

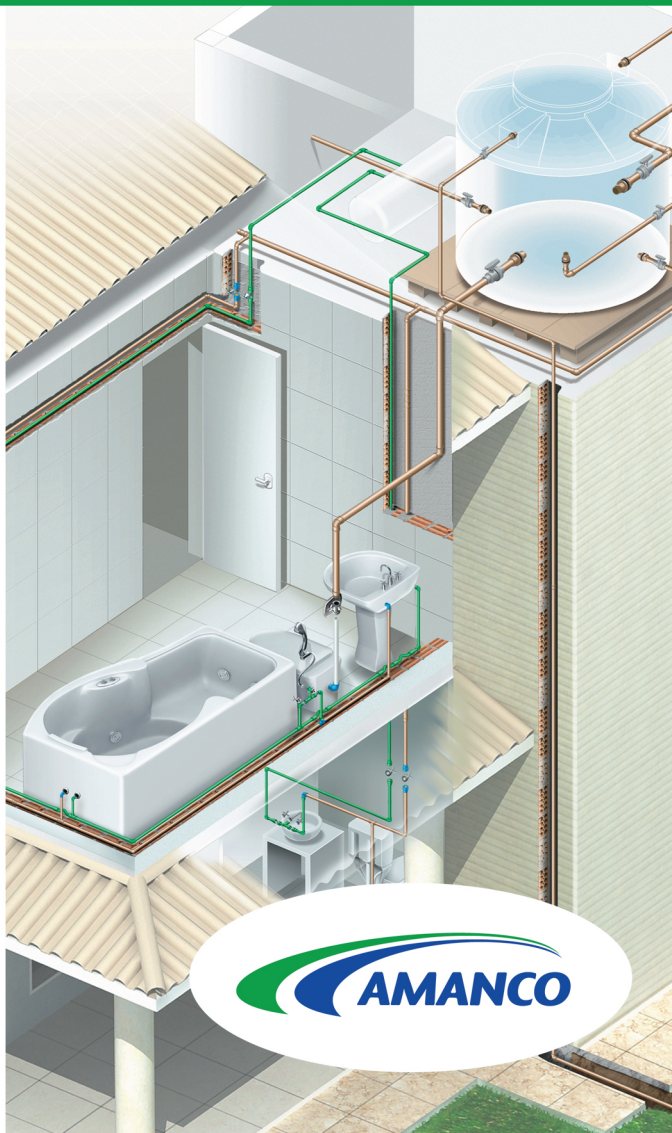
Manoel Henrique Campos Botelho
Geraldo de Andrade Ribeiro Jr.

Instalações Hidráulicas Prediais

**Usando Tubos
de PVC e PPR**

3.^a edição

Blucher



AMANCO

INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS PREDIAIS

USANDO TUBOS DE PVC E PPR

**Manoel Henrique Campos Botelho
Geraldo de Andrade Ribeiro Jr.**

INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS PREDIAIS

USANDO TUBOS DE PVC E PPR

3.^a edição

Instalações hidráulicas prediais:

Usando Tubos de PVC e PPR

© 2010 Manoel Henrique Campos Botelho

Geraldo de Andrade Ribeiro Junior

3ª edição – 2010

3ª reimpressão – 2013

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

Botelho, Manoel Henrique Campos

Instalações hidráulicas prediais: Usando Tubos
de PVC e PPR / Manoel Henrique Campos Botelho,
Geraldo de Andrade Ribeiro Junior – 3ª edição –
São Paulo: Blucher, 2010.

Bibliografia.

ISBN 978-85-212-0551-7

1. Instalações hidráulicas e sanitárias
2. Policloreto de vinila 3. Tubulações – Instalações
I. Ribeiro Junior, Geraldo de Andrade. II. Título.

10-08609

CDD-696.1

Índices para catálogo sistemático:

1. Instalações hidráulicas prediais: Uso de tubos
de PVC: Tecnologia 696.1
2. Tubos de PVC: Uso em instalações hidráulicas
prediais: Tecnologia 696.1

Agradecimentos

1.ª edição, maio 1998

Para a realização do livro foi extremamente útil a colaboração da equipe técnica da Amanco (Fortilit, na época da primeira edição), que contribuiu com uma experiência técnica da maior valia.

Os autores agradecem ao apoio da Amanco para a realização do trabalho; as sugestões e contribuições da equipe técnica da Amanco; a Júlio Cerqueira Cesar Neto, professor da matéria Instalações Hidráulicas Prediais na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, nos anos 1960, pelas informações e orientações durante o curso; ao colega e amigo Jarbas Prado de Francischi Jr., engenheiro, pelos trabalhos de revisão e suporte.

Os autores agradecem também ao pessoal técnico com quem trabalharam (instaladores, encanadores, bombeiros ou aparelhadores, repetindo-se a terminologia de cada região do país).

Muito se aprendeu no contato com esses profissionais, os quais, com suas experiências do dia a dia, mostraram que o saber humano tem várias fontes e isso é uma das suas maiores belezas...

2.ª edição, 2006

Os autores agradecem à Amanco, tradicional fabricante de tubos e conexões de PVC e PPR, que patrocinou a edição deste livro, a autorização para novas edições deste trabalho.

3.ª edição, 2011

Os autores agradecem à Amanco a autorização de reprodução de informações técnicas de seus produtos.

Introdução

2.^a edição

Esta é uma publicação dirigida a todos os profissionais que trabalham com instalações prediais usando tubos de PVC e mais recentemente tubos e conexões de PPR (polipropileno).

O convite da Amanco para que fosse produzida esta segunda edição deste livro veio ao encontro de um desejo nosso, induzido por muitas cartas de leitores de livros de um dos autores, que indicavam a oportunidade do trabalho e também pela introdução do capítulo de Água Quente .

Introduzimos esse capítulo de Água Quente face à disponibilidade no mercado dos tubos e conexões do tipo PPR (polipropileno), particularmente os produzidos pela Amanco. O PPR usado em tubos e conexões permite soluções extremamente adequadas para o uso de água quente nas instalações. Prova disso é o seu uso em inúmeros países desenvolvidos. Agradecemos à Amanco a autorização do uso de suas informações técnicas e de referências.

Embora existam no mercado livros muito bons sobre o tema, concluímos que sempre há coisas novas e particulares para serem desenvolvidas. cremos que juntamos com felicidade dois tipos de autores (MHCB e GAR), um ligado à Hidráulica, Saneamento e à preparação de livros técnicos e outro ligado a projetos e construção.

Também os autores trabalham ou já trabalharam com manutenção de edifícios públicos, e toda a difícil e riquíssima experiência nesse campo procurou se retratar no livro.

O trabalho trata das instalações prediais de água fria e quente, esgotos sanitários e águas pluviais, que podem ser plenamente atendidas por sistemas em PVC e PPR, instalações estas, típicas da grande maioria das edificações do país.

Os autores desejam receber dos colegas leitores não só comentários sobre o livro, como relatos de casos e soluções empregadas. É fundamental que as experiências vividas sejam relatadas a todos os colegas e, principalmente, aos colegas mais jovens e aos que estão morando e trabalhando nos mais diferentes pontos do país, para que todos ganhem com a experiência comum.

Que a troca de experiências dos leitores deste trabalho se transforme num ponto de encontro entre todos os que fazem instalações hidráulico-prediais, para que estas sejam as melhores possíveis.

novembro 2006

Manoel Henrique C. Botelho

email: manoelbotelho@terra.com.br

Geraldo de Andrade Ribeiro Jr.

email: gerarib@uol.com.br

Apresentação

A maior evolução tecnológica ocorrida na execução das instalações hidráulicas, tanto prediais como em redes de abastecimento de água potável, redes de águas pluviais, esgotos sanitários e obras afins, foi a substituição de materiais metálicos, cerâmicos e de fibrocimento por PVC.

Essa substituição proporcionou ao engenheiro construtor uma série grande de vantagens: maior facilidade de execução, menores custos, menor ferramental necessário, menor tempo de execução, maior disponibilidade de peças componentes e os benefícios resultantes.

A menor resistência mecânica do PVC comparativamente aos materiais metálicos (aço galvanizado, ferro fundido e cobre) é superada com precauções nas fases de projeto e execução.

Os autores abordam desde os conceitos mais gerais utilizados na fase de projeto até normas, ábacos, exemplos significativos e regras preciosas para execução.

O auxílio inicial é prestado aos projetistas.

O projeto deve “sempre” ser executado, mesmo nas menores obras.

A ausência de projeto conduz a frequentes soluções improvisadas antitécnicas e antieconômicas.

Economizar projetos (de fundações, estruturais, de instalações, de esquadrias, de detalhes arquitetônicos e outros) é um erro clamoroso.

Além disso, os projetos devem ser claros, acompanhados de lista detalhada de materiais, notas técnicas julgadas importantes e em nível de interpretação não apenas pelo engenheiro, mas também pelos mestres e oficiais encarregados da execução da obra.

A presente publicação contém, além dos conceitos gerais, normas de execução, planilhas de cálculo e exemplos significativos.

Façam bom uso dela.
Emílio Paulo Siniscalchi
Maio, 1998

Conteúdo

1	O Sistema Predial de Água Fria	1
1.1	Fontes de abastecimento	2
1.2	Sistemas de distribuição.....	3
1.2.1	Direto	3
1.2.2	Indireto	4
1.2.3	Indireto hidropneumático.....	6
1.2.4	Misto.....	7
1.2.5	Caso particular de edifícios altos	9
1.3	Componentes e características de um sistema predial	12
1.3.1	Ramal predial ou ramal de entrada predial.....	12
1.3.2	Alimentador predial (ramal interno)	14
1.3.3	Reservatório	14
1.3.4	Barrilete	17
1.3.5	Colunas de distribuição	18
1.3.6	Ramais e sub-ramais	21
1.3.7	Peças de utilização e aparelhos sanitários	22
1.3.8	Instalação elevatória	23
1.4	Projetos.....	23
1.4.1	Considerações gerais	23
1.4.2	Etapas do projeto	24
1.4.3	Tipo e características da edificação	24
1.4.4	Consumo	25
1.4.5	Fonte de abastecimento	25
1.4.6	Sistema de distribuição	26
1.4.7	Reservação/Reservatórios.....	26
1.4.8	Tubulações	31
1.5	Dimensionamento.....	32
1.5.1	Consumo	32
1.5.2	Ramal predial	34
1.5.3	Hidrômetro.....	36
1.5.4	Alimentador predial.....	36
1.5.5	Reservatórios	36
1.5.6	Tubulações	39
1.5.7	Sub-ramal.....	48
1.5.8	Ramal	48
1.5.9	Coluna	55
1.5.10	Barrilete	57
1.5.11	Verificação da pressão	59

1.6	Cuidados de execução.....	69
1.6.1	Tubulações e acessórios em geral	69
1.6.2	Recomendações gerais	72
1.6.3	Manuseio e estocagem.....	73
1.6.4	Transposição de juntas de dilatação da edificação	75
1.6.5	Apoio de tubulações	76
1.6.6	Alimentador predial.....	78
1.6.7	Ligação de aparelhos	79
1.6.8	Colunas	81
1.6.9	Barrilete	81
1.6.10	Reservatórios	82
1.6.11	Peças de utilização.....	85
2	Projeto e Execução de Instalações de Água Quente	89
2.1	Conceitos gerais	89
2.2	Equipamentos, materiais e fontes de energia.....	90
2.3	Crítérios de projeto de instalação de sistema de distribuição de água quente	91
2.4	Exemplo de dimensionamento de ramais principais de um sistema de água quente para uma clínica, usando o critério de pesos.....	97
2.5	O uso do material PPR (tubos e conexões).....	99
2.5.1	Método de instalação	107
2.5.2	Recomendações de projeto	112
2.5.3	Tabelas de dimensionamento de sistemas hidráulicos para tubos PPR	114
2.6	Problemas resolvidos.....	136
2.7	Manutenção de um sistema de água quente.....	140
2.8	Notas técnicas complementares	141
2.8.1	Queimaduras	141
2.8.2	Água quente para uso termal	141
2.8.3	O paradoxo da água quente de poços profundos e seu uso em sistema de abastecimento público	141
2.8.4	Curiosidade – chuveiro elétrico.....	142
2.8.5	Anos sessenta	142
2.8.6	Dispositivo criativo em hospital público de São Paulo	143
2.8.7	Prédios	143
2.8.8	Curiosidades	143
2.8.9	Sistema de recirculação de água quente.....	144
3	O Sistema Predial de Esgotos Sanitários.....	145
3.1	Conceitos gerais	145
3.2	Componentes e características do sistema predial de esgotos.....	146
3.2.1	Desconectores e caixas	146
3.2.2	Aparelho sanitário	149
3.2.3	Ramal de descarga.....	149
3.2.4	Ramal de esgoto.....	149
3.2.5	Tubo de queda	149
3.2.6	Caixa retentora de gordura	150
3.2.7	Caixa de Inspeção.....	151

3.2.8	Subcoletor e coletor predial	151
3.2.9	Ventilação.....	153
3.2.10	Disposição final.....	154
3.2.11	Instalações abaixo do nível da rua	155
3.3	Critérios e especificações para projeto.....	155
3.3.1	Considerações gerais	155
3.3.2	Etapas do projeto	156
3.3.3	Tipo e características da edificação	156
3.3.4	Recomendações gerais para projetos.....	157
3.4	Dimensionamento.....	173
3.4.1	Generalidades	173
3.4.2	Ramal de descarga.....	173
3.4.3	Ramal de esgoto.....	174
3.4.4	Tubo de queda	177
3.4.5	Coletor predial (e subcoletor).....	179
3.4.6	Ventilação.....	181
3.4.7	Elementos acessórios	183
3.5	Fossa séptica	184
3.5.1	Considerações gerais	184
3.5.2	Definição	185
3.5.3	Recomendações gerais para projeto	187
3.5.4	Dimensionamento	190
3.6	Cuidados de execução.....	193
3.6.1	Recomendações gerais	193
3.6.2	Tubulações	194
3.6.3	Caixas de inspeção	194
3.6.4	Caixas de gordura.....	195
3.6.5	Caixas sifonadas/ralos.....	195
3.6.6	Ventilação.....	195
3.6.7	Tubos de queda.....	196
3.6.8	Coletor predial	196
3.6.9	Ligação de esgoto	196
3.6.10	Assentamento de tubulações.....	198
4	O Sistema Águas Pluviais	201
4.1	Amplitude do estudo	203
4.1.1	Definições.....	203
4.2	Elementos de hidrologia.....	204
4.3	A NBR 10844/89 e os elementos hidrológicos	205
4.3.1	Calhas.....	211
4.3.2	Condutores.....	214
4.3.3	Utilização de águas pluviais para uso doméstico a partir de cisternas.....	216
4.4	Águas pluviais em marquises e terraços - buzinetes.....	217
4.4.1	Materiais a usar.....	218
4.4.2	Notas	218
4.5	Particularidades dos sistemas pluviais	220
4.5.1	Água para frente ou para trás	220
4.5.2	Jogando água do telhado em telhado.....	220

4.5.3	Água despejada em transeunte	221
4.5.4	Água levada para local indevido	221
4.5.5	Uma solução, algo precária (mas criativa), quando chega a inundação	222
4.5.6	Um microssistema pluvial predial	222
4.5.7	Mau destino das águas de um coletor pluvial	223
4.5.8	Águas pluviais carregam areia.....	223
4.5.9	Calhas a meia encosta.....	223
5	PVC. O Material e os Tubos	225
5.1	Características e usos.....	225
5.1.1	Pressões	227
5.2	Juntas	227
5.2.1	Água fria.....	227
5.2.2	Esgoto	228
5.2.3	Execução das juntas	228
5.2.4	Junta rosqueada.....	237
5.2.5	Junta elástica	238
5.3	Cores	242
5.4	Diâmetros	242
5.5	Normas	243
5.6	O PVC e o meio ambiente.....	244
5.7	Tubo de plástico PPR-Amanco.....	246
6	Sistemas elevatórios.....	247
6.1	Introdução	247
6.2	Tipos	248
6.2.1	Sistema com bombas centrífugas	248
6.2.2	Sistema hidropneumático.....	250
6.3	Projetos.....	251
6.3.1	Critérios e especificações para projeto	251
6.4	Dimensionamento.....	254
6.4.1	Sistema com bomba centrífuga	254
6.4.2	Sistema hidropneumático	264
6.5	Sistema de bombeamento de esgotos	264
6.5.1	Caixa coletora	264
6.5.2	Bombas.....	265
6.6	Sistema de bombeamento de águas pluviais.....	266
6.6.1	Caixa coletora	266
6.7	Cuidados de execução.....	268
7	A Arquitetura e os Sistemas Hidráulicos.....	269
7.1	Interferências arquitetônicas	269
7.2	Arquitetura de sanitários	271
7.3	Ruídos em tubulações	277
7.4	Adaptações para deficientes físicos	278
7.5	As águas pluviais e a beleza da arquitetura	282

8	Qualidade das Instalações	283
8.1	Considerações gerais	283
8.2	Execução	284
8.2.1	Considerações gerais	284
8.2.2	Controle e fiscalização de execução.....	285
8.2.3	Testes de recebimento.....	286
8.2.4	Água fria.....	286
8.2.5	Esgotos sanitários	286
8.2.6	Águas pluviais	287
9	Lista de materiais, orçamento.....	289
9.1	Lista de materiais	289
9.2	Custos	290
9.2.1	Considerações gerais	290
9.3	Orçamentos.....	291
10	Manutenção e Cuidados de Uso	297
10.1	Considerações gerais	297
10.2	Tipos	298
10.2.1	Manutenção preventiva	299
10.2.2	Manutenção corretiva	300
10.3	Verificação de vazamentos	300
10.3.1	Como verificar vazamentos.....	300
10.4	Procedimentos de manutenção.....	305
10.4.1	Água fria.....	305
10.4.2	Esgotos sanitários	308
10.4.3	Águas pluviais	309
10.4.4	Manual de operação e manutenção	309
11	Apresentação de Projetos.....	311
11.1	Memorial descritivo	312
11.2	Memorial de cálculo.....	313
11.3	Especificações de materiais e equipamentos	314
11.3.1	Relação de materiais e equipamentos	314
11.4	Desenhos	314
11.4.1	Água fria.....	315
11.4.2	Esgoto	316
11.4.3	Águas pluviais	317
Anexos		
A1	A água: da natureza até os usuários.....	323
A1.1	Conceitos	323
A1.2	Água potável	325
A2	Esclarecendo questões de Hidráulica.....	327
A2.1	Pressão atmosférica.....	327
A2.2	Pressão estática	328
A2.3	Pressão dinâmica	329
A2.4	Exercícios numéricos para ajudar a entender os conceitos	331
A2.5	Curiosidades hidráulicas.....	333
A3	Normas e legislações complementares	335

A3.1	Normas Técnicas da ABNT.....	335
A3.2	Legislações federais, estaduais e municipais	335
A4	Unidades e conversões	339
A4.1	Informações adicionais	341
A5	Cheiro nos banheiros.....	342
A6	Arquitetura e funcionamento de banheiros públicos	343
Bibliografia		345
Comunicação com os Autores		346
Índice de Assuntos		347

capítulo

1

O SISTEMA PREDIAL DE ÁGUA FRIA

Ao abrir uma torneira, a população não se conscientiza dos crescentes custos e dificuldades técnicas que a obtenção deste produto apresenta. A água está cada vez mais rara e é buscada cada vez mais longe. Este simples gesto tem, atrás de si, uma enorme gama de operações, equipamentos e trabalhos envolvidos para nos proporcionar um conforto que deve ser preservado.

As instalações prediais de água fria, para uso e consumo humano, regem-se pela NBR 5626/98 “Instalações Prediais de Água Fria”, a qual fixa as condições mínimas e as exigências referentes ao projeto, execução e manutenção destas instalações, de modo a se atender a higiene (garantia de potabilidade), a segurança e o conforto dos usuários e a economia das instalações.

Água fria é a água à temperatura proporcionada pelas condições do ambiente.

1.1 FONTES DE ABASTECIMENTO

O abastecimento de uma instalação predial de água fria pode ser feito pela rede pública ou por fonte particular.

Quando não há condições de atendimento pela rede pública ou a edificação situa-se em área não urbanizada, é preciso se recorrer à captação em nascentes ou no lençol subterrâneo, havendo necessidade de periódica verificação da potabilidade, em ambos os casos.

No caso das nascentes, a água é captada, armazenada em reservatórios e, em alguns casos, sofre um tratamento com cloração.

No caso do lençol subterrâneo, utilizam-se poços, dos quais a água é bombeada para a superfície.

A utilização da rede pública é sempre preferencial em função da água ser potável, o que pode não ocorrer em relação a outras fontes, como poços ou mesmo rede privada de água (como no caso de grandes indústrias). O padrão de potabilidade é estabelecido por Portaria n. 518 de 2004 do Ministério da Saúde (ver “A água, da natureza até o usuário”, Anexo 1 deste trabalho).

A água não potável pode também abastecer parcialmente um sistema de água fria, desde que sejam tomadas precauções de modo que as duas redes não se conectem, evitando-se a chamada conexão cruzada. Esta água, geralmente de menor custo, pode atender a pontos de limpeza de bacias e mictórios, combate a incêndios, uso industrial, lavagem de pisos etc., onde não se fizer necessário o requisito de potabilidade. Este sistema deve se constituir totalmente independente e caracterizado, de maneira a alertar contra eventual uso potável.

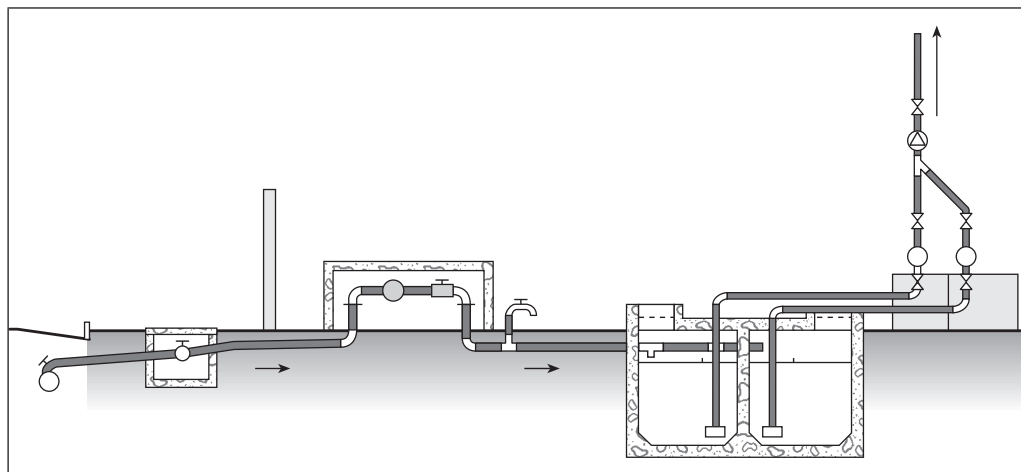


FIGURA 1.1 Abastecimento pela rede pública.

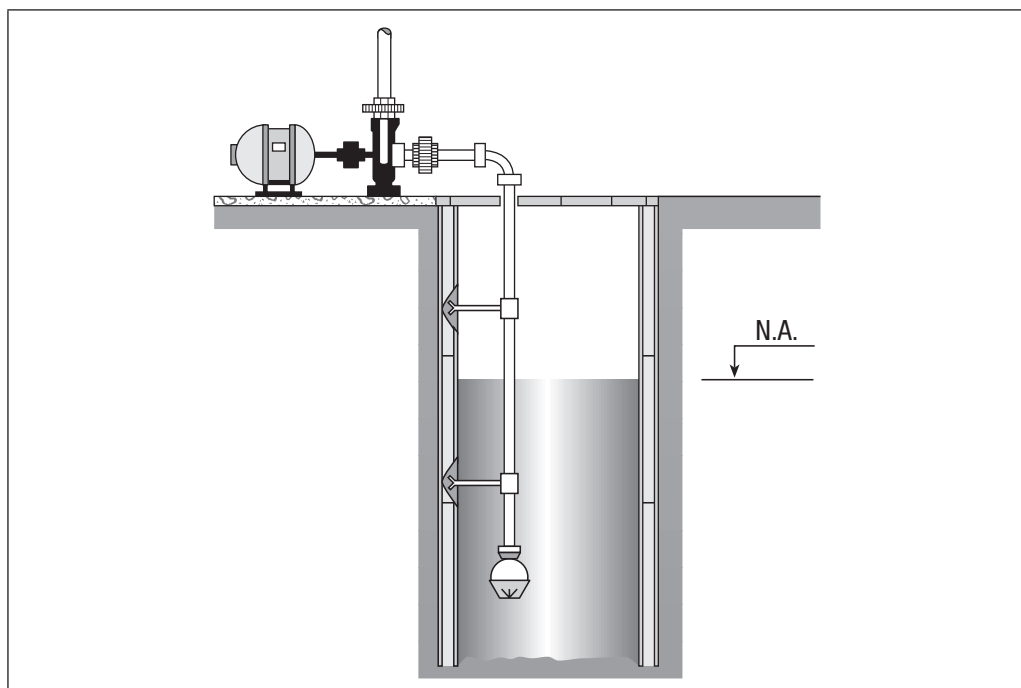


FIGURA 1.2 Abastecimento por poço com bomba.

1.2 SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO

Apresentam-se as várias formas da água chegar até o seu ponto final de utilização.

1.2.1 Direto (da rede pública até os pontos de utilização, sem reservatório)

Este tipo de abastecimento efetuado diretamente da rede pública e, portanto, sem reservatórios, somente deve ser utilizado quando houver garantias de sua regularidade e atendimento de vazão e pressão. Estas garantias são difíceis de serem obtidas simultaneamente em nosso país, tornando pouco comum este tipo de abastecimento. Observe-se que o sistema direto é uma continuidade da rede pública, sendo a distribuição ascendente.

Apesar deste sistema ser aparentemente mais econômico (não necessita de reservatórios), a economia é muito pequena e perigosa, pois fica-se exposto às eventuais deficiências da rede pública, as quais irão comprometer diretamente a instalação, particularmente numa eventual falta de água. Quanto à segurança do sistema, é obrigatória a colocação de dispositivo de proteção da rede pública contra um eventual refluxo (retrossifonagem ou pressão negativa), tipo válvula de retenção, precavendo-se contra contaminação da mesma. Outro aspecto importante a se considerar é a questão da fadiga da tubulação, pois neste sistema as grandes e constantes variações de pressão da rede pública agem diretamente na tubulação interna (ramal predial).

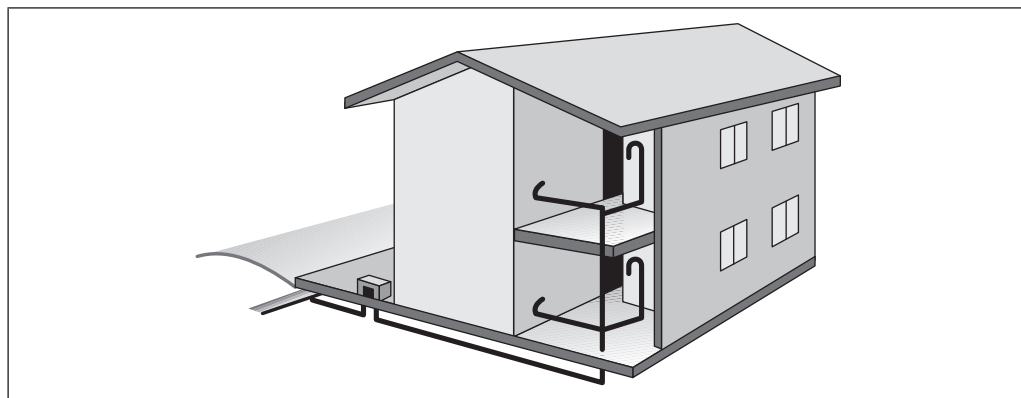


FIGURA 1.3 Sistema de distribuição direta em residência.

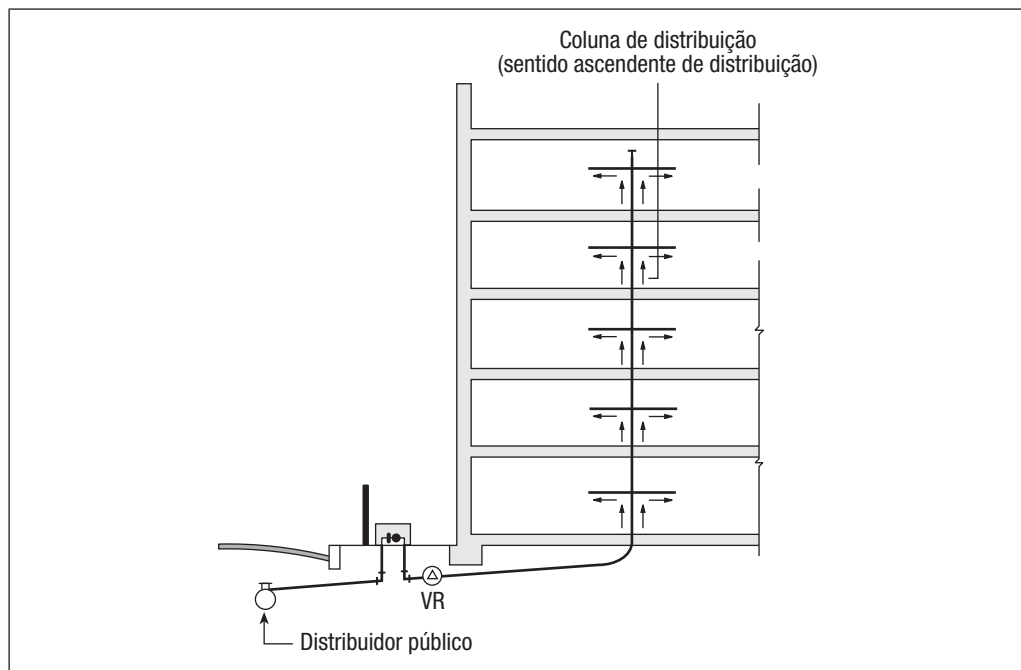


FIGURA 1.4 Sistema de distribuição direta em prédio de cinco pavimentos.

1.2.2 Indireto (com reservatório)

A regra geral é se empregar o sistema indireto, por meio de reservatórios internos, comuns ou pressurizados, de modo a garantir a regularidade do abastecimento. A utilização de reservação é sempre desejável, sob todos os aspectos (econômicos, técnicos etc.), e preconizada pela NBR 5626/98 e por vários Códigos Sanitários Estaduais.

NOTA: O Código Sanitário do Estado de São Paulo – Decreto n. 12.342 de 27/03/78, no seu Art. 10, observa: sempre que o abastecimento de água não puder ser feito com continuidade e sempre que for necessário para o bom funcionamento das instalações prediais, será obrigatória a existência de reservatórios prediais.

1.2.2.1 Indireto sem bombeamento

Quando há pressão suficiente na rede pública, independentemente da continuidade de fornecimento, pode-se adotar apenas um reservatório superior. A alimentação da instalação então ocorre por gravidade, a partir deste reservatório. Via de regra, a pressão na rede pública permite atingir, no máximo, o reservatório localizado na parte mais alta de um sobrado (dois pavimentos), num total de $0,50\text{ m} + 2,50\text{ m} + 2,50\text{ m} + 1,50\text{ m} = 7,0\text{ m}$. Todavia, esta pressão é variável em cada cidade e numa mesma cidade existem pressões diferentes até no mesmo bairro, podendo ser menor do que a acima citada. Caso a pressão seja maior, poderá abastecer uma edificação mais elevada e, se for menor, passa-se ao sistema indireto com bombeamento. O sistema direto sem bombeamento é o mais utilizado em residências (um ou dois pavimentos).

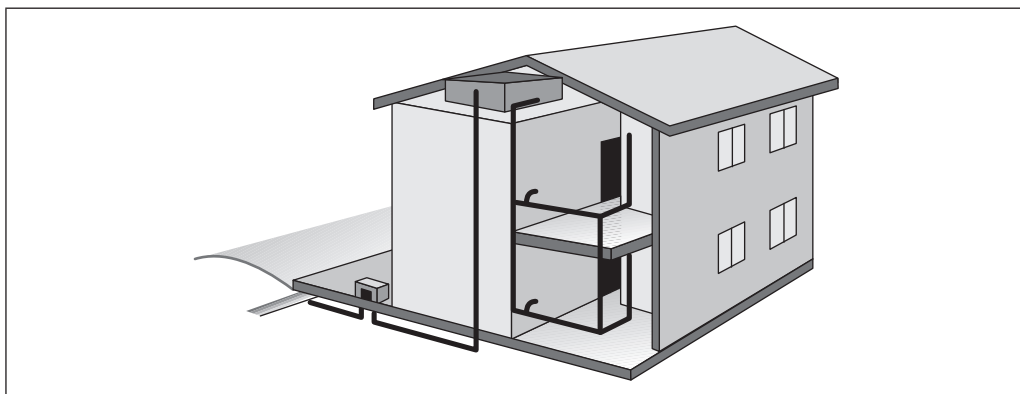


FIGURA 1.5 Sistema de distribuição indireto, sem bombeamento.

1.2.2.2 Indireto com bombeamento

Quando não houver pressão suficiente ou ocorrerem descontinuidades no abastecimento deve-se adotar reservatório inferior, abastecido pela rede pública e reservatório superior abastecido pelo inferior, por meio de bombeamento. É o caso usual de edifícios e indústrias.

Caso a fonte de abastecimento seja por intermédio de poço, a adoção do sistema é obrigatória, pois, caso contrário, os pontos de utilização somente seriam abastecidos quando a bomba estivesse em funcionamento.

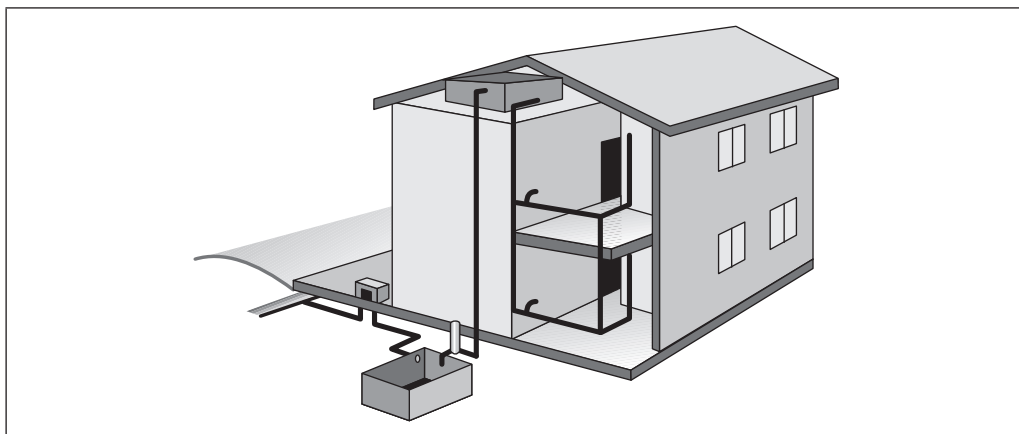


FIGURA 1.6 Sistema de distribuição indireto com bombeamento.

NOTA: A utilização de bombas para sucção diretamente da rede é proibida pelas concessionárias locais e pelos códigos sanitários estaduais (quando existem) e somente autorizada em casos particulares, em razão da interferência que causam na rede pública. No caso de lava-jatos ou equipamentos que necessitem grandes vazões, esta autorização pode ser solicitada, mas note-se a necessidade de dispositivo de proteção (válvula de retenção), para evitar o contrafluxo.

1.2.3 Indireto hidropneumático

O sistema hidropneumático consiste na adoção de um equipamento para pressurização da água a partir de um reservatório inferior, abastecido pela rede pública. A sua adoção é imperiosa somente quando há necessidade de pressão em determinado ponto da rede, que não pode ser obtida pelo sistema convencional (pressão por gravidade). É o caso de pontos no último pavimento, logo abaixo do reservatório ou pressão específica para determinados equipamentos industriais, ou, ainda, quando não convém (técnica ou economicamente), se construir um reservatório superior.

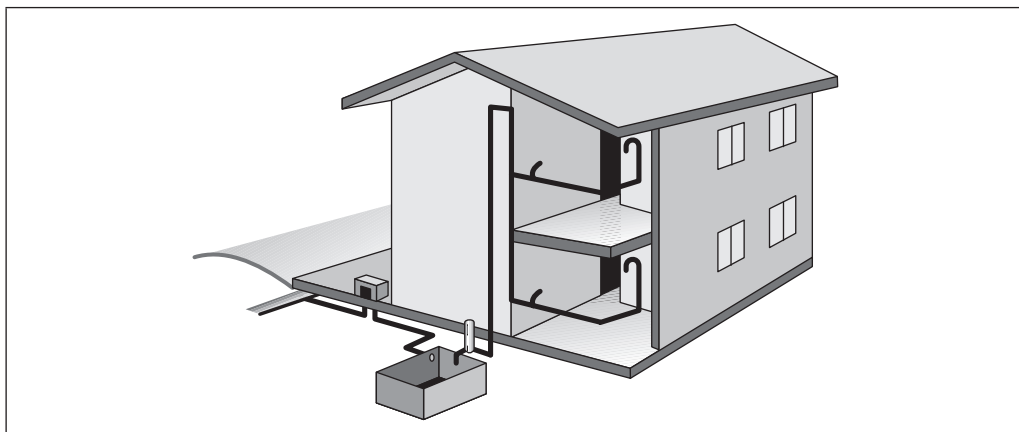


FIGURA 1.7 Sistema de distribuição indireto hidropneumático em residências.

Este sistema tem custo elevado, exige manutenção e deve ser evitado. Observe-se que o sistema fica inoperante em caso de falta de energia elétrica, necessitando gerador alternativo, para não haver falta de água.

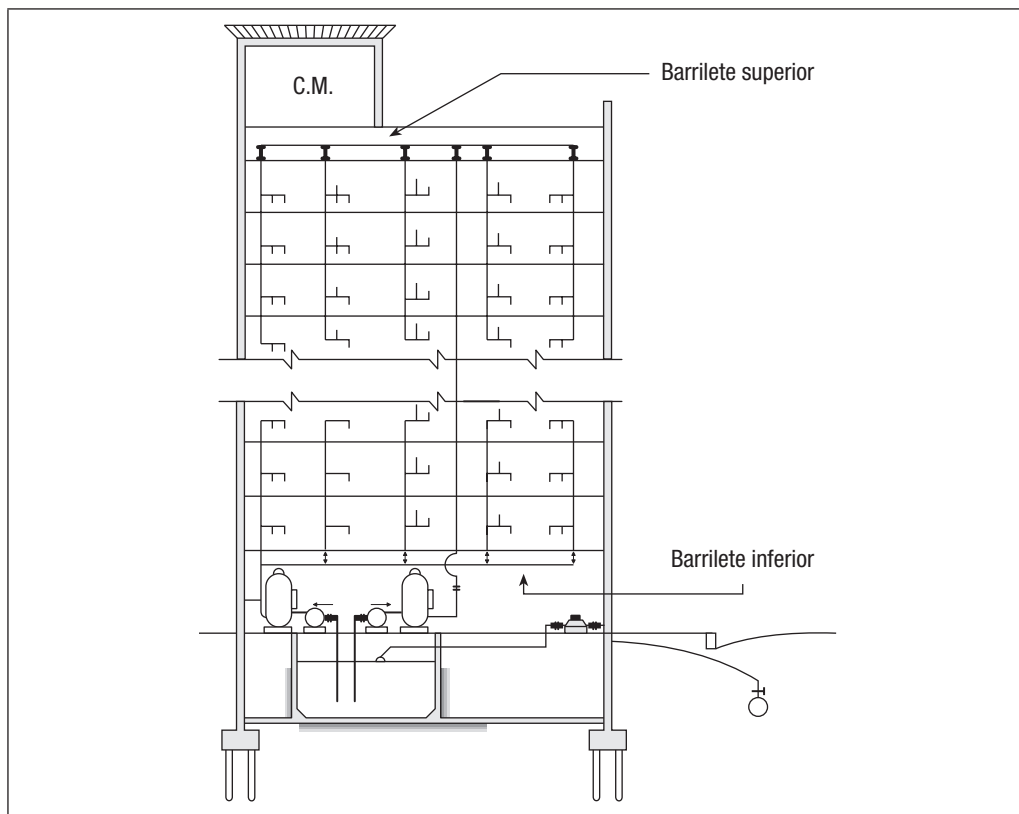


FIGURA 1.8 Sistema de distribuição indireto hidropneumático em edifício.

1.2.4 Misto

É o sistema que se utiliza de mais de um dos sistemas existentes, geralmente o indireto por gravidade em conjunto com o direto. Considera-se mais conveniente para as condições médias brasileiras, o sistema indireto por gravidade, admitindo o sistema misto (indireto por gravidade com direto), desde que apenas alguns pontos de utilização, como torneiras de jardim, torneiras de pia de cozinha e de tanques, situadas no pavimento térreo, sejam abastecidas no sistema direto. Além destes, também para o ponto do filtro de água é desejável o abastecimento direto, observando-se que esta sistemática previne eventual contaminação proveniente dos reservatórios.

Estigma brasileiro, nossas caixas de água sempre tem acesso difícil e nunca são lavadas. No modelar serviço de água de Penápolis, SP, o próprio serviço público de água lava uma vez por ano cada caixa de água residencial.

Considerando-se que a pressão na rede pública é normalmente superior àquela que se obtém a partir do reservatório superior, no caso de residências térreas, os pontos de utilização ligados diretamente à rede pública terão maior pressão.

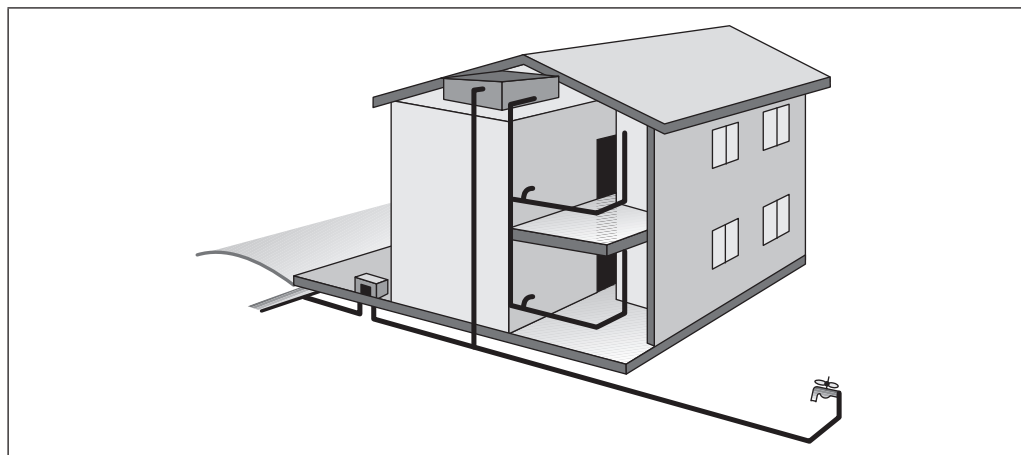


FIGURA 1.9 Sistema de distribuição misto em residência.

Uma outra questão a se considerar é que este sistema propicia não somente uma redução do volume de água a ser reservada, como também do consumo proveniente do reservatório superior, o que vem a ser útil em situações de baixa pressão na rede pública ou descontinuidade do abastecimento.

Este é o sistema mais utilizado em residências, em função das características de nossas redes públicas de água, pela sua conveniência técnica e econômica, além de melhor atender às instalações.

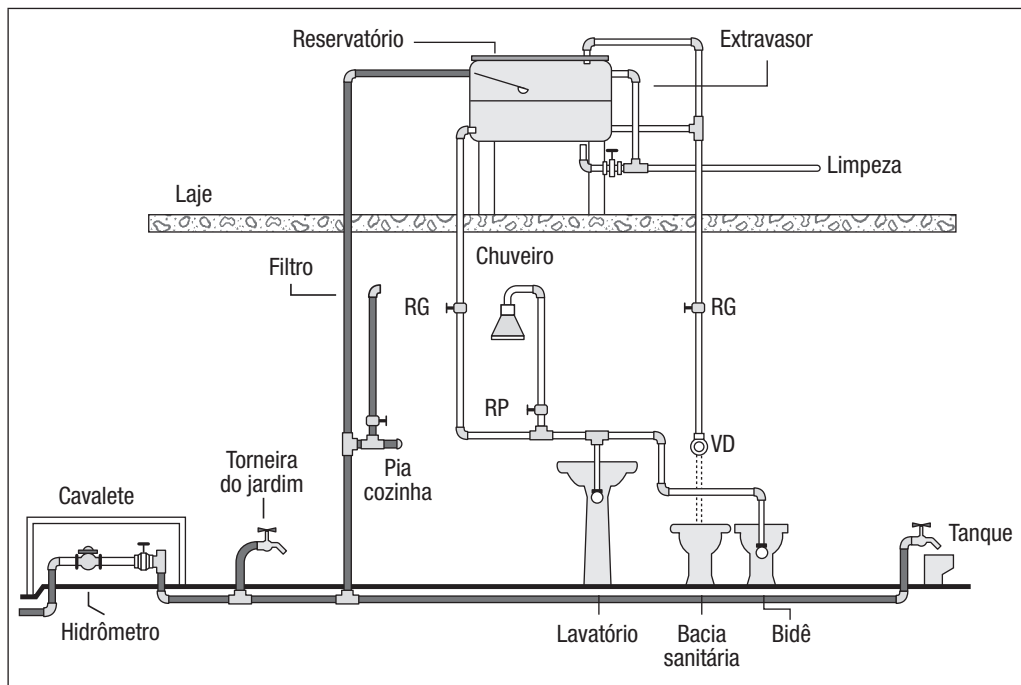


FIGURA 1.10 Sistema de distribuição misto em residência – pontos atendidos.

1.2.5 Caso particular de edifícios altos

No caso de edifícios de grande altura devem ser tomadas precauções especiais para limitação da pressão e da velocidade da água em função de: ruído, sobrepressões provenientes de golpe de arfete, manutenção e limite de pressão nas tubulações e nos aparelhos de consumo, limitada pela NBR 5626/98 em 40 mca. Portanto, não se pode ter mais de 13 pavimentos convencionais (pé-direito de $3,00\text{ m} \times 13 = 39,0\text{ m}$), abastecidos diretamente pelo reservatório superior, sem a necessária proteção da instalação.

Nos esquemas a seguir podem ser vistas soluções para este caso, com a utilização de válvulas redutoras de pressão ou de reservatórios intermediários.

Devido às dificuldades executivas, à necessidade de manutenção e às concepções arquitetônicas e econômicas, não é desejável se utilizar áreas no interior da edificação para colocação de válvulas de quebra-pressão e, geralmente, opta-se pela utilização destas válvulas no subsolo do edifício.

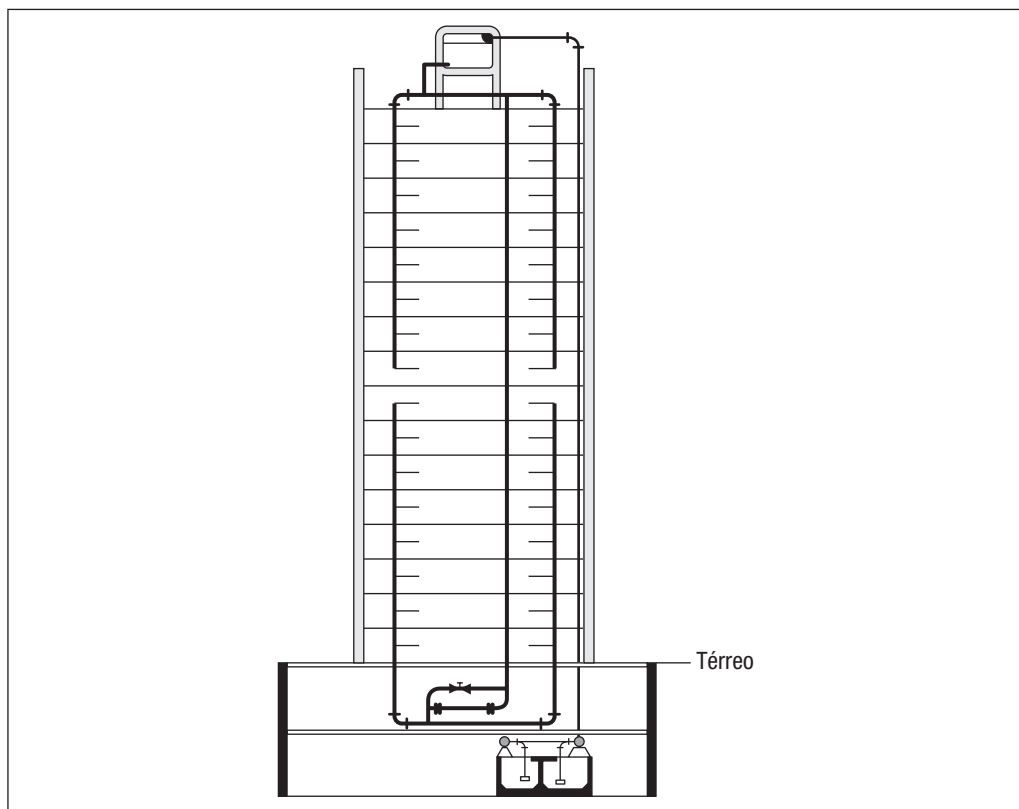
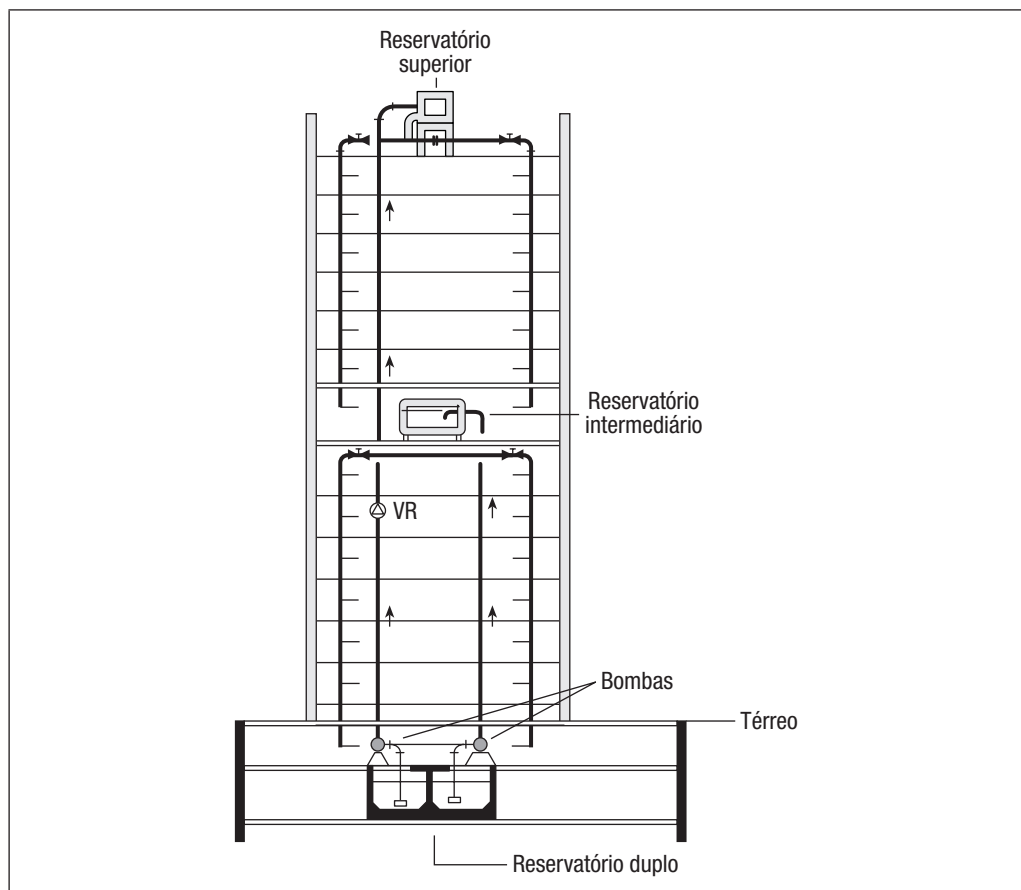


FIGURA 1.11 Válvula redutora de pressão no pavimento térreo.

**FIGURA 1.12** Reservatórios intermediários.**NOTA:** Válvula Redutora de Pressão (VRP)

A válvula redutora de pressão é um dispositivo que reduz a pressão da rede predial a valores especificados em projeto. A VRP consiste de uma câmara hidráulica instalada na tubulação onde está presente um diafragma com um sistema de molas. Existe uma comporta que abre e fecha o acesso desta câmara, a montante, sendo que a jusante a saída é livre. Esta comporta é acionada pelo sistema de molas do diafragma. Deve-se (sempre) ter, na saída da VRP, um manômetro que indicará a pressão de saída com a qual será regulada a mola do diafragma. No início do processo, com a comporta aberta, a pressão da câmara é imediatamente aumentada (aumento da pressão no diafragma), devido a coluna de água a montante. Quando a pressão atingir o valor de regulagem da mola do diafragma (40 mca), a comporta se fecha e, imediatamente, a pressão tende a cair devido à desconexão da perda da coluna de água a montante e o sistema está em uso a jusante, ocasionando sua reabertura (diminuição da pressão no diafragma), gerando um processo dinâmico e contínuo, onde a pressão tende a se manter próxima à pressão de regulagem da VRP. Esta variação de pressão é tão pequena (manômetros usuais não acusam a variação), que assume-se que a pressão de saída é constante.

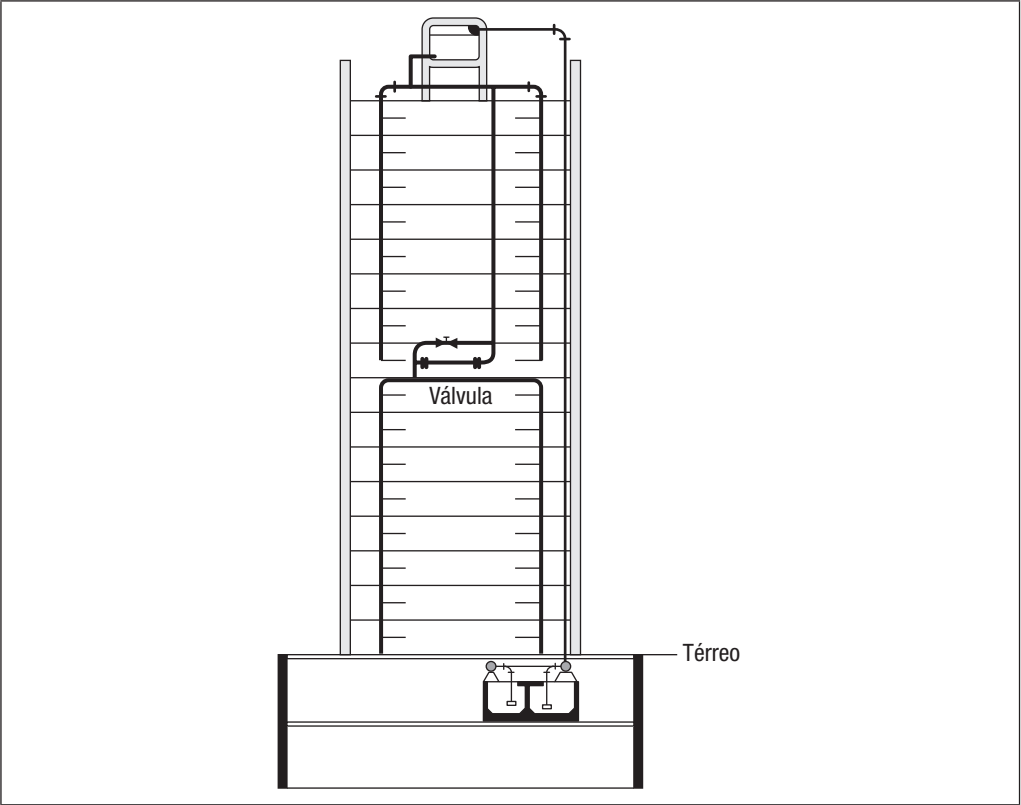


FIGURA 1.13 Válvula redutora de pressão em andar intermediário.

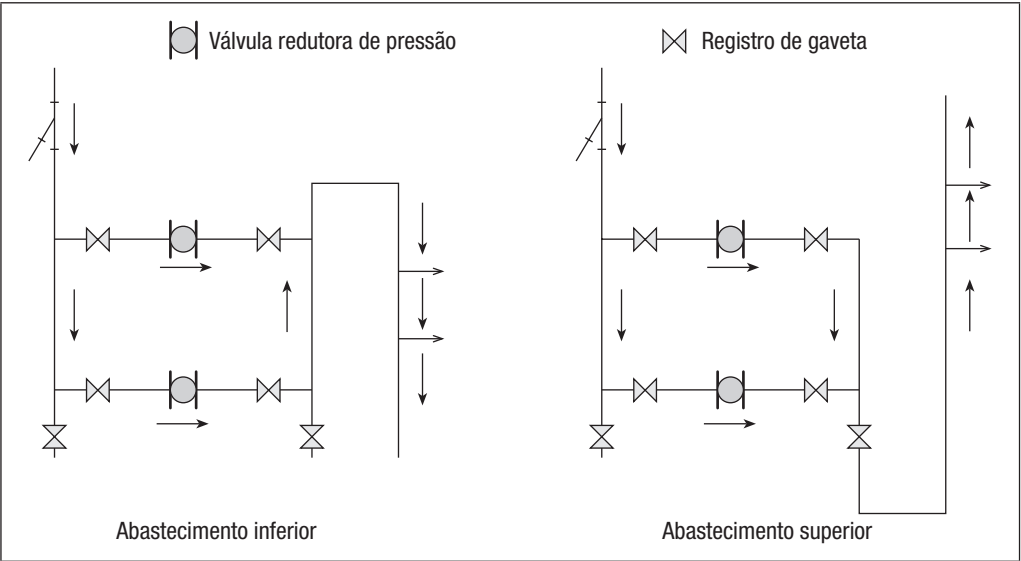


FIGURA 1.14 Desenhos esquemáticos de funcionamento da válvula redutora de pressão.

1.3 COMPONENTES E CARACTERÍSTICAS DE UM SISTEMA PREDIAL DE ÁGUA FRIA

A instalação predial de água fria compreende o conjunto de tubulações, reservatórios, equipamentos e demais elementos necessários ao abastecimento de água numa edificação, em quantidade e qualidade suficientes. Esta instalação inicia-se a partir da tomada inicial de água, geralmente o ramal predial, estendendo-se até as peças de utilização de água fria. Nos desenhos a seguir podem ser vistas instalações em seu conjunto, com a indicação dos seus trechos.

1.3.1 Ramal predial ou ramal de entrada predial (ramal externo)

É o trecho executado pela concessionária pública ou privada, ligando a rede até o cavalete, mediante requerimento do proprietário da edificação. Quando do início da obra, solicita-se a ligação provisória, a qual, se já estiver definitivamente locada, poderá ser a ligação definitiva.

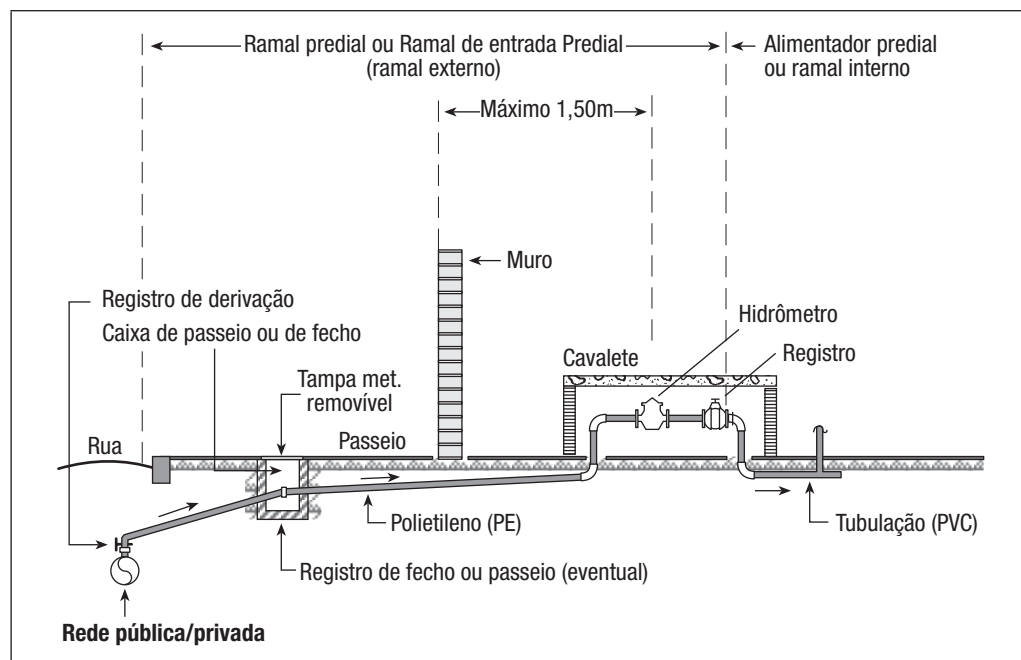


FIGURA 1.15 Ramal externo e ramal interno com seus componentes.

1.3.1.1 Cavalete/hidrômetro

A NBR 10925/89 – Cavalete de PVC DN 20 para Ramais Prediais define cavalete como: Conjunto de tubo, conexões e registros do ramal predial, destinado a instalação do hidrômetro e respectivos tubetes, ou limitador de consumo, em posição afastada do piso.

O hidrômetro é o aparelho que mede o consumo de água, totalizando volumes, tendo vários tipos, caracterizados pela NBR 8193/97 – Hidrômetros Taquimétricos para Água Fria até 15 m³/hora de Vazão Nominal. Pela definição, nota-se que o cavalete pode conter o hidrômetro, caso mais comum, ou o limitador de consumo (ou “suplemento”, ou, ainda, “pena-d’água”), utilizados na falta do hidrômetro ou provisoriamente até sua instalação, localizados no espaço destinado ao hidrômetro.

O cavalete deve ser instalado em abrigo próprio para proteção contra o sol e intempéries (de alvenaria ou concreto), contendo um registro, para o caso comum de ramais prediais, com diâmetro de 20 mm. Cada concessionária adota um modelo, na prática muito parecidos entre si. Usualmente, devem ser colocados, no máximo, a 1,50 m da divisa frontal do terreno, de modo a facilitar a leitura do hidrômetro pela concessionária.

Exemplo de esquema de leitura padrão Sabesp (SP).

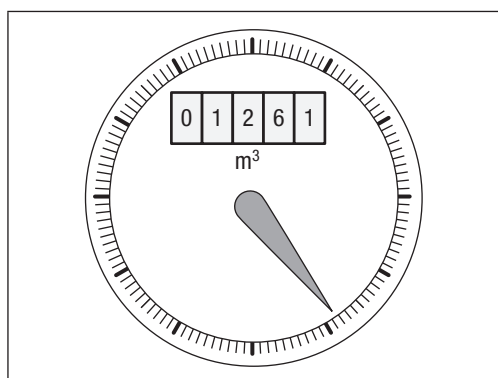


FIGURA 1.16 Hidrômetro digital, onde deve-se ler os algarismos pretos. Exemplo: a leitura do mostrador acima, é de 126 m³.

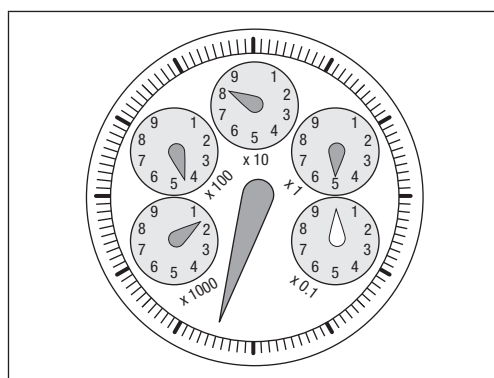


FIGURA 1.17 Hidrômetro de ponteiros, onde anotam-se os números indicados pelos quatro ponteiros pretos dos círculos menores, da esquerda para a direita. Exemplo: a leitura do mostrador da figura é de 1.485 m³.

Os hidrômetros mais comuns para residências e edifícios são de DN 25, para 5 m³/hora, podendo ser de maiores dimensões, sendo definidos e fornecidos pela concessionária em função da previsão de vazão de alimentação da edificação, conforme tabela inserida no item 1.5.2 - Ramal predial.

1.3.1.2 Registro de passeio

Usualmente, as concessionárias adotam a colocação de um registro de passeio (ou registro de fecho), na calçada externa (veja figura 1.15), de modo que eles possam interromper o abastecimento à edificação.

1.3.2 Alimentador predial (ramal interno)

É o trecho a partir do final do ramal predial até a desconexão (saída de água), junto ao reservatório inferior ou superior, se for o caso. Este ponto é denominado ponto de suprimento.

O local exato do final do ramal predial e do início do alimentador predial sofre pequenas alterações, de estado para estado, sendo determinado pela concessionária local. O alimentador predial é provido de torneira de boia em sua extremidade final, com registro de fechamento, visando facilitar sua operação e manutenção, localizado fora do reservatório.

O alimentador predial pode ser enterrado, aparente ou embutido. Caso esteja enterrado, deve ser afastado de fontes poluidoras e havendo lençol freático próximo, deve localizar-se em cota superior ao mesmo.

A proteção da rede pública contra refluxo (retrossifonagem ou pressão negativa), da rede predial pode ser obtida, no caso de alimentação direta da rede pública, somente pela instalação de uma válvula de retenção para uma edificação e, no caso de um conjunto de edificações, uma válvula para cada edificação. Caso o sistema de abastecimento seja indireto, a separação atmosférica na entrada de água do reservatório é suficiente e, no caso do sistema misto, são desejáveis ambas as soluções.

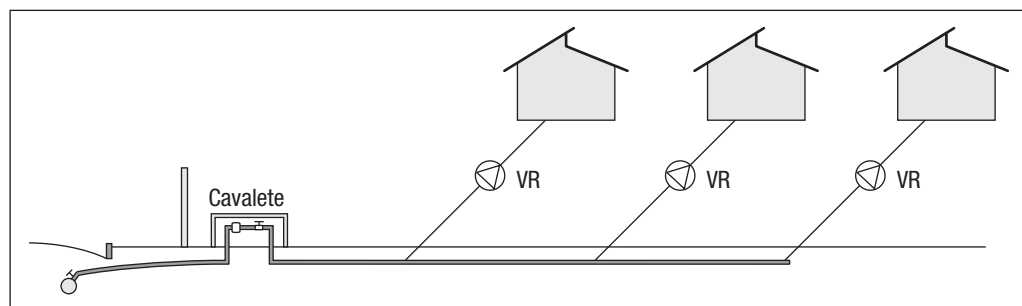


FIGURA 1.18 Esquema de ligações múltiplas a um mesmo cavalete, com proteção individual (válvula de retenção), contra retrossifonagem.

1.3.3 Reservatório

O abastecimento pelo sistema indireto, com ou sem bombeamento, necessita de reservatórios para garantia da sua regularidade.

Nas residências, sem bombeamento, que é o sistema mais comum, é necessário apenas o reservatório superior. Em função do volume necessário, adotam-se várias unidades, no caso de reservatórios pré-fabricados e no caso de grandes reservatórios, a partir de 3.000 L. Os mesmos devem ser divididos em câmaras comunicantes entre si.

1.3.3.1 Localização

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

Estas características são vitais para a garantia da qualidade do sistema, tendo em vista que os reservatórios, pela sua natureza, são focos potenciais de problemas de potabilidade da água, devendo ser cuidadosamente projetados. Atentar para a colocação dos mesmos em locais com estrutura suficientemente dimensionada para suporte.

No caso de edifícios altos ou edificações de maior vulto, a reservação inferior é imprescindível, tendo em vista o volume de água necessário. Esta reserva inferior se justifica, também, pelos critérios técnicos e econômicos (área ocupada, peso adicional na estrutura).

1.3.3.2 Capacidade

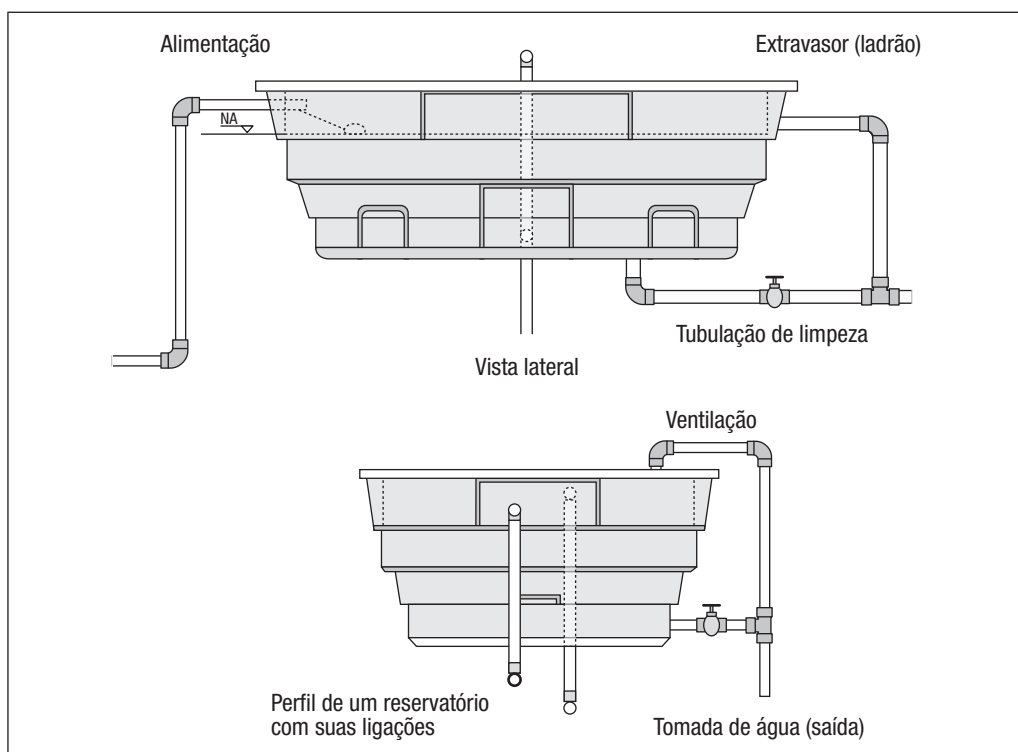


FIGURA 1.19 Reservatório predial Fortilit com suas ligações.

A NBR 5626/98 determina que a reserva total não pode ser inferior ao consumo diário (garantindo-se um mínimo de abastecimento) e recomenda que não deve ser maior que o triplo do consumo diário, valor este plenamente aceitável, e somente em casos muito especiais irá se necessitar uma reserva de maior volume. Caso ocorra, deve ser preferencialmente localizada no reservatório inferior. Esta reserva visa atender às interrupções do abastecimento público, seja por manutenção na rede, seja por falta de energia elétrica ou seja, ainda, por baixa pressão na rede pública, em determinados horários do dia.

Essa reserva deve garantir a potabilidade da água no período de armazenamento médio da mesma e obedecer a eventuais disposições legais quanto ao volume máximo armazenável.

A capacidade total de reserva deve ser estabelecida em função do padrão de consumo de água da edificação e da frequência e duração das falhas do abastecimento público.

Considerando que o reservatório superior atua como regulador de distribuição, sendo alimentado diretamente pelo alimentador predial ou pela instalação elevatória, ele deve ter condições de atender às demandas variáveis de distribuição.

Residências de pequeno porte devem ter uma reserva mínima de 500 L, como preconiza a NBR 5626/98.

1.3.3.3 Elementos complementares

- a) **Extravasor** — O extravasor (ladrão) é uma tubulação destinada a escoar os eventuais excessos de água do reservatório, evitando o seu transbordamento. Ele evidencia falha na torneira de boia ou dispositivo de interrupção do abastecimento. O extravasor deve escoar livremente, em local visível, de modo a indicar rapidamente a existência de falha no sistema.
- b) **Dispositivo de controle de nível** — Todo reservatório necessita de um dispositivo controlador da entrada de água e manutenção do nível operacional desejado, além de prevenir contra eventuais contaminações do ramal de alimentação do reservatório.
- **Torneira de boia** — A NBR 10137/87 – Torneira de boia para Reservatórios Prediais – Especificação, define torneira de boia como: “Registro comandado por boia, para instalação na alimentação do reservatório predial, destinado a interromper a entrada de água quando atingir o nível operacional máximo previsto do reservatório.”

É o dispositivo usualmente utilizado quando o abastecimento ocorre por gravidade, isto é, não se tem recalque. Deve-se atentar para a necessidade de desconexão da rede predial na alimentação do reservatório, de modo a se prevenir de eventuais refluxos (retrossifonagens ou pressões negativas), que poderiam contaminar a água da rede pública com a água eventualmente poluída de reservatórios particulares, por conseguinte, é necessária uma distância mínima entre a cota do extravasor e a cota da torneira de boia.
 - **Automático de boia** — Quando se tem recalque, adotam-se automáticos de boia, que são dispositivos de comando automático, pelo próprio nível da água. Localizados em ambos os reservatórios, em cotas convenientes, fazem com que contatos elétricos sejam acionados ligando o motor da bomba tão logo o nível da água atinja o nível mínimo determinado, no reservatório superior, desligando-se ao atingir o nível máximo do reservatório. Desta maneira, o sistema funciona por si próprio, o que ocorre várias vezes ao longo do dia, não necessitando intervenção humana. Devem permitir o acionamento manual, quando de manutenção. Ver detalhes no Capítulo 5, Sistemas Elevatórios.
- c) **Tomada de água (saída)** — A tubulação de saída deve, preferencialmente, ser localizada na parede oposta à da alimentação, no caso de reservatórios de grande comprimento, visando-se evitar a formação de áreas de estagnação da água. Esta recomendação passa a ter especial importância, caso haja reserva para incêndio. Ver detalhes no item específico de reservatórios.

- d) **Tubulação de limpeza** — Uma tubulação de limpeza, com registro de fechamento, é obrigatória não só para esta finalidade periódica, como para total esvaziamento em caso de manutenção, posicionada num dos cantos, com declividade para o mesmo.

1.3.4 Barrilete

O conjunto de tubulações de saída do reservatório superior que alimentam as colunas de distribuição denomina-se barrilete ou colar de distribuição ou tubo distribuidor.

Caso todas as colunas se ligassem diretamente ao reservatório ocorreria uma série de problemas, a saber: o excesso de perfurações no reservatório, com comprometimento da impermeabilização, seria antieconômico (excesso de registros, tubulações e serviços), bem como, em princípio, cada coluna se ligaria a apenas uma seção do reservatório e não às duas. Para se eliminar estes inconvenientes, adota-se o barrilete, que pode ter dois tipos: o concentrado (unificado ou central) e o ramificado. A diferença entre ambos é pequena, como se pode ver nos desenhos a seguir, sendo que o tipo ramificado é mais econômico e possibilita uma menor quantidade de tubulações junto ao reservatório.

O tipo concentrado permite que os registros de operação se localizem numa área restrita, embora de maiores dimensões, facilitando a segurança e controle do sistema, possibilitando a criação de um local fechado, ao passo que o tipo ramificado espaça um pouco mais a colocação dos registros. No reservatórios elevados, externos à edificação (castelos de água), por economia e facilidade de operação, o barrilete deve ter os registros em sua base e não imediatamente abaixo do tanque.

Observar o posicionamento dos registros (conforme desenhos), de modo a permitir total flexibilidade de utilização dos reservatórios.

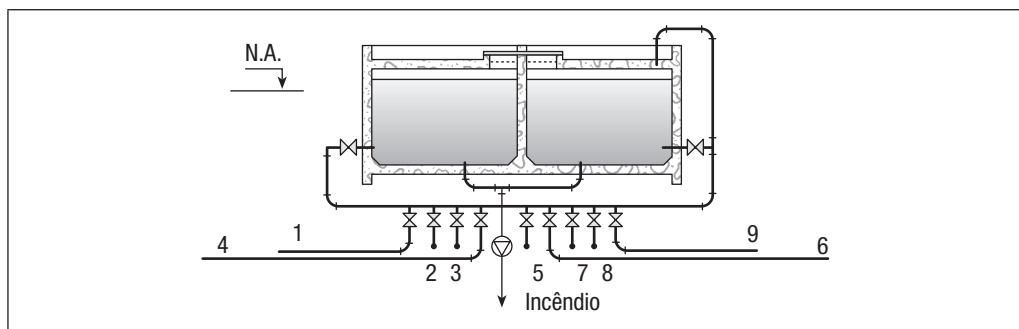


FIGURA 1.20 Barrilete concentrado.

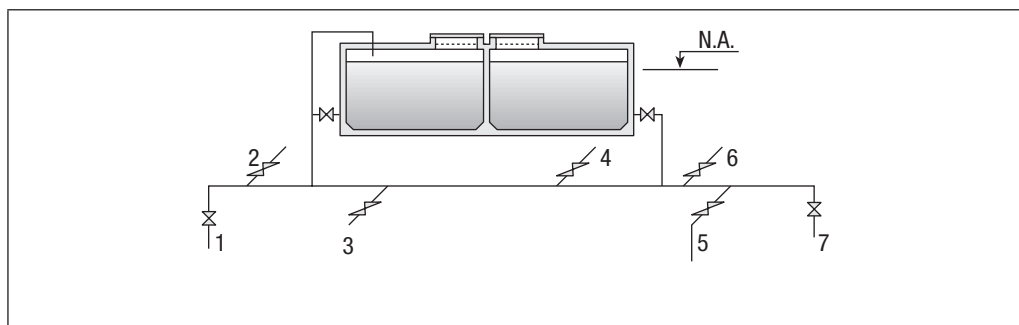


FIGURA 1.21 Barrilete ramificado.

1.3.5 Colunas de distribuição

São as tubulações que partindo do barrilete desenvolvem-se verticalmente alimentando os ramais.

De acordo com o item 4.7.2 da NBR 5626/98, caso abasteçam aparelhos passíveis de retrossifonagem, pressão negativa ou refluxo, como as válvulas de descarga, devem dispor de proteção conforme indicado:

4.7.2.1 Sistema de distribuição indireta por gravidade

Neste sistema pode ser adotada uma das seguintes alternativas:

- a) os aparelhos passíveis de provocar retrossifonagem podem ser instalados em coluna, barrilete e reservatório independentes, previstos com finalidade exclusiva de abastecê-los;
- b) os aparelhos passíveis de provocar retrossifonagem podem ser instalados em coluna, barrilete e reservatórios comuns a outros aparelhos ou peças, desde que seu sub-ramal esteja protegido por dispositivo quebrador de vácuo, nas condições previstas na sua instalação;
- c) os aparelhos passíveis de provocar retrossifonagem podem ser instalados em coluna, barrilete e reservatórios comuns a outros aparelhos ou peças, desde que a coluna seja dotada de tubulação de ventilação, executada de acordo com as características a seguir e conforme a ilustração respectiva:
 - ter diâmetro igual ou superior ao da coluna, de onde deriva;
 - ser ligada à coluna a jusante do registro de passagem existente;
 - haver uma para cada coluna que serve a aparelho possível de provocar retrossifonagem;
 - ter sua extremidade livre acima do nível máximo admissível do reservatório superior.

Considerando que qualquer uma das alternativas satisfaz à Norma, o item “c”, sendo o de mais fácil e econômica execução, é o normalmente adotado. O ponto de ligação da tubulação da ventilação com a coluna de distribuição será sempre localizada a jusante do registro da coluna, garantindo-se a continuidade da ventilação, desde o ramal de alimentação dos pontos de utilização. Caso as válvulas de descarga adotadas comprovem a eliminação do risco de retrossifonagem, podem ser dispensadas as precauções recomendadas.

No caso do sistema de distribuição direta ou da indireta hidropneumática, os aparelhos passíveis de provocar retrossifonagem só podem ser instalados com o seu sub-ramal devidamente protegido.

Cada coluna deverá conter um registro de fechamento, posicionado a montante do primeiro ramal, conforme esquema de colunas de distribuição com aparelhos passíveis de retrossifonagem, mostrado nas figuras a seguir.

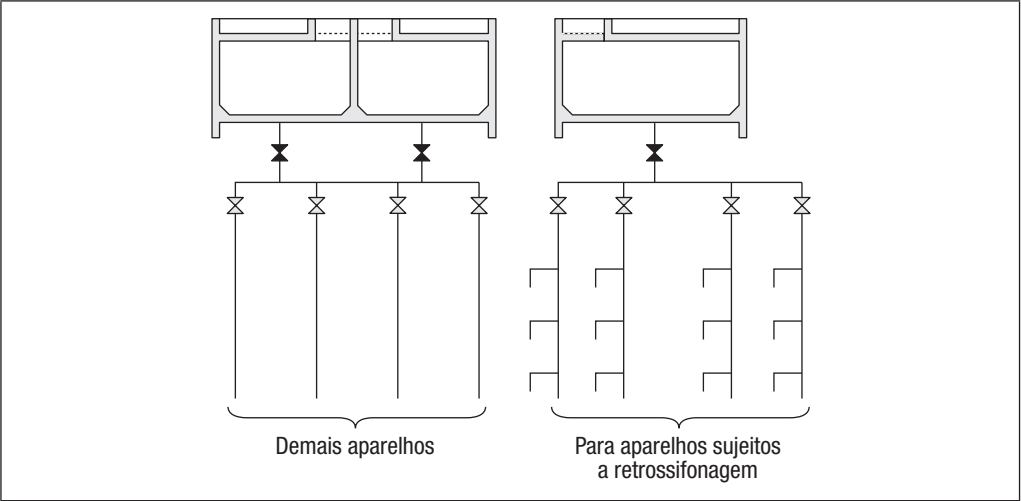


FIGURA 1.22 Aparelhos com reservatório específico.

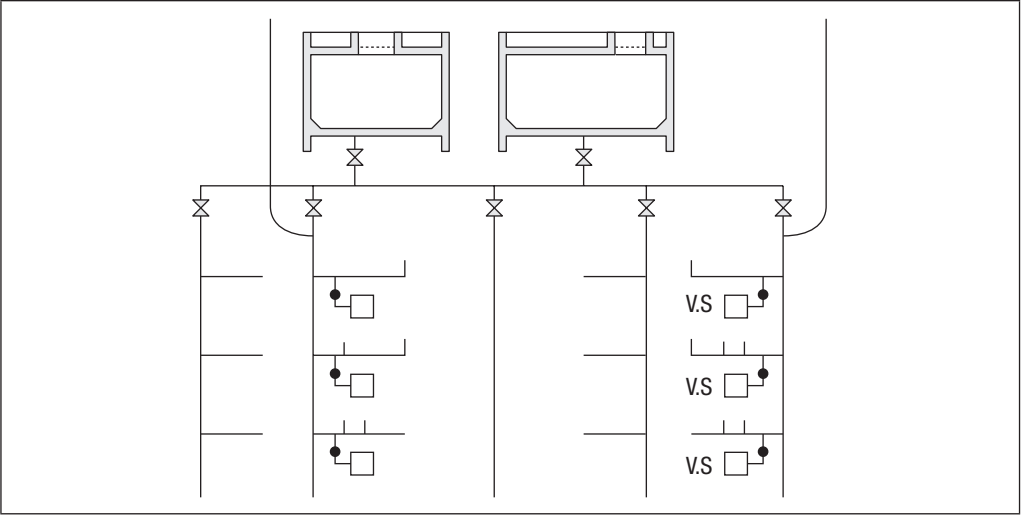


FIGURA 1.23 Aparelhos com ventilação da coluna.

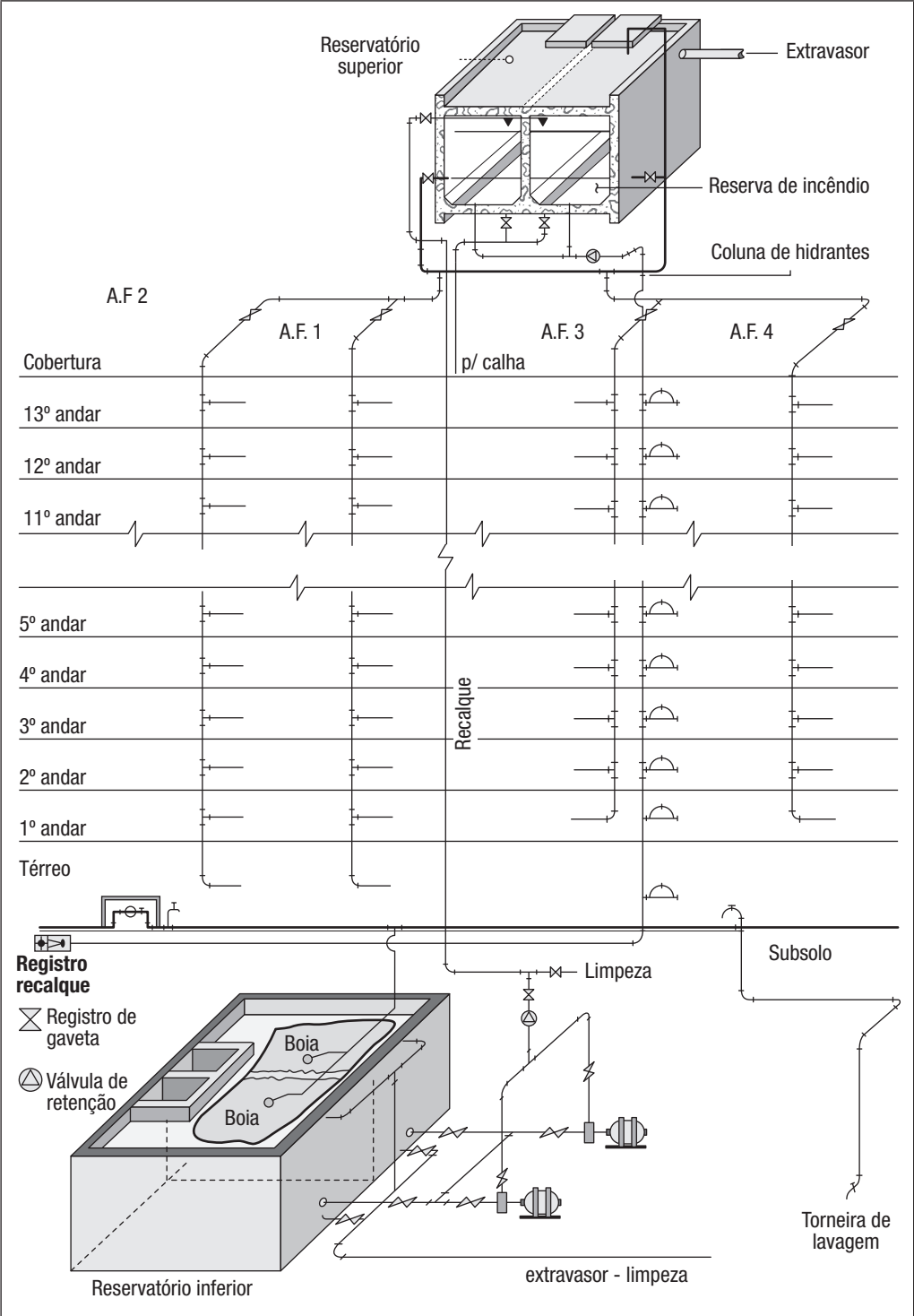


FIGURA 1.24 Isométrico geral de um sistema elevatório de um edifício. Observar a posição dos componentes.

1.3.6 Ramais e sub-ramais

Ramais são as tubulações derivadas das colunas de distribuição e destinadas a alimentar os sub-ramais os quais, por sua vez, ligam os ramais aos pontos de utilização (pontos de utilização e aparelhos sanitários).

Observar o posicionamento do registro de fechamento, a montante do primeiro sub-ramal.

Em caso de aparelhos passíveis de sofrer retrossifonagem (refluxo ou pressão negativa), a tomada de água do sub-ramal deve ser feita em um ponto da coluna a 0,40 m, no mínimo acima da borda de transbordamento deste aparelho.

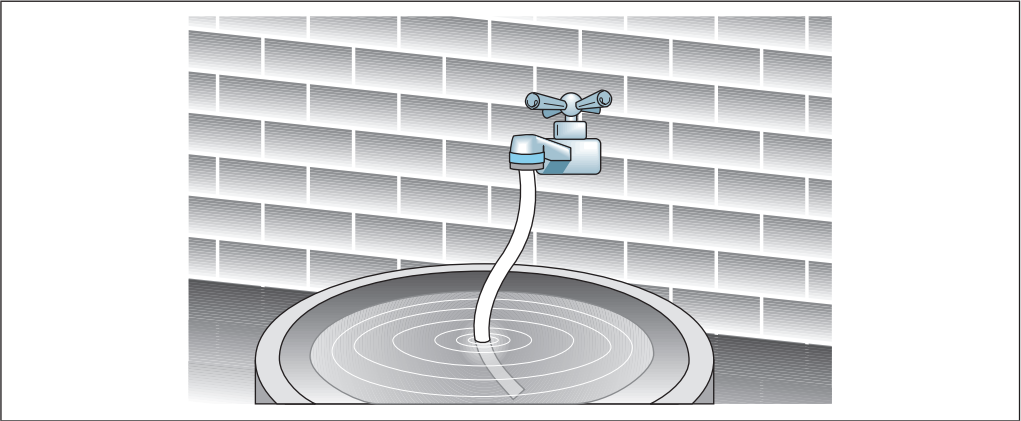


FIGURA 1.25 Mangueira mergulhada em tanque com possibilidade de retrossifonagem.

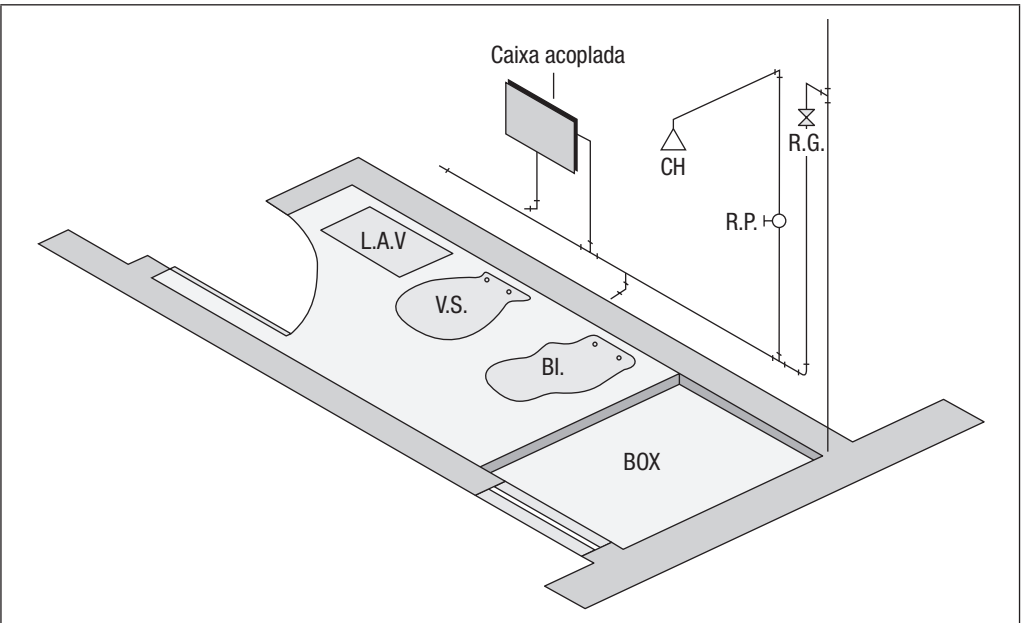


FIGURA 1.26 Isométrico de um sanitário, ramais e sub-ramais.

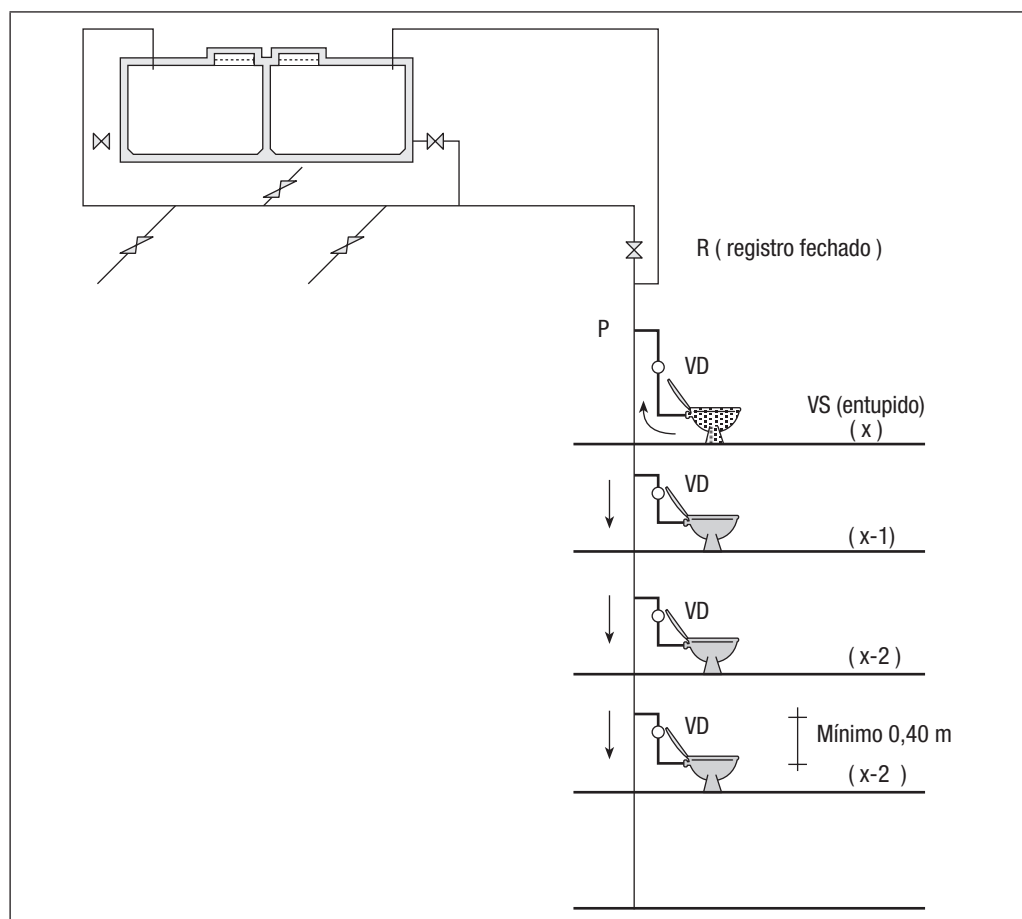


FIGURA 1.27 Isométrico de coluna com vasos sanitários. Situação: se o registro R estiver fechado e o vaso sanitário do pavimento estiver entupido, quando do uso das válvulas dos andares inferiores, poderá ocorrer retrossifonagem.

1.3.7 Peças de utilização e aparelhos sanitários

Peças de utilização são os dispositivos ligados aos sub-ramais destinados a utilização de água, como as torneiras, chuveiros etc. Devem ser locadas atentando-se para as exigências dos usuários quanto ao conforto e ao padrão da edificação, aspectos ergonômicos e de segurança. Em alguns casos permitem também o ajuste da vazão.

Aparelhos sanitários são aqueles cujos fins são higiênicos ou para receber dejetos e/ou águas servidas, como as bacias sanitárias, bidês etc. Os chuveiros elétricos e demais aparelhos elétricos que utilizam água devem ter sua localização analisada e atender as exigências da NBR 5410/97 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão.

1.3.8 Instalação elevatória

Caso o sistema conte com instalação elevatória, a mesma pode ser de 2 (dois) tipos, a convencional com bombas centrífugas ou a hidropneumática. O Capítulo 5 – Sistemas Elevatórios apresenta os detalhes e desenhos destas instalações.

1.4 PROJETOS

1.4.1 Considerações gerais

A fase de projeto é muito importante e não deve ser relegada a um plano secundário, devendo ser conduzida por projetista com formação profissional de nível superior, legalmente habilitado para este fim, com fiel observância das normas pertinentes. A observância da NBR 5626/98 não exclui a observância, também, dos regulamentos federais (Normas Regulamentadoras da Segurança do Trabalho – NR 23 – Proteção Contra Incêndios e NR 24 – Condições Sanitárias dos Locais de Trabalho, ambas do Ministério do Trabalho), da Lei 6514 de 28/12/1977, da Consolidação das Leis do Trabalho, de regulamentos estaduais (Código Sanitário Estadual, regulamentos de concessionária de água e esgoto) e posturas municipais (Código de Edificações Municipal e eventuais posturas municipais sobre o assunto), bem como de possíveis normas e especificações determinadas pelo cliente, notadamente de grandes empresas, particulares ou estatais. No Anexo A3 – Normas e Legislações Complementares, poderá ser vista uma relação de alguns tópicos da regulamentação pertinente ao assunto.

As instalações devem ser projetadas de modo a:

- a) preservar a potabilidade da água do sistema de abastecimento e do sistema de distribuição;
- b) garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade suficiente, com pressões e velocidades adequadas e compatíveis com o perfeito funcionamento dos aparelhos, das peças de utilização etc.;
- c) promover conforto aos usuários (níveis de ruído aceitáveis e peças convenientemente adotadas);
- d) proporcionar facilidade de manutenção, operação e futuros acréscimos;
- e) possibilitar economia de água, energia e de manutenção.

O projeto completo, via de regra, compreende:

- Memorial Descritivo e Justificativo;
- Memorial de Cálculo;
- Normas adotadas;
- Especificações de materiais e equipamentos;
- Relação de materiais, equipamentos e orçamento;
- Plantas, isométricos, esquemas (detalhes construtivos), enfim, todos os detalhes necessários ao perfeito entendimento do projeto.

1.4.2 Etapas do projeto

O projeto se divide em três etapas distintas: o Planejamento, o Dimensionamento propriamente dito e os Desenhos e Memoriais Descritivos. No Planejamento devem ser observadas todas as recomendações das Normas, bem como as constantes do item 1.3 – Componentes e Características do Sistema Predial de Água Fria e deste capítulo. No item 1.5 – Dimensionamento, acham-se as recomendações e os cálculos do projeto e no capítulo 10 - Apresentação de Projetos, os critérios para apresentação de projetos (desenhos) e memoriais.

A maior dificuldade de um projeto de água fria acha-se na concepção do mesmo, a qual deve levar em conta os diversos fatores intervenientes, não só de ordem técnica, mas os de ordem econômica e, principalmente os de ordem prática, executiva, de modo a facilitar a execução e não comprometer o cronograma físico da obra.

1.4.3 Tipo e características da edificação

O tipo da edificação é um fator a ser analisado: para o tipo residencial térreo, dada a pequena complexidade e a uniformização dos projetos, o planejamento é imediato, tornando-se simplificado e rápido, mas, para uma edificação residencial em sobrado, já há cuidados a serem observados. Para os demais tipos, o planejamento é mais complexo e detalhado, sendo necessário analisar detidamente, caso a caso.

O projeto arquitetônico elaborado é outro item importante para o planejamento, pois para um mesmo tipo de edificação podem haver diversas soluções arquitetônicas e hidráulicas. Ver os exemplos de sistemas de distribuição, que são significativos para se entender o exposto.

No caso de grandes edifícios ou de edificações especiais são necessárias reuniões com o futuro usuário, visando à observação de suas particularidades de utilização e definição de suas necessidades. A análise de edifícios semelhantes já em operação é outro fator a considerar, eliminando-se a possibilidade de ocorrência de repetição de falhas.

No caso de edifícios comerciais e industriais, em face dos elevados consumos de água, bem como das características próprias de cada tipo, é necessária uma análise econômica dos processos a serem adotados, levando-se em conta as folgas necessárias e as futuras ampliações, bem como as utilizações simultâneas de água.

Em projetos para edificações específicas, devem ser levadas em conta as particularidades técnicas e ergonômicas de cada uma e dos usuários específicos, por exemplo:

- escolas: para o caso de escolas primárias, as bacias são menores, os pontos de utilização têm posição inferior ao convencional, as válvulas de descarga devem ter acionador do tipo alavanca (de fácil manejo) e não o usual botão de pressão, os quais dificultam e até mesmo impossibilitam o acionamento da válvula por crianças de pouca idade;
- hospitais: como se trata de edifício que não pode ter sua operação interrompida, devem-se adotar alternativas como, por exemplo, a adução de água para reservatórios superiores em caso de falta de energia elétrica, utilizando-se geradores para os motores das bombas.

- estádios e sanitários públicos: proteção das instalações prevenindo contra os possíveis atos de vandalismo dos usuários.

Para sanitários de locais públicos e hospitais, principalmente, vem se generalizando a utilização de torneiras programadas para, ao término de seu uso, fecharem-se sozinhas eliminando o contato destas com as mãos recém-limpas. Igualmente, a automação de sanitários, parcial ou total, em particular aqueles destinados a deficientes físicos também ganha espaço em nosso meio. Os sistemas acima citados, apresentam a vantagem adicional de proporcionarem economia de água.

A necessidade da instalação de água para proteção e combate a incêndios, vai influir muito na questão dos reservatórios (localização, dimensionamento etc.), devendo ser verificadas as disposições do Corpo de Bombeiros do local do projeto.

1.4.4 Consumo

O consumo está diretamente relacionado com as características da atividade da edificação (comercial, industrial, residencial etc.), os usos específicos e com o número de ocupantes da edificação. O Memorial Descritivo de Arquitetura e as plantas devem ser estudadas, para se verificar o tipo de atividade básica e as complementares que influem no consumo (piscinas, lavanderia, garagens etc.)

A utilização de tabelas apropriadas permite uma imediata definição do consumo. Observe-se que estas tabelas são genéricas e, para casos de usos específicos, deve ser verificada a experiência prática com o referido uso.

No subitem 1.4.1 – Considerações gerais, acham-se listados os regulamentos, em todos os níveis, concernentes ao assunto. Nesta etapa, atentar para eventuais alterações de ocupação, mais frequentes do que se imagina, bem como futuras ampliações da edificação. A concessionária local deve ser consultada obrigatoriamente, tendo em vista que algumas cidades, em razão de características locais (padrão de vida etc.), podem apresentar consumo diferenciado.

1.4.5 Fonte de abastecimento

Caso seja utilizada água proveniente de poços, deve-se consultar o órgão gestor de recursos hídricos da região, o qual, via de regra, não é a concessionária local, bem como precaver-se quanto à posição do nível do lençol subterrâneo, riscos de contaminação e características da água.

Quando há duplicidade de fonte (pública e particular), é necessário se tomar as devidas precauções, de modo a impedir o refluxo de água (retrossifonagem ou pressão negativa) da rede particular para a rede pública. A concessionária local deve ser informada desta situação.

Deve ser efetuada uma consulta prévia à concessionária do local do projeto, com vistas às características do fornecimento de água (eventuais limitações de fornecimento, como variação e limitação da pressão disponível, interrupções do abastecimento etc.), itens extremamente importantes para o projeto.

1.4.6 Sistema de distribuição

Em função da pressão na rede, das características arquitetônicas da edificação, do projeto de combate a incêndio e da necessidade de reservas complementares (ar-condicionado, combate a incêndios etc.), adota-se o tipo de sistema de abastecimento, geralmente o indireto, com reservatório, pelas razões expostas no item 1.2 – Sistemas de Distribuição.

1.4.7 Reservação/Reservatórios

1.4.7.1 Reservação

- A capacidade total de reservação (R_T) não pode ser superior ao consumo diário, de acordo com a NBR 5626/98, sendo que alguns Códigos Sanitários Estaduais ou concessionárias fixam uma reservação mínima, além de que uma prática usual é adotar uma reserva para um período de 24 horas. Portanto, a reservação mínima é de 500 litros, considerando-se uma residência mínima (1 quarto ou 2 pessoas).
- A capacidade total de reservação (R_T) deve ser superior a três vezes o consumo diário, observando-se que para volumes de grande monta há necessidade da garantia da potabilidade em razão do período de armazenamento médio da água no reservatório, bem como se verificar disposições legais quanto ao volume máximo a armazenar.
- Reservas para outras finalidades (combate a incêndios, sistema de ar-condicionado, sistema de água gelada, piscinas etc) podem ser feitas nos mesmos reservatórios da instalação predial de água fria, devendo estes volumes adicionais serem acrescidos às previsões de consumo de água fria, devidamente localizados nos reservatórios, em função dos projetos específicos para aquelas finalidades. Deve ser observado que os volumes destinados a reserva para combate a incêndios são elevados, não podendo ser esquecidos.
- O volume da reserva para combate a incêndios é definido pela NBR 13714 – Instalações Hidráulicas Prediais contra Incêndios sob Comando, por Hidrantes e Mangotinhos e por Normas específicas do Corpo de Bombeiros de cada localidade.
- Para os casos comuns, de reservatórios domiciliares e de edifícios altos (prédios), preconiza-se a seguinte distribuição:
 - a) reservatório inferior: 0,60 da reservação total – $R_i = 0,60 R_T$;
 - b) reservatório superior: 0,40 da reservação total – $R_s = 0,40 R_T$.
- Observe-se que esta distribuição é uma indicação prática, devendo, sempre, se ter em mente, a capacidade de alimentação do sistema de recalque pois este item é decisivo na garantia da continuidade do sistema. Ainda neste particular, observar que a manutenção e operação do sistema, com a situação de interrupção de uma das câmaras, também é um fator a ser considerado.
- Para casos especiais (hospitais, indústrias etc.), cuja garantia de continuidade do sistema é imprescindível, analisar a questão como um caso particular.
- A reservação a ser feita nos reservatórios inferiores é obtida a partir da diferença entre a reservação total e a reservação necessária para os reservatórios superiores.

1.4.7.2 Reservatórios

a) Recomendações genéricas

- A localização deve ser em cota compatível com as necessidades de projeto. Caso o volume a armazenar seja muito grande (acima de 4 m³), ou por razões de ordem arquitetônica, ou, ainda, por necessidade de se obter pressões elevadas, o reservatório deve constituir uma estrutura isolada, usualmente externa à edificação denominada castelo d'água ou tanque. Mesmo nesta situação é um reservatório e a ele se aplicam todas as presentes condições.
- Deve-se eliminar os reservatórios inferiores, sempre que haja possibilidade de alimentação contínua pela rede pública, abastecendo diretamente o reservatório superior.
- Somente tubulações de água potável poderão se localizar no interior do reservatório.
- Devem se localizar longe de esgotos e outras fontes poluidoras.
- Nenhuma tubulação de esgoto poderá passar sobre a cobertura do reservatório.
- Nenhum depósito de lixo poderá se localizar sobre o reservatório.

b) Manutenção da potabilidade

- Devem ser construídos com material adequado (concreto armado, alvenaria, fibrocimento, polietileno, PVC etc), de modo a não comprometer a potabilidade da água.
- Devem ser estanques e, caso impermeabilizados, o material da impermeabilização não deve comprometer a qualidade da água e devem observar a NBR 9575/98 – Elaboração de Projeto de Impermeabilizações e NBR 9574/86 – Execução de Impermeabilizações, garantindo a potabilidade da água. Notar que a utilização de betume é terminantemente proibida.
- A superfície superior externa deve ser impermeabilizada e com caimento mínimo de 1:100 (1% pelo menos) no sentido das bordas, evitando-se o acúmulo de águas de lavagem ou pluviais em sua superfície.
- O nível máximo da superfície da água no interior do reservatório deve ser considerado no mesmo nível da geratriz inferior da tubulação do extravasor.
- Devem ser providos obrigatoriamente de tampa para impedir a entrada de animais e corpos estranhos, com dimensões mínimas adequadas para inspeção e limpeza.
- Preservem os padrões de higiene e segurança ditados pela NBR 5626/98, em particular quanto à existência de dispositivo de proteção contra retrossifonagem, no caso a reparação atmosférica entre o ponto de suprimento e o nível máximo alcançável pela água, bem como a colocação de colunas de ventilação (ver desenhos);
- O diâmetro da coluna de ventilação deve ser igual ao diâmetro da coluna de distribuição a que estiver ligada;
- A junção da coluna de ventilação com a coluna de distribuição deve se localizar a jusante do registro de fechamento da referida coluna.

c) Material

- Os reservatórios domiciliares de concreto devem ser projetados de acordo com a NBR 6118 – Cálculo e Execução de Obras de Concreto Armado.
- Existindo a possibilidade de condensação da água nas superfícies internas do reservatório, nas partes não em contato direto e permanente com a água, deve-se tomar cuidado com os materiais a serem utilizados, em face da possível contaminação.

d) Reservatórios superiores

- Os reservatórios superiores, alimentados pela instalação elevatória ou diretamente pelo alimentador predial, atuam como reguladores de distribuição, devendo ter capacidade adequada para esta finalidade (alimentação sempre capaz de suportar a vazão requerida).
- Para seu dimensionamento devem ser consideradas seguintes as vazões de projeto:
 - vazão de dimensionamento da instalação elevatória;
 - vazão de dimensionamento do barrilete e colunas de distribuição.
- A reservação a ser feita nos reservatórios superiores será calculada com base nas indicações anteriores.
- Da prática – $R_s = 0,40 R_T$.
- Prever facilidade de acesso (escada).
- O próprio barrilete é utilizado para efetuar a interligação entre os reservatórios ou as diversas câmaras dos mesmos, não necessitando outra ligação.
- O(s) reservatório (s) superior (es) deve(m) se situar com uma altura suficiente entre seu fundo e a superfície onde esteja(m) apoiados, de modo a se poder instalar as tubulações e operar os registros (cerca de 30 cm, para reservatórios domiciliares e 60 cm para reservatórios de edifícios convencionais, devendo ser convenientemente analisada, caso a caso).
- Apoiados em estrutura que suporte o peso do conjunto. No caso residências, estrutura de madeira com vigas de peroba 6×12 cm ou 6×16 cm, servindo de apoio para transmissão de cargas às vigas e paredes, evitando-se a concentração de cargas sobre lajes de concreto ou sobre forros.
- Devem ser apoiados em superfície plana e nivelada (laje de concreto, estrutura de madeira etc.), previstas para suportar o seu peso.
- Caso haja sistema de água quente, este deve ter saída própria, posicionada independentemente, em cota superior à saída da água fria. Desta forma, em caso de falta de água, evita-se que o abastecimento seja feito apenas ao aquecedor, impedindo, com tal providência, possíveis acidentes (queimaduras) nos usuários.
- Caso esteja colocado fora da cobertura da edificação, deve ter dispositivo de travamento da tampa em razão da ação de ventos.

e) Reservatórios inferiores

- As condições ideais apontam para sua execução isolada, quer do solo como do terreno lateral, tendo em vista eventuais vazamentos ou contaminações pelas paredes. Tal objetivo nem sempre é possível de ser alcançado, no todo ou parcialmente e caso seja possível um afastamento lateral do terreno, recomenda-se projetá-lo dentro de um compartimento com folga de, no mínimo, 0,80 m entre suas paredes e qualquer obstáculo lateral, de modo a permitir a sua total observação visual e a operação e a manutenção.
- Caso seja construído enterrado, deve ter drenagem mecânica permanente, por meio de bomba hidráulica ou por gravidade, caso seja possível.

f) Complementos

- **Tubulação de saída do reservatório:**
 - deve ser elevada em relação ao fundo do reservatório, evitando-se a entrada de eventuais detritos depositados no fundo, recomendando-se 2 cm. Para reservatórios de cimento amianto (até 1.500 litros), esta altura mínima é de 3 cm, a contar da parte mais funda do reservatório.
 - nos reservatórios inferiores, a saída se dá por meio da tubulação da bomba de recalque, uma para cada câmara. É recomendável, caso seja possível, a previsão de um poço de sucção no fundo do reservatório. Como este é de difícil execução na parte interna, pode-se localizá-lo no lado externo.
- **Tubulação de limpeza:**
 - deve ser posicionada no fundo do reservatório, para esvaziá-lo completamente. No caso de grandes reservatórios, recomenda-se inclinação do fundo na direção desta tubulação. Verificar necessidade de adoção de diâmetro especial em função do tempo necessário para esvaziamento.
- **Tubulação do extravasor (ladrão):**
 - a tubulação deve escoar em local visível. Não há sentido em escoá-lo para caixas de inspeção, de areia, calhas etc., onde dificilmente será notada a avaria.
 - em residências, recomenda-se que seja direcionado para o box do chuveiro ou que escoe livremente caindo na lateral da edificação, de modo a facilmente ser percebido pelo responsável (morador, funcionário etc.). Em prédios, deve ser direcionado para o box do zelador ou local de melhor visualização pelo mesmo.
 - por razões arquitetônicas ou no caso de grandes reservatórios, poderá ser necessária a adoção de uma tubulação auxiliar (aviso), que escoará parte do volume extravasado em local de fácil visualização, enquanto o restante (com maior vazão) irá para outro local de fácil escoamento (canaleta ou ralo de águas pluviais), de modo a não causar transtorno às atividades dos usuários da edificação.
 - o escoamento a jusante dos extravasores e avisos deve ser livre.
 - a cota do extravasor deve se localizar em cota tal que não possibilite a penetração de água externa no reservatório e, caso exista esta possibilidade, deve ser colocada válvula de retenção, no seu trecho horizontal.

- para aproveitamento máximo da capacidade do reservatório, recomenda-se que o nível máximo de água no seu interior esteja situado praticamente no mesmo nível da geratriz inferior da tubulação de extravasão.
- as extremidades das tubulações de extravasão e a de ventilação devem ser dotadas de crivo de tela fina (0,5 mm, no máximo de espaçamento), em malha plástica ou de cobre, com área total superior a seis vezes a seção reta do extravasor. Esta proteção deve se estender a qualquer outra abertura do reservatório que se comunique com o meio exterior, situada entre a linha-d'água e o seu topo e visa evitar a entrada de insetos. No esquema a seguir podem-se ver as distâncias recomendadas.

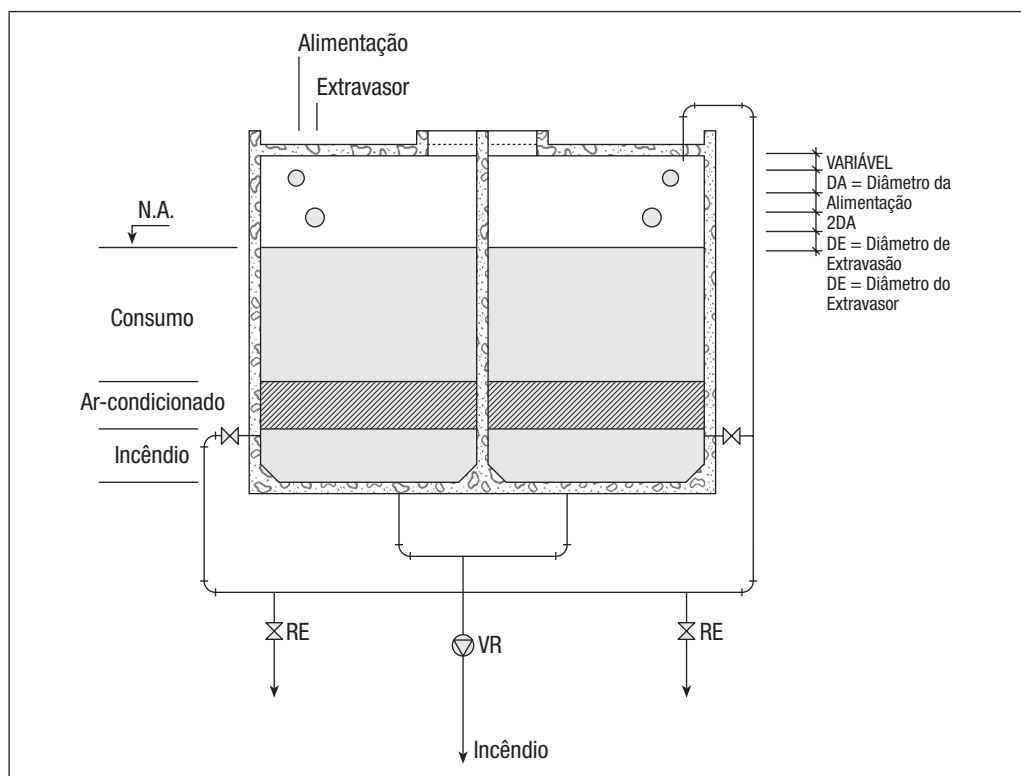


FIGURA 1.28 Reservatório superior, detalhes.

- Torneira de boia (ou dispositivo similar)
 - a torneira de boia (ou dispositivo similar) deve ser adequada às faixas de pressão de abastecimento, devendo ser observados os catálogos dos fabricantes.
 - a torneira de boia deve estar de acordo com a NBR 10137/87 – Torneira de boia para Reservatórios Prediais – Especificação.
 - como a entrada de água, em algumas circunstâncias, ocorre com ruídos, em razão da pressão e da altura de queda dentro do próprio reservatório, para eliminá-los pode-se instalar um “dispositivo silenciador”, constituído de tubo

com saída submersa, porém esta alternativa precisa de cuidados especiais, inclusive dispositivo quebra-vácuo, de acordo com a NBR 10137/87, o que nem sempre tem se verificado em algumas torneiras de boia.

- observar se a torneira de boia atende à garantia de proteção contra o refluxo de água (retrossifonagem ou pressão negativa).
- deve-se sempre verificar a colocação de registro, na tubulação de alimentação, junto e externamente ao reservatório, para facilitar sua operação e manutenção, sem necessidade de remoção da tampa do reservatório.

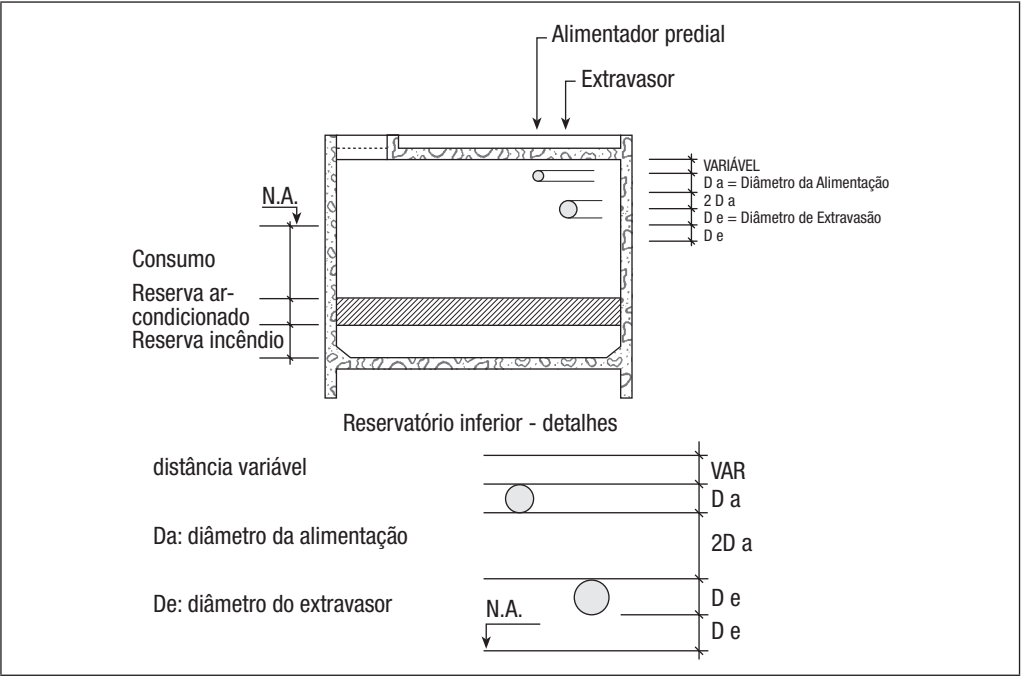


FIGURA 1.29 Detalhe das distâncias mínimas entre a alimentação e o extravasor e deste até o nível máximo da água. As distâncias são função do diâmetro das tubulações, de modo a garantir a separação atmosférica.

g) Reservatórios hidropneumáticos

- Em caso de utilização do sistema hidropneumático, o volume do reservatório hidropneumático não deve ser considerado no cálculo, devendo os reservatórios inferiores terem capacidade igual ao consumo diário.

1.4.8 Tubulações

As tubulações de água fria, em razão de seus pequenos diâmetros, comparados aos diâmetros das tubulações de esgoto, não apresentam maiores problemas de locação, podendo ser embutidas ou aparentes, e, preferencialmente inspecionáveis. Nestes

casos, devem ser localizadas em locais apropriados que, num caso de avaria, possam ser rapidamente percebidas e facilmente reparadas.

Especial atenção deve ser dada ao locais de passagem de tubulações, evitando-se a passagem em locais diferenciados, que possam vir a causar interferências ou serem avariados em futuras manutenções. O ideal é que corram, na parte vertical, em “dentes”, junto aos cantos dos sanitários, facilitando a sua execução e futura manutenção. Devem se localizar a, no mínimo, 0,50 m de qualquer estrutura de fundação. O Capítulo 6 - A Arquitetura e os Sistemas Hidráulicos apresenta uma série de comentários relativos à questão.

Aconselha-se a utilização de tubulações e conexões e peças de utilização de reconhecida qualidade e em obediências às Normas. Atentar para as bitolas comerciais e para os tipos de conexões disponíveis. Observar o tipo da tubulação e sua adequação à rede em que será instalada. Em instalações prediais de água fria utiliza-se a tubulação exigida pela NBR 5648/99 – Tubo de PVC Rígido para Instalações Prediais de Água Fria, com resistência igual a 75 kPa (75 mca), mas existem situações (recalques, com grande altura, por exemplo), onde é necessário ser observada a pressão máxima admissível, incorporando as eventuais pressões dinâmicas.

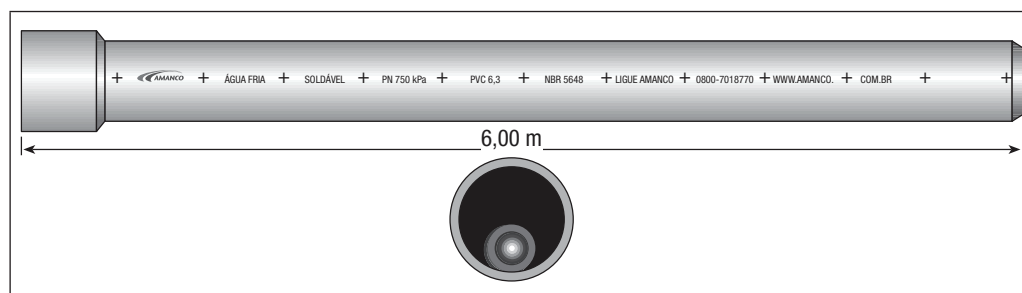


FIGURA 1.30 Diâmetros disponíveis de 20 mm até 110 mm.

1.5 DIMENSIONAMENTO

1.5.1 Consumo

- define-se o tipo e o padrão da edificação, a partir da Tabela de Consumo Predial Diário;
- calcula-se o número de ocupantes em função das características da edificação;
- verifica-se a Tabela de Consumo Predial Diário;
- calcula-se o consumo diário pela fórmula:

$$Cd = Cp \times n$$

Cd = consumo diário

Cp = consumo *per capita*

n = número de ocupantes

CONSUMO PREDIAL DIÁRIO		
Tipo de edificação	Consumo (litros/dia)	
Alojamentos provisórios	80	<i>per capita</i>
Ambulatórios	25	<i>per capita</i>
Apartamento de padrão médio	250	<i>per capita</i>
Apartamentos de padrão luxo	300	<i>per capita</i>
Cavalariças	100	<i>por cavalo</i>
Cinemas e teatros	2	<i>por lugar</i>
Creches	50	<i>per capita</i>
Edifícios públicos ou comerciais	80	<i>per capita</i>
Escolas — externatos	50	<i>per capita</i>
Escolas — internatos	150	<i>per capita</i>
Escolas — semi-internatos	100	<i>per capita</i>
Escritórios	50	<i>per capita</i>
Garagens e postos de serviço	150	por automóvel
Garagens e postos de serviço	200	por caminhão
Hotéis (sem cozinha e sem lavanderia)	120	por hóspede
Hotéis (com cozinha e com lavanderia)	250	por hóspede
Hospitais	250	por leito
Indústrias — uso pessoal	80	por operário
Indústrias — com restaurante	100	por operário
Jardins (rega)	1,5	por m ²
Lavanderias	30	por kg de roupa seca
Matadouros — animais de grande porte	300	por animal abatido
Matadouros — animais de pequeno porte	150	por animal abatido
Mercados	5	por m ² de área
Oficinas de costura	50	<i>per capita</i>
Orfanatos, asilos, berçários	150	<i>per capita</i>
Postos de serviços para automóveis	150	por veículo
Piscinas — lâmina de água	2,5	cm por dia
Quartéis	150	<i>per capita</i>
Residência popular	150	<i>per capita</i>
Residência de padrão médio	250	<i>per capita</i>
Residência de padrão luxo	300	<i>per capita</i>
Restaurante e similares	25	por refeição
Templos	2	por lugar

Observação: Os valores são apenas indicativos, devendo ser verificada a experiência local com os consumos reais.

Exemplos:

a) residência:

- tipo e padrão: residência (padrão luxo);
- características: 2 quartos + 1 edícula;
- critério adotado: 2 ocupantes por quarto e 1 na edícula;
- n = número total de ocupantes: $2 \times 2 + 1 = 5$ ocupantes;
- verificando-se a Tabela: residência padrão luxo = 300 litros/dia;
- $Cd = 5 \times 300 = 1.500$ litros/dia.

b) prédio

- tipo e padrão: residência (padrão médio);
- características: 8 pavimentos/2 apartamentos por pavimento/3 quartos por apartamento;
- critério adotado: 2 ocupantes para 2 quartos e 1 no terceiro quarto;
- n = número de ocupantes : $(2 \times 2 + 1) \times 2 \times 8 = 80$ ocupantes;
- verificando-se a Tabela: apartamento padrão médio = 250 litros/dia;
- $Cd = 250 \times 80 = 20.000$ litros/dia.

1.5.2 Ramal predial

a) premissas:

- admite-se que o abastecimento da rede seja contínuo;
- a vazão é suficiente para suprir o consumo diário por 24 horas (apesar do consumo dos aparelhos variar ao longo deste período).

b) definições e fórmulas

$$Q_{\min} = \frac{Cd}{86.400}$$

Cd = consumo diário (em litros)

Q_{\min} = vazão mínima em L/s

1 hora = 60 minutos

1 minuto = 60 segundos

1 hora = 3.600 segundos

24 horas = $24 \times 3.600 = 86.400$ segundos

Ex.: $Cd = 20.000$ litros = 20 m^3

$$Q_{\min} = \frac{Cd}{86.400} = \frac{20.000}{86.400} \text{ L/s} = 0,23 \text{ L/s} = 0,000231481 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$S = \frac{\Pi D^2}{4} \quad D_{\min} = \sqrt{\frac{4 Q_{\min}}{\Pi \cdot V}}$$

- das fórmulas fundamentais da Hidráulica, têm-se:

$$Q = S \cdot V = \text{vazão}$$

$$S = \text{seção}$$

$$V = \text{velocidade}$$

- adota-se velocidade na faixa:

$$0,60 \text{ m/s} < V < 1,0 \text{ m/s}$$

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,000231481}{\Pi \cdot 0,6}} = 0,022 \text{ m} = 22,17 \text{ mm} \therefore D = 25 \text{ mm}$$

NOTAS:

1. adotou-se a hipótese mais desfavorável : baixa velocidade na rede, na qual $v = 0,6 \text{ m/s}$. Caso adotado $v = 0,7 \text{ m/s}$, teríamos $D = 20,52 \text{ mm} \rightarrow D = 20 \text{ mm}$;
2. o diâmetro calculado é o diâmetro útil podendo apresentar pequena variação, em função da faixa de velocidade adotada. Deve-se, então, adotar o diâmetro imediatamente superior, ou seja arredonda-se “para cima”, isto é $D = 25 \text{ mm}$;
3. a maioria das concessionárias adota o diâmetro 25 mm (3/4”) para residências;
4. por intermédio do ábaco de perda de carga (item a ser visto mais adiante, ainda neste capítulo), também pode ser calculado o diâmetro de alimentação, visto ser conhecida a vazão e fixada a velocidade, podendo-se extrair do ábaco o diâmetro correspondente;
5. algumas concessionárias adotam tabelas, em função do número de usuários, o que, na prática, representa o mesmo critério;
6. deve-se consultar a concessionária para se estabelecer o diâmetro (D) do ramal predial;
7. O diâmetro calculado é o diâmetro mínimo. A determinação deste diâmetro é importante em razão do tempo de enchimento do reservatório, pois, se mal calculado, pode provocar uma grande demora no enchimento dos reservatórios (seja inferior ou superior); a consequente morosidade na reposição do suprimento de água gasta em horários de pico pode provocar o colapso do sistema. Admite-se que o enchimento de reservatórios domiciliares, de pequenas dimensões, deve ser inferior a 1 hora e para os grandes reservatórios, este tempo pode demorar bem mais, chegando a 5 ou 6 horas.

1.5.3 Hidrômetro*

As concessionárias adotam tabelas para adoção do tipo de hidrômetro, em função da vazão prevista, como a mostrada a seguir.

TABELA DE RAMAIS PREDIAIS E HIDRÔMETROS E ABRIGOS				
Ramal predial diâmetro D (mm)	Hidrômetro		Cavalete diâmetro D (mm)	Abrigo dimensões: altura, largura e profundidade (m)
	consumo provável (m³/dia)	vazão característica (m³/hora)		
20	5	3	20	0,85 × 0,65 × 0,30
25	8	5	25	0,85 × 0,65 × 0,30
25	16	10	32	0,85 × 0,65 × 0,30
25	30	20	40	0,85 × 0,65 × 0,30
50	50	30	50	2,00 × 0,90 × 0,40

1.5.4 Alimentador predial

- O dimensionamento é automático, adotando-se o valor calculado para o ramal predial.
- No caso do sistema de abastecimento direto, o alimentador predial tem também a função de sistema de distribuição, devendo ser calculado como barrilete, cujo cálculo será visto mais à frente.
- No caso de alimentação por poço, a alimentação dependerá apenas da vazão da bomba do poço, a qual deve ser verificada.

1.5.5 Reservatórios

- A reservação (R_T) deve ser maior que o consumo diário (C_d): $R_T > C_d$.
- Na prática, para edificações convencionais, adota-se uma reservação para um período de um dia (24 horas), admitindo-se uma interrupção no abastecimento por este período.
- O reservatório mínimo previsto pela normas, para residências unifamiliares:

$$R_{\min} = 500 \text{ L.}$$
- A reserva total deve ser menor que o triplo do consumo diário, evitando-se a reservação de grandes volumes: $R_T < 3 C_d$.
- Portanto: $C_d < R_T < 3 C_d$.

* O hidrômetro, na linguagem técnica de engenharia de medição, é um totalizador de volume, assim como o odômetro de carro é um totalizador de quilometragem.

- Adotando-se a reservação total mínima como: $R_T = 2 \times C_d$.
- Distribuição da reservação:
 - a) havendo somente um reservatório, este deverá estar em nível superior e, logicamente, conterá toda a reservação necessária;
 - b) havendo reservatório inferior e superior: a indicação prática para os casos usuais, recomenda 40% do volume total no reservatório superior e 60% no inferior. Esta indicação visa economia, pois o reservatório superior, de locação mais complexa e onerosa, fica menor, bem como vai se utilizar o sistema de recalque numa faixa otimizada de funcionamento (número de horas da bomba funcionando). Deve-se ter em mente, sempre, a capacidade de alimentação do reservatório superior pela rede pública ou pela instalação elevatória, itens estes decisivos na garantia da continuidade do sistema.

Reservas adicionais

- a) reserva para combate a incêndios – R_{INC} é função das características do prédio e das NB 13714/96 – Instalações Prediais de Combate a Incêndios sob Comando, por hidrante e mangotinhos e Normas do Corpo de Bombeiros. Por fugir ao escopo deste trabalho, não serão detalhadas as reservas necessárias para cada caso, mas é conveniente lembrar sua extrema importância para a determinação da reservação total (R_T). A sua localização depende do tipo de sistema de combate a incêndio adotado (sprinklers, hidrantes etc.), podendo se localizar no reservatório inferior, no superior ou em ambos. Note-se que os volumes destinados a esta finalidade são grandes e não devem ser menosprezados;
- b) reserva para o eventual sistema de ar-condicionado: R_{AC} – é função do projeto de ar-condicionado e deve ser verificada junto ao projetista deste sistema

Exemplo:

Consumo diário: $C_d = 10.000$ litros

A reservação total mínima

$$R_T = 2 \times C_d = 2 \times 10.000 \text{ litros} = 20.000 \text{ litros}$$

1.5.5.1 Reservatórios superiores

- O reservatório superior: $R_s = 0,4 R_T$ – para reservatórios comuns.
- Os reservatórios superiores, alimentados pela instalação elevatória ou diretamente pelo alimentador predial, atuam como reguladores de distribuição, devendo ter capacidade adequada para esta finalidade (alimentação sempre capaz de suportar a vazão fornecida).
- Para seu dimensionamento devem ser consideradas as vazões de projeto:
 - a) vazão de dimensionamento da instalação elevatória;
 - b) vazão de dimensionamento do barrilete e colunas de distribuição.

Exemplo:

$$R_s = 0,40 R_T (+ R_{INC} + R_{AC})$$

$$R_s = 0,40 \times 20.000 (+ R_{INC} + R_{AC}) = 8.000 (+ R_{INC} + R_{AC})$$

1.5.5.2 Reservatórios inferiores

$R_I = R_T - R_s$ ou da recomendação prática, $R_I = 0,60 R_T$

Exemplo:

$$R_I = 0,60 R_T (+ R_{INC} + R_{AC})$$

$$R_I = 0,60 \times 20.000 (+ R_{INC} + R_{AC}) = 12.000 (+ R_{INC} + R_{AC})$$

1.5.5.3 Complementos

Tubulação de limpeza: D_{limp}

- a vazão de dimensionamento desta tubulação é função direta do tempo requerido para esvaziamento da câmara ou do reservatório completo, em função do esquema de operação da instalações, sendo que raramente existe necessidade de consideração de tempo de esvaziamento na limpeza. Nos casos usuais, adota-se como diâmetro mínimo 32 mm, o que atende às necessidades.
- deve-se evitar diâmetros menores, pois o lodo acumulado no fundo pode, eventualmente, entupir a tubulação.

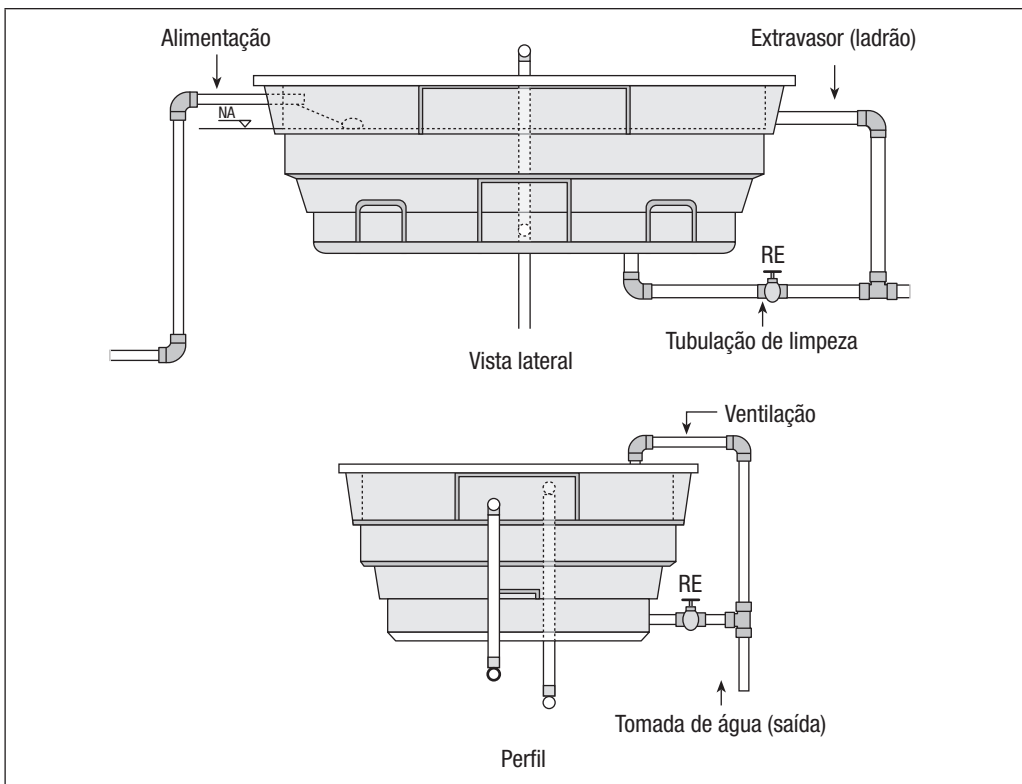


FIGURA 1.31 Extravasor (ladrão).

Tubulação do extravasor: D_{ext}

- o diâmetro do extravasor, a rigor, deve ser calculado em função da vazão de alimentação e das perdas de carga no trecho de deságue, mas isto somente se efetua para grandes reservatórios. Normalmente, adota-se um diâmetro superior ao diâmetro do alimentador predial. No caso do reservatório superior, após o cálculo da tubulação de recalque, o que será visto mais à frente, adota-se, da mesma maneira, um diâmetro superior para o extravasor.
- a tubulação do aviso, dada a sua finalidade, não necessita ter o mesmo diâmetro do extravasor, podendo ter um diâmetro menor, mas nunca inferior a 20 mm;
- reservatório inferior $D_{\text{ext}} > D_{\text{alim}}$.
- reservatório superior $D_{\text{ext}} > D_{\text{rec}}$.

Torneira de boia (ou dispositivo similar)

- definida a partir de catálogos de fabricantes, em função da faixa de pressão a que estiver submetida.

1.5.6 Tubulações

1.5.6.1 Generalidades

As tubulações da rede de água fria trabalham como condutos forçados, razão pela qual é necessário se dimensionar e caracterizar os quatro parâmetros hidráulicos, a saber:

vazão (Q),
velocidade (v),
perda de carga (h) e a
pressão (p)

Para a determinação destas variáveis, conta-se com as fórmulas básicas da hidráulica, materializadas em ábacos convenientes para facilitar os cálculos.

A vazão (Q) é um dado estabelecido, *a priori*, em função dos consumos dos diversos pontos de utilização e a outra variável adotada é a velocidade, fixada no valor máximo de 3,0 m/s, visando minorar os ruídos nas tubulações e sobrepressões (golpes de aríete).

A partir destes dois dados, por intermédio dos ábacos, obtêm-se os outros dois dados, a perda de carga (h) e o respectivo diâmetro (D) mais adequados, ambos necessários para a complementação do projeto.

De posse destes dados, verifica-se a pressão mínima nos diversos pontos de utilização e nas peças, bem como a pressão máxima nas referidas peças e na própria tubulação. No caso de instalações elevatórias, além dos parâmetros acima incorporar-se um fator econômico e outro operacional, o que pode ser visto no dimensionamento específico no Capítulo 5 – Sistemas Elevatórios.

Toda a instalação de água fria deve ser calculada trecho a trecho, visando economia e racionalização e de acordo com as unidades de medida e com a Tabela Parâmetros Hidráulicos de Escoamento da NBR 5626/98.

Para um dimensionamento mais adequado e facilitar eventuais alterações, recomenda-se a utilização de uma Planilha de Cálculo, como será visto no Cálculo das Pressões.

PARÂMETROS HIDRÁULICOS DO ESCOAMENTO		
Parâmetro	Unidades	Símbolo
Vazão	Litros por segundo	L/s
	Metros cúbicos por hora	m³/ h
Velocidade	Metros por segundo	m/s
Perda de carga unitária	Metro de coluna d'água por metro	mca/m
Perda de carga total	Metro de coluna d'água	mca
	Quilopascal	kPa
Pressão	Quilopascal	kPa

Observação: 1 kgf/cm² = 10 mca = 100 kPa = 0,1 MPa

1.5.6.2 Pressões

As definições básicas de pressão, pressão estática (sem escoamento) e pressão dinâmica (com escoamento) podem ser vistas no Anexo 2 – Esclarecendo Questões de Hidráulica.

A rede de distribuição de água fria deve ter em qualquer dos seus pontos:

Pressão estática máxima: 400 kPa (40 mca)

Pressão dinâmica mínima: 5 kPa (0,5 mca)

O valor mínimo de 5 kPa (0,5 mca) da pressão dinâmica tem por objetivo fazer que o ponto crítico da rede de distribuição (via de regra o ponto de ligação do barrilete com a coluna) tenha sempre uma pressão positiva. Quanto à pressão estática, a mesma não pode ser superior a 400 kPa (40 mca) em nenhum ponto da rede. Esta precaução é tomada visando limitar a pressão e a velocidade da água em função de: ruído, golpe de aríete, manutenção e limite de pressão nas tubulações e nos aparelhos de consumo. Desta maneira, não se deve ter mais de 13 pavimentos convencionais (pé-direito de 3,00 m × 13 = 39,0 m), abastecidos diretamente pelo reservatório superior, sem a devida proteção do sistema.

A NBR 5626/98 determina pressão mínima de 5 kPa (0,5 mH₂O) (0,5 mca) em qualquer ponto da rede.

Eventuais sobrepressões devidas, por exemplo, ao fechamento de válvula de descarga, podem ser admitidas desde que não superem 200 kPa (20 mca).

Por conseguinte, admitindo-se uma situação-limite, com pressão estática máxima de 400 kPa (40 mca), havendo a sobrepressão de fechamento de válvula de descarga, também em seu limite máximo, 200 kPa (20 mca), teremos um total máximo de 600 kPa (60 mca), inferior ao valor máximo da pressão para tubulações prediais de água fria exigida pela NBR 5648/99, igual a 750 kPa (75 mca).

NOTA: Este conceito de pressão máxima é de suma importância para o correto dimensionamento das tubulações. Note que a utilização de tubulações fora de norma e/ou a utilização de fornecedores desconhecidos coloca em risco a sua instalação. Observe, também, que o conceito de pressão máxima independe do tipo de tubulação a ser empregado. A utilização de tubos galvanizados ou de cobre, sob a premissa de serem “mais fortes” e, portanto, “resistentes a maiores pressões”, não tem sentido prático, pois todas as tubulações, independentemente do seu material, devem obedecer ao mesmo limite máximo de pressão.

As pressões dinâmicas dos pontos de utilização podem ser vistas em Tabela, no item cálculo das pressões.

As pressões limites (mínimas e máximas), devem ser verificadas nos pontos mais desfavoráveis, como será visto no cálculo das pressões.

Golpe de aríete

Ao se acionar ou se desligar uma instalação hidráulica podem ocorrer golpes de aríete, causando danos, tanto um aumento de pressão, como uma queda de pressão.

Nos sistemas elevatórios, quando o bombeamento para, a água que está subindo, em razão do impulso da bomba, perde este impulso e chega até um certo nível da tubulação de recalque. A partir daí, ela retorna e nesta volta sofre um impacto com as peças do sistema, inclusive um impacto com a bomba que está ainda parando de girar. Ocorre por centésimos de segundos um aumento de pressão. Este aumento de pressão chama-se golpe de aríete.

Isto acontece, principalmente, nas válvulas de descarga das instalações prediais e é caracterizado por um ruído característico, muito audível, principalmente à noite, quando o silêncio no ambiente é maior. Podem ocorrer, também, em quedas de pressão, quando o bombeamento para e trechos de tubulação podem ficar com pressões negativas.

Para se minimizar o golpe de aríete:

- usar válvulas de descarga com dispositivo antigolpe de aríete nas quais o golpe de aríete é bastante minimizado,
- em instalações elevatórias, usar válvula de retenção na tubulação de recalque para ajudar a amortecer o golpe de aríete, pois a válvula absorve boa parte da energia que é por ele liberado.

NOTA: considerar sempre a possibilidade de uso de caixa de descarga (exposta ou embutida), aparelhos estes que proporcionam reduzido golpe de aríete.

1.5.6.3 Velocidades

Não há, nos critérios de projeto, fixação de velocidades mínimas, mas a velocidade máxima numa tubulação não deve exceder a fórmula abaixo e nem a 3,0 m/s. Esta velocidade máxima tem por finalidade limitar o ruído nas tubulações, especialmente nos locais onde o ruído possa perturbar as atividades do imóvel ou o repouso dos usuários, como no caso de hospitais, hotéis, residências e prédios de apartamento.

Paralelamente a isto, há o problema do golpe de aríete, que também é minorado pela limitação da velocidade.

$$V = 14 \sqrt{D}$$

V = velocidade em m/s

D = diâmetro nominal, em m.

VELOCIDADES E VAZÕES MÁXIMAS		
Diâmetro DN (mm)	Velocidade máxima (m/s)	Vazão máxima (L/s)
20	1,98	0,62
25	2,21	1,08
32	2,50	2,01
40	2,80	3,51
50	3,00	5,89
60	3,00	8,48
75	3,00	13,25
85	3,00	17,02
110	3,00	28,51

1.5.6.4 Vazões

A vazão em toda a rede de água fria deve ser tal que atenda às condições mínimas estabelecidas no projeto, evitando que o uso simultâneo de peças de utilização possa acarretar desconforto para o usuário.

A determinação de uma vazão mínima de projeto somente é exigida para um bom funcionamento das peças de utilização e, conseqüentemente, para os sub-ramais, como se pode ver em Tabela junto ao respectivo cálculo.

1.5.6.5 Diâmetros

Os diâmetros utilizados são os comerciais, não se recomendando a diminuição do diâmetro (redução) no sentido inverso ao seu fluxo, ou, o que é o mesmo, uma ampliação no sentido de seu fluxo. Os sub-ramais devem atender a diâmetros mínimos, indicados na Tabela, a seguir:

DIÂMETROS USUAIS	
Aparelho	Diâmetro (mm)
Aquecedor	20
Bacia sanitária	15
Bacia sanitária com válvula de descarga	40
Bebedouro	15
Chuveiro	15
Lavatório	15
Máquina de lavar roupa	20
Máquina de lavar prato	20
Pia de cozinha	15
Tanque de lavar roupa	20

1.5.6.6 Perdas de carga

Como se pode verificar no Anexo A2 – Esclarecendo questões de Hidráulica - a água, ao se deslocar pela tubulação, perde energia ao longo de seu percurso. Isto deno-mina-se perda de carga, as quais podem ser subdivididas em duas partes:

- a) Perdas distribuídas: perda de carga ao longo da tubulação por atrito da água com a mesma. Estas perdas são obtidas por intermédio de ábacos, todos eles provenientes de experiência de laboratório, os quais podem ser utilizados nos cálculos da perda de carga. Neste trabalho iremos utilizar o ábaco de Flamant, com sua respectiva fórmula, visto ser o mais apropriado para tubulações em PVC.
- b) Perdas localizadas: perdas pontuais, ocorridas nas conexões, registros etc., pela ele-vação da turbulência nestes locais. Existe a Tabela de Perda de Carga Localizada, da NBR 5626/98, que fornece as perdas localizadas, diretamente em “comprimento equivalente de canalização”. A simples observação destas Tabelas de Perda de Carga Localizadas permite visualizar perfeitamente o conceito de perda localizada.

O somatório das duas parcelas de perda de carga fornece a perda de carga total no trecho considerado.

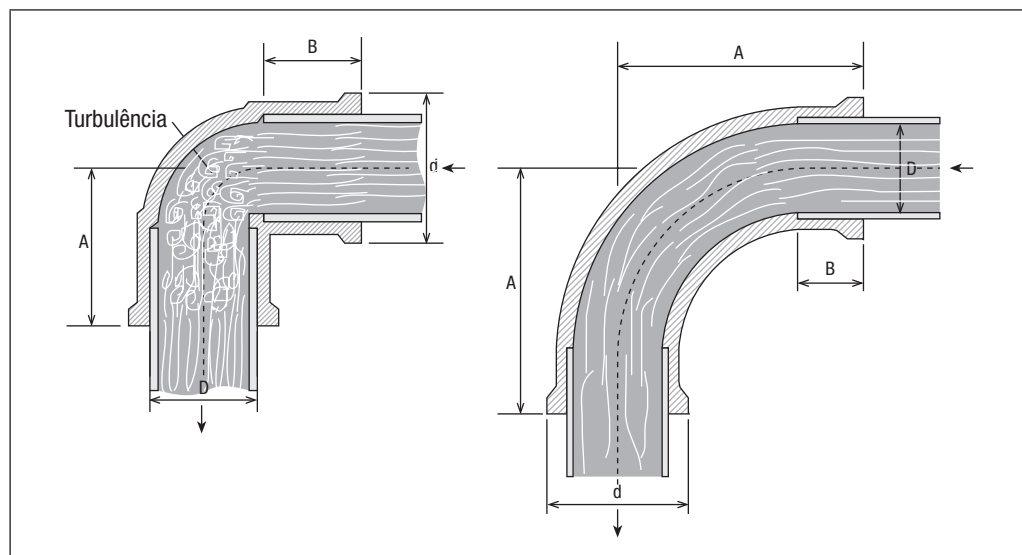


FIGURA 1.32 Turbulências em conexões, em função da qualidade da conexão.

Exemplo:

Seja a tubulação em PVC com 11 metros de comprimento conforme desenho e com os seguintes parâmetros:

$$Q = 0,95 \text{ L/s.}$$

$$D = 40 \text{ mm}$$

RG = registro de gaveta

Joelho de 90°

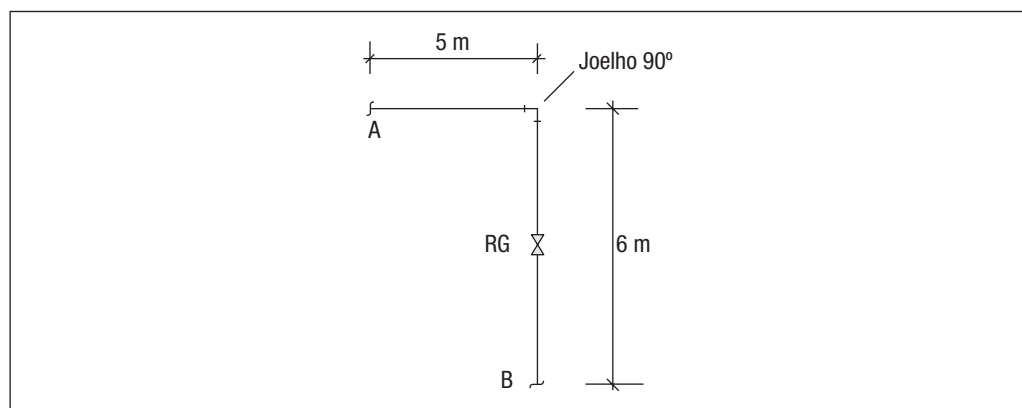


FIGURA 1.33 Exemplo.

Perdas de carga distribuídas:

$$Q = 0,95 \text{ L/s} \rightarrow \text{pelo ábaco de Flamant} \rightarrow J = 50 \text{ m/1.000 m e } V = 1,2 \text{ m/s}$$

$$D = 40 \text{ mm}$$

Seja $L_{\text{trecho A-B}}$ o comprimento total $\rightarrow L_{\text{trecho A-B}} = 5 + 6 = 11 \text{ m.}$

$$J_{\text{real}} = J \times L = 0,05 \times 11,0 = 0,55 \text{ mca}$$

Perdas de carga localizadas: da Tabela de Comprimentos Equivalentes (L_{eq})

$$\text{joelho } 90^\circ: 40 \text{ mm} = 2,0 \text{ m}$$

$$\text{registro de gaveta: } 40 \text{ mm} = 0,4 \text{ m}$$

$$\text{perda total} = 2,4 \text{ m}$$

$$J_{\text{localizada}} = J \times L_{eq} = 0,05 \times 2,4 = 0,12 \text{ mca}$$

$$J_{\text{total}} = J_{\text{trecho A-B}} + J_{\text{localizada}} = 0,55 + 0,12 = 0,67 \text{ mca}$$

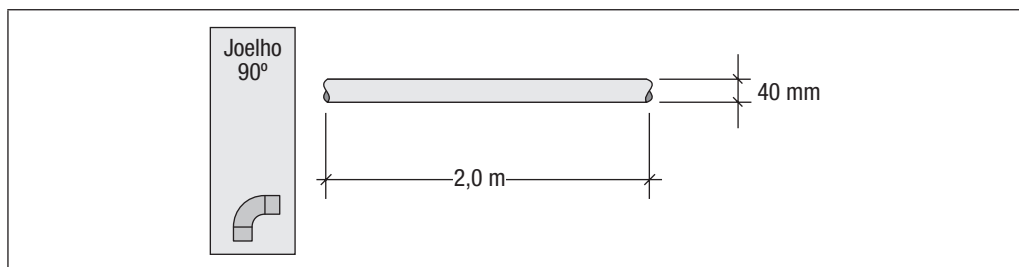


FIGURA 1.34 Joelho de 90°, equivalente a 2,0 m de tubulação (40 mm).

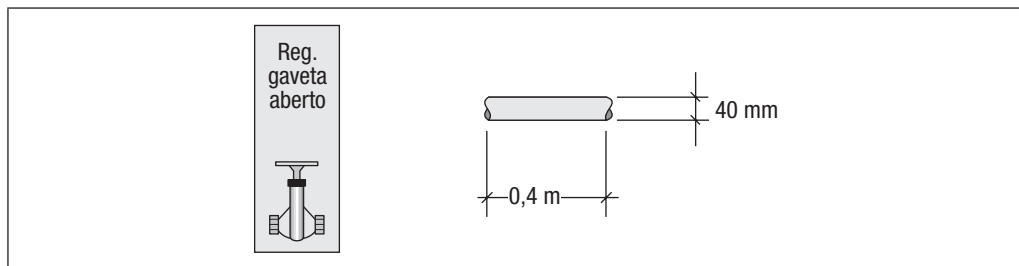


FIGURA 1.35 Registro de gaveta aberto equivalente a 0,4 m de tubulação (40 mm).

NOTAS:

- 1 Alerta-se para a eventual utilização de outros ábacos, os quais devem ser previamente analisados quanto ao tipo de material a que se destinam, à faixa de diâmetros indicados, ao tipo de diâmetro obtido (nominal ou útil), bem como a possíveis correções (fator de utilização), em função do tipo e idade do material, para se precaver de distorções nos valores encontrados.
- 2 Pelo ábaco, pode-se observar que a perda distribuída diminui, mantendo-se a vazão Q e aumentando-se o diâmetro D , o que também pode se notar pelas fórmulas que originaram os ábacos;
- 3 As conexões de ângulo menor têm perda menor do que as de ângulo mais pronunciado. Por exemplo, para $D = 25 \text{ mm}$, o joelho de 45° tem perda de 0,5 m, perda esta que se eleva para 1,2 m, no joelho de 90° .

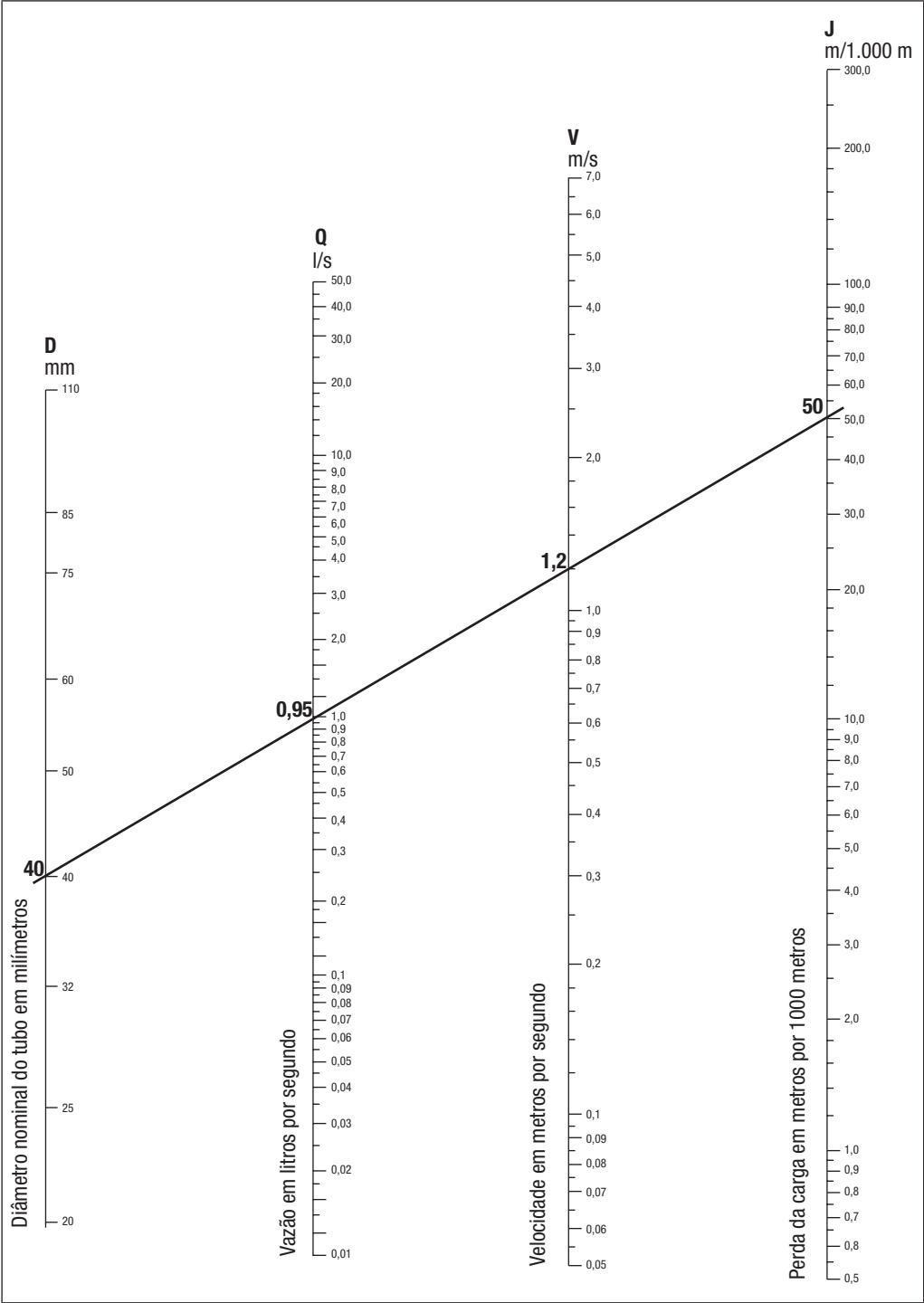


















FIGURA 1.36 Ábaco de Flamant.

NOTA: a coluna de perdas de carga (J) está em m/1.000 e os cálculos são efetuados em m/m

COMPRIMENTOS EQUIVALENTES EM METROS DE CANALIZAÇÃO DE PVC RÍGIDO									
diâmetros									
DN mm		20	25	32	40	50	60	75	110
Ref. pol.		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	4
Joelho 90°		1,1	1,2	1,5	2,0	3,2	3,4	3,7	4,3
Joelho 45°		0,4	0,5	0,7	1,0	1,0	1,3	1,7	1,9
Curva 90°		0,4	0,5	0,6	0,7	1,2	1,3	1,4	1,6
Curva 45°		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
TE 90° passagem direta		0,7	0,8	0,9	1,5	2,2	2,3	2,4	2,6
TE 90° saída de lado		2,3	2,4	3,1	4,6	7,3	7,6	7,8	8,3
TE 90° saída bilateral		2,3	2,4	3,1	4,6	7,3	7,6	7,8	8,3
Entrada normal		0,3	0,4	0,5	0,6	1,0	1,5	1,6	2,2
Entrada de borda		0,9	1,0	1,2	1,8	2,3	2,8	3,3	4,0
Saída de canaliza- ção		0,8	0,9	1,3	1,4	3,2	3,3	3,5	3,9
Válvula de pé e crivo		8,1	9,5	13,3	15,5	18,3	23,7	25,0	28,6
Válvula retenção tipo leve		2,5	2,7	3,8	4,9	6,8	7,1	8,2	10,4
Válvula retenção pesado		3,6	4,1	5,8	7,4	9,1	10,8	12,5	16,0
Registro globo aberto		11,1	11,4	15,0	22,0	35,8	37,9	38,0	42,3
Registro gaveta aberto		0,1	0,2	0,3	0,4	0,7	0,8	0,9	1,0
Registro ângulo aberto		5,9	6,1	8,4	10,5	17,0	18,5	19,0	22,1

1.5.7 Sub-ramal

Cada peça de utilização (torneira, válvula etc.) tem o seu sub-ramal com um diâmetro mínimo, predeterminado em função de ensaios laboratoriais (conforme Tabela de Diâmetros Mínimos) ou, em casos especiais de equipamentos de laboratórios, indústrias, lavanderias, hospitais etc., fornecidos pelos fabricantes.

Cada peça necessita de uma pressão mínima de serviço para funcionar, bem como, somente pode suportar pressões dinâmicas e estáticas até o limite definido nas Tabelas constantes no cálculo de pressões.

DIÂMETROS MÍNIMOS DOS SUB-RAMAI		
Peças de utilização	Diâmetro	
	DN (mm)	ref. (pol.)
Aquecedor de alta pressão	20	1/2
Aquecedor de baixa pressão	25	3/4
Banheira	20	1/2
Bebedouro	20	1/2
Bidê	20	1/2
Caixa de descarga	20	1/2
Chuveiro	20	1/2
Filtro de pressão	20	1/2
Lavatório	20	1/2
Máquina de lavar pratos ou roupas	25	3/4
Mictório autoaspirante	32	1
Mictório não aspirante	20	1/2
Pia de cozinha	20	1/2
Tanque de despejo ou de lavar roupas	25	3/4
Válvula de descarga	40*	1 1/4

* Quando a pressão estática de alimentação for inferior a 30 kPa (3 mca), recomenda-se instalar a válvula de descarga em sub-ramal com diâmetro nominal de 50 mm (1 1/2”).

1.5.8 Ramal

Recomendações :

- inicialmente, desenvolver os ramais visando atender aos pontos de utilização;
- o dimensionamento dos ramais, por razões econômicas, deve ser feito trecho a trecho.

NOTAS:

- O posicionamento do registro de gaveta deve ser a montante do primeiro sub-ramal, de modo a isolar todo o ramal quando de manutenções.
- Em caso de aparelhos passíveis de sofrer retrossifonagem (refluxo ou pressão negativa), a tomada de água do sub-ramal deve ser feita em um ponto da coluna a 0,40 m, no mínimo acima da borda de transbordamento deste aparelho.
- É necessário definir ramais específicos para cada pavimento, mesmo em sobrados, evitando-se ligar pavimentos diferentes, para não ocorrerem problemas de transposição de elementos estruturais.
- Evitar ramais longos, os quais causam problemas de transposição de elementos estruturais (pilares, vigas etc.) e esquadrias, devendo-se adotar colunas adicionais.
- Não ligar válvulas de descarga no mesmo ramal que abastece outras peças de utilização, para evitar eventuais interferências quando da utilização simultânea, já que a vazão da válvula é bem maior que a dos demais aparelhos. No caso de haver válvula e chuveiro no mesmo ramal, bem como se existir sistema de água quente, pode ocorrer, quando do acionamento da válvula, uma diminuição da vazão de água fria e um desbalanceamento do sistema, saindo mais água quente que fria, por alguns instantes, causando desconforto aos usuários.
- As modernas válvulas de descarga já possuem registro próprio, em seu corpo, para sua regulação e manutenção, eliminando o registro na linha (sub-ramal).

O dimensionamento pode ser efetuado a partir de duas hipóteses:**1.^a) consumo simultâneo (consumo máximo possível)**

Ocorre em locais onde a utilização de peças é simultânea, em razão de horários específicos como, por exemplo, nos quartéis, escolas, estabelecimentos industriais, os quais, no momento de sua maior utilização, têm todos os pontos funcionando ao mesmo tempo, particularmente os lavatórios e chuveiros. Também nesta situação se encontram os sanitários de postos de gasolina ao longo de rodovias, local de parada de ônibus, que, nos horários de pico, têm uma total ou quase total simultaneidade de uso.

Dimensionamento:

- utiliza-se como referência a tubulação de 20 mm ($\frac{1}{2}$ "), a partir da qual todos os demais diâmetros são referidos, apresentando-se com seções equivalentes;
- adota-se os diâmetros mínimos dos sub-ramais a partir da Tabela de Diâmetros Mínimos dos Sub-ramais;
- somam-se as seções equivalentes ao longo dos trechos considerados, obtendo-se as seções equivalentes de cada trecho, usando-se a Tabela de Seções Equivalentes;
- determinam-se os diâmetros dos sub-ramais a partir da Tabela de Seções Equivalentes.

SEÇÕES EQUIVALENTES		
Diâmetros em polegadas	Diâmetros DN (mm)	Número de tubos de 20 mm, com a mesma capacidade
1/2	20	1
3/4	25	2,9
1	32	6,2
1 1/4	40	10,9
1 1/2	50	17,4
2	60	37,8
2 1/2	75	65,5
3	85	110,5
4	110	189

Exemplo:

Seja o sanitário abaixo, com quatro chuveiros e seis lavatórios.

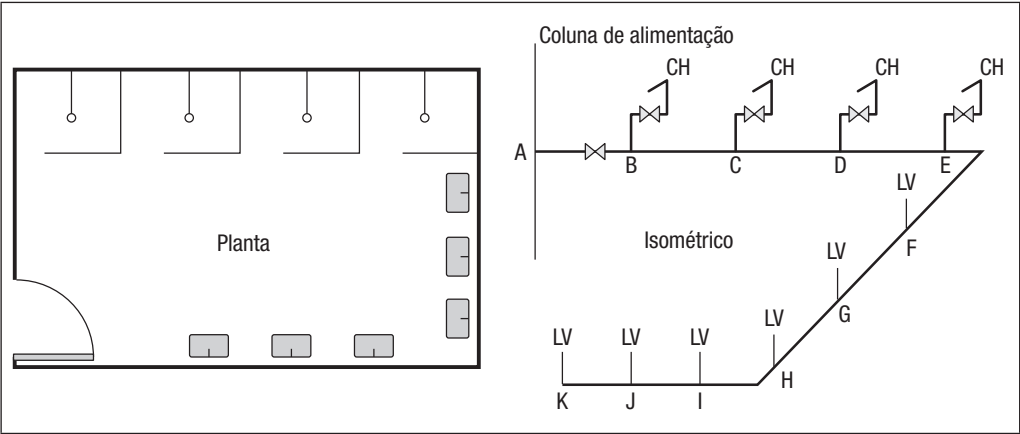


FIGURA 1.37 Exemplo de sanitário.

- 1 - Desenha-se o isométrico, denomina-se cada um de seus trechos, um para cada aparelho ou peça de utilização, por exemplo por letras;
- 2 - Elabora-se uma Tabela de Cálculo com os trechos na primeira coluna, iniciando-se a partir dos trechos mais distantes do ponto de alimentação (coluna de alimentação). Usando-se a Tabela de Diâmetros Mínimos dos Sub-ramais, determina-se o diâmetro mínimo de cada sub-ramal, no caso 20 mm para os chuveiros e, também, 20 mm para os lavatórios. A seguir, na segunda coluna, usando-se a Tabela Seções

Equivalentes, anota-se a seção equivalente de cada trecho. No caso de lavatórios e chuveiros com DN 20, a seção equivalente é 1. Somam-se as seções equivalentes, isto é o número de tubos de 20 mm equivalentes, determinando-se as seções acumuladas para cada trecho, na terceira coluna. Por fim, determinam-se os diâmetros para cada trecho, na quarta coluna, com base na Tabela de Seções Equivalentes.

CÁLCULO DE SEÇÕES EQUIVALENTES			
Trecho	Seção equivalente	Seção acumulada	Diâmetro DN (mm)
K — J	1	1	20
J — I	1	2	25
I — H	1	3	32
H — G	1	4	32
G — F	1	5	32
F — E	1	6	32
E — D	1	7	40
D — C	1	8	40
C — B	1	9	40
B — A	1	10	40

2.^a) consumo simultâneo provável (consumo máximo provável)

O funcionamento simultâneo de peças, salvo nos casos da primeira hipótese é pouco provável. Note-se que num sanitário convencional, de residência, por exemplo, com vários pontos de água, pode eventualmente ocorrer a utilização da válvula de descarga com o lavatório (ou o chuveiro) também em uso, mas todos, simultaneamente, não é provável que venha a ocorrer. O método a seguir utilizado é o preconizado pela NBR 5626/98 e baseado no cálculo de probabilidades, bem como na análise prática de instalações sanitárias com funcionamento satisfatório. Convencionou-se adotar “pesos” para as diversas peças de utilização, fornecidos pela Tabela de Pesos das Peças de Utilização. As vazões também podem ser obtidas a partir da fórmula a seguir apresentada:

$$Q = Cx \sqrt{\Sigma P}$$

Q = vazão, em L/s

C = coeficiente de descarga = 0,30 L/s

P = soma dos pesos das peças do trecho analisado

Observação: O coeficiente de descarga C = 0,30 é utilizado em L/s para se ter a vazão nesta unidade.

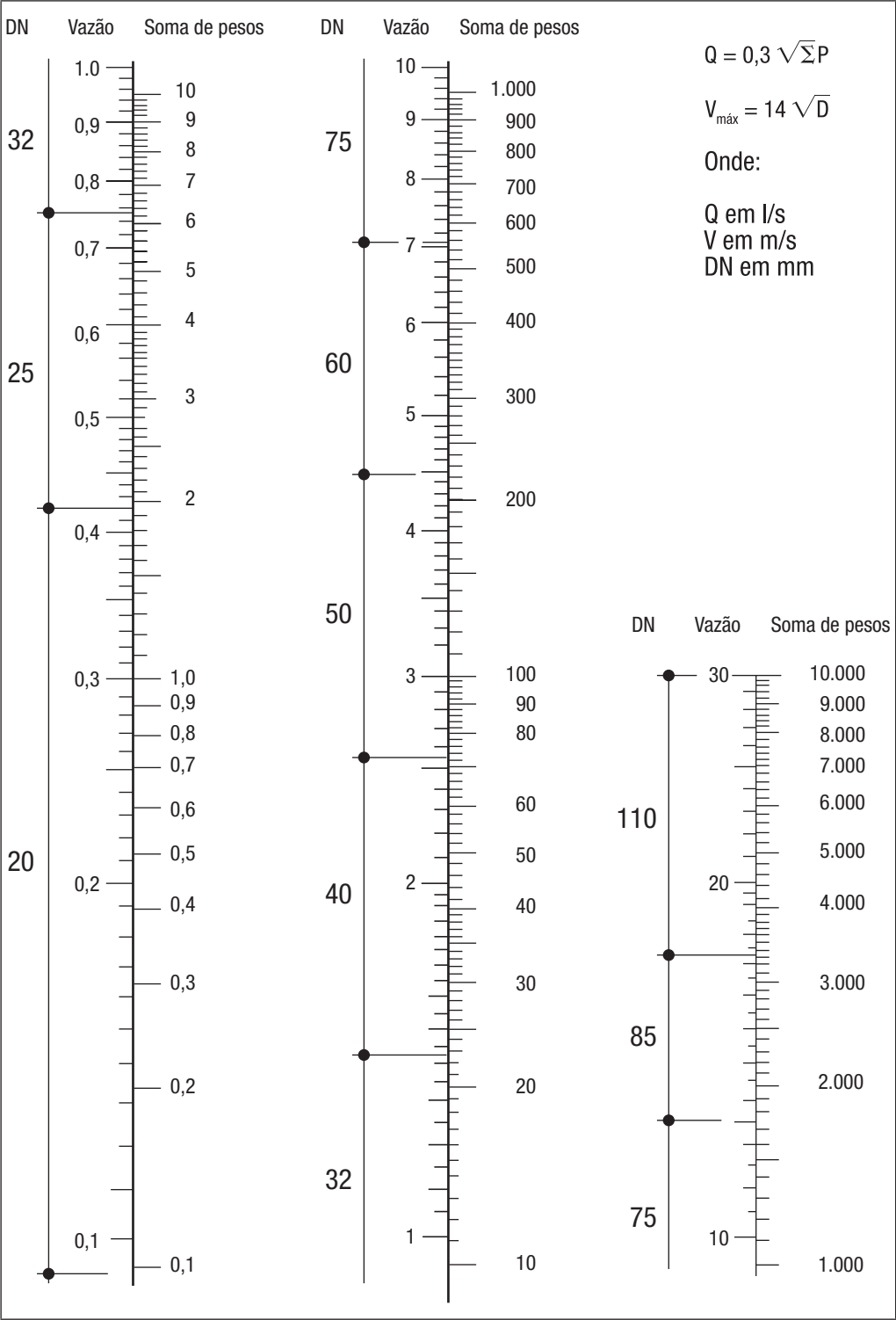


FIGURA 1.38 Nomograma de pesos, vazões e diâmetros.

Dimensionamento:

- obtêm-se os “pesos” na Tabela de Pesos das Peças de Utilização.
- somam-se os “pesos” das diversas peças e obtêm-se os “pesos” dos trechos correspondentes.
- utiliza-se o Nomograma de Pesos, Vazões e Diâmetros, apresentado a seguir, o qual mostra a correlação entre os pesos e as vazões prováveis, de modo gráfico, bem como os diâmetros correspondentes, facilitando e agilizando as suas determinações, obtendo-se facilmente os diâmetros e vazões. Observe-se que este nomograma já levou em consideração a velocidade máxima admitida pela Norma.

NOTAS:

- 1 A eventual utilização de outro método deve ser convenientemente justificada no Memorial de Cálculo.
- 2 No caso de instalações diferenciadas, com demandas especiais, estas devem ser convenientemente analisadas, de modo a serem caracterizadas com maior precisão.
- 3 Ressalte-se que apenas os pesos, e somente estes, são somados, nunca as vazões. A vazão correspondente é obtida somente após a determinação do peso do trecho.

Seja o sanitário abaixo, já desenhado com seu isométrico. Divide-se em trechos e diminui-se cada um de seus trechos, um para cada aparelho ou peça de utilização, por exemplo, por letras.

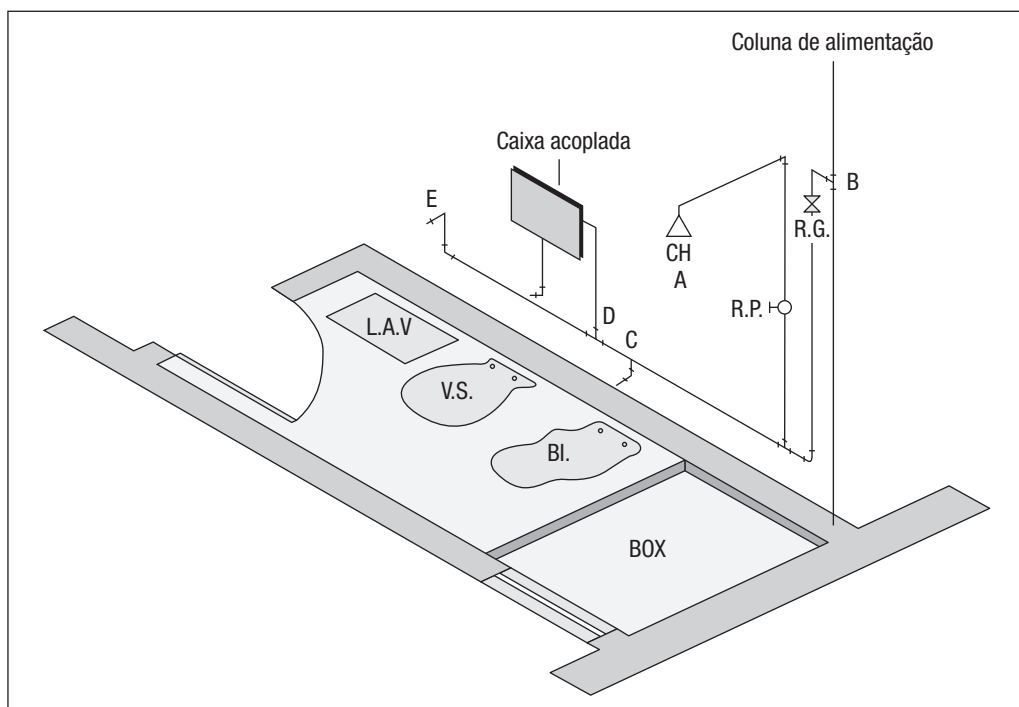


FIGURA 1.39 Planta de sanitário com isométrico aplicado.

- 1
- Elabora-se tabela com os respectivos trechos (coluna 1), partindo do trecho mais distante da coluna de alimentação, e pesos (coluna 2), usando-se a Tabela de Pesos das Peças de Utilização. O trecho ED, com lavatório tem peso 0,3; o trecho DC com caixa acoplada, tem peso 0,3; o trecho CB, com bidê, tem peso 0,1 e o trecho BA, com chuveiro, tem peso 0,4.
- 2
- Somam-se estes pesos, obtendo-se os pesos acumulados, na coluna 3. A partir desta soma, utilizando-se o Nomograma de Pesos, Vazões e Diâmetros, o qual apresenta os diâmetros em função dos pesos, obtêm-se os diâmetros, trecho a trecho.

Trecho	Pesos	Peso acumulado	Diâmetro DN (mm)
E — D	0,3	0,3	20
D — C	0,3	0,6	20
C — B	0,1	0,7	20
B — A	0,4	1,1	20

PESOS DAS PEÇAS DE UTILIZAÇÃO				
Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto L/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	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 ^(*)	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

(*) por metro de calha

Apenas a título de comparação com o método do consumo simultâneo, caso se calculasse o mesmo sanitário exemplificado anteriormente (6 lavatórios e 4 chuveiros), utilizando-se o método do consumo provável, teríamos a tabela abaixo, logicamente com diâmetros inferiores, pois se considerou a probabilidade de uso, com vazões inferiores.

MÉTODO DO CONSUMO PROVÁVEL		
Trecho	Pesos	Diâmetro DN (mm)
K — J	0,3	20
J — I	0,6	20
I — H	0,9	20
H — G	1,2	25
G — F	1,5	25
F — E	1,8	25
E — D	2,2	25
D — C	2,6	25
C — B	3,0	25
B — A	3,4	25

1.5.9 Coluna

- o dimensionamento é efetuado da mesma maneira como para os ramais, trecho a trecho, pelo somatório de pesos;
- desenha-se esquematicamente a coluna, colocando-se as cotas e os ramais que derivam da mesma;
- efetua-se a sequência de cálculo dos pesos, vazões e determina-se o diâmetro.

NOTAS:

- 1 Cada coluna deverá conter um registro de gaveta posicionado a montante do primeiro ramal.
- 2 Usar coluna específica para válvulas de descarga, tanto por segurança contra refluxo como para evitar interferências com os demais pontos de utilização. Em particular, 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 fatalmente acabará por danificar o aquecedor.
- 3 Ventilação:
 - a) a coluna que abastece aparelhos passíveis de retrossifonagem (pressão negativa ou refluxo), como as válvulas de descarga, deve ter ventilação própria;
 - b) a coluna de ventilação terá diâmetro igual ou superior ao da coluna de distribuição de onde deriva;
 - d) deve ter sua extremidade livre acima do nível máximo admissível do reservatório superior;
 - e) a localização da ligação da tubulação de ventilação com a coluna de distribuição será sempre a jusante do registro da coluna. Desta forma, está garantida a continuidade da ventilação, desde o ramal de alimentação dos pontos de utilização.

Exemplo:

Seja a coluna 1 que alimenta o sanitário visto no exemplo anterior:

- 1 Esta coluna abastece andares tipo, com somatório de pesos igual a 1,1, cada um, obtidos da Tabela de Pesos das Peças de Utilização, como visto anteriormente;
- 2 Elabora-se Tabela como a apresentada a seguir e se efetua o somatório de pesos, por pavimento, de baixo para cima, obtendo-se os pesos acumulados em cada trecho, correspondente a cada pavimento;
- 3 Pelo Nomograma de Pesos, Vazões e Diâmetros, já visto anteriormente, determinam-se os diâmetros para cada trecho da coluna, como na tabela, na coluna 3. Também se pode determinar a vazão em cada trecho, em função de cada peso, no mesmo Nomograma (coluna 2).

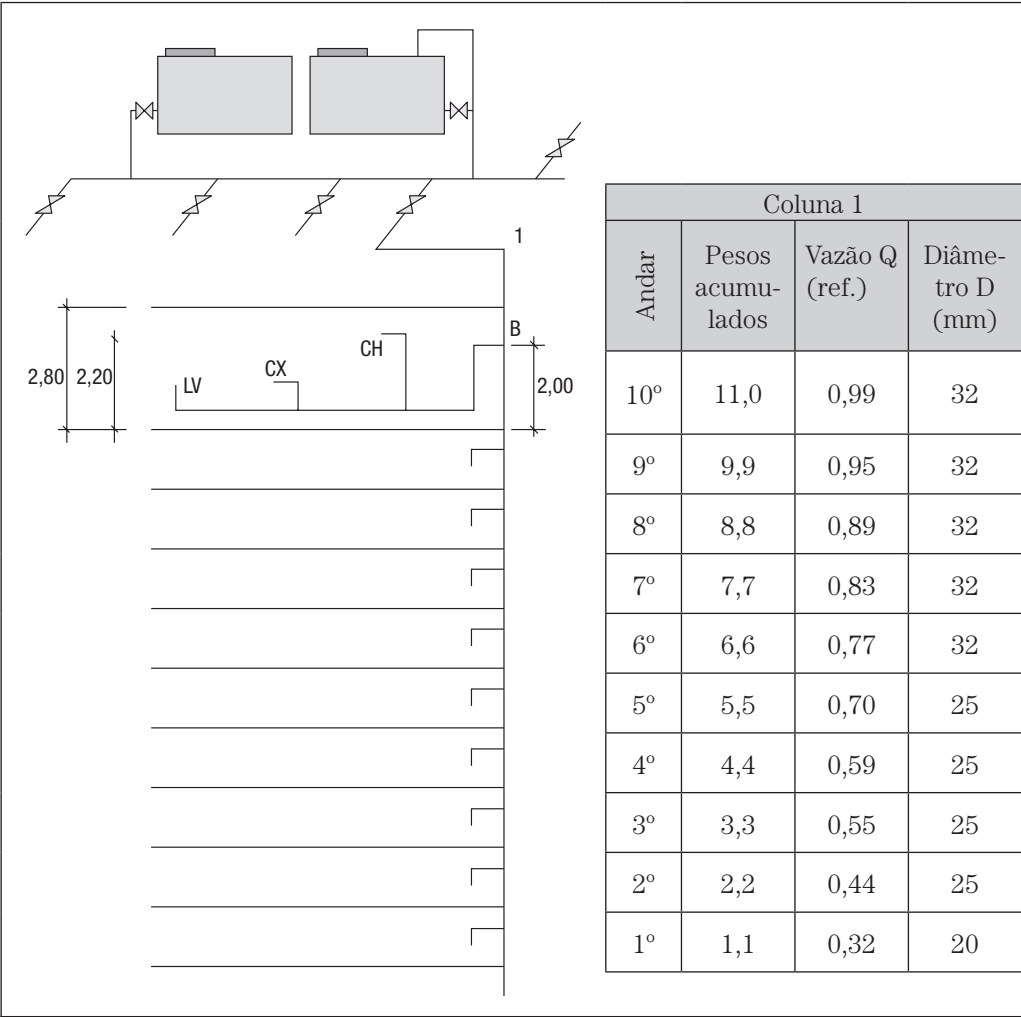


FIGURA 1.40 Coluna de alimentação de sanitários.

1.5.10 Barrilete

Recomendações:

- primeiramente, deve-se adotar um dos tipos, ramificado ou simplificado, em função das características do local;
- desenvolver o barrilete em função do posicionamento das colunas;
- o barrilete deve ser calculado com base nas mesmas premissas utilizadas para as colunas;
- somar os pesos das colunas e calcular o diâmetro do barrilete, trecho a trecho, uniformizando (arredondando) estes diâmetros, para cima, de modo a facilitar a sua execução;
- considera-se que cada uma das câmaras abasteça metade do consumo. No caso de manutenção, com apenas uma delas funcionando, o barrilete não apresentará as condições de funcionamento previstas e dimensionadas, ocorrendo um aumento da vazão e da velocidade no trecho inicial do barrilete. Isto não é muito significativo nos casos usuais, de pequeno porte, mas em casos de instalações especiais, pode ser significativo;
- é preferível adotar a hipótese mais desfavorável, ou seja, um dos reservatórios em manutenção ou limpeza (registro fechado) e o outro abastecendo todas as colunas.

NOTAS:

1. o tipo ramificado é mais econômico e possibilita uma menor quantidade de tubulações junto ao reservatório.
2. o tipo concentrado permite que os registros de operação se localizem numa área restrita, embora de maiores dimensões, facilitando a segurança e controle do sistema, possibilitando a criação de um local fechado.
3. definir o posicionamento dos registros (observar desenhos), de modo a permitir total flexibilidade de utilização dos reservatórios.
4. em residências, com pouco espaço junto ao reservatório, é mais conveniente o tipo concentrado.
5. o cálculo deverá ser posteriormente verificado em função da pressão mínima para os diversos aparelhos, podendo haver necessidade de se alterar o diâmetro de trecho (s) do barrilete para se atender à referida pressão mínima.

Exemplo:

Seja o barrilete esquematizado:

- 1 Divide-se o mesmo em trechos em função das ramificações e elabora-se uma tabela auxiliar.
- 2 Admite-se o cálculo anterior de cada coluna, e lançam-se valores dos pesos totais na coluna 2.
- 3 Calcula-se o somatório de pesos para cada trecho do barrilete.
- 4 Entra-se no Nomograma de Pesos, Vazões e Diâmetros e obtém-se o respectivo diâmetros, trecho a trecho (colunas 3 e 4).
- 5 Os trechos finais do barrilete, junto ao reservatório devem ser considerados na pior hipótese, ou seja, uma das câmaras não funcionando e a outra abastecendo todo o sistema.

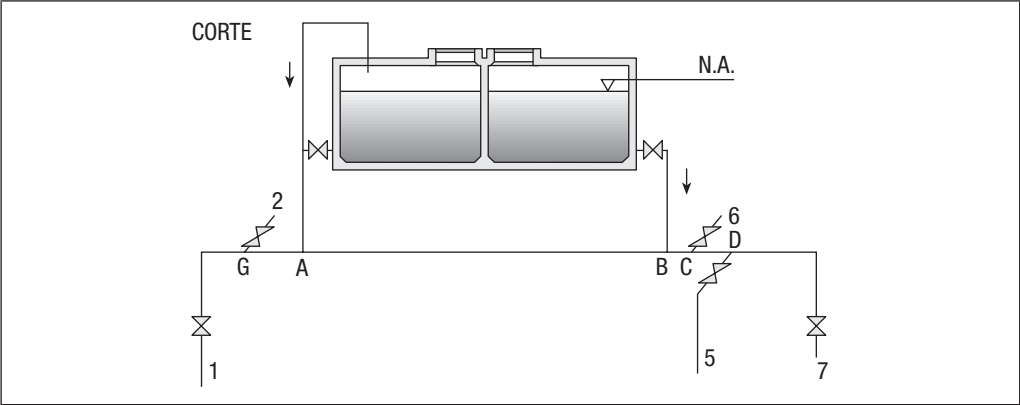


FIGURA 1.41 Barrilete.

TABELA AUXILIAR			
Colunas	Pesos	Vazão Q (L/s)	Diâmetro DN (mm)
Coluna AF 1	18	1,27	32
Coluna AF 2	22	1,41	40
Coluna AF 5	14	1,12	32
Coluna AF 6	14	1,12	32
Coluna AF 7	14	1,20	32
Total	84		

Trechos	Pesos	Vazão Q (L/s)	Diâmetro DN (mm)
G — A	40	1,9	40
D — C	30	1,7	40
C — B	44	2,0	40
A — RES	40	1,9	40
B — RES	44	2,0	40

Situação mais desfavorável			
Trechos	Pesos	Vazão Q (L/s)	Diâmetro DN (mm)
A — RES	84	2,8	50
B — RES	84	2,8	50
A — B	84	2,8	50

PRESSÕES DINÂMICAS E ESTÁTICAS NOS PONTOS DE UTILIZAÇÃO				
Peças de utilização	Pressão dinâmica		Pressão estática	
	Mín. (mca)	Máx. (mca)	Mín. (mca)	Máx. (mca)
Aquecedor de alta pressão	0,5	40	1	40
Aquecedor de baixa pressão	0,5	4	1	5
Bebedouro	2,0	30	—	—
Chuveiro de DN 20 mm	2,0	40	—	—
Chuveiro de DN 25 mm	1,0	40	—	—
Torneira	0,5	40	—	—
Torneira de boia para caixa de descarga de DN 20 mm	1,5	40	—	—
Torneira de boia para caixa de descarga de DN 25 mm	0,5	40	—	—
Torneira de boia para reservatórios	0,5	40	—	—
Válvula de descarga de alta pressão	(B)	(B)	(C)	40
Válvula de descarga de baixa pressão	1,2	—	2	(C)

Observações:

- (A): 1 mca = 10 kPa
- (B): O fabricante deve especificar a faixa de pressão dinâmica que garanta vazão mínima de 1,7 L/s e máxima de 2,4 L/s nas válvulas de descarga de sua fabricação.
- (C): O fabricante deve definir esses valores para a válvula de descarga de sua produção, respeitando as normas específicas.

1.5.11 Verificação da pressão

Uma vez calculados os diâmetros, desde o sub-ramal até o barrilete, resta verificar a pressão existente na instalação, isto é, verificar as suas condições de funcionamento, as quais devem estar dentro das condições preconizadas pela NBR 5626/98. Podem existir trechos com pressão insuficiente e trechos com pressão acima do permitido, quer para a tubulação, quer para o aparelhos. A pressão insuficiente, abaixo da mínima, ocasiona o mau funcionamento dos pontos de utilização como, por exemplo, a válvula de descarga, que não terá a vazão necessária para funcionar, e o chuveiro, que não propiciará o conforto esperado, pois não apresentará a vazão mínima. No caso de pressão acima da permitida, a tubulação e suas conexões estarão em risco, além dos aparelhos, por exemplo, aquecedores, os quais apresentam pressão máxima de serviço. A Tabela de pressões, dinâmica e estática, nos pontos de utilização, com estes limites, deve ser observada.

Existem, basicamente, dois grupos de projetos e de situações distintas: as residências e os edifícios com vários pavimentos. Vejamos cada um deles separadamente:

Residências

As residências térreas ou os sobrados e até mesmo pequenos edifícios apresentam situações nas quais não há necessidade de se verificar a pressão máxima, pois a simples observação da Tabela de Pressões nos Pontos de Utilização nos indica valores máximos iguais a 40 mca, valores estes totalmente fora da faixa de trabalho deste grupo. Portanto, só resta ser verificada a pressão mínima ($p_{\min} > 0,5 \text{ m.c.a.}$).

Pontos críticos

Os pontos críticos de pressão mínima do sistema (situações mais desfavoráveis) ocorrem sempre nos pavimentos mais elevados, mais próximo do reservatório e nas peças que necessitam maior pressão (válvula de descarga), ou no ponto mais desfavorável geometricamente, o chuveiro. Cada caso deve ser analisado para se verificar a situação mais desfavorável e garantir que as demais peças serão atendidas.

Altura do reservatório

Poderá ser previamente fixada (por razões arquitetônicas, por exemplo, devendo se localizar sob a cobertura) ou ser definida pelo projeto hidráulico.

Edifícios com vários pavimentos

Pontos críticos

Além dos pontos de pressão mínima, idênticos aos das residências, existem os pontos onde ocorrerá pressão máxima, no caso de edifícios altos, exatamente o pavimento mais baixo, razão pela qual se deve limitar o cálculo a cerca de 13 pavimentos (considerando-se o pé-direito de 3,0 m), o que daria prédios com altura de 39 m. Além deste valor, como já visto e comentado, pode-se instalar reservatórios intermediários ou válvulas redutoras de pressão, de modo a se solucionar a questão. Portanto, feito isto, resta apenas a verificação da pressão mínima.

Altura do reservatório

Poderá ser previamente fixada (por razões arquitetônicas, por exemplo, sobre o apartamento da cobertura) ou ser definida pelo projeto hidráulico, o que raramente ocorre.

Soluções

Pelo exposto, a questão restringe-se, primeiro, à verificação da pressão mínima. Para esta, há duas soluções básicas:

- a) Altura do reservatório a ser definida:
efetua-se o cálculo, determinando-se a altura mínima necessária.
- b) Altura predeterminada do reservatório:
efetua-se o cálculo, com base na situação geométrica existente, determinando-se os diâmetros mínimos necessários para se obter a pressão mínima.

Exemplo

Seja o sanitário esquematizado abaixo. Verificar a pressão disponível no chuveiro (CH), que é a situação mais desfavorável, pois não há válvula de descarga no sanitário, sabendo-se que, da Tabela da Pressões Mínimas, a pressão mínima para chuveiros de DN 20 é 2,0 m. No esquema já foram considerados:

- 1. os diâmetros mínimos em cada subramal, da Tabela de Diâmetros Mínimos;
- 2. os pesos em cada trecho e as respectivas vazões, conforme tabela abaixo, a partir do Nomograma de Pesos, Vazões e Diâmetros.

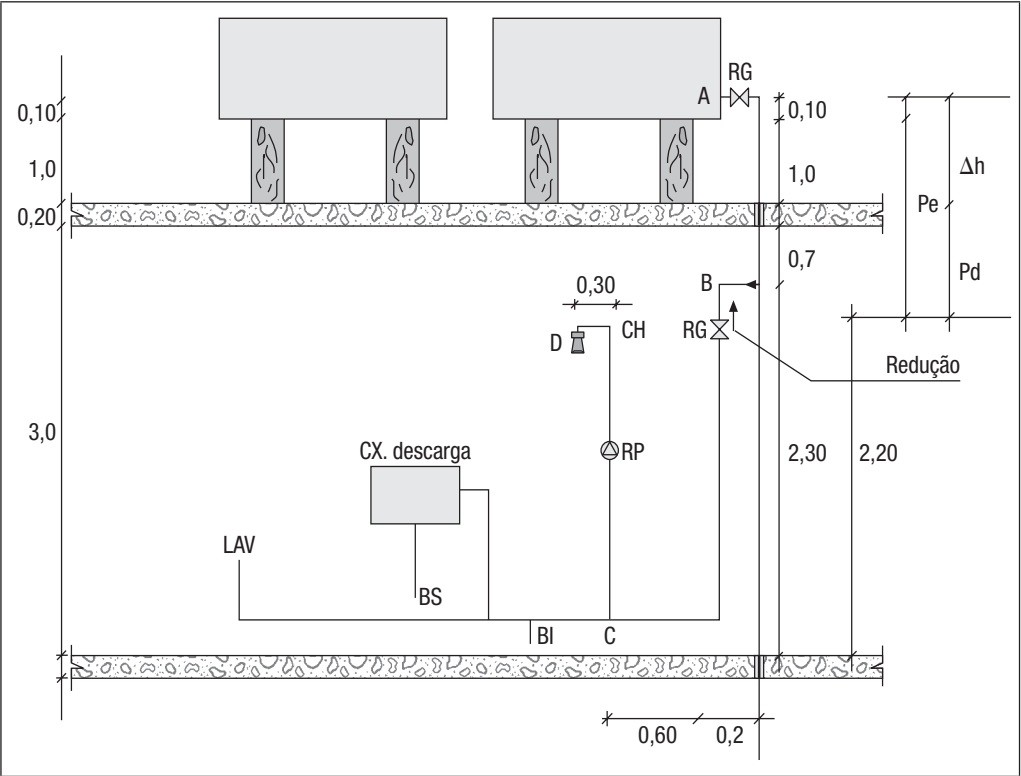


FIGURA 1.42 Esquema de sanitário.

Peça	Peso	Vazão L/s	Diâmetro mínimo
Lavatório	0,5	0,15	20
Caixa de descarga	0,3	0,15	20
Bidê	0,1	0,10	20
Chuveiro	0,5	0,20	20
Soma	1,4	0,35	20

Trecho	Peso	Vazão (L/s)
A — B	1,4	0,35
B — C	1,4	0,35
C — D	0,5	0,21

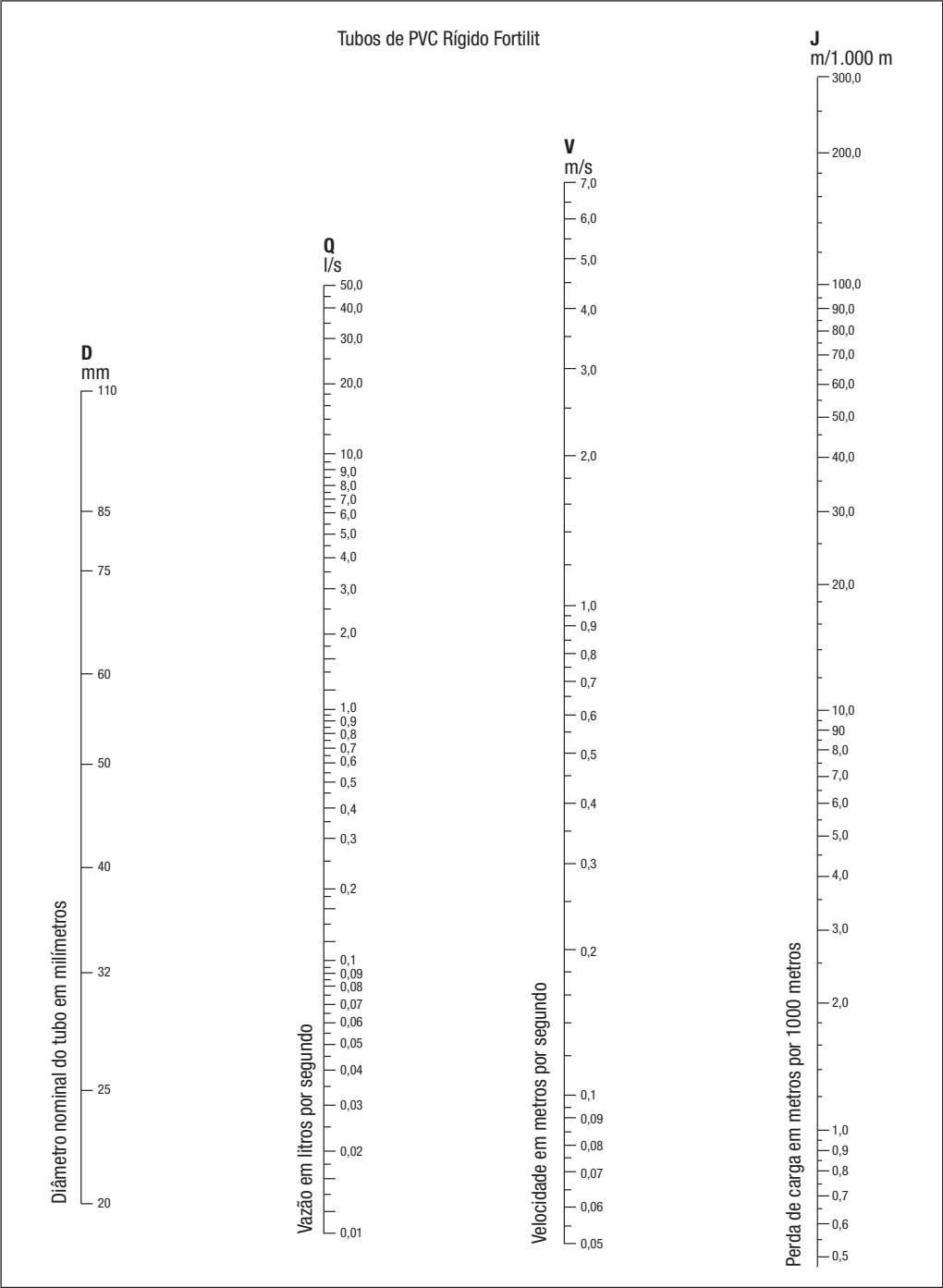


FIGURA 1.43 Ábaco de Flamant.

Nota: A coluna de perdas de cargas (J) está em m/1.000 m e os cálculos são efetuados em m/m

Cálculos:

Adotando-se planilha a seguir, calcula-se a perda de carga em cada trecho, do ponto considerado até o reservatório, bem como a pressão disponível no ponto considerado, no caso, o chuveiro, usando-se o Ábaco de Flamant e as Tabelas de Perda de Carga Localizadas. Das planilhas elaboradas pode-se constatar:

Planilha 1

diâmetro mínimo, chuveiro com DN 20 (pressão mínima 2,0 m), perdas de carga elevadas e pressão disponível muito abaixo da necessária.

Planilha 2

diâmetro aumentado no trecho BC, chuveiro com DN 20 (pressão mínima 2,0 m), as perdas de carga diminuem e pressão ainda aquém da necessária; observe-se que mesmo que os diâmetros sejam aumentados, ainda mais, a pressão disponível ainda estará muito abaixo do valor mínimo.

Planilha 3

diâmetros mantidos, chuveiro passou para DN 25 (pressão mínima reduziu-se a 1,0 m), as perdas de carga diminuem e pressão necessária diminui bastante em razão do aumento do DN do chuveiro; observe-se um aumento significativo da pressão disponível.

Planilha 4

diâmetro aumentado no trecho AB e BC, chuveiro com DN 25 (pressão mínima 1,0 m), as perdas de carga diminuem e a pressão disponível supera o valor mínimo;

Observando-se o exemplo calculado, constata-se:

- a) nos trechos de maior vazão, próximos ou a caminho do barrilete, aumentar os diâmetros para se obter menores perdas de carga;
- b) caso seja possível, aumentar o DN da peça considerada; no caso de válvulas de descarga, usar o modelo de menor pressão: 1 ½" (pressão mínima 2,0 mca);
- c) caso seja possível aumentar a altura do reservatório, a pressão estática P_e aumentaria, facilitando sobremaneira a solução;
- d) o cálculo resume-se a uma série de tentativas de verificação, sendo que o calculista experiente rapidamente consegue obter o valor da pressão necessária. O exemplo, com quatro tentativas de dimensionamento, serve apenas para efeito didático.

A Planilha de Cálculo de Instalações Hidráulicas Prediais apresentada na pág. 68 é recomendada, pois a mesma é de fácil utilização e pode-se visualizar todo o conjunto com as pressões nos diversos pontos da instalação.

DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO DISPONÍVEL					
PLANILHA 1					
Pressão disponível		Ponto: chuveiro		m	mca
1	Altura geométrica - Pe				2,10
2	Comprimento do trecho A—B	DN 25 = 0,2 + 2,00		2,20	
3	Comprimentos equivalentes	Tabela perdas de carga localizadas			
	1 saída de reservatório 1 registro de gaveta 1 joelho de 90° 1 TE saída lateral 1 redução 25/20 L total Vazão Q = 0,35 L/s Ju = 0,090 Perda de carga no trecho			0,90 0,20 1,20 2,40 0,20 7,10 Ábaco de Flamant m/m $0,090 \times 7,10$	 <

DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO DISPONÍVEL PLANILHA 2				
Pressão disponível		Ponto: chuveiro	m	mca
1	Altura geométrica - Pe			2,10
2	Comprimento do trecho A—B	DN 25 = 0,2 + 2,00	2,20	
3	Comprimentos equivalentes	Tabela perdas de carga localizadas		
	1 saída de reservatório 1 registro de gaveta 1 joelho de 90° 1 TE saída lateral 1 redução 25/20 L total Vazão Q = 0,35 L/s Ju = 0,090 Perda de carga no trecho		0,90 0,20 1,20 2,40 6,90	0,62
	Ábaco de Flamant m/m $0,090 \times 6,90$			
4	Comprimento do trecho B—C	DN 25 = 0,20 + 2,10 + 0,6	2,90	
5	Comprimentos equivalentes	Tabela perdas de carga localizadas		
	1 joelho de 90° 1 registro de gaveta 1 joelho de 90° 1 TE saída lateral L total Vazão Q = 0,35 L/s Ju = 0,085 Perda de carga no trecho		1,20 0,20 1,20 2,40 7,90	0,71
	Ábaco de Flamant m/m $0,090 \times 7,90$			
6	Comprimento do trecho C—D	DN 20 = 2,00 + 0,30	2,30	
7	Comprimentos equivalentes	Tabela perda de cargas localizadas		
	1 registro de globo 1 joelho de 90° 1 joelho de 90° L total Vazão Q = 0,21 L/s Ju = 0,090 Perda de carga no trecho		11,10 1,10 1,10 15,60	1,40
	Ábaco de Flamant m/m $0,090 \times 15,60$			
8	Pressão necessária			2,00
9	Pressão disponível	Pressão estática - perdas A/D		0,63
Recalcular				

DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO DISPONÍVEL					
PLANILHA 3					
Pressão disponível		Ponto: chuveiro		m	mca
1	Altura geométrica - Pe				2,10
2	Comprimento do trecho A—B	DN 25 = 0,2 + 2,00		2,20	
3	Comprimentos equivalentes	Tabela perdas de carga localizadas			
	1 saída de reservatório 1 registro de gaveta 1 joelho de 90° 1 TE saída lateral 1 redução 25/20 L total Vazão Q = 0,35 L/s Ju = 0,09 Perda de carga no trecho			0,90 0,20 1,20 2,40 6,90	0,62
	Ábaco de Flamant m/m $0,09 \times 6,90$				
4	Comprimento do trecho B—C	DN 25 = 0,20 + 2,10 + 0,6		2,90	
5	Comprimentos equivalentes	Tabela perdas de carga localizadas			
	1 joelho de 90° 1 registro de gaveta 1 joelho de 90° 1 TE saída lateral L total Vazão Q = 0,35 L/s Ju = 0,09 Perda de carga no trecho			1,20 0,20 1,20 2,40 7,90	0,71
	Ábaco de Flamant m/m $0,09 \times 7,90$				
6	Comprimento do trecho C—D	DN 25 = 2,00 + 0,30		2,30	
7	Comprimentos equivalentes	Tabela perda de cargas localizadas			
	1 registro de globo 1 joelho de 90° 1 joelho de 90° L total Vazão Q = 0,21 L/s Ju = 0,035 Perda de carga no trecho			11,40 1,20 1,20 16,10	0,56
	Ábaco de Flamant m/m $0,035 \times 16,10$				
8	Pressão necessária				1,00
9	Pressão disponível	Pressão estática - perdas A/D			0,21
Recalcular					

DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO DISPONÍVEL PLANILHA 4				
Pressão disponível		Ponto: chuveiro	m	mca
1	Altura geométrica - Pe			2,10
2	Comprimento do trecho A—B	DN 32 = 0,2 + 2,00	2,20	
3	Comprimentos equivalentes	Tabela perdas de carga localizadas		
	1 saída de reservatório 1 registro de gaveta 1 joelho de 90° 1 TE saída lateral L total Vazão Q = 0,35 L/s Ju = 0,025 Perda de carga no trecho		1,30 0,30 1,50 3,10 8,40	0,21
	Ábaco de Flamant m/m 0,025 × 8,40			
4	Comprimento do trecho B—C	DN 32 = 0,20 + 2,10 + 0,6	2,90	
5	Comprimentos equivalentes	Tabela perdas de carga localizadas		
	1 joelho de 90° 1 registro de gaveta 1 joelho de 90° 1 TE saída lateral L total Vazão Q = 0,35 L/s Ju = 0,025 Perda de carga no trecho		1,30 0,30 1,50 3,10 9,10	0,23
	Ábaco de Flamant m/m 0,025 × 9,10			
6	Comprimento do trecho C—D	DN 25 = 2,00 + 0,30	2,30	
7	Comprimentos equivalentes	Tabela perda de cargas localizadas		
	1 redução 32/25 1 registro de globo 1 joelho de 90° 1 joelho de 90° L total Vazão Q = 0,21 L/s Ju = 0,035 Perda de carga no trecho		11,40 1,20 1,20 16,10	0,56
	Ábaco de Flamant m/m 0,035 × 16,10			
8	Pressão necessária			1,00
9	Pressão disponível	Pressão estática - perdas A/D		1,10
OK - pressão superior à mínima				

1.6 CUIDADOS DE EXECUÇÃO

Mesmo havendo um bom projeto, na etapa de construção podem vir a ocorrer uma série de incorreções que comprometerão a qualidade da instalação.

As normas de execução dos diversos serviços estabelecem uma série de procedimentos específicos para cada tipo de material.

A preocupação com a retrossifonagem, isto é, com o refluxo da água servida, de um aparelho sanitário ou mesmo de um recipiente, para o interior da tubulação, caso a pressão seja inferior à pressão atmosférica, deve ser uma constante. Esta proteção visa não somente a fonte de abastecimento como o reservatório.

A principal proteção e a mais efetiva é a separação atmosférica, a qual deve sempre existir nos pontos de utilização.

Ao final da obra, exigir da construtora os desenhos *as built*, isto é, como construídos, para orientar a futura manutenção e somente permitir mudanças com autorização por escrito do responsável técnico pelo projeto, visando-se definir e resguardar a responsabilidade pelas alterações. Além disto, existe uma série de medidas que devem ser tomadas visando uma boa execução. A seguir, são apresentadas algumas recomendações neste sentido, de ordem genérica, sendo que cada projeto deverá ter recomendações específicas, em função de suas características.

1.6.1 Tubulações e acessórios em geral

- Os trechos horizontais das tubulações devem ser executados com leve inclinação (declividade), de modo a reduzir a a possibilidade de formação de bolhas em seu interior.
- Não utilizar calços ou guias nos trechos horizontais das tubulações, evitando-se pontos onde possam surgir ondulações localizadas.
- Atentar para passagem de tubulações em locais sujeitos a aquecimento excessivo, como aquecedores, chaminés etc., os quais necessitam de cuidados especiais para a segurança da tubulação.
- Não interligar instalações de cômodos distintos ou de andares superpostos, devendo os mesmos serem independentes, pois em caso de manutenção, não é necessário interromper o fornecimento para o outro cômodo.
- Não permitir eventuais cruzamentos de tubulação de água fria com tubulação de água quente, procurando isolar o local, evitando o aquecimento da tubulação de água fria.
- Tão logo concluídas, as tubulações devem ser protegidas com a colocação de plugues plásticos removíveis, buchas de papel, plástico ou madeira, de modo a protegê-las da entrada de corpos estranhos.
- Evitar ramais com trechos longos e quando necessário transpor obstáculos, fazê-lo por cima, em linha reta, evitando a formação de sifões, impedindo, desta forma, a formação de bolsa de ar na tubulação.

- Evite a perfuração acidental de tubulações, localizando os tubos na posição correta, obedecendo-se ao projeto e, caso este seja alterado, atualizar os desenhos. De qualquer forma, sempre fornecer planta aos usuários. As aberturas da alvenaria para passagem dos tubos devem ser preenchidas com argamassa de cimento e areia no traço 1:3.
- Atentar para o congelamento da água na tubulação, fato este raro, mas possível de ocorrer na região sul do país. Lembre-se que a água, ao se congelar, aumenta de volume (comprove isto observando os cubos de gelo em sua geladeira) e, consequentemente, existe o risco de rompimento da tubulação. Para se evitar isto, efetuar o isolamento térmico da tubulação exposta.

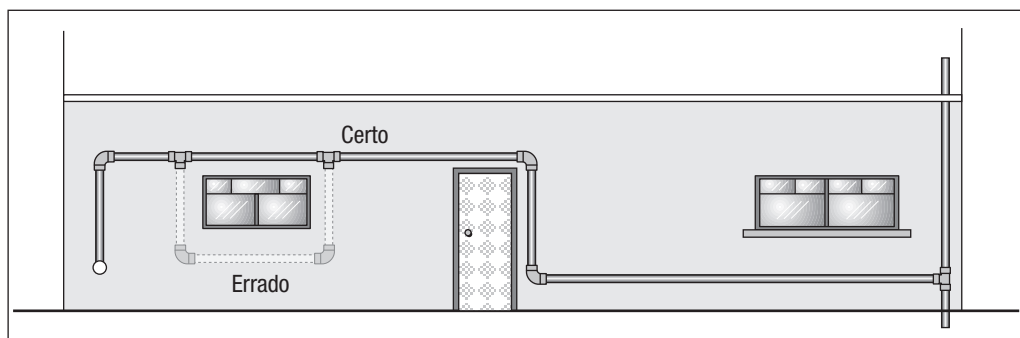


FIGURA 1.44 Ramais com trechos longos, perigo de sifonamento.

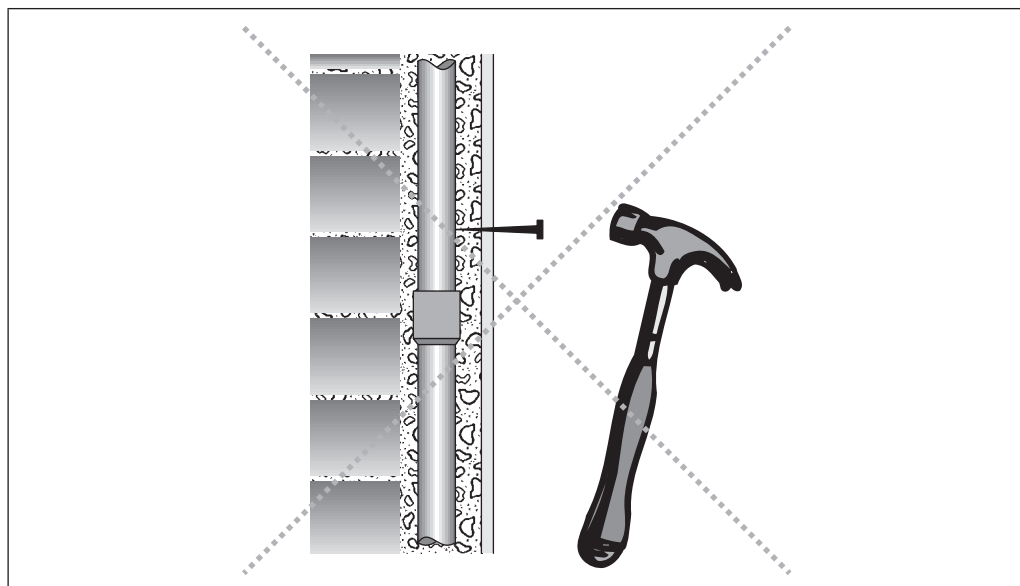


FIGURA 1.45 Possibilidade de perfuração dos tubos.

- Dilatação: as tubulações de PVC possuem coeficiente de dilatação seis vezes maior que o aço. No caso de tubulações aparentes e, eventualmente sob a ação do sol (tubos de esgotos, águas pluviais etc.), esta característica se acentua. Para que se tenha uma ordem de grandeza, numa tubulação com 30 m de comprimento, uma variação de temperatura de 20 °C, comum em nosso país, provoca uma variação no comprimento da ordem de 5 cm. Uma solução é dar uma “folga” no comprimento, isto é, permitir uma certa flexibilidade, dispondo-se os tubos ligeiramente desalinhados, quando enterrados, ou com abaulamento, quando aparentes. Caso seja possível, também podem ser utilizadas as “liras” semelhantes às utilizadas para transposição de juntas de dilatação.
- Retração: pelas mesmas razões da dilatação, pode-se ter problemas com a retração dos tubos, em virtude da queda de temperatura, em trechos longos, ocorrendo problemas geralmente nas extremidades, junto às conexões. A solução é a mesma da dilatação.
- A tubulação de PVC quando exposta ao sol perde a sua coloração inicial, com o passar do tempo. Tal fato em nada afeta a resistência do tubo, porém, acarreta um mau aspecto visual, o qual pode ser sanado com pintura prévia, com a tinta apropriada.
- Transposição de estruturas: não atravessar estruturas com tubulações, sem que isto esteja previsto em projeto. Caso previsto, preparar o local com a colocação de tubulação de diâmetro maior (camisa), de modo a jamais engastar a tubulação com a estrutura, permitindo sua movimentação.
- Deve-se evitar a instalação de trechos em aclave, em relação ao fluxo da água. Quando esta situação for inevitável, o ponto mais alto deve se localizar na própria peça de utilização e, caso isto não seja possível, deve-se instalar dispositivo para eliminação do ar (ventosa, por exemplo), no ponto mais elevado.
- As tubulações de água fria não podem ser instaladas em contato ou no interior de caixas de esgoto, valas de infiltração, fossas, sumidouros, aterros sanitários, depósitos de lixo etc.

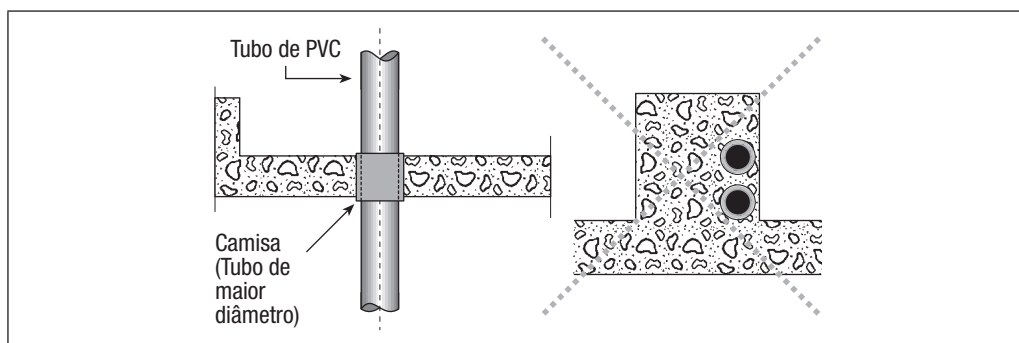


FIGURA 1.46 Deficiência de construção, tubos transpondo as estruturas.

1.6.2 Recomendações gerais

Verifique os tubos, as conexões e os outros acessórios antes de começar a instalação. Nunca utilize as peças que apresentem falhas como:

- deformação ou ovalação;
- fissuras;
- folga excessiva entre a bolsa e a ponta;
- soldas velhas com muitos coágulos;
- anéis de borracha sem identificação;
- anéis de borracha sem elasticidade.

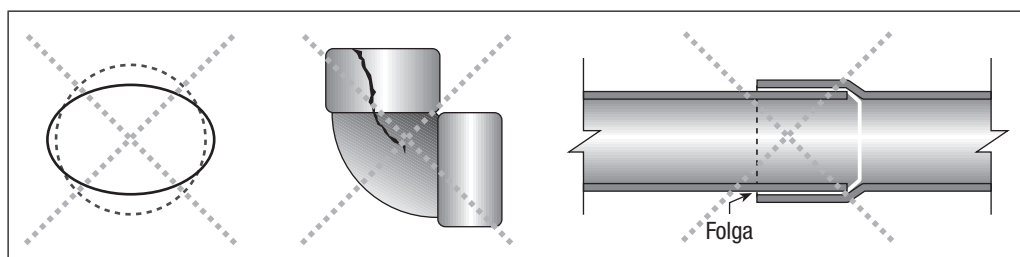


FIGURA 1.47 Materiais com defeito.

Utilize as conexões corretas para cada ponto. Para cada desvio ou ajuste, use a conexão adequada para evitar esforços na tubulação e nunca abuse da relativa flexibilidade dos tubos. A tubulação em estado de tensão permanente está sujeita a trincas, principalmente junto à parede das bolsas das conexões.

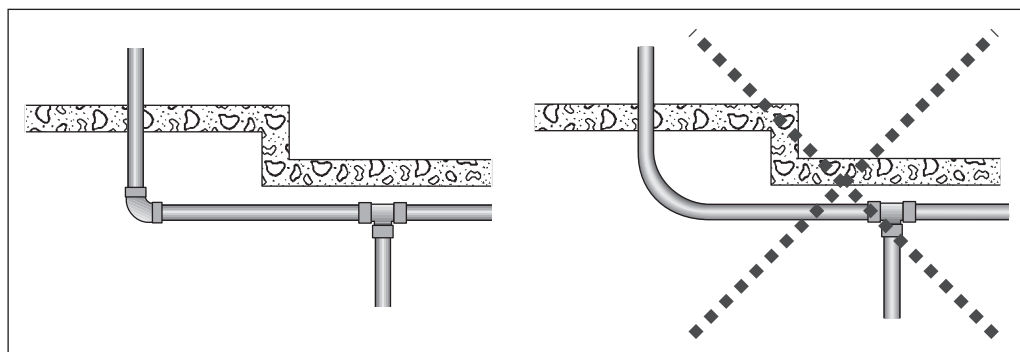
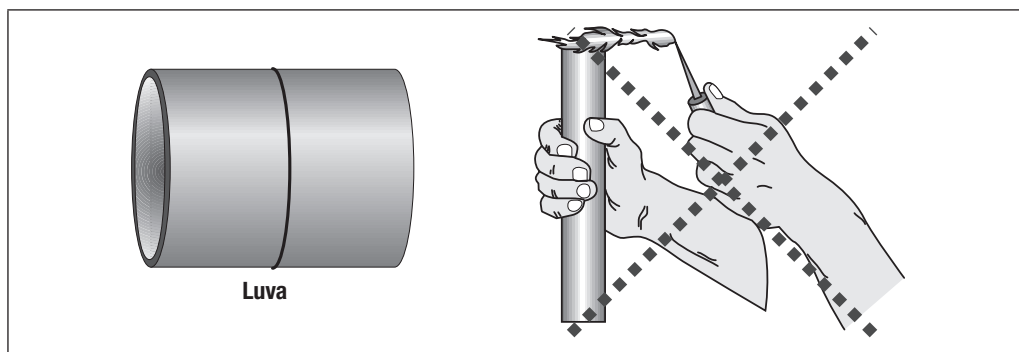


FIGURA 1.48 Uso de conexões corretas para cada caso.

Não faça bolsas em tubos cortados. Utilize, neste caso, uma luva para ligação dos tubos.

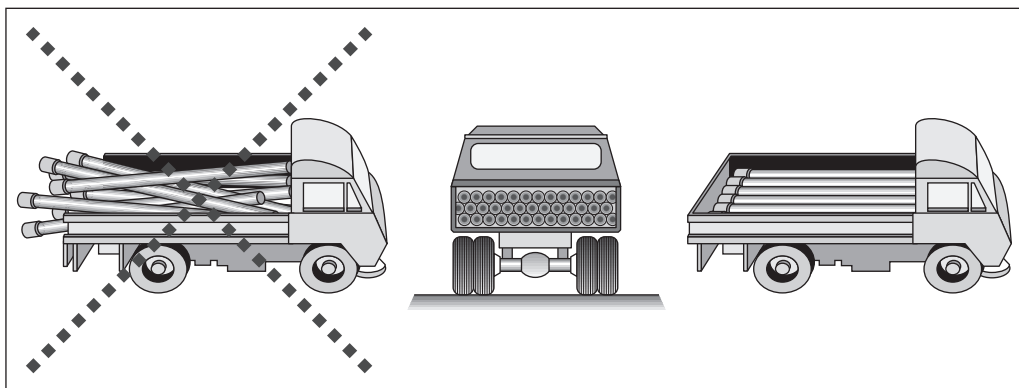
**FIGURA 1.49** Em tubos cortados use somente luvas.

1.6.3 Manuseio e estocagem

Transporte

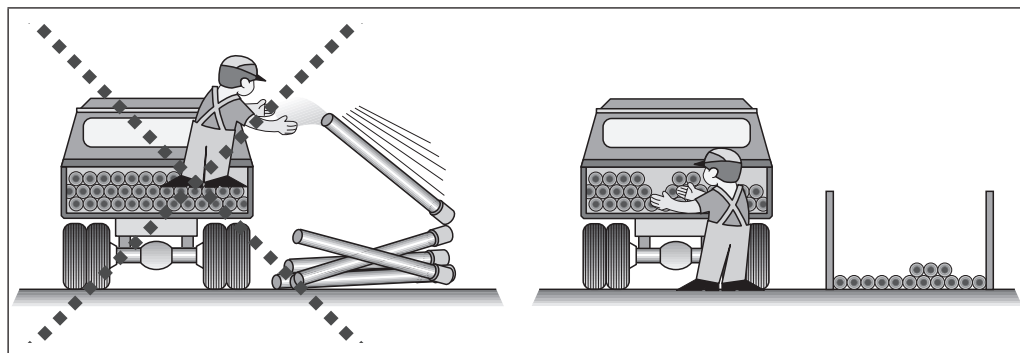
O transporte dos tubos deve ser feito com todo cuidado, de forma a não provocar neles deformações e avarias. Evite particularmente:

- manuseio violento;
- ocasionar grandes flechas;
- colocação dos tubos junto com peças metálicas salientes;
- colocação dos tubos em balanço.

**FIGURA 1.50** Transporte de tubos.

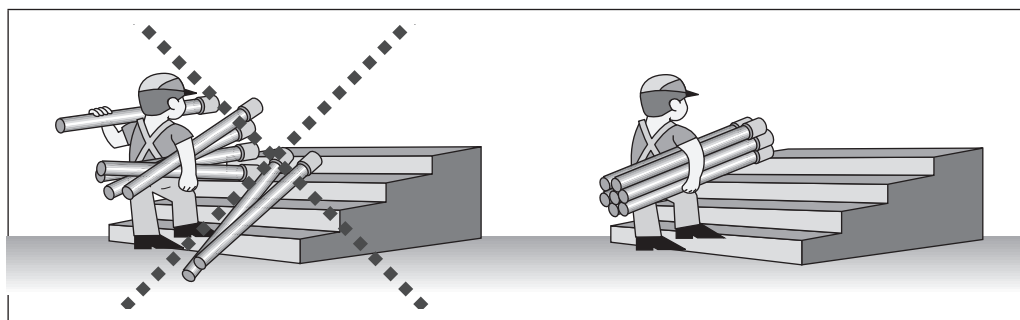
Descarregamento

O baixo peso dos tubos facilita seu descarregamento e manuseio. Não use métodos violentos ao descarregar, como, por exemplo, o lançamento dos tubos ao solo.

**FIGURA 1.51** Descarregamento de tubos.

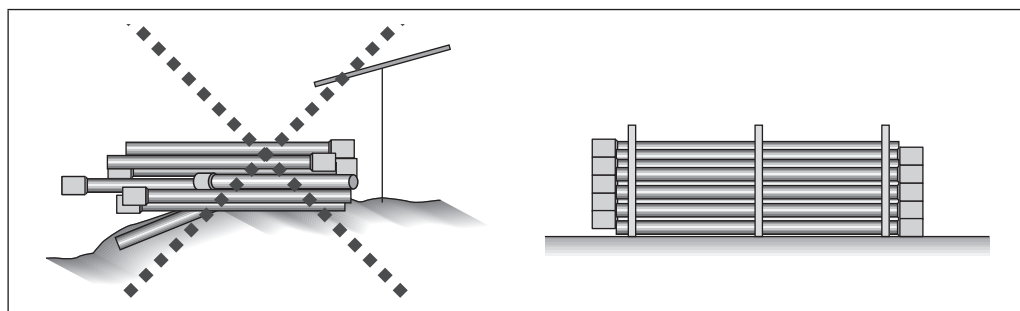
Manipulação

Para evitar avarias, os tubos devem ser carregados e nunca arrastados sobre o solo ou contra objetos duros.

**FIGURA 1.52** Manipulação correta de tubos.

Estocagem

Os tubos devem ser estocados o mais próximo possível do ponto de utilização. O local destinado ao armazenamento deve ser plano e bem nivelado, para evitar a deformação permanente dos tubos.

**FIGURA 1.53** Estocagem de tubos.

Os tubos e as conexões estocados deverão ficar protegidos do sol. Deve-se evitar a formação de pilhas altas, que ocasionam ovalação nos tubos da camada inferior.

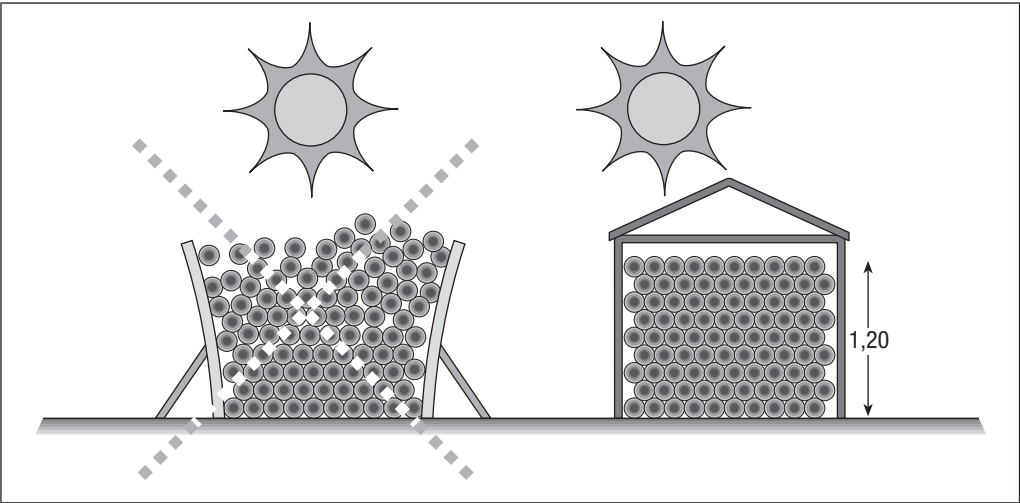


FIGURA 1.54 Proteção da estocagem.

1.6.4 Transposição de juntas de dilatação da edificação

É indispensável observar a correta transposição das juntas de dilatação da estrutura, com a não inclusão das tubulações na mesma e sim, executando “liras”, que são dispositivos para se prevenir de eventuais movimentações da estrutura (dilatação, recalque etc.). Usar curvas de raio longo e não joelhos e executá-las preferencialmente no plano horizontal, evitando-se pontos altos na tubulação, com a possível formação de bolsas de ar.

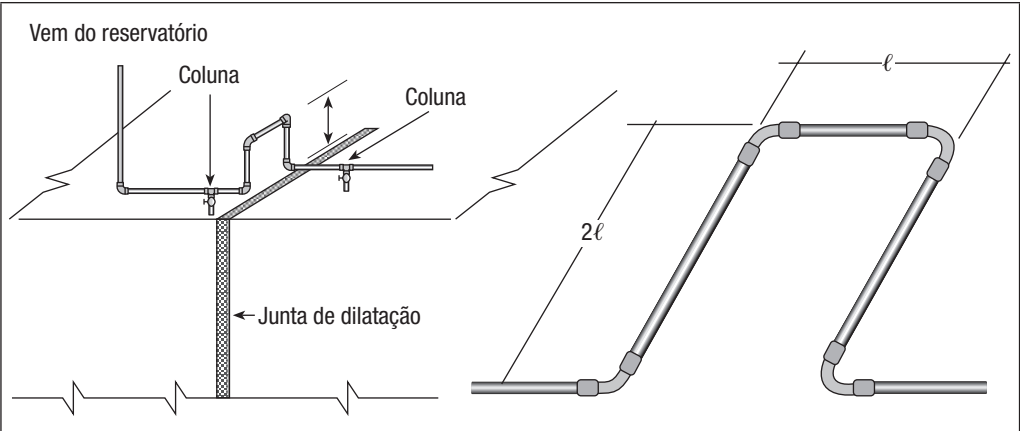


FIGURA 1.55 “Lira” no plano horizontal, com suas dimensões sugeridas. Observar as derivações com curvas e não com joelhos.

1.6.5 Apoio de tubulações

Os esforços que atuam numa tubulação são de diversas origens, como a seguir listado, destacando-se a dilatação (veja item específico). Devido a estes esforços, nas instalações de esgotos, ventilação e águas pluviais, a distância máxima entre dois pontos fixos é de 6 m.

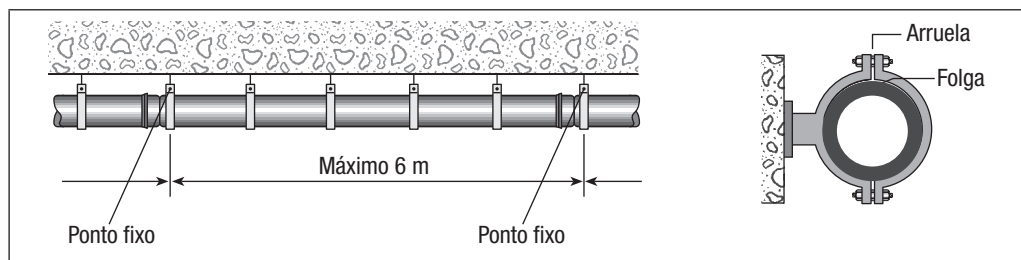


FIGURA 1.56 Colocação de braçadeiras.

As braçadeiras (ou abraçadeiras) de fixação devem ter folga suficiente (maior largura que a tubulação), de modo a permitir uma leve movimentação da tubulação (dilatação/contração), com exceção dos pontos fixos previstos em projeto. Jamais utilize fios, arames e barras de ferro com a função de apoio às tubulações.

Alguns esforços que podem atuar numa tubulação:

1. os pesos dos tubos, dos acessórios e o peso da própria água ou do esgoto;
2. pressão interna exercida pelo fluido contido nas tubulações;
3. sobrecargas ocasionadas por outros elementos (tubulações apoiadas, pavimentações, terra, veículos etc.);
4. vibrações;
5. impactos, golpes de aríete etc.;
6. ações dinâmicas externas, como por exemplo o vento;
7. dilatações térmicas dos tubos, conexões e acessórios.

As tubulações aparentes devem obedecer a um correto espaçamento dos apoios, visando-se evitar flechas excessivas, as quais ocasionam problemas de ordem técnica e econômica, pois além de forçar os pontos de união entre os tubos, sejam estes roscados, flangeados ou soldados, provocam vazamento, interrupções e manutenções onerosas, fazendo com que surjam bolsas de ar difíceis de serem drenadas, podendo gerar vibrações adicionais nas tubulações. Além do mais, isto causa um mau aspecto ao conjunto.

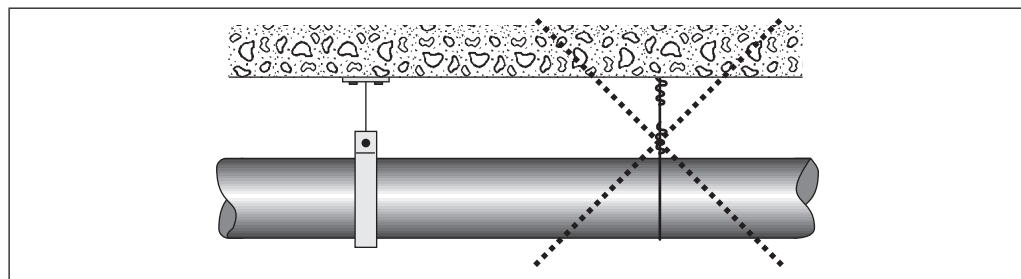


FIGURA 1.57 Colocação de braçadeiras.

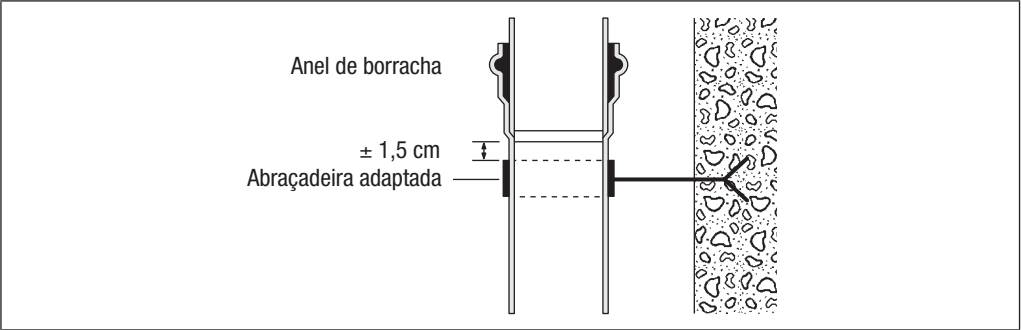
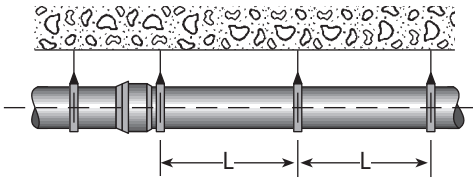


FIGURA 1.58 Colocação de anel de borracha.

Espaçamento máximo entre apoios

TUBOS DA LINHA ÁGUA FRIA		
Diâmetro externo: DE (mm)	Espaçamento máximo L(m)	
20	0,80	
25	0,90	
32	1,10	
40	1,30	
50	1,50	
60	1,60	
75	1,90	
85	2,10	
110	2,50	

TUBOS DA LINHA ESGOTO		
Diâmetro DN	Espaçamento máximo L(m)	
40	1,00	
50	1,20	
75	1,50	
100	1,70	
150	1,90	

TUBOS DA LINHA DE COLETORES DE ESGOTO		
Diâmetro DN	Espaçamento máximo L(m)	
100	1,90	
125	2,10	
150	2,50	
200*	2,90	

* A partir de DN 200, considera-se espaçamento de 3,0 m entre apoios.

1.6.6 Alimentador predial

- Se enterrado, deve estar afastado no mínimo 3,0 m (horizontais) de eventuais fontes poluidoras (fossas, sumidouros, valas de infiltração etc.), observada a NBR 7229/93: Projeto, Construção e Operação de Sistemas de Tanques Sépticos.
- Caso enterrado e na mesma vala que tubulações de esgoto, deve ter sua geratriz inferior 30 cm acima da geratriz superior das referidas tubulações.
- Ainda no caso de estar enterrado, deve se localizar em cota superior à cota do lençol freático, prevenindo-se de eventual contaminação da rede, no caso de vazamento da tubulação de água e ocorrência de uma eventual pressão negativa no alimentador predial. Verifiquem os esquemas a seguir.

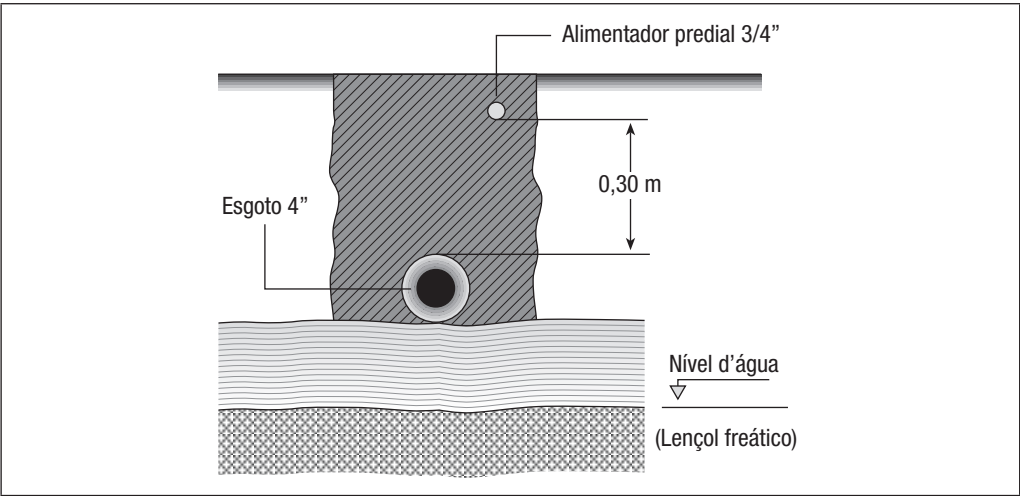


FIGURA 1.59 Alimentação predial (corte).

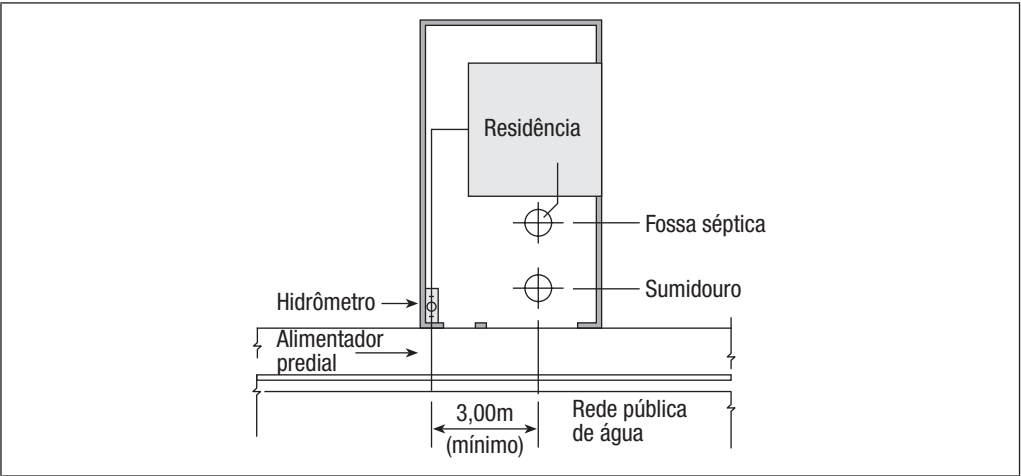


FIGURA 1.60 Alimentação predial (planta).

1.6.7 Ligação de aparelhos

Esquema de ligação de chuveiro, com as conexões apropriadas, com joelho de 90° SRM (solda/rosca metálica), para facilitar a futura retirada do equipamento.

Em chuveiros alimentados com água fria e quente, atentar para a execução correta das ligações com o misturador, conforme esquema.

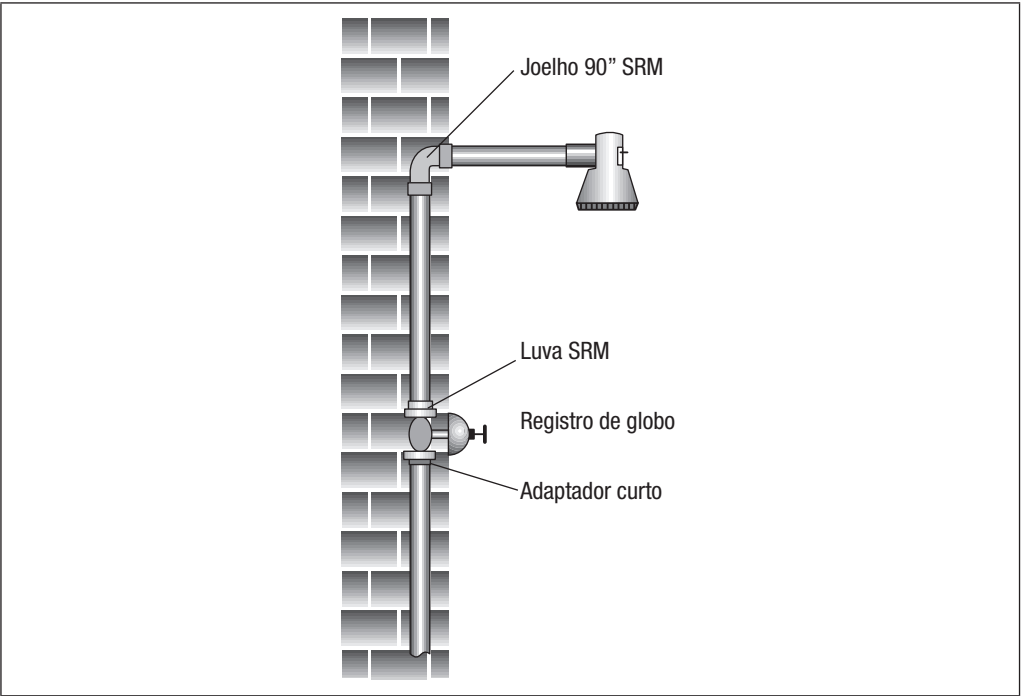


FIGURA 1.61 Esquema de ligação de chuveiro.

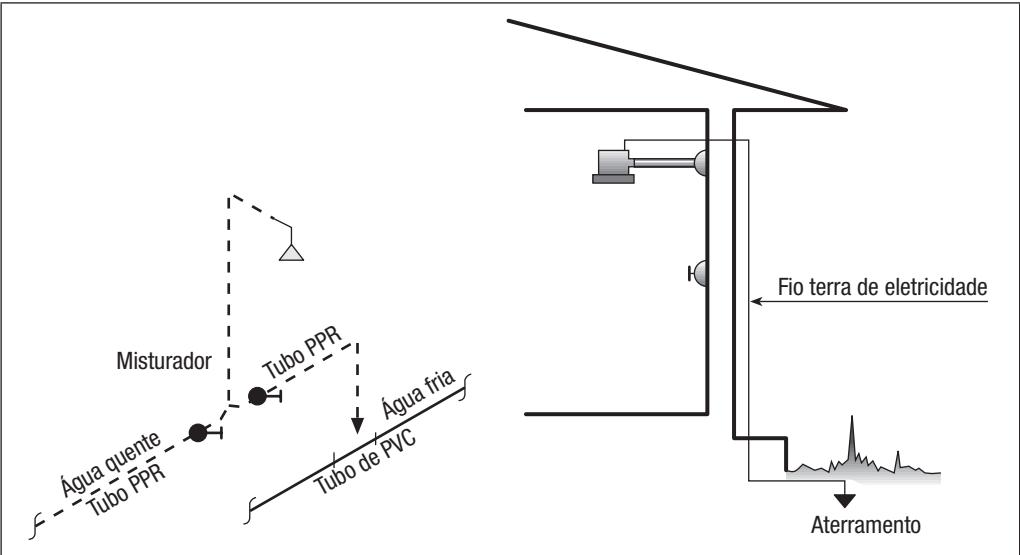


FIGURA 1.62 Esquemas de ligação de chuveiro.

O PVC é um bom isolante elétrico, não servindo como “terra”. Deve-se instalar fio terra exclusivo para o chuveiro, devidamente conectado a eletrodo de terra, conforme a NBR 5411/80 – Instalação de Chuveiros Elétricos e Similares.

Não utilize os tubos de PVC nos ramais de água quente, pois o PVC perde sua resistência nas altas temperaturas. Use sempre tubos de PPR.

Não utilize os tubos de PVC nos ramais de água fria até o registro de pressão do misturador. Execute o último trecho da tubulação com outro material, como o polipropileno (PPR), por exemplo.

Adote medidas que impeçam o retorno de água quente do aquecedor para a tubulação de alimentação (observe as recomendações do fabricante do aquecedor).

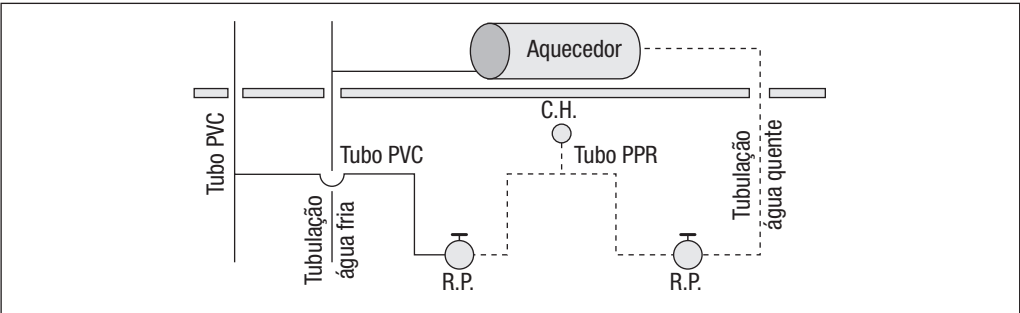


FIGURA 1.63 Ligação de aquecedor de água.

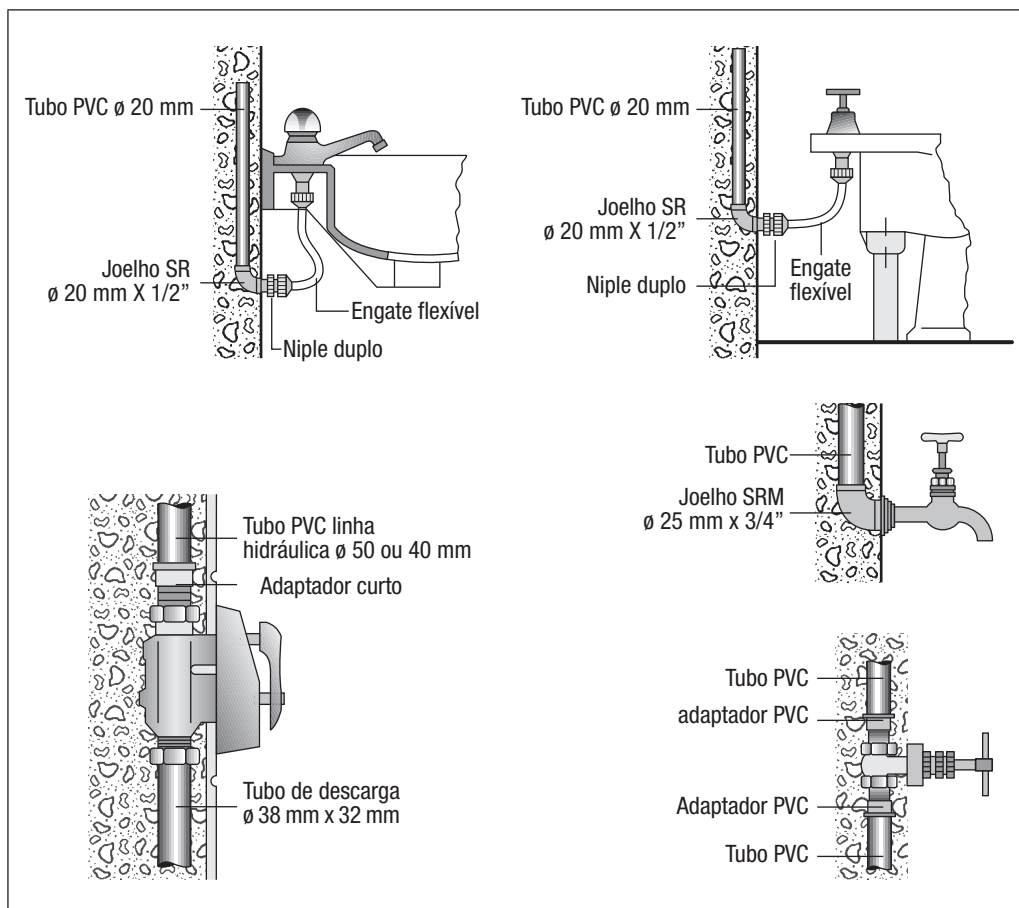


FIGURA 1.64 Esquemas de ligações de água fria.

1.6.8 Colunas

- usar coluna específica para válvulas de descarga, não somente por segurança contra refluxo, como para evitar interferências com os demais pontos de utilização. Jamais ligar aquecedor de água em ramal de coluna que também atenda ramal com válvulas de descarga, pois o golpe de aríete fatalmente acabará por danificar o aquecedor.

1.6.9 Barrilete

- a tubulação do barrilete não deve se apoiar diretamente sobre a laje de forro e sim sobre pilaretes, espaçadamente distribuídos para facilitar o acesso aos registros.

1.6.10 Reservatórios

Recomendações

- para furar reservatórios domiciliares (PVC, polietileno etc.) utilizar furadeira com broca e não furar à percussão;
- não deve haver tensões (esforços) entre a caixa e as tubulações, isto é, devem estar corretamente instaladas, com o devido apoio das tubulações e a utilização das conexões apropriadas (flanges);
- verificar:
 - o posicionamento do automático de boia;
 - a colocação do extravasor em parede oposta à da tubulação de alimentação;
 - a colocação de telas de cobre no extravasor e ventilação;
 - o apoio da caixa do reservatório sobre elemento resistente que transfira as cargas para as paredes ou a estrutura;
 - a fixação das tampas de reservatórios deve ser com parafusos ou fixadores, pois estão sujeitas à entrada de corpos estranhos e insetos;
 - o posicionamento das tubulações, de modo que a tubulação de esgotos não cruze o reservatório de água potável; por incrível que pareça esta situação absurda já foi encontrada; qualquer vazamento significa poluir água que se vai beber;
 - a colocação de escadas de inspeção: se dentro dos grandes reservatórios, em metal, se oxidarão facilmente, devendo ser trocadas por escadas de corda plástica ou similar, com degraus de plástico, a qual ficará colocada do lado de fora do reservatório, somente sendo desenroladas quando forem utilizadas; lavar as escadas e as mãos antes de entrar no reservatório;
 - a proteção do reservatório inferior contra o acesso de águas de chuva, pois existem vários casos em que foi constatada a entrada de águas de chuva, as quais transportam e carregam materiais diversos, poluindo uma água de finalidade nobre;
 - a extravasão de água: a água extravasada indo direto e sem aviso para o sistema de água pluvial é um erro de projeto ou construção e acontece frequentemente em instalações prediais. Por uma questão de errada praticidade, a água que chega até a extravasão vai direto para o sistema pluvial e o zelador/morador não é alertado do fato. O correto é que, quando houver extravasão, isto ocorra de forma a chamar a atenção do responsável de forma altamente visual tendo em vista economia de água (produto sempre escasso) e se evitar o desperdício.

Ligação dos tubos

- a ligação dos tubos à caixa-d'água deve ser feita com adaptadores longos com flanges (Adaptador Autoajustável para caixa-d'água Amanco, dispensa massa de vedação) instalados nas superfícies planas das caixas.

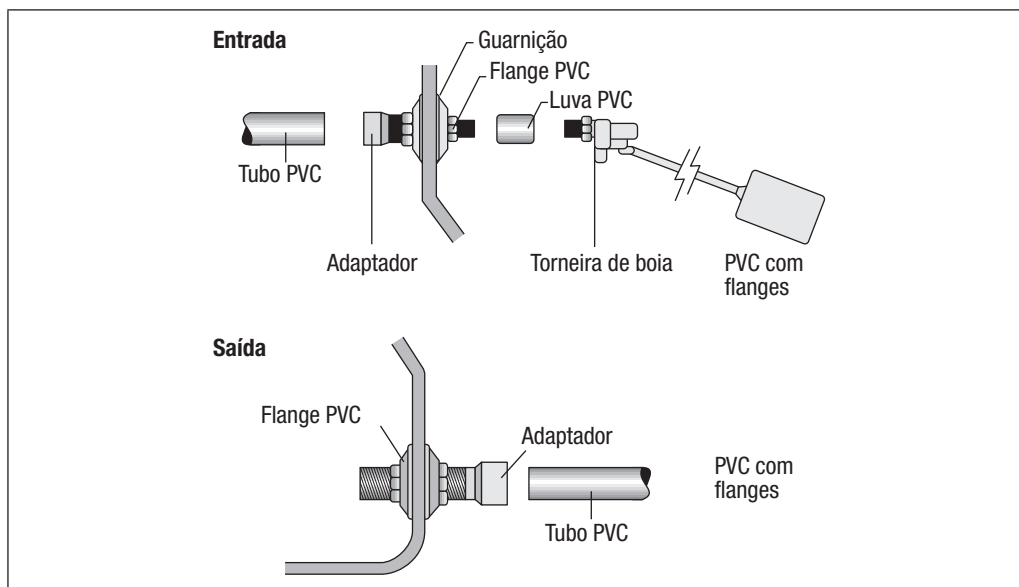


FIGURA 1.65 Ligações dos tubos ao reservatório.

- os flanges devem ser apertados após a instalação da tubulação.
- os tubos instalados não devem transmitir os esforços nas paredes da caixa-d'água, portanto é importante prever certa flexibilidade nas tubulações instaladas.

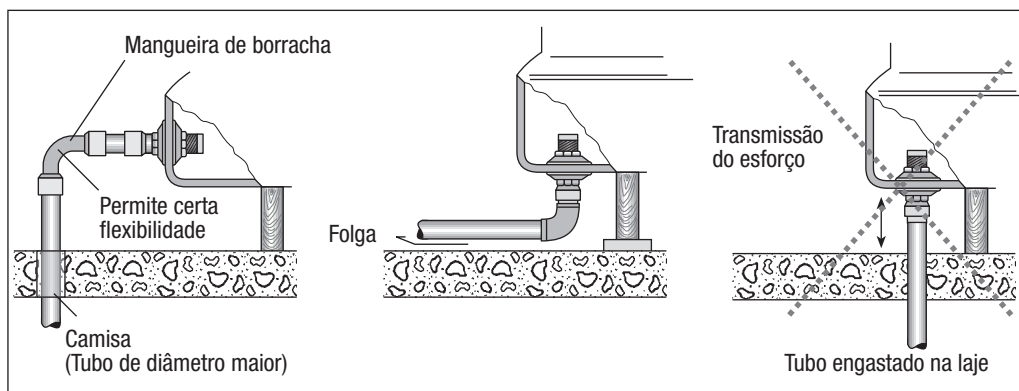


FIGURA 1.66 Colocação de tubos na caixa-d'água.

- a flexibilidade na tubulação é particularmente importante no caso da ligação entre duas ou mais caixas em paralelo. Para obter essa flexibilidade, é recomendável o uso da mangueira de borracha, como mostra a figura.

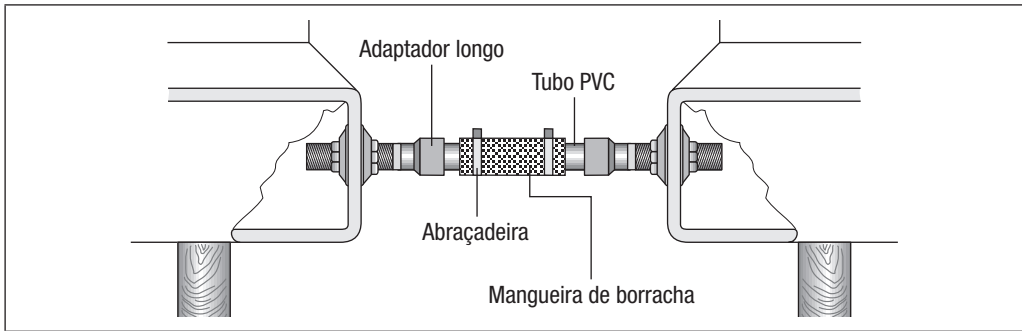


FIGURA 1.67 Adaptação flexível.

Fixação e vedação da tampa

- nas caixas instaladas externamente, sem nenhuma proteção contra ventos, a tampa deve ser fixada à caixa por meio de dois ganchos galvanizados de $\varnothing 5/16"$, com arruela lisa galvanizada e porca borboleta.
- se for necessária uma vedação total entre a tampa e caixa-d'água, recomenda-se colar, com cola de contato, uma borracha esponjosa de 12 x 8 mm, em toda a periferia da borda superior da caixa, e posteriormente executar a fixação da tampa.

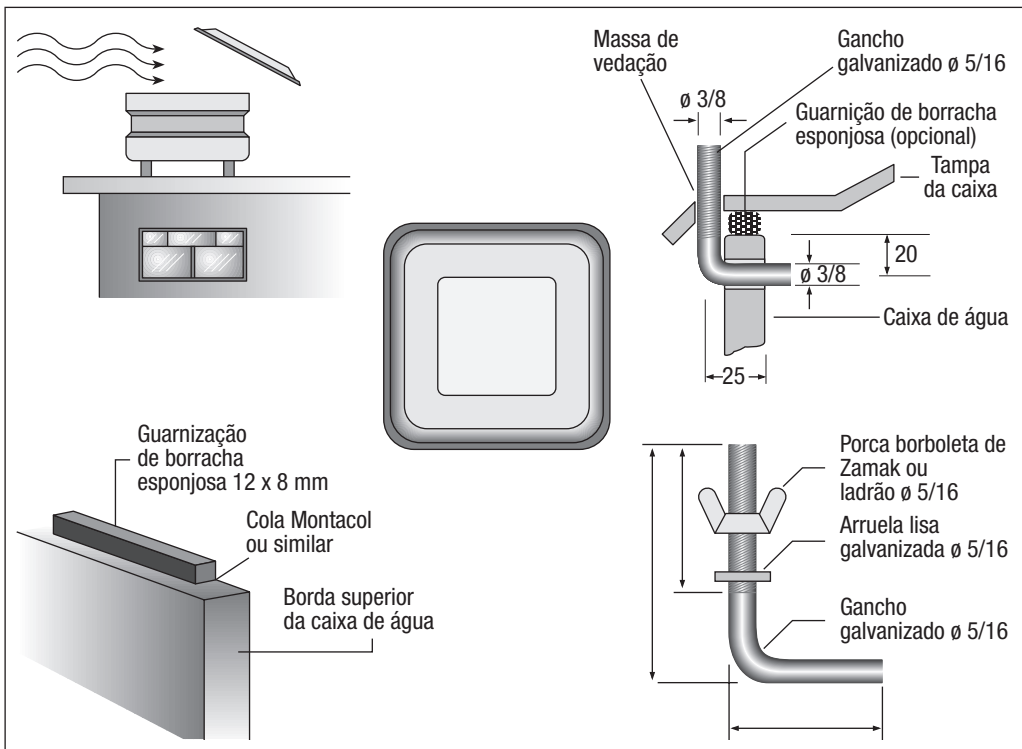


FIGURA 1.68 Fixação de tampas em caixas d'água.

Observação: As perfurações executadas na tampa, necessárias à passagem dos acessórios de fixação, devem ser vedadas com massa de vedação.

1.6.11 Peças de utilização

- atentar para cada modelo de peça a ser instalado, pois há modelos de lavatórios, por exemplo, com ou sem coluna, alterando detalhes da ligação;
- nos equipamentos e aparelhos, verificar:
 - a) tipo e capacidade do hidrômetro;
 - b) posição da válvula de retenção e seu tipo (horizontal ou vertical);
 - c) bitola das válvulas de descarga (1 1/2" ou 1 1/4") em função da pressão existente;
 - d) válvula de boia - adequação à vazão necessária.
- conferir a posição dos registros, localizados conforme projeto, evitando-se a colocação de registros fora de lugar, totalmente inacessíveis, bem como registros de piso, sem a devida caixa de proteção, imersos no terreno;
- para instalar os registros ou as conexões galvanizadas na linha de PVC, tome os seguintes cuidados;
 - a) coloque o adaptador ou a luva SRM (rosca metálica) nas peças metálicas, utilizando a fita veda-rosca Amanco para garantir a estanqueidade da rosca;
 - b) em seguida, solde as pontas dos tubos nas bolsas das conexões de PVC;
 - c) nunca faça a operação inversa, pois o esforço de torção pode danificar a soldagem ainda em processo de secagem.

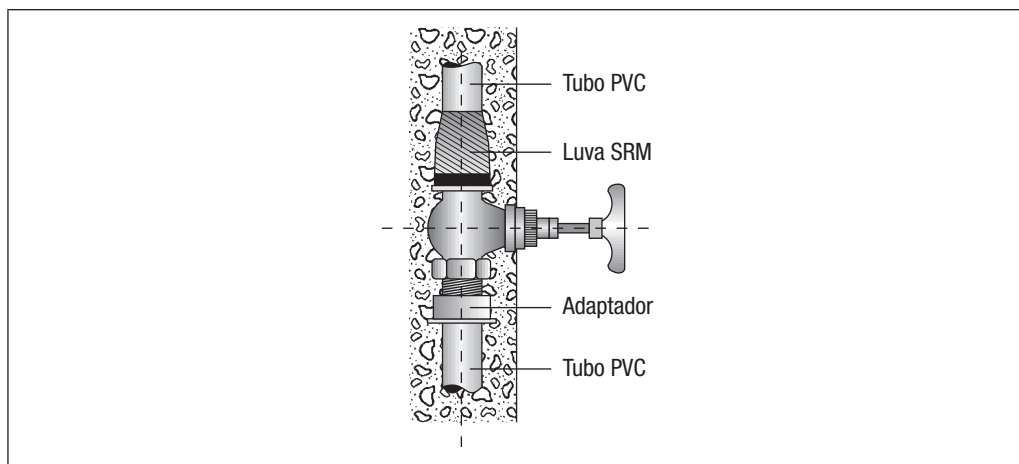


FIGURA 1.69 Instalação de registro.

- Deve-se usar luva de correr para ligar duas tubulações. A luva é uma conexão elástica, com anel de borracha nas duas extremidades, permitindo ampla flexibilidade de uso, sendo extremamente útil em manutenções, propiciando conexões rápidas em reparos de trechos avariados. Também pode ser utilizada em tubulações sujeitas a variações térmicas.

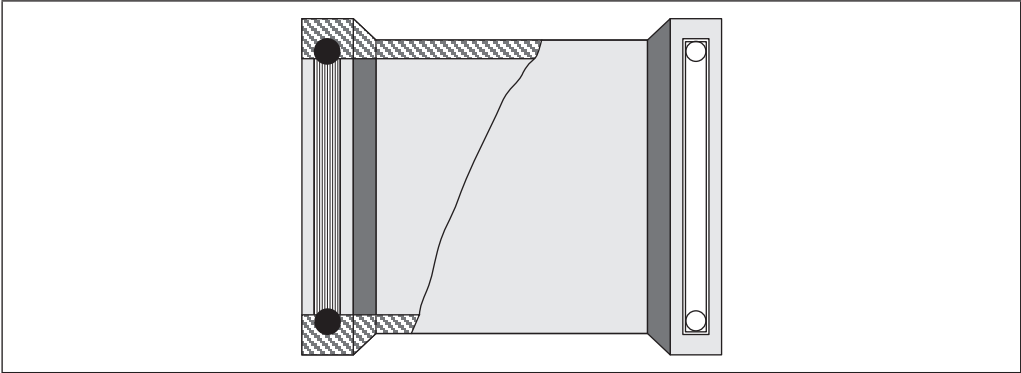
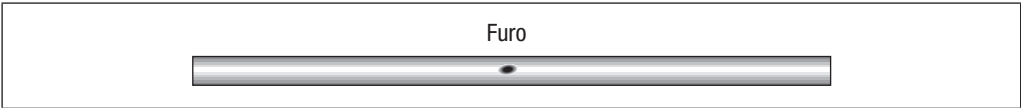
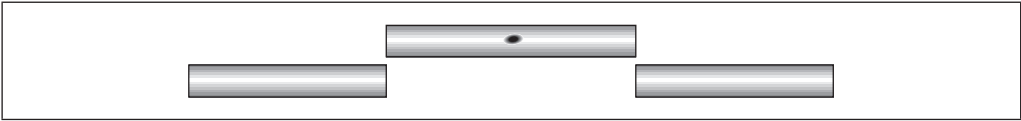


FIGURA 1.70 Colocação de luvas de correr.

A seguir, sequência de passos para efetuar um reparo numa instalação de PVC:



Constata-se a avaria em um determinado trecho (furo acidental ou junta mal executada)



Corta-se a tubulação, de forma a se retirar o trecho avariado.



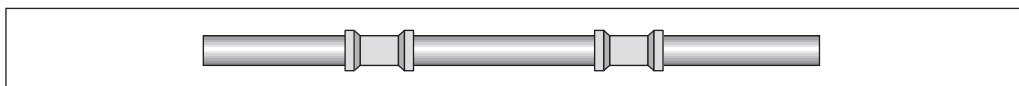
Corta-se outro pedaço de tubulação com o mesmo comprimento do trecho retirado.



Utilizando duas luvas de correr, vestem-se as extremidades do tubo.



Instala-se o segmento de tubo em bom estado no trecho retirado, travando-o em seguida, com as luvas de correr. A vedação é perfeita, com anéis de borracha para a vedação nas duas extremidades das luvas.



O serviço é prontamente executado, mantendo-se o padrão de qualidade da instalação, que está apta a voltar a funcionar imediatamente.

