

INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS PREDIAIS

Utilizando tubos plásticos

4ª Edição

MANOEL HENRIQUE CAMPOS BOTELHO
GERALDO DE ANDRADE RIBEIRO JUNIOR

Blucher



INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS PREDIAIS

**UTILIZANDO TUBOS
PLÁSTICOS**

**4ª edição
revisada e ampliada**

Blucher

Manoel Henrique Campos Botelho
Geraldo de Andrade Ribeiro Jr.

INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS PREDIAIS

UTILIZANDO TUBOS
PLÁSTICOS

4ª edição
revisada e ampliada



Instalações hidráulicas prediais utilizando tubos plásticos

4.ª edição revisada e ampliada

© 2014 Manoel Henrique Campos Botelho

Geraldo de Andrade Ribeiro Junior

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 a Editora Edgard Blücher Ltda.

FICHA CATALOGRÁFICA

Botelho, Manoel Henrique Campos
Instalações hidráulicas prediais utilizando tubos plásticos / Manoel Henrique Campos Botelho, Geraldo de Andrade Ribeiro Junior. – 4ª ed. - São Paulo: Blucher, 2014.

Bibliografia
ISBN 978-85-212-0823-5

1. Instalações hidráulicas e sanitárias 2. Plásticos em instalações hidráulicas e sanitárias I. Título I. Ribeiro Junior, Geraldo de Andrade

14-0109

CDD 696.1

Índice para catálogo sistemático:
1. Instalações hidráulicas e sanitárias

Agradecimentos

Chegamos à 4.^a edição do livro “Instalações hidráulicas prediais”

Com o apoio da Amanco, aceitação muito boa dos leitores e professores da matéria, chegamos a esta 4.^a edição, ano de 2014.

O livro foi revisto e nele se incluem dados de novos produtos Amanco, referentes a seus equipamentos e materiais relacionados com as instalações hidráulicas prediais.

Um bom livro técnico tem de ser dinâmico e, para isso, ele deve contar com a colaboração dos leitores, contando suas experiências práticas de projeto, uso e manutenção das instalações hidráulicas prediais. Até termos regionais interessam aos autores, pois “bombeiro” em certos estados tem o significado de ser o profissional que faz instalações e manutenção destas instalações. Em outros estados o termo é “encanador”. Ainda em outros estados o termo é “instalador”. Um livro para atender a toda a nação deve considerar e respeitar, usando, esses termos regionais, fruto de um país tão grande. Os autores contam com essa participação dos leitores.

Ficamos, pois, à disposição

Manoel Henrique Campos Botelho
email: <manoelbotelho@terra.com.br>

Geraldo de Andrade Ribeiro Junior
email <gerarib@uol.com.br>

NOTA

Bombeiro, ou encanador, ou instalador, esse profissional tem o seu dia, dia 27 de setembro de cada ano. A eles a homenagem dos autores.

Introdução

4ª 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 a quarta 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 o capítulo de Água Quente face à disponibilidade no mercado dos tubos e conexões do tipo PPR (polipropileno), particularmente os produzidos pela Amanco. Esses tubos permitem 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 procurou-se retratar no livro toda a difícil e riquíssima experiência nesse campo.

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.

fevereiro 2014

Manoel Henrique C. Botelho

email: manoelbotelho@terra.com.br

Geraldo de Andrade Ribeiro Jr.

email: gerarib@uol.com.br

Apresentação

As instalações hidráulicas prediais passaram por muitas evoluções tecnológicas nos últimos anos. Desde os diferentes tipos de produtos até as maneiras de instalação são diversificadas e inovadoras.

A substituição dos materiais metálicos, cerâmicos e de fibrocimento pelos materiais plásticos foi um dos maiores avanços e trouxe muitas vantagens às obras, como maior facilidade de execução, menores custos, menor ferramental necessário, menor tempo de instalação, maior disponibilidade de peças e componentes e os benefícios resultantes.

Essa substituição proporcionou melhorias aos projetos, à execução das instalações nas obras, e deu aos projetistas opções de materiais a serem instalados. Neste livro, os autores abordam conceitos hidráulicos utilizando tubos plásticos, desde a fase de dimensionamento, projeto e execução.

Entre os materiais explorados nesta edição do livro, estão o PVC (policloreto de vinila), CPVC (policloreto de vinila clorado) e Pex (polietileno reticulado). Além disso, são apresentados os diversos acessórios que completam as instalações prediais e fazem o acabamentos dessas instalações.

Aproveitem ao máximo seu conteúdo!

Boa leitura!

Patrícia Medeiros de Godoy

Março, 2014.

Conteúdo

1	O Sistema Predial de Água Fria	17
1.1	Fontes de abastecimento	17
1.2	Sistemas de distribuição.....	19
1.2.1	Direto (da rede pública até os pontos de utilização, sem reservatório).....	19
1.2.2	Indireto (com reservatório)	20
1.2.3	Indireto hidropneumático.....	21
1.2.4	Misto.....	23
1.2.5	Caso particular de edifícios altos	24
1.3	Componentes e características de um sistema predial de água fria	27
1.3.1	Ramal predial ou ramal de entrada predial (ramal externo)	27
1.3.2	Alimentador predial (ramal interno)	30
1.3.3	Reservatório.....	30
1.3.4	Barrilete	33
1.3.5	Colunas de distribuição	34
1.3.6	Ramais e sub-ramais	36
1.3.7	Peças de utilização e aparelhos sanitários	38
1.3.8	Instalação elevatória	38
1.4	Projetos.....	38
1.4.1	Considerações gerais	38
1.4.2	Etapas do projeto	39
1.4.3	Tipo e características da edificação	39
1.4.4	Consumo	40
1.4.5	Fonte de abastecimento	40
1.4.6	Sistema de distribuição	41
1.4.7	Reservação/Reservatórios.....	41
1.4.8	Tubulações	54
1.5	Dimensionamento.....	55
1.5.1	Consumo	55
1.5.2	Ramal predial.....	57
1.5.3	Hidrômetro.....	58
1.5.4	Alimentador predial.....	58
1.5.5	Reservatórios	58
1.5.6	Tubulações	62
1.5.7	Sub-ramal.....	70
1.5.8	Ramal	71
1.5.9	Coluna	77
1.5.10	Barrilete	79
1.5.11	Verificação da pressão	81

1.6	Cuidados de execução.....	91
1.6.1	Tubulações e acessórios em geral	91
1.6.2	Recomendações gerais	93
1.6.3	Manuseio e estocagem.....	95
1.6.4	Transposição de juntas de dilatação da edificação	97
1.6.5	Apoio de tubulações	97
1.6.6	Alimentador predial.....	100
1.6.7	Ligação de aparelhos	101
1.6.8	Caixa de descarga.....	103
1.6.9	Colunas	103
1.6.10	Barrilete	103
1.6.11	Peças de utilização.....	103
2	Projeto e Execução de Instalações de Água Quente	107
2.1	Conceitos gerais	107
2.2	Equipamentos, materiais e fontes de energia.....	108
2.3	Critérios de projeto de instalação de sistema de distribuição de água quente	109
2.4	Exemplo de dimensionamento de ramais principais de um sistema de água quente para uma clínica, usando o critério de pesos.....	115
2.5	O uso do material PPR (tubos e conexões).....	117
2.5.1	Método de instalação.....	124
2.5.2	Recomendações de projeto	130
2.5.3	Tabelas de dimensionamento de sistemas hidráulicos para tubos PPR	132
2.5.4	Dilatação térmica.....	150
2.6	Problemas resolvidos.....	156
2.7	Manutenção de um sistema de água quente.....	160
2.8	Notas técnicas complementares	161
2.8.1	Queimaduras.....	161
2.8.2	Água quente para uso termal	161
2.8.3	O paradoxo da água quente de poços profundos e seu uso em sistemas de abastecimento público	161
2.8.4	Curiosidade – chuveiro elétrico.....	162
2.8.5	Anos 1960	162
2.8.6	Dispositivo criativo em hospital público de São Paulo	163
2.8.7	Prédios	163
2.8.8	Curiosidades	163
2.8.9	Sistema de recirculação de água quente.....	164
2.9	O uso do material PEX – tubos e conexões	164
2.9.1	O Sistema Amanco PEX	164
2.9.2	Vantagens da utilização do Sistema PEX.....	165
2.9.3	Características técnicas.....	165
2.9.4	Instalação	166
2.9.5	Transporte e estocagem	171
2.9.6	Produtos	172
2.10	O uso do material CPVC – tubos e conexões	176
2.10.1	A linha Amanco CPVC	176

2.10.2	Vantagens da utilização da linha CPVC.....	176
2.10.3	Características	176
2.10.4	Instalação	177
2.10.5	Produtos Amanco Ultratemp CPVC	190
3	O Sistema Predial de Esgotos Sanitários.....	195
3.1	Conceitos gerais	195
3.2	Componentes e características do sistema predial de esgotos	195
3.2.1	Desconectores, sifões e caixas	196
3.2.2	Aparelho sanitário	200
3.2.3	Ramal de descarga	200
3.2.4	Ramal de esgoto.....	200
3.2.5	Tubo de queda	200
3.2.6	Caixa de gordura.....	200
3.2.7	Caixa de inspeção	202
3.2.8	Subcoletor e coletor predial	203
3.2.9	Ventilação.....	204
3.2.10	Disposição final	206
3.2.11	Instalações abaixo do nível da rua	206
3.3	CrITÉrios e especificações para projeto.....	206
3.3.1	Considerações gerais	206
3.3.2	Etapas do projeto	207
3.3.3	Tipos e características da edificação.....	207
3.3.4	Recomendações gerais para projetos.....	208
3.4	Dimensionamento.....	223
3.4.1	Generalidades	223
3.4.2	Ramal de descarga	223
3.4.3	Ramal de esgoto.....	224
3.4.4	Tubo de queda	226
3.4.5	Coletor predial (e subcoletor).....	228
3.4.6	Ventilação.....	230
3.4.7	Elementos acessórios	231
3.5	Fossa séptica	234
3.5.1	Considerações gerais	234
3.5.2	Definição	234
3.5.3	Recomendações gerais para projeto	236
3.5.4	Dimensionamento	240
3.6	Cuidados de execução.....	243
3.6.1	Recomendações gerais	243
3.6.2	Tubulações	243
3.6.3	Caixas de inspeção	244
3.6.4	Caixas de gordura.....	245
3.6.5	Caixas sifonadas/ralos.....	245
3.6.6	Ventilação.....	245
3.6.7	Tubo de queda	246
3.6.8	Coletor predial	246
3.6.9	Ligação de esgoto	246
3.6.10	Assentamento de tubulações.....	248

4	O Sistema de Águas Pluviais	251
4.1	Amplitude do estudo.....	252
4.1.1	Definições.....	253
4.2	Elementos de hidrologia.....	254
4.3	A NBR 10844/89 e os elementos hidrológicos.....	254
4.3.1	Calhas.....	260
4.3.2	Condutores.....	263
4.3.3	Utilização de águas pluviais para uso doméstico a partir de cisternas.....	265
4.4	Águas pluviais em marquises e terraços - buzínates.....	266
4.4.1	Materiais a usar.....	267
4.5	Particularidades dos sistemas pluviais.....	269
4.5.1	Água para frente ou para trás.....	269
4.5.2	Jogando água do telhado em telhado.....	269
4.5.3	Água despejada em transeunte.....	270
4.5.4	Água levada para local indevido.....	270
4.5.5	Uma solução, algo precária (mas criativa), quando chega a inundação.....	271
4.5.6	Um microssistema pluvial predial.....	271
4.5.7	Mau destino das águas de um coletor pluvial.....	272
4.5.8	Águas pluviais carregam areia.....	272
4.5.9	Calhas a meia-encosta.....	272
5	PVC. O Material e os Tubos	273
5.1	Características e usos.....	273
5.1.1	Pressões.....	274
5.2	Juntas.....	275
5.2.1	Água fria.....	275
5.2.2	Esgoto.....	276
5.2.3	Execução das juntas.....	277
5.2.4	Junta rosqueada.....	284
5.2.5	Junta elástica.....	285
5.3	Cores.....	242
5.4	Diâmetros.....	289
5.5	Normas.....	289
5.6	O PVC e o meio ambiente.....	290
5.7	Tubo de plástico PPR-Amanco.....	296
5.7	Tubulações plásticas, vida útil e custo benefício.....	296
6	Sistemas Elevatórios	299
6.1	Introdução.....	299
6.2	Tipos.....	299
6.2.1	Sistema com bombas centrífugas.....	299
6.2.2	Sistema hidropneumático.....	302
6.3	Projetos.....	302
6.3.1	Crítérios e especificações para projeto.....	302
6.4	Dimensionamento.....	306
6.4.1	Sistema com bomba centrífuga.....	306
6.4.2	Sistema hidropneumático.....	316

6.5	Sistema de bombeamento de esgotos.....	316
6.5.1	Caixa coletora.....	316
6.5.2	Bombas.....	317
6.6	Sistema de bombeamento de águas pluviais.....	318
6.6.1	Caixa coletora.....	318
6.7	Cuidados de execução.....	320
7	A Arquitetura e os Sistemas Hidráulicos.....	321
7.1	Interferências arquitetônicas.....	321
7.2	Arquitetura de sanitários.....	323
7.3	Ruídos no sistema hidráulico.....	328
7.4	Adaptações para deficientes físicos.....	331
7.5	As águas pluviais e a beleza da arquitetura.....	337
7.6	Arquitetura e funcionamento de sanitários públicos.....	338
8	Qualidade das Instalações.....	341
8.1	Considerações gerais (planejamento, projeto, execução e manutenção).....	341
8.2	Execução.....	342
8.2.1	Considerações gerais.....	342
8.2.2	Controle e fiscalização de execução.....	343
8.2.3	Testes de recebimento.....	343
8.2.4	Água fria.....	344
8.2.5	Esgotos sanitários.....	344
8.2.6	Águas pluviais.....	345
9	Lista de Materiais, Orçamento.....	347
9.1	Lista de materiais.....	347
9.2	Custos.....	348
9.2.1	Considerações gerais.....	348
9.3	Orçamentos.....	348
10	Manutenção e Cuidados de Uso.....	353
10.1	Considerações gerais.....	353
10.2	Tipos.....	354
10.2.1	Manutenção preventiva.....	354
10.2.2	Manutenção corretiva.....	356
10.3	Verificação de vazamentos.....	356
10.3.1	Como verificar vazamentos.....	356
10.4	Procedimentos de manutenção.....	360
10.4.1	Água fria.....	360
10.4.2	Esgotos sanitários.....	363
10.4.3	Águas pluviais.....	364
10.4.4	Manual de operação e manutenção.....	365
11	Apresentação de Projetos.....	367
11.1	Memorial descritivo.....	367
11.2	Memorial de cálculo.....	369
11.3	Especificações de materiais e equipamentos.....	369

11.3.1	Relação de materiais e equipamentos.....	370
11.4	Desenhos	370
11.4.1	Água fria.....	370
11.4.2	Esgoto	370
11.4.3	Águas pluviais	372

Anexos

A1	A água: da natureza até os usuários.....	379
A1.1	Conceitos	379
A1.2	Água potável	381
A2	Esclarecendo questões de Hidráulica	382
A2.1	Pressão atmosférica.....	382
A2.2	Pressão estática	384
A2.3	Pressão dinâmica	384
A2.4	Exercícios numéricos para ajudar a entender os conceitos	386
A2.5	Curiosidades hidráulicas.....	388
A3	Normas e legislações complementares	390
A3.1	Normas Técnicas da ABNT.....	391
A3.2	Legislações federais, estaduais e municipais	391
A4	Unidades e conversões	405
A4.1	Informações adicionais	407
A5	Odores nos banheiros	409
A6	Declaração universal dos direitos da água.....	407
A7	Dia do instalador hidráulico	411

Bibliografia	413
---------------------------	-----

Comunicação com os Autores	414
---	-----

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 desse produto apresenta. A água está cada vez mais rara e sua busca cada vez mais distante. Este simples gesto tem, em seus bastidores, 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 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 realizado 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 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 pela Portaria n. 2914 de 12/12/2001 do Ministério da Saúde (critérios de potabilidade da água (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., nos quais 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

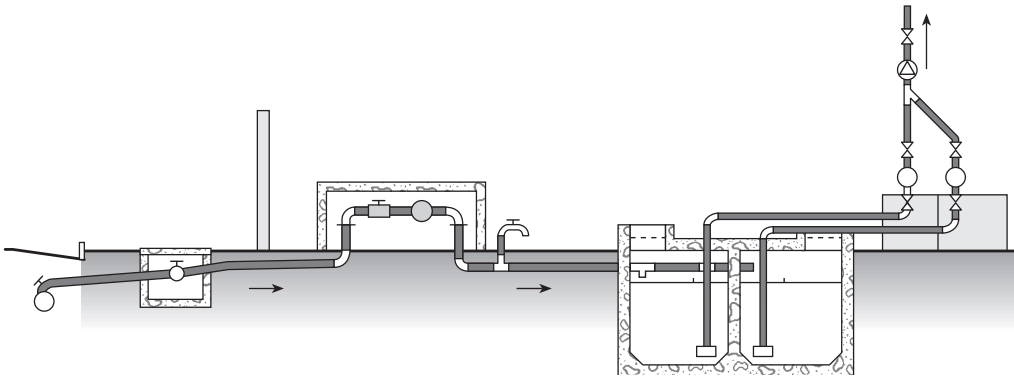


FIGURA 1.1 Abastecimento pela rede pública.

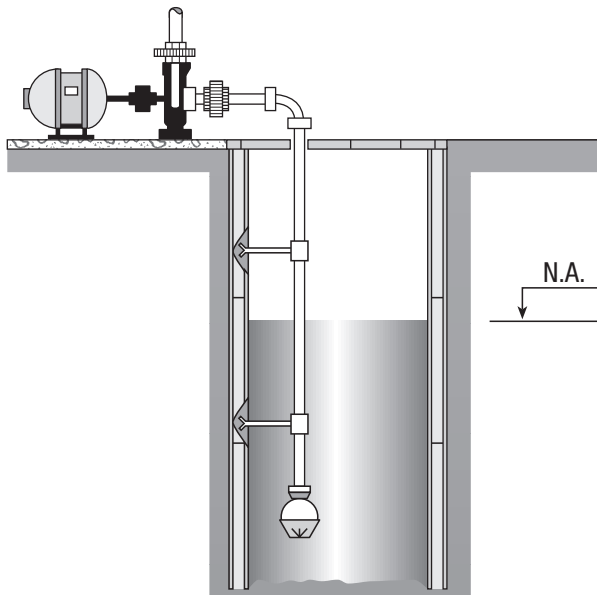


FIGURA 1.2 Abastecimento por poço com bomba.

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.

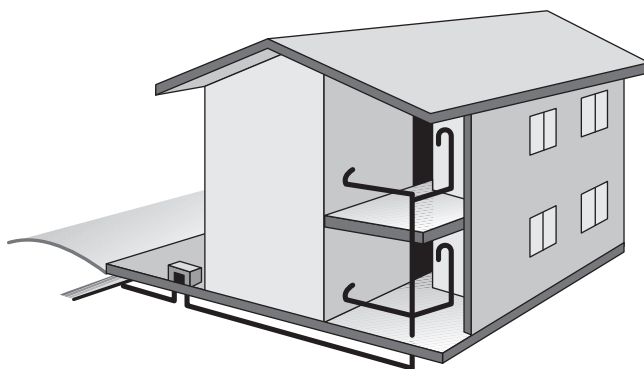


FIGURA 1.3 Sistema de distribuição direta em residência.

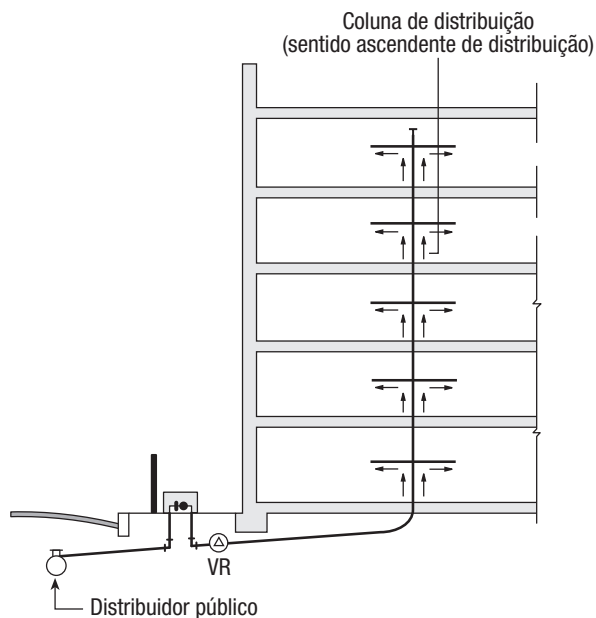


FIGURA 1.4 Sistema de distribuição direta em prédio de cinco pavimentos.

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 comprometerão diretamente a instalação, particularmente em uma 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).

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), em um 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 em uma mesma cidade existem pressões diferentes até no mesmo bairro, podendo ser menor do que a anterior 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).

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.

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 a jato 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.

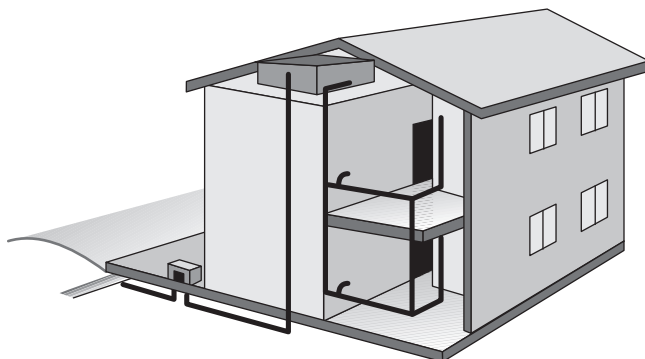


FIGURA 1.5 Sistema de distribuição indireto, sem bombeamento.

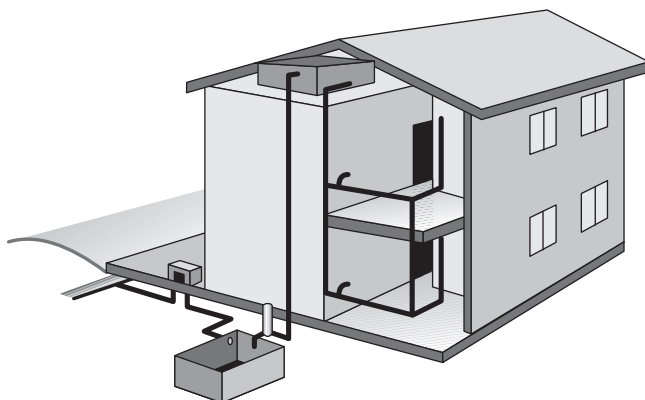


FIGURA 1.6 Sistema de distribuição indireto, com bombeamento.

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), construir um reservatório superior.

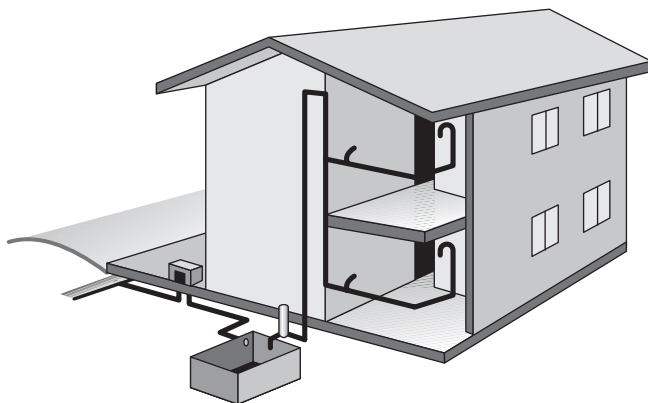


FIGURA 1.7 Sistema de distribuição indireto hidropneumático em residências.

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.

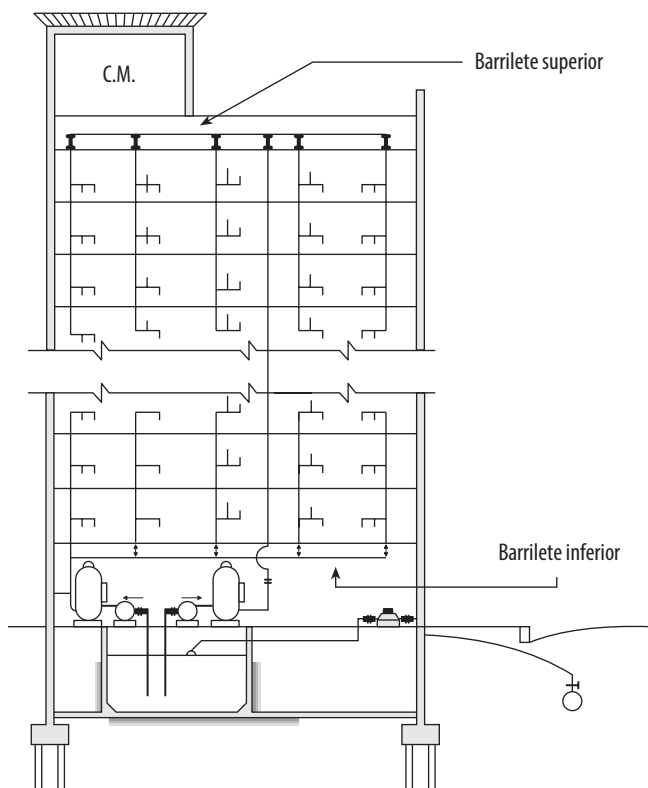


FIGURA 1.8 Sistema de distribuição indireto hidropneumático em edifício.

1.2.4 Misto

É o sistema utilizado em 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 desses, 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 têm 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 obtida a partir do reservatório superior, no caso de residências térreas, os pontos de utilização ligados diretamente à rede pública terão maior pressão.

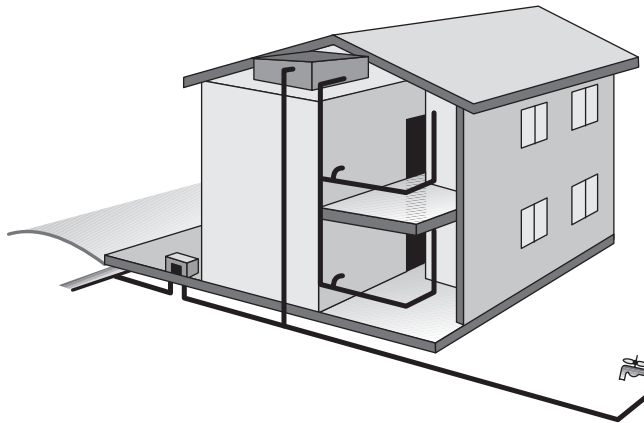


FIGURA 1.9 Sistema de distribuição misto em residência.

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 é 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.

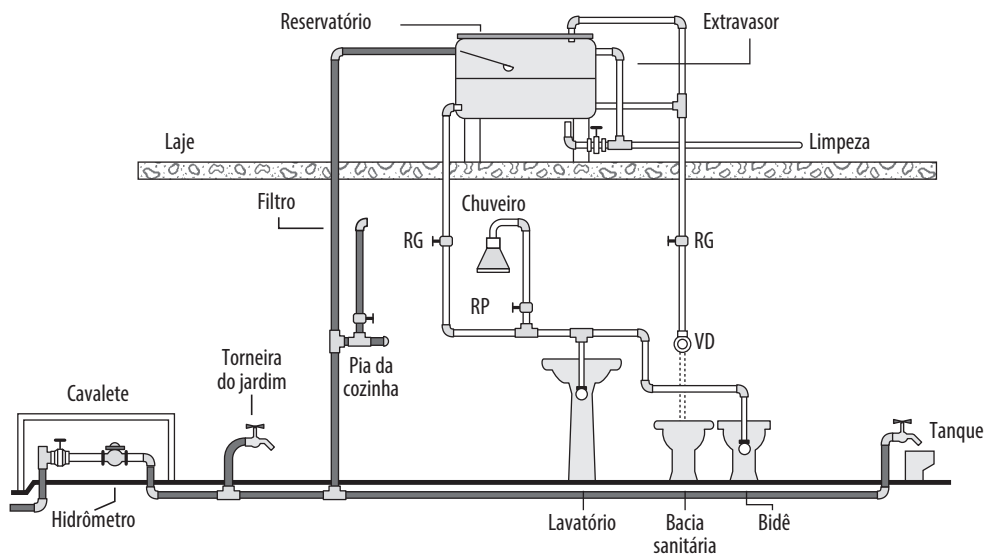


FIGURA 1.10 Sistema de distribuição misto em residência – pontos atendidos.

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 aríete, manutenção e limite de pressão nas tubulações e nos aparelhos de consumo, limitada pela NBR 5626/98 em 40 m.c.a. 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 o caso, com a utilização de válvulas redutoras de pressão ou de reservatórios intermediários.

Em virtude das dificuldades executivas, à necessidade de manutenção e às concepções arquitetônicas e econômicas, não é desejável 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.

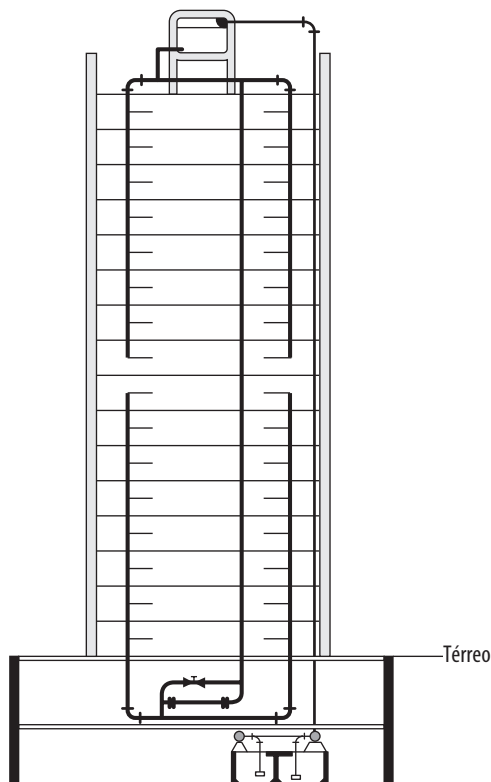


FIGURA 1.11 Válvula redutora de pressão no pavimento térreo.

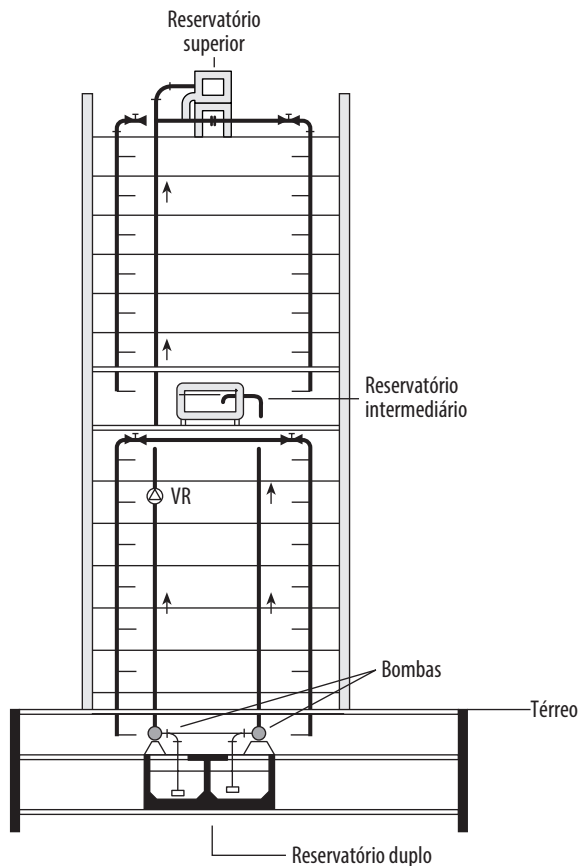


FIGURA 1.12 Reservatórios intermediários.

NOTA: Válvula Redutora de Pressão (VRP ou VR)

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 em que 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), em razão da coluna de água a montante. Quando a pressão atingir o valor de regulagem da mola do diafragma (40 m.c.a.), a comporta se fecha e, imediatamente, a pressão tende a cair em virtude da desconexão da perda da coluna de água a montante e o sistema está em uso a jusante, ocasionando sua reabertura (redução da pressão no diafragma), gerando um processo dinâmico e contínuo, no qual 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.

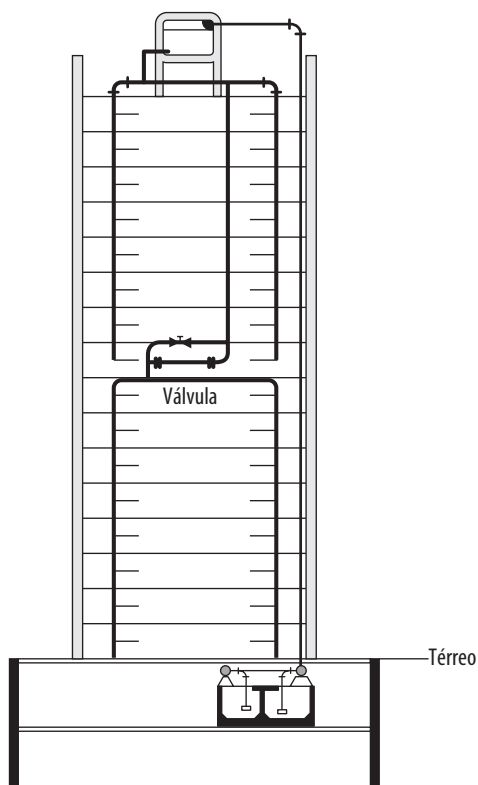


FIGURA 1.13 Válvula redutora de pressão em andar intermediário.

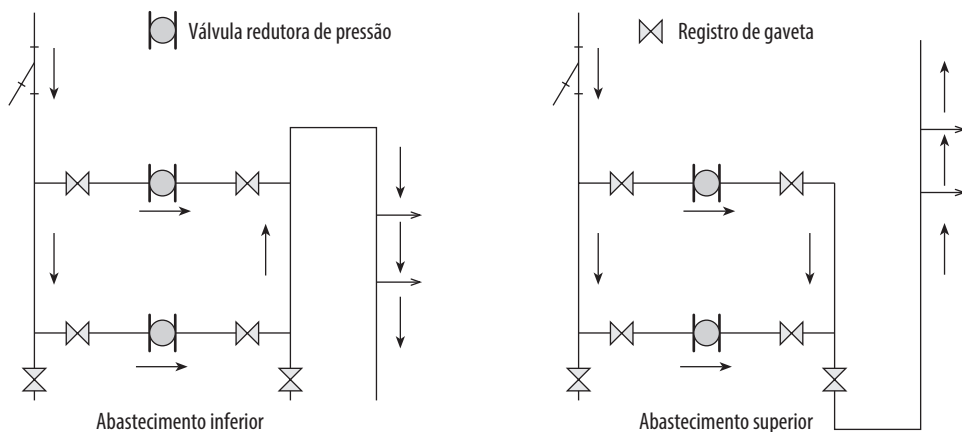


FIGURA 1.14 Desenhos esquemáticos de funcionamento da válvula redutora de pressão.

A NBR 7198:1993 – Projeto e Execução de Instalações Prediais de Água Quente, quando de eventual necessidade de instalação de VRP, preconiza a necessidade de instalação de duas válvulas redutoras de pressão, em paralelo, sendo uma reserva da outra, sendo vedada a instalação de desvio (*by pass*), no caso de válvulas que alimentam aquecedores.

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 em uma 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.

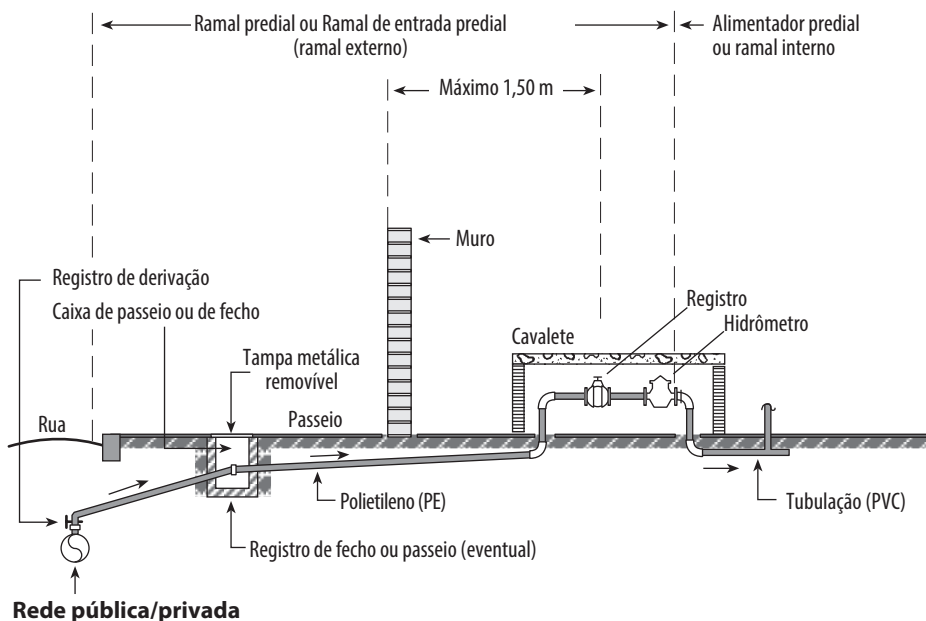


FIGURA 1.15 Ramal externo e ramal interno com seus componentes.

A tubulação é em propileno, nas cores azul ou preta, junta soldável ou mecânica, normatizada pelas NBR 8417/97 – Sistemas de ramais prediais de água – Tubos de Polietileno PE – Requisitos (especificações para tubos na cor Preta) e NTS 048 – Tubos de Polietileno para ramais prediais de água (especificações para tubos na cor Azul). A Amanco disponibiliza o produto Amanco *Ramalfort*, nos diâmetros 20 e 32 mm, cuja

leveza e grande flexibilidade facilita muito a instalação, adequando-se à ligação e absorvendo tensões provocadas por esforços externos (acomodação do solo e carga de tráfego de veículos). Além disto, reduz a perda de carga, é mais durável, facilita eventuais manutenções, bem como resiste a 1 Mpa de pressão.

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).

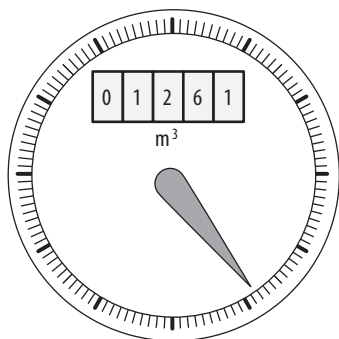


FIGURA 1.16 Hidrômetro digital, no qual deve-se ler os algarismos pretos. Exemplo: a leitura do mostrador acima é de 126 m³.

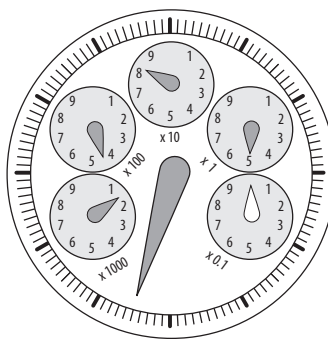


FIGURA 1.17 Hidrômetro de ponteiros, no qual se notam os números indicados pelos quatro ponteiros pretos dos círculos menores, da esquerda para a direita. Exemplo: a leitura do mostrador da figura é de 1.485 m³.

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 na seção 1.5.2.

Atualmente, os novos edifícios e condomínios possuem ligações individualizadas, com vantagens econômicas de água (em até 40%), de energia (redução do volume bombeado para o reservatório superior), reduz a inadimplência, além de facilitar a identificação de vazamentos e fazer justiça com a conta de água, pois cada um pagará o que realmente usar.

Algumas cidades tornaram obrigatória esta prática, inclusive São Paulo. Para imóveis existentes, também é possível a individualização, porém em alguns casos de edifícios antigos a instalação gera um razoável custo inicial de implantação.

A Amanco disponibiliza o seu Kit Cavalete, já montado, nas medidas e diâmetros normatizados, facilitando e agilizando a montagem, evitando erros de ligação. Lembremos que o hidrômetro é um equipamento normatizado e fornecido pela concessionária, o qual será acoplado ao kit.

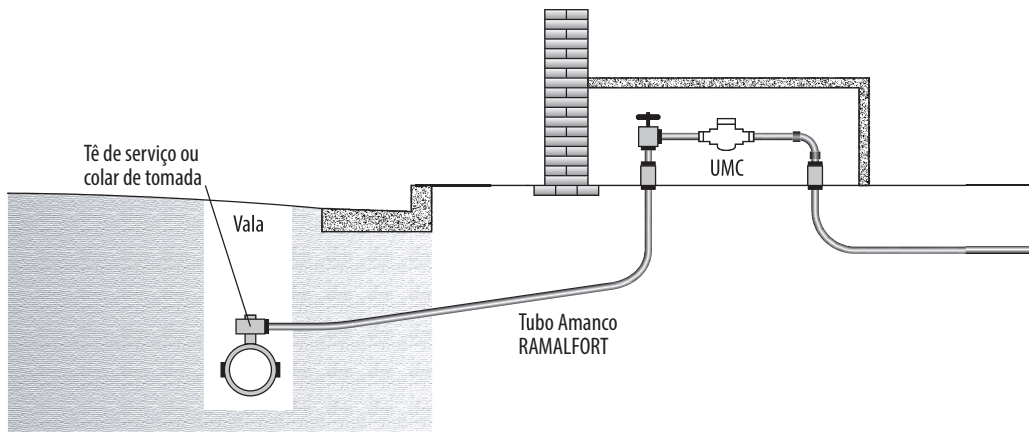


FIGURA 1.18

Está se generalizando a prática de instalar um filtro de água (grau de filtração 25 micra), logo após o cavalete de entrada, de modo a reter eventuais impurezas, reduzindo-se o acúmulo de resíduos sólidos nos reservatórios.

A Amanco dispõe do Amanco Filtro d'água, certificado pelo Inmetro.

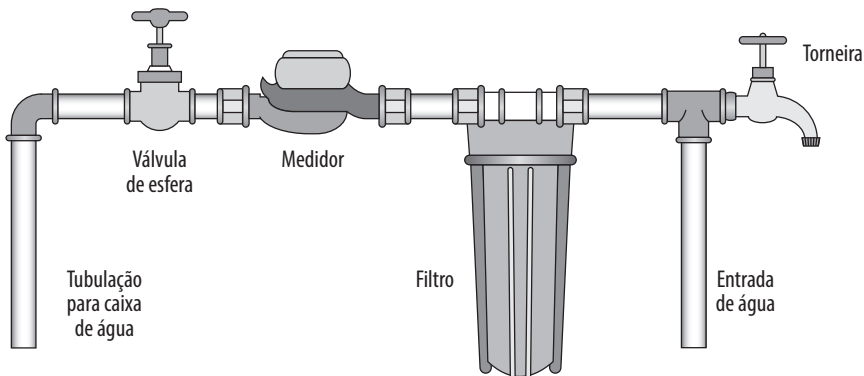


FIGURA 1.19 Filtro de rede.

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 a Figura 1.15), de modo que 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.

Recomenda-se, também, o uso da produto Amanco *Ramalfort* para a rede de alimentação predial, pelas razões apresentadas na Seção 1.3.1, principalmente em caso de condomínios e locais sujeitos a tráfego de veículos.

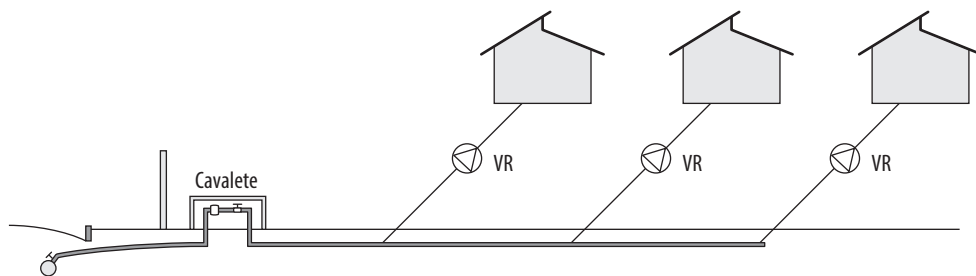


FIGURA 1.20 Esquema de ligações múltiplas a um mesmo cavalete, com proteção individual (válvula de retenção), contra retrossifonagem.

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 uni-

dades, no caso de reservatórios pré-fabricados assim como de grandes reservatórios, a partir de 3.000 L, os mesmos devem ser divididos em duas ou mais câmaras comunicantes entre si, facilitando a operação e manutenção do sistema.

Os reservatórios (caixas d'água) da Amanco possuem uma boa estética e dimensões apropriadas para uso externo ou sob cobertura, não possuem emendas, facilitando o seu uso e evitando eventuais erros ao se construir um reservatório convencional.

A Amanco caixa d'água é leve, resistente e fácil de transportar, com capacidade de 310, 500 ou 1.000 litros. Ela tem as paredes internas lisas e brancas, de forma a facilitar a limpeza e contribuir na manutenção da temperatura da água.

São instalados com facilidade e rapidez, contam com kit completo para isso, bem como linha completa de acessórios (torneira de boia etc.), normatizados pela NBR 14799:2011 – Reservatório com corpo em polietileno, com tampa em polietileno ou em polipropileno, para água potável, de volume nominal até 2.000 L (inclusive) – Requisitos e métodos de ensaio, sendo ideais para esta faixa de volume de reserva. Ver maiores detalhes na seção 1.4.7.2 – item q) Vantagens das Caixas Amanco.



FIGURA 1.21

1.3.3.1 Localização

A adequada localização dos reservatórios deve ser estudada, de modo a ser otimizada a sua utilização, face suas características funcionais, tais como ventilação, iluminação, garantia da potabilidade da água, 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.

No caso de edifícios altos ou edificações de maior vulto, a reserva 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

A NBR 5626:1998 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 será necessária 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 e deve garantir a potabilidade da água no período de armazenamento médio da mesma e obedecer a eventuais disposições legais quanto ao volume máximo armazenável.

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.

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.

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.

c) *Torneira de boia*

A NBR 14.534:2000 – Torneira de boia para reservatórios prediais de água potável – Requisitos e métodos de ensaio, define torneira de boia como: “Aparelho para controlar o nível operacional de água em reservatórios prediais, com ciclo de abertura e fechamento automáticos.” É obrigatoriamente utilizada na parte final da alimentação do reservatório predial, interrompendo a entrada de água, quando esta atingir o nível operacional máximo previsto do reservatório, dispositivo este usualmente utilizado quando o abastecimento se dá por gravidade, ou seja, não se tem recalque, possuindo balão plástico ou metálico.

Deve-se atentar para a necessidade de desconexão da rede predial na alimentação do reservatório, prevenindo 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.

A torneira de boia Amanco atende às faixas de pressão usuais, tem as bitolas e dimensões apropriadas, sendo de plástico, com maior vida útil.

d) *Automático de boia*

Quando se tem recalque, adotam-se automáticos de boia (eletrônico automático) que são dispositivos de comando automático, pelo próprio nível da água. Localiza-

dos 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 mesmo, o que ocorre várias vezes ao longo do dia, não necessitando intervenção humana. Devem permitir o acionamento manual, quando de manutenção. Ver detalhes na Seção Sistemas Elevatórios.

e) *Tomada de água (saída)*

A tubulação de saída deve, preferencialmente, ser localizada na parede oposta à parede da alimentação, no caso de reservatórios de grande comprimento, visando-se evitar a estagnação da água, bem como situar-se em cota apropriada, elevada em relação ao fundo do reservatório. Ver detalhes na Seção específica de reservatórios, em 1.4.7.2 – Critérios de Projeto, item f).

f) *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 em um dos cantos do reservatório. Para grandes reservatórios, prever declividade do fundo na direção desta tubulação.

No caso de reservatórios inferiores, a retirada da água poderá ser efetuada, até o nível da válvula de pé, pela bomba de sucção, com a devida manobra dos registros, retirando-se a água para um local apropriado, caso não haja possibilidade de escoamento por gravidade.

1.3.4 Barrilete

Caso haja muitos pontos a abastecer, deve ser instalado um barrilete (também denominado colar de distribuição), a partir do reservatório superior, abastecendo as colunas de distribuição.

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 eventual 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 eliminar estes inconvenientes, adota-se o barrilete, que pode ser de dois tipos: o concentrado (unificado ou central) e o ramificado. A diferença entre ambos é pequena, como se pode observar nas figuras 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 em uma 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. Nos 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 (observar figuras), permitindo a total flexibilidade de utilização dos reservatórios.

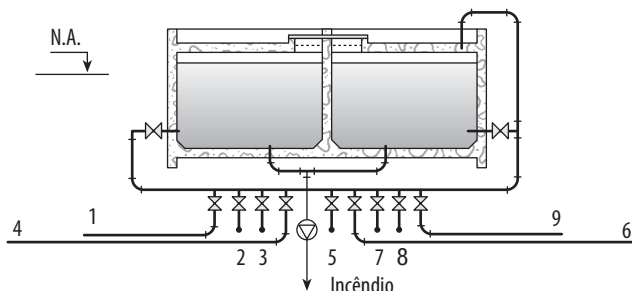


FIGURA 1.22 Barrilete concentrado.

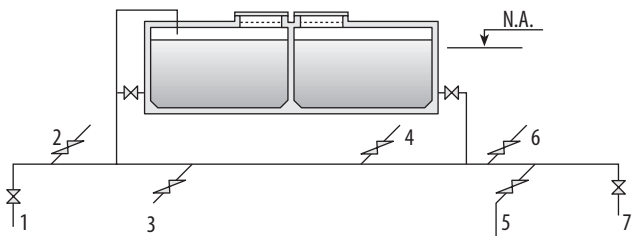


FIGURA 1.23 Barrilete ramificado.

1.3.5 Colunas de distribuição

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

De acordo com a NBR 5626:1998, caso abasteçam aparelhos passíveis de retrossifonagem (pressão negativa ou refluxo, como as válvulas de descarga), devem dispor de proteção conforme indicado, para sistemas de distribuição indireta por gravidade:

- é desejável que os aparelhos passíveis de retrossifonagem estejam em uma coluna independente;
- os aparelhos passíveis de provocar retrossifonagem podem ser instalados em coluna, barrilete e reservatório independentes, previstos com finalidade exclusiva de abastecê-los;
- 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;
- 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 ao da coluna, da qual 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.

A NBR 5626:98 recomenda a instalação de ventilação nas colunas que contenham válvulas de descarga, mas é desejável que todas as colunas sejam ventiladas, pois o acesso de ar nas mesmas provém de várias fontes. Apresenta as vantagens adicionais:

- reduz os ruídos, pois evita a permanente recirculação do ar quando da utilização do sistema;
- constitui-se de uma simples tubulação vertical acoplada à coluna de distribuição, ou ao próprio barrilete, logo depois do registro do barrilete, com diâmetro igual à coluna;
- a extremidade superior deste tubo deve ficar acima do nível máximo de água no reservatório, sendo aberta, mas devidamente protegida;
- a tubulação de ventilação deve ser devidamente protegida na sua extremidade superior, com tela plástica fina (0,5 mm, no máximo, de espaçamento), evitando-se a entrada de insetos;

Cada coluna deverá conter um registro de fechamento, posicionado a montante do primeiro ramal, conforme as Figuras 1.24 a 1.26.

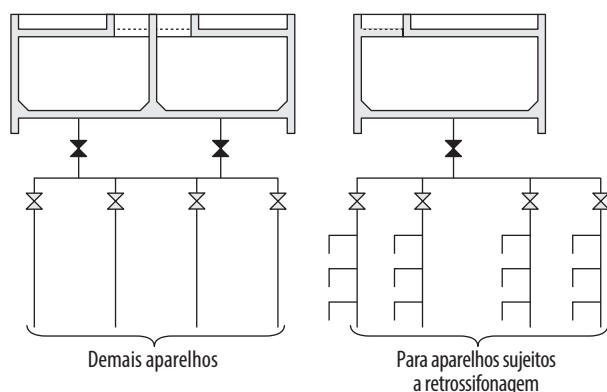


FIGURA 1.24 Aparelhos com reservatório específico.

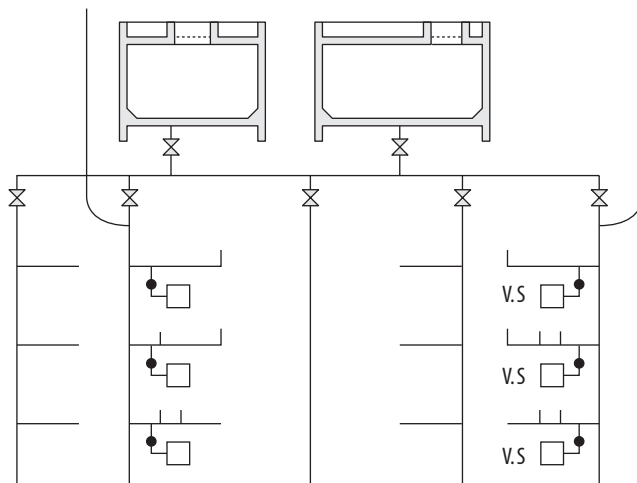


FIGURA 1.25 Aparelhos com ventilação da coluna.

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 retrorrefluxagem (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.

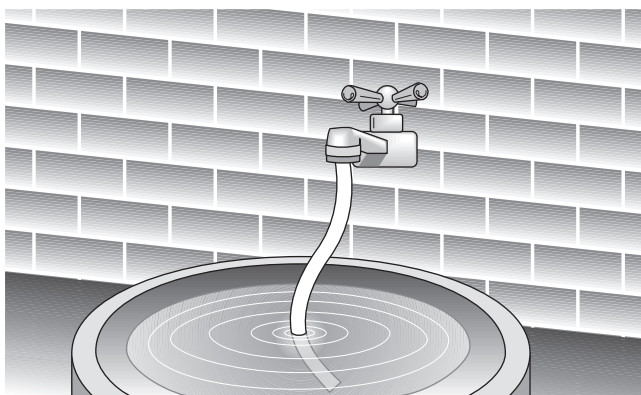


FIGURA 1.26 Mangueira mergulhada em tanque com possibilidade de retrorrefluxagem.

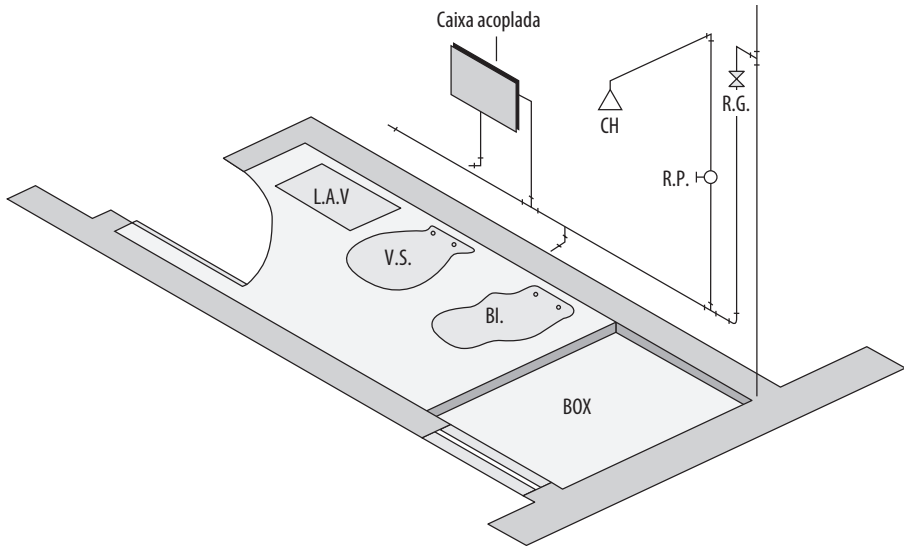


FIGURA 1.27 Isométrico de um sanitário, ramais e sub-ramais.

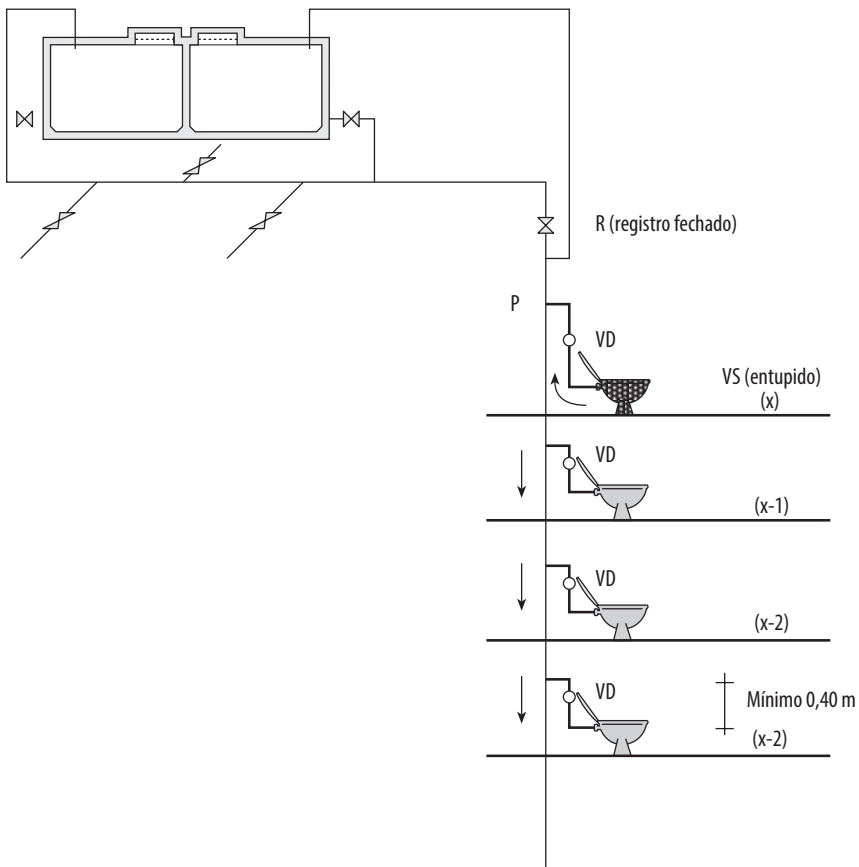


FIGURA 1.28 Isométrico de coluna com vasos sanitários. Situação: se o registro R estiver fechado e o vaso sanitário do pavimento estiver entupido, quando do uso das válvulas dos andares inferiores, poderá ocorrer retrossifonagem.

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 às 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 dois tipos, a convencional com bombas centrífugas ou a hidropneumática. O Capítulo 5 apresenta os detalhes e figuras 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 n. 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 da Seção 1.3, deste capítulo, na Seção 1.5 e no Capítulo 10.

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 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 consideração 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 com prevenção 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 anteriormente 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.

Na Seção 1.4.1, 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 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 na Seção 1.2.

1.4.7 Reservação/Reservatórios

1.4.7.1 Reservação

- a capacidade total de reservação (R_T) não pode ser inferior ao consumo diário, de acordo com a NBR 5626:1998, 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 deve ser inferior 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 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 omitidos;
- o volume da reserva para combate a incêndios é definido pela NB-00024 – Instalações Hidráulicas Prediais contra Incêndios sob Comando, por Normas específicas do Corpo de Bombeiros de cada localidade;
- para os casos comuns, de reservatórios domiciliares e de edifícios altos (prédios), indica-se a seguinte distribuição, a partir da reservação total (R_T):

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, 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 necessária para os reservatórios superiores.

1.4.7.2 Reservatórios – Recomendações

- 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 estrutural ou, ainda, por necessidade de obter pressões elevadas, o reservatório pode constituir uma estrutura independente, isolada, 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;
- o nível máximo da superfície da água no interior do reservatório deve ser considerado no mesmo nível da geratriz inferior da tubulação do extravasor.

a) 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 considerar as seguintes 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 recomendação prática – $R_s = 0,40 R_T$;
- o próprio barrilete é utilizado para efetuar a interligação entre os reservatórios ou as diversas câmaras dos mesmos, não necessitando outra ligação;
- 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 queimaduras nos usuários.

b) Reservatórios inferiores

As condições ideais apontam para sua execução isolada, não apoiado no solo nem no terreno lateral, tendo em vista eventuais vazamentos ou riscos de contaminações pelas paredes, pela permeabilidade das mesmas ou alguma trinca no mesmo. Tal objetivo nem sempre é possível, 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, sendo desejável 1,0 m para facilitar o acesso em caso de inspeção ou manutenção;

- caso seja construído enterrado, este deve ter drenagem mecânica permanente, por meio de bomba hidráulica, instalada em poço próprio e com alarme em caso de falha da bomba;
- não podem ser apoiados diretamente no solo, necessitando apoio sobre base plana, nivelada e com capacidade de sustentação, em função do peso da água e da caixa.

A caixa Amanco *Cisterna*, com capacidade de 2.100, 3.300, 6.000 ou 10.000 litros, pode ser apoiada no solo, com as precauções anteriormente citadas ou mesmo enterrada, possuindo tripla camada protetora. Resiste a pressões internas e externas, ou seja, da água e do terreno. Os reservatórios convencionais, em alvenaria ou concreto, devem ser projetados com estas premissas, o que se torna desnecessário com a Amanco *Cisterna*, a qual também conta com as demais vantagens da caixa d'água Amanco, particularmente na questão de estanqueidade e manutenção da potabilidade, atendendo e superando os requisitos da NBR 5626:1998 – Instalações Prediais de Água Fria e da NBR 14799:2011 – Reservatório com corpo em polietileno, com tampa em polietileno ou em polipropileno, para água potável, de volume nominal até 2.000 L (inclusive) – Requisitos e métodos de ensaio.



FIGURA 1.29 Caixas Amanco *Cisterna*.

c) Materiais

- os pequenos reservatórios domiciliares, de fabricação normalizada, devem satisfazer às seguintes condições:
 - a) serem providos, obrigatoriamente, de tampa adequada que impeça a entrada de animais e corpos estranhos, águas pluviais e passagem de luz solar para o interior do reservatório;
 - b) preservem os padrões de higiene e segurança;
 - c) devem apresentar superfície interna lisa, visando evitar a aderência de corpos estranhos;
 - d) terem especificação para recebimento relativa a cada tipo de material, inclusive métodos de ensaio;
 - e) ter material resistente à corrosão ou ser provido internamente de revestimento anticorrosivo.
- os reservatórios domiciliares fabricados em poliéster reforçado com fibra de vidro, utilizados nas instalações prediais de água fria, devem obedecer às NBR 8220:1983 – Reservatório de poliéster reforçado com fibra de vidro para água potável para abastecimento de comunidades de pequeno porte e NBR 10355:1988 – Reservatório de poliéster reforçado com fibra de vidro – Capacidades nominais – Diâmetros internos – Padronização;
- os reservatórios domiciliares de fibro-cimento devem obedecer à NBR 5649:2006 – Reservatórios de Cimento-Amianto para Água Potável - Requisitos, tomando-se cuidados especiais quando de cortes ou furações, que podem gerar suspensão aérea de fibras de amianto, as quais podem ser danosas à saúde, caso aspiradas. Observar que diversos municípios restringem ou proíbem a utilização de componentes em cimento amianto, como o município de São Paulo (Lei n. 13.103 de 2001);
- os reservatórios poliolefinicos devem obedecer à NBR 14.799: 2002 – Reservatório poliolefinico para água potável – Requisitos e à NBR 14.800: 2011 – Reservatório com corpo em polietileno, com tampa em polietileno ou em polipropileno, para água potável, de volume nominal até 2.000 L (inclusive) – Instalação em obra;
- os reservatórios domiciliares de concreto devem ser executados de acordo com a NBR 6118:2004 – 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) Estrutura de apoio

- atentar para a colocação dos mesmos em locais com estrutura suficientemente dimensionada para suporte, ou seja, o apoio do reservatório deve estar sobre elemento resistente que transfira as cargas para as paredes ou a estrutura;
- ao instalar um reservatório, deve-se atentar para o peso que o mesmo vai ocasionar naquele ponto específico da edificação. Ele tem um peso próprio, facil-

mente calculado em função do seu tipo ou informado pelo fabricante, caso seja pré-moldado. Mas, não esquecer que um litro de água pesa 1 quilograma, logo um reservatório de 1.000 ou 2.000 litros pesará 1 ou 2 toneladas, mais o peso próprio do reservatório;

- o reservatório deve ser apoiado em superfície plana e nivelada, com área superior a sua base, prevista para suportar o seu peso (viga ou laje de concreto, estrutura de madeira etc.);
- no caso de estrutura de residências, o peso do reservatório superior é significativo e deve haver uma análise do apoio e distribuição desta carga sobre a estrutura (vigas) ou paredes de alvenaria, evitando-se a concentração de cargas sobre lajes de concreto já existentes ou sobre forros. Normalmente, usa-se estrutura de madeira com vigas de peroba 6×12 cm ou 6×16 cm, servindo de apoio, nunca apenas sobre duas vigas;
- caso prédios: para obras em edifícios a caixa d'água deve ser protegida por paredes de contenção com uma plataforma superior para evitar peso sobre o reservatório e facilitar a manutenção e inspeção, Figura 1.31:

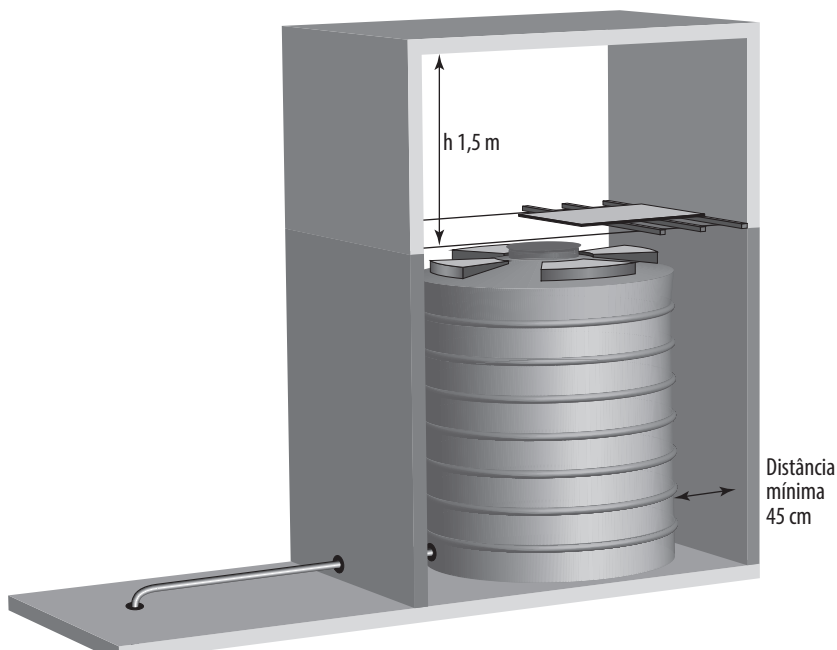


FIGURA 1.30 Distâncias de afastamento – Caixas Amanco.

e) Ventilação

- o reservatório deve ser instalado em local com ventilação adequada;
- em reservatórios instalados sob telhados, deve-se garantir a renovação e circulação do ar sob os mesmos, evitando-se formação de massas de ar quente e úmido. Tais massas, em contato com as paredes do reservatório, acabam por

provocar condensação da umidade existente no ar e o conseqüente acúmulo de água no entorno e na base do reservatório, causando danos em forros de madeira e outros locais;

- esta ventilação é obtida facilmente com a execução de aberturas para este fim situadas na cobertura ou no forro;
- não confundir esta ventilação do reservatório com a ventilação da coluna de distribuição, vista na Seção 1.3.5.

f) Manutenção da potabilidade

- a NBR 5626:1998 – Instalação Predial de Água Fria, estabelece: “5.2.4.1 Os reservatórios de água potável constituem uma parte crítica da instalação predial de água fria no que diz respeito à manutenção do padrão de potabilidade. Por este motivo, atenção especial deve ser dedicada na fase de projeto para a escolha de materiais, para a definição da forma e das dimensões e para o estabelecimento do modo de instalação e operação desses reservatórios”;
- devem ser construídos com material adequado (plástico, polietileno, concreto armado, alvenaria etc.), de modo a não comprometer a potabilidade da água, devendo preservar o padrão de potabilidade, não transmitindo gosto, cor, odor ou toxicidade à água nem gerar condições de crescimento de micro-organismos;
- deve ser um recipiente estanque, facilmente inspecionável e limpo, possuindo tampa ou porta de acesso opaca, de modo a vedá-la e impedir a entrada de líquidos, poeiras, insetos etc.;
- caso esteja colocado fora da cobertura da edificação, deve ser fixado à sua base e ter dispositivo de travamento da tampa, pois está sujeito à ação dos ventos;
- a fixação das tampas ou portas dos reservatórios deve ser eficaz, com parafusos ou assemelhados, atentando que estas fixações podem provocar perfurações nos mesmos, as quais devem ser vedadas;
- o reservatório deve ser totalmente vedado, aplicando-se borracha esponjosa ou similar em toda a extensão de contato da tampa com o reservatório;
- caso impermeabilizados, devem obedecer a NBR 9575:2010 – Impermeabilização – Seleção e Projeto e NBR 9574:2008 – Execução de Impermeabilização, garantindo a potabilidade da água. Notar que a utilização de betume é terminantemente proibida e o material da impermeabilização não deve comprometer a qualidade da água;
- a proteção dos reservatórios inferior e superior contra o acesso de águas de chuva, com tampa apropriada, pois vários casos foram constatados de entrada de águas de chuva, as quais transportam materiais diversos poluindo uma água potável;
- a superfície superior externa deve ser impermeável 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;

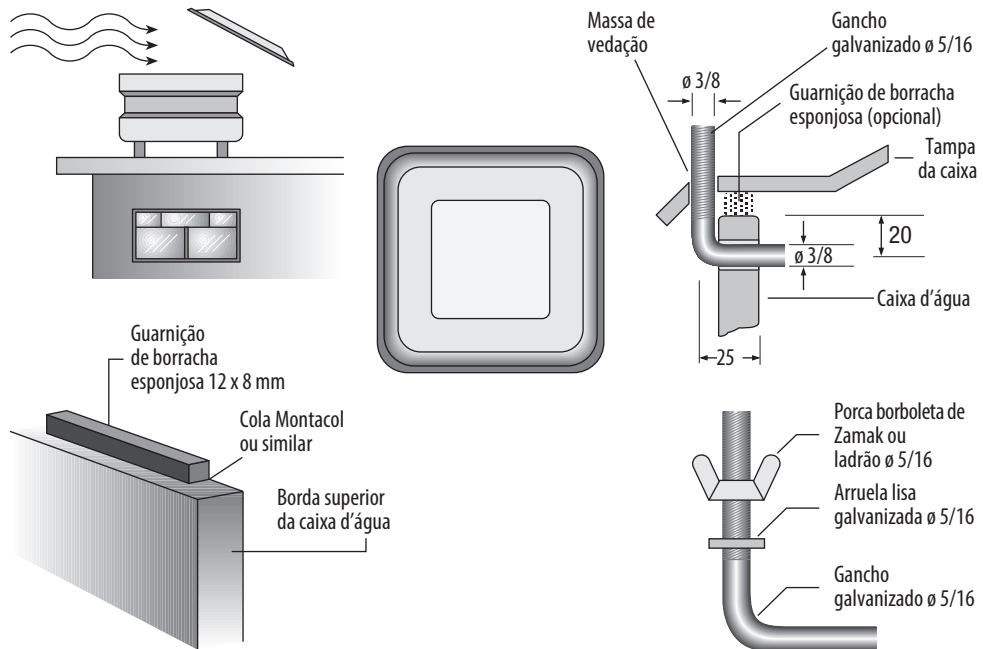


FIGURA 1.31 Fixação de tampas em caixas d'água.

- devem estar localizados convenientemente afastados de redes de esgotos, águas pluviais e outras fontes poluidoras. Nenhuma tubulação de esgoto ou águas pluviais poderá passar sobre a cobertura do reservatório. Por incrível que pareça esta situação absurda já foi encontrada, mais de uma vez. Qualquer vazamento significa poluir a água de consumo;
- nenhum depósito de lixo poderá se localizar sobre o reservatório.

g) Instalação

- para furar reservatórios domiciliares (PVC, polietileno etc.), utilizar sempre furadeira com serra copo, evitando outras práticas, como o uso de broca ou furação com percussão;
- em caso de furação, verificar catálogo do fabricante, de modo a se localizar os furos nos pontos possíveis, nem sempre os pontos necessários. Uma furação errada fragiliza o reservatório, principalmente quando efetuada na sua parte inferior;
- a ligação dos tubos ao reservatório deve ser feita com adaptadores longos, com flange;
- os flanges devem ser apertados, após a instalação da tubulação;
- os tubos instalados nas caixas não devem transmitir esforços nas paredes dos reservatórios, portanto, devem estar corretamente instalados, sendo importante prever certa flexibilidade nas tubulações instaladas;

- caso as tubulações passem por paredes de concreto ou alvenaria (estejam encravadas nas paredes), devem ser previstas aberturas ou instalar as mesmas em “tubos camisa” para que possam trabalhar de modo flexível, em face das deformações que as paredes possam apresentar;
- quando das ligações das tubulações, deve ser considerada a eventual movimentação ou deformação do reservatório quando cheio de água, para se evitar as tensões decorrentes disto;

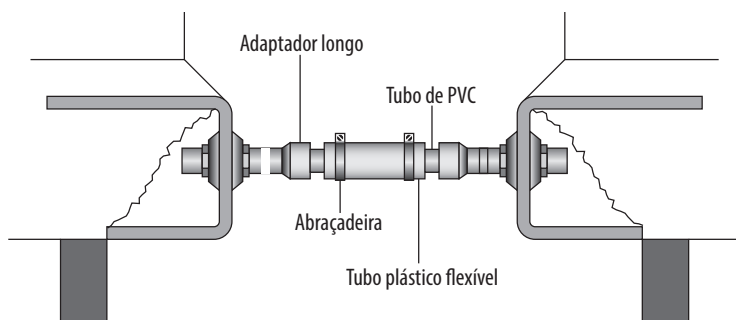


FIGURA 1.32 Ligação entre caixas – Detalhe.

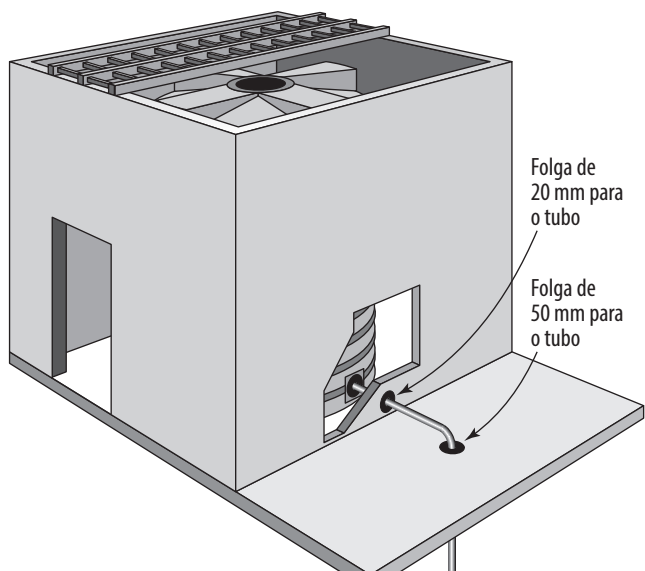


FIGURA 1.33 Caixa Amanco – Saídas tubulações – Estruturas vizinhas.

- antes da instalação, proceder a inspeção visual no corpo e na tampa do reservatório, com a finalidade de:
 - a) verificar a existência de imperfeições de fabricação;
 - b) verificar furos não previstos para colocação das tubulações;
 - c) o nome ou a marca do fabricante, na tampa e no corpo do mesmo;
 - d) a data de fabricação;

- e) volume nominal;
- f) especificação do material utilizado;
- g) norma a qual está referenciado;
- verificar o posicionamento do reservatório em função dos elementos de cobertura (estrutura e telhas), de modo que se possa garantir um espaço mínimo para efetuar a manutenção e limpeza do mesmo. Se ele estiver sob uma cobertura, com pouco ou nenhum espaço, esta tarefa torna-se extremamente difícil e até mesmo impossível, além de colocar em risco o executor da tarefa;

h) Testes

- o teste (ensaio) de estanqueidade deve ser realizado, após a completa instalação do reservatório e seus acessórios, por meio do enchimento com água até o nível operacional, garantindo as condições normais de uso;
- caso não seja detectado vazamentos no reservatório ou suas conexões, pós 24 horas em teste, poderá ser considerados estanque. No caso de ser detectado vazamento, este deve ser reparado e repetido o procedimento;

i) Manutenção

- os reservatórios devem ser instalados em locais que propiciem fácil acesso para inspeção e limpeza de seu interior, de modo a garantir sua efetiva manutenção, da forma simples, rápida e a mais econômica possível.
- o espaço ao redor do reservatório deve ser adequado, permitindo as atividades de manutenção e limpeza, com a movimentação segura do pessoal encarregado destas tarefas. A dimensão mais conveniente é de 1,0 m livre ao redor, apesar de recomendação mínima da NBR 5626:1998 – Instalações Prediais de Água Fria – ser 0,45 m livre. Lembrar que as dimensões da tampa devem ser consideradas quando da instalação, pois deverá ser removida e recolocada;
- o(s) reservatório(s) superior(es) devem se situar com uma altura suficiente entre seu fundo e a superfície em que estejam apoiados, de modo a poder instalar as tubulações do barrilete e de saída, operar os registros etc., devendo ser convenientemente analisada, caso a caso;
- lembrar que estas atividades são diversas e serão frequentemente realizadas, incluindo: verificação do nível de água, regulação da torneira de boia, manobra de registros, remoção e recolocação da tampa, limpeza interna e externa etc.;
- prever facilidade de acesso (escada), a qualquer reservatório, lembrando-se de manutenções e da limpeza periódica;
- em grandes reservatórios, deve-se prever uma escada interna. A escada interna em metal oxida facilmente, sendo preferível a utilização de escada de corda plástica ou similar, com degraus de plástico. Esta deve permanecer enrolada e protegida (coberta), do lado de fora do reservatório, somente sendo desenrolada quando for utilizada;

j) Limpeza

- a limpeza deve ser efetuada de acordo com as recomendações do fabricante, em função do material utilizado, em reservatórios vazios e fora de operação;
- não devem ser utilizados escovas ou outros objetos abrasivos que possam tornar ásperas as paredes internas do reservatório;
- a eventual utilização de produtos químicos é um item a ser analisado, desde que recomendada pelo fabricante, tomando-se os cuidados de não haver acesso dos mesmos à rede de distribuição;
- a limpeza do reservatório poliolefinico deve ser feita com a utilização de água limpa e pano ou esponja macia;
- a NBR 5626:1998 – Instalações Prediais de Água Fria, recomenda a limpeza periódica do reservatório a cada seis meses ou observar especificação da companhia de saneamento local.

k) Tubulação de saída do reservatório

- a colocação da tubulação de saída deve ser em parede oposta à da tubulação de alimentação, preferencialmente. Tal prática visa evitar o surgimento de zonas de estagnação dentro do reservatório, particularmente, em casos de reservatórios muito compridos (neste caso, devem ser colocados em paredes opostas em relação à dimensão predominante), bem como em reservatórios com reserva para incêndio;
- a extremidade da tubulação de saída do reservatório deve situar-se, preferencialmente, na parte lateral e no ponto mais baixo possível, elevada em relação ao fundo do mesmo;
- a rigor, a extremidade, em relação ao fundo do reservatório, deve ser relacionada com o diâmetro da tubulação de tomada e com a forma de limpeza que será adotada ao longo da vida do reservatório;
- caso a tubulação de saída esteja localizada no fundo do reservatório, a entrada da tubulação deve estar elevada em relação à região mais profunda do reservatório. Esta elevação em relação ao funcho é necessária para evitar a entrada na rede de distribuição de eventuais resíduos depositados no fundo do reservatório;
- para reservatórios de pequenas dimensões, como os residenciais e de pequenos prédios comerciais, recomenda-se 2 cm. Para reservatórios de cimento amianto (até 1.500 litros) esta altura mínima é de 3 cm, de acordo com a NBR 5649:2006 – Reservatórios de fibro-cimento para água potável – Requisitos;
- no caso dos 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;

Para evitar os efeitos da formação do vórtice na entrada da tubulação de sucção, bem como para proteger a bomba de eventuais resíduos, deve ser instalada uma válvula de pé com crivo.

l) Tubulação de limpeza

- deve ser posicionada na parte mais baixa do reservatório, para esvaziá-lo completamente. No caso de grandes reservatórios, recomenda-se inclinação do fundo na direção desta tubulação, para facilitar o escoamento e a remoção de detritos remanescentes. No caso de grandes reservatórios, verificar necessidade de adoção de bitola especial em função do tempo necessário para esvaziamento, tendo em vista necessidades operacionais (hospitais, indústrias etc.);
- caso instalada na parte lateral, localizá-la no ponto mais baixo possível;
- posicionar o registro da tubulação de limpeza em local de fácil acesso e operação;
- a descarga da água da tubulação de limpeza deve se dar em local visível e que não prejudique a operação normal do edifício (em calhas etc.)

m) Tubulação do extravasor

- o extravasor deve escoar livremente, em local visível, de modo a indicar rapidamente a existência de falha no abastecimento;
- a tubulação de extravasão de água deve escoar em local visível, pois uma extravasão indo direto e sem aviso para o sistema de água pluvial ou caixas de inspeção é um erro de projeto ou construção e acontece frequentemente em instalações prediais. Não há sentido em escoá-la para um local em que dificilmente será notada a avaria. Esta avaria deve ser evidenciada claramente, de forma altamente visual, para alertar rapidamente o responsável (zelador ou morador), de modo que se possa rapidamente corrigir o problema e evitar o desperdício de água;
- 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.). No caso de prédios, deve ser direcionado para o box do zelador ou local de melhor visualização por ele;
- 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 da edificação;
- a tubulação de “aviso” deve se ligar à tubulação de extravasão em trecho horizontal e a montante da ligação com a tubulação de limpeza, para que não haja possibilidade de escoamento para ele de água suja proveniente da limpeza do reservatório, pois entope-se facilmente, perdendo a sua função, face ao seu reduzido diâmetro;
- a cota do extravasor deve localizar-se em cota tal que não possibilite a penetração de água externa no reservatório e, caso ocorra, deve ser colocada válvula de retenção, no seu trecho horizontal;

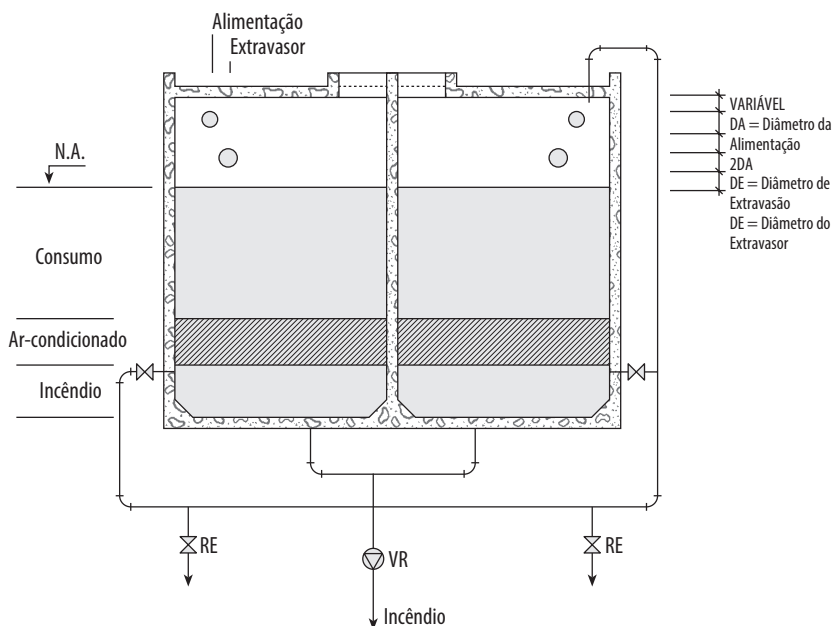


FIGURA 1.34 Reservatório superior, detalhes.

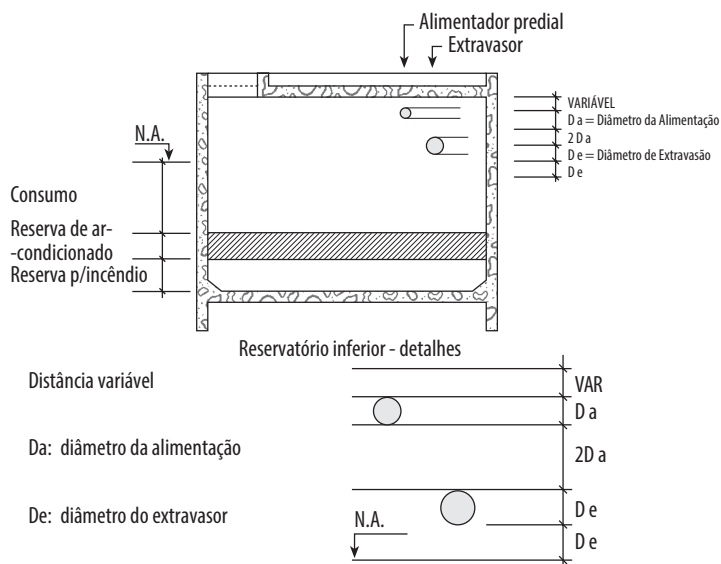


FIGURA 1.35 Detalhe das distâncias mínimas entre a alimentação e o extravasador e deste até o nível máximo da água. As distâncias são função do diâmetro das tubulações, de modo a garantir a separação atmosférica.

- 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;
- a tubulação do extravasador deve ser dotada, na sua extremidade externa, com crivo, ou seja, uma tela plástica fina (0,5 mm, no máximo, de espaçamento),

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, direta ou indiretamente (por meio de tubulação), situada entre a linha d'água e a sua cobertura e visa evitar a entrada de insetos. No esquema a seguir podem-se ver as distâncias recomendadas.

n) Torneira de boia (ou dispositivo similar)

- a torneira de boia deve estar de acordo com a NBR 14.534:2000 – Torneira de boia para reservatórios prediais de água potável – Requisitos e métodos de ensaio;
- a torneira de boia (ou dispositivo similar) deve ser adequada às faixas de pressão de abastecimento, devendo ser observados os catálogos dos fabricantes e a pressão de abastecimento, fornecida pela concessionária;
- 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, visando o fechamento da alimentação, quando de manutenções;
- o posicionamento correto do automático de boia;
- quanto aos ruídos na entrada do reservatório, verificar Seção 7.3.

o) 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.

p) Vantagens das Amanco Caixas d'água

- As caixas Amanco obedecem e até mesmo superam as recomendações técnicas da NBR 5626:1998 – Instalações Prediais de Água Fria, tendo uma série de vantagens, a saber:
 - p1) Estão de acordo com a NBR 14799:2011 – Reservatório com corpo em polietileno, com tampa em polietileno ou em polipropileno, para água potável, de volume nominal até 2.000 L (inclusive) – Requisitos e métodos de ensaio, com duas versões, com dupla camada protetora;
 - p2) leveza, resistência, facilidade de transporte e volumes adequados ao consumo convencional;
 - p3) rapidez e facilidade de instalação, contando com kit completo para montagem, com adaptadores auto-ajustáveis, dispensando massa de vedação, boia com dimensão apropriada, eletrônível etc.;
 - p4) já vem com os furos de entrada, saída e extravasor, para posicionamento destas tubulações, havendo locais apropriados para furação, nas abas reforçadas, para eventuais novos furos;

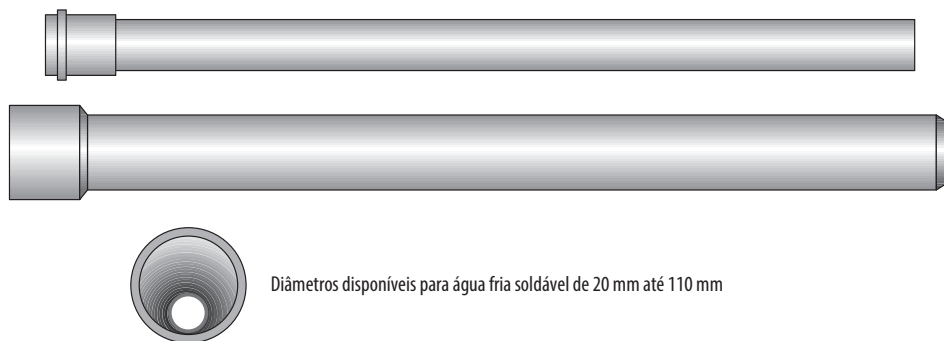
- p5) são de polietileno, com proteção anti-UV (contra raios solares), material atóxico certificado pelos órgãos responsáveis, podendo ser instaladas em qualquer local, não necessariamente locais cobertos, tendo em vista sua maior resistência mecânica e maior durabilidade, resistindo a ação de chuvas e raios solares;
- p6) tampa com rosca, com vedação rápida e segura, vedando completamente a caixa, evitando a formação de musgos, colônias de bactérias e incrustações em suas paredes, não sujeita à ação dos ventos e não necessitando fixação;
- p7) não necessitam impermeabilização;
- p8) paredes internas lisas e brancas, de forma a facilitar a limpeza e contribuir na manutenção da temperatura da água;
- p9) garantia de 10 (dez) anos.

A Amanco caixa d'água é pré-fabricada com materiais e características corretas não necessita projeto, é rápida e facilmente fiscalizada, conferida e instalada, evitando-se eventuais erros de execução. Na prática, estes erros são mais comuns do que se imagina e nem sempre são corrigidos, perpetuando problemas nas instalações.

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, em um 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 “dentês”, 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 apresenta uma série de comentários relativos à questão.



Diâmetros disponíveis para água fria soldável de 20 mm até 110 mm

FIGURA 1.36 Diâmetros disponíveis de 20 mm até 110 mm.

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 m.c.a.), mas existem situações (recalques, com grande altura, por exemplo), nos quais é necessário ser observada a pressão máxima admissível, incorporando as eventuais pressões dinâmicas.

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:

$$Cd = Cp \times n$$

em que:

- Cd = consumo diário;
- Cp = consumo *per capita*;
- n = número de ocupantes;

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.

<i>CONSUMO PREDIAL DIÁRIO</i>		
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	por cavalo
Cinemas e teatros	2	por lugar
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.

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

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

em que,

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 m³

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

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

- das fórmulas fundamentais da Hidráulica, têm-se:

$$Q = S \cdot V = \text{vazão}$$

S = seção

V = 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 $D = 20,52 \text{ mm} \rightarrow D = 25 \text{ mm}$;
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", ou seja, $D = 25 \text{ mm}$;
3. a maioria das concessionárias adota o diâmetro 20 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, particularmente no caso de instalações especiais (clubes, escolas, etc.), com maior consumo e cálculo diferenciado;
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.

<i>TABELA DE RAMAIS PREDIAIS E HIDRÔMETROS E ABRIGOS</i>				
Ramal predial diâmetro D (mm)	Hidrômetro		Cavalete diâmetro D (mm)	Abrigo dimensões: altura, largura e profundidade (m)
	Consumo provável (m ³ /dia)	Vazão característica (m ³ /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

O reservatório é o item central em um sistema predial e o seu correto dimensionamento fundamental para a correta operação e manutenção do sistema predial.

O item 5.2.5.1 da NBR 5626:1998 – Instalações Prediais de Água Fria, estabelece:

“A capacidade dos reservatórios de uma instalação predial de água fria deve ser estabelecida levando-se em consideração o padrão de consumo de água no edifício e, onde for possível obter informações, a frequência e duração de interrupções do abastecimento.”

O padrão é estabelecido por tabelas de consumo ou pela concessionária local.

- A reservação total (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 NBR 5626:1998 – Instalações Prediais de Água Fria, 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, $C_d < R_T < 3 C_d$. (recomendação prática)
- Adotando-se a reservação total mínima como: $R_T = 2 \times C_d$.

Caso o abastecimento não seja intermitente, ou seja, ocorra interrupção do abastecimento ou quando a pressão na rede pública atinge valores muito baixos, não havendo pressão suficiente para abastecer o reservatório elevado, deve ser prevista uma reserva maior. Isto ocorre no caso de edificações isoladas, locais com precário abastecimento ou casas de praia em temporada de férias. Deve-se levar em conta este fator de periodicidade e se o abastecimento se der a cada dois dias, por exemplo, o volume a ser reservado deve ser multiplicado por dois.

Para o volume máximo de reservação, recomenda-se que sejam atendidos dois critérios: primeiro, garantia de potabilidade da água nos reservatórios no período de detenção médio em utilização normal e, em segundo, atendimento à disposição legal ou regulamento que estabeleça volume máximo de reservação.

- Distribuição da reservação:
 - a) havendo somente um reservatório, este deverá estar em nível superior e, logicamente, conterà 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 em uma 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, as situações de manutenção, itens estes decisivos na garantia da continuidade do sistema.

Reservas adicionais (eventuais):

- a) reserva para combate a incêndios – R_{INC} é função das características do prédio e das NBR 13714:2000 – Instalação Hidráulica Contra Incêndio, sob comando 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 reserva 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: $R_s = 0,4 R_T$ – (indicação prática 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 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 qual atende às necessidades. Observe-se que diâmetros menores devem ser evitados, pois o lodo acumulado no fundo pode eventualmente entupir a tubulação;
- adota-se D_{limp} para que o mesmo se esvazie com facilidade em função do tempo requerido para a mesma;
- usualmente para pequenos reservatórios : $D_{limp} = 32$ mm.

1.5.5.4 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 comercial superior ao diâmetro do alimentador predial. No caso do reservatório superior, após o cálculo da tubulação de recalque, o que será visto mais adiante, adota-se, da mesma maneira, um diâmetro comercial 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 $D_{ext} > D_{alim}$ e reservatório superior $D_{ext} > D_{rec}$, usualmente, utiliza-se um diâmetro comercial imediatamente superior.

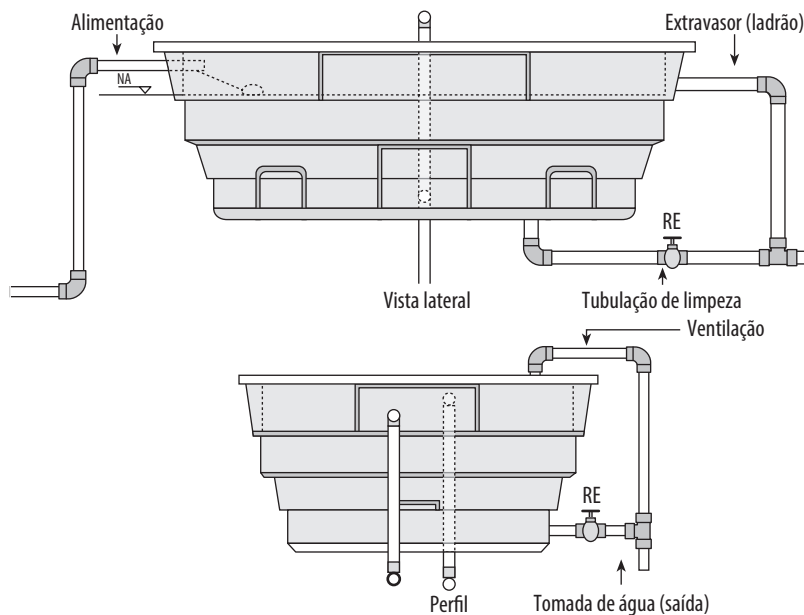


FIGURA 1.37 Extravasor (ladrão).

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 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 anteriores incorpora-se um fator econômico e outro operacional, o que pode ser visto no dimensionamento específico no Capítulo 5.

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.

<i>PARÂMETROS HIDRÁULICOS DO ESCOAMENTO</i>		
Parâmetro	Unidades	Símbolo
Vazão	Litros por segundo	L/s
	Metros cúbicos por hora	m ³ /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 m.c.a. = 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 (NBR 5626/1998):

Pressão estática máxima: 400 kPa (40 m.c.a.);

Pressão dinâmica mínima: 5 kPa (0,5 m.c.a.).

O valor mínimo de 5 kPa (0,5 m.c.a.) 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 m.c.a.) 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 de pé-direito convencional (com altura de cerca de 3,00 m, ou seja, $13 \times 3 = 39,00$ m, $\sim = 40,00$ m.), abastecidos diretamente pelo reservatório inferior, sem a devida proteção do sistema. Ver a Seção 1.2.5. Portanto, a diferença de nível entre o fundo do reservatório inferior e o ponto mais baixo da tubulação deve ser no máximo 40 m.

A NBR 5626/98 determina pressão mínima de 5 kPa (0,5 mH₂O) (0,5 m.c.a.) 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 m.c.a.).

Por conseguinte, admitindo-se uma situação-limite, com pressão estática máxima de 400 kPa (40 m.c.a.), havendo a sobrepressão de fechamento de válvula de descarga, também em seu limite máximo, 200 kPa (20 m.c.a.), teremos um total máximo de 600 kPa (60 m.c.a.), inferior ao valor máximo da pressão para tubulações prediais de água fria exigido pela NBR 5626:1998 – Instalações prediais de água fria – Procedimentos e pela NBR 5648:2010 – Tubos e conexões de PVC-U com junta soldável para sistemas prediais de água fria – Requisitos.

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 depende 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.

A grande preocupação dos projetistas é com a correta pressão nos diversos pontos da instalação, quer nos pontos de utilização, quer nos pontos críticos do sistema, como um todo. Se a pressão for elevada, pode se instalar uma válvula redutora de pressão e se for baixa, existe a possibilidade de instalação de um pressurizador. Este aparelho

deve ser instalado com certos cuidados, consultando-se o catálogo dos fabricantes e não fazem milagres, sendo que um bom projeto deve prescindir deles. Cuidados adicionais devem ser tomados com o ruído e vibração produzidos pelo mesmo, principalmente quando instalados próximo a sanitários contíguos a dormitórios ou locais que exigem silêncio.

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 desligar rapidamente um aparelho, como os de fechamento automático, principalmente uma válvula de descarga, ouve-se um ruído bem característico, originário da variação brusca da pressão. É o que se denomina golpe de aríete, o qual causa sobre e sub pressões na rede, com possíveis danos à mesma. A válvula de descarga é o aparelho que provoca a maior sobre pressão no sistema. O projetista deve prever meios de atenuar este efeito e até mesmo eliminá-lo, projetando-se a instalação com dispositivos adequados. A utilização de caixa de descarga no lugar de válvula de descarga reduz o problema.

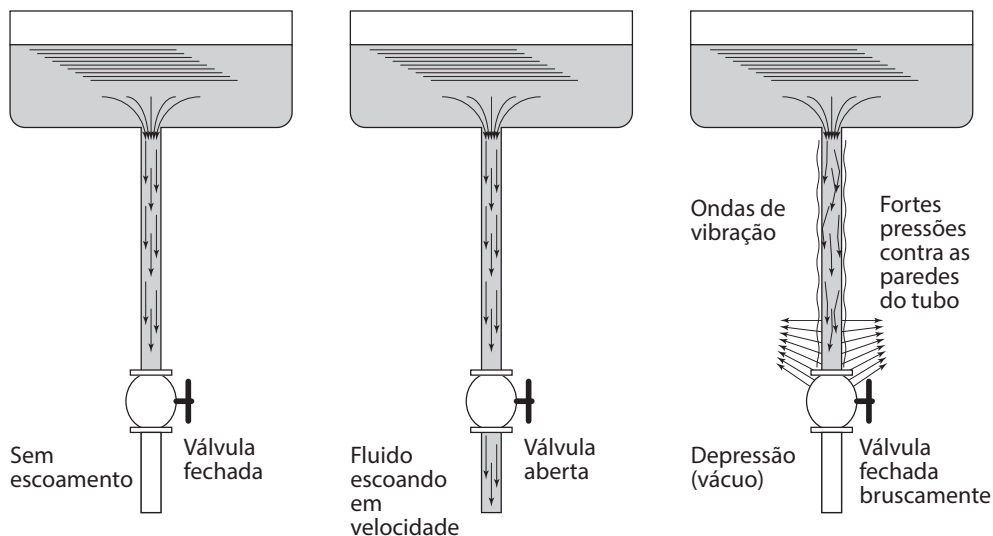
Nos sistemas elevatórios, quando o bombeamento para, a água que está subindo, em razão do impulso da bomba, perde este impulso e chega até um certo nível da tubulação de recalque. A partir daí, ela retorna e nesta volta sofre um impacto com as peças do sistema, inclusive um impacto com a bomba que está 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 muito 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 em uma tubulação não deve exceder a fórmula abaixo e nem a 3,0 m/s (NBR 5626:1998). Esta velocidade máxima tem por finalidade limitar o ruído nas tubulações, especialmente nos locais em que 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.

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

em que,

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:

<i>DIÂMETROS USUAIS</i>	
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 denomina-se perda de carga, as quais podem ser subdivididas em duas partes:

- 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 utilizaremos o ábaco de Flamant, com sua respectiva fórmula, visto ser o mais apropriado para tubulações em PVC.
- Perdas localizadas: perdas pontuais, ocorridas nas conexões, registros etc., pela elevação 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.

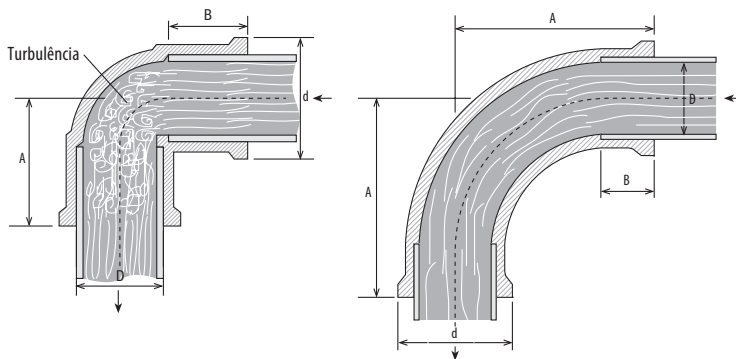


FIGURA 1.38 Turbulências em conexões, em função da qualidade da conexão.

Exemplo:

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

- Q = 0,95 L/s
- D = 40 mm
- RG = registro de gaveta
- Joelho de 90°

Perdas de carga distribuídas:

- Q = 0,95 L/s → pelo ábaco de Flamant →
- J = 50 m/1.000 m e V = 1,2 m/s
- D = 40 mm

Seja $L_{\text{trecho A-B}}$ o comprimento total →

$$L_{\text{trecho A-B}} = 5 + 6 = 11 \text{ m.}$$

$$J_{\text{real}} = J \times L = 0,05 \times 11,0 = 0,55 \text{ m.c.a.}$$

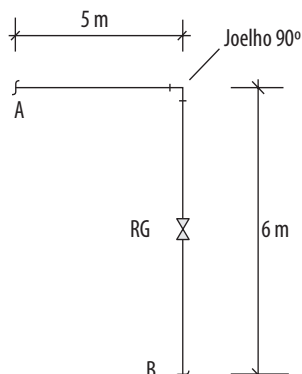


FIGURA 1.39 Exemplo.

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

- joelho 90°: 40 mm = 2,0 m
- registro de gaveta: 40 mm = 0,4 m
- perda total = 2,4 m

$$J_{\text{localizada}} = J \times L_{eq} = 0,05 \times 2,4 = 0,12 \text{ m.c.a.}$$

$$J_{\text{total}} = J_{\text{trecho A-B}} + J_{\text{localizada}} = 0,55 + 0,12 = 0,67 \text{ m.c.a.}$$

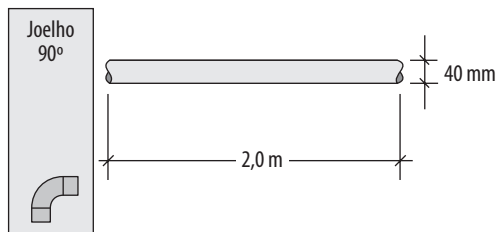


FIGURA 1.40 Joelho de 90°, equivalente a 2,0 m de tubulação (40 mm).

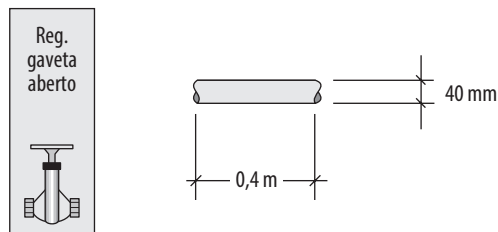


FIGURA 1.41 Registro de gaveta aberto equivalente a 0,4 m de tubulação (40 mm).

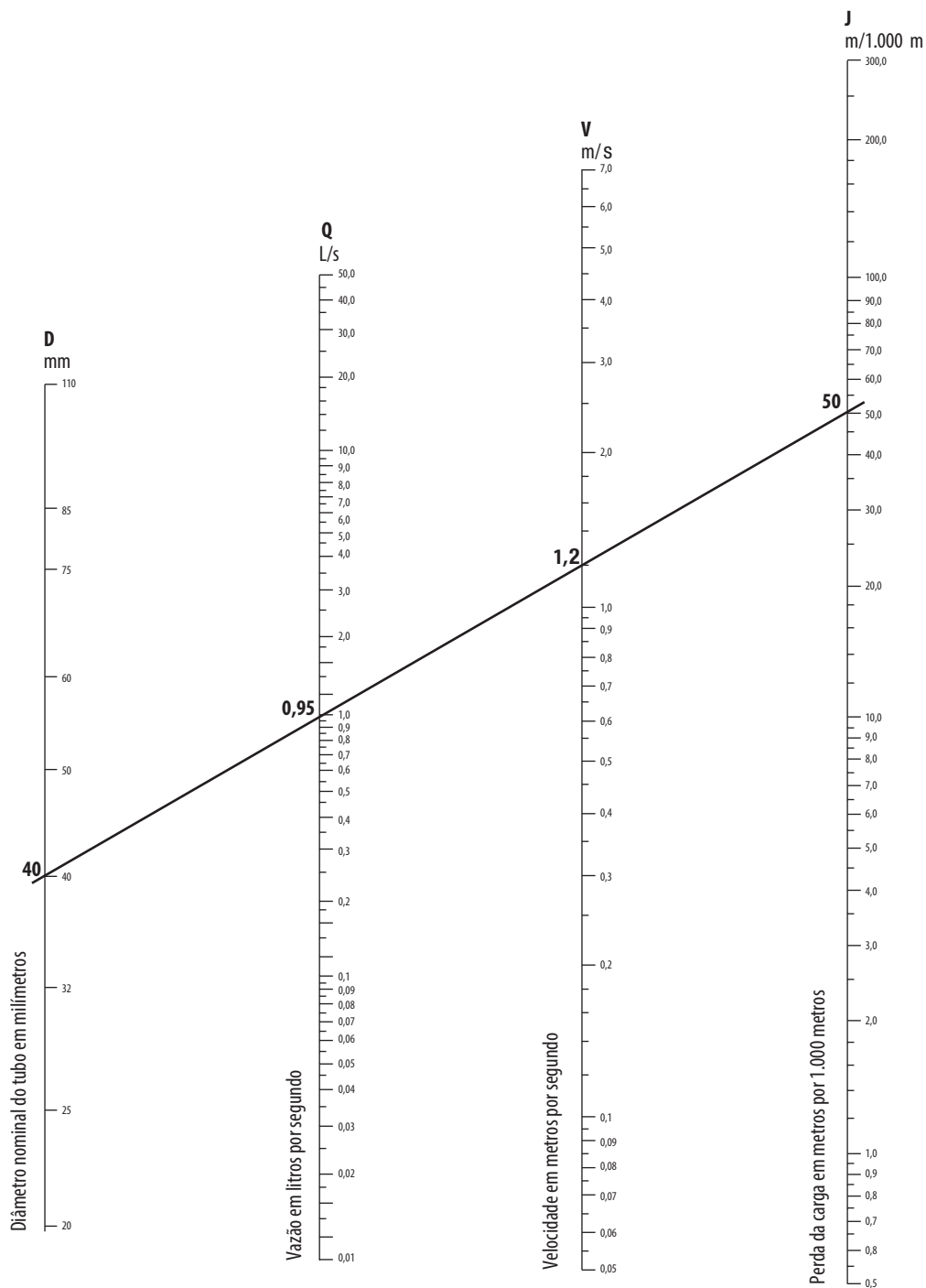


















FIGURA 1.42 Ábaco de Flamant. Cálculo de perda de carga em escoamento sob pressão para tubos plásticos.

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

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 $D = 25$ mm, o joelho de 45° tem perda de 0,5 m, perda esta que se eleva para 1,2 m, no joelho de 90° .

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.

<i>DIÂMETROS MÍNIMOS DOS SUB-RAMAS</i>		
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 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 em que 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.

<i>SEÇÕES EQUIVALENTES</i>		
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 a seguir, com quatro chuveiros e seis lavatórios.

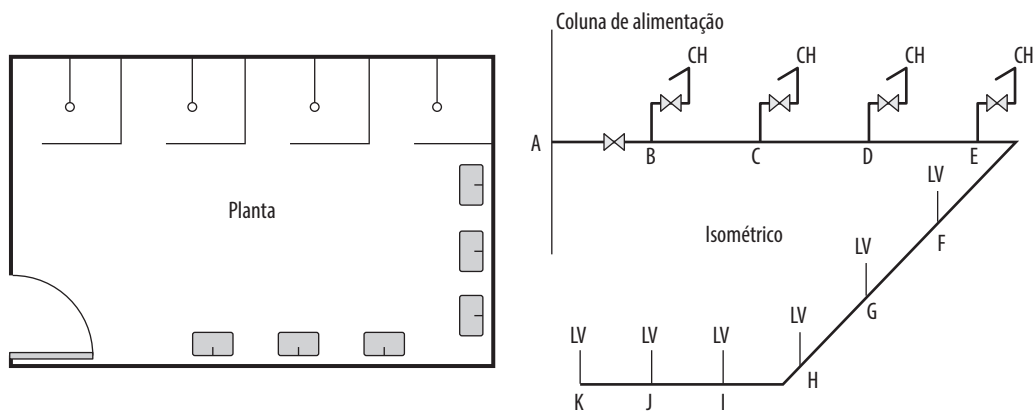


FIGURA 1.43 Exemplo de sanitário.

- Desenha-se o isométrico, denomina-se cada um de seus trechos, um para cada aparelho ou peça de utilização, por exemplo por letras;
- 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, ou seja, 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.

<i>CÁLCULO DE SEÇÕES EQUIVALENTES</i>			
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 em um 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:

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

em que,

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.

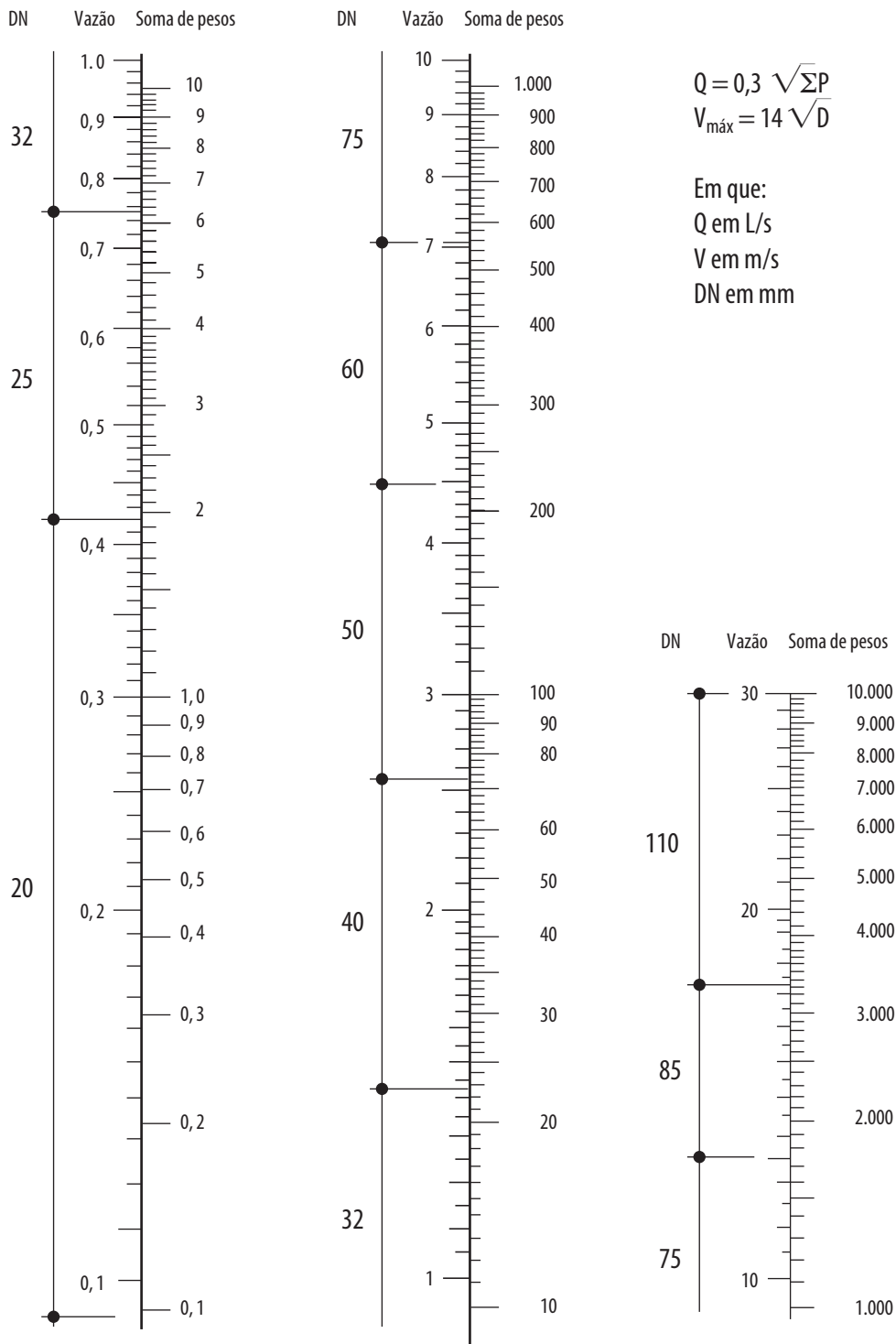


FIGURA 1.44 Nomograma de pesos, vazões e diâmetros.

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 a seguir, 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.

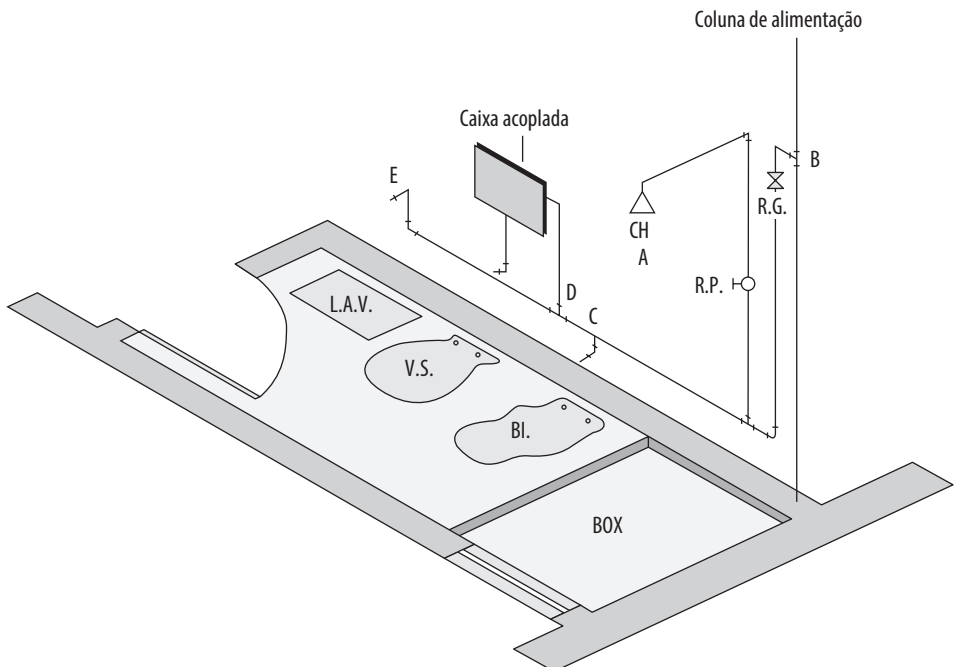


FIGURA 1.45 Planta de sanitário com isométrico aplicado.

- 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, obtém-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

<i>PESOS DAS PEÇAS DE UTILIZAÇÃO</i>				
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 a seguir, logicamente com diâmetros inferiores, pois se considerou a probabilidade de uso, com vazões inferiores.

<i>MÉTODO DO CONSUMO PROVÁVEL</i>		
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 da qual deriva;
 - c) deve ter sua extremidade livre acima do nível máximo admissível do reservatório superior;
 - d) 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).

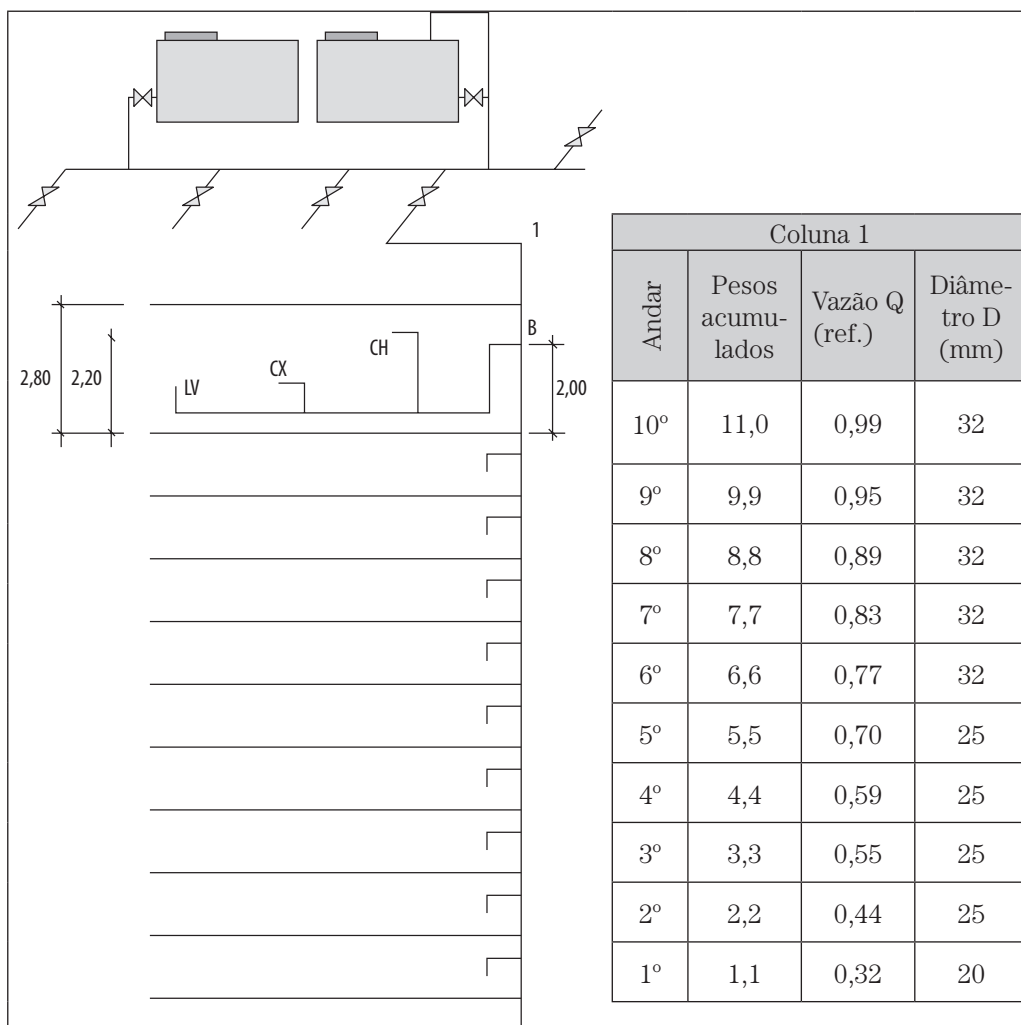


FIGURA 1.46 Coluna de alimentação de sanitários.

1.5.10 Barrilete

Recomendações:

- em princípio, 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 em uma 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.

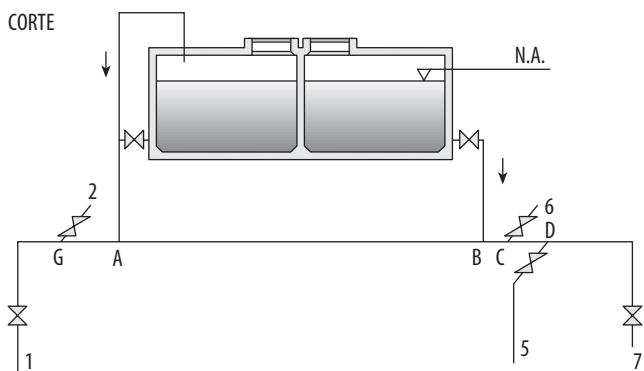


FIGURA 1.47 Barrilete.

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

<i>PRESSÕES DINÂMICAS E ESTÁTICAS NOS PONTOS DE UTILIZAÇÃO</i>				
Peças de utilização	Pressão dinâmica		Pressão estática	
	Mín. (m.c.a.)	Máx. (m.c.a.)	Mín. (m.c.a.)	Máx. (m.c.a.)
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 m.c.a. = 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, ou seja, 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 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 ($p_{\min} > 0,5$ 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 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 em que 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 solucionar a questão. Portanto, feito isto, resta apenas a verificação da pressão mínima. Ver Seção 1.2.5.

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, inicialmente, 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 a seguir. 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 sub-ramal, da Tabela de Diâmetros Mínimos;
2. os pesos em cada trecho e as respectivas vazões, conforme tabela a seguir, a partir do Nomograma de Pesos, Vazões e Diâmetros.

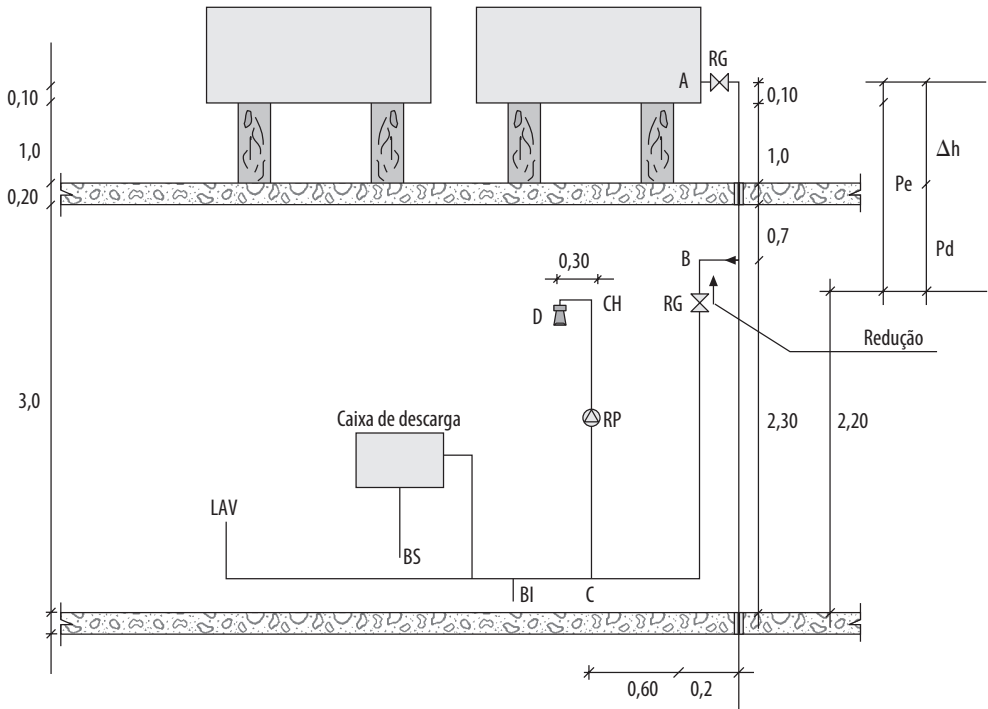


FIGURA 1.48 Esquema de sanitário.

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

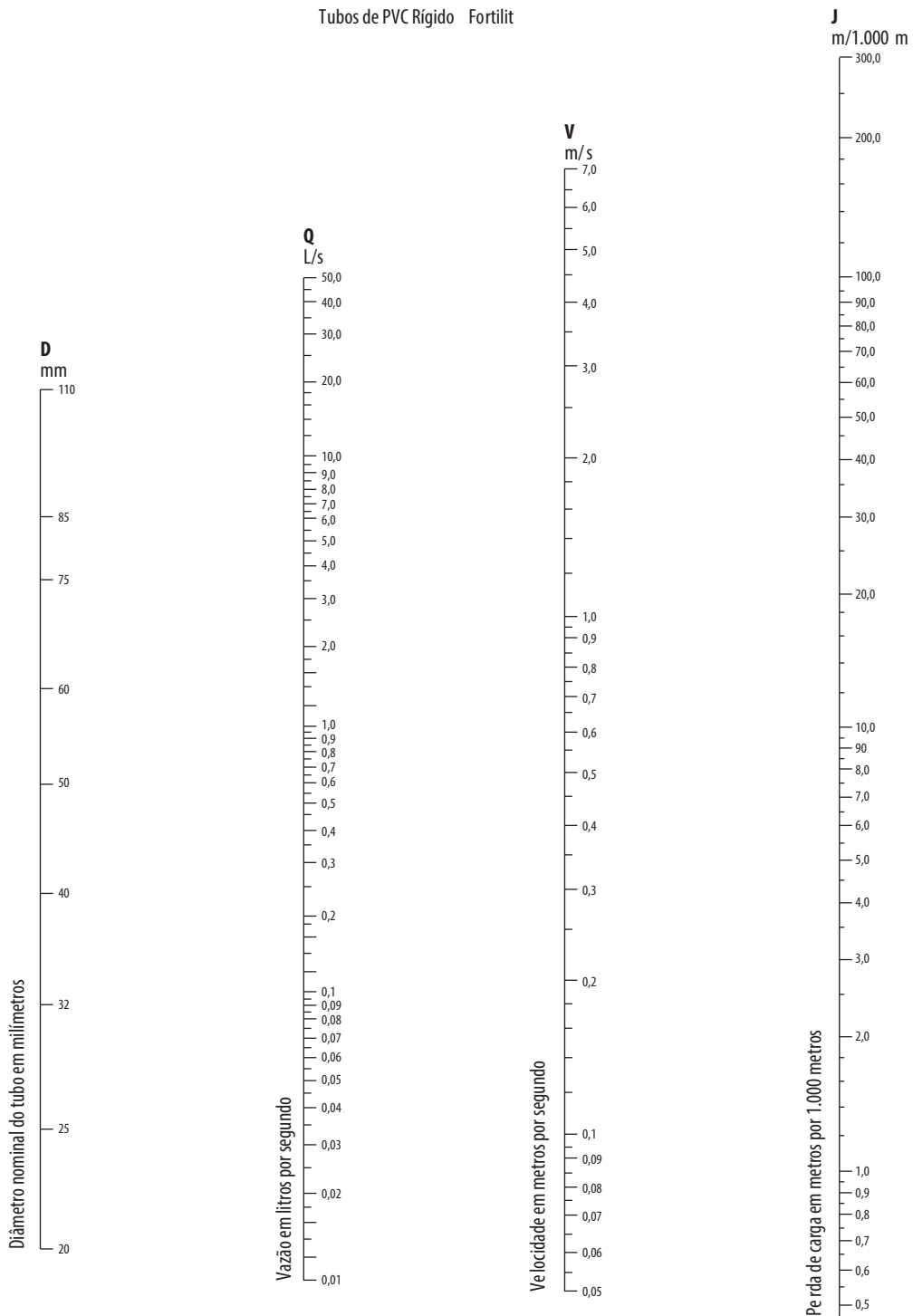


FIGURA 1.49 Ábaco de Flamant.

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 continuará 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 reduz muito 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: 1½" (pressão mínima 2,0 m.c.a.);
- 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	m.c.a.
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	Ábaco de Flamant m/m $0,090 \times 7,10$	0,90 0,20 1,20 2,40 0,20 7,10	0,64
4	Comprimento do trecho B—C	DN 20 = 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 = 0,200 Perda de carga no trecho	Ábaco de Flamant m/m $0,200 \times 7,50$	1,10 0,10 1,10 2,30 7,50	1,50
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	Ábaco de Flamant m/m $0,090 \times 15,60$	11,10 1,10 1,10 15,60	1,40
8	Pressão necessária			2,00
9	Pressão disponível	Pressão estática – perdas A/D		-1,44
Recalcular				

<i>DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO DISPONÍVEL PLANILHA 2</i>				
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
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
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
8	Pressão necessária			2,00
9	Pressão disponível	Pressão estática – perdas A/D		0,63
<i>Recalcular</i>				

**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	Ábaco de Flamant m/m 0,09 × 6,90	0,90 0,20 1,20 2,40 6,90	0,62
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	Ábaco de Flamant m/m 0,09 × 7,90	1,20 0,20 1,20 2,40 7,90	0,71
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	Ábaco de Flamant m/m 0,035 × 16,10	11,40 1,20 1,20 16,10	0,56
8	Pressão necessária			1,00
9	Pressão disponível	Pressão estática – perdas A/D		0,21
Recalcular				

<i>DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO DISPONÍVEL PLANILHA 4</i>				
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 Ábaco de Flamant m/m 0,025 × 8,40	0,21
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 Ábaco de Flamant m/m 0,025 × 9,10	0,23
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 Ábaco de Flamant m/m 0,035 × 16,10	0,56
8	Pressão necessária			1,00
9	Pressão disponível	Pressão estática – perdas A/D		1,10
<i>OK – pressão superior à mínima</i>				

1.6 CUIDADOS DE EXECUÇÃO

Mesmo havendo um bom projeto, na etapa de construção podem 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, ou seja, 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*, ou seja, 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 possibilidade de formação de bolhas em seu interior.
- Não utilizar calços ou guias nos trechos horizontais das tubulações, evitando-se pontos em que 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 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, conseqüentemente, existe o risco de rompimento da tubulação. Para evitar isto, efetuar o isolamento térmico da tubulação exposta.

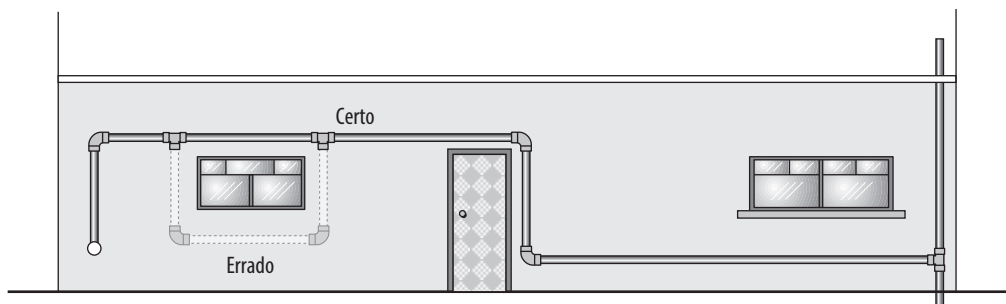


FIGURA 1.50 Ramais com trechos longos, perigo de sifonamento.

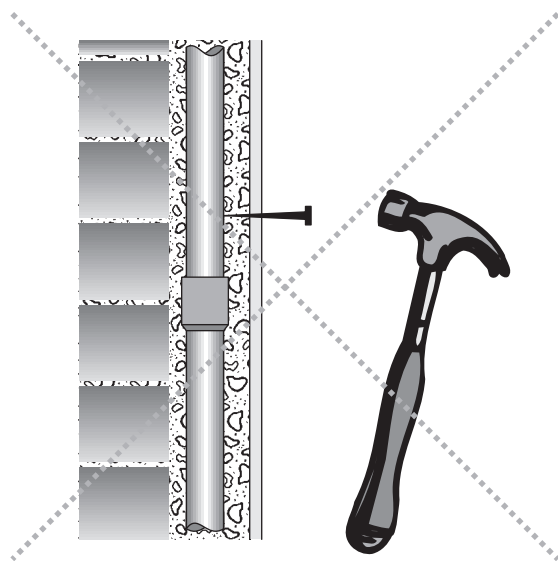


FIGURA 1.51 Possibilidade de perfuração dos tubos.

- 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.), as conseqüências deste fato se acentuam.

Para que se tenha uma ordem de grandeza, em uma 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, ou seja, permitir uma certa flexibilidade, dispendo-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.

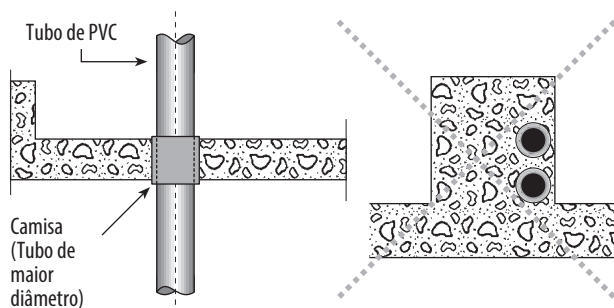


FIGURA 1.52 Deficiência de construção, tubos transpondo as estruturas.

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.

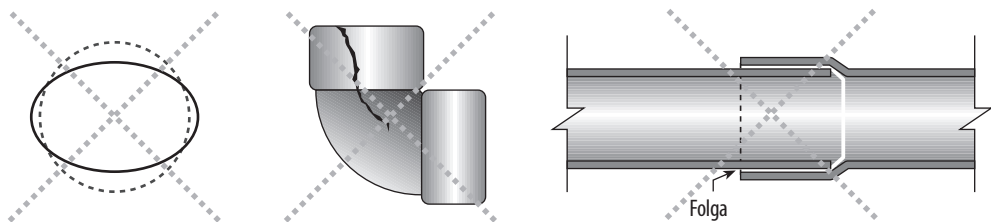


FIGURA 1.53 Materiais com defeito.

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.

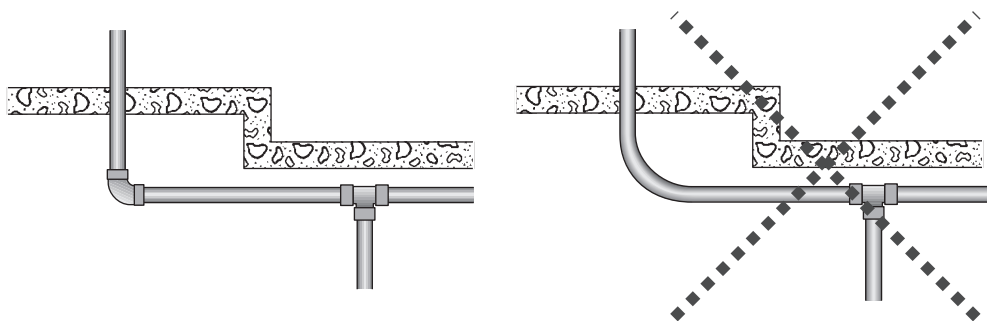


FIGURA 1.54 Uso de conexões corretas para cada caso.

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

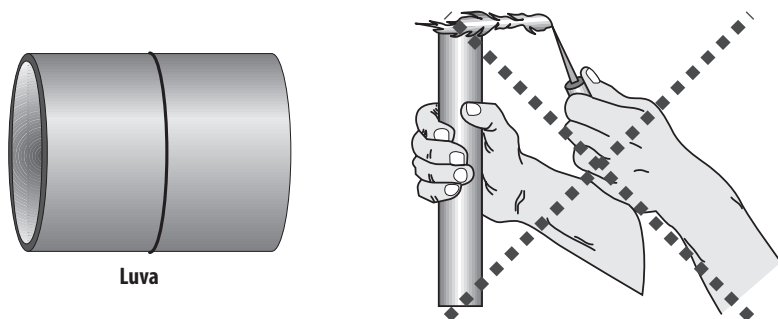


FIGURA 1.55 Em tubos cortados use somente luvas.

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.

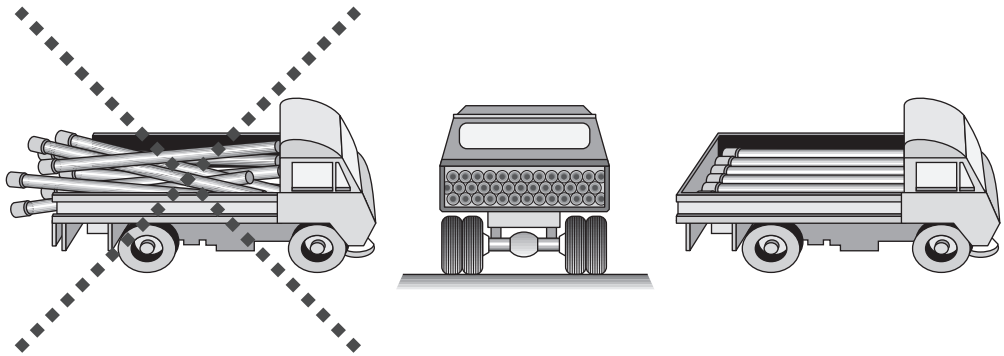


FIGURA 1.56 Transporte de tubos.

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.

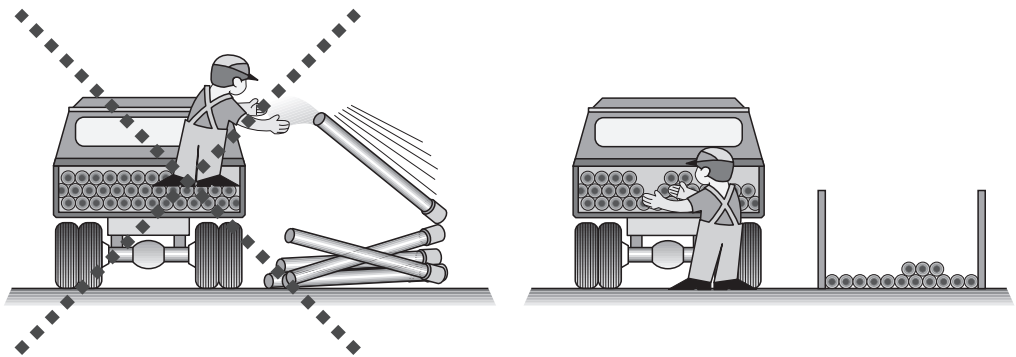


FIGURA 1.57 Descarregamento de tubos.

Manipulação

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

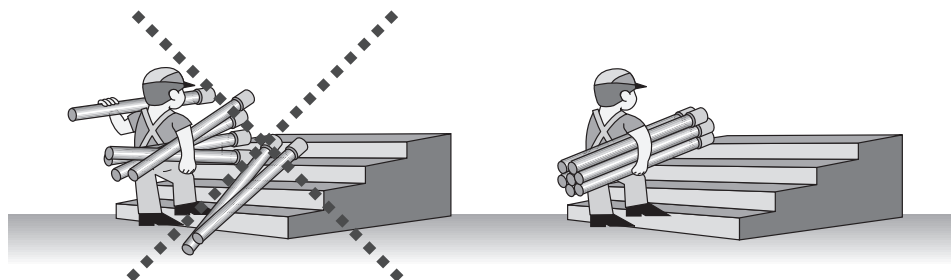


FIGURA 1.57 Manipulação correta de tubos.

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.

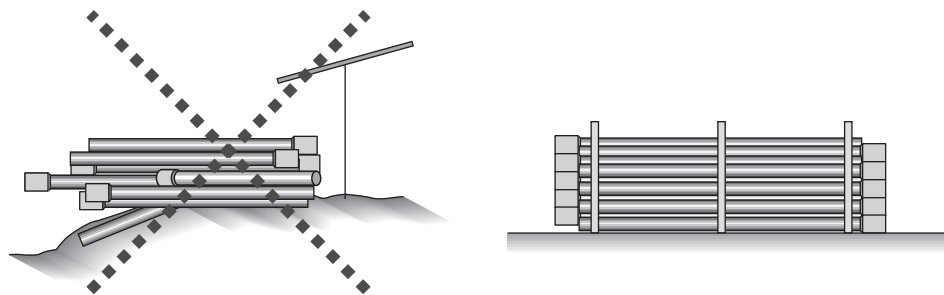


FIGURA 1.58 Estocagem de tubos.

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.

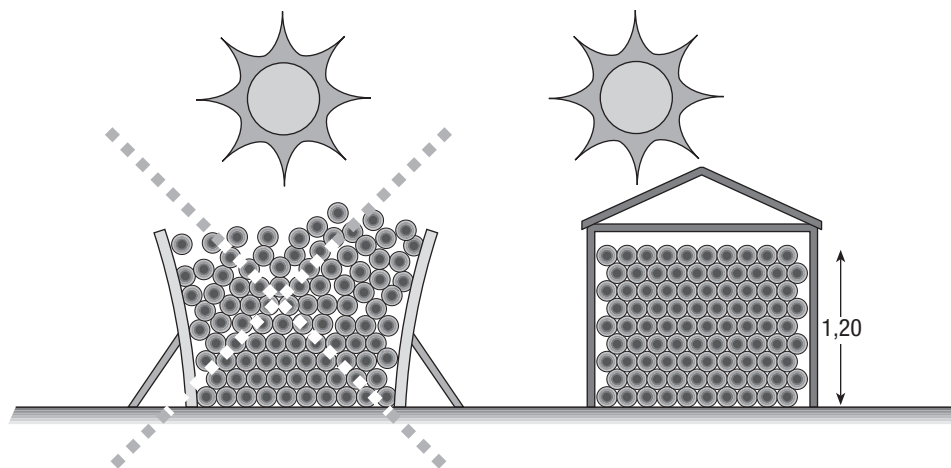


FIGURA 1.59 Proteção da estocagem.

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.

Para o caso de proteção da tubulação a eventuais movimentações da estrutura (recalques, dilatações etc.) ou em instalações de água fria externas, sujeitas a ação solar, recomenda-se que o comprimento total da lira (comprimento desenvolvido), seja de 10 vezes o diâmetro da tubulação, no mínimo. Observe-se que a tubulação de PVC deve ser protegida dos raios UV da radiação solar, com pintura apropriada.

Para o exemplo da Figura 1.60, caso o diâmetro fosse de 50 mm, ou seja, 5 cm, a lira deveria ter um comprimento desenvolvido de 50 cm. Considerando as dimensões sugeridas, com $l = 10$ cm, teríamos alças com $l = 20$ cm e o trecho central com 10 cm.

Na Seção 2.5.4 é apresentado o caso do cálculo de liras para tubulações de água quente, uma outra situação, totalmente diferente, na qual as variações de temperatura são bem mais significativas

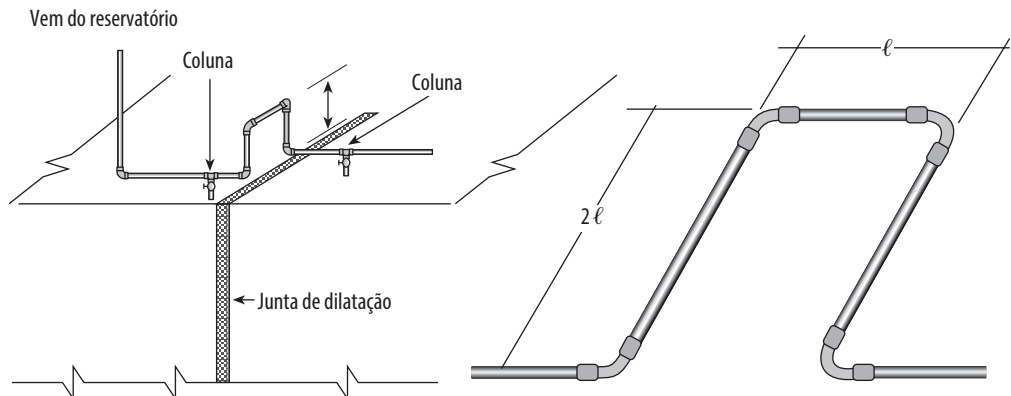


FIGURA 1.60 “Lira” no plano horizontal, com suas dimensões sugeridas.
Observar as derivações com curvas e não com joelhos.

1.6.5 Apoio de tubulações

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

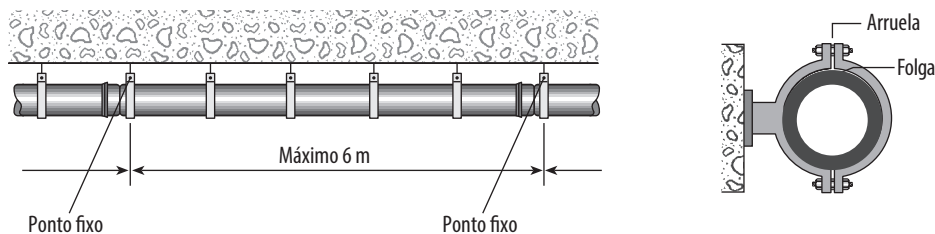


FIGURA 1.61 Colocação de braçadeiras.

As braçadeiras (ou abraçadeiras) de fixação devem ter folga suficiente (maior largura que a tubulação), de modo a permitir uma leve movimentação da tubulação (dilação/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 em uma 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.

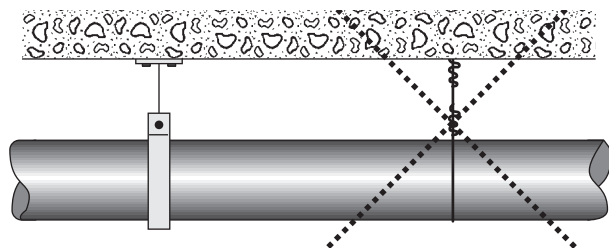


FIGURA 1.62 Colocação de braçadeiras.

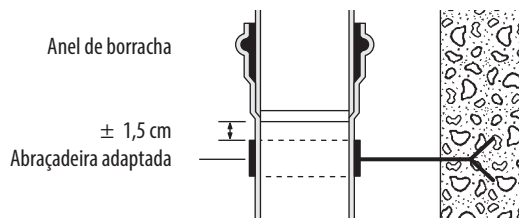
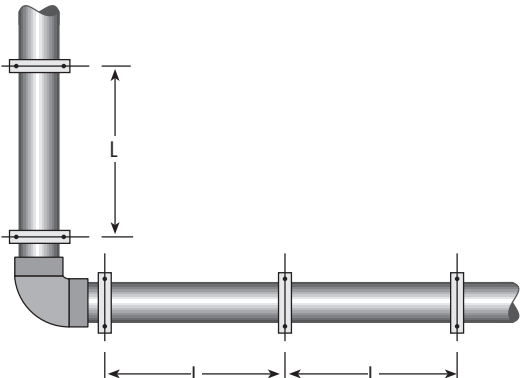


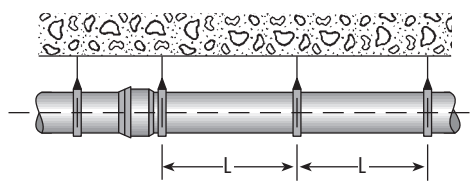
FIGURA 1.63 Colocação de anel de borracha.

Espaçamento máximo entre apoios

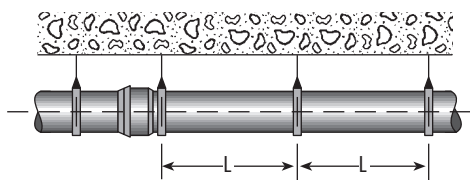
<i>TUBOS DA LINHA ÁGUA FRIA</i>	
Diâmetro externo: DE (mm)	Espaçamento máximo L(m)
20	0,80
25	0,90
32	1,10
40	1,30
50	1,50
60	1,60
75	1,90
85	2,10
110	2,50



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



<i>TUBOS DA LINHA DE COLETORES DE ESGOTO</i>	
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.

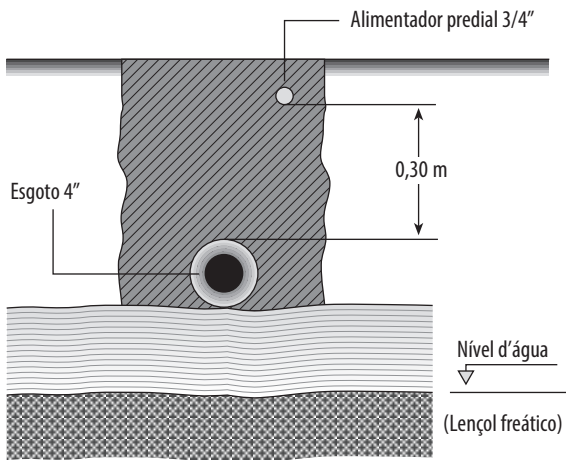


FIGURA 1.64 Alimentação predial (corte).

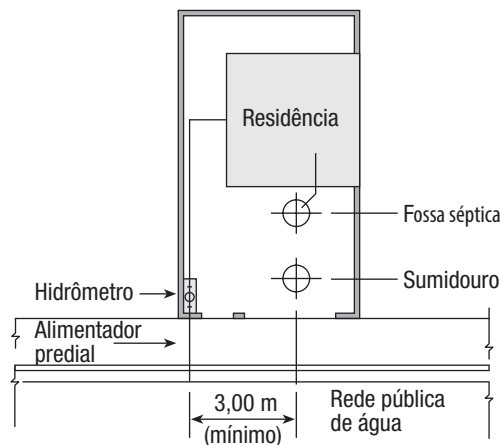


FIGURA 1.65 Alimentação predial (planta).

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.

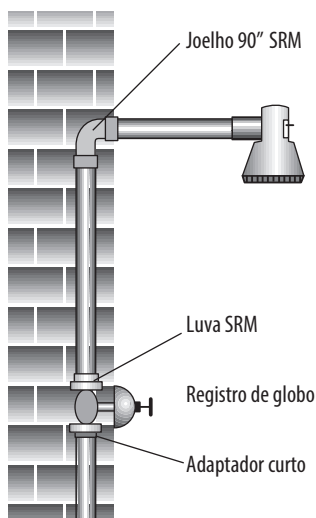


FIGURA 1.66 Esquema de ligação de chuveiro.

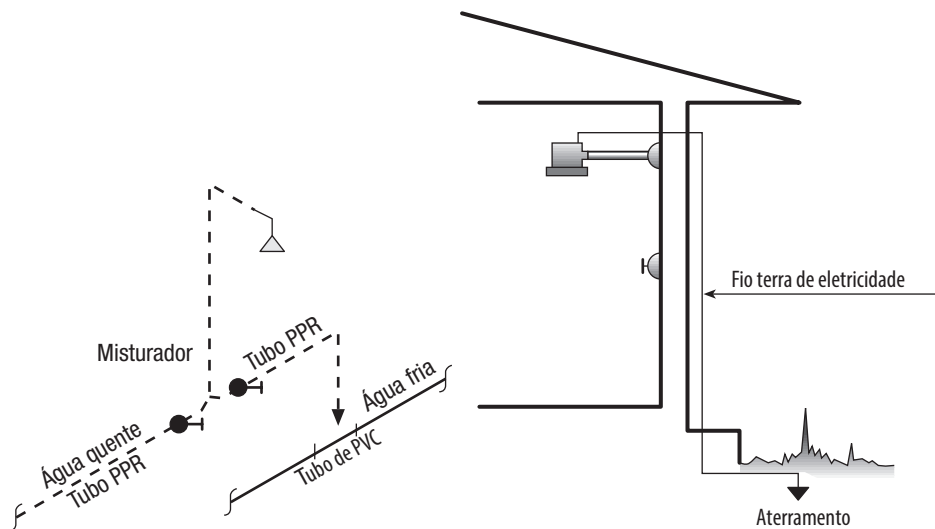


FIGURA 1.67 Esquemas de ligação de chuveiro.

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).

Para facilitar o trabalho dos instaladores, acha-se disponibilizado o Amanco Kit Chuveiro (chuveiro e haste de fixação, com acabamento junto à parede). As peças podem ser obtidas separadamente e trata-se de um chuveiro exclusivo para água fria, de baixo custo, ideal para instalações provisórias ou para obras.

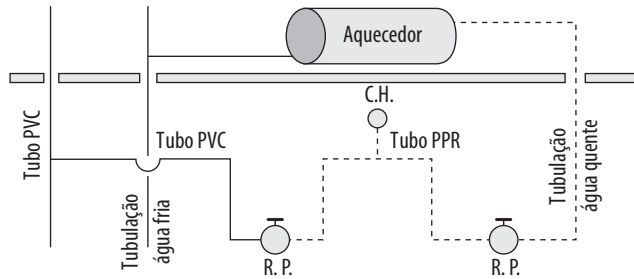


FIGURA 1.68 Ligação de aquecedor de água.

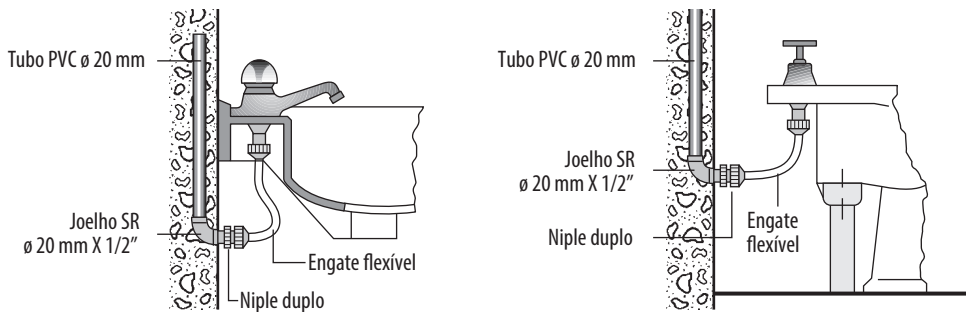


FIGURA 1.69 Esquemas de ligações de água fria.

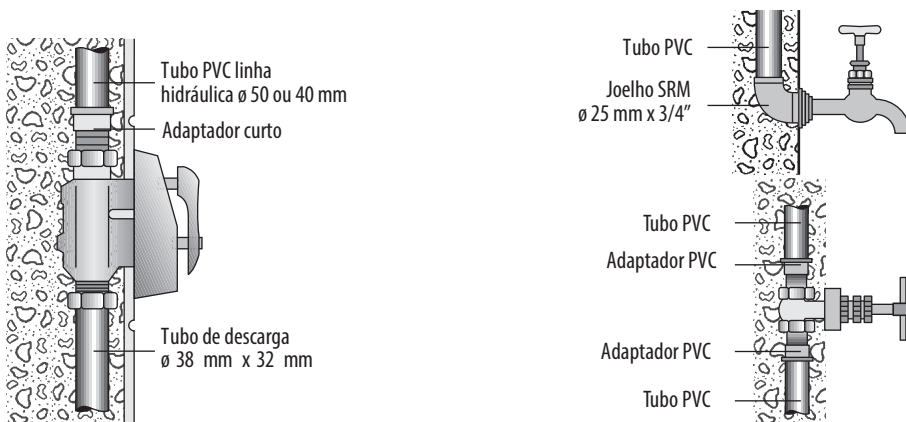


FIGURA 1.70 Esquemas de ligações de água fria.

1.6.8 Caixa de descarga

A Amanco *Eco* Caixa tem design moderno, sendo comercializada em várias cores, sendo facilmente instalada (apenas dois pontos de fixação, com peças que acompanham a caixa) e grande leveza (0,75 kg). Com amplas possibilidades de uso, possibilita uma redução de até 33% no consumo de água, sem perder a sua eficiência, portanto, totalmente integrada aos conceitos de ecoeficiência. Atende a NBR 15.491:2007 – Caixa de descarga para limpeza de bacias sanitárias – requisitos e métodos de ensaio que reduziu de 9 para 6 litros de água por acionamento para limpeza do vaso sanitário. A Eco Caixa, além de atender às novas exigências, permite uma economia extra, pois conta com controle do nível de descarga desejado, por meio da corda de acionamento: ao soltá-la, interrompe-se a descarga imediatamente. Com regulador de entrada de água, a altura de instalação deve ser de 2 metros (a partir do piso), podendo ser facilmente acoplada aos demais produtos Amanco, recomendando-se apenas a utilização de tubos de descida (externo ou interno) com 1,60 m (DN 40), sendo certificada pelo IPT.



FIGURA 1.71

1.6.9 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.

1.6.10 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.

1.6.11 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.

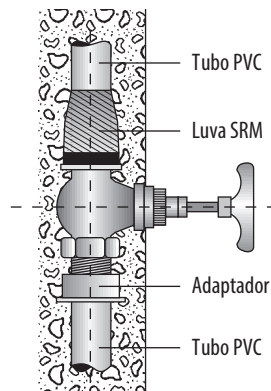


FIGURA 1.72 Instalação de registro.

- 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.

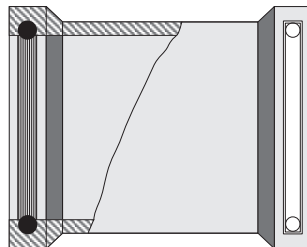
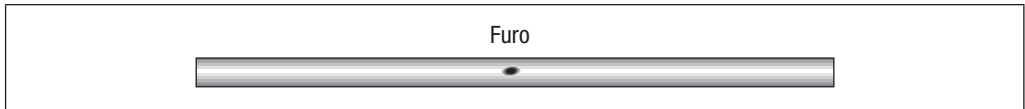
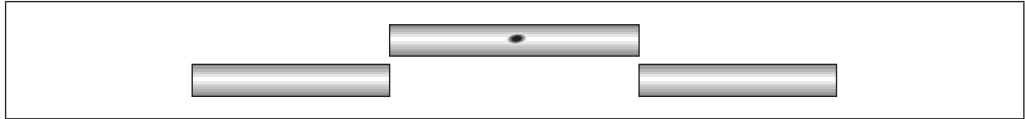


FIGURA 1.73 Colocação de luvas de correr.

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)



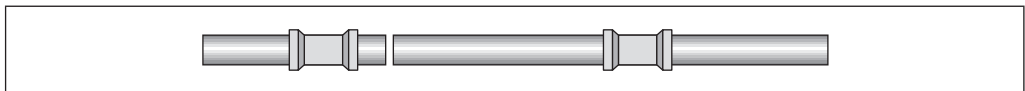
Corta-se a tubulação, de forma a se retirar o trecho avariado.



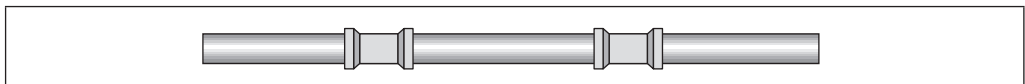
Corta-se outro pedaço de tubulação com o mesmo comprimento do trecho retirado.



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.

