



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ANTÃO GONÇALVES FIGUEIRÔA NETO

PATOLOGIAS NOS SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS DE ÁGUA FRIA

Recife

2020

ANTÃO GONÇALVES FIGUEIRÔA NETO

PATOLOGIAS NOS SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS DE ÁGUA FRIA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Dra. Andrea Diniz Fittipaldi.

Recife

2020

Catálogo na fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

F475p Figueirôa Neto, Antônio Gonçalves
Patologias nos sistemas prediais hidráulicos de Água Fria / Antônio
Gonçalves Figueirôa Neto. - 2020.
58 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Andrea Diniz Fittipaldi.

TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, 2020.
Inclui Referências.

1. Engenharia civil. 2. Patologias hidrossanitárias. 3. Sistema hidráulico
predial. 4. Manutenções preventivas. 5. Prevenção de problemas
hidráulicos. I. Fittipaldi, Andrea Diniz (Orientadora). II. Título.

UFPE

624 CDD (22. ed.)

BCTG/2020-172

ANTÃO GONÇALVES FIGUEIRÔA NETO

PATOLOGIAS NOS SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS DE ÁGUA FRIA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em: 27 / 04 / 2020.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Andrea Diniz Fittipaldi (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Antonio Nunes Barbosa Filho (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Tiago Ancelmo de Carvalho Pires de Oliveira (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por estar sempre ao meu lado e me permitir finalizar este curso.

Agradeço aos meus Pais, que sempre se empenharam e nunca mediram esforços para que pudéssemos ter sempre o melhor estudo possível.

Agradeço à minha Esposa Maridja e minha filha Mariah, que me inspiram e fazem dos meus dias sempre os melhores.

Agradeço à minha Avó que de tanto tempo me incentiva a finalizar este curso e que se preocupou e importou por toda vida comigo.

Agradeço à minha Tia Eliana, que sempre se preocupou em ver o meu melhor.

Agradeço à Professora Andrea Fittipaldi que tanto me ajudou para realização desta monografia, assim como todos os Professores que fizeram parte da minha formação.

RESUMO

Esse trabalho investigou os problemas/falhas mais incidentes nas instalações hidráulicas de água fria das edificações do Recife, suas causas e as consequências para a edificação. Para desenvolver essa investigação, inicialmente foi feito o estudo de uma bibliografia associada ao tema para se adquirir conhecimentos sobre os sistemas prediais hidráulicos de água fria e as possíveis patologias que neles podem ocorrer. Em seguida, para se investigar os problemas e falhas mais incidentes nas instalações hidráulicas prediais das edificações de Recife, as suas causas e as consequências geradas na edificação, foram realizadas entrevistas com oito profissionais da área. Os resultados das entrevistas realizadas demonstraram que os problemas mais recorrentes são o mau funcionamento dos vasos sanitários e pontos de utilização e os problemas de sobrepressão interna nas tubulações, que, por muitas vezes, vêm a gerar o golpe de aríete, e o rompimento e/ou aberturas nas tubulações ou conexões. Quanto às causas, foram destacados os erros de dimensionamento em projeto, a má instalação dos dispositivos, com ênfase nos erros de colagem de tubulações e conexões e à má utilização do sistema pelos usuários e/ou falta de manutenção por eles. Finalmente as consequências ressaltadas foram o desconforto ao usuário, os prejuízos financeiros e os danos à estrutura, principalmente na forma de rachaduras nas paredes. As ações propostas para solucionar ou, pelo menos, minimizar as causas foram as seguintes: a concepção do projeto de forma séria e efetivamente obedecendo aos requisitos estabelecidos na NBR 5626, o atendimento às especificações de projeto quanto à realização dos processos construtivos e uma contínua realização de treinamentos com os responsáveis pela atividade de instalação dos dispositivos e a conscientização dos usuários, a ser promovida pela construtora, sobre a correta utilização do sistema e o cumprimento das manutenções preventivas previstas no Manual de Uso e Ocupação da Edificação.

Palavras-chave: Patologias hidrossanitárias. Sistema hidráulico predial. Manutenções preventivas. Prevenção de problemas hidráulicos.

ABSTRACT

This work investigated the most frequent problems / failures in the cold water hydraulic installations of the buildings in Recife, their causes and their consequences for the buildings.

To develop this investigation, initially a study of the bibliography related to the theme was made to acquire knowledge about the hydraulic building systems of cold water and the possible pathologies that may occur in them. Then, to investigate the most frequent problems and failures in the building's hydraulic installations in buildings in Recife, their causes and the consequences generated in the building, interviews were carried out with eight professionals in the area. The results of the interviews carried out demonstrated that the most recurrent problems are the malfunctioning of the toilets and points of use and the problems of internal pressure in the pipes, which, many times, generate the water hammer, and the rupture and / or openings in the pipes or connections. As for the causes, the design sizing errors, the poor installation of the devices, with emphasis on the errors of gluing pipes and connections and the misuse of the system by the users and / or lack of maintenance by them, were highlighted. Finally, the highlighted consequences were user's discomfort, financial losses and damage to the structure, mainly in the form of cracks in the walls. The proposed actions to solve or, at least, minimize the causes were the following: the design of the project in a serious way and effectively obeying the requirements established in NBR 5626, the fulfillment of the project specifications regarding the realization of the construction processes and a continuous realization training with those responsible for the installation of the devices and the awareness of users, to be promoted by the construction company, on the correct use of the system and compliance with the preventive maintenance provided for in the Building Use and Occupation Manual.

Keywords: Hydrosanitary pathologies. Building hydraulic system. Preventive maintenance. Prevention of hydraulic problems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema de uma instalação predial de água fria	17
Figura 2 – Esquema de ramal predial e alimentador predial	18
Figura 3 – Esquema do cavalete	19
Figura 4 – Sistema de poço e poço artesiano	21
Figura 5 – Sistema de abastecimento direto	22
Figura 6 – Sistema indireto sem bombeamento	23
Figura 7 – Sistema indireto com bombeamento	23
Figura 8 – Sistema indireto hidropneumático	24
Figura 9 – Sistema de distribuição misto	25
Figura 10 – Percentual da origem das falhas em edificações	26
Figura 11 – Esquema e definição de pressão estática e dinâmica	28
Figura 12 – Esquema Pressão dinâmica	29
Figura 13 – Modelo de uma estação redutora de pressão	30
Figura 14 – Fatores na tubulação que influenciam na perda de	31
Figura 15 – Problemas em pressurizadores com suas respectivas causas e correções.....	32
Figura 16 – Tutorial de como deve ser feito o teste de sucção.....	35
Figura 17 – Modelo de como deve ser realizado o teste para reservatório superior	36
Figura 18 – Tutorial de conserto para torneira simples cedido pela empresa Solucenter	37
Figura 19 - Ruptura em tubo soldável de PVC por impactos.....	38
Figura 20 – Problemas em válvulas de descarga com causas e soluções.....	38
Figura 21 – Distribuição do consumo de água no Brasil	39
Figura 22 – Demonstração de quantidade de água desperdiçada por pontos de utilização	40
Figura 23 – Gráfica de consumo de água residencial	41
Figura 24 – Caixa acoplada de descarga com duplo acionamento	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Análise do entrevistado 1	44
Quadro 2 – Análise do entrevistado 2	44
Quadro 3 – Análise do entrevistado 3	46
Quadro 4 – Análise do entrevistado 4	47
Quadro 5 – Análise do entrevistado 5	47
Quadro 6 – Análise do entrevistado 6.....	48
Quadro 7 – Análise do entrevistado 7.....	49
Quadro 8 – Análise do entrevistado 8	50
Quadro 9 – Análise dos problemas e falhas	51
Quadro 10 – Análise das causas atribuídas aos problemas	52
Quadro 11 – Análise das consequências dos problemas.....	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
IPAF	Instalação predial de água fria
m.c.a.	Metros de coluna d'água
NBR	Norma Brasileira
RI	Reservatório inferior
RS	Reservatório superior
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO	13
1.2	OBJETIVOS	13
1.2.1	Objetivo Geral	14
1.2.2	Objetivos Específicos	14
1.3	METODOLOGIA	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	16
2.2	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS DE ÁGUA FRIA.....	16
2.2.1	Subsistemas do Sistema Predial de Água Fria	17
2.2.1.1	Sistema de alimentação	18
2.2.1.2	Sistema de reservação.....	19
2.2.1.3	Sistema de distribuição interna	20
2.2.2	Entrada e fornecimento de água.....	21
2.2.3	Sistemas de abastecimento	21
2.2.3.1	Sistema de abastecimento direto	22
2.2.3.2	Sistema de abastecimento indireto	22
2.2.3.2.1	<i>Sistema de abastecimento indireto sem bombeamento.....</i>	<i>22</i>
2.2.3.2.2	<i>Sistema de abastecimento indireto com bombeamento</i>	<i>23</i>
2.2.3.2.3	<i>Sistema de abastecimento indireto hidropneumático.....</i>	<i>24</i>
2.2.3.3	Sistema de abastecimento misto	24
2.2.4	Patologias em edificações	25
2.2.4.1	Origem das patologias	25
2.2.4.2	Tipos de patologia	26
2.2.4.2.1	<i>Vazamentos em caixas d'água</i>	<i>26</i>
2.2.4.2.2	<i>Patologias decorrentes da má qualidade da água utilizada no sistema predial...</i>	<i>27</i>
2.2.4.2.3	<i>Problemas em sistemas de recalque.....</i>	<i>27</i>
2.2.4.2.4	<i>Problemas relacionados às pressões estáticas e dinâmicas.....</i>	<i>28</i>
2.2.4.2.5	<i>Problemas relacionados a ruídos e vibrações.....</i>	<i>32</i>
2.2.4.2.6	<i>Incidência de ar nas tubulações.....</i>	<i>34</i>
2.2.4.2.7	<i>Vazamentos das instalações no sistema de água fria.....</i>	<i>34</i>

2.2.4.2.8	<i>Desperdício de água.....</i>	38
2.2.4.2.9	<i>Desperdício em torneiras de acionamento hidromecânico</i>	40
2.2.4.2.10	<i>Desperdício em torneiras de acionamento por sensor</i>	40
2.2.4.2.11	<i>Desperdício em sistemas de descarga</i>	41
3	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DAS ENTREVISTAS.....	43
3.1	INTERPRETAÇÃO REALIZADA NA ANÁLISE NOS RESULTADOS DAS ENTREVISTAS	50
3.2	QUANTIFICAÇÃO E POSICIONAMENTO DOS RESULTADOS DAS ENTREVISTAS	50
3.2.1	Problemas/Falhas.....	51
3.2.2	Causas atribuídas aos problemas	52
3.2.3	Consequências dos problemas	53
4	CONCLUSÕES	55
	REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Bruno Albuquerque (2007), no início o homem sempre procurou construir suas casas em locais próximos às fontes de água. Com o passar do tempo, pôde-se ter mais comodidade e conforto ao conseguir água dentro de casa. Atualmente, diante de tantas facilidades, o homem pode, com simples atitudes, ter o fornecimento de água em diversos cômodos de sua casa, no momento que desejar, para atender a várias necessidades, como tomar um banho, lavar as mãos e tantas outras atividades diárias já pertencentes ao cotidiano humano.

Nas edificações, o sistema de água fria, água quente, esgoto e águas pluviais tem papéis tão importantes quanto as fundações, estruturas, vedações e cobertas, pois esse conjunto é que trará a comodidade e conforto aos seus respectivos usuários. Essas responsabilidades são: a distribuição de água fria e quente, em quantidade suficiente e sob pressão adequada, a todas as peças de utilização e aparelhos sanitários da edificação, a promoção da coleta e do afastamento adequados das águas pluviais e das águas servidas e o impedimento do retorno de águas poluídas nas canalizações de alimentação dos aparelhos, bem como a entrada de gases de esgotos, roedores ou insetos nos edifícios (CARVALHO JÚNIOR, 2017).

O sistema hidrossanitário predial funciona, fazendo analogia com o corpo humano, como um sistema circulatório. Nesse sentido, diante de tal importância, Carvalho Júnior (2017) comenta que, quando o assunto é hidráulica, além de um bom projeto, há necessidade de profissionais capacitados para a sua execução e o emprego de materiais de qualidade comprovada, ou seja, produzidos de acordo com as normas vigentes, pois os reparos no sistema de canalizações sempre apresentam custos elevados.

Uma obra residencial ou predial tem uma vida útil média de 50 anos, se bem executada, de acordo com os critérios de avaliação de imóveis urbanos e métodos de depreciação, e o desempenho das instalações hidráulicas e sanitárias contribui, sobremaneira, para o alcance dessa vida útil. Claro que, de forma natural, após alguns anos de uso, as edificações começam a ter um desgaste, especialmente as referidas instalações, de modo que devem ser previstas e programadas pela própria construtora, no Manual de uso, operação e manutenção das edificações, ações de manutenção preventiva a serem realizadas nos sistemas que compõem as edificações.

Por manutenção se pode entender o conjunto de ações que visem a melhora, com o intuito de aproximar-se das propriedades originais para que se possa atender aos critérios e

requisitos de desempenho caracterizados em projeto, satisfazendo, assim, a segurança, saúde e higiene ao longo de sua vida útil (JESUS, 2008).

Diante do contexto figurado, entende-se que, quando da concepção da obra, deve ser assegurada a qualidade do projeto e da execução dos sistemas hidráulico e sanitário e, ao longo do tempo de utilização da edificação, deve ser garantida a realização das manutenções preventivas estabelecidas para os referidos sistemas.

Contudo, a prática mencionada no parágrafo anterior não é o que se observa na realidade de muitas obras, e o presente trabalho pretende abordar a consequência disso.

1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

Dentro da construção civil, não se costuma atribuir aos sistemas prediais hidráulicos a importância devida. Isso se dá por diversas razões, dentre elas, por ser uma parte na obra que pode gerar uma certa economia, reduzindo assim o custo da mesma e, também, por não ser algo visível na obra, logo passando despercebido pelo usuário (CARVALHO JÚNIOR, 2017).

Assim, são comuns negligências no projeto e na execução dos aludidos sistemas, e Carvalho Junior (2017) comenta que, para se ter uma ideia dessas negligências, estima-se que 75% das patologias dos edifícios são decorrentes de problemas relacionados às instalações hidráulicas prediais, e a maior parte dessas falhas tem origem no projeto.

Antigamente, antes dos anos 90, a verticalização das cidades não era predominante como hoje, e as patologias em edificações se limitavam aos imóveis unifamiliares. Atualmente, estas patologias, quando ocorrem, prejudicam uma grande quantidade de pessoas, podendo gerar um alto volume de indenizações a terceiros.

Diante de tais premissas, conhecer e efetivamente entender os possíveis problemas associados às instalações hidráulicas prediais de água fria é uma necessidade de extrema importância e representa a principal motivação do presente trabalho.

1.2 OBJETIVOS

Este trabalho de conclusão de curso é baseado em dois tipos de objetivos, nos itens a seguir encontram-se explanados tanto o objetivo geral, quanto o específico.

1.2.1 Objetivo Geral

Esse trabalho tem como objetivo geral investigar os problemas/falhas mais incidentes nas instalações hidráulicas de água fria das edificações do Recife, suas causas e as consequências para a edificação e sugerir ações para tratá-los, de modo a assegurar o efetivo conforto dos usuários finais.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para a consecução do objetivo geral proposto, são estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Estudar os principais conceitos e componentes associados às instalações prediais de água fria;
- b) Estudar os principais problemas que podem ocorrer nas instalações de água fria das edificações;
- c) Averiguar os problemas mais incidentes nas instalações hidráulicas de água fria das edificações do Recife, suas causas e consequências;
- d) Identificar, dentre os problemas, causas e consequências mais incidentes, os mais recorrentes;
- e) Propor, com base na teoria estudada, ações corretivas para solucionar ou, pelo menos, minimizar as causas mais recorrentes, de modo a contribuir para que as falhas associadas não mais ocorram, nem em edificações já existentes, nem em edificações a serem construídas.

1.3 METODOLOGIA

Para o cumprimento do primeiro e segundo objetivos específicos, foi realizada uma revisão bibliográfica com vistas a identificar livros e artigos que tratassem dos conceitos das instalações prediais de água fria e das principais falhas que podem ocorrer nas mesmas e conduzir ao surgimento de patologias nas edificações.

Para a execução do terceiro e quarto objetivos específicos foram realizadas entrevistas com profissionais da área. Os critérios levados em consideração para a seleção dos

profissionais foram suas formações acadêmicas e experiências profissionais de campo na cidade do Recife. Foram, ao todo, 08 (oito) selecionados, todos considerados aptos pelos dois critérios mencionados.

A cada um deles foram feitos os dois questionamentos seguintes:

- a) Quais os problemas mais incidentes em instalações prediais hidráulicas de água fria na cidade do Recife?
- b) Quais suas causas e consequências para a edificação?

Os resultados das entrevistas estão descritos no item 3.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A partir deste ponto serão explanadas todo o conteúdo de conhecimentos necessários ao trabalho para o entendimento e sua posterior conclusão.

2.1 INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS

As instalações hidrossanitárias, podendo ser elas de água e esgoto, têm como objetivo realizar a distribuição de água em quantidade suficiente e a remoção adequada das águas servidas, promovendo, assim, condições favoráveis ao conforto, comodidade e segurança de todos os usuários (CARVALHO JÚNIOR, 2018).

As instalações hidráulicas podem ser divididas em: instalações de água fria e instalações de água quente.

No Brasil, há o estabelecimento de Normas, que são responsáveis por todas as regulamentações de projeto; elas são aprovadas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e são, por exemplo, as seguintes:

- a) NBR 5626/1998 – Instalações Prediais de Água Fria;
- b) NBR 7198/1993 – Instalações Prediais de Água Quente;
- c) NBR 8160/1983 – Instalações Prediais de Esgotos Sanitários;

2.2 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS DE ÁGUA FRIA

Segundo o Ministério da Saúde do Brasil, água potável é o estado em que a água deve estar para ser propícia para o uso na alimentação e higiene da população e ser fornecida pela rede de abastecimento. Para que ela seja considerada como tal, precisa ter, dentre outras, as seguintes características:

- a) Ser incolor, inodora e insípida;
- b) Ter turbidez que não ultrapasse 5mg/L de SiO₂;
- c) Dureza total de 200mg/L de CaCO₃;
- d) pH=6 e isenção de alcalinidade;
- e) Sólidos totais no máximo de 1000mg/L.

De acordo com a NBR 5626/1998 a instalação predial de água fria se dá pelo conjunto de equipamento, tubulações, reservatórios e dispositivos destinados ao abastecimento de aparelhos e pontos de utilização da água na edificação. Nela estão presentes as

regulamentações, exigências e recomendações para projetos, execuções e manutenções de instalações prediais de água fria.

Esta mesma norma estabelece que as instalações prediais de água fria devem ser projetadas com o intuito de atender aos seguintes requisitos:

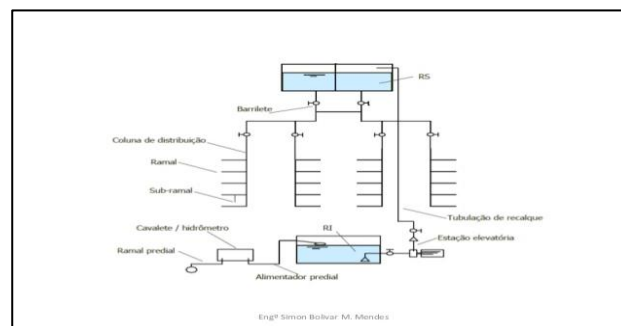
- a) Preservação da potabilidade da água no sistema;
- b) Fornecimento contínuo da água em quantidade adequada, com velocidades e pressões dentro dos parâmetros corretos para o bom funcionamento dos aparelhos sanitários, peças de utilização e demais componentes;
- c) Promover um menor gasto de energia e desperdício;
- d) Proporcionar uma fácil e econômica manutenção quando necessário;
- e) Evitar ruídos que possam gerar incômodo ao ambiente;
- f) Proporcionar conforto aos usuários, dispondo de peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação, com vazões satisfatórias e atendendo as demais exigências do usuário.

2.2.1 Subsistemas do Sistema Predial de Água Fria

A instalação predial de água fria pode ser dividida em 3 subsistemas, cada um com suas derivações. São eles:

- a) Alimentação: ramal predial, cavalete e alimentador predial;
- b) Reservação: reservatório superior, tubulações de recalque e sucção e reservatório inferior;
- c) Distribuição interna: barriletes, colunas de distribuição, ramais e sub-ramais.

Figura 1 – Sistema de uma instalação predial de água fria



Fonte: Mendes (2014).

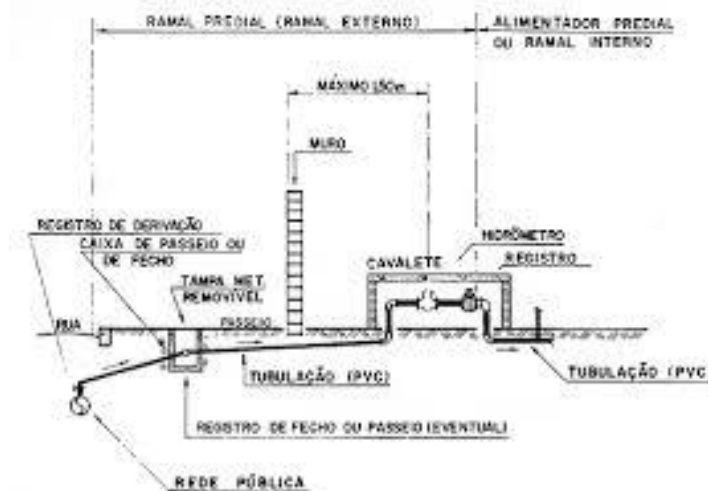
*Ilustração de um Sistema de Instalação predial de água fria elaborado pelo Engº Simon Bolívar M. Mendes

2.2.1.1 Sistema de alimentação

A alimentação normalmente é feita pela rede pública de abastecimento; quando não há rede pública ou não há possibilidade de alimentação pela mesma, deve-se recorrer a outras formas de captação, como: nascentes, córregos, poços artesianos, entre outros.

A entrada de água no prédio se dá pelo ramal predial, que capta a água proveniente da rede pública de distribuição. O ramal predial se caracteriza pela tubulação compreendida entre a rede pública e a extremidade à montante do alimentador predial. Esse ponto onde o ramal predial termina deve ser definido pela concessionária responsável pela distribuição, e ela é a responsável pela execução do ramal predial.

Figura 2 - Esquema de ramal predial e alimentador predial



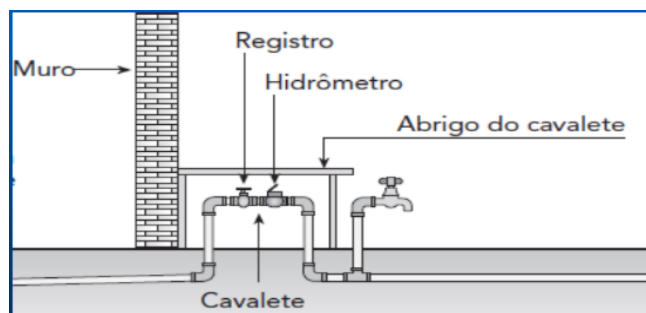
Fonte: Carvalho Júnior (2018).

Para o controle da própria concessionária e consumidor, são instalados hidrômetros, que são aparelhos capazes de contabilizar o quanto de água o imóvel está recebendo em determinado período. Os hidrômetros devem ser instalados em local adequado, a 1,50 m, no máximo, da testada do imóvel, com fácil acesso para o pessoal do serviço de abastecimento de água efetuar sua leitura.

É exigida uma certa disposição para os encanamentos que possibilite a instalação do hidrômetro em posição horizontal e acima da superfície do solo. Essa instalação é denominada cavalete.

Cavalete é, então, o conjunto formado pelo hidrômetro, registro de gaveta e tubulação. Cada municipalidade adota uma modalidade de cavalete para a instalação do hidrômetro.

Figura 3 – Esquema do cavalete



Fonte: Carvalho Júnior (2018).

Após o cavalete, seguindo em direção ao sistema de reservação, existe o que se chama de alimentador predial, definido pela NBR 5626 como a tubulação que liga a fonte de abastecimento a um reservatório de água de uso doméstico.

2.2.1.2 Sistema de reservação

De acordo com a NBR 5626/1998, a potabilidade da água tem uma direta relação com as suas condições de armazenamento; esse armazenamento é feito tanto pelo reservatório superior, quanto pelo inferior da edificação, devendo-se, assim, tomar certos cuidados com os materiais utilizados para sua construção, com a definição da sua forma e a operação dos mesmos. De acordo com a referida norma, é recomendado que os reservatórios:

- a) Não transmitam cor, nem odor, muito menos toxicidade à água;
- b) Sejam estanques e possuam tampas de acesso firmemente presas em posição que a vedação possa ser garantida e, assim, não haja a entrada de animais, líquidos externos ou poeiras;
- c) Sejam objetos de cuidados com condensação nas faces interiores das paredes em partes em que não haja contato com a água, quanto aos materiais utilizados, para que os mesmos não possam contaminar de alguma forma a água;
- d) Sejam construídos de maneira que a sua limpeza e manutenção possam ser feitas de forma tranquila;
- e) Não sejam diretamente apoiados no solo ou enterrados, tendo em vista o risco de contaminação por permeabilidade do solo ou qualquer falha que venha gerar perda de estanqueidade. Se isso não for possível, deve-se executar em compartimento próprio que permita a manutenção e com distância de, no mínimo, 60 cm em relação às faces externas do reservatório.

Esses reservatórios podem ser do tipo moldado in loco ou industrializados. Os primeiros, feitos principalmente de concreto armado e alvenarias, têm o formato de paralelepípedos ou são cilíndricos. Já os industrializados, são construídos, principalmente, por polietileno, poliéster reforçado, fibra de vidro, fibrocimento, metal, entre tantos outros. Esses últimos, são geralmente usados para pequenas e médias reservas, com uma capacidade máxima variando entre a 1000 e 2000 litros.

Sobre as tubulações presentes nesse sistema de reservação podemos dividi-las em tubulação de sucção e tubulação de recalque. A tubulação de sucção é responsável pela captação da água presente no reservatório inferior e seu transporte até o conjunto motor-bomba. Já a tubulação de recalque é responsável pela elevação da água desde o conjunto motor-bomba até o reservatório superior.

As instalações prediais de água eram confeccionadas com material rígido, metálicos ou não, na primeira metade do século XX. A evolução industrial no período pós-guerra trouxe para as instalações prediais materiais plásticos, nas décadas de 60 e 70, principalmente o PVC, considerado mais leve, mais fácil de instalar, baixa rugosidade, favorecendo o melhor desempenho hidráulico (RAMOS, 2010).

Posteriormente muitos outros materiais foram aparecendo no mercado de tubulações, como: PPR (Polipropileno Copolímero Random), CPVC (Cloro de Polivinila Clorado) e PEX (Polietileno reticulado), além do aço galvanizado.

2.2.1.3 Sistema de distribuição interna

Esse sistema de distribuição interna é considerado a partir do momento em que a água deixa o reservatório superior e destina-se a barriletes, seguindo, então, para colunas de distribuição, posteriormente para ramais e sub-ramais prediais.

Barrilete é a “tubulação que se origina no reservatório e da qual derivam as colunas de distribuição, quando o tipo de abastecimento é indireto. No caso de tipo de abastecimento direto, pode ser considerado como a tubulação diretamente ligada ao ramal predial ou diretamente ligada à fonte de abastecimento particular.” (NBR 5626, Item 3.5)

Já a coluna de distribuição é a tubulação que se deriva do barrilete, destinada a alimentar ramais.

Ainda seguindo com a mesma Norma Brasileira, os ramais são caracterizados pela tubulação que se deriva das colunas e destina-se a alimentar os sub-ramais, que, na sequência, são encarregados pela distribuição de água ao seu ponto de utilização.

2.2.2 Entrada e fornecimento de água

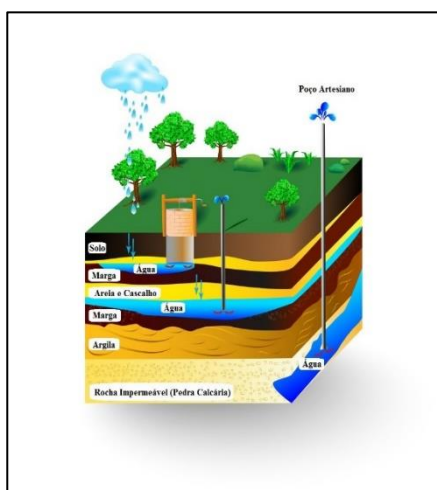
A alimentação das instalações prediais de água fria se dá, normalmente, pela concessionária, definida como “Termo empregado para designar genericamente a entidade responsável pelo abastecimento público de água”. Na maioria dos casos, esta entidade atua sob concessão da autoridade pública municipal. Em outros casos, a atuação se dá diretamente por esta mesma autoridade ou por autarquia a ela ligada. (NBR 5626, item 3.10)

Mas pode haver a possibilidade de que a concessionária não consiga atender a localização ou, até mesmo, por opção do usuário; nessas situações, fazem-se presentes outras possibilidades de captação de água, como por exemplo, através de poços ou algum suprimento superficial, como: nascente, córregos, rios, dentre outros.

Por último, também é possível um sistema misto, que utiliza as duas alternativas citadas anteriormente.

O sistema de poço pode recorrer à água captada no lençol freático, através de um poço perfurado no terreno com profundidade suficiente para alcançá-lo, e a água é carregada através de um sistema de bombeamento. Já no poço artesiano, ele é escavado até atingir o nível em que haja água subterrânea, geralmente maior que a opção anterior, fazendo-se necessário o estudo de vazão e quantidade de água obtida. (CARVALHO JR, 2018).

Figura 4 – Sistema de poço e poço artesiano



Fonte: Carvalho Júnior (2018).

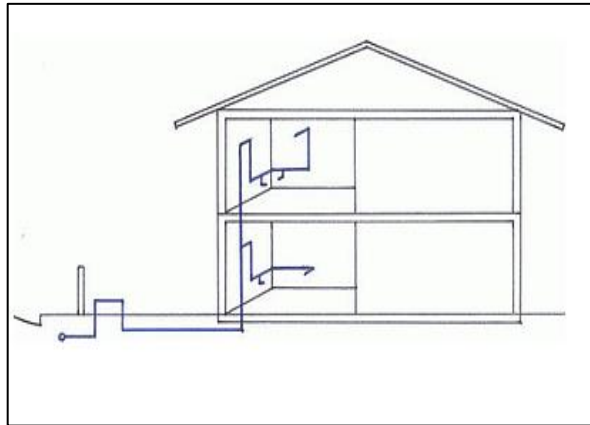
2.2.3 Sistemas de abastecimento

Nas instalações hidráulicas de água fria existem 3 tipos de sistema de abastecimento: direto, indireto e misto.

2.2.3.1 Sistema de abastecimento direto

Nesse sistema os reservatórios não se fazem presentes, já que a água parte diretamente da distribuição pública até os pontos de utilização, seguindo um fluxo ascendente, como mostrado na figura a seguir.

Figura 5 – Sistema de abastecimento direto



Fonte: Silveria (2016).

Nele, a concessionária apresenta um fornecimento de água contínuo e com pressões contantes.

Suas vantagens são o baixo custo de instalação e uma maior potabilidade da água, já que o uso de reservatórios não se faz presente.

Quanto às suas desvantagens, cita-se o fato de que, caso haja interrupção no fornecimento pela rede pública, o sistema ficará sem água; também pode haver problema de golpe de aríete devidos às grandes velocidades e interrupções bruscas nas tubulações.

2.2.3.2 Sistema de abastecimento indireto

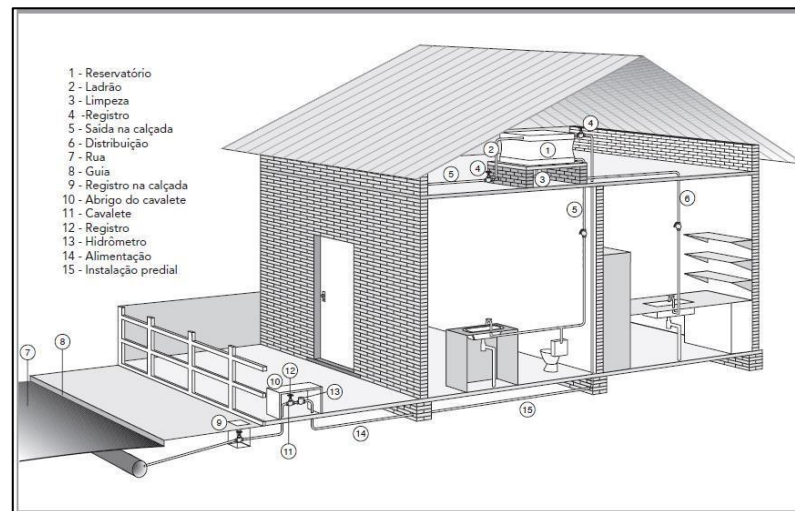
Neste sistema há o uso de reservatórios. Eles podem ser com ou sem bombeamento e hidropneumáticos.

2.2.3.2.1 Sistema de abastecimento indireto sem bombeamento

No sistema sem bombeamento a pressão da rede pública em geral é suficiente para abastecer um reservatório a uma altura de, no máximo, 9 metros. A partir desse reservatório, ocorre o abastecimento dos pontos de utilização por gravidade.

Sua grande vantagem é que o fornecimento de água nos pontos de utilização não fica dependente apenas da distribuição pública, já que há armazenamento pelo reservatório, e a desvantagem é que apresenta maior pressão menor do que no sistema direto.

Figura 6- Sistema indireto sem bombeamento

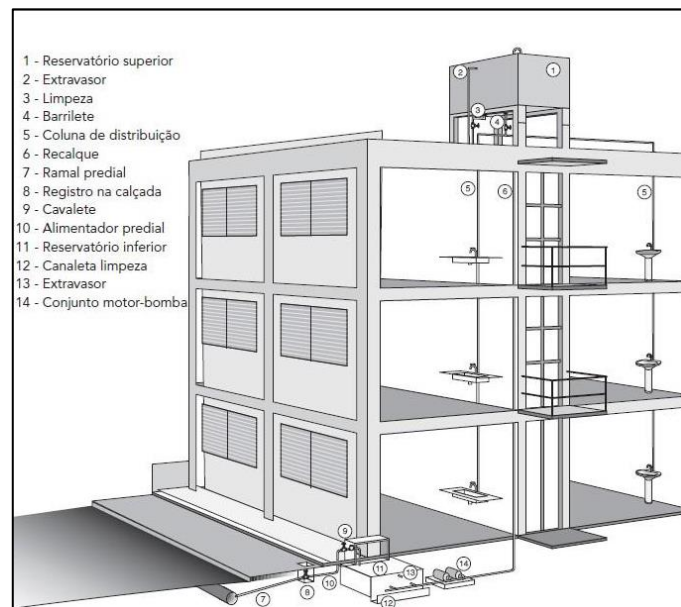


Fonte: Carvalho Júnior (2018).

2.2.3.2.2 Sistema de abastecimento indireto com bombeamento

Normalmente utilizada quando a pressão da rede pública não é suficiente para abastecer de forma direta o reservatório superior, fazendo-se então necessário o uso de um reservatório inferior, do qual será bombeada a água para o superior, através de um conjunto motor-bomba. O custo da instalação se torna maior e há o risco de contaminação da água no reservatório inferior.

Figura 7- Sistema indireto com bombeamento



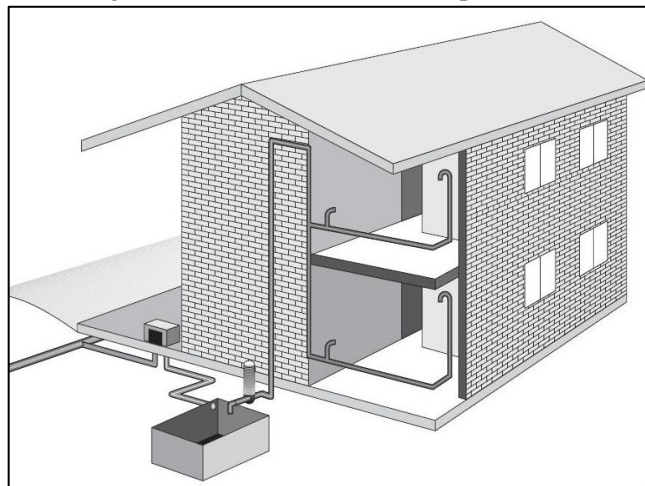
Fonte: Carvalho Júnior (2018).

2.2.3.2.3 Sistema de abastecimento indireto hidropneumático

Geralmente é adotado quando não há a possibilidade, por questões técnicas ou arquitetônicas, de um reservatório superior na edificação ou quando se é requerido uma pressão superior à que um sistema por gravidade seria capaz de proporcionar em determinado ponto. Neste sistema é preciso que haja um pressurizador para o reservatório inferior.

Ele conta com algumas desvantagens como a necessidade de energia elétrica para seu funcionamento, seu custo de instalação também é bastante alto e sua manutenção deve ser periódica.

Figura 8- Sistema indireto hidropneumático



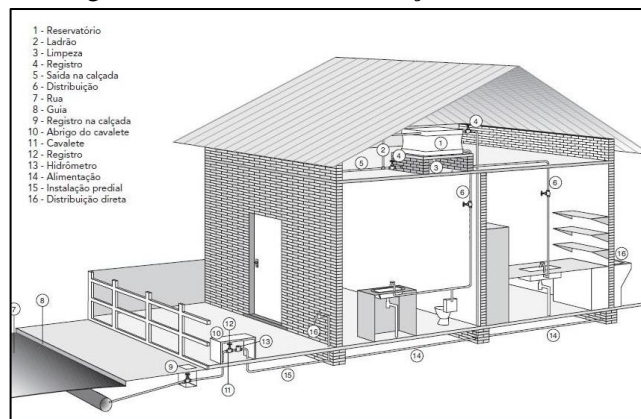
Fonte: Carvalho Júnior (2018).

2.2.3.3 Sistema de abastecimento misto

Nele são utilizados tanto elementos do sistema direto quanto do indireto.

Parte de sua alimentação é feita pela rede pública e a outra por reservatório superior. Ele é mais usual, já que alguns pontos de utilização podem ser alimentados diretamente pela rede pública, aproveitando-se a melhor pressão, principalmente em partes mais baixas da edificação.

Figura 9- Sistema de distribuição misto



Fonte: Carvalho Júnior (2018).

2.2.4 Patologias em edificações

De acordo com o dicionário grego, o termo Patologia, cujo sentido é “estudo das doenças”, deriva do grego pathos, que significa doença, e logos, que significa estudo.

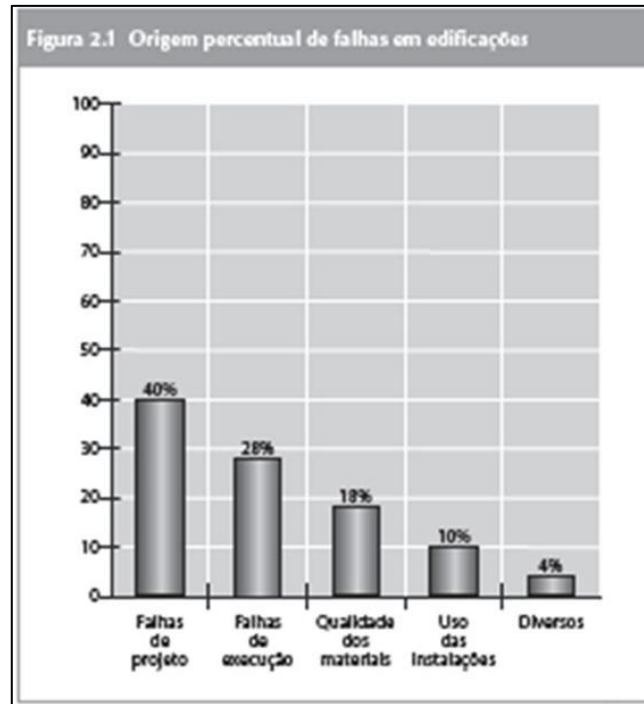
2.2.4.1 Origem das patologias

A ocorrência de patologias nas edificações implica custos adicionais, ações jurídicas, perda de confiança na empresa responsável pela construção etc. (CARVALHO JÚNIOR, 2018).

5% do custo total da obra é o valor que a empresa gasta para reparos em obras entregues aos clientes. (PICCI, 1993).

A origem dessas falhas pode se dar desde a fase de projetos até a sua execução, podendo ser oriunda, de erros de fabricação, falhas na mão de obra e/ou fiscalização e, também, da operação e manutenção do sistema hidráulico.

Figura 10 – Percentual da origem das falhas em edificações



Fonte: Martins (2013).

2.2.4.2 Tipos de patologia

A seguir serão listados algumas patologias relacionados ao Sistema Predial de Água Fria.

2.2.4.2.1 Vazamentos em caixas d'água

Alguns erros são bem comuns na instalação de reservatórios industrializados, mesmo com todas as recomendações dadas pela Norma Brasileira.

Podemos citar alguns:

- Ruptura na superfície da base da caixa d'água e na curvatura da parede com a base, gerando vazamentos e, automaticamente, desperdício;
- Vazamentos pela tampa e/ou na parte entre a parede da caixa e o flange do adaptador;
- Condensação nas paredes da caixa.

Os motivos dessas falhas, muitas vezes, é devido ao não cumprimento das regras determinadas na NBR 5626.

A ruptura da superfície da caixa pode ocorrer se a mesma for assentada numa superfície menor do que a sua própria base, gerando tensões excessivas e causando, assim, o

rompimento. Uma base lisa e nivelada, sem objetos pontiagudos são necessários para sua instalação.

Se as furações da caixa forem feitas de forma inadequada, como furos em locais errados e/ou com dimensões erradas e a falta dos três necessários, que seriam os de entrada, saída e extravasor, certamente, haverá vazamentos na mesma e, também, transbordamentos em caso da ausência de um extravasor.

Se no ambiente em que a caixa d'água estiver instalada não houver ventilação, pode-se ocasionar vazamentos devido a condensação nas paredes dela; logo, são necessárias aberturas para uma melhor circulação de ar.

2.2.4.2.2 Patologias decorrentes da má qualidade da água utilizada no sistema predial

A água recebida pela concessionária passa por tratamento e é distribuída de acordo com as normas vigentes para potabilidade, porém, ao chegar à edificação, se não houver cuidados com os reservatórios, ela pode tornar-se insalubre. A instalação deve obedecer a certas regras para evitar que isso venha a ocorrer. Sua correta vedação se faz necessária, evitando que excesso de impurezas possa proliferar-se. É importante que sua localização seja escolhida de forma que influências externas prejudiciais à higiene não ocorram.

2.2.4.2.3 Problemas em sistemas de recalque

Os problemas em sistemas de recalque podem se desencadear desde as bombas centrífugas até seu fim, que seria na chegada do reservatório superior.

Nas bombas podem ocorrer:

- a) Sinais de vazamento;
- b) Aquecimento exagerado do motor;
- c) Ruídos e vibrações excessivos;
- d) Corrosão;
- e) Problemas com cabos elétricos, como: descascados, aquecidos ou soltos.

Deformação em tubulações de recalque é possível devido ao fechamento de um registro de gaveta com o superaquecimento da água na tubulação de recalque e sucção da bomba.

Rupturas em conexões do sistema também podem vir a ocorrer devido a vibrações das tubulações. Logo, para que sejam evitadas, faz-se necessária a boa fixação da base, instalando mangote de borracha entre a tubulação e a bomba de recalque.

2.2.4.2.4 Problemas relacionados às pressões estáticas e dinâmicas

Antes de falar das pressões, serão apresentadas, a seguir, suas seguintes definições:

a) Pressão estática e dinâmica

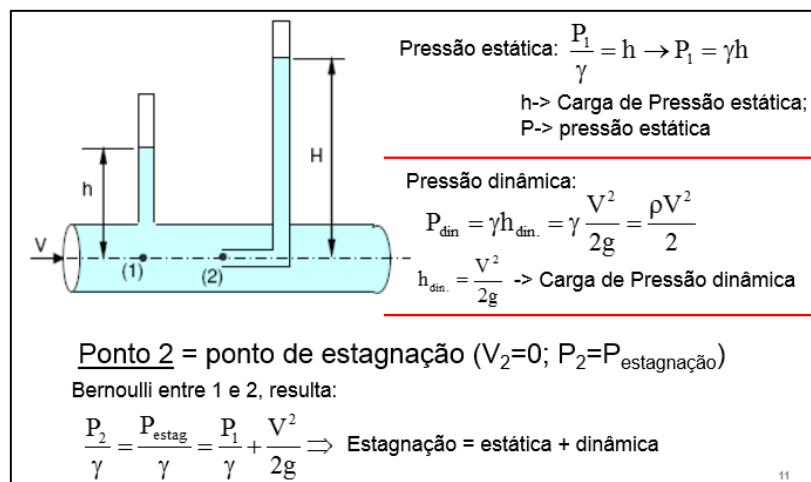
A pressão estática é a pressão que é exercida por um líquido ou um gás, tal como água ou ar. Especificamente, é a pressão medida quando o líquido ou gás ainda está em repouso. (SWIDER, 2012).

Pressão dinâmica é a pressão verificada quando a água está em movimento, que pode ser medida também através de um manômetro. Esta pressão depende do traçado da tubulação e dos diâmetros adotados para os tubos. O seu valor é a pressão estática menos as perdas de carga distribuída e localizada. (CARVALHO JÚNIOR, 2013).

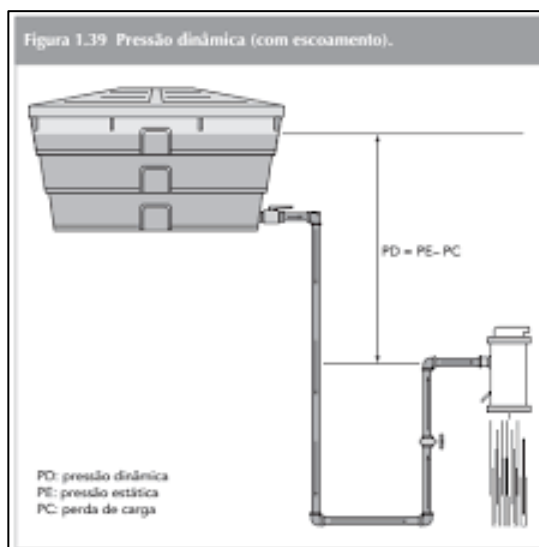
O conceito de pressão estática é também essencial na ciência da mecânica de fluidos. Cientificamente, a pressão estática é distinguida da pressão dinâmica, ambas as quais são componentes de pressão total do sistema. Esta relação é definida na equação de Bernoulli, e refere-se ao estudo do fluxo e do movimento de fluidos. O princípio da equação de Bernoulli é que a pressão estática e pressão dinâmica podem variar grandemente em diferentes áreas de um líquido em movimento, mas a pressão total permanece constante. (SWIDER, 2012).

Perda de carga é a energia perdida pela unidade de peso do fluido quando este escoar. A perda de carga num tubo ou canal é a perda de energia dinâmica do fluido devido à fricção das partículas do fluido entre si e contra as paredes da tubulação que os contenha. Podem ser contínuas, ao longo dos condutos regulares, acidentais ou localizadas, devido a circunstâncias particulares, como um estreitamento, uma alteração de direção, a presença de uma válvula, etc.” (BEAR, 1972).

Figura 11 – Esquema e definição de pressão estática e dinâmica



Fonte: Bounford (2000).
 Figura 12 – Esquema Pressão dinâmica



Fonte: TIGRE (2017)

É comum que o abastecimento de edifícios seja feito por um reservatório superior, logo, de acordo com as definições dadas anteriormente, a velocidade e pressão da água será gradativamente maior de acordo com o decrescimento dos andares. Se o edifício for alto demasiadamente, problemas nas instalações podem vir a ocorrer, se ultrapassados os limites que são definidos pela NBR 5626.

Podem ocorrer problemas nas tubulações, como rupturas, golpes de aríete, que serão mencionados posteriormente, e, até mesmo, comprometimento dos pontos de utilização devido ao excesso de água, sendo evacuada em um determinado tempo.

Constatada a existência de pressão superior ao permitido, devem ser utilizados dispositivos adequados de acordo com o caso, como: redutores de vazão, placas de orifício ou válvulas redutoras de pressão.

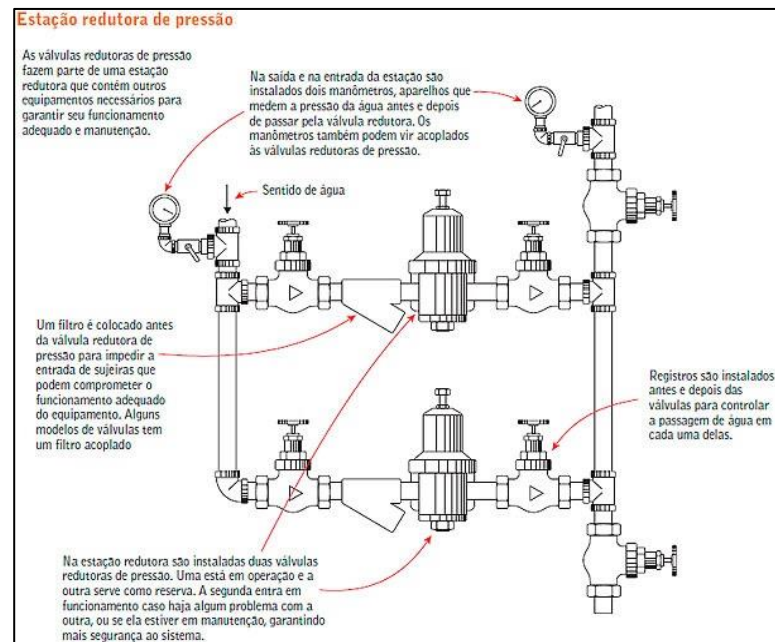
De acordo com a Norma Brasileira vigente, para instalações de água fria, a pressão estática máxima não deve ultrapassar 40 m.c.a.

Vale ressaltar, também, que pela Norma Brasileira, nenhuma pressão de serviço deve ultrapassar 60 m.c.a; esse valor equivale aos 40 m.c.a da pressão estática máxima somado à sobrepressão limite permitida, que é de 20 m.c.a.

As válvulas redutoras de pressão são os dispositivos de maior uso quando se têm casos de pressões excessivamente elevadas, na maioria das vezes em edifícios de grande altura. Apesar de serem muito eficientes, também são passíveis de ocorrência de problemas. Os principais e mais comuns são:

- a) Bloqueio de vazão causado por ruptura da mola ou algum outro defeito mecânico interno;
- b) Vazamentos da válvula que podem ser corrigidos por técnicos que saibam manuseá-los;
- c) Aumento de pressão de saída causado por ruptura do diafragma ou por problemas com o vedante interno ou, até mesmo, algum outro problema mecânico.

Figura 13 – Modelo de uma estação redutora de pressão



Fonte: Sá (2018).

Da mesma forma que se restringe a pressão se ela estiver elevada, as tubulações e pontos de utilização também possuem valores mínimos definidos para um bom funcionamento do sistema hidráulico. Pela definição da NBR 5626, nenhum ponto de utilização pode ter uma pressão inferior a 0,5 m.c.a em regime de escoamento. Esse valor tende a eliminar o risco de pressões negativas no ponto crítico da tubulação.

Porém, para que haja um bom funcionamento dos pontos de utilização, a pressão dinâmica nesses pontos não deve ser inferior a 1 m.c.a, exceto a caixa de descarga que pode ter os 0,5 m.c.a mencionados anteriormente. Diante disso, é importante entender a influência das perdas de carga na pressão dinâmica. Dois fatores são determinantes para que haja uma maior ou menor perda de carga: viscosidade e turbulência. Quanto mais rugoso o material, maior o atrito da superfície com o fluido, dificultando sua passagem e gerando uma maior perda de carga. Diâmetros inferiores tendem a possuir uma maior perda de carga, assim como comprimentos elevados e número elevado de conexões.

Figura 14 – Fatores na tubulação que influenciam na perda de carga



Fonte: Carvalho Júnior (2018).

Quando há falta de pressão necessária no ponto de utilização, pode-se fazer o uso de pressurizadores na instalação, e eles ficam responsáveis pelo aumento de pressão na mesma. O pressurizador é um dispositivo que pode gerar ruídos, logo é recomendado que seja instalado em locais mais distantes de áreas que exijam silêncio, como quartos, escritórios etc. Para que os ruídos sejam evitados, os pressurizadores não poderão ser instalados diretamente sobre lajes, principalmente sobre as de grande dimensão e pequena espessura; por[em, se instalados, deverão ser providos de amortecedores.

Os problemas em pressurizadores são bem comuns, e algumas marcas costumam apresentar tabelas orientando possíveis causas e soluções destes problemas através do manual de instalação. Abaixo pode-se acompanhar uma tabela deste modelo cedida pela marca Potenza.

Figura 15 – Problemas em pressurizadores com suas respectivas causas e correções

Problema	Causa provável	Correção
O pressurizador não liga automaticamente ao abrir o registro de um ou mais pontos de utilização.	Disjuntor encontra-se desligado	Religue o disjuntor.
	O reservatório de água encontra-se vazio.	Providencie o reabastecimento do reservatório e elimine o ar da tubulação.
	O registro geral da instalação hidráulica de sua residência encontra-se fechado.	Abra totalmente o registro geral da instalação.
	O registro do sistema <i>By-Pass</i> encontra-se aberto e os registros de manutenção na entrada e saída do pressurizador encontram-se fechados.	Feche totalmente o registro do sistema <i>By-Pass</i> e abra os registros de manutenção na entrada e saída do pressurizador.
	A tubulação encontra-se com ar.	Elimine o ar da tubulação.
O pressurizador não desliga automaticamente.	Existe vazamento em um ou mais pontos de instalação hidráulica, após o pressurizador.	Providencie a vedação de todos os vazamentos existentes.
	Os registros dos pontos de utilização não estão totalmente fechados.	Feche totalmente os registros dos pontos de uso.
	O registro do sistema <i>By-Pass</i> encontra-se aberto.	Feche totalmente o registro do sistema <i>By-Pass</i> .
O pressurizador leva um tempo além do normal para ligar ou desligar.	A tubulação encontra-se com ar.	Elimine o ar da tubulação.
	A tubulação e/ou o reservatório de água encontram-se com resíduos.	Providencie a limpeza da tubulação e/ou do reservatório de água, removendo totalmente os resíduos existentes.
Vazão de água pressurizada encontra-se insuficiente no ponto de utilização.	Vazamento na tubulação que alimenta o pressurizador.	Providencie a vedação de todos os vazamentos.
	O registro do sistema <i>By-Pass</i> encontra-se aberto.	Feche totalmente o registro do sistema <i>By-Pass</i> .

Fonte: POTENZA (2017).

2.2.4.2.5 Problemas relacionados a ruídos e vibrações

De acordo com o Guia CBIC (2013), os ruídos acontecem por prumadas coletivas de água ou esgoto, válvulas de descarga ou outros equipamentos acionados em apartamentos de vizinhança, logo eles não são considerados acionamentos produzidos nas próprias dependências da unidade habitacional. Ainda segundo a mesma publicação, a adoção de shafts isolados acusticamente, visitáveis ou não, e o envolvimento de tubulações com isolantes ou absorvedores acústicos são interessantes soluções.

Quando a pressão aumenta bruscamente, ocorre o fenômeno hidráulico conhecido como Golpe de Aríete, uma das consequências indesejáveis para o sistema de água fria é o aparecimento de ruídos, além de ocorrer os desgastes excessivos nos materiais constituintes dos tubos e conexões aplicados na instalação (LARA *et al.*, 2005).

O Golpe de Aríete acontece quando a água, ao descer com muita velocidade pela canalização, é bruscamente interrompida, ficando os equipamentos e a própria canalização, sujeitos a choques violentos. (CARVALHO JR., 2018)

Os usuários de edifícios residenciais são muito incomodados pelos ruídos nas instalações hidráulicas, principalmente à noite, quando os níveis de ruídos nas habitações tenderiam a ser menores. A transmissão do ruído e sua propagação no edifício é muito

complexa, assim como as vibrações, estando associadas com os edifícios mais altos com instalações pressurizadas, pois a movimentação da água sob altas pressões e em bombas de recalque gera ruído decorrente do Golpe de Aríete que se propaga através das paredes e estrutura (CARVALHO JR., 2013) .

O anexo C da NBR 5626/1998 apresenta diversas circunstâncias em que ocorrem os ruídos nas instalações prediais de água fria:

- a) Ruídos de escoamento em tubulação – ocorrem quando as suas paredes sofrem vibração pela ação do escoamento da água, não sendo significativo para velocidade da água inferior a 3 m/s. Adicionalmente, mesmo que a cavitação seja frequente em peças de utilização, ela não é comum nas tubulações porque , em pressões normais, é necessária uma velocidade da ordem de 8 m/s. Entretanto, pressões baixas que ocorrem nas partes altas da tubulação podem causar cavitação mesmo em velocidades baixas. Tais tubulações devem ser evitadas para que se mantenham os níveis de ruídos dentro de limites aceitáveis e essencial para que a cavitação seja evitada;
- b) Ruídos em peças de utilização – a cavitação ocorre em bruscas mudanças de direção e de seção de escoamento, assim como baixos valores de pressão a jusante na região de obturação das peças de utilização. O início da cavitação pode ser impedido através da elevação da pressão nos pontos onde ela ocorreria e pela redução da velocidade da água, o que pode ser obtido através de mudanças no projeto da própria peça, ou pela redução de pressão da água no ponto de alimentação da peça, no projeto de instalação predial de água fria.
- c) Ruído transiente – Quando uma válvula ou outro dispositivo é fechado muito rapidamente, observa-se muitas vezes um claro ruído originado do transiente de pressão denominado golpe de aríete. Peças e válvulas acionadas por solenoides são frequentemente a causa dos golpes de aríete. Um dispositivo ou componente com função amortecedora pode ser usado para absorver o pico de pressão em um ponto próximo ao local de geração do transiente. O uso de tubos plásticos pode promover uma maior atenuação da onda de pressão, mas para alguns tipos de plásticos uma elevada súbita da pressão deve ser evitada.
- d) Ruídos de bombas – ocorrem quando a pressão de sucção é insuficiente ou vazão maior que prevista, há o risco da cavitação e turbulência, o que resultará em ruído e vibração. Ruídos oriundos de bombas podem ser reduzidos pelo uso de isoladores de vibração instalados na saída da bomba e a tubulação de recalque. Isolar também a

tubulação da estrutura do edifício, com o uso de material resiliente. Mesma técnica também pode ser aplicada na montagem da bomba na base de sustentação.

2.2.4.2.6 Incidência de ar nas tubulações

É muito comum nos sistemas hidráulicos prediais a ocorrência de acúmulo de ar em colos altos de trechos de tubulações de água fria conformando sifões. Os desvios das tubulações devido à transposição de elementos da obra (portas, janelas etc.) não poderão ter formato de sifão, pois esse formato causa a incidência de ar na tubulação, prejudicando o desempenho da instalação em casos de falta de abastecimento de água. (CARVALHO JR., 2018)

De acordo com Tisutya (2006), há diversos fatores que proporcionam o acúmulo de ar no interior das tubulações, gerando bolsões que chegam a impedir a passagem da água.

Segundo o pesquisador, o acúmulo e a retenção do ar na canalização estão ligados a:

- a) Preenchimento e esvaziamento da tubulação de distribuição;
- b) Baixo nível no reservatório gerando vórtice na saída da tubulação;
- c) Ocorrência de pressão negativa em trechos da canalização;
- d) Cavitação de motobombas.

A bolsa de ar de acumulação na canalização ocasiona as perdas de energia e uma redução de capacidade, podendo gerar interrupções no fluxo de água, prejudicando o usuário (POTHOF, 2011).

2.2.4.2.7 Vazamentos das instalações no sistema de água fria

Os vazamentos podem ocorrer em inúmeras localidades nos Sistemas Prediais de Água Fria e podem também se dar por inúmeros motivos. A seguir serão aprofundados seus motivos, causas e consequências.

Os vazamentos podem ser visíveis, facilmente detectados pelos usuários do sistema ou não visíveis e, assim, dificilmente detectados pelos moradores. De acordo com a SABESP alguns testes podem ser realizados para conseguir localizar esses vazamentos, alguns deles são:

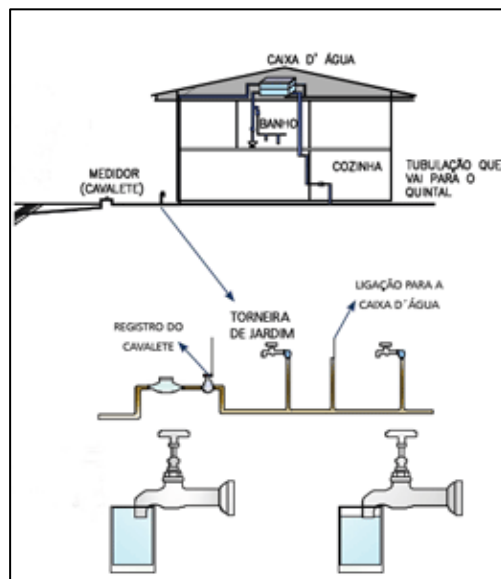
- a) Teste do hidrômetro

Esse é o primeiro teste a ser realizado para saber se há de fato o vazamento. As torneiras da edificação devem estar totalmente fechadas por certo período de tempo e verificar se o hidrômetro está girando; se o mesmo estiver oscilando, significa que há o vazamento.

b) Teste de sucção

O registro na parede deve ser fechado. Uma torneira alimentada diretamente pela rede da Concessionária (podendo ser a do tanque) deve ser aberta e então deve haver a espera da saída da água. Um copo cheio de água deve ser colocado na ‘boca’ da torneira. Caso haja sucção da água do copo pela torneira, é sinal que existe vazamento no cano alimentado diretamente pela rede.

Figura 16 – Tutorial de como deve ser feito o teste de sucção



Fonte: SABESP (2017).

c) Tubulação embutida na parede

Esse teste pode ser realizado caso haja o conhecimento da localização da tubulação que está embutida na parede. Deve-se bater em toda extensão da tubulação e verificar se algum som incomum ocorre em alguma área específica. Manchas e mofo aparentes também são indicadores de que pode haver algum vazamento nessas localidades.

d) Reservatórios subterrâneos de edifícios

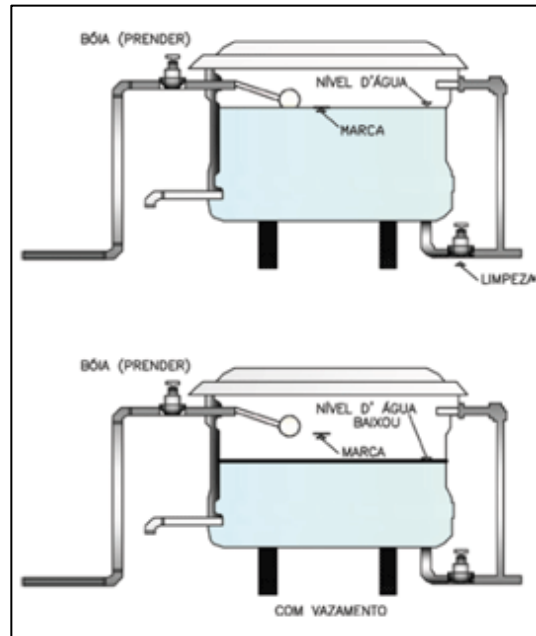
Devem ser fechados, o registro de saída do reservatório no subsolo e a torneira da boia. Em seguida, deve haver a marcação do nível da água e, após uma hora, verificar se houve redução do nível da água. Caso tenha havido redução do nível da água, o vazamento pode estar ocorrendo nas paredes do reservatório, nas tubulações de alimentação do reservatório superior ou na tubulação de limpeza.

e) Reservatório superior

O registro de saída e a torneira do reservatório devem ser fechadas, e a bomba de recalque desligada. O nível da água deve ser marcado e, duas horas após, conferido; caso

tenha havido a redução do nível é sinal de vazamento na canalização ou nos sanitários alimentados pela caixa d'água.

Figura 17 – Modelo de como deve ser realizado o teste para reservatório superior



Fonte: SABESP (2017)

f) Reservatório inferior

O registro do cavalete deve ser mantido aberto, e o registro de saída do reservatório fechado. Ao fechar a boia, o nível da água deve ser marcado e, duas horas após, uma nova marcação deve ser feita. Caso tenha havido redução do nível, o vazamento se faz presente no reservatório devido a defeito no registro ou trinca no reservatório.

As principais causas relacionadas com rupturas em tubulações hidráulicas e os consequentes vazamentos são decorrentes de traçado inadequado, golpe de aríete, movimentações de solos, corrosão interna e externa (se tubulação metálica), defeitos de fabricação e impactos (MORRIS JR., 1967).

Basicamente, defeitos como vazamentos de água em encanamentos são entediantes e muito caros para que sejam aplicadas ações de manutenção corretiva, o que tem levado a estudos intensivos sobre esse tipo de problema, suas causas e medidas preventivas (CHEW e SILVA, 2003).

Os vazamentos também podem ser dados em pontos de utilização, como:

a) Vazamentos em bacias sanitárias

Os vazamentos podem ocorrer tanto em bacias com válvulas de descarga como em bacias com caixa de descarga. Esses vazamentos podem ser visíveis e não visíveis. Os

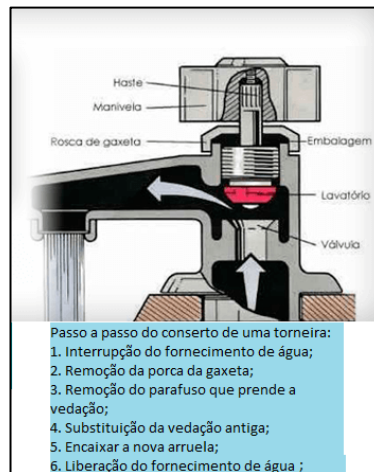
vazamentos visíveis ocorrem nos engates flexíveis e, também, por meio do escoamento da água pela parede interna das bacias sanitárias. (CARVALHO JR., 2018).

b) Vazamentos em torneiras

Muitos vazamentos de torneiras também ocorrem por falta de manutenção. Com o passar do tempo, ao abrir e fechar as torneiras, o reparo se desgasta, permitindo que a água passe livremente da rede de distribuição para o ambiente, causando grandes desperdícios. (CARVALHO JR., 2018)

De acordo com a NBR 5626, as instalações prediais de água fria devem ser projetadas para promover economia de água e energia durante a vida útil da edificação. Diante disso, a manutenção periódica deve estar em pauta por todo esse tempo.

Figura 18 – Tutorial de conserto para torneira simples cedido pela empresa Solucenter



Fonte: Carvalho Júnior (2018)

c) Vazamentos em registros

De acordo com Carvalho Júnior (2018), eventualmente verifica-se a presença de vazamentos em registros de pressão e de gaveta. Sua ocorrência pode ser observada se houver presença de manchas amareladas no revestimento da parede, principalmente em cerâmicas e azulejos mais claros. Segundo o autor, cuidados como não forçar demasiadamente seu fechamento se faz importante para que danos ao sistema de vedação não venham a ocorrer.

d) Rompimentos em tubos

Carvalho Júnior (2013) afirma que as rupturas em tubos, normalmente, são consequências de impactos nas tubulações, sendo necessário verificar se a localização favoreceu o esforço mecânico, como é o caso daqueles instalados em garagens e subsolos.

Figura 19 - Ruptura em tubo soldável de PVC por impacto



Fonte: Carvalho Júnior (2013).

e) Problemas em válvulas de descarga

De modo geral, os problemas, denominados mau funcionamento, verificados em válvulas de descarga são: vazão insuficiente, vazão excessiva, tempo de fechamento muito curto (golpe de aríete) ou muito longo (desperdício de água), “disparo” da válvula, vazamento contínuo pela saída (quando fechada) ou pelo botão de acionamento (fechada ou aberta). (CARVALHO JR., 2018)

Figura 20 – Problemas em válvulas de descarga com causas e soluções

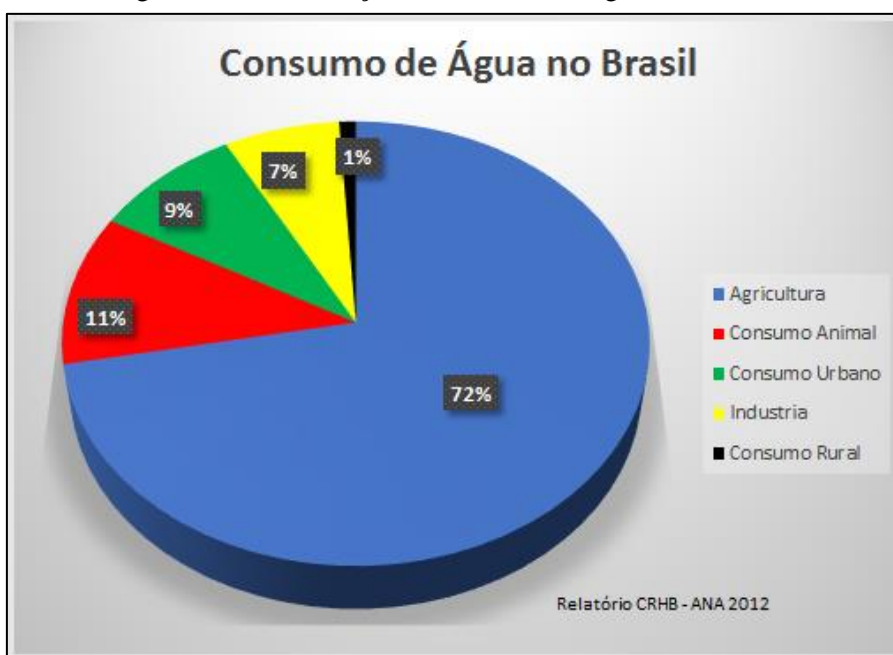
Problema	Causa provável	Solução
Não dá descarga	Parafuso acionador desregulado	Regular a distância do parafuso
	Pistão fora de posição (solto)	
Válvula dispara	Vazamento pela válvula interna	Trocar o pistão e a sede danificados
	Problema entre o pistão e a sede	
	Deformação da sede	
	Sujeira no pistão	Efetuar a limpeza do pistão
	Pistão ou sede danificados	Trocar o pistão e a sede
Vazamento externo	Desgastes dos componentes de vedação	Substituir os componentes
Registro pesado	Sujeira na rosca do registro	Efetuar a limpeza
	Registro danificado	Trocar o registro danificado
Registro não veda	Sujeira na rosca do registro	Efetuar a limpeza
	Registro danificado	Trocar o registro danificado

Fonte: Carvalho Junior (2018).

2.2.4.2.8 Desperdício de água

De acordo com a ANA (2012), a agricultura é o setor que mais consome água no país, utilizando cerca de 72% dos recursos hídricos utilizados.

Figura 21 – Distribuição do consumo de água no Brasil



Fonte: ANA (2012).

De acordo com esses dados, apenas 9% desses recursos hídricos são destinados ao consumo urbano. Segundo a própria agência, nem todo esse consumo é utilizado de forma eficaz, já que o desperdício se apresenta em grande escala.

Segundo a publicação da empresa EOS (2017), os brasileiros continuam com hábitos que contribuem para uma má gestão dos recursos hídricos disponíveis. Isso agrava a situação de escassez. Exemplos desses hábitos são: torneiras mal fechadas, banhos altamente demorados com torneira aberta, mangueiras em funcionamento sem uso, lavagem de calçadas, limpeza excessiva nos carros, escovar os dentes com torneira aberta, são apenas alguns de tantas formas de desperdício possíveis. Como consequência de tudo isso, pode-se dar como exemplos os constantes racionamentos de água que já se fazem presentes na distribuição de estados brasileiros por risco de escassez.

Figura 22 – Demonstração de quantidade de água desperdiçada por pontos de utilização



Fonte: UNIMED (2017).

2.2.4.2.9 Desperdício em torneiras de acionamento hidromecânico

A torneira de acionamento hidromecânico libera jatos de água manualmente, por um período definido de tempo, depois de pressionada. Essas torneiras geralmente apresentam as seguintes falhas: tempo de fechamento superior ou inferior ao especificado pelo fabricante; vazamento pela bica; disparo involuntário. As causas mais prováveis dessas falhas são: sujeira no filtro, desgaste do pistão retentor danificado. (CARVALHO JR, 2018).

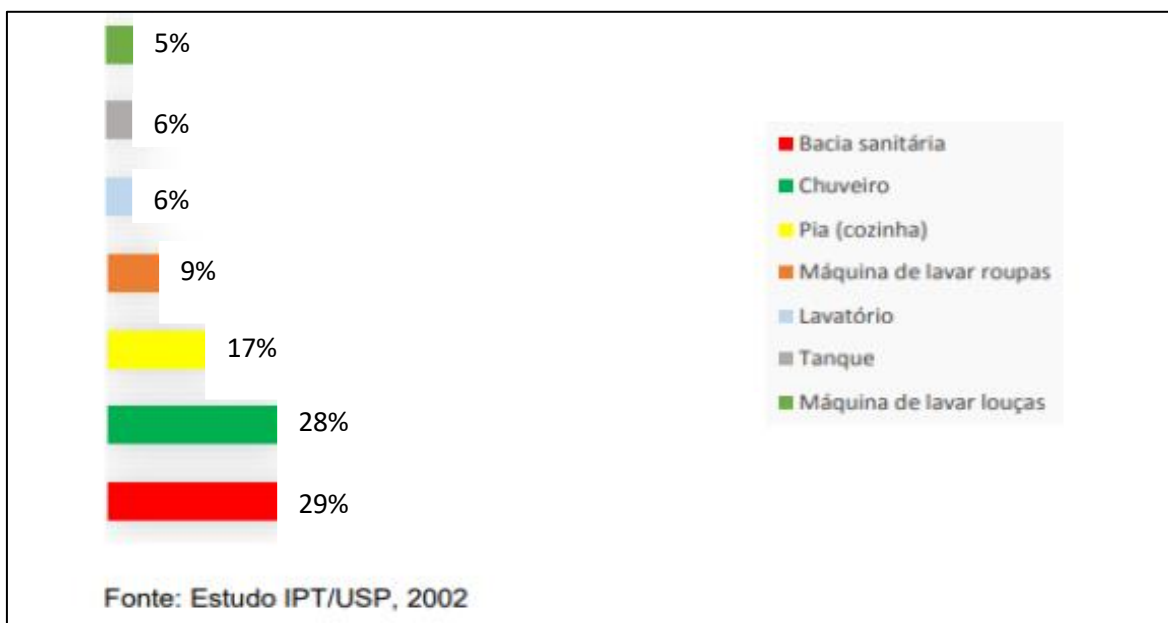
2.2.4.2.10 Desperdício em torneiras de acionamento por sensor

De acordo com CARVALHO JR.(2018), a torneira eletrônica incorpora um sensor capaz de liberar água ao detectar a aproximação das mãos. Elas, apesar de eficazes, também podem apresentar problemas como: não liberar água, sair água continuamente ou abrir e fechar sem controle e permanecer funcionando mesmo sem ter mais a presença do usuário. Segundo o próprio autor, quando ela não fecha automaticamente provavelmente há algo em frente à fotocélula, fazendo-se necessário sua retirada. Sua falha mais comum porém, dá-se por sujeira acumulada no filtro.

2.2.4.2.11 Desperdício em sistemas de descarga

De acordo com o estudo do IPT (USP) em parceria com a SABESP, o vaso sanitário sempre foi o responsável pelo maior consumo de água em uma residência; em 2002, ele utilizou 29% da água distribuída na residência, conforme mostrado no gráfico a seguir:

Figura 23 – Gráfico de consumo de água residencial



Fonte: IPT/USP (2012).

Com todo esse equivalente destinado a vasos sanitários, a NBR 15491 recomendou em 2007 que todas as bacias sanitárias comercializadas no país atendessem ao volume reduzido de 6,8 litros como forma de economia de água em aparelhos sanitários. O mercado brasileiro atendeu à normatização e disponibilizou as bacias sanitárias com descarga de duplo acionamento. Neste novo sistema de descarga estão presentes dois botões: o menor despeja 3 litros de água e é usado apenas para dejetos líquidos, e os dois juntos, ideal para escoar os dejetos sólidos, despejando 6 litros de água. (MICHELE DEBOITA, 2014).

Figura 24 – Caixa acoplada de descarga com duplo acionamento



Fonte: ECOFLUSH (2008).

3 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DAS ENTREVISTAS

Foram entrevistados, ao todo, 08 profissionais, sendo oito da engenharia civil e um da arquitetura. Os resultados das entrevistas estão apresentados nos parágrafos seguintes.

a) Primeiro Entrevistado

Primeiramente foi entrevistado um professor da UFPE formado em Engenharia Civil, com mestrado e doutorado na área de Recursos Hídricos.

Ao ser perguntado sobre quais problemas são mais corriqueiros em instalações prediais de água fria, o mesmo afirmou que, há bastante tempo, sempre foi muito comum problemas com válvulas de descarga, onde o golpe de aríete se fazia presente, na maior parte das edificações, gerando sobrepressão interna muito alta e ocasionando rachaduras nas paredes das edificações, principalmente nos banheiros.

Atualmente, segundo o professor, há bastante uso de descarga externa (manual), e os problemas são decorrentes da falta de manutenção dos próprios usuários. Ele alegou que a manutenção, principalmente a preventiva, é primordial para o bom funcionamento dos aparelhos sanitários por toda sua vida útil e para evitar os vazamentos, que representam uma falha muito comum nas instalações prediais. Existe, atualmente, uma grande preocupação com economia de água, uma vez que a escassez dos recursos hídricos está se tornando cada vez mais iminente, e os vazamentos vão de encontro direto a esse aspecto. Os vazamentos podem ser de pontos como torneiras, aparelhos sanitários, reservatórios superiores e inferiores, assim como também vazamentos de tubulações, muitas vezes não perceptíveis.

O professor afirmou que outro problema muito comum é a falta de documentos dos imóveis, como por exemplo, as plantas para localização de tubulações. Essa falha pode trazer consequências como rompimento de tubulações por ferramentas perfurantes e dificuldades para localização de vazamentos nas tubulações. Segundo ele, pode-se atribuir a responsabilidade dessa falha às construtoras, por não prestarem esse suporte aos seus clientes.

Por último ele falou sobre a qualidade dos materiais utilizados para as instalações. De acordo com o professor, os materiais a serem utilizados devem ser de boa qualidade e de marcas reconhecidas, mas, muitas vezes, por economia, são empregados materiais que acabam deixando falhas, que, mais adiante, deixarão a vida do usuário mais custosa quanto à manutenção de suas edificações. O professor orientou que empresas sérias devem ser contratadas, empresas que já possuam experiência na área, evitando, assim, problemas futuros.

Quadro 1 - Análise do entrevistado 1

Problemas	Causas	Consequências
Mau funcionamento de vasos sanitários	Erros de dimensionamento / Mau uso / Falta de manutenção dos usuários	Danos à estrutura (rachaduras na parede) / Infiltrações
Rompimento de tubulações por ferramentas perfurantes e dificuldades para localização de vazamentos nas tubulações.	Falta de documentos dos imóveis, como por exemplo, as plantas para localização de tubulações (falhas das construtoras).	Desperdício de água / Danos aos elevadores / Prejuízos financeiros aos usuários.

Fonte: O Autor (2020).

b) Segundo Entrevistado

Posteriormente, foi contatado outro Professor da Universidade Federal de Pernambuco, também com especialização na área de Recursos Hídricos.

Segundo ele, um dos grandes problemas em sistemas de instalações prediais de água fria está relacionado às pressões internas nas tubulações, principalmente em prédios mais antigos, acarretando muitos rompimentos de tubulações e conexões. Uma outra causa desses rompimentos é a má aplicação de cola nas conexões, deixando-as fragilizadas e mais suscetíveis aos mesmos.

Na sua visão, vazamentos em bacias sanitárias são outro tipo de falha muito comum nas instalações de água fria, e isso se dá pela falta de manutenção da edificação. Essa última também é responsável por outros tipos de vazamentos como em torneiras e tubulações.

Quadro 2 - Análise do entrevistado 2

Problemas	Causas	Consequências
Sobrepresão interna nas tubulações	Erros de dimensionamento	Desconforto ao usuário
Rompimento de tubulações e conexões	Má colagem	Desperdício de água / Prejuízo financeiro / Desconforto ao usuário
Mau funcionamento de vasos sanitários e pontos de utilização	Falta de manutenção do usuário	Desperdício de água / Prejuízo financeiro / Desconforto ao usuário

Fonte: O Autor (2020).

c) Terceiro Entrevistado

O terceiro entrevistado foi um Engenheiro Civil formado pela UFPE, em 2014, e que possui uma experiência de 5 anos de trabalho em campo (obras).

Ao ser questionado sobre os problemas mais comuns identificados em instalações hidráulicas prediais de água fria, ele respondeu que, no seu ponto de vista, são os vazamentos nas tubulações. Segundo ele, muitas vezes há uma grande dificuldade em se detectar a localização exata do vazamento, já que as tubulações costumam ser revestidas, dificultando o acesso às mesmas.

Um outro problema relatado foram os vazamentos nos próprios dispositivos de utilização, na maioria das vezes, por falta de manutenção ou por má instalação, vindo a ocasionar problemas futuros.

Outra falha mencionada pelo engenheiro foi a má qualidade dos dispositivos instalados, muitas vezes visando à economia. Segundo ele, como em obras licitadas, a empresa que pratica o orçamento menor é a que ganha a oportunidade de realizar a obra, para compensar o valor muito baixo do orçamento, ela costuma utilizar peças mais baratas e de má qualidade e com vida útil menor.

Outra falha relatada pelo engenheiro foi a entrada de ar nas tubulações de recalque do sistema motor-bomba, seguindo para o reservatório superior. Também foi comentado que, em muitas obras, onde não se faz presente um profissional da área os ‘caminhos das tubulações’ são, muitas vezes, muito longos e com muitas conexões, resultando em uma perda de carga muito elevada e a pressão do ponto de consumo acaba sendo muito baixa.

Por último, o engenheiro citou o desperdício de água em reservatórios superiores e inferiores, que podem ocorrer por problemas tanto nas boias quanto no motor-bomba. Boias muito velhas costumam ressecar e fazer furos, facilitando, assim, a penetração da água e não permitindo que a mesma fique no nível suficiente para desligar o sistema motor-bomba.

Quadro 3 - Análise do entrevistado 3

Problemas	Causas	Consequências
Rompimentos de tubulações e conexões	Grande dificuldade em se detectar a localização exata do vazamento, já que as tubulações costumam ser revestidas, dificultando o acesso às mesmas.	Desperdício de água / Prejuízo financeiro / Desconforto ao usuário
Mau funcionamento de pontos de utilização	Falta de manutenção / Má instalação dos dispositivos	Desperdício de água / Prejuízos financeiros / Desconforto ao usuário
	Uso de materiais inadequados	Prejuízo financeiro por substituição de peças no sistema
Problemas no conjunto motor-bomba	Boias desgastadas	Desperdício de água nos reservatórios superiores e inferiores/ Prejuízos financeiros

Fonte: O Autor (2020).

d) Quarto Entrevistado

O quarto entrevistado foi outro engenheiro civil formado pela Universidade Católica de Pernambuco em 1998, com experiência de mais de vinte anos de execução de obras como empreiteiro.

Segundo ele, os maiores problemas são os vazamentos, não só nos pontos de utilização, que, na maioria das vezes, ocorrem por falta de manutenção, mas também os vazamentos não aparentes, que geram uma dificuldade imensa de sua localização na maioria das vezes.

O engenheiro relatou, também, erros nos dimensionamentos de válvulas de descarga em edifícios, já que elas, em pavimentos inferiores, devem ter um diâmetro nominal um pouco menor devido às altas pressões, quando comparadas com pavimentos superiores.

Por último, ele falou sobre o golpe de aríete, causado por pressões e velocidades elevadas nas tubulações, causando ruídos e vibrações nas tubulações, porém ressaltou que

esse problema é mais comum em edifícios mais antigos.

Quadro 4 - Análise do entrevistado 4

Problemas	Causas	Consequências
Problemas em pontos de utilização	Falta de manutenção pelos usuários	Desperdício de água / Prejuízos financeiros
Mau funcionamento de vasos sanitários	Erros de dimensionamento	Desperdício de água
Sobrepresão interna / Golpe de Aríete	Erros de dimensionamento	Ruídos e vibrações nas tubulações gerando desconforto ao usuário

Fonte: O Autor (2020).

e) Quinto Entrevistado

O quinto entrevistado foi um engenheiro civil formado há mais de 10 anos e com vasta experiência em campo de obras.

Segundo ele, de acordo com sua longa experiência profissional de campo, podem ser citadas colagens mal feitas entre as tubulações e conexões, gerando vazamentos, que logo se tornam aparentes, e provocam desgaste para o proprietário do imóvel.

Quadro 5 - Análise do entrevistado 5

Problemas	Causas	Consequências
Rompimentos de tubulações e conexões	Má colagem	Desperdício de água / Prejuízo financeiro / Desconforto ao usuário gerado por infiltrações

Fonte: O Autor (2020).

f) Sexto Entrevistado

O sexto entrevistado foi uma Engenheira Civil formada pela Universidade de Pernambuco em 2003 e com experiência de mais de 10 anos em campo.

Ao ser questionada sobre os problemas mais comuns em instalações hidráulicas prediais ela preferiu dividir sua resposta em quatro grupos de falhas, que foram:

- a) Falhas de Projeto: partindo de dimensionamento errado das tubulações e conexões

utilizados na instalação hidráulica, gerando alta perda de carga, ocasionando também golpe de aríete, causando assim muito ruído e vibrações e danos à estrutura, como rachaduras nas alvenarias.

- b) Falhas em Materiais: o uso de materiais inadequados, que muitas vezes não são compatíveis com as normas técnicas, compromete todo o funcionamento do sistema;
- c) Falhas de Execução: o erro na colagem das conexões é algo corriqueiro, geram rompimentos, que provocam vazamentos, e eles podem ser evitados se bem vistoriados e executados por profissionais capacitados;
- d) Falhas no Uso da Edificação: neste ponto, podem ser mencionados vazamentos em pontos de utilização, muitas vezes causados por falta de manutenção do usuário, sendo esse um dos maiores problemas presentes nas instalações hidráulicas.

Quadro 6 - Análise do entrevistado 6

Problemas	Causas	Consequências
Sobrepessão / Golpe de Aríete	Erros de dimensionamento	Ruídos e Vibrações gerando desconforto ao usuário / Danos à estrutura (rachaduras nas paredes)
Mau funcionamento dos pontos de utilização (baixa pressão nos pontos de utilização)	Erros de dimensionamento	Desconforto ao usuário
Mau funcionamento do sistema hidráulico	Uso de materiais inadequados	Prejuízo financeiro / Desconforto ao usuário
Rompimentos das tubulações	Má colagem	Desperdício de água / Desconforto ao usuário gerado por infiltrações

Fonte: O Autor (2020).

g) Sétimo Entrevistado

A última entrevistada foi uma arquiteta formada pela Universidade Católica de Pernambuco, em 2013, sócia e proprietária de uma empresa de arquitetura e engenharia, com 6 anos de experiência em acompanhamento de obras.

Segundo a arquiteta os vazamentos, em geral, são as maiores falhas nas instalações hidráulicas, e eles estão presentes em vasos sanitários, por problemas na válvula de descarga, por má instalação ou até por mau uso dos usuários.

Em seguida, ela falou sobre o golpe de aríete, que pode causar ruídos, vibrações e até danos à estrutura, rachaduras nas paredes mais especificamente. Problema presente principalmente em edificações mais antigas, onde não havia um dimensionamento mais cauteloso e até mesmo por falta de opções de pontos de utilização mais modernos.

Finalizou falando sobre os problemas gerais causados por mau uso dos próprios usuários e falta de manutenção dos elementos hidráulicos.

Quadro 7 - Análise do entrevistado 7

Problemas	Causas	Consequências
Mau funcionamento de válvulas de descarga / vasos sanitários	Má instalação / Mau uso	Desperdício de água / Prejuízo financeiro
Sobrepresão interna / Golpe de Aríete	Erros de dimensionamento	Ruídos e vibrações gerando desconforto ao usuário/ Danos à estrutura

Fonte: O Autor (2020).

h) Oitavo entrevistado

O oitavo e último entrevistado foi um engenheiro civil formado pela Universidade Católica de Pernambuco no ano de 2009, com, pelo menos, 10 anos de experiência em campo. Segundo ele, o maior problema seriam os de válvulas de descarga gerando vazamentos em aparelhos sanitários, problemas esses que se dão principalmente pela falta de manutenção ou, também, por instalações mal executadas. Outro problema visto com frequência excessiva em obras é o de entrada de ar nas tubulações, que ocorre por defeitos no conjunto motor-bomba ou, também, por erro de dimensionamento das tubulações.

Quadro 8 - Análise do entrevistado 8

Problemas	Causas	Consequências
Problemas em válvulas de descarga	Falta de manutenção dos usuários / Má instalação	Desperdício de água / Prejuízo financeiro / Desconforto ao usuário
Problemas no conjunto motor-bomba	Erros de dimensionamento	Entrada de ar nas tubulações podendo cortar o fornecimento de água nas tubulações, gerando desconforto ao usuário

Fonte: O Autor (2020).

3.1 INTERPRETAÇÃO REALIZADA NA ANÁLISE NOS RESULTADOS DAS ENTREVISTAS

A interpretação atribuída a falhas/problemas, causas e consequências, ao se analisar cuidadosamente os resultados das entrevistas, foi a seguinte:

- a) Foram classificadas como falhas todos os problemas relacionados ao funcionamento inadequado do sistema hidráulico como um todo e que compromete o conforto, a segurança do usuário e a durabilidade da edificação;
- b) Foram interpretadas como causas as questões associadas a projetos mal concebidos, falta de informações da edificação, métodos construtivos e materiais inadequados, ou seja, em desacordo com especificações;
- c) Foram categorizadas como consequências todas as patologias que se desenvolvem na estrutura (pilares, vigas, alvenarias, tetos, piso, etc) da edificação decorrentes do mau funcionamento do sistema hidráulico.

3.2 QUANTIFICAÇÃO E POSICIONAMENTO DOS RESULTADOS DAS ENTREVISTAS

Serão apresentados, nos itens a seguir, quadros onde estão expostos os problemas/falhas, causas e consequências obtidas nas entrevistas, sua quantificação, ou seja, o número de entrevistados que os citaram e o percentual em relação ao total, e o seu posicionamento, isto é, os que ficaram em primeiro segundo e terceiro lugares.

Importante ressaltar que, nesta análise, foram considerados como significativos os que se posicionaram acima de 25%.

3.2.1 Problemas/Falhas

O quadro abaixo retrata a contabilização e relação do número de entrevistados que mencionaram os problemas com o percentual total dos entrevistados que se lembraram deles.

Quadro 9 – Análise dos problemas e falhas

Problemas Específicos	Número de Entrevistados que Mencionaram os Problemas	Percentual em Relação ao Total
Problemas em válvulas de descarga / Mau funcionamento de vasos sanitários e pontos de utilização	8	100,00%
Problemas de sobrepressão interna nas tubulações/Golpe de Aríete	4	50,00 %
Rompimentos e/ou aberturas nas tubulações e conexões	4	50,00 %
Problemas no conjunto motor-bomba	2	25,00 %
Mau funcionamento do sistema hidráulico por completo	1	12,25%

Fonte: O Autor (2020).

Com relação aos problemas específicos, verificou-se que o mau funcionamento dos vasos sanitários e pontos de utilização, está em primeira posição como o problema mais incidente, tendo em vista que foi citado por todos os entrevistados.

Os problemas de sobrepressão interna nas tubulações, que, por muitas vezes, vêm a gerar o golpe de aríete, e o rompimento e/ou aberturas nas tubulações ou conexões assumiram a segunda posição, cada um tendo sido mencionado por metade dos entrevistados, demonstrando, assim, o quão também são recorrentes.

Diante do exposto, os três problemas acima citados foram os mais assíduos na visão dos entrevistados.

3.2.2 Causas atribuídas aos problemas

O quadro abaixo retrata a contabilização e relação do número de entrevistados que mencionaram as causas relacionadas aos problemas com o percentual total dos entrevistados que se lembraram deles.

Quadro 10 – Análise das causas atribuídas aos problemas

Causas	Número de Entrevistados que Mencionaram as Causas	Percentual em Relação ao Total
Erros de dimensionamento em projeto	7	87,50 %
Má instalação dos dispositivos / Erros de colagem	6	75,00 %
Falta de manutenção ou má utilização dos usuários do sistema	5	62,25%
Uso de materiais inadequados	2	25,00 %
Mau uso do sistema pelos usuários	2	25,00 %
Falta de documentação do imóvel	1	12,25 %
Boias desgastadas	1	12,25%

Fonte: O Autor (2020).

Tendo em vista o quadro exposto, constata-se que a principal causa dos problemas de instalações hidráulicas de água fria são os erros de dimensionamento em projeto, que foram destacados por sete dos oito entrevistados.

Em segunda posição, vem a má instalação dos dispositivos, com ênfase nos erros de colagem de tubulações e conexões; a má instalação foi citada por seis dos oito entrevistados e, especificamente, os erros de colagem de tubulações e conexões foi salientado por três dos seis que mencionaram este problema geral. Por se encaixar neste quadro ele foi contabilizado junto.

Por fim, em terceiro lugar, dá-se destaque à má utilização do sistema pelos usuários e/ou falta de manutenção por eles, já que foram mencionados por mais da metade (cinco) do

total de entrevistados (oito).

Assim, as três causas aludidas anteriormente podem ser consideradas como as que mais geram problemas às instalações hidráulicas prediais de água fria, de acordo com os entrevistados.

3.2.3 Consequências dos problemas

O quadro abaixo retrata a contabilização e relação do número de entrevistados que mencionaram as consequências relacionadas aos problemas com o percentual total dos entrevistados que se lembraram deles.

Quadro 11 – Análise das consequências dos problemas

Consequências	Número de Entrevistados que Mencionaram as Consequências	Percentual em Relação ao Total
Desconforto ao usuário	8	100,00 %
Prejuízo financeiro	7	87,50 %
Desperdício de água	7	87,50 %
Danos à estrutura (rachaduras na parede)	3	37,50%

Fonte: O Autor (2020).

Por fim, no tocante às consequências, fica claro, de acordo com as respostas dos entrevistados, que a mais comum é o desconforto ao usuário, tendo em vista que qualquer problema hidráulico que venha ocorrer irá gerar transtornos, desde buscar a solução correta até o fim da execução desta solução. Essa consequência esteve presente em 100% das respostas.

O prejuízo financeiro vem em segunda posição, juntamente com o desperdício de água. Para este primeiro, ficou claro que, em quaisquer dos problemas estudados, o proprietário do imóvel terá que realizar manutenções e consertos que irão gerar custos muitas vezes relativamente altos. E, quanto ao desperdício de água, este foi mencionado todas as vezes que os entrevistados discorreram sobre vazamentos e/ou mau funcionamento de pontos

de utilização e vasos sanitários. Assim, igualmente ao prejuízo financeiro, o percentual do desperdício de água foi de 87,50%, ou seja, dos 8 entrevistados, eles foram apontados por sete.

Por último, em terceira posição, com um percentual de 37,50%, ficaram os danos à estrutura, principalmente na forma de rachaduras nas paredes, que os entrevistados associaram às grandes vibrações causadas pelo Golpe de Aríete.

Essas quatro consequências mencionadas acima são, portanto, as que merecem mais destaque como consequências oriundas de problemas hidráulicos nas edificações da cidade do Recife.

4 CONCLUSÕES

Esse trabalho investigou os problemas/falhas mais incidentes nas instalações hidráulicas de água fria das edificações do Recife, suas causas e as consequências para a edificação.

Para desenvolver essa investigação, inicialmente foi feito o estudo de uma bibliografia associada ao tema para se adquirir conhecimentos sobre os sistemas prediais hidráulicos de água fria e as possíveis patologias que neles podem ocorrer.

Em seguida, para se investigar os problemas e falhas mais incidentes nas instalações hidráulicas prediais das edificações de Recife, as suas causas e as consequências geradas na edificação, foram realizadas entrevistas com oito profissionais da área. A cada um deles foram feitos os mesmos dois questionamentos seguintes: 1) Quais os problemas mais incidentes em instalações prediais hidráulicas de água fria na cidade do Recife? 2) Quais suas causas e consequências para a edificação?

A partir dos resultados das entrevistas realizadas, pôde-se constatar os seguintes fatos:

- a) Os problemas mais recorrentes são, em primeiro lugar, o mau funcionamento dos vasos sanitários e pontos de utilização e, em segundo lugar, os problemas de sobrepressão interna nas tubulações, que, por muitas vezes, vêm a gerar o golpe de aríete, e o rompimento e/ou aberturas nas tubulações ou conexões.
- b) A principal causa dos problemas de instalações hidráulicas de água fria são os erros de dimensionamento em projeto, seguida pela má instalação dos dispositivos, com ênfase nos erros de colagem de tubulações e conexões. Por fim, em terceiro lugar, deu-se destaque à má utilização do sistema pelos usuários e/ou falta de manutenção por eles.
- c) Finalmente, quanto às consequências a mais comum é o desconforto ao usuário, tendo em vista que qualquer problema hidráulico que venha ocorrer irá gerar transtornos, desde buscar a solução correta até o fim da execução desta solução. O prejuízo financeiro veio em segunda posição, juntamente com o desperdício de água. Por último, em terceira posição, ficaram os danos à estrutura, principalmente na forma de rachaduras nas paredes.

Agora que se tem o conhecimento dos problemas mais recorrentes, suas causas e consequências há de se pensar em ações corretivas para atuarem sobre as causas e, dessa forma, evitem que elas voltem a ocorrer não somente nos prédios já existentes, mas também nos que estão sendo construídos e nos que serão construídos.

A primeira causa destacada, os erros de dimensionamento de projetos, muitas vezes ocorridos por negligências cometidas, ao ser tratada, evitará, pelo menos, 75 % dos problemas surgidos, já que esse é o percentual de patologias que ocorrem devido a descasos na concepção do projeto.

Assim, a solução nada mais é do que conceber o projeto de forma séria e efetivamente obedecendo aos requisitos estabelecidos na NBR 5626.

O projeto hidráulico é extremamente importante, pois evita inúmeros erros na montagem das instalações. Ele, harmoniosamente integrado aos demais projetos do edifício (arquitetônico, estrutural, etc), permitirá fácil operação e manutenção das instalações.

De uma maneira geral, um projeto completo de instalações hidráulicas compreende:

- a) plantas, cortes, detalhes e vistas isométricas (perspectiva e cavaleira), com dimensionamento e traçado dos condutores;
- b) memórias descritivas, justificativas e de cálculo;
- c) especificações do material e normas para a sua aplicação;
- d) orçamento, compreendendo o levantamento das quantidades e dos preços unitários e global da obra.

Para a elaboração do projeto, são imprescindíveis as plantas completas de arquitetura do prédio, bem como entendimentos indispensáveis com o autor do projeto de arquitetura e o calculista estrutural, a fim de se conseguir a solução mais estética, dentro da melhor técnica e economia.

A escala de projeto mais usual é a de 1/50, podendo, em alguns casos, ser de 1/100; contudo, os detalhes devem ser feitos em escalas de 1/20 ou 1/25.

A segunda causa ressaltada foi a má instalação dos dispositivos, com ênfase nos erros de colagem de tubulações e conexões. Uma primeira ação a ser tomada para se tratar essa causa é seguir as especificações de projeto quanto à realização dos processos construtivos e uma segunda ação é a realização contínua de treinamentos com os responsáveis por tal atividade.

Finalmente, em terceiro lugar, deu-se destaque à má utilização do sistema pelos usuários e/ou falta de manutenção por eles. Aqui, a ação que pode ser feita é a conscientização da construtora junto aos usuários sobre a correta utilização do sistema e o cumprimento das manutenções preventivas previstas no Manual de Uso e Ocupação da Edificação.

Tomando-se as ações descritas anteriormente vai-se evitar ou, pelo menos, diminuir os problemas salientados e suas consequências para a edificação.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Bruno Pinto de. **As relações entre o homem e a natureza e a crise sócio-ambiental**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2007. Disponível em: <http://www.epsjv.fiocruz.br/upload/monografia/13.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2020.

BOUNFORD, Trevor. **Pressão estática pressão dinâmica**. Disponível em: <http://mecanicadosfluidos1.blogspot.com/2015/03/pressao-estatica-pressao-dinamica.html>. Acesso em: 15 jan. 2020

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf. Acesso em: 16 jan. 2020.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. **Instalações prediais hidráulico-sanitárias: princípios básicos para elaboração de projetos**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2016.

DEBOITA, Michele; BACK, Nestor. **Consumo de água em bacias sanitárias com a utilização de descarga de duplo acionamento: estudo de viabilidade econômica**. Criciúma-SC: UNESC, 2014. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/2984/1/Michele%20Deboita%20-%20Prof%20Nestor%20Back.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2020

ECOFLUSH. **Vantagens da descarga de acionamento duplo**. Disponível em: <https://www.getninjas.com.br/guia/reformas-e-reparos/encanador/vantagens-da-descarga-de-acionamento-duplo/>. Acesso em: 17 jan. 2020.

EOS Organização e Sistemas. **A situação do consumo e desperdício de água no Brasil**. 2019. Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/consumo-e-desperdicio-de-agua/>. Acesso em: 18 jan. 2020.

NAKAMURA, Juliana. **Cinco falhas comuns em instalações hidráulicas residenciais**. AECweb Revista digital. Disponível em: https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/confira-5-falhas-comuns-em-instalacoes-hidraulicas-residenciais_19377_10_19. Acesso em: 21 out, 2019.

PORTAL EDUCAÇÃO. **Instalações hidrosanitárias**. Disponível em: <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/estetica/instalacoes-hidrossanitarias/40754>. Acesso em: 20 jan. 2020.

POTENZA. **Manual de instalação pressurizador Potenza**. Disponível em: <http://www.hidraulicapotenza.com.br>. Acesso em: 18 jan. 2020.

SILVERIA, Barbara. **Sistemas de abastecimento direto e misto**. Disponível em: <https://www.projeto-civil.com/single-post/2017/12/18/Sistemas-de-abastecimento-Direto-e-Misto>. Acesso em: 16 jan. 2020.

TIGRE, **Manual técnico Tigre**. Disponível em: <http://tigre.com.br>. Acesso em: 18 jan. 2020.

TODAMATERIA. **Lençol freático**. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/lencol-freatico/>. Acesso em: 24 set. 2019

VIEIRA, Paulo César Corrêa. **Patologias em instalações hidro-sanitárias de edifícios residenciais na zona centro-sul de Manaus (AM): diagnóstico e terapia.** Belém-PA: UFPA, 2016.