ROBERTO DE CARVALHO JÚNIOR

INTERFACES PREDIAIS

HIDRÁULICA

GÁS

SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

ELÉTRICA

TELEFONIA

NBR 15575 - NORMA DE DESEMPENHO

Blucher

2ª edição

INTERFACES PREDIAIS HIDRÁULICA, GÁS, SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO, ELÉTRICA, TELEFONIA E NBR 15575: EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS – DESEMPENHO

Livros do autor



Instalações elétricas *e o projeto de arquitetura*

ISBN: 978-85-212-1158-7 288 páginas



Instalações hidráulicas *e o projeto de arquitetura*

ISBN: 978-85-212-1159-4 376 páginas



Instalações prediais hidráulico-sanitárias

Princípios básicos para elaboração de projetos

ISBN: 978-85-212-1057-3 296 páginas



Interfaces prediais

Hidráulica, gás, segurança contra incêndio, elétrica, telefonia e NBR 15575: Edificações Habitacionais - Desempenho

ISBN: 978-85-212-1845-6 294 páginas



Patologias em sistemas prediais hidráulico-sanitários

ISBN: 978-85-212-1296-6 226 páginas



PROF. ENG. ROBERTO DE CARVALHO JÚNIOR

INTERFACES PREDIAIS HIDRÁULICA, GÁS, SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO, ELÉTRICA, TELEFONIA E NBR 15575: EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS – DESEMPENHO

2ª edição

Interfaces prediais: hidráulica, gás, segurança contra incêndio, elétrica, telefonia e NBR 15575: Edificações Habitacionais - Desempenho
© 2019 Roberto de Carvalho Júnior
1ª edição - 2017
2ª edição - 2019
Editora Edgard Blücher Ltda.

Blucher

Rua Pedroso Alvarenga, 1245, 4° andar 04531-934 - São Paulo - SP - Brasil

Tel.: 55 11 3078-5366 contato@blucher.com.br www.blucher.com.br

Segundo o 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.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Angélica Ilacqua CRB-8/7057

Carvalho Júnior, Roberto de

Interfaces prediais : hidráulica, gás, segurança contra incêndio, elétrica, telefonia e NBR 15575: Edificações Habitacionais - Desempenho / Roberto de Carvalho Júnior. - 2. ed. - São Paulo : Blucher, 2019.

294 p.: il.

Bibliografia ISBN 978-85-212-1845-6 (impresso) ISBN 978-85-212-1846-3 (e-book)

1. Edifícios, estruturas etc. - Projeto arquitetônico 2. Instalações hidráulicas e sanitárias 3. Instalações elétricas 4. Sistemas telefônicos 5. Prevenção de incêndios I. Título.

19-1175

CDD 690

 $To dos\ os\ direitos\ reservados\ pela\ Editora\ Edgard\ Bl\"ucher\ Ltda.$

Índice para catálogo sistemático:

1. Edifícios, estruturas etc. - Projeto arquitetônico

Aos meus queridos e inesquecíveis avós Lucato e Lucrécia (in memoriam), a minha esposa Dijiane e as minhas queridas filhas Lívia Beatriz e Maria Luísa

PALAVRAS INICIAIS

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

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

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

Pelo fato de as instalações do edifício ficarem embutidas (ocultas), pouca importância é dada ao seu projeto, sendo muito comum a execução de obras ricas em improvisações e gambiarras na busca por máxima economia, utilizando-se de materiais de qualidade inferior que, somados à baixa qualificação da mão de obra, acabam por comprometer a qualidade final da obra.

Este livro foi desenvolvido com o intuito de abordar as principais interferências e interfaces entre as instalações prediais (hidráulica, gás, segurança contra incêndio, elétrica, telefonia e adequações para pessoas com deficiência) e o projeto arquitetônico. Para tanto, apresenta noções básicas necessárias, ou seja, uma visão simplificada dos vários subsistemas das instalações prediais voltadas para o engenheiro civil, arquiteto ou *designer*, para que estes possam antecipar as soluções das interfaces, visando ao perfeito funcionamento das instalações. É importante ressaltar que essa compatibilização entre os vários subsistemas envolvidos



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

Nesta nova edição, com colaboração dos colegas Marcelo Fabiano Costella e Gabriela Schneider de Souza Bottega, o autor apresenta um resumo da NBR 15575 — Norma de Desempenho, que foi desenvolvida com a finalidade de estabelecer um padrão de desempenho mínimo nas edificações habitacionais, visando à qualidade e à inovação tecnológica na construção.

Este trabalho não tem por objetivo formar especialistas em instalações; por esse motivo, a parte relativa a cálculos e dimensionamentos foi basicamente substituída pela abordagem direta dos conceitos, tratando somente das instalações prediais e suas interfaces com a arquitetura. Houve também a preocupação de evidenciar as normas brasileiras que regem cada assunto tratado.

Para a elaboração deste livro, valemo-nos da bibliografia indicada e da experiência conquistada pelo autor, no decorrer dos anos, como projetista de instalações e professor em curso de graduação nas áreas de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo.

PREFÁCIO

A obra do engenheiro civil, pós-graduado, consultor de sistemas e redes prediais e professor universitário Roberto de Carvalho Júnior tem reconhecida qualidade técnica e consistência mercadológica, a partir de um plano editorial, do objetivo de orientar estudantes e profissionais – destacadamente de Arquitetura –, e da experiência forjada em mais de trinta anos como projetista no campo de instalações de diferentes magnitudes e complexidades.

Carvalho Júnior lança os fundamentos de seu trabalho com duas publicações articuladas ao projeto de arquitetura, Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura (2007) e Instalações elétricas e o projeto de arquitetura (2009). Segue, então, com um título sobre Patologias em sistemas prediais hidráulico-sanitários (2013), e lança, após esse, o trabalho adicional e complementar Instalações hidráulicas prediais: princípios básicos para elaboração de projetos (2014). Agora, oferece às comunidades acadêmica e profissional este conteúdo sobre as Interfaces prediais, hidráulicas, elétricas, de telefonia e gás, aproximando-as aos projetos de arquitetura e estrutura.

Sua preocupação em aproximar os arquitetos à problemática de levar o conhecimento técnico de instalações prediais ao projeto de arquitetura, faz com que, hoje, seus livros sejam adotados nas escolas de arquitetura de todo país. Adicionalmente, pode-se apontar a sua convicção de que todos os procedimentos executivos devem se orientar pelo projeto, evitando dramáticas estatísticas de patologias originadas por falhas técnicas. Finalmente, também é válido mencionar sua consciência de que, sem o projeto, não se faz engenharia e não se pratica gestão e controle, presente em qualquer fase de seus empreendimentos e estruturando sua obra com métodos seguros para a elaboração de projetos.

Interfaces prediais nos prepara para a unificação dos esforços e conhecimentos das várias frentes de projeto e cálculo, visando a sua compatibilidade e aos máximos desempenhos físico e funcional,



com as bases de design de arquitetura e estrutura. Prepara-nos, conceitualmente, por meio das interfaces, para o futuro imediato: a utilização dominante das plataformas BIM (Building Information Modeling), um processo tecnológico integrado que cria, usa e atualiza o modelo digital de uma obra, ou um conjunto de tecnologias, processos e políticas que possibilitam aos vários interessados e intervenientes, de modo colaborativo, que projetem, construam e operem uma edificação ou uma instalação. O BIM possibilita a simulação e a visão prévia definitiva de todas as articulações dos sistemas e de todo o processo de execução e montagem.

Interfaces prediais é o novo livro indispensável, mais um bestseller, do professor Roberto de Carvalho Júnior. É também mais uma realização editorial da Blucher, que se notabiliza por seu portfólio de publicações qualificadas.

Mário Sérgio Pini Diretor de Relações Institucionais Grupo PINI

CONTEÚDO

		DAS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E
.1		derações gerais
1.2		aces do ramal predial com o projeto tetônico
	1.2.1	Medição de água individualizada
.3		mas de abastecimento e suas interfaces com uitetura
	1.3.1	Sistema de distribuição direto
	1.3.2	Sistema de distribuição indireto
	1.3.3	Sistema de distribuição misto
.4		lação de aparelhos sanitários no projeto tetônico
	1.4.1	Instalações em banheiros
	1.4.2	Instalações em cozinhas
	1.4.3	Instalações em áreas de serviço
.5	Os re	servatórios no projeto arquitetônico
	1.5.1	Reservatório superior
	1.5.2	Reservatório inferior
	1.5.3	Sistema elevatório (casa de bombas)
	1.5.4	Reserva de água fria
	1.5.5	Tipos de reservatório
	1.5.6	Altura do reservatório
	1.5.7	Influência dos reservatórios na qualidade

1.6	Interfaces das pressões mínimas e máximas com o projeto arquitetônico						
	1.6.1	Pressão estática	59				
	1.6.2	Pressão dinâmica	60				
	1.6.3	Pressão de serviço	61				
	1.6.4	Dispositivos controladores de pressão e suas interfaces com as edificações	62				
1.7	Ruído	s e vibrações em instalações prediais	65				
1.8		nas de aquecimento de água e suas interfaces arquitetura	69				
	1.8.1	Aquecedores elétricos	69				
	1.8.2	Aquecedores a gás	70				
	1.8.3	Aquecedores solares	72				
1.9	Interf	aces com o projeto estrutural	75				
	1.9.1	Instalações embutidas e aparentes	75				
	1.9.2	Prumadas hidráulicas	76				
	1.9.3	Travessia de vigas	79				
	1.9.4	Áreas destinadas aos dutos de passagem e inspeção (shafts)	80				
	1.9.5	Compartimentos rebatidos (parede hidráulica)	83				
1.10	Ligaçã	ão da rede de esgoto ao sistema público	88				
1.11		na de reutilização de águas cinzas em os residenciais	89				
1.12		na de águas pluviais e suas interfaces com uitetura	93				
	1.12.1	Calhas e rufos nas edificações	95				
	1.12.2	Condutores verticais no projeto arquitetônico	98				
	1.12.3	Vazão concentrada em telhados	100				
	1.12.4	Interface dos condutores horizontais com os níveis do terreno	101				
	1.12.5	Utilização de água da chuva em edificações	103				

IN	ΓERF	ACES DAS INSTALAÇÕES DE GÂ	ίs	105
	2.1	Considerações gerais		105
		2.1.1 Gás LP		105
		2.1.2 Gás Natural		105
	2.2	Normas específicas para instala	ções de gás	106
	2.3	Fornecimento do Gás LP		107
	2.4	Tipos de instalações		108
		2.4.1 Instalações residenciais		108
		2.4.2 Instalação em condomíni	os	111
	2.5	Central de Gás LP		115
	2.6	Fornecimento do Gás Natural		117
	2.7	Requisitos gerais para elaboraçã execução de instalação a gás		118
		JLO 3		
		ACES DAS INSTALAÇÕES DE SE LA INCÊNDIOS	3	119
				119
	NTR	RA INCÊNDIOS		
	3.1	RA INCÊNDIOS	irea de risco	119
	3.1 3.2	RA INCÊNDIOS	írea de risco	119 122
	3.1 3.2 3.3	Características da edificação e á Projeto Técnico (PT)	irea de riscoTS)	119 122 123
	3.1 3.2 3.3	Considerações gerais	TS)Corpo de	119 122 123 124
	3.1 3.2 3.3 3.4	Considerações gerais	TS)Corpo de	119 122 123 124 125
	3.1 3.2 3.3 3.4 3.5	Considerações gerais	TS)Corpo de Instalação emporária em	119 122 123 124 125
	3.1 3.2 3.3 3.4 3.5 3.6	Considerações gerais	TS)Corpo de Instalação emporária em	119 122 123 124 125 126
	3.1 3.2 3.3 3.4 3.5 3.6	Considerações gerais	TS)	119 122 123 124 125 126 127

Ν	I EKF/	ACES L	DAS INSTALAÇÕES ELETRICAS	161
	4.1	Consi	derações gerais	161
	4.2	Padrã	ão de entrada	162
	4.3	Local	ização do quadro de medição de energia	164
	4.4	Local	ização do quadro de distribuição de energia	166
	4.5	Prum	adas elétricas e caixas de passagem	173
	4.6		são de pontos de elétrica em instalações enciais	176
		4.6.1	Sala	177
		4.6.2	Escritório	177
		4.6.3	Dormitório	178
		4.6.4	Terraço	178
		4.6.5	Banheiros	178
		4.6.6	Cozinha	180
		4.6.7	Área de serviço	184
		4.6.8	Pontos externos	184
	4.7	Previ	são de tomadas de corrente	184
		4.7.1	Tomadas de uso geral	185
		4.7.2	Tomadas de uso específico	185
	4.8	Quan	tidade mínima de tomadas	185
		4.8.1	Tomadas de uso geral	186
		4.8.2	Tomadas de uso específico	188
	4.9	Lumi	notécnica	190
		4.9.1	Aparelhos de iluminação	191
		4.9.2	Tipos de luminárias segundo o modo de aplicação da luz	192
		4.9.3	Tipos de lâmpadas	193
		4.9.4	Interfaces da iluminação com o projeto arquitetônico	200
		195	Cálculo de iluminação	204

4		_	onentes da instalação elétrica no projeto tetônico	206
		4.10.1	Dispositivos de proteção	207
			Eletrodutos	211
		4.10.3	Caixas	216
		4.10.4	Condutores de eletricidade	219
		4.10.5	Dispositivos de manobra	224
CAPÍ		0.5		
			DAG INISTAL AÇÕES DE TELEFONILA	227
			DAS INSTALAÇÕES DE TELEFONIA	227227
			derações geraisda telefônica	228
5				230
		5.2.1 5.2.2	Poste particular para entrada telefônica	232
		5.2.3	Caixa externa para entrada telefônica	233
5		o. _ .o	ada telefônica	235
				237
			s de distribuição	
			s de saídadas da talafania	241243
			das de telefonia	243
			rio para previsão de pontos telefônicos	
9		5.8.1	rio para previsão de caixas de saída	244
			Residências ou apartamentos	244
		5.8.2	Lojas	244
		5.8.3	Escritórios	245
CAPÍ	TUI	LO 6		
			S DAS INSTALAÇÕES PARA PESSOAS IDADES ESPECIAIS	247
			derações gerais	247
			ários	248
Ü		6.2.1	Instalação de aparelhos	250
		6.2.2	Instalação de acessórios	258
			5	

7.1	A norma de desempenho							
7.2	Incun	Incumbências dos intervenientes						
7.3	Avalia	Avaliação de desempenho						
7.4	Vida	útil de projeto						
7.5		a de desempenho em instalações ssanitárias						
	7.5.1	Segurança estrutural						
	7.5.2	Estanqueidade						
	7.5.3	Desempenho acústico						
	7.5.4	Durabilidade e manutenibilidade						
	7.5.5	Saúde, higiene e qualidade do ar						
	7.5.6	Funcionalidade e acessibilidade						
	7.5.7	Conforto tátil e antropodinâmico						
	7.5.8	Adequação ambiental						
7.6	Norm	a de desempenho em instalações de gás						
7.7		a de desempenho em instalações de ança contra incêndio						
7.8	Norm	a de desempenho em instalações elétricas						
	7.8.1	Segurança no uso e operação						
7.9	Norm	a de desempenho em instalações de telefonia						

INTERFACES DAS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS

1

1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Um projeto arquitetônico elaborado com os equipamentos adequadamente localizados, tendo em vista suas características funcionais, compatibilizado com os projetos de estrutura, instalações e outros pertinentes, é condição básica para a perfeita integração entre os vários subsistemas construtivos. O projeto hidráulico harmoniosamente integrado aos demais projetos do edifício permitirá fácil operação e manutenção das instalações. Essa compatibilização entre os vários subsistemas envolvidos na construção do edifício resultará em um correto andamento de obra, evitando improvisações.

As instalações prediais hidráulico-sanitárias têm como finalidade fazer a distribuição de água em quantidade suficiente e sob pressão adequada a todas as peças de utilização e aparelhos sanitários da edificação, promover a coleta e o afastamento adequados das águas pluviais e das águas servidas e impedir o retorno de águas poluídas nas canalizações de alimentação dos aparelhos, bem como a entrada de gases de esgotos, roedores ou insetos nos edifícios, criando, dessa maneira, condições favoráveis ao conforto e à segurança dos usuários.

O projeto hidráulico é indispensável ao bem construir, pois evita inúmeros erros na montagem das instalações. Quando o assunto é hidráulica, além de um bom projeto, é necessário o emprego de materiais de qualidade comprovada, pois os reparos no sistema de canalizações sempre apresentam custos elevados.

Para se ter uma ideia da negligência com relação ao projeto e à execução das instalações hidráulico-sanitárias, estima-se que a maior incidência de patologias dos edifícios é decorrente de problemas relacionados às instalações hidráulicas prediais, e a maior parte dessas falhas tem origem no projeto.

A quantidade e a complexidade dos equipamentos utilizados em instalações prediais vêm crescendo muito nos últimos anos. Nas instalações de água e esgoto, por exemplo, é possível listar uma série de itens que até pouco tempo não faziam parte do escopo básico dos edifícios residenciais, como estações de tratamento, sistemas de medição individualizada de água, aparelhos de aquecimento solar, equipamentos de reúso de águas pluviais, entre outros.

O grande desafio para os projetistas de instalações é organizar tudo isso em um espaço físico restrito e cada vez mais limitado pelo projeto arquitetônico (NAKAMURA, 2010).

Essa compatibilização entre os projetos é fundamental para racionalizar a instalação e garantir a facilidade de manutenção dela. O problema é que nem sempre isso ocorre, e o resultado dessa incompatibilidade pode se manifestar de diversas formas.

1.2 INTERFACES DO RAMAL PREDIAL COM O PROJETO ARQUITETÔNICO

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

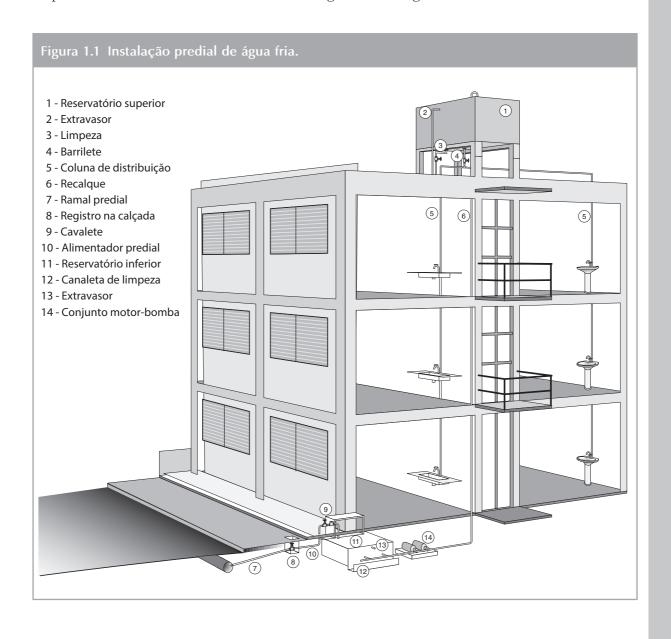
Quando a instalação for alimentada pela rede pública, a entrada de água no prédio será feita por meio do ramal predial, executado pela concessionária pública responsável pelo abastecimento, que interliga a rede pública de distribuição de água à instalação predial.

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

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

Os equipamentos de medição de água e energia elétrica serão instalados pelas concessionárias, em local previamente preparado, dentro da propriedade particular, preferencialmente no limite do terreno com a via pública, em parede externa da própria edificação, em muros divisórios, e servirá para medir o consumo de água e energia elétrica da edificação.

A localização do compartimento que abriga o cavalete e do quadro de medição de energia elétrica vai depender basicamente do posicionamento dos ramais de entrada de água e de energia.



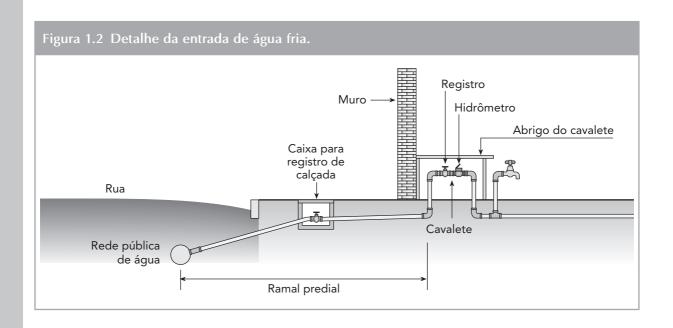
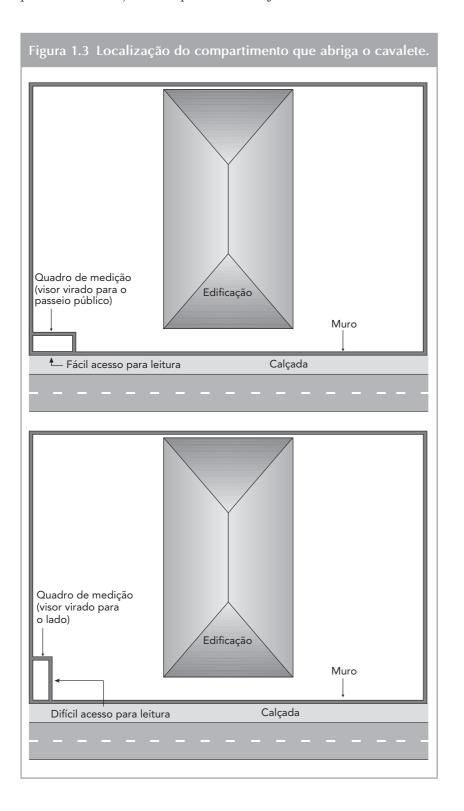


Tabela 1.1 Dimensões do abrigo para o cavalete								
Daniel and diel	Hidrô	metro	Garalata	Al . / /				
Ramal predial diâmetro D (mm)	Consumo provável (m³/dia)	Vazão característica (m³/hora)	Cavalete diâmetro D (mm)	Abrigo/dimensões: altura, largura e profundidade (m)				
25	5	3	25	0,85 x 0,65 x 0,30				
25	8	5	25	0,85 x 0,65 x 0,30				
25	16	10	32	0,85 x 0,65 x 0,30				
25	30	20	40	0,85 x 0,65 x 0,30				
32	50	30	50	2,00 x 0,90 x 0,40				

Antes de iniciar o projeto, o arquiteto deve efetuar um estudo do terreno e da posteação da rua para definir a melhor localização do conjunto: hidrômetro, medidor de energia elétrica, caixa de correspondência, campainha com interfone e câmera de TV.

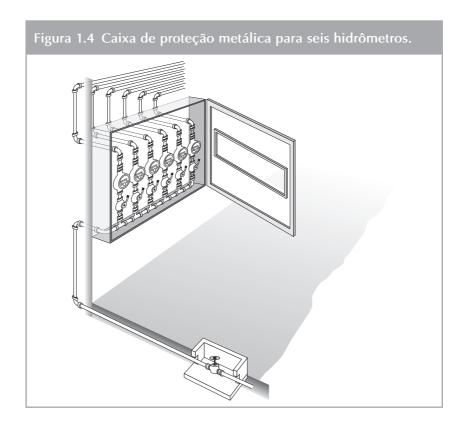
A entrada de água e de energia deve sempre ser composta de acordo com a ideia usada para o poste, de modo que se consiga uma coerência de padrões. Assim, se o poste foi embutido numa estrutura de alvenaria, o mesmo deve acontecer com a caixa de medição (centro de medição). Dessa maneira, facilita-se a medição do hidrômetro e do relógio de medição. Até para facilitar a medição do hidrômetro e do relógio de medição, as três peças (entrada de água, energia e poste) devem formar um só elemento no projeto arquitetônico.

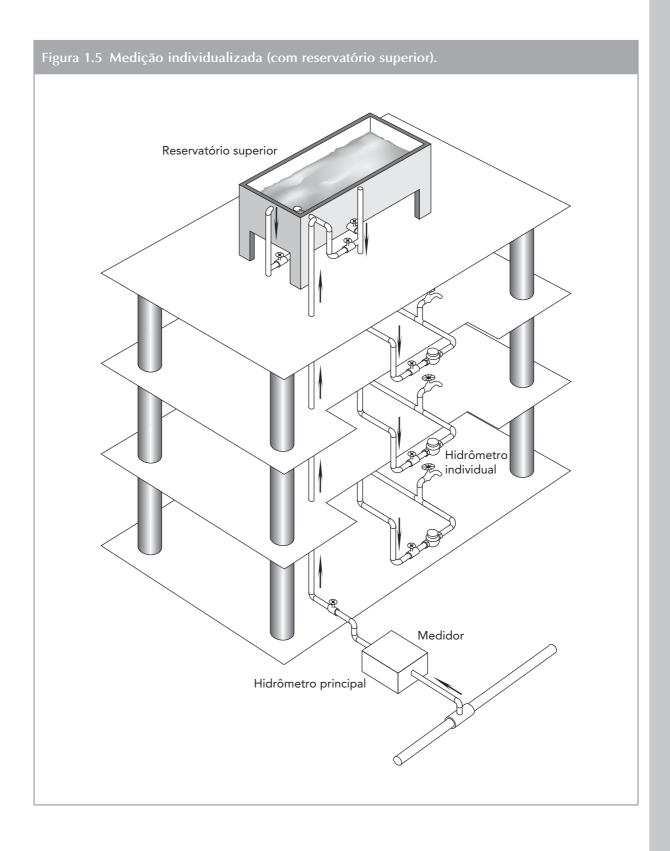
Assim, vale ressaltar que o ideal é o compartimento ter os painéis de leitura voltados para o lado do passeio público, para que possam ser lidos, mesmo que a casa esteja fechada ou sem morador.

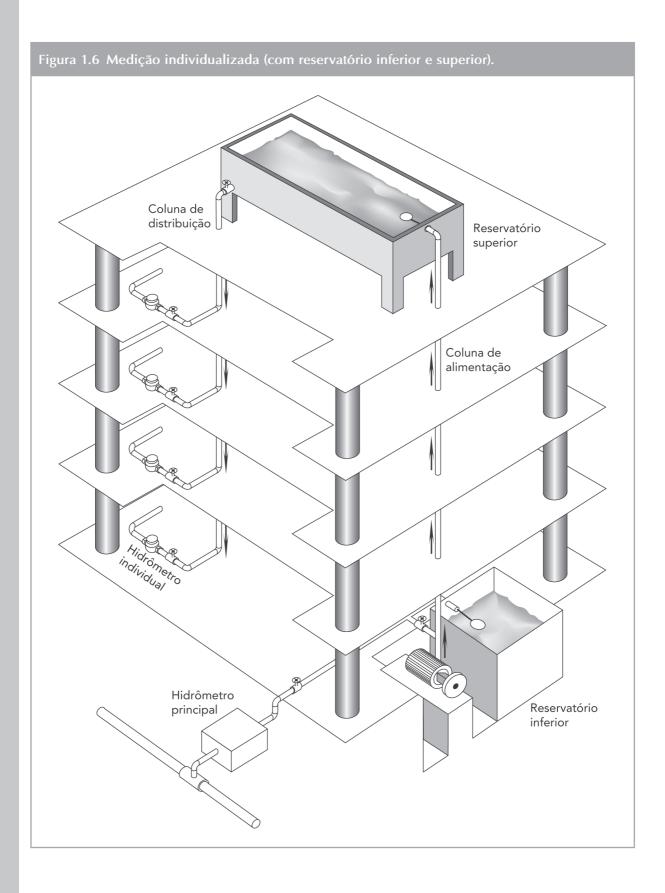


1.2.1 MEDIÇÃO DE ÁGUA INDIVIDUALIZADA

A medição de água por meio de um único hidrômetro, em edifícios multifamiliares, está sendo gradativamente substituída pela medição de água individualizada, que constitui um sinônimo de economia de água e justica social (o consumidor paga efetivamente pelo seu consumo). O sistema consiste na instalação de um hidrômetro no ramal de alimentação de cada unidade habitacional, de modo que seja medido todo o seu consumo, com a finalidade de racionalizar o uso da água e fazer a cobrança proporcional ao volume consumido. Hoje, esse tipo de medição desperta o interesse de muitos arquitetos e projetistas, bem como dos administradores de condomínios e concessionárias (empresas) de abastecimento de água para combater a inadimplência. A medição individual da água em condomínios prediais é importante por várias razões, dentre as quais se destacam: redução do desperdício de água e, consequentemente, do volume efluente de esgotos; economia de energia elétrica, em razão da redução do volume bombeado para o reservatório superior; redução do índice de inadimplência; e identificação de vazamentos de difícil percepção.







1.3 SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E SUAS INTERFACES COM A ARQUITETURA

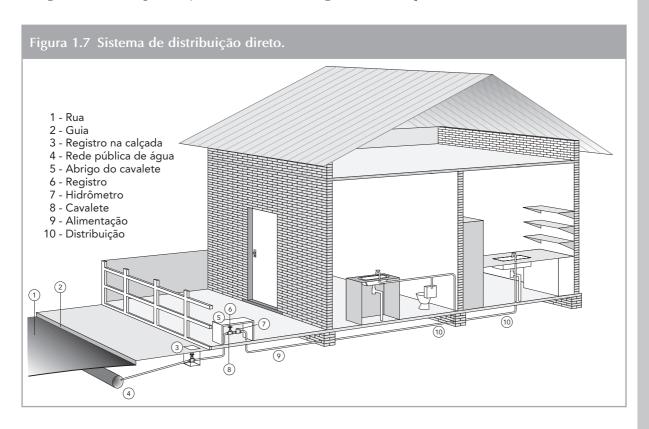
Existem três sistemas de abastecimento da rede predial de distribuição: direto, indireto e misto.

Cada um desses sistemas apresenta vantagens e desvantagens que devem ser analisadas pelo projetista, conforme a realidade local e as características do edifício em que esteja trabalhando. A seguir, são apresentadas as principais interfaces desses sistemas com o projeto arquitetônico.

1.3.1 SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DIRETO

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

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



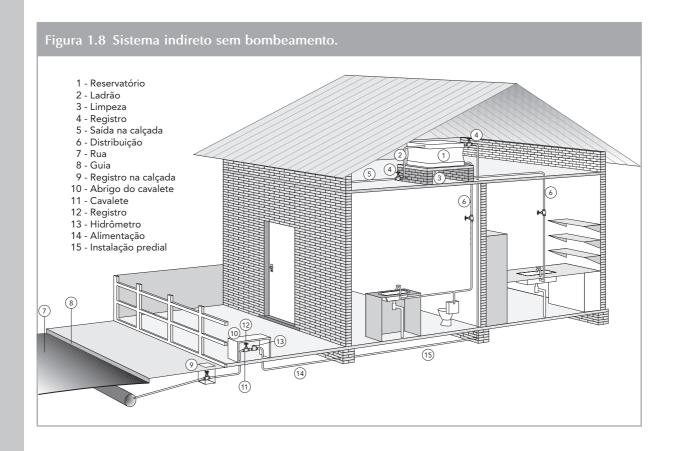
1.3.2 SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO INDIRETO

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

1.3.2.1 Sistema indireto sem bombeamento

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

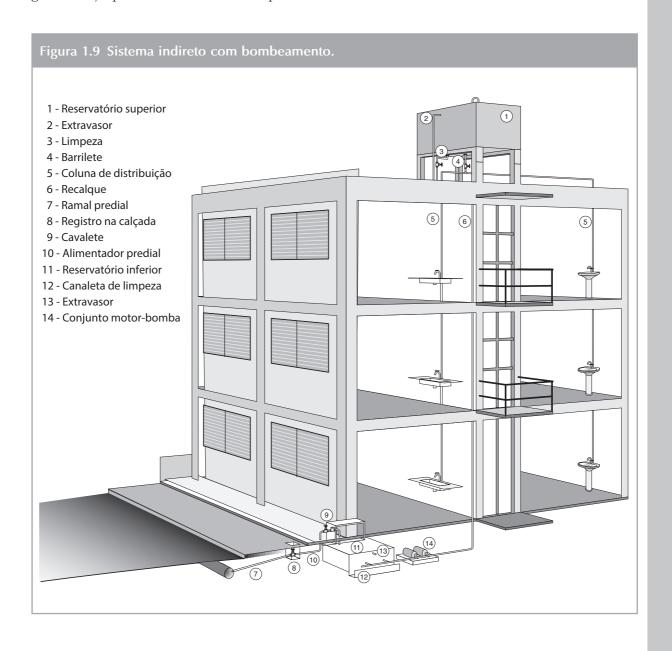
Obviamente, a grande vantagem desse sistema é que a água do reservatório garante o abastecimento interno, mesmo que o fornecimento da rede pública seja provisoriamente interrompido.



1.3.2.2 Sistema indireto com bombeamento

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

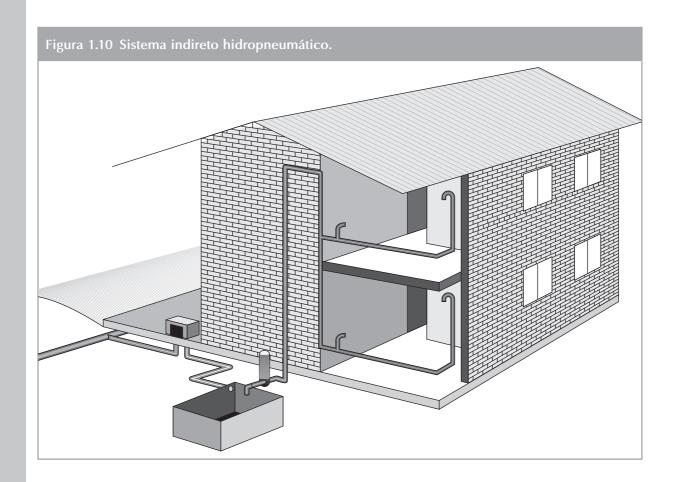
Nesse caso, adota-se um reservatório inferior, de onde a água é bombeada até o reservatório elevado, por meio de um sistema de recalque. A alimentação da rede de distribuição predial é feita por gravidade, a partir do reservatório superior.



1.3.2.3 Sistema indireto hidropneumático

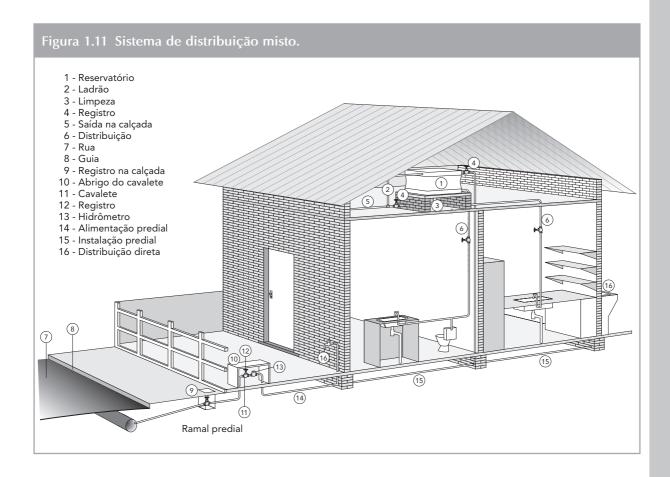
Esse sistema de abastecimento requer um equipamento para pressurização da água a partir de um reservatório inferior. Ele é adotado sempre que há necessidade de pressão em determinado ponto da rede, que não pode ser obtida pelo sistema indireto por gravidade, ou quando, por razões técnicas e econômicas,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

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



1.3.3 SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO MISTO

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



1.4 INSTALAÇÃO DE APARELHOS SANITÁRIOS NO PROJETO ARQUITETÔNICO

O aparelho sanitário é um componente da instalação destinado ao uso da água ou ao recebimento de dejetos líquidos e sólidos (na maioria das vezes, pertencentes à instalação de esgoto sanitário). Incluem-se nessa definição aparelhos como lavatórios, bacias, bidês, banheiras de hidromassagem, pias, tanques, máquinas de lavar roupa e de lavar pratos etc.

Recomenda-se que as peças de utilização possuam vazões que permitam tornar o mais eficiente possível o uso da água nelas utilizadas, o que implica a redução do consumo de água a valores mínimos necessários e suficientes para o bom funcionamento dessas peças e para o atendimento dos requisitos do usuário.

A definição e a localização desses aparelhos deverão, obrigatoriamente, constar do projeto arquitetônico. Para tanto, é necessário o conhecimento de alguns aspectos técnicos dos diversos aparelhos existentes no mercado como condição básica para uma perfeita integração e compatibilização da arquitetura com os projetos de estrutura e instalações do edifício. A estética e o custo também devem ser analisados pelo projetista, antes da escolha e especificação do produto.

As normas brasileiras fixam as exigências para fabricação dos aparelhos sanitários, que devem satisfazer às condições de conforto, higiene, facilidade de limpeza e desobstrução, durabilidade etc. Os aparelhos sanitários de material cerâmico, por exemplo, devem obedecer à NBR 6452. Existe, no mercado, grande variedade de marcas e dimensões, todas buscando atender às condições mencionadas.

Em qualquer tipo de edifício, o arquiteto deve prever, no projeto, quantidades adequadas de aparelhos sanitários. Para isso, deve consultar o Código de Obras da municipalidade, para saber das exigências locais. Caso não consiga as informações necessárias, poderá consultar a Tabela 1.2, que serve de orientação aos projetistas. Essa tabela, publicada no Uniform Plumbing Code (IAPMO, 1955), apresenta as instalações sanitárias mínimas em função do tipo de edifício ou ocupação.

O conhecimento das normas pertinentes, assim como de alguns códigos estaduais que regulamentam a questão, é também de extrema importância. Muitos órgãos e entidades governamentais possuem suas próprias regulamentações, critérios e itens, que devem ser analisados e considerados para calcular a quantidade mínima de aparelhos no projeto de alguns tipos especiais de edificação, como escolas, hospitais, bancos, edifícios públicos etc.

Tabela 1.2 Instalações mínimas*									
Tipo de edifício ou de ocupação	Bacias sanitárias		Mictórios	Lavatórios		Banheiras ou chuveiros	Bebedouros **		
Residência ou apartamento ***	1 para cada residência ou apartamento + 1 para serviço			1 para cada residência		1 para cada residência ou apartamento +1 chuveiro para serviço			
Escolas primárias	Meninos: 1 para cada 100; meninas: 1 para cada 35		1 para cada 30 meninos	1 para cada 60 pessoas			1 para cada 75 pessoas		
Escolas secundárias	Meninos: 1 para cada 100; meninas: 1 para cada 45		1 para cada 30 meninos	1 para cada 100 pessoas		1 para cada 20 alunos (havendo educação física)			
Edifícios públicos ou de escritórios	Número de pessoas 1-15 16-35 36-55 56-80 81-110 111-150	Número de aparelhos 1 2 3 4 5	Havendo mictórios, instalar 1 WC a menos para cada mictório, desde que o número de WC não seja reduzido a menos de $\frac{2}{3}$ do especificado	Número de pessoas 1-15 16-35 36-60 61-90 91-125	Número de aparelhos 1 2 3 4 5		1 para cada 75 pessoas		
	Acima de 150, adicionar 1 aparelho para cada 40 pessoas			adic 1 apare	de 125, ionar lho para pessoas				
Indústrias	Número de pessoas 1-9 10-24 25-29 30-74 75-100	Número de aparelhos 1 2 3 4 5	Havendo mictórios, instalar 1 WC a menos para cada mictório, desde que o número de WC não seja reduzido a menos de $\frac{2}{3}$ do previsto	1 para	Número de aparelhos 1 para cada 10 pessoas de 100, a cada oas****	1 chuveiro para cada 15 pessoas expostas a calor excessivo ou contaminação de pele com substâncias venenosas ou irritantes	1 para cada 75 pessoas		
	Acima de 100, adicionar 1 aparelho para cada 30 empregados								

(continua)

Tabela 1.2 Instalações mínimas* (continuação)									
Tipo de edifício ou de ocupação	Bacias sanitárias		Mictórios		Lavatórios		Banheiras ou chuveiros	Bebedouros **	
Teatros, auditórios e locais de reunião	Número de pessoas	Número de aparelhos	Número de pessoas homens	Número de aparelhos	Número de pessoas	Número de aparelhos		1 para cada 100 pessoas	
	1-100 101-200 201-400	1 2 3	1-100 101-200 201-600	1 2 3	1-200 201-400 401-750	1 2 3			
	1 aparelho 500 ho	Acima de 400, aparelho para cada 500 homens ou 300 mulheres Acima de 600, 1 aparelho para cada 300 homens adicionais		Acima de 750, 1 para cada 500 pessoas					
Dormitórios		Número de aparelhos homem/ mulher 1/0 0/1	25 ho Acima adicionar para	a cada omens de 150, 1 aparelho cada omens	1 para cada 12 pessoas (prever lavatórios para higiene dental, na razão 1 para cada 50 pessoas). Adicionar 1 lavatório para cada 20 homens, 1 para		1 para cada 8 pessoas. No caso de dormitório de mulheres, adicionar banheiras, 1 para cada 30 pessoas	1 para cada 75 pessoas	
			cada 15 r	mulheres					
	1 para	cada 20 s adicionais							

^{*} Fonte: IAPMO, 1955.

1.4.1 INSTALAÇÕES EM BANHEIROS

O planejamento das instalações de um banheiro é de fundamental importância para se obter resultados satisfatórios quanto a seu uso e funcionamento. Portanto, ao projetá-lo, deve-se levar em consideração a tipologia de suas utilizações (residencial, comercial, industrial etc.), não esquecendo que se está criando ou reorganizando um espaço de utilização específica, cujas dimensões devem oferecer um conforto adequado quanto à distribuição das peças. Para atender aos parâmetros de conforto e funcionalidade, antes da elaboração do projeto, é extremamente importante pesquisar alguns detalhes técnico-construtivos nos catálogos dos fabricantes

^{**} Bebedouros não devem ser instalados em compartimentos sanitários.

^{***} Um tanque para cada residência ou dois para cada dez apartamentos. Uma pia de cozinha para cada residência ou apartamento.

^{****} Onde houver contaminação da pele com germens ou matérias irritantes, prever um lavatório para cada cinco pessoas.

de aparelhos e dispositivos hidrossanitários, bem como em algumas revistas específicas (NETTO; MORAIS, 1990).

Para uma boa distribuição interna das peças, as boas normas de higiene determinam que se coloque, sequencialmente, a partir do vão de acesso: lavatório, vaso sanitário, bidê, chuveiro e banheira.

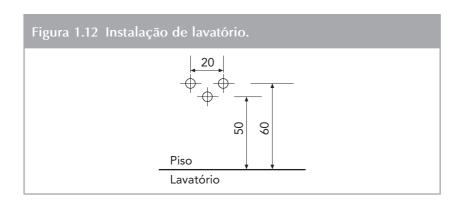
1.4.1.1 Lavatório

Os lavatórios podem ser de bancada, de parede ou de coluna, existentes no mercado em grande variedade de modelos e dimensões. No projeto, o profissional deve especificar o tipo mais indicado, analisando o uso, a função, a estética e o conforto, além do custo final. Se especificar uma cuba de embutir ou de sobrepor, por exemplo, haverá necessidade de uma bancada de granito ou similar, além de sifões e engates com melhor acabamento, se forem ficar aparentes. Por outro lado, os lavatórios de coluna têm custo final mais baixo, por esconderem o sifão e os engates, mas eliminam a possibilidade de utilização de armários sob a bancada.

Quanto ao uso, os lavatórios poderão ser do tipo individual ou coletivo. Nesse caso, é importante indicar torneiras que controlem o racionamento de água, além de deixar uma distância mínima de 60 cm do eixo de uma cuba a outra, quando em uma mesma bancada.

A alimentação de água poderá ser feita só com água fria ou com água fria e quente (por meio de aparelho misturador). O ponto de água fria deve ser localizado a 10 cm do eixo de simetria da peça; quando fria e quente, a 20 cm. A altura de ambos os pontos é de 60 cm do piso acabado.

O esgotamento do aparelho é realizado a partir da válvula que fica acoplada a um sifão (plástico ou metálico), e, a partir deste, vai para uma caixa sifonada. A altura do ponto de saída de esgoto é a 50 cm do piso acabado.



1.4.1.2 Bacia sanitária

Atualmente, existem no mercado vários modelos de bacia, mas o que os difere, basicamente, é o dispositivo de funcionamento. As bacias podem funcionar por sifonagem (bacias convencionais que descarregam o esgoto para baixo) ou pelo princípio do arraste (bacias de saída horizontal, que podem direcionar o fluxo tanto no sentido horizontal como para baixo).

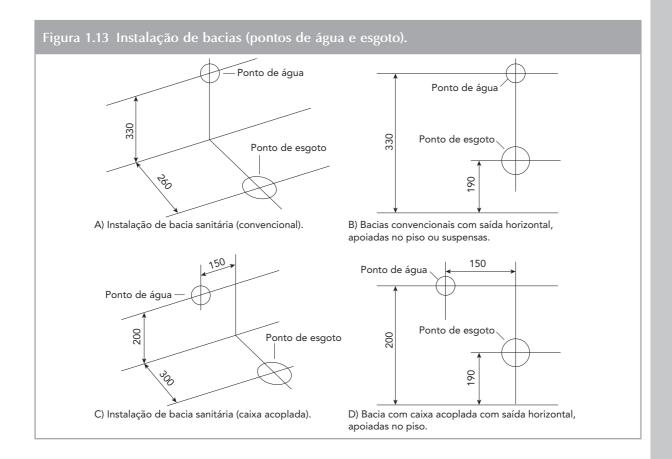
A limpeza das bacias poderá ser feita por meio de válvula ou caixa de descarga. A válvula apresenta a desvantagem do barulho e o alto consumo de água, particularmente as mais antigas. A caixa apresenta como desvantagens a demora entre duas descargas consecutivas, a maior necessidade de manutenção e o aspecto estético e/ou de dimensionamento; ela pode ser suspensa, embutida na parede ou ainda acoplada ao vaso sanitário, com capacidades que variam de acordo com o fabricante.

Os dispositivos de descarga evoluíram muito nos últimos anos. As caixas vêm conseguindo, gradativamente, aumentar sua participação no mercado brasileiro, depois de muita resistência por parte dos consumidores. Duas razões têm justificado essa resistência: o sistema operacional é mais lento e o equipamento ocupa mais espaço no banheiro.

Se o dispositivo escolhido for válvula de descarga, a distância (altura) mínima entre a válvula e a saída da água do reservatório deverá ser de $2\,$ m. Uma distância menor poderá comprometer o bom funcionamento da válvula. Essa medida determina a bitola da válvula, que é responsável pela quantidade de água no vaso. Em residências, usualmente, utiliza-se a bitola de $1\frac{1}{2}$ " (uma polegada e meia), adequada para baixa pressão, com saída exclusiva da caixa-d'água, para não comprometer a vazão do chuveiro ou da torneira do lavatório. Para pressões (alturas) acima de $15\,$ m.c.a., deve-se utilizar válvulas com bitola de $1\frac{1}{4}$ " (uma polegada e um quarto).

Em bacias sanitárias com caixa acoplada, a tubulação é mais leve, $\frac{1}{2}$ " (meia polegada), e não exige saída exclusiva do reservatório, pois a descarga da bacia não interfere na vazão das demais peças de utilização. O ponto de esgoto deve ter seu eixo de 30 cm a 45 cm da parede, dependendo do modelo adotado.

Quando o dispositivo de limpeza utilizado for válvula de descarga ou caixa de embutir, a saída de água para a bacia sanitária será sempre a 33 cm do piso acabado. O ponto de esgotamento deve ter seu eixo de 25 cm a 30 cm da parede, dependendo do modelo adotado. O esgotamento é feito ligando-se a saída da bacia sanitária ao esgoto primário.



1.4.1.3 Bidê e ducha manual

Bidê é uma palavra que vem do francês, *bidet*, uma invenção francesa do final do século XVII ou do começo do XVIII, embora não se saiba exatamente a data e o inventor. Defendido por uns e criticado por outros, o bidê ainda é uma peça bastante comum nos banheiros das residências de classes média e alta.

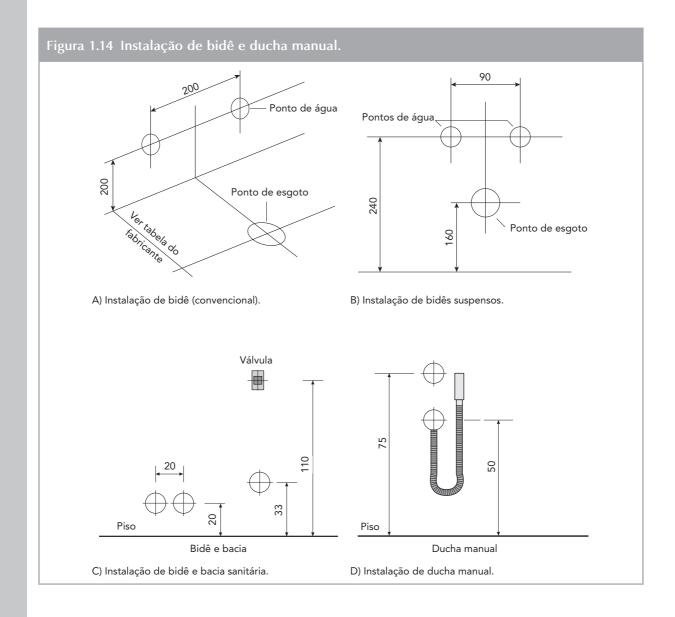
Tecnicamente, o uso do bidê é muito questionado pela possibilidade de ocorrer a contaminação da rede de abastecimento de água potável por retrossifonagem. Seu uso deve ser evitado para fazer a higiene íntima, pois pode haver risco de contaminação por fezes que ficam nos orifícios do chuveiro fixo do bidê. Por essa razão, o bidê vem sendo gradativamente substituído pela ducha manual, instalada próxima à bacia sanitária. Na ausência da ducha higiênica, o mais indicado é usar o chuveirinho móvel, aquele que fica na mangueira do chuveiro.

O ponto de alimentação de água fria do bidê deve ser a 20 cm do piso acabado. Quando alimentado por água fria e quente, utilizando-se misturador, a altura é a mesma, e os pontos devem ficar simétricos em relação ao eixo da peça, com um espaçamento de 20 cm, sendo o ponto da esquerda o convencionado para água quente.

O ponto de esgotamento deve ter seu eixo a 25 cm da parede, dependendo do fabricante e do modelo adotado. O esgotamento é feito por ligação do ramal de descarga do bidê à caixa sifonada.

As duchas higiênicas são uma alternativa moderna ao bidê. Adaptam-se a banheiros de qualquer tamanho e proporcionam mais conforto aos usuários.

Os pontos de alimentação de água fria e quente devem ser a 50 cm do piso acabado. No uso profissional, a ducha manual também é indicada para a lavagem de cabelos em salões de beleza, e sua altura pode ser adaptada em função de uso.



1.4.1.4 Chuveiro e ducha

São bastante diversificados os modelos existentes. Há as duchas e os chuveiros elétricos, em que a água é aquecida. A diferença é que as duchas apresentam jato concentrado e sem abertura, enquanto os chuveiros têm jato disperso e com certa abertura do jato de água.

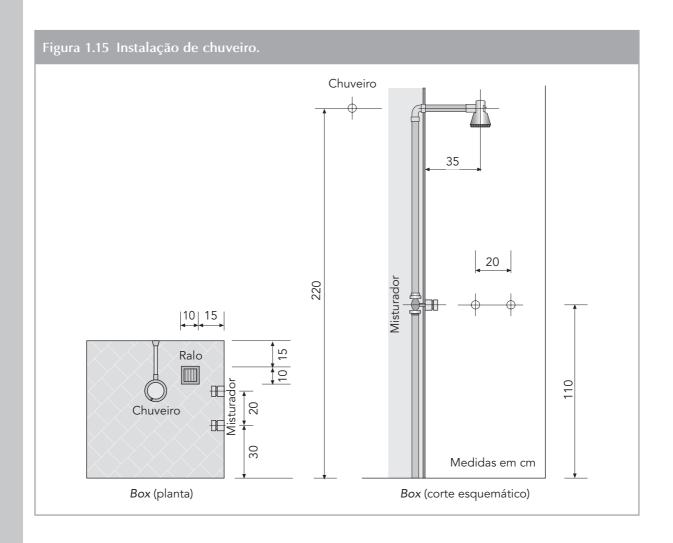
O chuveiro exige um investimento inicial baixo e gasta menos água em comparação com as duchas acionadas por misturador, e sua instalação é mais simples. Apesar desses atrativos, pode ser o vilão dos gastos de energia elétrica dentro de uma residência, sendo responsável por 24% da conta de luz (em uma casa com quatro pessoas), de acordo com os dados do Procel (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica). Outra desvantagem é a limitação em relação à temperatura e à vazão da água.

Na instalação de chuveiros elétricos, devem ser observadas as exigências previstas na NBR 5410 (Instalações elétricas de baixa tensão). Também é importante seguir as instruções do manual de instalação, pois nele há informações importantes referentes à parte elétrica. Em geral, os chuveiros exigem uma pressão mínima de 1 m.c.a. Como a pressão de uso varia de acordo com o modelo, deve-se verificar o número indicado na embalagem.

Os chuveiros devem ser instalados em pequeno recinto, separado das demais instalações. Esse compartimento destinado ao banho é denominado box e tem dimensões mínimas de $80~\rm cm \times 80~\rm cm$. O ponto de abastecimento deve ficar a $2,20~\rm m$ do piso acabado.

Com relação às duchas, são vários os modelos existentes. Os desenhos, formatos e recursos variados chamam a atenção, mas, ao escolher uma ducha, é importante lembrar que elas requerem misturadores de água e um sistema de aquecimento (solar, a gás ou elétrico) (MEDEIROS; BARACUHY, 2008). Também se encontram disponíveis no mercado cabines e colunas de banho, que funcionam como hidromassagem e vêm prontas para instalar. Esses produtos, porém, exigem aquecimento central.

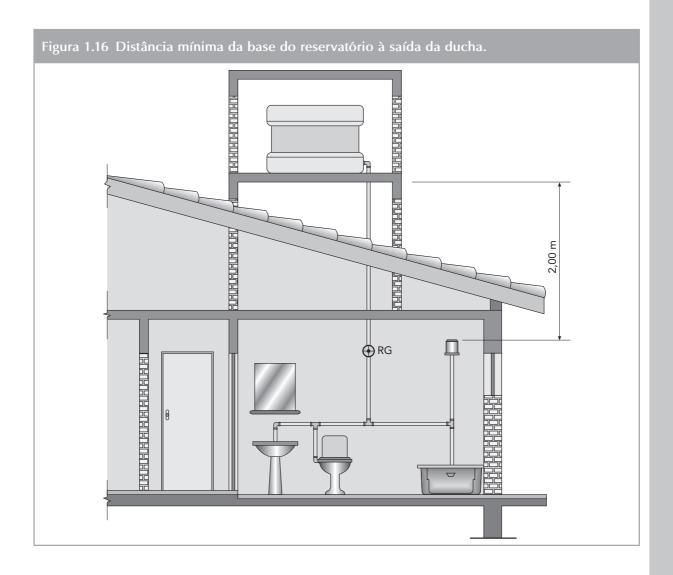
Ao escolher uma ducha, é importante saber se o modelo é compatível com o projeto de hidráulica (ver no manual do fabricante a pressão exigida e a vazão do aparelho, que corresponde ao volume de água por minuto). Se o modelo escolhido for um chuveiro de teto, a escolha deve ser feita ainda na fase de projeto, para que a tubulação seja embutida na laje, sem transtornos.



1.4.1.5 Pressão de água no chuveiro

Uma boa pressão de água é fundamental na hora do banho. A pressão é diretamente proporcional à distância, em altura, do fundo do reservatório até o tubo de vazão (ponto de saída de água para o chuveiro). Dessa maneira, quanto mais alto o reservatório, maior a pressão da água no chuveiro (ver "Altura do reservatório").

A distância mínima recomendável da base do reservatório à saída da ducha deve ser de 2 m de altura. Caso a localização do reservatório no projeto de arquitetura não permita essa distância, deve-se recorrer a equipamentos especiais para atingir uma pressão satisfatória. Os equipamentos mais indicados, nesse caso, são os pressurizadores. Dependendo do modelo, podem ser instalados na rede de distribuição ou no próprio chuveiro.



1.4.1.6 Banheiras

Existem no mercado diversos modelos de banheira de hidromassagem, fabricadas em diversos formatos (retangular, circular, de canto etc.) e dimensões. Essas banheiras são fabricadas em fibra de vidro, com piso antiderrapante, assento anatômico e apoios laterais para braços. Podem também ser executadas no local e revestidas com azulejo, mármore, epóxi etc.

Independentemente do tipo, é indispensável deixar uma área livre de pelo menos 60 cm, ao lado da banheira, para que o usuário possa enxugar-se e movimentar as torneiras e registros. Também é importante a opção por pisos antiderrapantes e alças de apoio, para evitar acidentes.

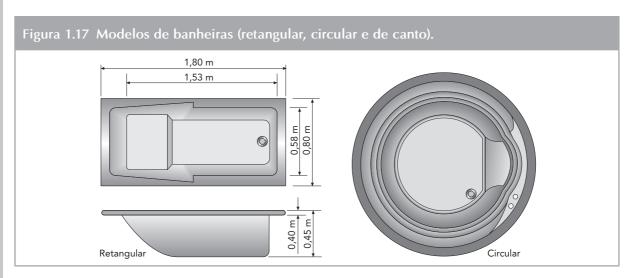
O abastecimento de água nas banheiras, quase sempre, é realizado com água fria e quente, e as banheiras devem ser equipadas com dispositivo misturador. A altura dos registros de pressão deve ser de 60 cm do piso acabado, dependendo exclusivamente do modelo adotado e do fabricante. Os pontos de alimentação de água fria e quente devem ficar simétricos, com um espaçamento entre si de 15 cm a 20 cm, sendo o ponto da esquerda o convencionado para água quente.

O esgotamento é realizado a partir da válvula de fundo diretamente para a caixa sifonada. A altura de saída de esgoto em relação ao piso acabado deve ser de 40 cm, dependendo também do modelo adotado e do fabricante.

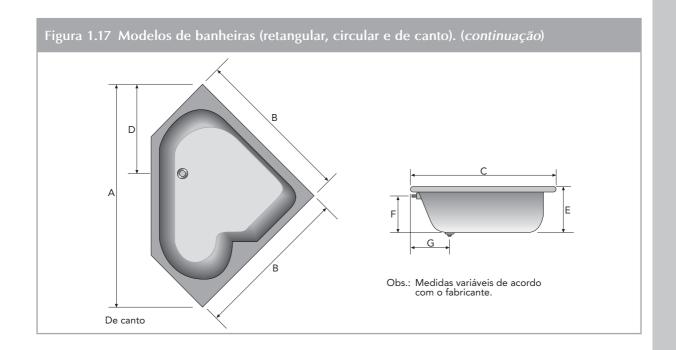
Apesar da simplicidade da instalação (os modelos já vêm com todo o encanamento interno e a bomba elétrica adequada), a banheira de hidromassagem requer muita atenção, pois o equipamento funciona com água pressurizada e aquecida, duas características que, por si só, demandam maiores cuidados. Também deve-se evitar o uso excessivo de conexões, que sempre aumentam as chances de problemas. A bomba de hidromassagem jamais deve ser acionada com a banheira vazia, pois existe o risco de danificar o motor.

Outro detalhe que não deve ser esquecido é a caixa sifonada do banheiro, que precisa ter uma vazão maior para suportar a água e a espuma (provenientes da banheira) que entram no sistema de esgoto. Nesse caso, adota-se caixa com saída de diâmetro de 75 mm.

A capacidade da banheira é um dado básico para o dimensionamento correto da instalação de água quente. A localização e a capacidade, especificadas no projeto arquitetônico, são fundamentais para a elaboração do projeto hidráulico.



(continua)



1.4.2 INSTALAÇÕES EM COZINHAS

Para planejar as instalações de uma cozinha, primeiro o arquiteto deve definir quais equipamentos serão nela utilizados, pois o projeto hidráulico depende da localização não só da pia, como também da máquina de lavar louças, do filtro e de geladeiras que fazem gelo. A presença de ralos em cozinhas só se justifica pela necessidade de lavagem constante, como em cozinhas industriais. Os ralos, comumente sifonados, poderão perder seu fecho hídrico e permitir a entrada de insetos e odores desagradáveis no ambiente.

1.4.2.1 Pia

A pia de cozinha divide-se em duas partes: o tampo e a cuba. Elas poderão ter uma ou duas cubas, de formato quadrado ou retangular. O material da cuba normalmente utilizado nas instalações prediais é o aço inoxidável. O tampo pode ser de pedra natural, granito industrializado (feito de granito moído e resina acrílica), fibra, alumínio, aço inoxidável etc. Antes de comprar uma pia, é importante verificar as medidas do tampo e a profundidade da cuba, para saber se ela se encaixa no projeto. Se a opção for uma pia com duas cubas, deve-se também optar por torneiras com bica móvel, que se movimentam para os lados. Durabilidade e facilidade de manutenção também são pontos importantes a serem analisados (MEDEIROS; MEDEIROS, 1990).

O abastecimento de água poderá ser apenas com água fria, ou com água fria e quente, por meio de um dispositivo misturador. Os pontos de água devem estar entre 1,10 m e 1,15 m de altura do piso acabado. Quando a alimentação for de água fria e quente, os pontos deverão apresentar simetria em relação ao eixo da cuba, com um espaçamento de 20 cm. Para a água não espirrar, o jato da torneira deve cair exatamente sobre o ralo da cuba.

A altura do ponto de saída de esgoto é de 55 cm do piso acabado. O esgotamento é realizado a partir da válvula de fundo acoplada a um sifão, e deste para uma caixa de gordura, nos edifícios térreos, ou tubo de gordura, nos edifícios com mais de um pavimento. Na utilização de aparelhos trituradores em pias de cozinha, deve-se atentar para sua adequação ao sistema, segundo recomendações do fabricante.

1.4.2.2 Máquina de lavar louças

As máquinas de lavar louça ainda não são utilizadas no Brasil com a frequência com que são utilizadas em outros países. Não obstante, com a aceitação crescente, o consumo de água e de energia nesses equipamentos deve ser objeto de consideração, uma vez que cerca de 18% do consumo de água total em uma residência ocorre na cozinha. Porém, é importante lembrar que a evolução tecnológica das máquinas de lavar louça também resulta no desenvolvimento de lava-louças mais eficientes e econômicas.

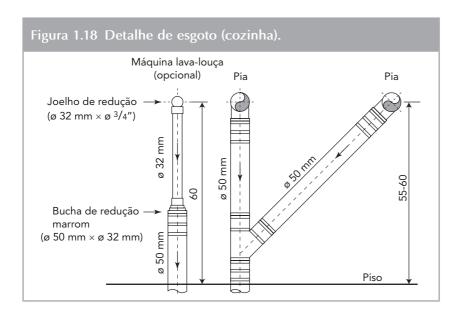
Existem vários modelos no mercado. Para a escolha do modelo, é preciso considerar basicamente dois aspectos: onde a máquina será colocada (no chão, sobre a pia ou embutida dentro de armário) e a capacidade que a lava-louças deve ter (número de serviços).

Na instalação convencional, o abastecimento de água é feito por meio de ponto, a 60 cm do piso. A alimentação de água fria deve ser proveniente de uma torneira com bocal de rosca ¾" (19 mm), no qual será rosqueada a mangueira de entrada. A máquina de lavar louças também pode ser conectada à alimentação de água quente da residência, desde que não ultrapasse a temperatura de 60 °C. Caso isso ocorra, o tempo de lavagem será reduzido em aproximadamente 15 minutos, e a eficiência da lavagem será prejudicada. A conexão para água quente deverá seguir o mesmo procedimento utilizado para a água fria.

A altura do ponto de saída de esgoto é de 60 cm a partir do piso acabado. A canalização para o esgotamento da máquina de lavar louças deverá ser de PVC rígido, com diâmetro de 40 mm. As

águas servidas deverão ser escoadas para uma caixa sifonada com tampa cega (para evitar o refluxo de espuma para dentro do compartimento), e posteriormente lançadas à rede coletora de esgoto.

Por ocasião da elaboração do projeto arquitetônico, é importante a previsão do local exato da instalação da máquina de lavar louça, o que se consegue com a definição do *layout* do ambiente, acompanhado de um projeto técnico de especificação do produto (alturas da entrada de água e saída do esgoto).



1.4.3 INSTALAÇÕES EM ÁREAS DE SERVIÇO

O planejamento das instalações de uma área de serviço obedece basicamente aos mesmos critérios da cozinha. O arquiteto deve definir quais equipamentos de utilização de água serão colocados. Os mais comuns são o tanque e a máquina de lavar roupas. Opcionalmente, pode ser colocada uma torneira de lavagem. Os diferentes modelos desses equipamentos existentes no mercado devem ser criteriosamente observados, tendo em vista que o espaço físico reservado para a área de serviço sempre é muito pequeno. Além do tanque, deve ser previsto um local adequado para a instalação da máquina de lavar roupas. Embora possuam instalações diferentes, normalmente esses equipamentos ficam próximos um do outro e na mesma parede hidráulica. Isso se deve a alguns aspectos funcionais, por exemplo, a utilização simultânea dos dois aparelhos ao lavar roupas. Com relação às caixas sifonadas e aos ralos secos, ao contrário da cozinha, a área de serviço é um ambiente que se lava

constantemente; portanto, é necessária a presença de um desses dispositivos. Por razões econômicas, nesse caso, a colocação de uma caixa sifonada com grelha servirá também para receber as águas provenientes de lavagem. Quando esses dispositivos forem instalados em pavimentos sobrepostos, é necessário colocar forros rebaixados, para esconder as tubulações de esgoto.

1.4.3.1 Tanque

Existe uma grande variedade de modelos de tanque. Podem ser de louça, esmaltados, de plástico, de concreto armado, de aço inoxidável etc. Podem também ser moldados no local e receber os mais variados materiais de acabamento.

O tanque pode ser simples ou duplo. Pode também ser de coluna ou com sifão sem coluna – nesses casos, fixados na parede.

O abastecimento de água é feito por meio de torneiras, normalmente com água fria, a 1,15 m do piso.

A altura do ponto de saída de esgoto é de 40 cm a partir do piso acabado. O esgotamento é realizado a partir da válvula de fundo acoplada a um sifão, e deste até uma caixa sifonada.

Quando o tanque for de coluna, desprovido de sifão, a água servida deverá ser direcionada para uma caixa sifonada, com diâmetro de saída de 75 mm, para evitar o refluxo de espuma para dentro do compartimento.

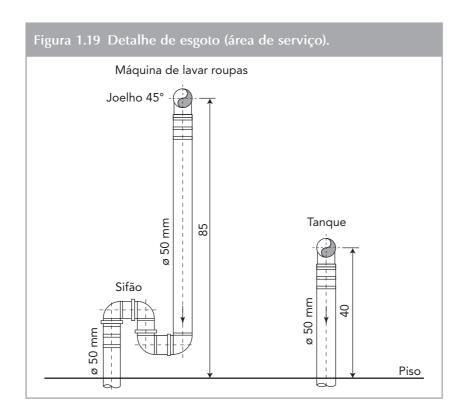
1.4.3.2 Máquina de lavar roupas

Na elaboração do projeto, o arquiteto deve prever um espaço adequado, normalmente ao lado do tanque, para a instalação da máquina de lavar roupas. A máquina ideal deve ser econômica, silenciosa, segura e fácil de usar.

A alimentação da máquina é feita por meio de um ponto na parede, instalado a 90 cm do piso, que possibilita a ligação do tubo de entrada na máquina. Deve ser previsto, na instalação, um registro de pressão, para controle do escoamento e também do bloqueio total da água. A altura do ponto de saída de esgoto é de 85 cm a partir do piso acabado.

As águas servidas da máquina de lavar roupas devem ser despejadas em ramais exclusivos, que serão ligados ao tubo de queda. Essa canalização deverá ser sifonada dentro da parede, com conexões, e não deve ter comunicação com nenhuma caixa ou ralo sifonado, a não ser que eles possuam tampa cega. Caso contrário, a espuma despejada pela máquina sairá pelas grelhas.

Hoje, existe no mercado um dispositivo chamado antiespuma, que impede a saída de espuma das máquinas de lavar roupas pela grelha da caixa sifonada. Sua instalação é simples, sem exigir a desmontagem da caixa sifonada.



1.5 OS RESERVATÓRIOS NO PROJETO ARQUITETÔNICO

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

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

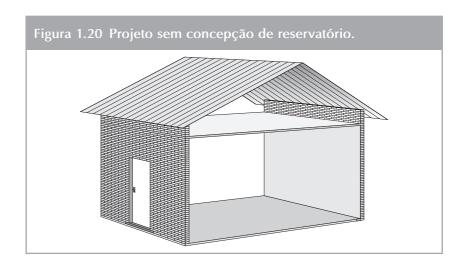
A água da rede pública apresenta uma determinada pressão, que varia ao longo da rede de distribuição. Dessa maneira, se o reservatório domiciliar ficar a uma altura não atingida por essa pressão, a rede não terá capacidade de alimentá-lo. Como limite prático, a altura do reservatório com relação à via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

Apesar de sua importância, muitos projetos arquitetônicos omitem informações fundamentais sobre os reservatórios, como localização, altura, tipo, capacidade etc. Outros sequer preveem o reservatório.

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

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

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



1.5.1 RESERVATÓRIO SUPERIOR

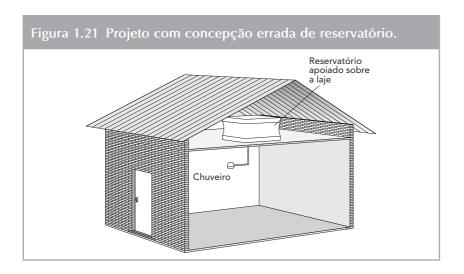
O reservatório superior pode ser alimentado pelo sistema de recalque ou diretamente pelo alimentador predial.

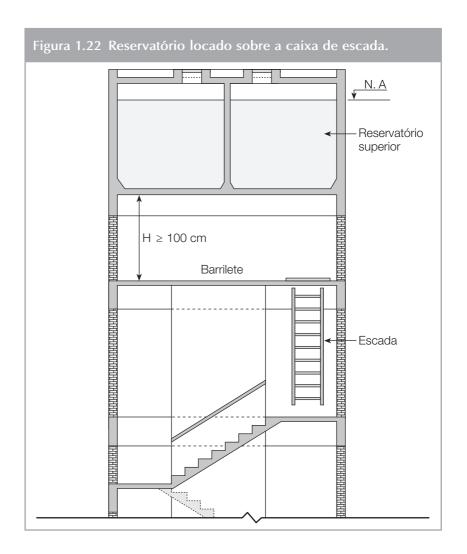
O reservatório elevado, quando abastecido diretamente pela rede pública, em prédios residenciais, localiza-se habitualmente na cobertura, na posição mais próxima possível dos pontos de consumo, em virtude de dois fatores: perda de carga e economia.

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

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

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

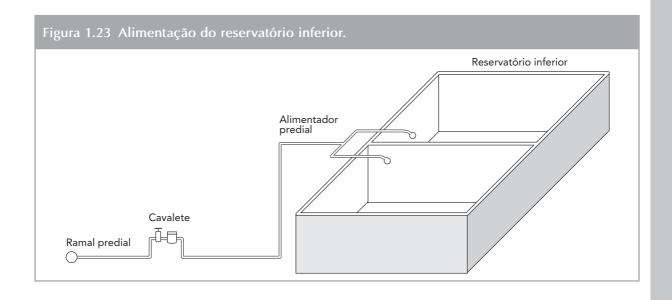




1.5.2 RESERVATÓRIO INFERIOR

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

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



1.5.3 SISTEMA ELEVATÓRIO (CASA DE BOMBAS)

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

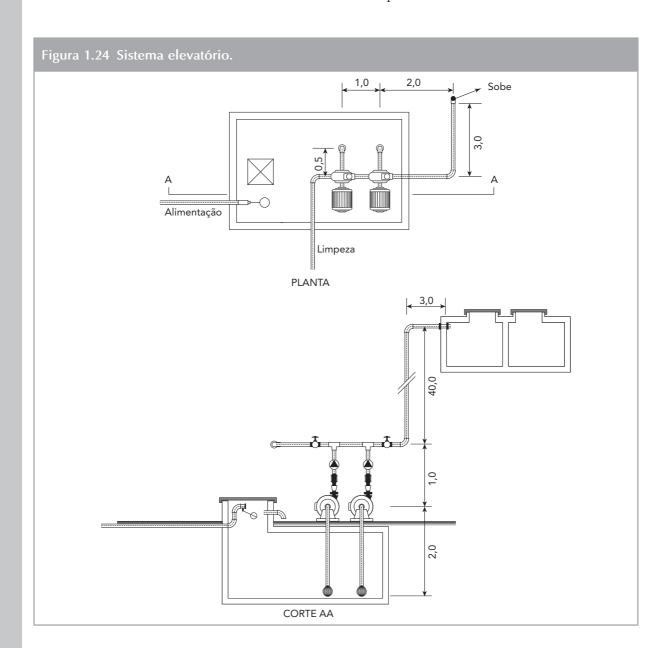
Uma casa de bombas precisa situar-se em um local suficientemente amplo para permitir montagens e desmontagens dos equipamentos, bem como a circulação de pessoas. O espaço mínimo entre as bombas deve ser de 1,5 m entre cada conjunto, caso contrário, a realização de serviços de operação fica prejudicada.

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

Os erros mais comuns relacionados à casa de bombas são:

- ausência ou insuficiência de folga entre as paredes laterais da cisterna e as paredes limítrofes do subsolo e entre a laje de fundo e o piso;
- cisterna enterrada ou semienterrada, impedindo esgotamento total por gravidade;
- insuficiência de espaço na casa de bombas de recalque para instalação de registros de fechamento adequados nas tubulações de sucção das bombas centrífugas;

- casa de bombas em cota superior ao fundo da cisterna, impedindo afogamento das bombas;
- tampa da abertura de acesso à cisterna sem fechamento estanque e/ou de modo incorreto; formato alongado da cisterna, com zonas de estagnação, dificultando a renovação da água;
- adoção de reservatório elevado e/ou cisterna com câmara única (sem septo separador);
- tampas de acesso às câmaras do reservatório elevado executadas e instaladas de modo incorreto, com possibilidade de admissão de água contaminada em seu interior, propagação de ruídos e vibrações das bombas de recalque a partir da casa de bombas, existência de eletrodutos aparentes correndo dentro da cisterna etc.



1.5.4 RESERVA DE ÁGUA FRIA

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

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

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

1.5.4.1 Consumo de água

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

1.5.4.2 Consumo diário nas edificações

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

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

 $Cd = P \times q$

Em que:

Cd = consumo diário (litros/dia)

P = população que ocupará a edificação

 $q = \text{consumo } per \ capita \ (\text{litros/dia})$

Tabela 1.3 Taxa de ocupação de acordo com a natureza do local	
Natureza do local	Taxa de ocupação
Residências e apartamentos	Duas pessoas por dormitório
Bancos	Uma pessoa por 5,00 m² de área
Escritórios	Uma pessoa por 6,00 m² de área
Lojas (pavimento térreo)	Uma pessoa por 2,50 m² de área
Lojas (pavimento superior)	Uma pessoa por 5,00 m² de área
Shopping centers	Uma pessoa por 5,00 m² de área
Museus e bibliotecas	Uma pessoa por 5,50 m² de área
Salões de hotéis	Uma pessoa por 5,50 m² de área
Restaurantes	Uma pessoa por 1,40 m² de área
Teatro, cinemas e auditórios	Uma cadeira para cada 0,70 m² de área

Tabela 1.4 Consumo predial diário (valores indicativos)	
Prédio	Consumo (litros/dia)
Alojamento provisório	80 per capita
Ambulatórios	25 per capita
Apartamentos	200 per capita
Casas populares ou rurais	150 per capita
Cavalariças	100 por cavalo
Cinemas e teatros	2 por lugar
Creches	50 per capita
Edifícios públicos ou comerciais	50 per capita
Escolas (externatos)	50 per capita
Escolas (internatos)	150 per capita
Escolas (semi-internato)	100 per capita
Escritórios	50 per capita
Garagens e posto de serviço	50 por automóvel/200 por caminhão
Hotéis (sem cozinha e sem lavanderia)	120 por hóspede
Hotéis (com cozinha e com lavanderia)	250 por hóspede
Indústrias – uso pessoal	80 por operário
Indústrias – com restaurante	100 por operário
Jardins (rega)	1,5 por m ²

(continua)

Tabela 1.4 Consumo predial diário (valores indicativos) (continuação)	
Prédio	Consumo (litros/dia)
Lavanderias	30 por kg de roupa seca
Matadouro – animais de grande porte	300 por animal abatido
Matadouro – animais de pequeno porte	150 por animal abatido
Mercados	5 por m² de área
Oficinas de costura	50 per capita
Orfanatos, asilos, berçários	150 per capita
Piscinas – lâmina de água	2,5 cm por dia
Postos de serviços para automóveis	150 por veículo
Quartéis	150 per capita
Residência popular	150 per capita
Residência de padrão médio	200 per capita
Residência de padrão luxo	250 per capita
Restaurantes e outros similares	25 por refeição
Templos	2 por lugar

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

1.5.4.3 Capacidade dos reservatórios

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

 $CR = 2 \times Cd$

Em que:

CR = capacidade total do reservatório (litros)

Cd = consumo diário (litros/dia)

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

reservatório inferior: 60% CR;

• reservatório superior: 40% CR.

Esses valores são fixados para aliviar a carga da estrutura, pois a maior reserva (60%) fica no reservatório inferior, próximo ao

solo. A reserva de incêndio, usualmente, é colocada no reservatório superior, que deve ter sua capacidade aumentada para comportar o volume referente a essa reserva.

1.5.4.3.1 Exemplo de dimensionamento

Calcular a capacidade dos reservatórios (inferior e superior) de um edifício residencial de dez pavimentos, com dois apartamentos por pavimento, sendo que cada apartamento possui dois dormitórios e uma dependência de empregada. Adotar reserva de incêndio de 10 mil litros, prevista para ser armazenada no reservatório superior.

```
Solução:
```

 $Cd = P \times q$

Adotamos: 2 pessoas/dormitório

1 pessoa/dependência de empregada

 $P = (2 \times 2) + 1 = 5$ pessoas/apartamento \times 20 apartamentos

P = 100 pessoas

 $Cd = 100 \times 200 \text{ l/dia} = 20.000 \text{ l/dia}$

CR = 2 Cd

 $CR = 2 \times 20.000 = 40.0001$

CR (superior) = $(0.4 \times 40.000) + 10.0001 = 26.0001$

CR (inferior) = $0.6 \times 40.000 = 24.0001$

1.5.5 TIPOS DE RESERVATÓRIO

1.5.5.1 Reservatórios moldados in loco

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

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

Os reservatórios de concreto devem ser executados de acordo com a NBR 6118 (Projeto de estruturas de concreto: procedimento). Alguns cuidados com a impermeabilização também são importantes. Para tanto, deve ser consultada a NBR 9575 (Impermeabilização: seleção e projeto).

Para calcular as dimensões (altura, área e volume) dos reservatórios moldados *in loco*, utiliza-se a seguinte fórmula:

 $V = A \times H$ Em que: V = capacidade do reservatório (m³) A = área do reservatório (m²) H = altura do reservatório (m)

1.5.5.1.1 Exemplos de dimensionamento

Calcular o volume em litros de um reservatório moldado in loco, cuja área é de 6,0 m² e altura de lâmina d'água é 1,5 m.

Solução:

 $V = A \times H$ $V = 6.0 \times 1.5$ $V = 9 \text{ m}^3$ V = 9.000 1

Calcular qual deve ser a altura da lâmina d'água de um reservatório de 7.200 litros cujas dimensões em planta são $2,0~{\rm m}\times3,0~{\rm m}.$

Solução:

 $V = 7.200 \text{ litros} = 7.2 \text{ m}^3$ $V = A \times H$ $7.2 = (2.0 \times 3.0) \times H$ H = 7.2 / 6.0H = 1.2 m

1.5.5.2 Reservatórios industrializados

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

Os reservatórios de fibra de vidro e de PVC vêm sendo muito utilizados nas instalações prediais em virtude de algumas vantagens que apresentam em relação aos demais reservatórios: em decorrência do fato de sua superfície interna ser lisa, acumulam menos sujeira que os demais, sendo, portanto, mais higiênicos; são mais leves e têm encaixes mais precisos, além da facilidade de transporte, instalação e manutenção. Outra

vantagem desses reservatórios é que são fabricados também para médias e grandes reservas, ocupando muito menos espaço que os convencionais de menor capacidade.

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

As normas da ABNT para caixas d'água plásticas são a NBR 14799 (Reservatório poliolefínico para água potável: requisitos) e a NBR 14800 (Reservatório poliolefínico para água potável: instalações em obra).

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

1.5.6 ALTURA DO RESERVATÓRIO

A altura do reservatório é determinante no cálculo das pressões dinâmicas nos pontos de utilização de água.

Dessa maneira, independentemente do tipo de reservatório, deve-se posicioná-lo a uma determinada altura, para que as peças de utilização e aparelhos sanitários tenham um funcionamento perfeito.

É importante lembrar que a pressão dinâmica não depende do volume de água contido no reservatório, e sim da altura do reservatório e das perdas de carga.

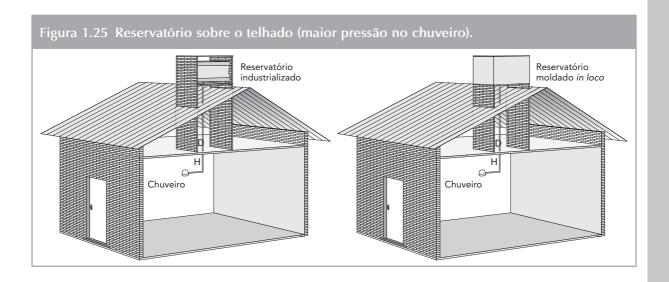
Cabe ao arquiteto compatibilizar os aspectos técnicos para o posicionamento da caixa-d'água e sua proposta arquitetônica. Porém, a altura da caixa-d'água deve ser calculada pelo engenheiro hidráulico e, depois, compatibilizada com as alturas estabelecidas nos projetos arquitetônico e estrutural.

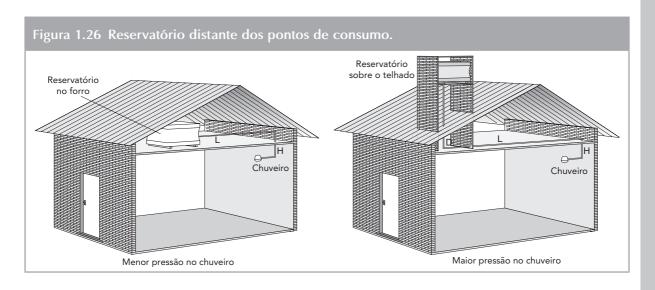
Além da altura, a localização inadequada do reservatório no projeto arquitetônico (distante dos pontos de utilização) também

pode interferir na pressão da água nos pontos de utilização. Isso se deve às perdas de carga que ocorrem durante o percurso da água na rede de distribuição.

O reservatório deve ser localizado o mais próximo possível dos pontos de consumo. O ideal seria localizá-lo em uma posição equidistante dos pontos de consumo, diminuindo, consequentemente, as perdas de carga e a altura necessária para compensar essas perdas.

Na Figura 1.26, observa-se um posicionamento distante do reservatório superior em relação aos pontos de consumo. Levando-se em consideração os conceitos de perda de carga, quando esse posicionamento é inevitável, por razões arquitetônicas ou estruturais, deve-se posicionar o reservatório a uma determinada altura, para compensar essas perdas e para que não ocorra um comprometimento das pressões dinâmicas nos pontos de utilização.





1.5.7 INFLUÊNCIA DOS RESERVATÓRIOS NA QUALIDADE DA ÁGUA

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

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

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

É extremamente importante a limpeza periódica do reservatório (pelo menos duas vezes ao ano), para garantir a potabilidade da água, a qual pode ser veículo direto ou indireto para transmissão de doenças. Para essa limpeza, deve-se obedecer aos seguintes requisitos (OLIVEIRA; CARVALHO, 2005):

- fechar o registro de entrada de água no reservatório e abrir todas as torneiras da edificação, deixando que a água escoe por todos os canos existentes;
- à medida que a água escoar, realizar uma limpeza física (retirada de lodo e outros materiais), escovando o fundo e as paredes da caixa com uma escova reservada exclusivamente para essa finalidade;
- abrir o registro de entrada de água e fechar o registro geral de distribuição para encher novamente o reservatório;
- realizar a desinfecção, utilizando produtos à base de cloro (normalmente se adiciona 1 litro de hipoclorito de sódio a 11% para cada 1000 litros de água);
- tampar o reservatório e deixar essa solução agir durante uma hora (durante esse período, não se deve utilizar a água para consumo);
- realizada a desinfecção, abrir o registro geral e todas as torneiras, para esvaziar o reservatório, deixando a solução de cloro escoar por todos os canos da instalação;
- antes de utilizar a água para consumo, encher novamente o reservatório com água limpa e voltar a esvaziá-lo, para eliminar os resíduos de cloro;
- encher novamente o reservatório para uso normal.

1.6 INTERFACES DAS PRESSÕES MÍNIMAS E MÁXIMAS COM O PROJETO ARQUITETÔNICO

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

As pressões são medidas em kgf/cm² (quilograma força por centímetro quadrado), entretanto, existem outras formas de expressar medidas de pressão; a mais usual nas instalações prediais de água fria é o m.c.a. (metro de coluna d'água). Com relação à equivalência entre ambas, 1 kgf/cm² é a pressão exercida por uma coluna d'água de 10 m de altura.

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

1.6.1 PRESSÃO ESTÁTICA

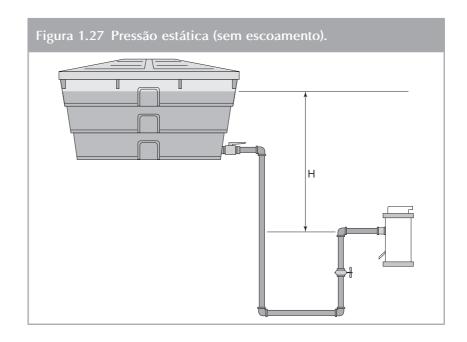
Com relação à pressão estática, a norma NBR 5626 diz o seguinte: "em uma instalação predial de água fria, em qualquer ponto, a pressão estática máxima não deve ultrapassar 40 m.c.a. (metros de coluna d'água)".

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

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

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

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

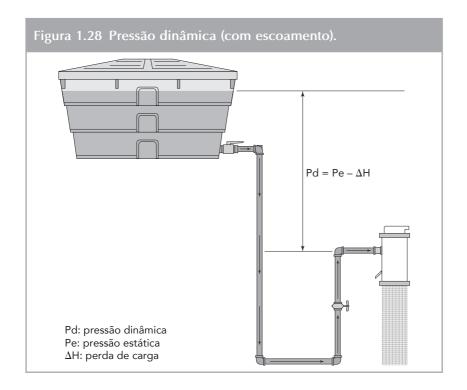


1.6.2 PRESSÃO DINÂMICA

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

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

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



1.6.3 PRESSÃO DE SERVIÇO

Com relação à pressão de serviço, a norma NBR 5626 diz o seguinte: "o fechamento de qualquer peça de utilização não pode provocar sobrepressão em qualquer ponto da instalação que seja maior que 20 m.c.a. acima da pressão estática nesse ponto".

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

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

1.6.4 DISPOSITIVOS CONTROLADORES DE PRESSÃO E SUAS INTERFACES COM AS EDIFICAÇÕES

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

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

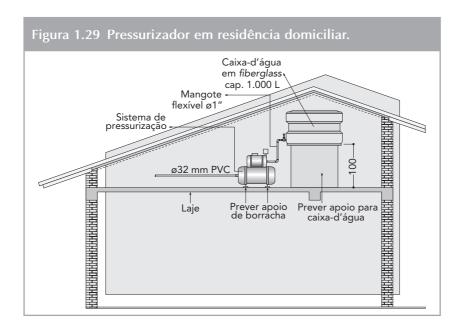
1.6.4.1 Pressurizador

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

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

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

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



1.6.4.2 Válvulas redutoras de pressão

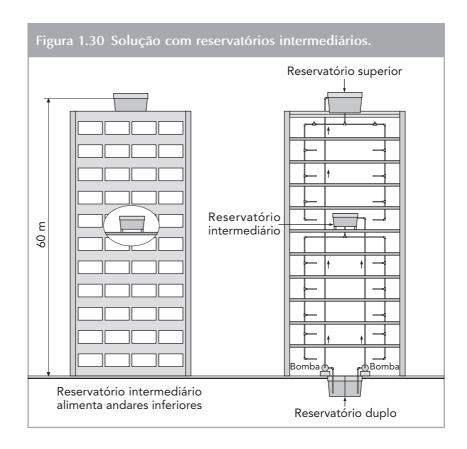
Nos edifícios mais altos, o reservatório de água instalado sobre a cobertura, geralmente sobre a caixa de escada, gera diferentes pressões.

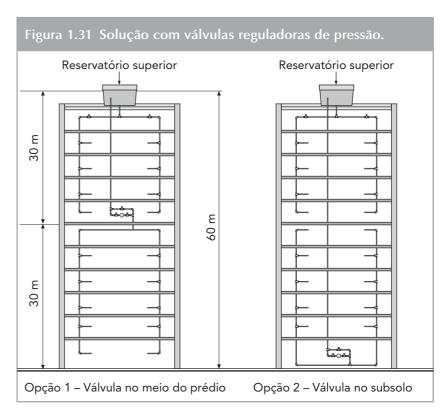
Quanto maior a diferença de cota do ramal em relação ao reservatório, maior a pressão. Isso implica dizer que, nos pavimentos mais baixos, maior será a pressão da água nos pontos de consumo.

Quando a pressão na rede predial for alta demais, particularmente nos edifícios com mais de 13 pavimentos (considerando-se um pédireito de 3 m), com pressão estática acima de 40 m.c.a., utilizam-se válvulas automáticas de redução de pressão, as quais substituem os reservatórios intermediários, que reduzem a pressão da rede hidráulica a valores especificados em projeto. Em geral, os edifícios possuem uma estação central de redutores de pressão, com dois equipamentos de grande porte instalados (de 2 a 3). A válvula redutora de pressão (VRP) pode ser instalada a meia altura do prédio ou no subsolo.

Para prédios que adotam a medição individualizada de água, adota-se a instalação de um redutor de pressão de menor porte para limitar e regular a entrada de água nos vários pavimentos do edifício, a fim de que cada apartamento receba a água com pressão adequada, normalmente 3 bar. Cada bar de pressão equivale a 1 kgf/cm² ou 10 m.c.a. Além de diminuir a pressão, os redutores otimizam o consumo de água e evitam o desgaste prematuro das instalações hidráulicas.

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





1.7 RUÍDOS E VIBRAÇÕES EM INSTALAÇÕES PREDIAIS

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

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

A acústica dos sistemas prediais hidráulico-sanitários é discutida ainda em caráter informativo pela NBR 15575-6 – Edificações habitacionais: desempenho (Parte 6: requisitos para os sistemas hidrossanitários) –, ou seja, os requisitos apresentados no texto não são atualmente obrigatórios.

A referida norma apresenta modos de medir os impactos sonoros do funcionamento dos equipamentos hidráulicos (bombas, sistemas de descarga, torneiras etc.) sobre o usuário. Porém, o mercado pode utilizar essas orientações para aprimorar os seus produtos e avaliar o seu desempenho acústico.

Cabe ressaltar que o principal foco da norma foi estabelecer parâmetros de desempenho acústico para minimizar o desconforto gerado ao usuário por ruídos em prumadas coletivas de água ou esgoto, válvulas de descarga e outros equipamentos acionados em apartamentos vizinhos.

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

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

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

O uso de tecnologias construtivas mais novas pode ajudar em outros casos. O polietileno reticulado (PEX), por exemplo, por ser menos rígido e permitir que a água passe por trajetos curvos de maneira mais suave, diminuindo os ruídos. Existem também outras medidas simples que podem minimizar, ou até mesmo resolver, o problema dos ruídos – projetar as instalações de forma que as prumadas não passem por paredes de ambientes com mais exigência de ocupação, por exemplo (LEAL, 2004).

Para conforto dos moradores com relação aos níveis de ruído provocados pelas instalações, uma distribuição correta dos cômodos também é de fundamental importância. A seguir, são apresentadas algumas recomendações construtivas, que devem ser observadas para evitar ou impedir o aparecimento de ruído nas edificações (AIDAR, 1998):

- locar as peças de utilização na parede oposta à contígua aos ambientes habitados ou, na impossibilidade disso, utilizar dispositivos antirruído nas instalações;
- não utilizar tijolos vazados de cerâmica ou concreto nas paredes que suportem (ou tragam embutidas) tubulações de água de alimentação com ramais para válvula de descarga ou sob pressurização pneumática;
- deixar um recobrimento mínimo de 50 mm (tijolo maciço, argamassa, ou tijolo + argamassa) na face voltada para dormitórios, sala de estar, sala íntima, escritórios e *home theater*;
- utilizar vasos sanitários acoplados à caixa de descarga, em vez de válvulas de descarga.

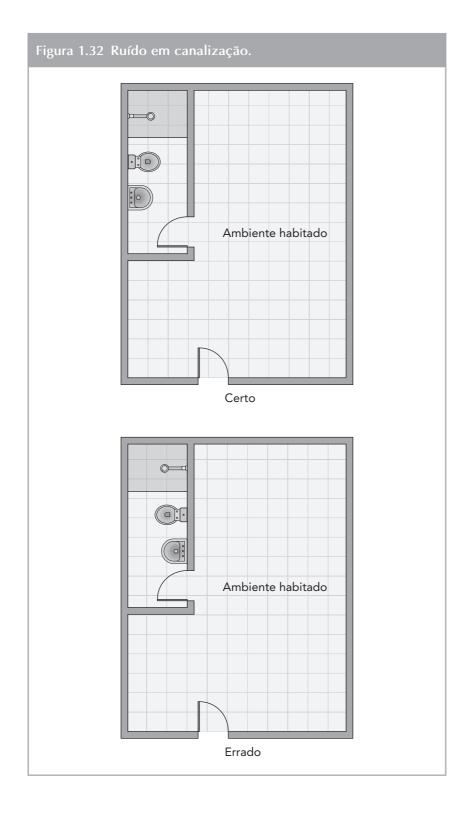
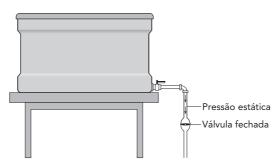
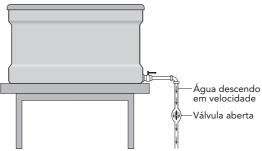


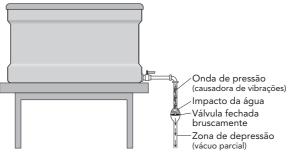
Figura 1.33 Golpe de aríete.



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



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



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

1.8 SISTEMAS DE AQUECIMENTO DE ÁGUA E SUAS INTERFACES COM A ARQUITETURA

O sistema de água quente é formado pelos seguintes componentes: tubulação de água fria para alimentação do sistema de água quente; aquecedores, que podem ser de passagem (instantâneos) ou de acumulação; dispositivos de segurança; tubulação de distribuição de água quente; e peças de utilização (chuveiro, ducha, torneiras de pia, lavatório, tanque). Existem no mercado diversos equipamentos para aquecimento, reserva e distribuição de água quente. Portanto, são várias as opções de aquecimento.

As instalações prediais de água quente são regidas pela NBR 7198 e devem ser projetadas e executadas de modo a:

- garantir aos usuários o fornecimento de água de maneira contínua, em quantidade suficiente e temperatura controlável, com segurança, com as pressões e velocidades compatíveis com o perfeito funcionamento das peças de utilização e das tubulações;
- preservar rigorosamente a qualidade da água;
- proporcionar o nível de conforto adequado aos usuários;
- racionalizar o consumo de energia.

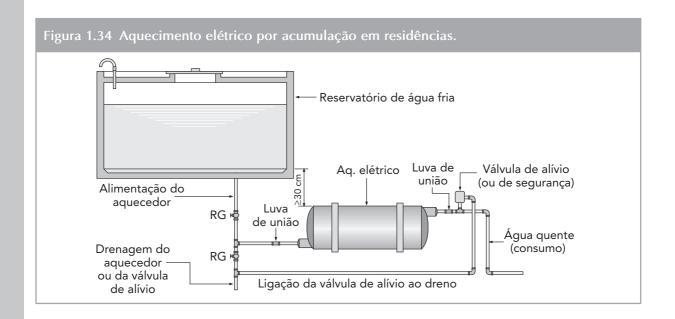
1.8.1 AQUECEDORES ELÉTRICOS

Os aquecedores elétricos podem ser de dois tipos: aquecimento de passagem e por acumulação.

Os aquecedores elétricos de passagem são dispositivos interpostos na tubulação para o aquecimento elétrico instantâneo da água (aquecida em sua passagem pelo aparelho). São exemplos: chuveiro elétrico, torneira elétrica e os aquecedores automáticos de água quente.

A principal vantagem dos aquecedores elétricos é o fato de serem compactos e fáceis de instalar, dispensando tubulações. As desvantagens são: custo do kW, baixa pressão e pouca vazão de água.

Os aquecedores por acumulação proporcionam maior conforto ao usuário, pois a água é aquecida para posterior consumo. A acumulação possibilita seu uso com maior vazão nos chuveiros ou em qualquer outro ponto de utilização. Fornece água quente de imediato e na temperatura desejada, em um ou vários pontos de consumo ao mesmo tempo, não dependendo da pressão da água para seu bom funcionamento.



1.8.2 AQUECEDORES A GÁS

Ao escolher um modelo de aquecedor a gás, deve-se ter certeza de que ele está de acordo com as normas da ABNT. Além da NBR 7198 (Projeto e execução de instalações prediais de água quente), deve ser consultada a NBR 13103 (Adequação de ambientes residenciais para instalação de aparelhos que utilizam gás combustível). Devem ser consideradas também as orientações de cada fabricante, pois existem no mercado diversos tipos de aquecedor.

Os aquecedores a gás devem ser alimentados pelo reservatório superior de água fria ou por dispositivo de pressurização. Apresentam duas grandes vantagens em relação aos aquecedores elétricos: melhor pressão de água que os similares elétricos e água quente para uso imediato. Como desvantagem, apresentam o risco de vazamento, se não forem seguidas determinadas especificações.

Os modelos de passagem são de instalação mais simples (desde que os pontos de espera estejam corretamente posicionados) que os de acumulação.

No modelo de passagem, basta abrir a torneira para o aquecedor ligar automaticamente e a água correr aquecida. A vantagem do sistema de passagem é a economia e o conforto na hora do banho (há maior fluxo de água quente). Além disso, os aquecedores de parede oferecem maior facilidade de instalação em espaço reduzido.

Nas instalações residenciais, é recomendável a utilização de dois aquecedores independentes: um para o banheiro e outro para a cozinha. Tal fato justifica-se por um possível descontrole do consumo de água quente. Antes de instalá-los, deve-se verificar se os pontos existentes na parede correspondem mesmo aos pontos de água fria, de água quente e de gás do aparelho. A instalação deve ser feita conforme orientações do manual de instruções do fabricante. Na hora da instalação, também se deve tomar cuidado para que a profundidade de embutimento do dispositivo na parede não atrapalhe a posterior colocação do acabamento.

Os aquecedores instantâneos a gás devem estar em conformidade com a NBR 5899 (Aquecedor de água a gás tipo instantâneo: terminologia) e com a NBR 8130 (Aquecedores de água a gás tipo instantâneo: requisitos e métodos de ensaio).

Outra opção de aquecedor a gás é o modelo de acumulação, que armazena a água aquecida. É de fácil instalação e atende vários pontos de consumo simultaneamente.

A desvantagem dos aquecedores de acumulação é o tamanho – são bem maiores que o modelo de passagem. Por isso, a opção pelo aquecedor de acumulação a gás se justifica somente quando são consumidos grandes volumes de água quente ao mesmo tempo (mais de quatro pontos de utilização).

De acordo com a NBR 7198, no dimensionamento de aquecedores de acumulação, devem ser criteriosamente observadas as características do sistema de aquecimento escolhido, levando-se em consideração, principalmente, a frequência de utilização, o volume de armazenamento e a capacidade de recuperação. Os aquecedores de acumulação a gás devem obedecer às normas brasileiras aplicáveis, particularmente a NBR 10540 (Aquecedores de água a gás tipo acumulação: terminologia).

Quando o arquiteto faz a opção pelo aquecedor a gás, é importante estar atento à sua localização no projeto arquitetônico, em razão da necessidade de ventilação permanente no local onde será instalado o aquecedor, sem que o usuário tenha controle sobre ela.

Para a instalação de qualquer modelo de aquecedor a gás, deve-se solicitar a presença de um profissional habilitado, pois, como o assunto envolve conhecimentos técnicos, nem sempre o morador está devidamente informado dos riscos que pode estar correndo dentro de sua residência ou apartamento. Para evitá-los, é aconselhado promover uma inspeção nos equipamentos a gás existentes e nas condições de ventilação dos ambientes em que estão alojados.



1.8.3 AQUECEDORES SOLARES

Em razão da escassez de energia e da tendência cada vez maior de aumento de tarifas de energia elétrica, a energia solar vem sendo adotada em grande escala no segmento de aquecedores de água.

Com o desenvolvimento tecnológico dos equipamentos e das técnicas de instalação, os custos de um sistema de aquecimento solar diminuíram significativamente, fazendo com que o custo-benefício acabe compensando, pois é um sistema que combina segurança, ecologia e economia.

O sistema apresenta algumas vantagens e desvantagens, quando comparado a outros tipos de energia. As principais vantagens são: economia de energia (reduz, em média, 35% da conta de luz), fácil manutenção (praticamente inexistente), fonte de energia inesgotável, não produz poluição ambiental. A desvantagem do sistema é o comprometimento de sua eficiência em dias nublados ou chuvosos, quando é necessária a utilização de um sistema misto (energia solar e elétrica).

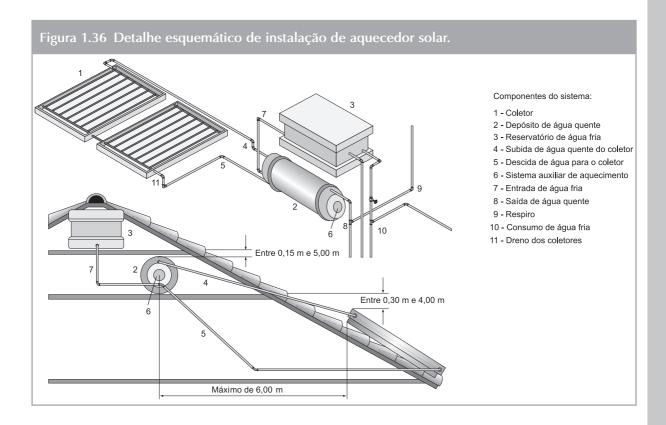
Atualmente, a energia solar também vem sendo utilizada para o aquecimento de piscinas, em substituição aos aquecedores convencionais elétricos e a gás. Nesse caso, são instaladas placas coletoras em quantidades suficientes para o volume de água a ser aquecido e uma bomba que movimenta a água (método conhecido como circulação ativa).

Sempre que optar pelo aquecimento solar, o arquiteto deve preparar a edificação para receber o sistema. Além de instalação hidráulica apropriada, os equipamentos que compõem o sistema devem ser localizados e dispostos de maneira correta na cobertura (ver figuras 1.36 e 1.37).

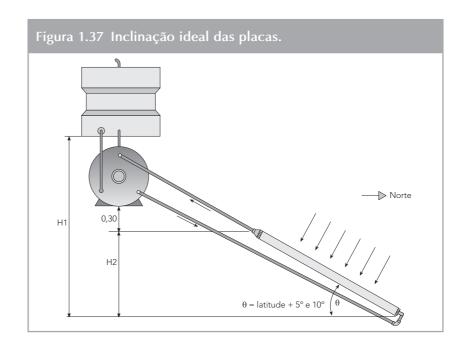
Além disso, os aquecedores solares devem ter desempenho térmico conforme a NBR 10185, verificável pela NBR 10184, e ser instalados conforme a NBR 12269.

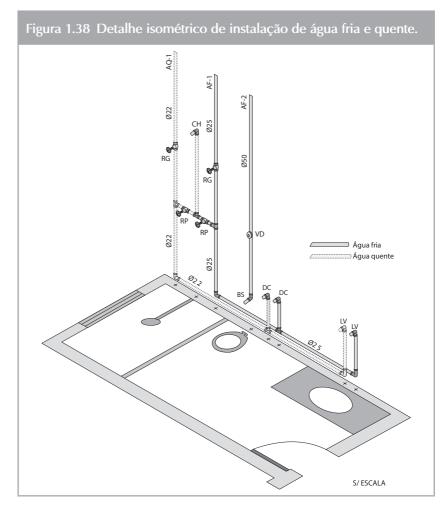
Na instalação convencional de um sistema de aquecimento solar para residências, alguns parâmetros relacionados à localização e à disposição dos equipamentos na cobertura devem ser rigorosamente observados, pois, apesar de ser constituído por equipamentos bastante simples e de fácil utilização, o sucesso de sua eficiência depende de uma instalação correta.

Os coletores solares constituem a parte principal do sistema, pois é por meio deles que a energia solar é absorvida e transmitida à água que circula pelos tubos do interior do coletor. As placas devem ser direcionadas sempre para o norte,* com desvio máximo de 30° a nordeste ou noroeste. Para uma boa absorção dessa energia, ou seja, para que os coletores recebam maior incidência dos raios solares durante o ano, a inclinação ideal das placas, em relação à horizontal, é um ângulo resultante da soma da latitude do lugar mais 5° a 10°. Na prática, a inclinação média é de 35°, mas o cálculo preciso depende da cidade.



^{*} Exceto nos estados Amapá e Amazonas.





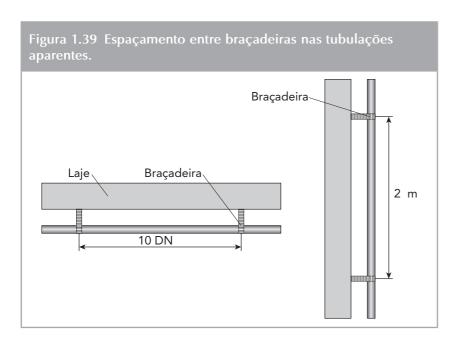
1.9 INTERFACES COM O PROJETO ESTRUTURAL

1.9.1 INSTALAÇÕES EMBUTIDAS E APARENTES

As instalações devem ser projetadas de modo a permitir fácil acesso para eventual execução de reparos, independentemente de serem embutidas ou aparentes. Além disso, não podem interferir nas condições de estabilidade da construção.

Quando embutidas em alvenaria, as tubulações deverão ser envolvidas em papel ou material semelhante, o que fará com que exista uma folga entre o tubo e a parede. Esse procedimento evitará o aparecimento de fissuras e trincas causadas pelas dilatações e contrações térmicas do material.

Nas instalações aparentes (horizontais e verticais), os tubos devem ser fixados com braçadeiras de superfícies internas lisas e largas, obedecendo o espaçamento horizontal (calcular dez vezes o diâmetro da canalização) e vertical (colocar uma braçadeira a cada 2 m).



1.9.2 PRUMADAS HIDRÁULICAS

De acordo com a NBR 5626, as tubulações não devem ser embutidas ou solidarizadas longitudinalmente às paredes, pisos e demais elementos estruturais do edifício, de forma a não serem prejudicadas pela movimentação destes e a garantir sua manutenção.

É muito comum, nos projetos, o posicionamento de vigas sob o perímetro da alvenaria em pavimentos sobrepostos. Quando se trata de banheiros, cozinhas e áreas de servico, esse posicionamento obstrui a passagem das prumadas. Muitas soluções improvisadas são adotadas para resolver esses problemas e acabam comprometendo a estética e a funcionalidade desses compartimentos, como é o caso das "bonecas" (requadros em alvenaria), utilizadas para esconder os tubos verticais. Deve-se evitar sempre a passagem de tubulações em elementos estruturais, principalmente no sentido de sua espessura. Caso seja necessária a transposição desses elementos, o engenheiro responsável pelo projeto estrutural deverá ser consultado, pois a estrutura está submetida a esforços que podem danificar as tubulações. Sob quaisquer condições, são totalmente desaconselháveis o embutimento de prumadas em pilares e a passagem de tubulações por vigas de concreto, principalmente de tubulações de esgoto e de águas pluviais que possuam diâmetros maiores que os diâmetros das tubulações de água. Para evitar a passagem das prumadas em elementos estruturais, o arquiteto, o projetista de estrutura e o engenheiro responsável pelo projeto de instalações hidráulico-sanitárias, na etapa de elaboração dos projetos, devem prever uma "parede hidráulica" livre de vigamento, em cada compartimento sanitário e em áreas molhadas. Outra solução para a descida livre das prumadas seria a previsão de dutos verticais ou shafts (ver "Shafts verticais"). Nesse caso, as tubulações recobertas, instaladas em dutos, devem ser fixadas ou posicionadas por meio de anéis, braçadeiras ou outras peças que permitam a necessária movimentação e facilitem a manutenção.

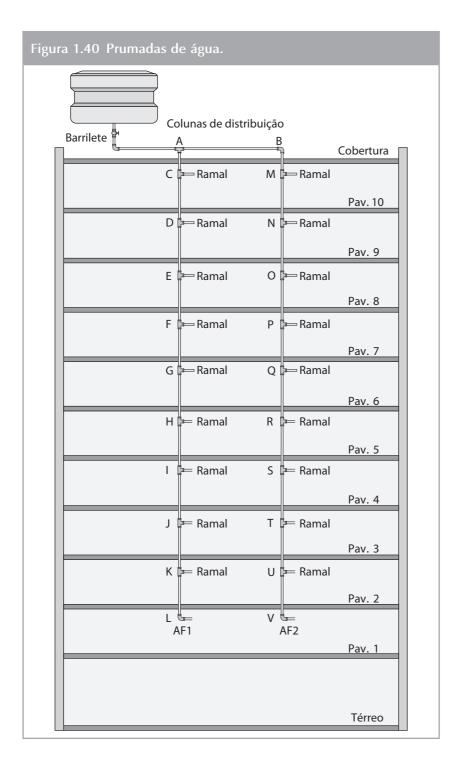
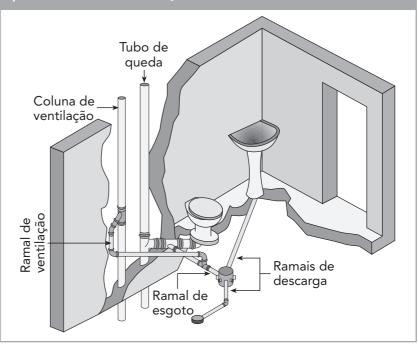


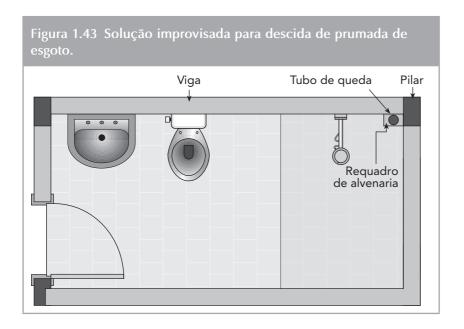
Figura 1.41 Prumadas de esgoto.

TQ1	TQ2 TQ MLR	TQ3 Pia MLL 	Pav. 8
VS LV CH BH	TO MLR	Pia MLL	Pav. 7
VS LV CH BH	TO MLR	Pia MLL	Pav. 6
VS LV CH BH	TQ MLR	Pia MLL	Pav. 5
VS LV CH BH	TQ MLR	Pia MLL	Pav. 4
VS LV CH BH	TQ MLR	Pia MLL	Pav. 3
VS LV CH BH	TQ MLR	Pia MLL	Pav. 2
VS LV CH BH	TQ MLR	Pia MLL	Pav. 1
			Térreo
l			

BH: banheira; CH: chuveiro; LV: lavatório; MLL: máquina de lavar louças; MLR: máquina de lavar roupas; TQ: tanque; VS: vaso sanitário.

Figura 1.42 Detalhe de uma instalação de esgoto (tubo de queda e coluna de ventilação).

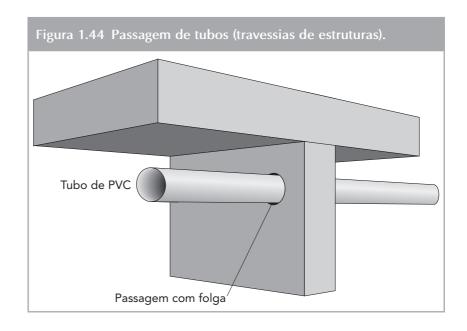




1.9.3 TRAVESSIA DE VIGAS

Como foi visto, a tubulação não deverá ficar solidária à estrutura da edificação (ver "Prumadas hidráulicas"). Portanto, deve existir folga ao redor do tubo nas travessias de estruturas ou de paredes, para evitar danos à tubulação na ocorrência de eventuais recalques (rebaixamento do solo ou da parede após a construção da obra).

No caso de tubulações que atravessam vigas, essa travessia deve ser feita abaixo da linha neutra na região central da viga, e acima da linha neutra na região próxima aos apoios intermediários, isto é, sempre na região tracionada da seção da viga. Nessas regiões, localizadas pelo engenheiro calculista, por meio de momentos fletores, conta-se apenas com a colaboração da resistência do aço, podendo-se colocar as tubulações no espaço ocupado pelo concreto.



1.9.4 ÁREAS DESTINADAS AOS DUTOS DE PASSAGEM E INSPEÇÃO (SHAFTS)

Na fase de elaboração do projeto arquitetônico, deverão ser previstos locais adequados para o posicionamento das instalações hidrossanitárias e elétricas. Espaços livres para a passagem de tubulações, nos sentidos horizontal (forros ou dutos horizontais) e vertical (pontos e *shafts*), facilitam a execução da obra, a operação e a manutenção das instalações.

É importante ressaltar que as principais interferências dos projetos de instalações prediais em uma obra civil (edificação) ocorrem basicamente no projeto arquitetônico e no projeto estrutural.

Para que o projeto se desenvolva de maneira harmônica, racional e tecnicamente correta, o ideal é que haja uma interação prévia entre o arquiteto e os profissionais contratados para a elaboração dos projetos complementares (estrutural, hidráulico, elétrico, telefonia, gás e outros).

1.9.4.1 Shafts verticais*

Entende-se por *shafts*, ou dutos verticais, os espaços livres para a passagem de tubulações. Essas aberturas, convenientemente estudadas e previstas na fase de projeto, eliminam algumas interferências na obra, como a quebra da alvenaria para passagem de

^{*} Capozzi (1998).

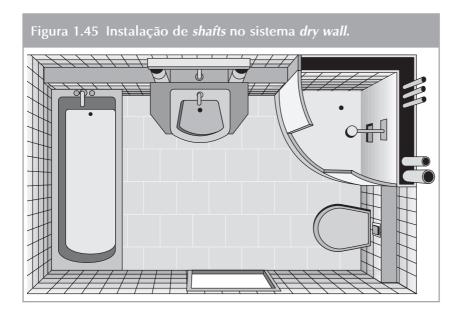
tubulações, facilitam as futuras operações de manutenção e operação do sistema, além de diminuir custos, melhorar a produtividade e incrementar a qualidade.

Há muito tempo sendo adotado no exterior, somente há alguns anos o *shaft* visitável de instalação hidráulica começou a ser adotado em prédios residenciais brasileiros, particularmente em obras bem planejadas, onde a instalação hidráulica é executada depois da edificação pronta. Dessa maneira, o trabalho do encanador não interfere no trabalho do pedreiro, e vice-versa.

Portanto, a grande vantagem desse sistema é a ausência de quebras na hora de realizar qualquer tipo de serviço e/ou manutenção, pois a instalação hidráulica não está embutida na parede, mas percorre o shaft.

Uma opção racionalizada, com relação à adoção de *shafts* para a descida de tubulações, é adotar um *shaft* de prumadas para cada conjunto hidráulico: área de serviço e cozinha, sanitários etc.

O sistema de *shaft* visitável requer uma tampa de fechamento, em geral feita de polipropileno e revestida por filme acrílico, para esconder a tubulação. Essas tampas são, geralmente, aparafusadas, para facilitar a sua remoção na inspeção e na instalação.



1.9.4.2 Shafts horizontais*

Astra.

Da mesma maneira que a adoção de *shafts* verticais para abrigar prumadas hidráulicas evita interferências na alvenaria, a adoção de *shafts* horizontais (piso *box*) evita a interferência entre

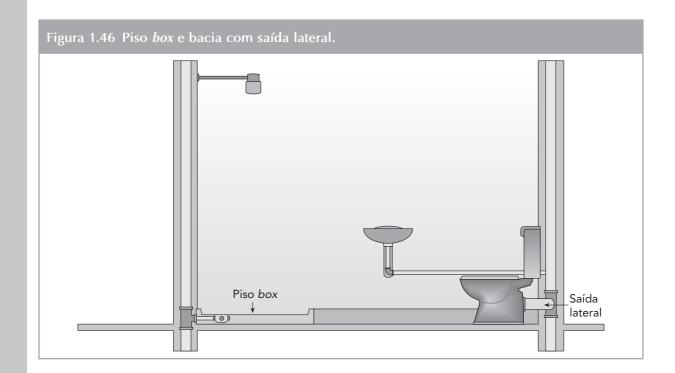
pavimentos. Trata-se de elevar o piso do box de banho com a caixa sifonada embutida, reservando, assim, no próprio compartimento, um nicho para as instalações de esgoto. Com esse sistema, a tubulação do ralo do box pode ser ligada diretamente à coluna de esgoto, sem necessidade de passar tubos por baixo da laje.

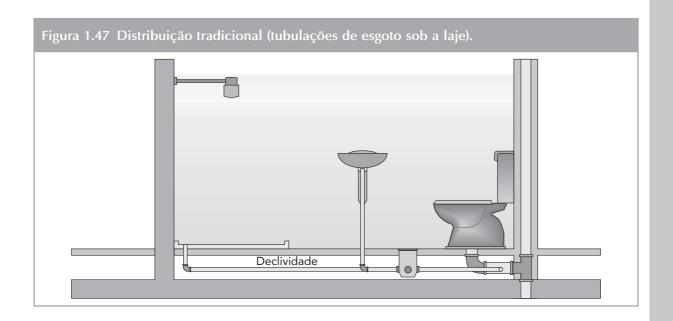
É um sistema geralmente confeccionado com fibra de vidro ou plástico revestido de acrílico, desenvolvido para evitar a interferência entre pavimentos. É antiderrapante; tem alta resistência mecânica e química; permite facilidade de limpeza, e suas abas laterais permitem uma perfeita vedação, tanto para alvenaria como $dry\ wall$. Nos locais destinados à instalação do piso box, a aba é reforçada, proporcionando sua perfeita fixação.

O piso box tradicional da Astra é indicado para casas, residências pré-fabricadas e empreendimentos nos quais se utilizará a solução tradicional de instalações hidráulicas passando pelo forro falso.

No piso *box* elevado, com caixa sifonada e saída lateral, o esgotamento é feito horizontalmente pela parede, conectando-se à coluna do esgoto, sem passar tubos por baixo da laje. Essa solução, associada ao uso de bacia sanitária de saída horizontal, viabiliza a eliminação do forro falso nos ambientes sanitários, com as vantagens de não invadir o apartamento inferior com a tubulação de esgoto, reduzir custo, pela ausência do forro falso, e otimizar o pé-direito.

No piso box não sifonado com válvula de saída, o piso se interliga, por meio do forro falso, com a coluna de esgoto, passando os tubos por baixo da laje.





1.9.5 COMPARTIMENTOS REBATIDOS (PAREDE HIDRÁULICA)

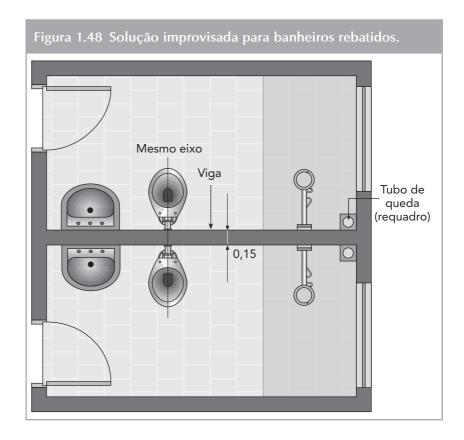
Além das áreas destinadas aos dutos de passagem e inspeção (shafts), é possível também prever no projeto a execução de paredes de vedação, não estruturais, para a passagem de tubulações hidráulicas embutidas.

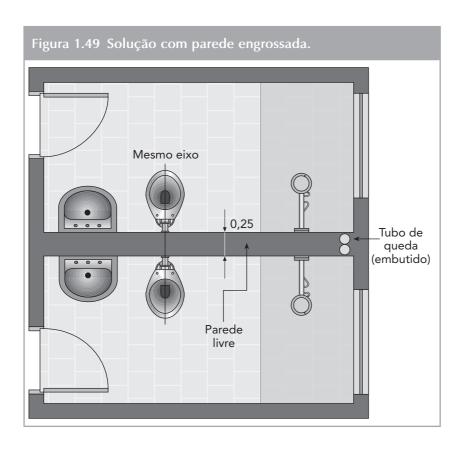
Às vezes, com a intenção de otimizar o projeto e racionalizar as instalações, o arquiteto costuma projetar compartimentos com instalação hidráulica (banheiros, cozinhas e áreas de serviço) de forma rebatida, utilizando a mesma parede hidráulica. Para isso, são necessários alguns conhecimentos sobre as características técnicas de alguns equipamentos, dispositivos e materiais utilizados nas instalações.

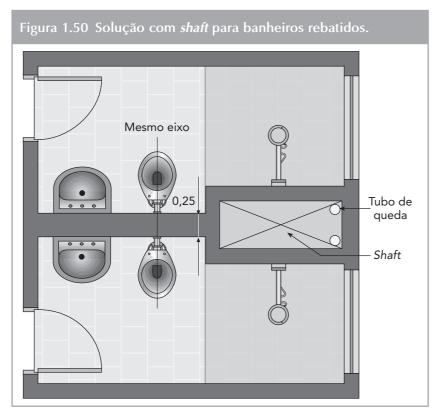
Para rebater esses compartimentos, em uma mesma parede hidráulica, primeiro deve ser levada em consideração a passagem dos tubos, principalmente do tubo de queda de esgoto, quando se trata de residências assobradadas ou prédios com mais de dois pavimentos. O diâmetro desses tubos é, normalmente, 100 mm; portanto, essa parede deverá ter uma largura suficiente para comportar as tubulações embutidas.

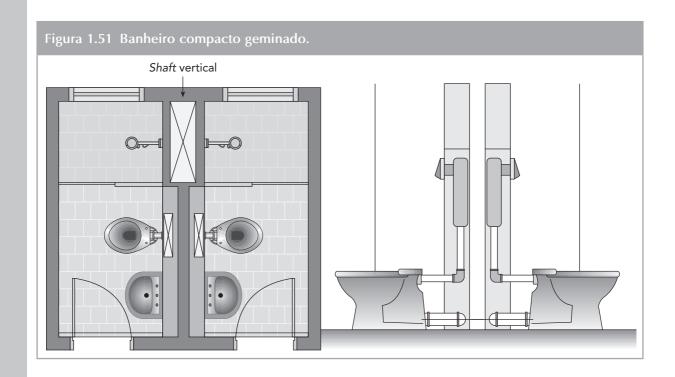
Outro aspecto importante a ser analisado são as dimensões da válvula de descarga quando for essa a opção adotada. O modelo tradicional, mais robusto, exige parede de um tijolo; para as versões mais compactas, basta parede de meio tijolo. As válvulas têm, aproximadamente, 10 cm de profundidade; por essa razão, duas bacias sanitárias não poderão ser rebatidas no mesmo eixo quando a largura da parede for inferior a 20 cm.

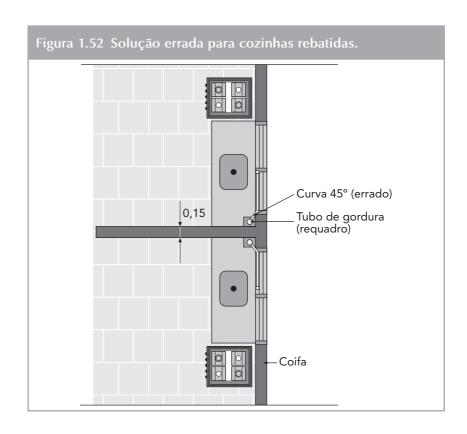
Para a passagem das tubulações verticais em paredes sobre vigas, ao invés da parede hidráulica (livre de vigamento) podem ser adotadas soluções com *shafts*, ou seja, dutos verticais especialmente projetados para abrigar as prumadas hidráulicas. A utilização dos *shafts* é muito vantajosa em edifícios com vários pavimentos, pois permite a inspeção das tubulações, sem quebras ou demolições e imediata identificação caso ocorra algum problema.

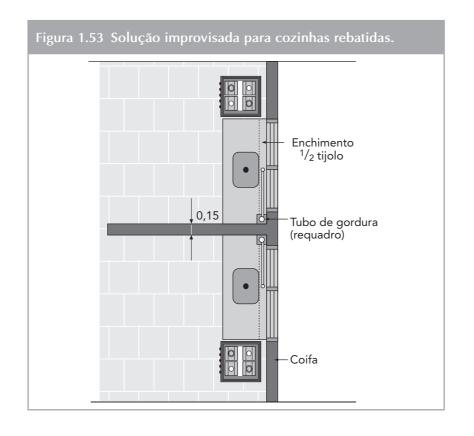


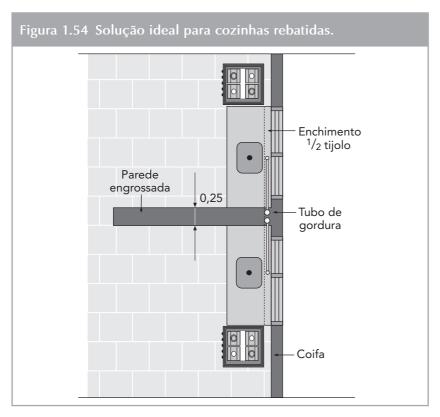










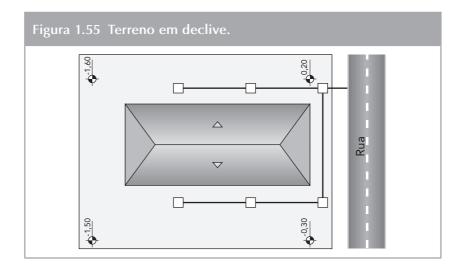


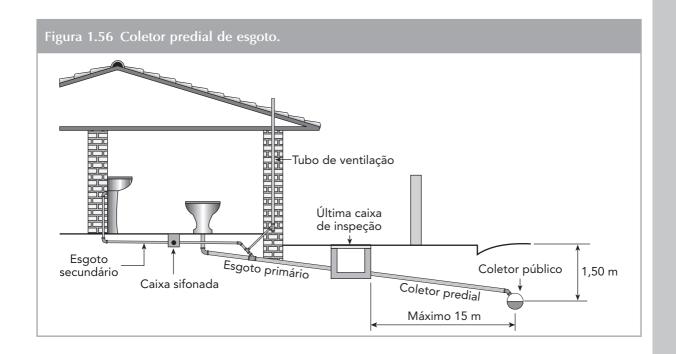
1.10 LIGAÇÃO DA REDE DE ESGOTO AO SISTEMA PÚBLICO

Muitas vezes, com a intenção de aproveitar o perfil natural do terreno, acaba-se comprometendo a ligação da rede de esgoto ao sistema público, sendo necessário, em alguns casos, o bombeamento do esgoto de pontos localizados abaixo do nível da rua. Esse sistema é bastante complexo e, por esse motivo, deve ser evitado sempre que possível.

Portanto, os níveis projetados da edificação devem ser convenientemente estudados pelo arquiteto com relação ao escoamento do esgoto por gravidade.

O arquiteto deve verificar se a cota de nível do coletor predial de esgoto é suficiente para sua ligação ao coletor público por gravidade. Deve-se informar, na concessionária local, antes da execução do projeto, o nível em que se encontra o coletor público. Geralmente, a profundidade do coletor varia de 1,5 m a 2 m. Também é importante conhecer o posicionamento do coletor público em relação ao lote.





1.11 SISTEMA DE REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS CINZAS EM PROJETOS RESIDENCIAIS

Além de a água potável não ser utilizada racionalmente, seu escoamento pelos ralos também pode ser considerado uma forma de desperdício. Uma alternativa criativa para evitar isso pode ser o reúso de águas cinzas.

O reúso consiste em direcionar a água servida de lavatórios de banheiros, chuveiros, banheiras, tanques, máquinas de lavar roupa e de lavar louças para uma "miniestação de tratamento" (a água, quando utilizada em outras atividades que não o consumo, não precisa apresentar todas as características que a tornam potável). Depois de tratada, a água é reconduzida para outras utilizações que não demandam água potável, como descargas em bacias sanitárias, irrigação de jardins e lavagem de pisos.

É recomendado que as instalações hidrossanitárias privilegiem a adoção de soluções, caso a caso, que minimizem o consumo de água e possibilitem o reúso, reduzindo a demanda da água da rede pública de abastecimento e minimizando o volume de esgoto conduzido para o tratamento, sem com isso reduzir a satisfação do usuário ou aumentar a possibilidade de doenças.

No caso de reúso de água para destinação não potável, esta deve atender aos parâmetros estabelecidos nas Tabelas 1.5 e 1.6.

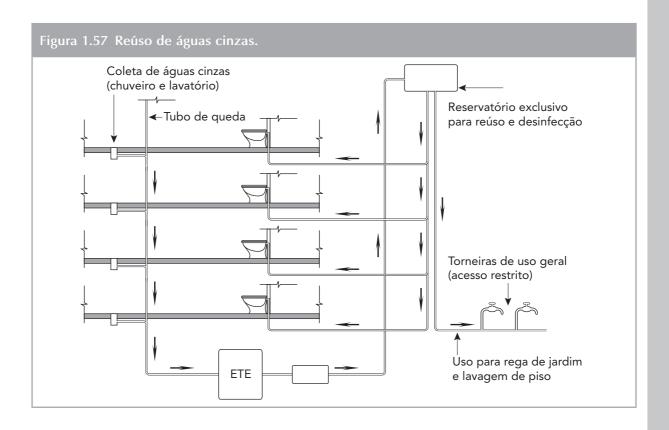
Para evitar o desperdício, nas edificações, vários modelos de reutilização da água estão sendo estudados. Alguns modelos, ainda em fase de desenvolvimento e aperfeiçoamento, chegam a economizar até 40% do fornecimento de água potável.

A configuração esquemática de um projeto para o reúso da água servida nas edificações prevê um sistema de coleta, subsistema de condução da água (ramais, tubos de queda e condutores), unidade de tratamento da água (gradeamento, decantação, filtro e desinfecção), reservatório de acumulação, sistema de recalque, reservatório superior e rede de distribuição.

É importante lembrar que os custos dos sistemas podem variar de acordo com a finalidade e, consequentemente, com o grau de potabilidade da água a ser usada. A relação é direta: quanto maior a qualidade exigida, maior o investimento. A implantação desses sistemas, no entanto, não é simples e implica acréscimos de custo significativos à obra.

Se por um lado o potencial de economia é enorme com o uso dessas águas, por outro lado ainda há obstáculos. Um deles é a falta de norma técnica brasileira. A solução encontrada por alguns projetistas é fazer o dimensionamento do sistema com base na norma técnica alemã ATV 122.

Alguns modelos de reúso de águas cinzas ainda estão em fase de estudos e, portanto, não foram liberados. De qualquer maneira, a especificação de componentes como reservatórios, sistemas de tratamento e redes de distribuição exclusivas exige projetos criteriosos que devem ser acompanhados por engenheiros especializados, além de mão de obra capacitada para fazer a correta manutenção dos equipamentos.



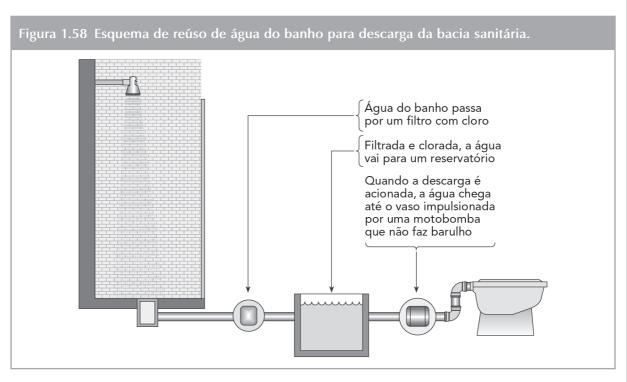


Tabela 1.5 Descrição dos tipos de tratamento para reúso de água e esgoto recuperado						
Processo	Método de separação	Aplicação				
Separação líquido-sólido						
Sedimentação	Sedimentação por gravidade de substância particulada, flocos químicos e precipitação	Remove partículas suspensas que são maiores que 30 µm. Tipicamente usado como tratamento primário e depois do processo biológico secundário				
Filtração	Remove partículas por passagem da água por areia ou por outro meio poroso	Remove partículas suspensas que são maiores que 3 µm. Tipicamente usado depois da sedimentação (tratamento convencional) ou seguido de coagulação/floculação				
Tratamento biológico						
Tratamento aeróbio biológico	Mecanismo biológico do esgoto por microrganismos em uma bacia de aeração ou processo de biofilme	Remoção de matéria orgânica suspensa e dissolvida do esgoto				
Desinfecção	Inativação de organismos patogênicos usando químicos oxidantes, raios ultravioleta, químicos corrosivos, calor ou processos de separação física (membranas)	Proteção da saúde pública por remoção de organismos patogênicos				
Tratamento avançado						
Coagulação Floculação química	Uso de sais de ferro ou alumínio, poliletrólise e/ou ozônio para promover desestabilização das partículas coloides do esgoto recuperado e precipitação de fósforo	Formação de fósforo precipitado e floculação de partículas para remoção por sedimentação e filtração				
Tratamento com cal	Precipita cátions e metais de solução	Usado para promover precipitação de fósforo e modificação de pH				
Filtração de membrana	Microfiltração, nanofiltração e ultrafiltração	Remoção de partículas e microrganismos da água				
Osmose reversa	Sistema de membrana para separar íons de solução com base no diferencial da pressão osmótica reversa	Remoção de sais dissolvidos e minerais de solução; é também eficiente na remoção de partículas				

Fonte: Adaptada de ANA et al., 2005.

Tabela 1.6 Classificação e destinação das águas							
Tipo de água de reúso	Aplicação	Exigências mínimas da água não potável					
Classe 1	Descarga de bacias	• Não deve deteriorar os metais sanitários	 Não deve ser abrasiva Não deve manchar superfícies 	 abrasiva Não deve manchar superfícies apresentar ma cheiro Não deve propiciar 	abrasiva apresentar n • Não deve cheiro	apresentar mau cheiro	
	Lavagem de veículos	• Não deve conter sais ou substâncias					
	Lavagem de pisos	remanescentes após secagem		contaminações por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana			
	Fins ornamentais		Deve ser incolorNão devebacpre				
	Lavagem de roupas	• Deve ser livre de algas, de partículas sólidas e de metais					
Classe 2	Lavagem de agregados, preparação de concreto, compactação de solo, controle de poeira	Não deve alterar as características de resistência dos materiais nem favorecer o aparecimento de eflorescências de sais					
Classe 3	Irrigação de áreas verdes e rega de jardins	Não deve conter componentes agressores às plantas ou que estimule o crescimento de pragas					
Classe 4	Resfriamento de equipamentos de ar-condicionado	 Não deve apresentar mau cheiro, ser abrasiva, manchar superfícies, deteriorar máquinas, formar incrustações 					

Fonte: ANA et al., 2005.

1.12 SISTEMA DE ÁGUAS PLUVIAIS E SUAS INTERFACES COM A ARQUITETURA

As águas pluviais são aquelas que se originam a partir das chuvas. A captação dessas águas tem por finalidade permitir um melhor escoamento, evitando alagamentos, erosão do solo, e proteger as edificações da umidade excessiva, garantindo conforto às pessoas.

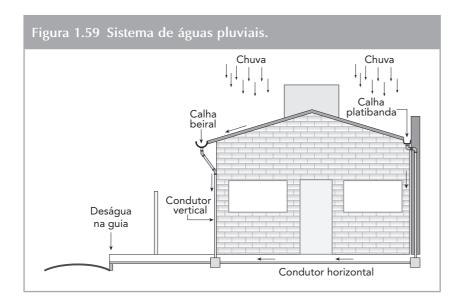
O sistema de águas pluviais e drenagem é constituído pelo conjunto de calhas, condutores, grelhas, caixas de areia e de passagem e demais dispositivos responsáveis por captar águas da chuva e de lavagem de piso e conduzi-las a um destino adequado.

O sistema também pode servir para coleta e armazenamento de água de chuva que pode ser, mais tarde, reaproveitada para lavagem de pisos, carros, irrigação de jardins, ou, ainda, dentro de casa, na descarga das bacias sanitárias.

A instalação de águas pluviais se destina exclusivamente ao recolhimento e à condução de águas das chuvas, não admitindo quaisquer interligações com outras instalações prediais. Portanto, as águas pluviais não podem ser lançadas em redes de esgoto.

A norma que rege essas instalações é a NBR 10844, que fixa as exigências e os critérios necessários aos projetos de instalação de drenagem de águas pluviais, visando garantir níveis aceitáveis de funcionalidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia. De acordo com a norma, as instalações de drenagem de águas pluviais devem ser projetadas de modo a obedecer às seguintes exigências:

- Ser capazes de recolher e conduzir a vazão de projeto até locais permitidos pelos dispositivos legais.
- Ser estanques.
- Permitir a limpeza e a desobstrução de qualquer ponto no interior da instalação.
- Absorver os esforços provocados pelas variações térmicas a que estão submetidas.
- Quando passivas de choques mecânicos, ser constituídas de materiais resistentes a eles.
- Nos componentes expostos, utilizar materiais resistentes às intempéries.
- Nos componentes em contato com outros materiais de construção, utilizar materiais compatíveis.
- Não provocar ruídos excessivos.
- Resistir às pressões a que podem estar sujeitas.
- Ser fixadas de maneira a assegurar resistência e durabilidade.



1.12.1 CALHAS E RUFOS NAS EDIFICAÇÕES

Calhas e rufos têm grande importância nas edificações: o objetivo das calhas é coletar as águas de chuva que caem sobre o telhado e encaminhá-las aos condutores verticais (prumadas de descida), enquanto os rufos servem para proteger paredes expostas (rufo tipo pingadeira) ou evitar infiltrações nas juntas entre telhado e parede (rufo interno). As calhas e rufos em bom estado evitam diversos danos causados pelas águas pluviais, como o apodrecimento dos beirais das construções e a umidade excessiva nas paredes, que acelera o desgaste da alvenaria e da pintura. No projeto arquitetônico, destacam-se dois tipos de calhas: de beiral e de platibanda.

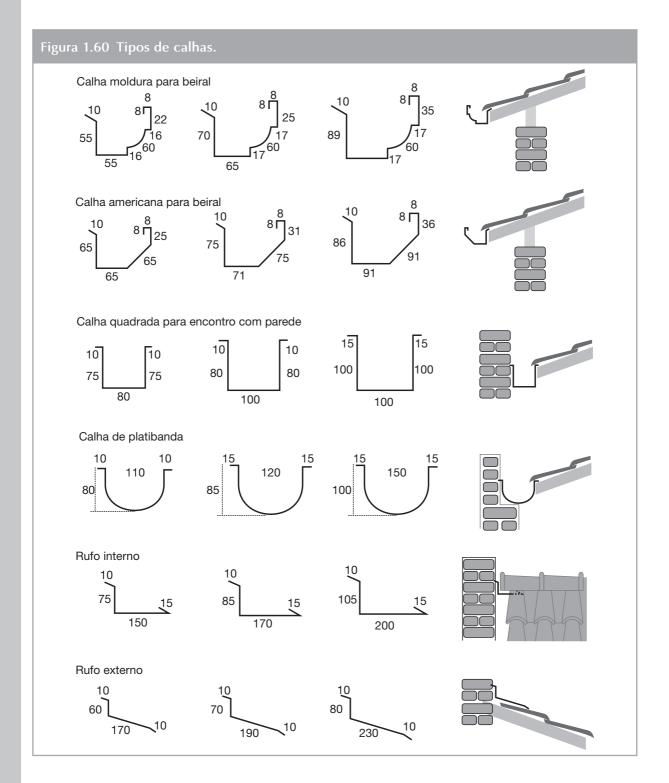
O projetista deve especificar o tipo de calha que será utilizado – com ou sem platibanda, com ou sem beiral, com condutores embutidos ou externos – ou se será dispensado seu uso, deixando que as águas pluviais caiam sobre a superfície do terreno.

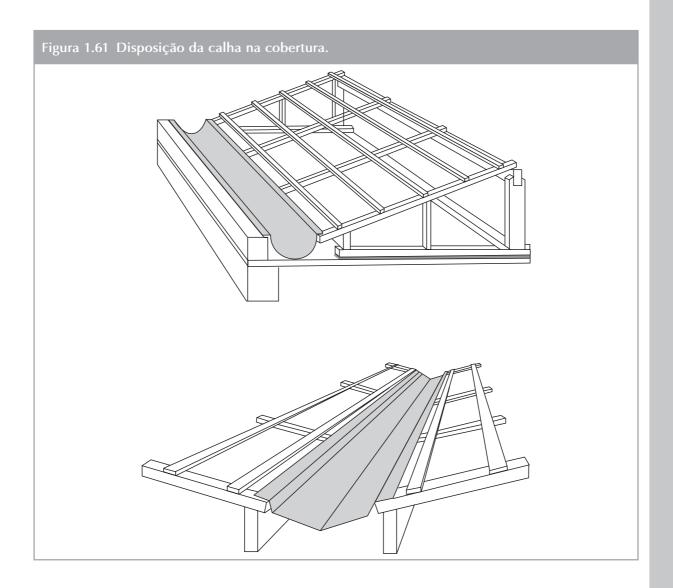
Em tempos de otimização e racionalização de projeto, a Tigre, por exemplo, apresenta calhas pré-fabricadas, em PVC rígido, para instalar em telhados com beiral.

Por ter a superfície lisa, esse tipo de calha favorece um melhor escoamento da água, além de evitar o depósito de sujeira em seu interior. Outra grande vantagem diz respeito à resistência química do PVC, pois as calhas metálicas, quando instaladas em cidades litorâneas, podem sofrer corrosão por elementos químicos combinados com a água da chuva.

É importante ressaltar que as calhas e condutores conectados ao telhado devem ser mantidos limpos para evitar o extravasamento ou o retorno das águas de chuva. As calhas obstruídas podem causar erosão

em torno da casa, danos nas paredes exteriores, infiltração de água na estrutura do telhado e, algumas vezes, recalques diferenciais na fundação. A limpeza deve ser feita duas vezes por ano, no mínimo, no final da estação seca e no final da estação das chuvas. Em áreas onde existem muitas árvores, a limpeza deve ser feita com maior frequência.





1.12.1.1 Declividade das calhas

A declividade das calhas é de extrema importância para que não ocorra o empoçamento de águas em seu interior.

Quando ocorrem chuvas intensas, não é raro ocorrer transbordamento de calhas em algumas edificações. Conforme a intensidade e a duração da chuva, a água extravasada para dentro do ambiente pode representar sérios prejuízos e aborrecimentos para os seus moradores (usuários).

Normalmente, isso acontece em virtude da ausência de declividade ou de dimensionamento incorreto das calhas, ou da pouca capacidade dos condutores verticais. A declividade das calhas deve ser a mínima possível e no sentido dos condutores (tubos de queda), a fim de evitar o empoçamento de água quando cessada a chuva. A inclinação das calhas de beiral e platibanda deve ser uniforme, com valor mínimo de 0,5%. As calhas de água furtada têm inclinação de acordo com o projeto de arquitetura.

Apesar de a vazão máxima de escoamento aumentar consideravelmente quando se aumenta a declividade da calha, é importante lembrar que o aumento dessa inclinação nem sempre é fisicamente viável, pois acarreta grandes intervenções nos elementos construtivos de apoio. Uma solução para o problema é o aumento da capacidade de escoamento dos condutores verticais.

1.12.2 CONDUTORES VERTICAIS NO PROJETO ARQUITETÔNICO

Os condutores de águas pluviais são tubulações verticais que têm por objetivo recolher a água coletada pelas calhas e transportá-la até a parte inferior das edificações, despejando-a livremente na superfície do terreno, ou até as redes coletoras, que poderão estar situadas no terreno ou presas ao teto do subsolo (pilotis), por meio de braçadeiras, no caso dos edifícios com esse pavimento.

Os condutores verticais devem ser projetados, sempre que possível, em uma só prumada. Quando houver necessidade de desvio, devem ser usadas curvas de 90° de raio longo ou curvas de 45°, e devem ser previstas peças de inspeção.

Quando a edificação estiver localizada em áreas arborizadas, dependendo da altura da cobertura, pode ocorrer o entupimento dos condutores. Nesse caso, é importante que se coloque uma tela no bocal das calhas, evitando, dessa maneira, a introdução de folhas e pequenos galhos dentro das tubulações e permitindo fácil limpeza e manutenção.

De acordo com a NBR 10844, os condutores de águas pluviais podem ser colocados externa e internamente ao edifício, dependendo de considerações de projeto, do uso e da ocupação do edifício e do material dos condutores.

Os materiais mais comuns, mais aplicados, na fabricação dos tubos são o PVC e o ferro fundido (geralmente utilizado nas tubulações aparentes e sujeitas a choques).

É recomendável que as tubulações fiquem aparentes e independentes das alvenarias e das estruturas. Dispostas dessa maneira, as tubulações ficam perfeitamente inspecionáveis. Além da facilidade de acesso, essa disposição possibilita, de maneira rápida e eficiente, a identificação de vazamentos, gerando também significativa

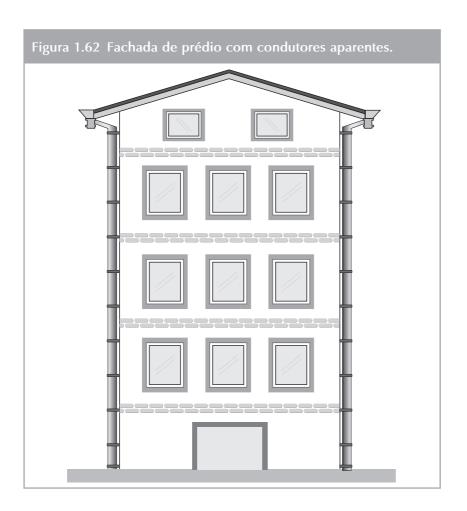
economia na hora de fazer reparos, pois não há necessidade de quebrar paredes.

O estudo das características e do posicionamento das prumadas, juntos com os projetistas de estrutura e de hidráulica, possibilitará ao arquiteto compatibilizar as exigências técnicas das instalações com a arquitetura.

Sob o ponto de vista estético, as prumadas de águas pluviais também podem ser utilizadas como elementos de fachada, dependendo do projeto arquitetônico.

Os tubos e conexões podem ser expostos ao sol sem nenhum risco de perder sua resistência à pressão hidrostática interna. Entretanto, a ação dos raios ultravioletas do sol provocará um ressecamento da superfície externa dos tubos. Dispostas dessa maneira, em curto prazo, as tubulações expostas perdem a resistência mecânica, podendo apresentar vazamento com maior facilidade.

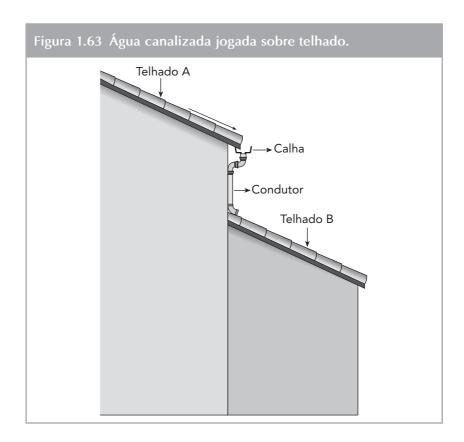
Por essa razão, o ideal é evitar que os tubos de PVC fiquem expostos diretamente ao sol e às intempéries, pois assim sua vida útil será muito menor.



1.12.3 VAZÃO CONCENTRADA EM TELHADOS

Sabe-se que telhados são estruturas delicadas e, portanto, não devem receber vazões concentradas, que se transformem em carga de impacto sobre eles. Quando isso acontece, são inevitáveis danos à edificação, podendo ocasionar umidade no madeiramento de sustentação, por causa de infiltrações pelo telhado. Portanto, não é recomendável coletar águas de chuva em um telhado, em nível mais elevado, e jogar em um telhado em nível mais baixo.

Caso o telhado mais baixo não tenha sido calculado para receber esse impacto (vazão concentrada), o correto seria transportar a água coletada do telhado, em nível superior, até a guia (sarjeta) ou calha, em nível mais baixo, por meio de um condutor. Dessa maneira, evita-se o impacto da vazão concentrada sobre o telhado, que se encontra em cota inferior (BOTELHO; ANDRADE, 1998).



1.12.4 INTERFACES DOS CONDUTORES HORIZONTAIS COM OS NÍVEIS DO TERRENO

Os níveis projetados da edificação devem ser convenientemente estudados pelo arquiteto com relação ao escoamento das águas pluviais por gravidade.

As águas pluviais, normalmente, são conduzidas pelos condutores horizontais à sarjeta da rua, em frente ao lote. Se o terreno estiver em nível inferior à rua, deverão correr para a rua mais próxima, passando pelo terreno vizinho, conforme previsto no Código Civil Brasileiro. O lote à jusante deve receber as águas pluviais do lote situado à montante, mas, em razão da desinformação dos moradores, isso acaba gerando problemas. A passagem das águas pluviais pelo lote à jusante deverá ser feita por meio de tubulações, em locais predeterminados.

Quando não são estudados convenientemente os níveis do terreno, acaba-se comprometendo a ligação dos condutores horizontais de águas pluviais, sendo até necessário, em alguns casos, o bombeamento das águas de chuva de pontos localizados abaixo do nível da rua. Essa solução sempre é desaconselhável, em vista de seu custo e manutenção.

Em períodos de estiagem, o sistema não funciona e, por essa razão, pode ocorrer algum defeito. Além disso, quedas de energia, muito comuns em dias de tempestade, interrompem o funcionamento do sistema, causando a inundação dos pavimentos localizados abaixo do nível da rua. Por isso, é necessário um sistema alternativo, com utilização de gerador de energia elétrica. Esse sistema deve ser previsto pelo arquiteto e pelo engenheiro hidráulico na fase de projeto e deve funcionar por comando automático. Assim, quando faltar energia elétrica, o gerador fará com que o sistema funcione automaticamente (BOTELHO; ANDRADE, 1998).

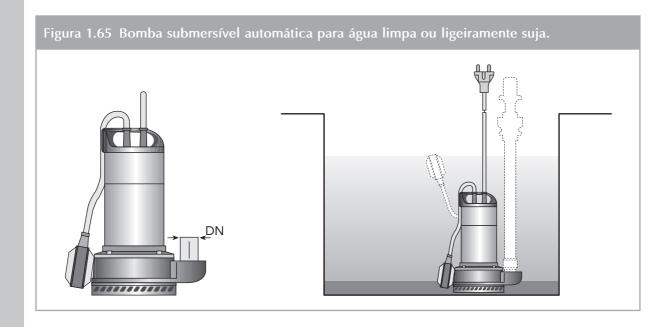
Quando o nível do terreno está abaixo do nível da rua, às vezes, para não adotar o sistema descrito, acontecem ligações clandestinas das águas pluviais na rede de esgoto, sobrecarregando e comprometendo a rede pública de coleta de esgoto, pois ela não foi dimensionada para suportar essa vazão.

Conforme dito anteriormente, as águas pluviais não devem ser lançadas em redes de esgoto, pois as instalações prediais de águas pluviais se destinam exclusivamente ao recolhimento e à condução das águas pluviais, não se admitindo, em hipótese alguma, quaisquer interligações com outras instalações prediais.

Figura 1.64 Rede coletora de águas pluviais em terreno com declividade acentuada para o fundo (necessidade de bombeamento).

O,00
Guia (águas pluviais)
H1

Agua pluvial



1.12.5 UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA EM EDIFICAÇÕES

Atualmente, temos dois problemas críticos no cenário de desenvolvimento urbano: a escassez de recursos naturais, especialmente da água, em decorrência da degradação de sua qualidade, e as inundações ocasionadas pelo aumento das áreas impermeáveis e da deficiência dos sistemas de drenagem urbana.

O aproveitamento da água pluvial em atividades que não necessitem de água potável pode reduzir significativamente o consumo no edifício, contribuir para o combate à escassez de água, além de controlar o escoamento superficial nas vias urbanas.

Portanto, a utilização de águas de chuva em edificações é uma prática cada vez mais comum nas grandes cidades e regiões metropolitanas.

Algumas pesquisas desenvolvidas mostram que os sistemas de aproveitamento de água pluvial podem gerar impacto de redução de cerca de 30% do consumo de água potável, contribuindo, dessa maneira, para a redução da demanda no sistema público de abastecimento de água potável. É importante ressaltar, porém, que a água da chuva deve ser armazenada em reservatório independente, pois não é indicada para o consumo. Deve ser armazenada, preferencialmente, em reservatórios subterrâneos, tipo cisternas.

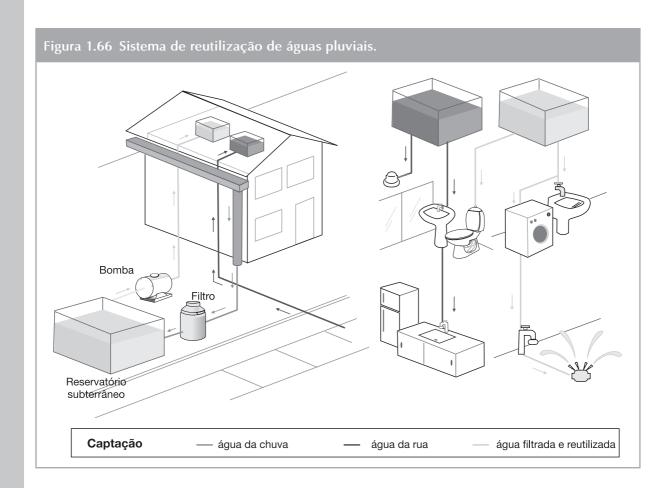
O sistema predial de aproveitamento de água pluvial para usos domésticos não potáveis é formado pelos seguintes subsistemas ou componentes: captação, condução, tratamento, armazenamento, tubulações sob pressão, sistema automático ou manual de comando e utilização. Entende-se por usos domésticos não potáveis aqueles que não requerem características de qualidade tão exigentes quanto à potabilidade, como a descarga de bacias sanitárias e mictórios, a limpeza de pisos e paredes, a rega de jardins, a lavagem de veículos e a água de reserva para combate a incêndio.

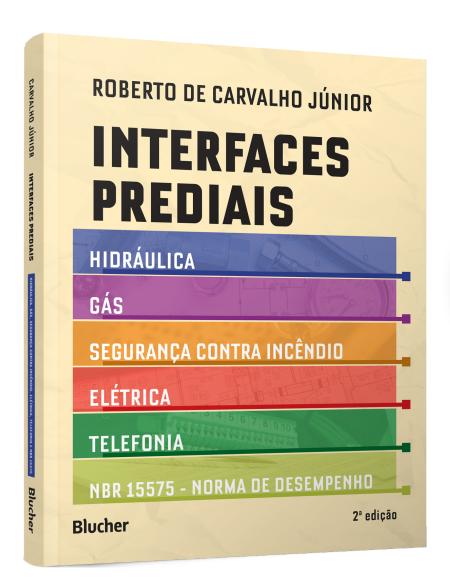
O funcionamento do sistema é muito simples: as águas pluviais são captadas por meio de calhas, passam por um filtro, que separa as impurezas da água da chuva, e seguem para a cisterna ou para o reservatório subterrâneo.

Depois, são bombeadas para uma caixa-d'água independente e, de lá, por gravidade, seguem para as descargas, a irrigação e as áreas externas. Não devem, porém, ser misturadas com a água potável, destinada a alimentar torneiras de cozinha, filtros, chuveiros, banheiras e lavatórios, pois é inadequada para consumo humano.

Sempre que houver reúso de águas pluviais para finalidades não potáveis, inclusive quando destinado à lavagem de veículos ou áreas externas, deverão ser atendidas as normas sanitárias vigentes e as condições técnicas específicas estabelecidas pelo órgão municipal responsável pela Vigilância Sanitária, visando a:

- evitar o consumo indevido, definindo sinalização de alerta padronizada a ser colocada em local visível junto ao ponto de água não potável e determinando os tipos de utilização admitidos para a água não potável;
- garantir padrões de qualidade de água apropriados ao tipo de utilização previsto, definindo os dispositivos, processos e tratamentos necessários para a manutenção dessa qualidade;
- impedir a contaminação do sistema predial destinado à água potável proveniente da rede pública ou de sistema particular, sendo terminantemente vedada qualquer comunicação entre esse sistema e o sistema predial destinado à água não potável.





Clique aqui e:

VEJA NA LOJA

Interfaces Prediais

Roberto de Carvalho Júnior

ISBN: 9788521218456

Páginas: 294

Formato: 21 x 28 cm

Ano de Publicação: 2019

Peso: 0.645 kg