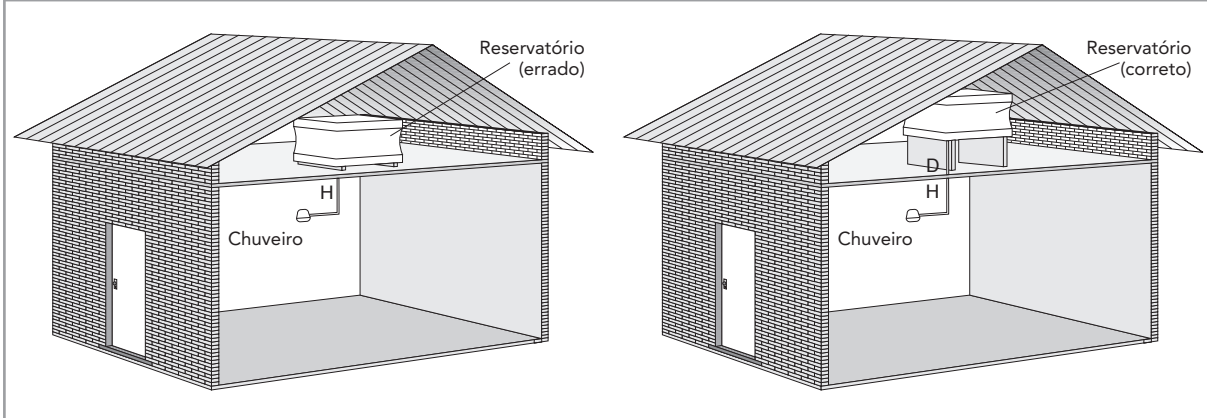
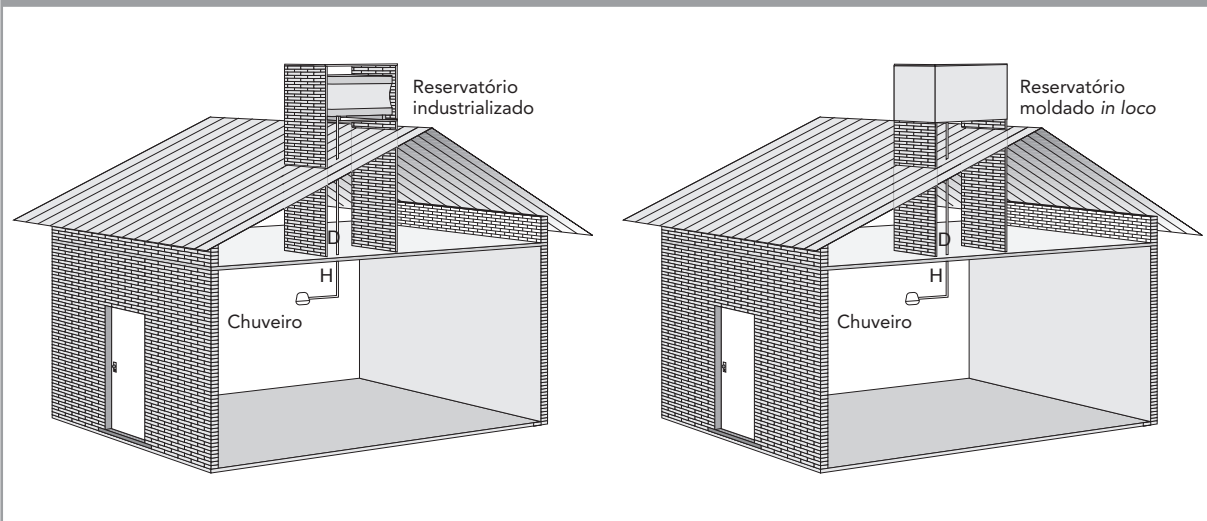


Figura 1.23 Reservatório sobre o telhado (> pressão no chuveiro).



## LOCALIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO

Além da altura, a localização inadequada do reservatório no projeto arquitetônico também pode interferir na pressão da água nos pontos de utilização. Isso se deve às perdas de carga (ver “Perda de carga nas canalizações”) que ocorrem durante o percurso da água na rede de distribuição. Quanto maior a perda de carga em uma canalização, menor a pressão dinâmica nos pontos de utilização.

Dessa maneira, deve-se diminuir o número de conexões, além de encurtar o comprimento das canalizações sempre que possível, caso se pretenda aumentar a pressão no início das colunas e nos pontos de utilização.

O reservatório deve ser localizado o mais próximo possível dos pontos de consumo, para que não ocorra perda de cargas exagerada nas canalizações, o que acarretaria uma diminuição da pressão nos pontos de utilização.

Nas Figuras 1.24 e 1.25, observa-se um posicionamento distante do reservatório superior em relação aos pontos de consumo. Levando em consideração os conceitos de perda de carga, quando esse posicionamento é inevitável, por razões arquitetônicas ou estruturais, deve-se posicionar o reservatório a uma determinada altura, para compensar essas perdas, para que não ocorra um comprometimento das pressões dinâmicas nos pontos de utilização.

O ideal seria localizá-lo em uma posição equidistante dos pontos de consumo, diminuindo, conseqüentemente, as perdas de carga e a altura necessária para compensar essas perdas. Cabe ao arquiteto compatibilizar os aspectos técnicos para o posicionamento da caixa-d'água e sua proposta arquitetônica.

O reservatório e seus equipamentos também devem ser localizados de modo adequado em função de suas características funcionais, tais como: espaço, iluminação, ventilação, proteção sanitária, operação e manutenção.

Figura 1.24 Reservatório distante dos pontos de consumo (< pressão no chuveiro).

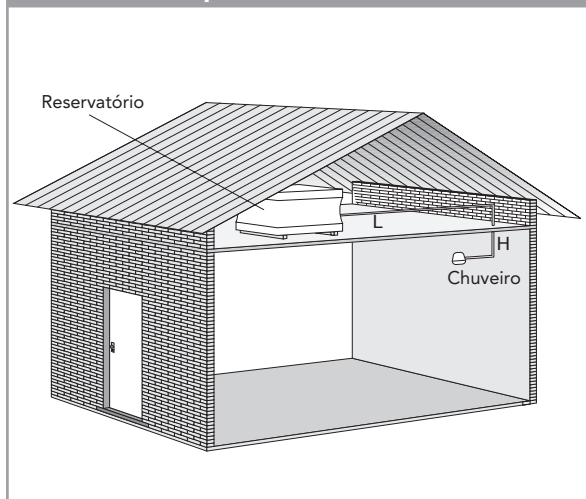
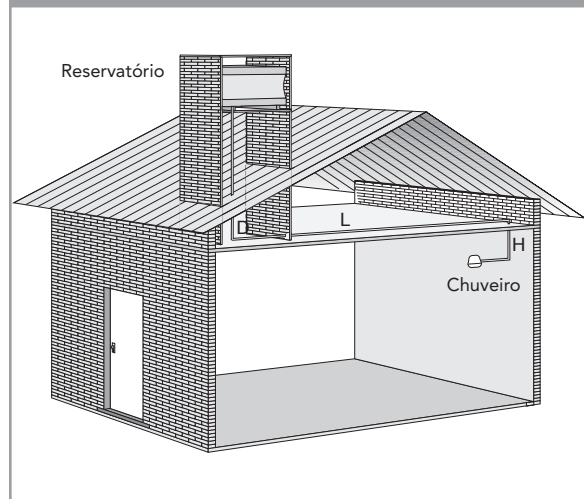


Figura 1.25 Reservatório distante dos pontos de consumo (solução correta).



## INFLUÊNCIA DOS RESERVATÓRIOS NA QUALIDADE DA ÁGUA

Todo reservatório deve ser construído com material adequado, para não comprometer a potabilidade da água.

Mesmo assim, um dos principais inconvenientes do uso dos reservatórios, além do custo adicional, é de ordem higiênica, pela facilidade de contaminação, principalmente para os usuários que se localizam próximos de locais específicos da rede de distribuição, como pontas de rede, onde, em geral, a concentração de cloro residual é, muitas vezes, inexistente.

Em geral, a localização imprópria do reservatório, a negligência do usuário em relação à sua conservação, a falta de cobertura adequada e de limpezas periódicas são os principais fatores que contribuem para a alteração da qualidade da água.

É extremamente importante a limpeza periódica do reservatório (pelo menos duas vezes ao ano), para garantir a potabilidade da água, a qual pode ser veículo direto ou indireto para transmissão de doenças. Para essa limpeza, deve-se obedecer aos seguintes requisitos\*:

- Fechar o registro de entrada de água no reservatório e abrir todas as torneiras da edificação, deixando que a água escoe por todos os canos existentes.
- À medida que a água escoar, realizar uma limpeza física (retirada de lodo e outros materiais), escovando o fundo e as paredes da caixa com uma escova reservada exclusivamente para essa finalidade.

\*Oliveira, Castrignano de; Carvalho, Anésio Rodrigues de, *Saneamento do meio*. 5.ª ed. São Paulo: Senac, 2005.

- Abrir o registro de entrada de água e fechar o registro geral de distribuição para encher novamente o reservatório.
- Realizar a desinfecção, utilizando produtos à base de cloro (normalmente se adiciona 1 litro de hipoclorito de sódio a 11% para cada 1 000 litros de água).
- Tampar o reservatório e deixar essa solução agir durante uma hora (durante esse período, não se deve utilizar a água para consumo).
- Realizada a desinfecção, abrir o registro geral e todas as torneiras, para esvaziar o reservatório, deixando a solução de cloro escoar por todos os canos da instalação.
- Antes de utilizar a água para consumo, encher novamente o reservatório com água limpa e voltar a esvaziá-lo, para eliminar os resíduos de cloro.
- Encher novamente o reservatório para uso normal.

## REDE DE DISTRIBUIÇÃO

A rede de distribuição de água fria é constituída pelo conjunto de canalizações que interligam os pontos de consumo ao reservatório da edificação.

Para traçar uma rede de distribuição, é sempre aconselhável fazer uma divisão dos pontos de consumo. Dessa forma, os pontos de consumo do banheiro devem ser alimentados por uma canalização, e os pontos de consumo da cozinha e da área de serviço por outra.

Tal fato se justifica por dois motivos: canalização mais econômica e uso não simultâneo. Quanto menor for o número de pontos de consumo de uma canalização, tanto menor será seu diâmetro e, conseqüentemente, seu custo.

## BARRILETE

Barrilete é o conjunto de tubulações que se origina no reservatório e do qual se derivam as colunas de distribuição. O barrilete pode ser: concentrado ou ramificado. O tipo concentrado tem a vantagem de abrigar os registros de operação em uma área restrita, facilitando a segurança e o controle do sistema, possibilitando a criação de um local fechado, embora de maiores dimensões. O tipo ramificado é mais econômico, possibilita uma quantidade menor de tubulações junto ao reservatório, os registros são mais espaçados e colocados antes do início das colunas de distribuição.

Figura 1.26 Barrilete concentrado.

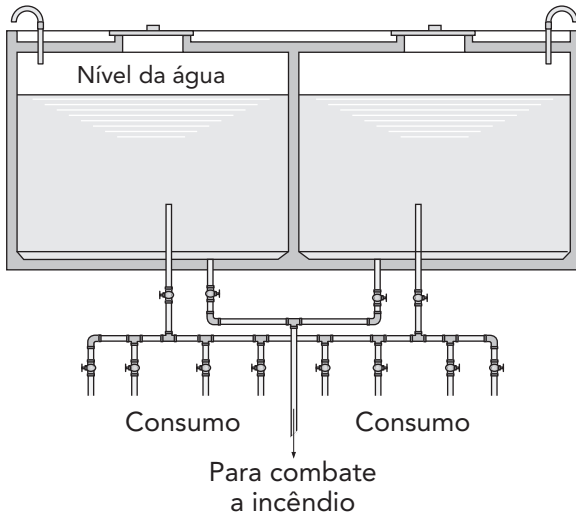
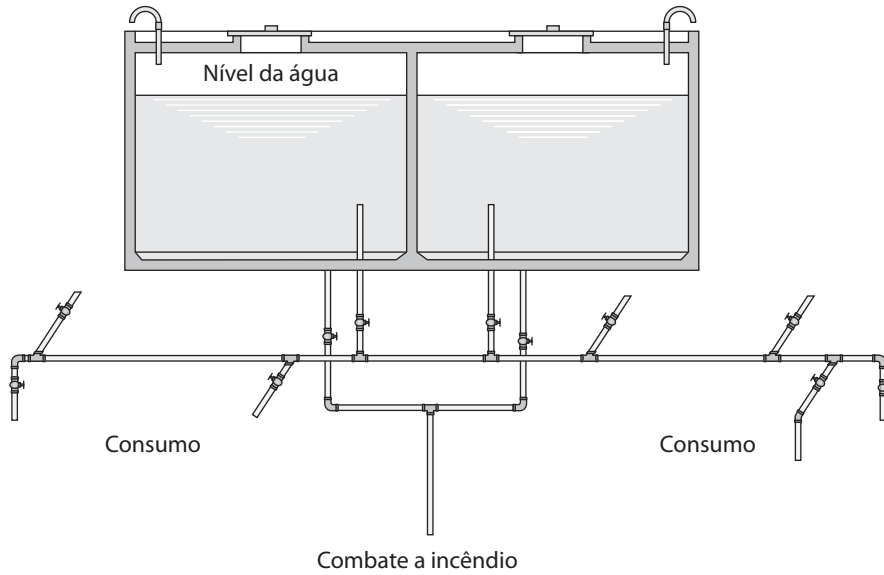


Figura 1.27 Barrilete ramificado.



## COLUNAS, RAMAIS E SUB-RAMAIS

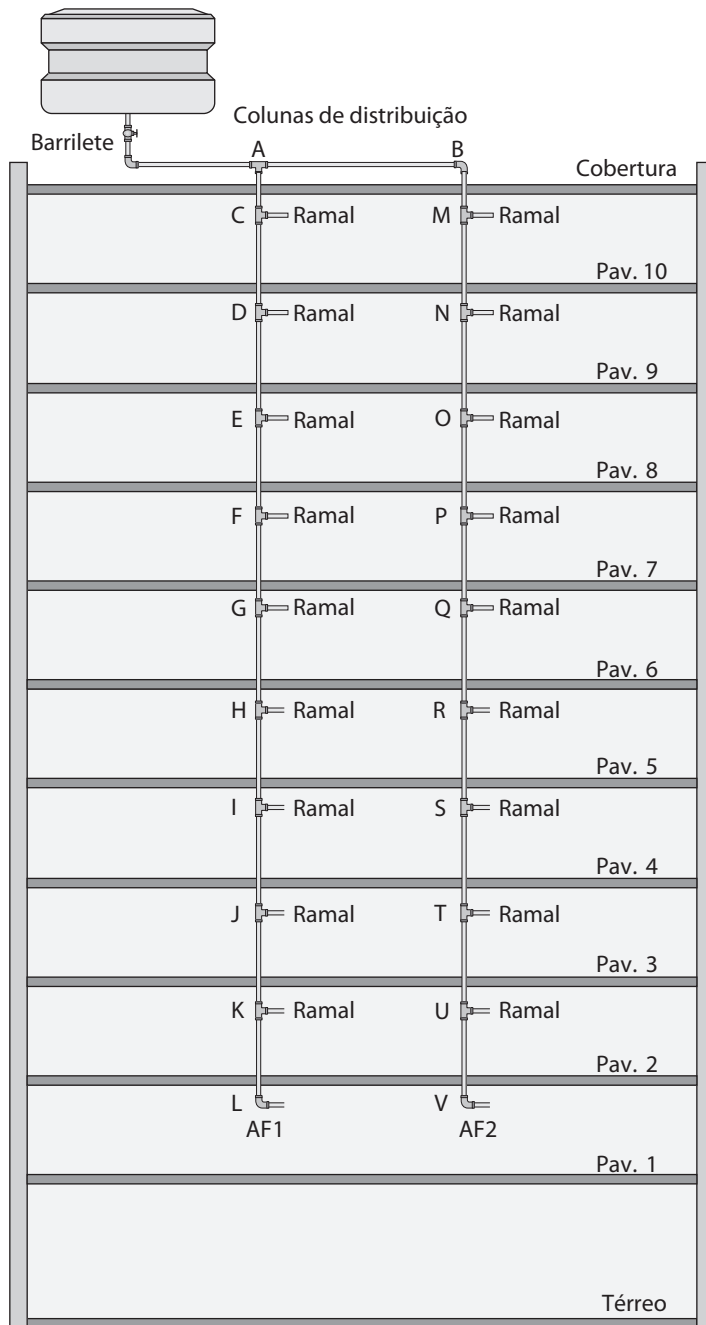
As colunas de distribuição de água fria derivam do barrilete, descem na posição vertical e alimentam os ramos nos pavimentos que, por sua vez, alimentam os sub-ramais das peças de utilização.

Cada coluna deverá conter um registro de gaveta posicionado à montante do primeiro ramal.

Deve-se utilizar coluna exclusiva para válvulas de descarga para evitar interferências com os demais pontos de utilização. Entretanto, devido à economia, muitos projetistas utilizam a mesma coluna, que abastece a válvula para alimentar as demais peças de utilização. Isso deve ser evitado, principalmente, quando se utilizar aquecedor de água, jamais ligá-lo a ramal servido por coluna que também atenda a ramal com válvula de descarga, pois o golpe de aríete acabará por danificar o aquecedor.

A norma NBR 5626 recomenda que nos casos de instalações que contenham válvulas de descarga, a coluna de distribuição deverá ser ventilada. Porém, é recomendável a ventilação da coluna independente de haver válvula de descarga na rede\*. A ventilação é importante para evitar a possibilidade de contaminação da instalação devido ao fenômeno chamado repressifonagem (ver item “Aparelhos passíveis de provocar repressifonagem”). Outra razão para ventilar a coluna de distribuição é que nas tubulações sempre ocorrem bolhas de ar, que normalmente acompanham o fluxo de água, causando a diminuição das vazões das tubulações. Com a ventilação da coluna essas bolhas serão expelidas, melhorando o funcionamento das peças de utilização. Também no caso de esvaziamento da rede por falta de água e, quando volta a mesma a encher, o ar fica “preso”, dificultando a passagem da água. Neste caso, a ventilação permitirá a expulsão do ar acumulado.

Figura 1.28 Colunas de distribuição.



## MATERIAIS UTILIZADOS

Uma escolha adequada dos materiais, dispositivos e peças de utilização é condição básica para o bom funcionamento das instalações, pois, mesmo existindo um bom projeto, na etapa de construção poderá ocorrer uma série de erros que pode comprometer a qualidade da construção.

O conhecimento de alguns aspectos tecnológicos das instalações prediais, visando à sua adequação aos sistemas construtivos, é de fundamental importância para o projetista.

Para a escolha dos materiais, também é importante a observância da NBR 5626, que fixa as condições exigíveis, a maneira e os critérios pelos quais devem ser projetadas as instalações prediais de água fria, para atender às exigências técnicas de higiene, segurança, economia e conforto dos usuários.

Existem vários componentes empregados nos sistemas prediais de água fria: tubos e conexões, válvulas, registros, hidrômetros, bombas, reservatórios etc. Os materiais mais comumente utilizados nos tubos são: cloreto de polivinila (PVC rígido), aço galvanizado e cobre.

Normalmente, as tubulações destinadas ao transporte de água potável são executadas com tubos de plástico (PVC), imunes à corrosão. Existem vários fabricantes de tubos e conexões de PVC. Para uso em instalações prediais de água fria, utilizam-se dois tipos: o PVC rígido soldável marrom, com diâmetros externos que variam de 20 mm a 110 mm, e o PVC rígido roscável branco, com diâmetros que vão de ½” a 4”.

As principais vantagens dos tubos e conexões de PVC em relação aos outros materiais são: leveza e facilidade de transporte e manuseio; durabilidade ilimitada; resistência à corrosão; facilidade de instalação; baixo custo e menor perda de carga. As principais desvantagens são: baixa resistência ao calor e degradação por exposição prolongada ao sol.

Os tubos metálicos apresentam como vantagens: maior resistência mecânica; menor deformação; resistência a altas temperaturas (não entram em combustão nas temperaturas usuais de incêndio). As desvantagens são: suscetíveis à corrosão; possibilidade de alteração das características físico-químicas da água pelo processo de corrosão e de outros resíduos; maior transmissão de ruídos ao longo dos tubos; maior perda de pressão

Os tubos e conexões de ferro galvanizado, geralmente, são utilizados em instalações aparentes e nos sistemas hidráulicos de combate a incêndios. As conexões, principalmente os cotovelos, são muito utilizadas nos pontos de torneira de jardim, pia, tanque etc. por serem mais resistentes.

Os tubos e conexões de cobre são tradicionalmente utilizados nas instalações de água quente, mas também podem ser utilizados nas de água fria. As tubulações de cobre proporcionam menores diâmetros no dimensionamento, entretanto seu custo é maior que as de PVC.

Qualquer que seja o material escolhido para a instalação, é importante verificar se obedecem a alguns parâmetros fixados pelas normas brasileiras. Portanto, ao comprar tubos e conexões, deve-se verificar se eles contêm a marcação com o número da norma ABNT correspondente e a marca do fabricante.

A falta de observância das normas, bem como deficiências no material e na mão de obra, aliada à eventual negligência dos projetistas e construtores, pode comprometer a qualidade da obra e gerar vícios construtivos.

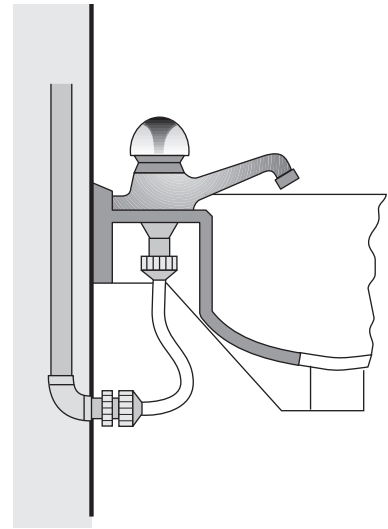
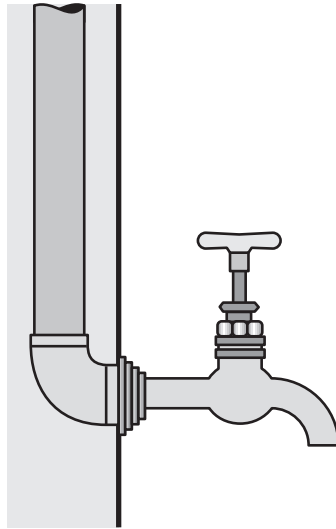
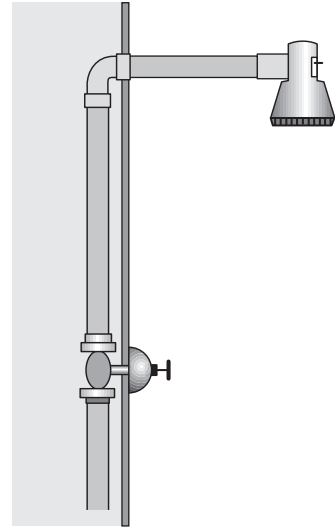
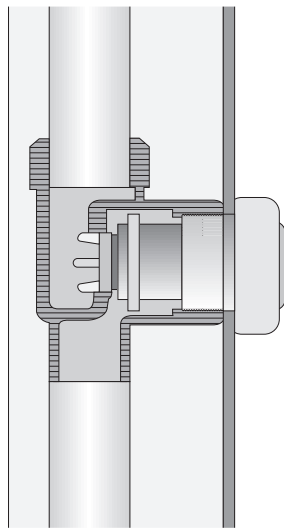
## DISPOSITIVOS CONTROLADORES DE FLUXO

São dispositivos destinados a controlar, interromper e estabelecer o fornecimento da água nas tubulações e nos aparelhos sanitários. Normalmente, são confeccionados em bronze, ferro fundido, latão e PVC, satisfazendo as especificações das normas vigentes.

Os mais importantes dispositivos controladores de fluxo utilizados nas instalações hidráulicas são:

- torneiras;
- misturadores;
- registros de gaveta (que permitem a abertura ou fechamento de passagem de água por tubulações);
- registros de pressão (utilizados em pontos onde se necessita de regulagem de vazão, como chuveiros, duchas, torneiras etc.);
- válvulas de descarga (presentes nas instalações de bacias sanitárias);
- válvulas de retenção (utilizadas para que a água flua somente em um determinado sentido na tubulação);
- válvulas de alívio ou redutoras de pressão (que mantêm constante a pressão de saída na tubulação, já reduzida a valores adequados).

Figura 1.29 Dispositivos controladores de fluxo.



# INSTALAÇÃO DE REGISTROS

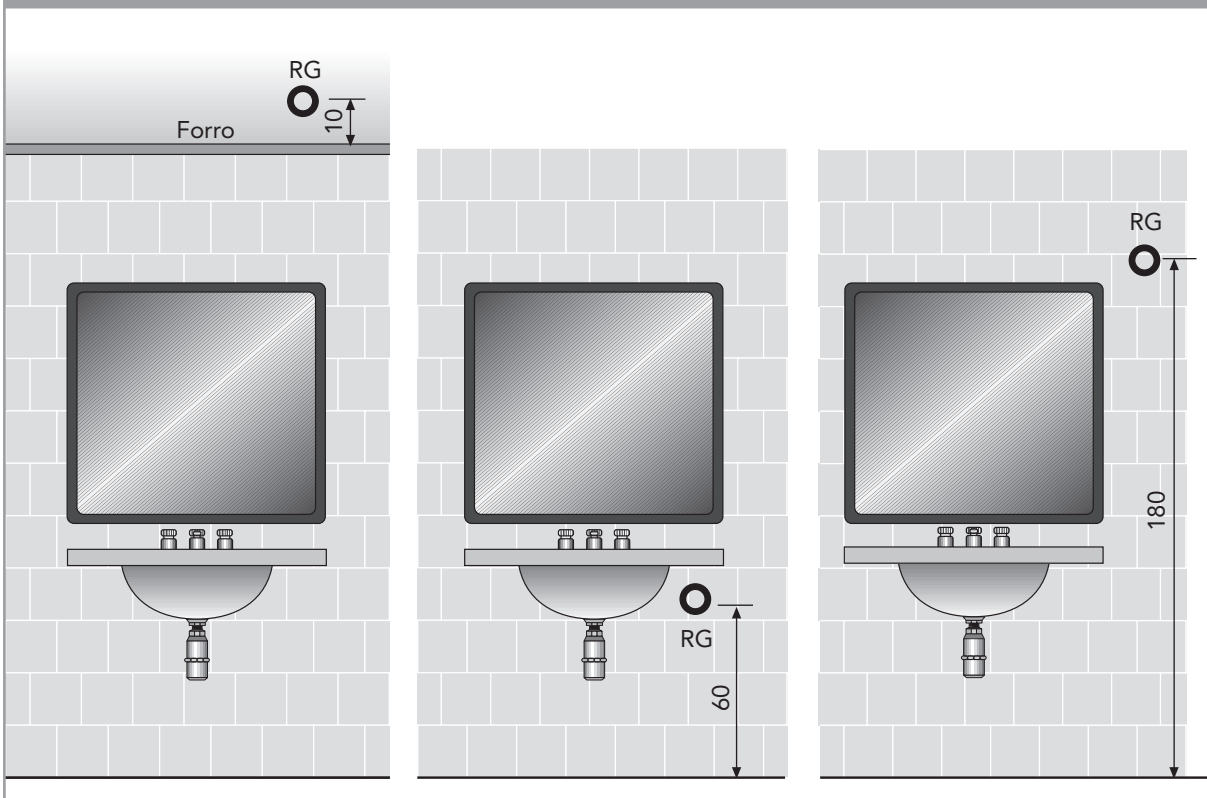
Depois de escolher o modelo de registro adequado ao tipo de tubulação da instalação (soldável ou roscável) o projetista deve estudar o posicionamento e altura de cada registro dentro do compartimento.

A altura padrão do registro de gaveta é de 180 cm em relação ao piso acabado. O seu posicionamento na parede depende do detalhe isométrico de água fria e quente e das interfaces com o leiaute do compartimento.

A colocação de registros de pressão dentro do box deve ser estudada de maneira que os registros do chuveiro possam ser abertos e fechados sem que a pessoa se molhe. Isso é muito importante principalmente no inverno, quando a água fria causa maior desconforto. A altura ideal desses registros deve estar compreendida entre 100 e 110 cm em relação ao piso acabado.

Com relação ao registro de pressão para banheira de hidromassagem, a altura é variável, pois depende das dimensões especificadas pelo fabricante. Além disso, o arquiteto pode posicionar a banheira em um nível mais alto do que o nível do piso do banheiro.

Figura 1.30 Posições possíveis do registro geral.



## DESENHOS DAS INSTALAÇÕES

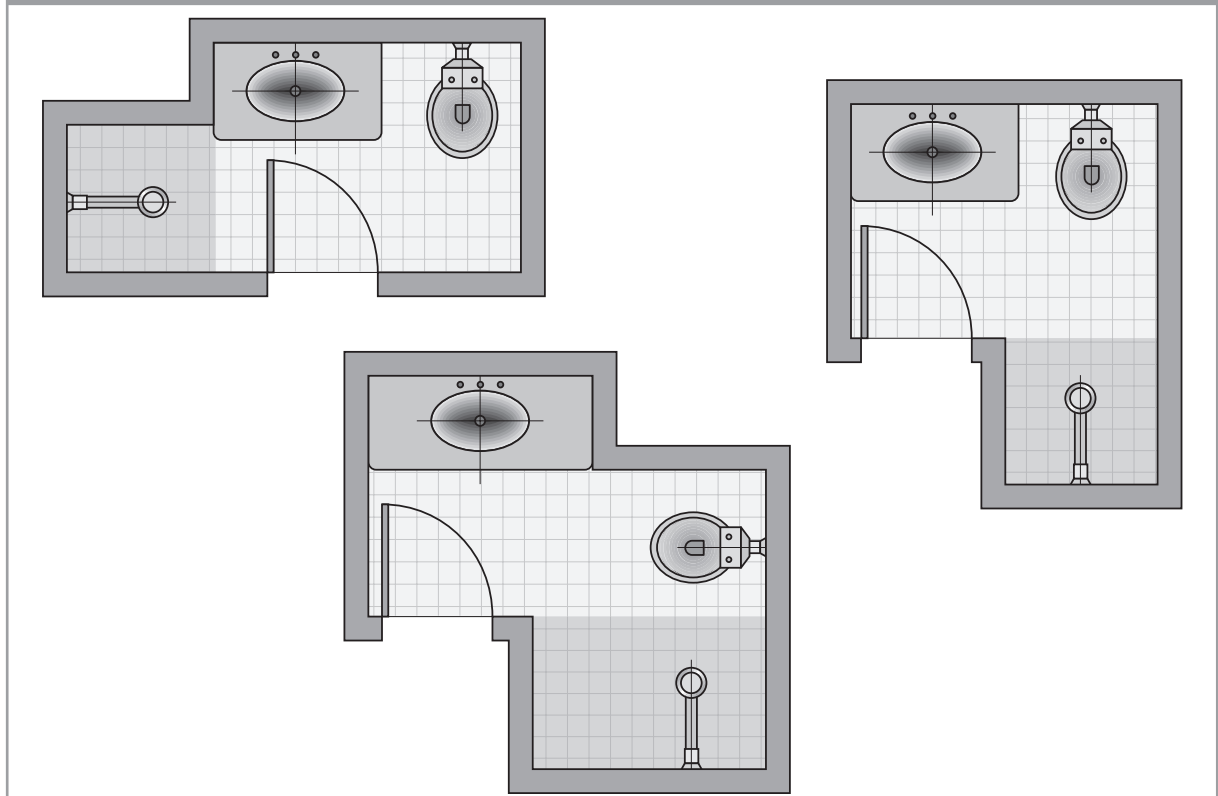
Os desenhos das instalações baseiam-se no projeto arquitetônico; portanto, um projeto bem resolvido, com as peças sanitárias e os equipamentos corretamente definidos e localizados, pontos de água devidamente cotados com a utilização do sistema de eixos longitudinais e transversais, ao longo das paredes e/ou pilares, é condição básica para que se consiga um leiaute adequado para a futura elaboração do projeto de instalações.

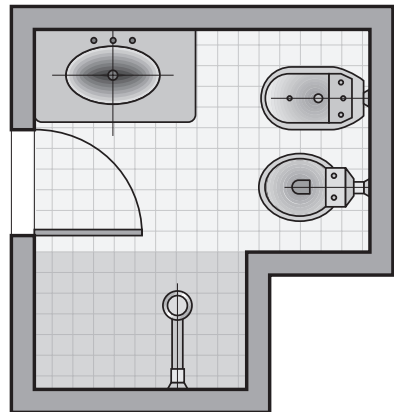
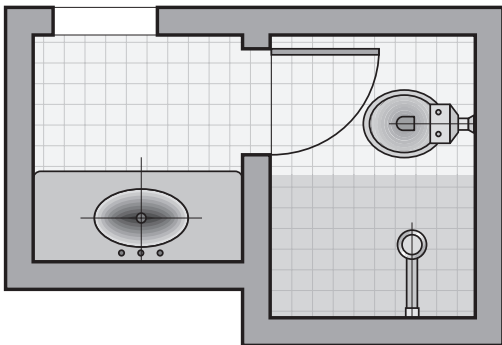
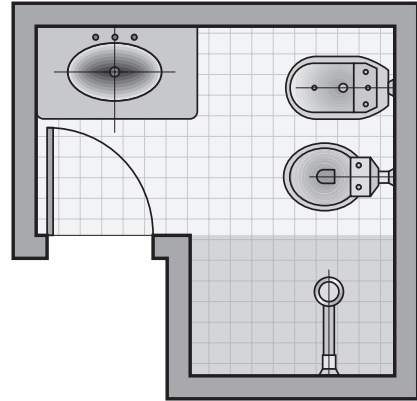
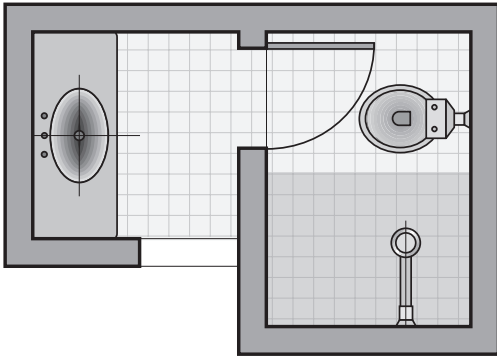
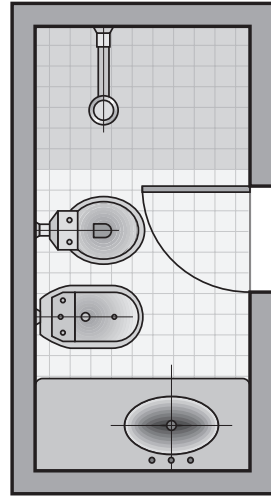
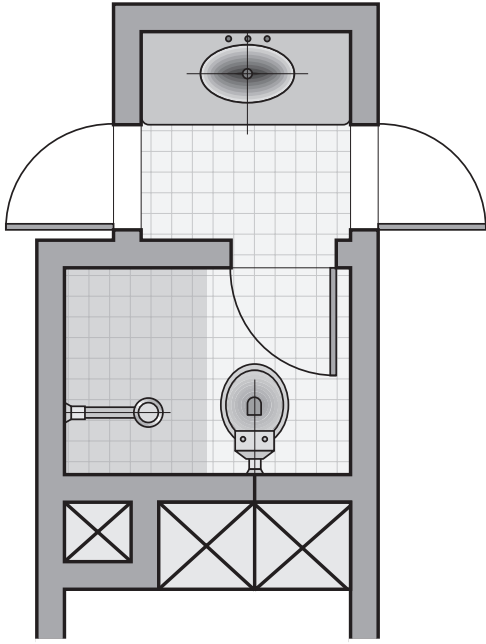
Os desenhos dos projetos das instalações devem seguir basicamente as normas brasileiras para desenho técnico, no geral, atendendo também às especificidades de cada projeto: água fria, água quente, incêndio, esgoto e águas pluviais.

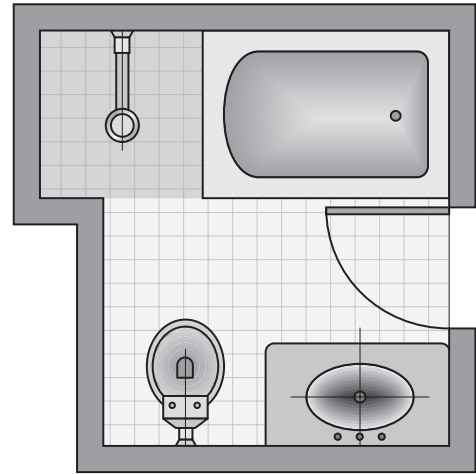
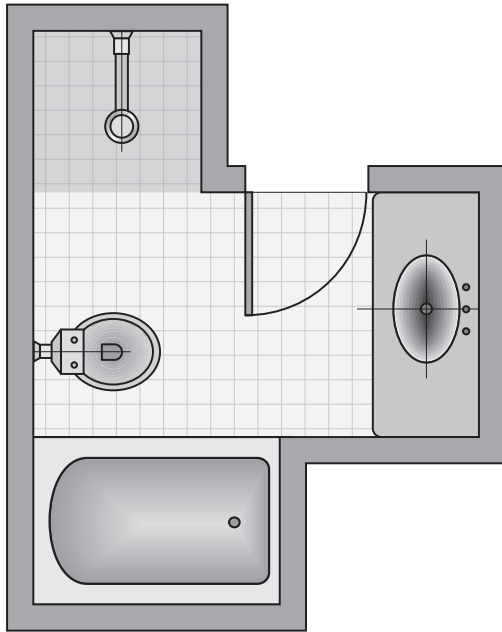
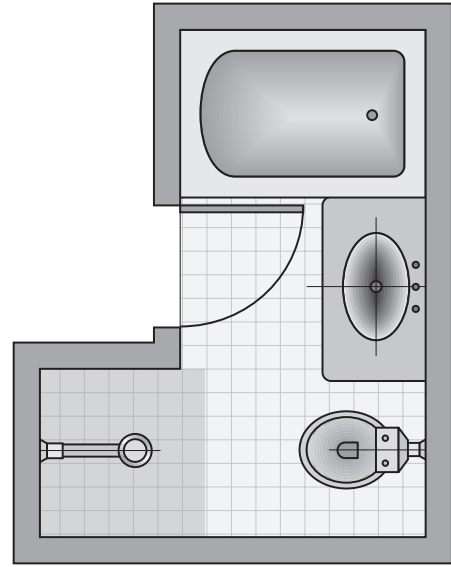
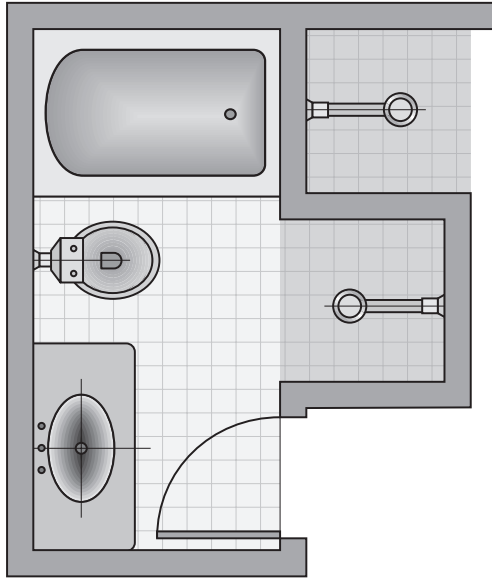
Atualmente, existem diversos programas computadorizados no mercado, que auxiliam a elaboração dos projetos de hidráulica e seu desenho, inclusive as perspectivas isométricas.

Para os alunos de graduação do curso de Arquitetura e Urbanismo, entretanto, sugerimos que os desenhos das instalações sejam elaborados com os tradicionais gabaritos e esquadros plásticos, particularmente no aprendizado, para facilitar sua compreensão.

Figura 1.31 Alternativas de leiaute de banheiro.







## DETALHES ISOMÉTRICOS

Para melhor visualização da rede de distribuição de água fria, desenham-se os compartimentos sanitários em perspectiva isométrica. Os detalhes isométricos, geralmente, são elaborados nas escalas 1:20 ou 1:25. Desenham-se com traços finos os contornos das paredes e marca-se a posição das portas e janelas. As cotas são dispensáveis.

Os aparelhos sanitários são representados por suas convenções em traços de maior espessura, bem como as tubulações, os registros e outros detalhes. A seguir é apresentado um roteiro simplificado para o desenho de isométricos.

- a) Traça-se a planta cega do compartimento com esquadro de 60°.
- b) Locam-se os eixos dos pontos de consumo de água (lavatório, bacia sanitária, ducha higiênica, chuveiro etc.).
- c) Traça-se uma linha pontilhada do eixo das peças até a altura dos pontos de consumo.
- d) Traçam-se os ramais internos, unindo os pontos de consumo.
- e) Indicam-se, nos ramais e sub-ramais, os diâmetros correspondentes.

## ALTURA DOS PONTOS

O posicionamento dos pontos de entrada de água e a posição de registros e outros elementos pode variar em função de determinados modelos de aparelhos. Porém, as alturas mais utilizadas para diversos tipos de aparelhos são:

BS – bacia sanitária c/ válvula	h = 33 cm
BCA – bacia sanitária c/ caixa acoplada	h = 20 cm
DC – ducha higiênica	h = 50 cm
BI – bidê	h = 20 cm
BH – banheira de hidromassagem	h = 30 cm
CH – chuveiro ou ducha	h = 220 cm
LV – lavatório	h = 60 cm
MIC – mictório	h = 105 cm
MLR – máquina de lavar roupa	h = 90 cm
MLL – máquina de lavar louça	h = 60 cm
PIA – pia	h = 110 cm
TQ – tanque	h = 115 cm
TL – torneira de limpeza	h = 60 cm
TJ – torneira de jardim	h = 60 cm
RP – registro de pressão	h = 110 cm
RG – registro de gaveta	h = 180 cm
VD – válvula de descarga	h = 110 cm

Figura 1.32 Detalhe isométrico (banheiro).

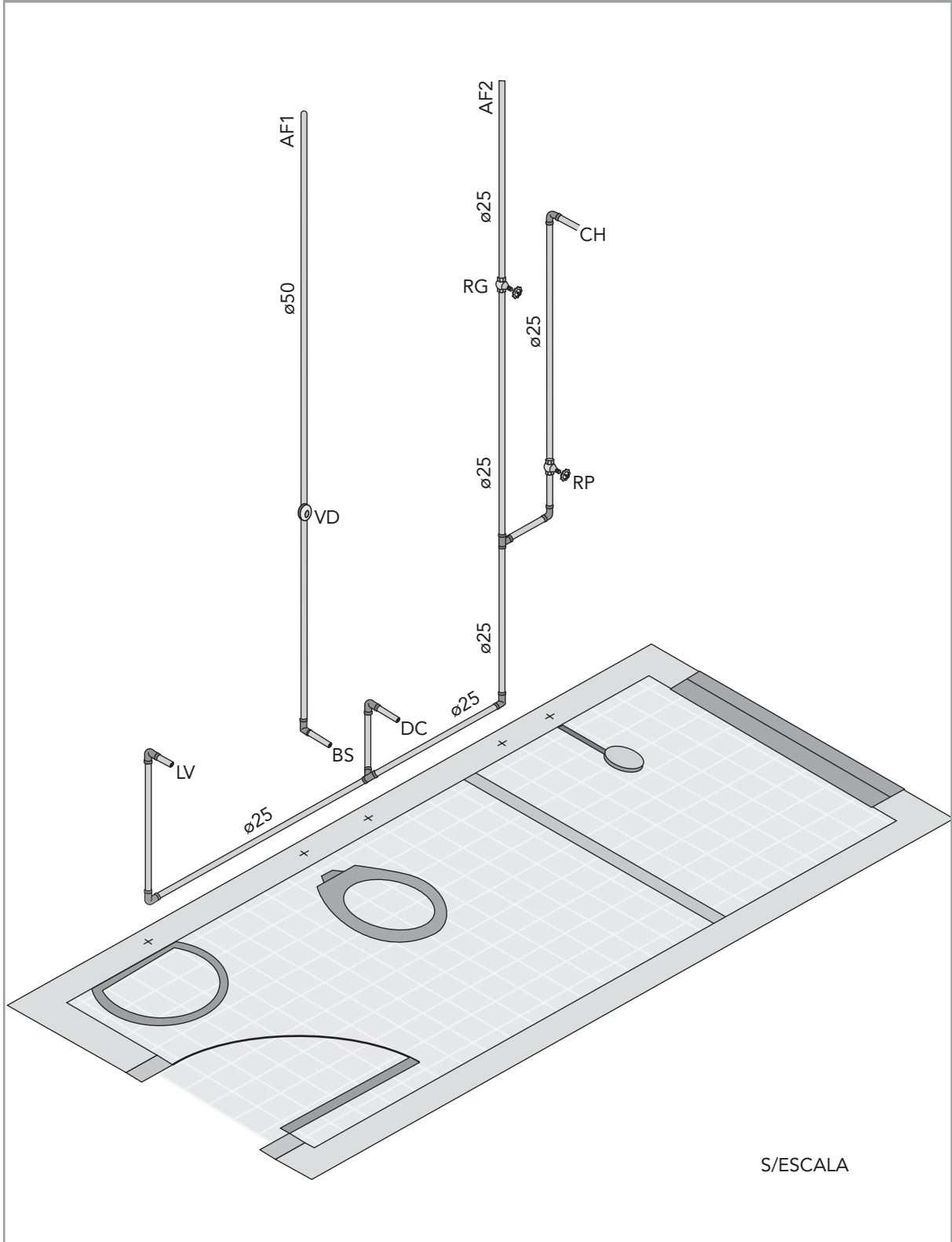


Figura 1.33 Detalhe isométrico (cozinha).

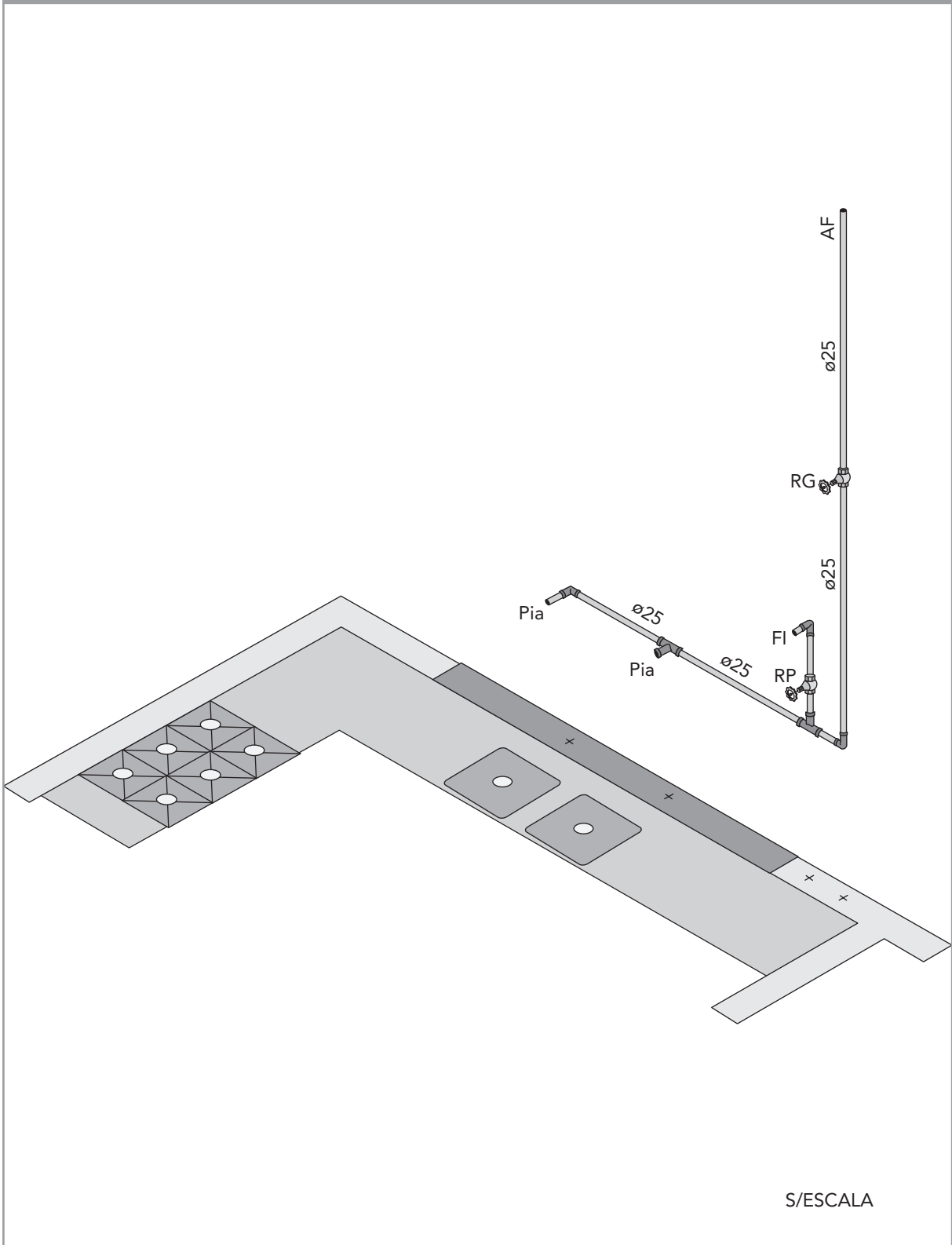


Figura 1.34 Detalhe isométrico (área de serviço).

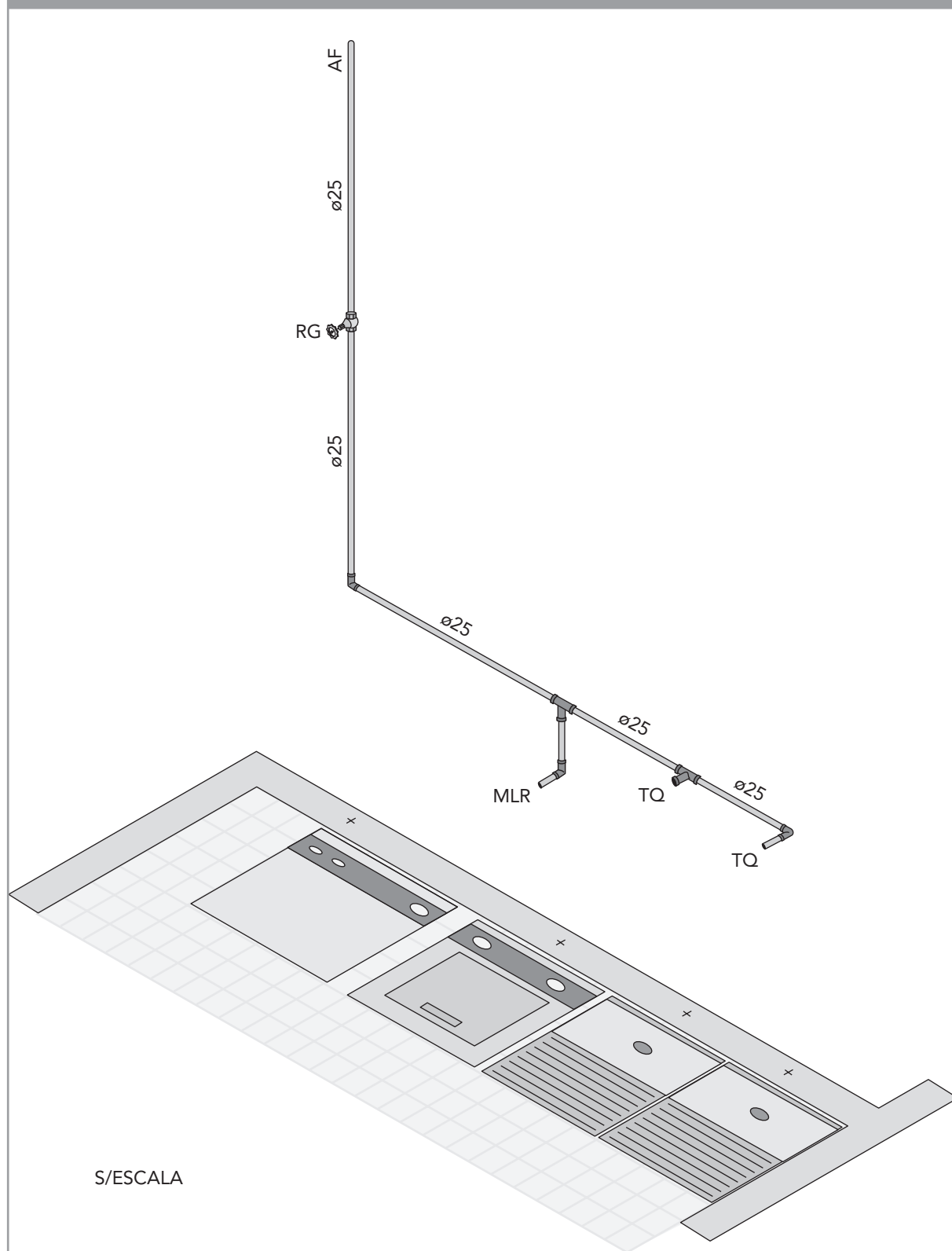
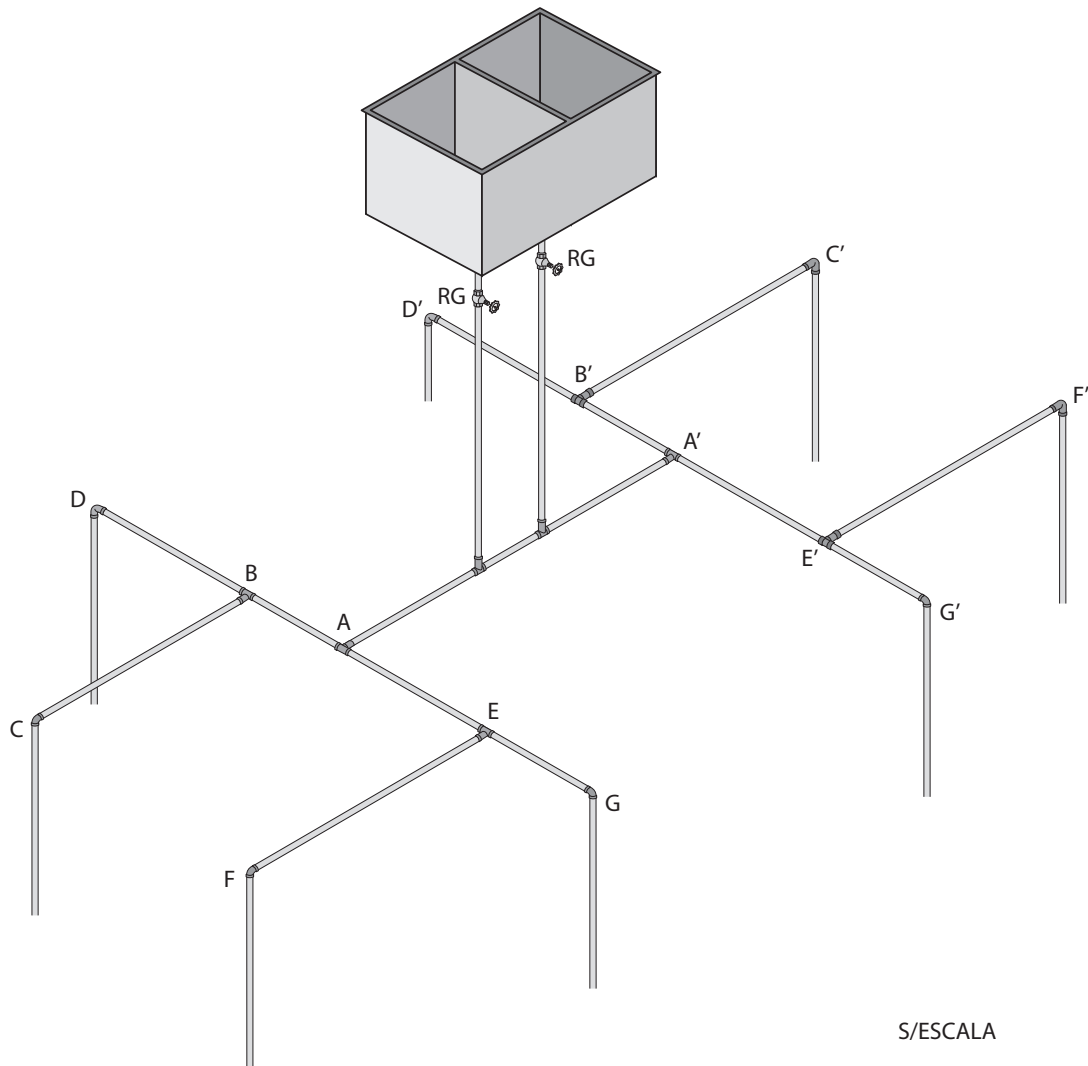


Figura 1.35 Detalhe isométrico (barrilete).



## DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES DE ÁGUA FRIA

A NBR 5626 fixa as exigências e os critérios para o dimensionamento das canalizações de água fria.

Cada peça de utilização necessita de uma determinada vazão para um perfeito funcionamento. Essas vazões estão relacionadas empiricamente com um número convencional de peso das peças (ver Tabela 1.4). Esses pesos, por sua vez, têm relação direta com os diâmetros mínimos necessários para o funcionamento das peças (ver Tabela 1.5 e Figura 1.36).

Tendo em vista a conveniência sob o aspecto econômico, toda a instalação de água fria deve ser dimensionada trecho a trecho. O dimensionamento do barrilete, assim como das colunas, dos ramais de distribuição e dos sub-ramais que alimentam as peças de utilização, deverá ser feito por trechos por meio de tabelas apropriadas.

Em virtude de as tubulações serem dimensionadas como condutos forçados, é necessário que fiquem perfeitamente definidos no projeto hidráulico, para cada trecho da canalização, os quatro parâmetros hidráulicos do escoamento: vazão, velocidade, perda de carga e pressão.

Portanto, para o dimensionamento das canalizações de água fria, é primordial a elaboração de um projeto hidráulico.

**Tabela 1.4 Pesos relativos nos pontos de utilização, identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização (NBR 5626).**

Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto (litros/s)	Peso relativo
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3
		Válvula de descarga	1,70	32
Banheira		Misturador (água fria)	0,30	1,0
Bebedouro		Registro de pressão	0,10	0,1
Bidê		Misturador (água fria)	0,10	0,1
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,20	0,4
Chuveiro elétrico		Registro de pressão	0,10	0,1
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,30	1,0
Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3
Mictório cerâmico	Com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
	Sem sifão Integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,3
Pia		Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
		Torneira elétrica	0,10	0,1
Tanque		Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,20	0,4

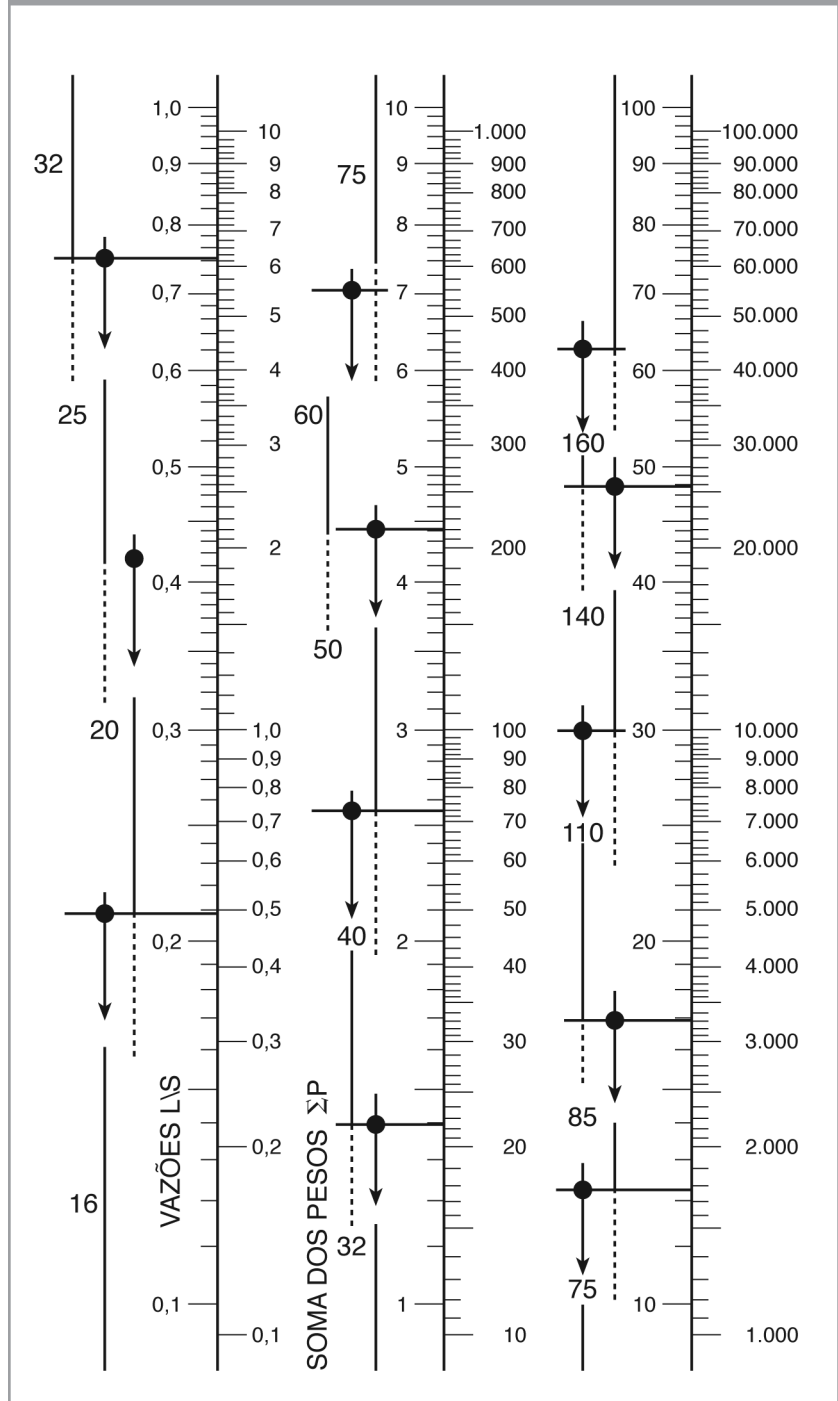
**Tabela 1.5 Ábaco simplificado (somatórios de 0 a 100).**

Soma dos pesos	0	↔	1,1	↔	3,5	↔	18	↔	44	↔	100
∅ Soldável (mm)		20 mm		25 mm		32 mm		40 mm		50 mm	
∅ Roscável (pol.)		1/2"		3/4"		1"		1.1/4"		1.1/2"	

**Nota**

Para somatórios acima de 100, deve ser consultado ábaco para cálculo de tubulações (normograma de pesos, vazões e diâmetros).

Figura 1.36 Normograma de pesos, vazões e diâmetros.\*



\* Hélio Creder. *Instalações hidráulicas e sanitárias*, cit.

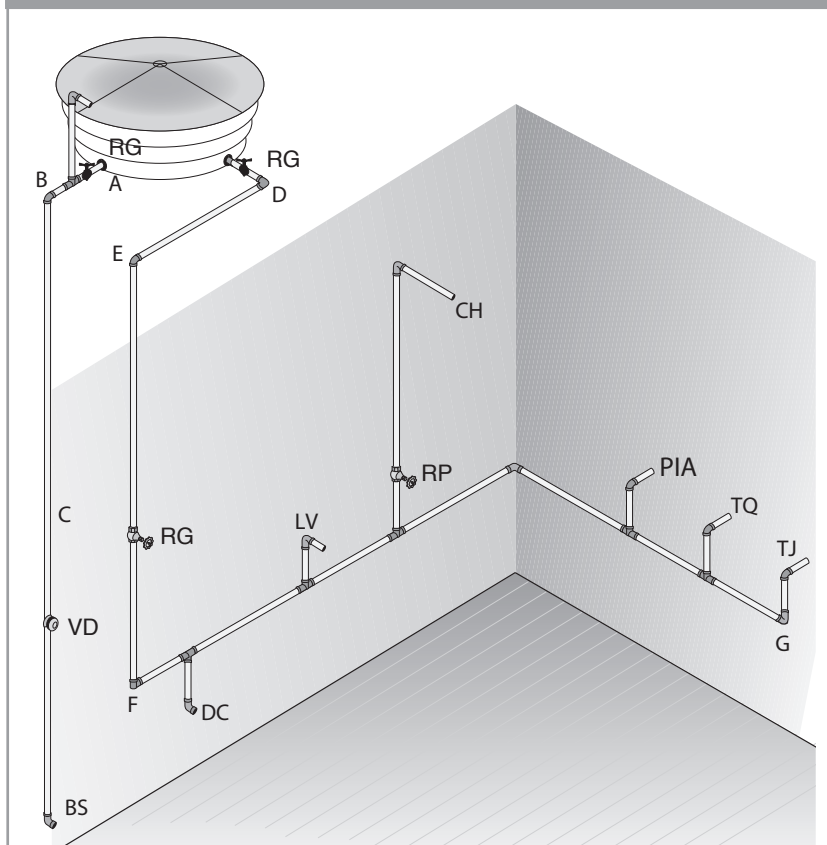
**Tabela 1.6 Parâmetros hidráulicos do escoamento (NBR 5626).**

Parâmetros	Unidades	Símbolos
Vazão	Litros por segundo Metros cúbicos por hora	l/s m³/h
Velocidade	Metros por segundo	m/s
Perda de carga unitária	Metro de coluna d'água por metro	m.c.a./m
Perda de carga total	Metro de coluna d'água Quilopascal	m.c.a. kPa
Pressão	Quilopascal	kPa

### Exemplo de dimensionamento

Calcular os diâmetros das tubulações de uma instalação de água fria que abastece as seguintes peças de utilização: 1 bacia sanitária com válvula de descarga, 1 ducha higiênica, 1 lavatório (torneira ou misturador), 1 chuveiro elétrico, 1 pia (torneira ou misturador), 1 tanque e 1 torneira de jardim.

**Figura 1.37 Dimensionamento das tubulações.**



Peças de utilização	Pesos
1 Bacia sanitária com válvula	32
1 Ducha higiênica	0,4
1 Lavatório (torneira ou misturador)	0,3
1 Chuveiro elétrico	0,1
1 Pia (torneira ou misturador)	0,7
1 Tanque (torneira)	0,7
1 Torneira de jardim	0,4

Cada trecho (ramal) terá o peso e seu diâmetro correspondente, em função dos aparelhos que alimentam, conforme mostra a Tabela 1.7.

**Tabela 1.7 Dimensionamento dos trechos.**

Trechos	Pesos	Diâmetros (mm)
A–B ( barrilete): bacia sanitária c/válvula	32	40
B–C (coluna): bacia sanitária c/válvula	32	40
D–E (barrilete): DC, LV, CH, PIA, TQ, TJ	2,6	25
E–F (coluna): DC, LV, CH, PIA, TQ, TJ	2,6	25
F–G (ramal): DC, LV, CH, PIA, TQ, TJ	2,6	25

Quanto aos sub-ramais (trechos que alimentam cada peça de utilização separadamente), verifica-se o peso de cada peça e seu diâmetro correspondente.

## PRESSÕES MÍNIMAS E MÁXIMAS

Nas instalações prediais, consideram-se três tipos de pressão: a estática (pressão nos tubos com a água parada), a dinâmica (pressão com a água em movimento) e a pressão de serviço (pressão máxima que se pode aplicar a um tubo, conexão, válvula ou outro dispositivo, quando em uso normal).

As pressões são medidas em  $\text{kgf/cm}^2$  (quilograma força por centímetro quadrado), entretanto existem outras formas de expressar medidas de pressão; a mais usual nas instalações prediais de água fria é o m.c.a (metro de coluna d'água). Com relação à equivalência entre ambas,  $1 \text{ kgf/cm}^2$  é a pressão exercida por uma coluna d'água de 10 m de altura.

O Brasil adota o Sistema Internacional de Medidas, segundo o qual a unidade de pressão é o Pa (pascal).

## PRESSÃO ESTÁTICA

Com relação à pressão estática, a norma NBR 5626 diz o seguinte: “Em uma instalação predial de água fria, em qualquer ponto, a pressão estática máxima não deve ultrapassar 40 m.c.a. (metros de coluna d’água).”

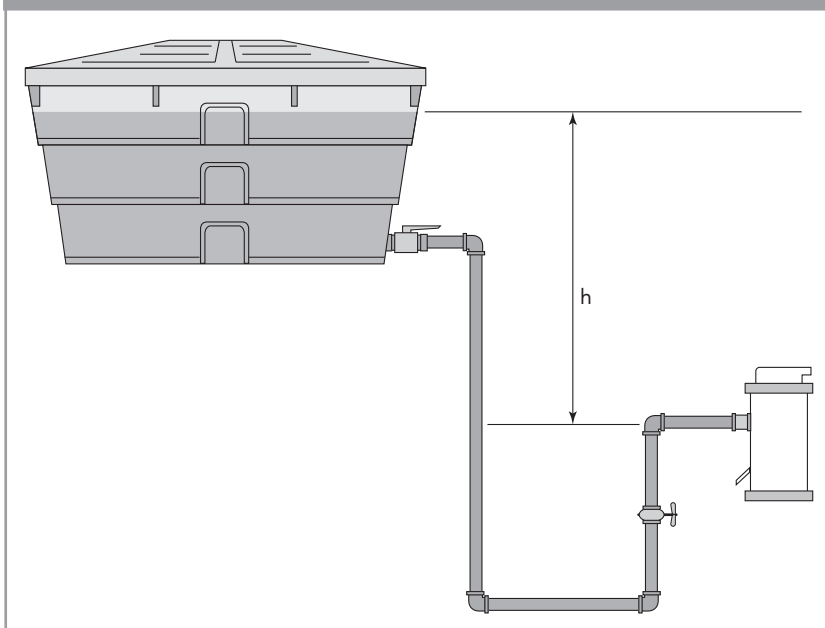
Isso significa que a diferença entre a altura do reservatório superior e o ponto mais baixo da instalação predial não deve ser maior que 40 metros.

Uma pressão acima desse valor ocasionará ruído, golpe de aríete e manutenção constante nas instalações. Dessa maneira, devem-se tomar alguns cuidados com edifícios com mais de 40 m de altura, normalmente edifícios com mais de treze pavimentos convencionais (pé-direito de  $3\text{ m} \times 13 = 39\text{ m}$ ). Como, então, projetar uma instalação de água fria em um edifício com mais de 40 metros de altura?

A solução mais utilizada pelos arquitetos e projetistas, por ocupar menos espaço, é o uso de válvulas redutoras de pressão. Esses dispositivos reguladores de pressão normalmente são instalados no subsolo do prédio.

O valor da pressão estática menos as perdas de cargas distribuídas e localizadas corresponde ao valor da pressão dinâmica.

Figura 1.38 Pressão estática (sem escoamento).



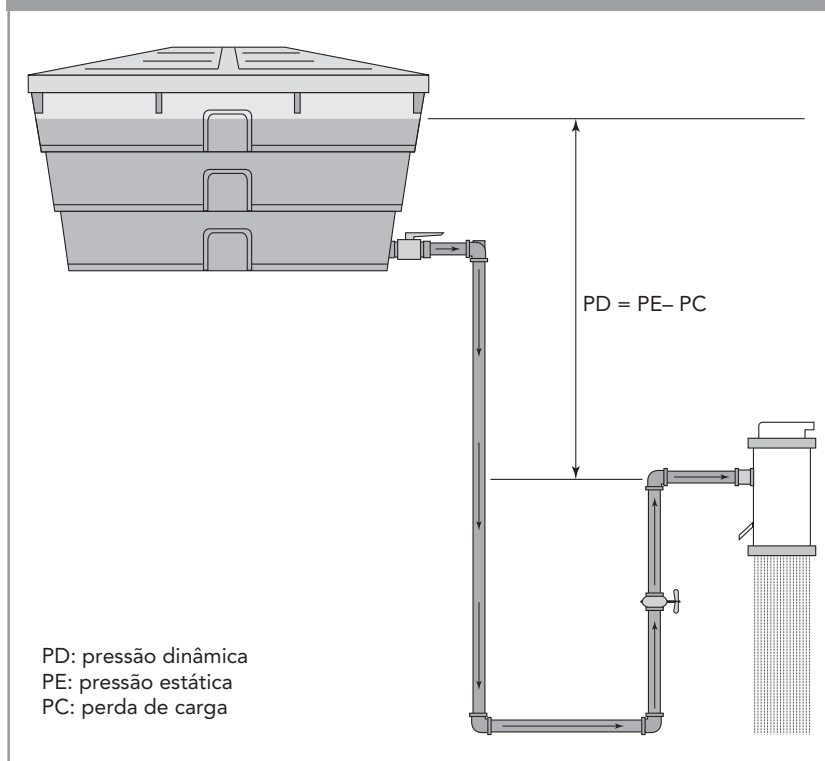
## PRESSÃO DINÂMICA

Com relação à pressão dinâmica, de acordo com a NBR 5626, em qualquer ponto da rede predial de distribuição, a pressão da água em regime de escoamento não deve ser inferior a 0,50 m.c.a. Esse valor visa a impedir que o ponto crítico da rede de distribuição, geralmente o ponto de encontro entre o barrilete e a coluna de distribuição, possa obter pressão negativa.

Por outro lado, uma pressão excessiva na peça de utilização tende a aumentar desnecessariamente o consumo de água. Portanto, em condições dinâmicas, os valores das pressões nessas peças devem ser controlados, para resultarem próximos aos mínimos necessários.

Para que as peças de utilização tenham um funcionamento perfeito, a pressão da água nos pontos de utilização (pressão dinâmica) não deve ser inferior a 1 m.c.a., com exceção do ponto da caixa de descarga, onde a pressão pode ser menor, até um mínimo de 0,50 m.c.a. O fabricante deve definir os valores limites da pressão dinâmica para as peças de utilização de sua produção, respeitando sempre as normas específicas.

Figura 1.39 Pressão dinâmica (com escoamento).



## PRESSÃO DE SERVIÇO

Com relação à pressão de serviço, a norma NBR 5626 fala o seguinte:

“o fechamento de qualquer peça de utilização não pode provocar sobrepressão em qualquer ponto da instalação que seja maior que 20 m.c.a. acima da pressão estática nesse ponto”.

Isso significa que a pressão de serviço não deve ultrapassar a 60 m.c.a., pois é o resultado da máxima pressão estática (40 m.c.a.) somada à máxima sobrepressão (20 m.c.a.).

Alguns profissionais da construção civil que executam instalações em prédios com grandes alturas utilizam tubos metálicos, pensando que estes são mais resistentes que os tubos de PVC. É importante ressaltar que o conceito de pressão máxima independe do tipo de tubulação, pois a norma não faz distinção quanto ao tipo de material. Dessa forma, a pressão estática máxima de 40 m.c.a. deve ser obedecida em qualquer caso, independente dos materiais dos tubos (PVC, cobre ou ferro) que serão utilizados nas instalações de água fria e quente.

## DISPOSITIVOS CONTROLADORES DE PRESSÃO

As peças de utilização são projetadas de modo a funcionar com pressões estática ou dinâmica (máximas e mínimas) preestabelecidas pelos fabricantes dos tubos, dispositivos e aparelhos sanitários. Portanto, uma das maiores preocupações nas redes hidráulicas é a pressão nos pontos de utilização.

Atualmente, existem no mercado dispositivos que elevam ou reduzem a pressão da água nas canalizações. Quando falta pressão na rede, o pressurizador é um recurso eficiente; quando a pressão é elevada (acima de 40 m.c.a), utilizam-se válvulas reguladoras de pressão.

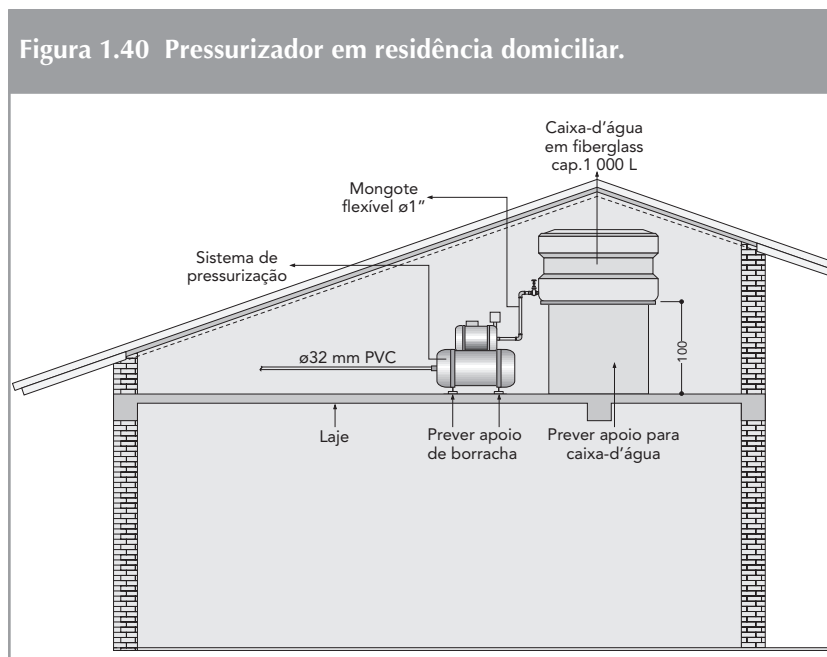
## PRESSURIZADOR

Um dos problemas mais comuns em todo tipo de edificação é a falta de pressão de água do reservatório (ver item “Altura dos reservatórios”). Para resolvê-lo, geralmente são utilizados pressurizadores para aumentar e manter a pressão nas redes. Além do custo reduzido, esses dispositivos praticamente não exigem manutenção. São encontrados em diversos modelos no mercado e podem ser utilizados: em residências, apartamentos, hotéis, motéis, hospitais, restaurantes etc. Também podem ser utilizados em indústrias, para alimentar máquinas, equipamentos etc., dispensando a construção de torres para caixa-d’água. No meio rural, para o abastecimento de residências, irrigação etc.

Cada modelo apresenta suas vantagens. Antes de escolher o equipamento, no entanto, deve-se consultar os catálogos dos fabricantes e os revendedores autorizados.

Alguns fabricantes mais conscienciosos recomendam alguns cuidados com relação à instalação desses equipamentos, principalmente quanto à localização e à prevenção de ruídos.

O pressurizador deverá estar localizado o mais distante possível de locais onde é necessário silêncio (dormitórios, escritórios, salas de reunião). Para que não haja ruído devido a vibrações, deverá ser evitada a instalação diretamente sobre lajes, principalmente sobre as de grandes dimensões e pequena espessura – quando for colocado sobre lajes, deverá haver base provida de amortecedores.



## VÁLVULAS REDUTORAS DE PRESSÃO

Nos edifícios mais altos, o reservatório de água instalado sobre a cobertura, geralmente sobre a caixa de escada, gera diferentes pressões.

Quanto maior a diferença de cota do ramal em relação ao reservatório, maior a pressão. Isso implica dizer que, nos pavimentos mais baixos, maior será a pressão da água nos pontos de consumo.

Quando a pressão na rede predial for alta demais, particularmente nos edifícios com mais de treze pavimentos (considerando-se um pé-direito de 3 m), com pressão estática acima de 40 m.c.a, utilizam-se válvulas automáticas de redução de pressão, as quais substituem os reservatórios intermediários, que reduzem a pressão da rede hidráulica a valores especificados em projeto. Em geral, os edifícios possuem uma estação central de redutores de pressão, com dois equipamentos de grande porte instalados (de 2" a 3"). A válvula redutora de pressão (VRP) pode ser instalada a meia altura do prédio ou no subsolo.

Para prédios que adotam a medição individualizada de água adota-se a instalação de um redutor de pressão, de menor porte para limitar e regular a entrada de água nos vários pavimentos do edifício, a fim de que cada apartamento receba a água com pressão adequada, normalmente 3 bar. Cada bar de pressão equivale a 1 kgf/cm<sup>2</sup> ou 10 m.c.a. Além de diminuir a pressão, os redutores otimizam o consumo de água e evitam o desgaste prematuro das instalações hidráulicas.

Embora a norma não faça distinção sobre qual ou quais materiais devem compor as instalações com pressão estática acima de 40 m.c.a, devem-se adotar tubos mais resistentes e tomar cuidados redobrados quanto às emendas e conexões.

Figura 1.41 Solução com reservatórios intermediários.

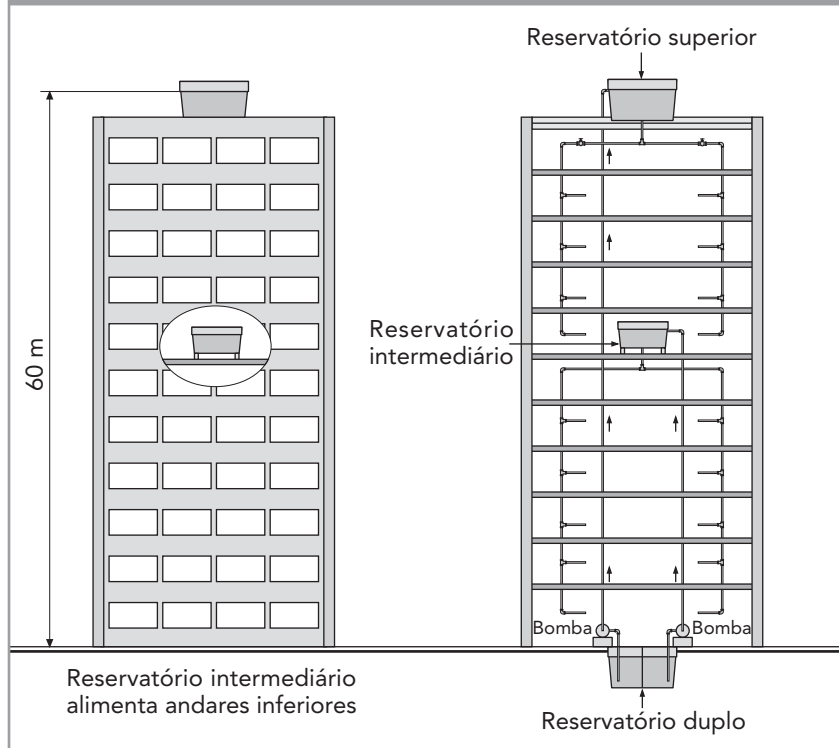
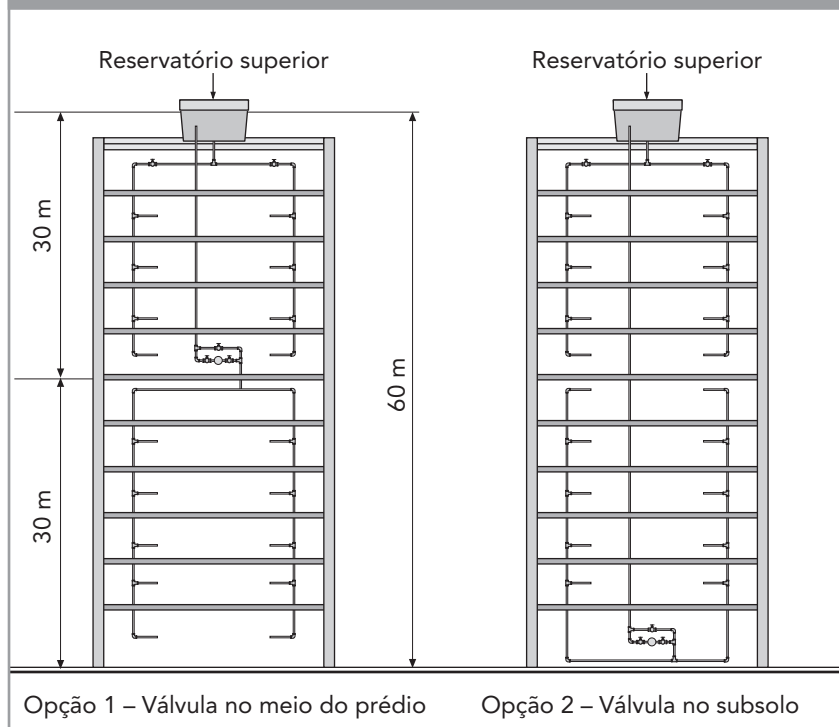


Figura 1.42 Solução com válvulas redutoras de pressão.



## VELOCIDADE MÁXIMA DA ÁGUA

A NBR 5626 (ABNT) recomenda que as tubulações sejam dimensionadas de modo que a velocidade da água, em qualquer trecho, não ultrapasse valores superiores a 3 m/s. Acima desse valor, ocorre um ruído desagradável na tubulação, devido à vibração das paredes ocasionada pela ação do escoamento da água.

## RUÍDOS E VIBRAÇÕES EM INSTALAÇÕES PREDIAIS

As instalações de água fria devem ser projetadas e executadas de maneira a atender às necessidades de conforto do usuário, com relação aos níveis de ruído produzidos ou transmitidos pela própria instalação, bem como evitar que as vibrações venham a provocar danos à instalação.

A transmissão do ruído em instalações prediais de água fria é bastante complexa, porém essa ocorrência, assim como de vibrações, está bastante associada a edifícios altos e instalações pressurizadas. A movimentação da água (sob pressão relativamente elevada) nas tubulações, nos aparelhos hidráulicos (válvulas de descarga, conexões, torneiras, torneiras de boia, bombas de recalque, peças de utilização etc.) e em bombas de recalque gera ruído de impacto, que se propaga pela canalização e, daí, pela estrutura e pelas paredes (elementos normalmente solidários), que, por sua vez, irradiam o ruído para as adjacências, incomodando os ocupantes da edificação. Em alguns projetos, os cuidados com relação aos níveis de ruído devem ser redobrados, sendo necessário um tratamento acústico para os locais.

Um fenômeno muito conhecido, que ocorre, principalmente, nos prédios mais antigos e causa ruídos extremamente desagradáveis, é o “golpe de aríete”. Ele acontece quando a água, ao descer com muita velocidade pela canalização, é bruscamente interrompida, ficando os equipamentos e a própria canalização sujeitos a choques violentos.

Para amenizar esse problema, podem ser usados alguns recursos, como válvulas de descarga e registros com fechamento mais suave, limitação da velocidade nas tubulações etc. Principalmente em prédios, é preferível utilizar caixas de descarga, pois além de consumirem menor quantidade de água, não provocam golpe de aríete.

O uso de tecnologias construtivas mais novas pode ajudar em outros casos. O polietileno reticulado (ver “Sistema PEX – Tubos flexíveis de polietileno reticulado”, na Parte 2), por exemplo, por

ser menos rígido e permitir que a água passe por trajetos curvos de forma mais suave, tende a diminuir os ruídos. Existem também outras medidas simples, que podem minimizar, ou até mesmo resolver, o problema dos ruídos – projetar as instalações de forma que as prumadas não passem por paredes de ambientes com mais exigência de ocupação, por exemplo.\*

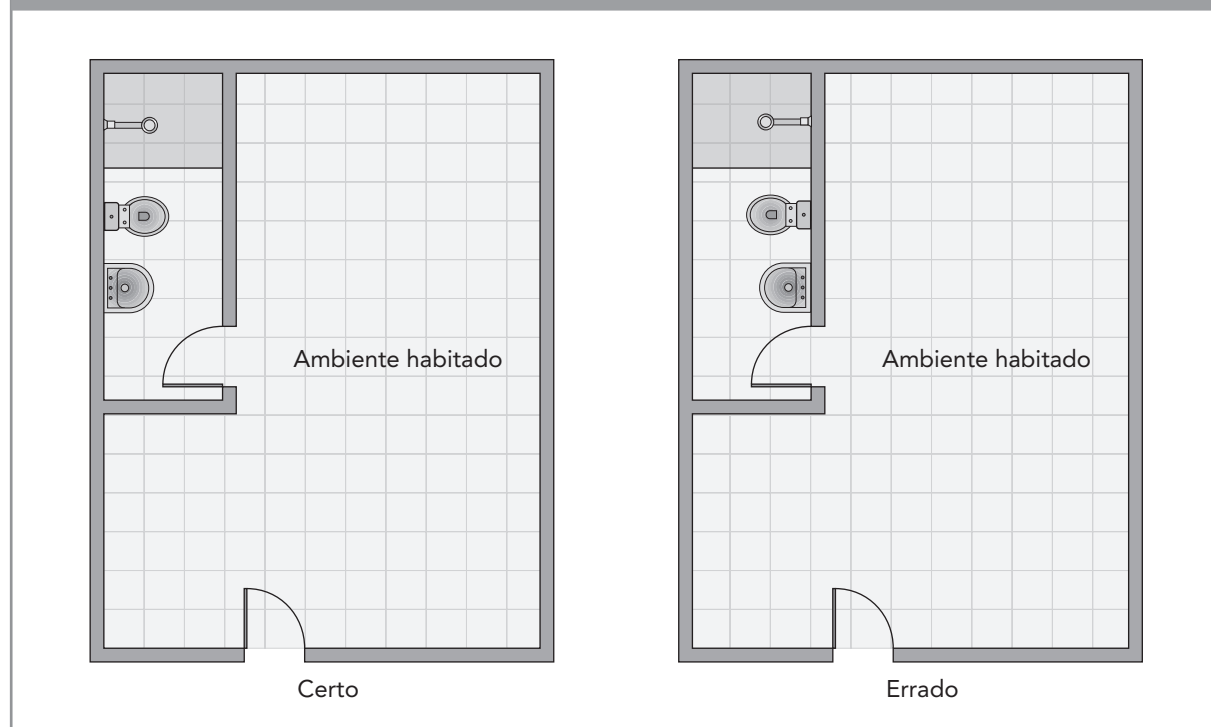
Para conforto dos moradores com relação aos níveis de ruído provocados pelas instalações, uma distribuição correta dos cômodos também é de fundamental importância. A seguir, são apresentadas algumas recomendações construtivas, que devem ser observadas para evitar ou impedir o aparecimento de ruído nas edificações.\*\*

- Locar as peças de utilização na parede oposta à contígua aos ambientes habitados ou, na impossibilidade disso, utilizar dispositivos antirruído nas instalações.
- Não utilizar tijolos vazados de cerâmica ou concreto nas paredes que suportem (ou tragam embutidas) tubulações de água de alimentação com ramais para válvula de descarga ou sob pressurização pneumática.

\* Ubiratan Leal. “Ruídos em tubulações podem ter várias causas”. In.: *Revista Técnica*, n. 72, março de 2004, São Paulo, Pini, p. 48-51.

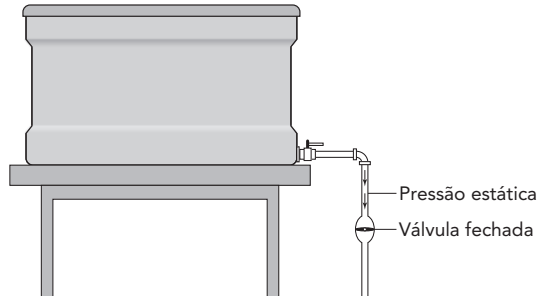
\*\* Fernando Henrique Aidar. “O incômodo ruído das instalações hidráulicas”. In.: *Revista Técnica*, n. 35.

Figura 1.43 Ruído em canalizações.

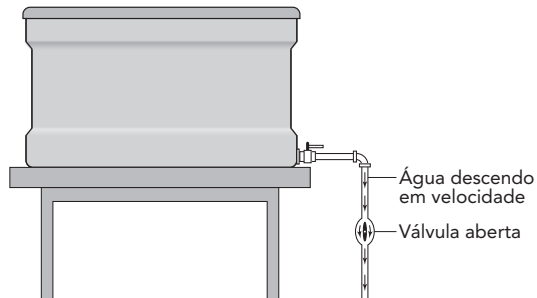


- Deixar um recobrimento mínimo de 50 mm (tijolo maciço, argamassa, ou tijolo + argamassa) na face voltada para dormitórios, sala de estar, sala íntima, escritórios e *home theater*.
- Utilizar vasos sanitários acoplados à caixa de descarga, em vez de válvulas de descarga.

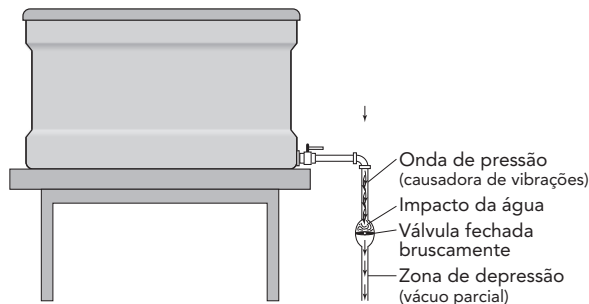
Figura 1.44 Golpe de aríete.



Situação A - Válvula fechada: temos apenas a pressão estática da rede (pressão normal).



Situação B - Válvula aberta: a água começa a descer, aumentando gradativamente a velocidade dentro do tubo. A pressão contra as paredes se reduz ao máximo.



Situação C - Fechamento rápido da válvula: ocorre interrupção brusca da água, causando violento impacto sobre a válvula e demais equipamentos, além de vibrações e fortes pressões na tubulação.

## PERDA DE CARGA NAS CANALIZAÇÕES

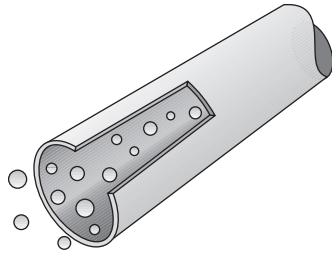
Quando um fluido escoar, existe um movimento relativo entre suas partículas, resultando daí um atrito entre elas. Essa energia é dissipada sob a forma de calor. Assim, a perda de carga em uma canalização pode ser entendida como a diferença entre a energia inicial e a energia final de um líquido, quando ele flui em uma canalização de um ponto ao outro.

As perdas de carga poderão ser: distribuídas (ocasionadas pelo movimento da água na tubulação) ou localizadas (ocasionadas por conexões, válvulas, registros etc.).

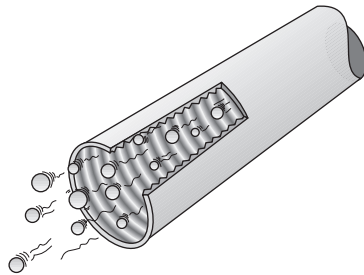
Dois fatores são determinantes para que ocorra uma maior ou menor perda de carga: a viscosidade e a turbulência. Portanto, maior comprimento de tubos, maior número de conexões, tubos mais rugosos e menores diâmetros geram maiores atritos e choques e, conseqüentemente, maiores perdas de carga e menor pressão nas peças de utilização.

É importante lembrar que na prática não existe escoamento em tubulações sem perda de carga. O que deve ser feito é reduzi-la aos níveis aceitáveis para que não ocorra uma diminuição de pressão nas peças de utilização. Os tubos de PVC, por terem paredes mais lisas, oferecem menores perdas de carga.

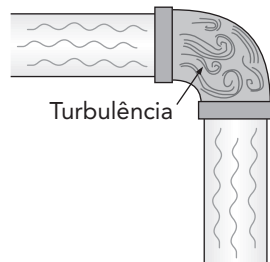
Figura 1.45 Tubo liso, tubo rugoso e perda de carga localizada.



Tubo liso  
(Pequenos atritos e choques)  
< perda de carga



Tubo rugoso  
(Grandes atritos e choques)  
> perda de carga



Turbulência

Perda de carga localizada  
(Conexão)

## CÁLCULO DA PERDA DE CARGA E DA PRESSÃO DINÂMICA

Para calcular a pressão dinâmica em qualquer ponto da instalação se faz necessário calcular as perdas de carga do sistema (distribuídas e localizadas).

As perdas distribuídas (ao longo de um tubo) dependem do seu comprimento e diâmetro interno, da rugosidade da sua superfície interna e da sua vazão. De acordo com a NBR 5626, “para calcular o valor da perda de carga nos tubos, recomenda-se utilizar a equação universal, obtendo-se os valores das rugosidades junto aos fabricantes dos tubos”. Na falta dessas informações podem ser utilizadas as expressões de Fair-Whipple-Hsiao indicadas a seguir:

Para tubos rugosos (tubos de aço carbono, galvanizado ou não):

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

Para tubos lisos (tubos de plástico, cobre ou liga de cobre):

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

onde:  $J$  = perda de carga unitária, em quilopascals por metro;

$Q$  = vazão estimada na seção considerada, em litros por segundo;

$d$  = diâmetro interno do tubo, em milímetros.

As perdas localizadas (perdas pontuais), ocorridas nas conexões, registros etc. pela elevação da turbulência da água nesses locais são obtidas através da Tabela de Perda de Carga Localizada NBR 5626 que fornece as perdas localizadas, diretamente em “comprimento equivalente de canalização”.

Portanto, a perda de carga total do sistema será a somatória das perdas distribuídas e localizadas.

Para calcular a pressão dinâmica em qualquer ponto da instalação, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$Pd = Pe - hf$$

onde:  $Pd$  = pressão dinâmica

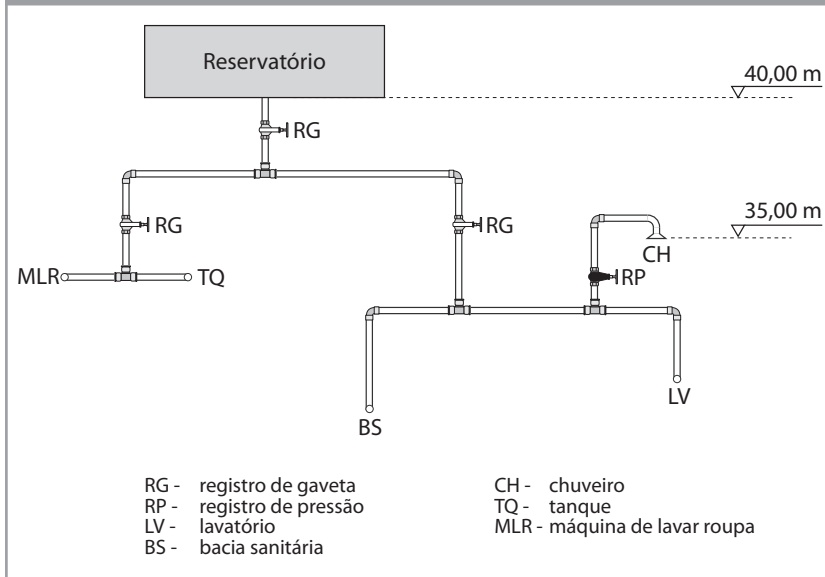
$Pe$  = pressão estática

$hf$  = perda de carga total

### Exemplo de cálculo

Ao analisar o esquema hidráulico da figura 1.44, o memorial descritivo e as memórias de cálculo referentes ao projeto, observa-se que:

Figura 1.46 Cálculo da pressão disponível no chuveiro (ducha).



- o nível mínimo de água do reservatório está localizado na cota 40,00 m
- a perda de carga total entre o reservatório e o chuveiro é de 2,0 m.c.a
- a pressão mínima recomendada para o funcionamento do chuveiro elétrico é de 1 m.c.a

Com base nessas informações e na figura 1.46, calcula-se a pressão dinâmica no ponto do chuveiro

*Solução:*

$$Pd = Pe - hf$$

$$Pd = (40,00 - 35,00) - 2,00$$

$$Pd = 5,00 - 2,00 = 3 \text{ m.c.a}$$

Conclui-se que a pressão é satisfatória, pois  $Pd > 1 \text{ m.c.a}$

### Observação importante

Quando a pressão no ponto do chuveiro for inferior a 1 m.c.a, o projetista deve adotar algumas medidas, tais como: aumentar a altura do reservatório, diminuir as perdas de cargas ou pressurizar a rede de distribuição.

Figura 1.47 Ábaco de Fair-Whipple-Hsiao para tubulações de aço galvanizado e ferro fundido.

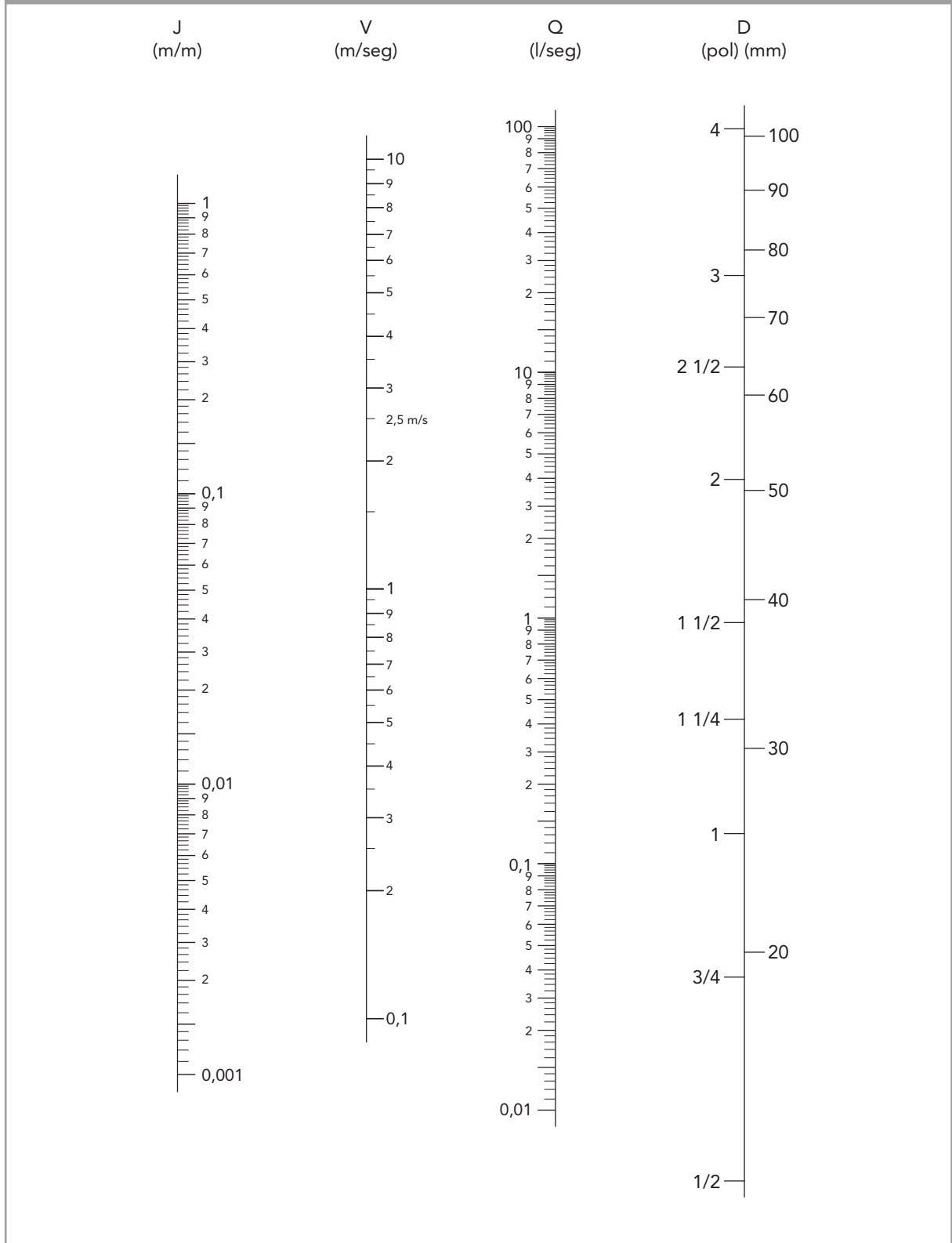
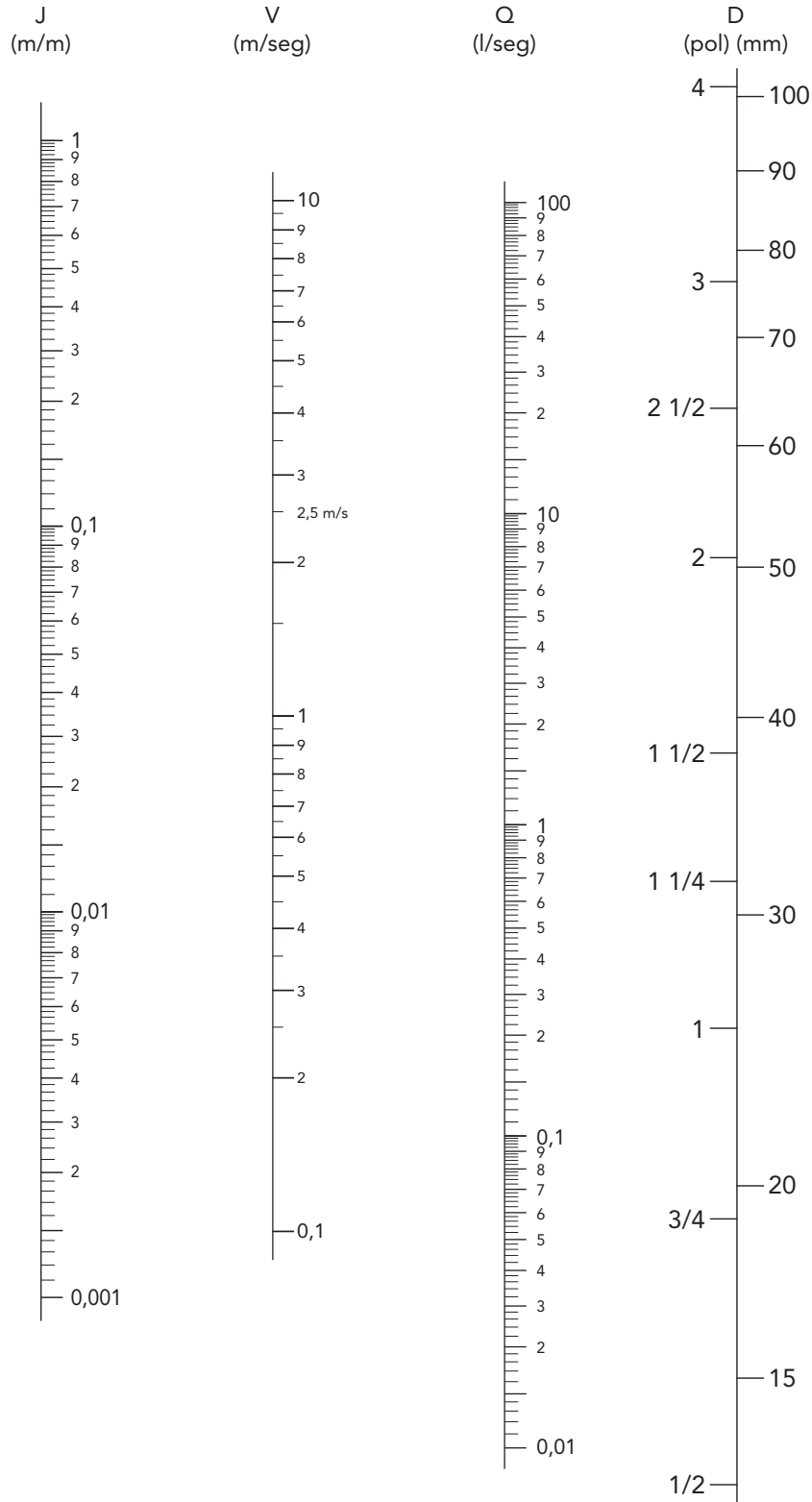


















Figura 1.48 Ábaco de Fair-Whipple-Hsiao para tubulações de cobre e plástico.



**Tabela 1.8 Perdas de carga localizados – sua equivalência em metros de tubulação de PVC rígido.**

		DIÂMETROS								
DN mm		20	25	32	40	50	60	75	85	110
Ref. pol.		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4
Joelho 90°		1,1	1,2	1,5	2,0	3,2	3,4	3,7	3,9	4,3
Joelho 45°		0,4	0,5	0,7	1,0	1,0	1,3	1,7	1,8	1,9
Curva 90°		0,4	0,5	0,6	0,7	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
Curva 45°		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
TE 90° passagem direta		0,7	0,8	0,9	1,5	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
TE 90° saída de lado		2,3	2,4	3,1	4,6	7,3	7,6	7,8	8,0	8,3
TE 90° saída bilateral		2,3	2,4	3,1	4,6	7,3	7,6	7,8	8,0	8,3
Entrada normal		0,3	0,4	0,5	0,6	1,0	1,5	1,6	2,0	2,2
Entrada de borda		0,9	1,0	1,3	1,8	2,3	2,8	3,3	3,7	4,0
Saída de canalização		0,8	0,9	1,3	1,4	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9
Válvula de pé e crivo		8,1	9,5	13,3	15,5	18,3	23,7	25,0	26,8	28,6
Válvula de re- tenção tipo leve		2,5	2,7	3,8	4,9	6,8	7,1	8,2	9,3	10,4
Válvula de re- tenção pesado		3,6	4,1	5,8	7,4	9,1	10,8	12,5	14,2	16,0
Registro globo aberto		11,1	11,4	15,0	22,0	35,8	37,9	38,0	40,0	42,3
Registro gaveta aberto		0,1	0,2	0,3	0,4	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0
Registro ângulo aberto		5,9	6,1	8,4	10,5	17,0	18,5	19,0	20,0	22,1

