CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Ariel de Godoy

PATOLOGIAS NAS INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS DE PRÉDIOS RESIDENCIAIS: REDES DE ÁGUA FRIA E ÁGUA QUENTE

Santa Cruz do Sul

2020

Ariel de Godoy

PATOLOGIAS NAS INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS DE PRÉDIOS RESIDENCIAIS: REDES DE ÁGUA FRIA E ÁGUA QUENTE

Trabalho de conclusão apresentado ao curso de Engenharia Civil da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC) para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof.º Msc. Cícero Pimentel Correa

SANTA CRUZ DO SUL

2020

RESUMO

O bom andamento de uma obra e o bom funcionamento de uma edificação depende de um conjunto de projetos e o empenho de diversas equipes para a execução. Neste trabalho foi abordado situações possíveis em relação ao projeto hidrossanitário, mais especificadamente no que se diz respeito a instalações de água quente e de água fria, e suas respectivas execuções. O sistema hidrossanitário é um dos sistemas de uma edificação que entra em contato direto com os usuários e o seu mau funcionamento acarreta alguns problemas no bem estar físico e psicológico dos moradores. Esta pesquisa teve como objetivo facilitar o reconhecimento das patologias que ocorrem nos sistemas de água fria e de água quente de prédios residenciais de Santa Cruz do Sul, consequentemente apontar as devidas medidas cabíveis para manutenção destas patologias e também, se possível, apontar alguma mudança de projeto que poderia evitar tais patologias. Para a coleta dos dados foi realizado consultas com uma empresa que faz a manutenção hidrossanitária em prédios da cidade, obtendo assim quais patologias ocorrem e quais as medidas adotadas para o conserto. Com o diagnóstico de casos de patologias nas instalações hidrossanitárias, é notável a importância de seguir as normas técnicas de desempenho, projeto e execução para evitar o maior número possível de problemas futuros.

ABSTRACT

The good progress of a work and the good functioning of a building depends on a set of projects and the commitment of several teams for the execution. In this work, possible situations were addressed in relation to the hydrosanitary project, more specifically with regard to hot water and cold water installations, and their respective executions. The hydrosanitary system is one of the systems of a building that comes into direct contact with users and its malfunction causes some problems in the physical and psychological well-being of residents. This research aimed to facilitate the recognition of the main pathologies that occur in the cold water and hot water systems of residential buildings in Santa Cruz do Sul, consequently pointing out the appropriate measures to maintain these pathologies and also, if possible, pointing out some design change that could prevent such pathologies. In order to collect the necessary data, consultations were carried out with a company that performs water-sanitary maintenance in buildings in the city, thus obtaining which pathologies occur and what measures are taken for the repair. With the diagnosis of pathologies and observing their causes, the importance of following the technical norms of performance, design and execution is noteworthy to avoid the greatest possible number of future problems.

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira do Normas Técnicas

NBR – Norma Técnica

VC – Monômero Cloreto de Vinila

PVC – Policloreto de Vinila

CPVC – Policloreto de Vinila Colorado

PPR – Polipropileno Copolímero Random

m.c.a. – Metros de Coluna D’água

ºC – Graus Celsius

GLP – Gás Liquefeito de Petróleo

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Aríete, arma antiga, utilizada hoje para simbolizar a pressão exercida pela água nas paredes das tubulações. 21
Figura 2 - Conexão terminal trincada por aperto excessivo. 23
Figura 3 - Desvio forçado na tubulação. 24
Figura 4 - Rachadura em reservatório de fibra. 26
Figura 5 - Reservatório sem limpeza periódica. 28
Figura 6 - Sistema de ventilação em rede de distribuição. 29
Figura 7 - Sinais de corrosão na tubulação de cobre. 37
Figura 8 - Tubo PPR deformado pela ação do sol. 38
Figura 9 - Fluxograma do trabalho. 40
Figura 10 - Desempenho do produto mediante a manutenção correta. 44
Figura 11 - Número de patologias por prédio 45
Figura 12 - Origens das patologias 46
Figura 13 - Joelho 45º quebrado no prédio GH 47
Figura 14 – Joelho 90º soldável com rosca 49
Figura 15 – Joelho 90º soldável com bucha de latão 49
Figura 16 - Condição do reservatório do prédio EA 50
Figura 17 - Pressurizador 52
Figura 18 - Válvula de descarga 53
Figura 19 - Registro de pressão 54
Figura 20 - Mecanismo danificado do prédio DH 55
Figura 21 - Obturador danificado do prédio RG 57
Figura 22 - Torneira boia 58
Figura 23 - Aquecedor de passagem digital 59
Figura 24 - Corrosão no tubo de cobre do prédio GH 61
Figura 25 - Furo na tubulação de cobre provocada por um parafuso, no prédio DH 62
Figura 26 - Vazamento na conexão PPR do prédio IA 63
Figura 27 - Tubo PPR com defeito de fabricação no prédio RG 64

Figura 28 - Flexível com defeito de fábrica no prédio RG 65
Figura 29 - Número de patologias em cada sistema. 66
Figura 30 - Frequência das patologias. 67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Temperaturas ideais para diferentes utilizações. 31
Tabela 2 - Tempo de uso dos prédios. 42
Tabela 3 - Porcentagem de tempo de uso. 42
Tabela 4 - Patologias registradas 45

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 10
1.1 Área e limitação do tema 11
1.2 Justificativa 11
1.3 Objetivos 12
1.3.1 Objetivo geral 12
1.3.2 Objetivos específicos 12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 13
2.1 A importância do projeto hidrossanitário 13
2.2 Instalação predial de água fria 15
2.2.1 Componentes da instalação predial de água fria 17
2.2.1.1 Tubulações 17
2.2.1.2 Louças e metais sanitários 18
2.2.1.3 Reservatórios 19
2.2.2 Principais patologias nas instalações prediais de água fria 20
2.2.2.1 Golpe de aríete 21
2.2.2.2 Rompimentos em pontos terminais 22
2.2.2.3 Rupturas em conexões por tensionamento 23
2.2.2.4 Rachaduras e trincas em reservatórios de fibra 25
2.2.2.5 Contaminação da água em reservatórios 26
2.2.2.6 Ar na tubulação 28
2.3 Instalação predial de água quente 30
2.3.1 Componentes da instalação predial de água quente 31
2.3.1.1 Tubulações 32
2.3.1.1.1 Cobre 32
2.3.1.1.2 CPVC 32
2.3.1.1.3 PPR 33
2.3.1.2 Aquecedores a gás 33
2.3.2 Principais patologias nas instalações prediais de água quente 35
2.3.2.1 Perda de calor nas tubulações de cobre 35
2.3.2.2 Corrosão nas tubulações de cobre 36
2.3.2.3 Deformações nas tubulações plásticas 37

3 METODOLOGIA 39
3.1 Caracterização da pesquisa..... 39
3.2 Delineamento da pesquisa..... 39
4 RESULTADOS E ANÁLISES 42
4.1 Patologias nas instalações prediais de água fria 46
4.1.1 Vazamentos na tubulação 46
4.1.2 Trincas em pontos terminais 48
4.1.3 Reservatórios em más condições 49
4.1.4 Ar na tubulação 50
4.1.5 Vibração na tubulação 51
4.1.6 Vazamentos nos chuveiros 53
4.1.7 Vazamentos nas válvulas de descarga 55
4.1.8 Vazamentos nas caixas acopladas..... 56
4.1.9 Falta d'água 57
4.1.10 Vazamentos nos ladrões dos reservatórios 58
4.2 Patologias nas instalações prediais de água quente 59
4.2.1 Aquecimento baixo 60
4.2.2 Vazamentos na tubulação 60
4.2.3 Vazamento em flexível..... 64
4.3 Análises..... 65
5 CONCLUSÃO E SUGESTÕES..... 68
5.1 Conclusão 68
5.2 Sugestões para trabalhos futuros..... 69
REFERÊNCIAS..... 70

1 INTRODUÇÃO

No início da civilização, o homem procurava construir suas moradias em locais próximos de rios e nascentes: as fontes de água. Com o passar do tempo, a possibilidade de ter acesso à água dentro de suas casas, trouxe uma facilidade enorme e conforto para as famílias. Hoje, um simples giro no volante de uma torneira ou um mero toque em um sistema de descarga, possibilitam que as instalações hidrossanitárias prediais garantam água com boa qualidade nos diversos cômodos das moradias e que assim, possam atender as necessidades diárias das famílias.

O sistema de abastecimento predial com água limpa, incolor, inodora, com controle de fluxo e regulagem de temperatura é um conceito bastante moderno, mesmo que os cuidados com a saúde, em relação ao abastecimento de água e saneamento básico, vêm de sociedades muito antigas.

Os sistemas de instalações hidrossanitárias, nos últimos dois séculos, vêm tendo uma significativa evolução tecnológica. Com muitas novidades chegando ano a ano, surgem as Normas Técnicas (NBR), de responsabilidade da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) com objetivos claros: padronizar, organizar e qualificar a elaboração de projetos hidrossanitários.

Hoje está em vigência a Norma de Desempenho NBR – 15575/2013 e com ela cresce as preocupações no mundo da construção civil. A NBR 15575/2013 foi criada com o propósito de demonstrar como os produtos usados em uma construção se relacionam com a qualidade de uso do imóvel depois. A Norma de Desempenho estabelece um alto nível de qualidade aos imóveis e os construtores devem se adequar a ele. Alguns prédios analisados neste estudo não são obrigados a atender a atual Norma. Mas vale alertar para os prédios com projetos aprovados a partir da data de sua vigência, que é 14 de julho de 2013.

A Norma NBR 15575/2013 diz que níveis de segurança, conforto e resistência devem proporcionar cada um dos sistemas que compõem um imóvel: estrutura, pisos, vedações, coberturas e instalações. Segundo o Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (2013), as regras privilegiam os benefícios ao consumidor e dividem responsabilidades entre fabricantes, projetistas, construtores e usuários.

1.1 Área e limitação do tema

Este trabalho foi desenvolvido na área de instalações hidrossanitárias, mais especificamente no que se refere a aprofundar o conhecimento nas patologias que ocorrem nos sistemas de água fria e água quente.

Para esta finalidade, inicialmente foi feito uma revisão bibliográfica consistente e depois foi realizado uma pesquisa em prédios residenciais de Santa Cruz do Sul, com o propósito de observar quais patologias temos presente nas instalações hidrossanitárias, possibilitando assim, a realização de análises das causas e apresentação das devidas soluções para tais. Esta análise foi feita com base nas seguintes normas da ABNT:

NBR 5626:1996 - Instalações prediais de água fria.

NBR 7198:1993 - Instalações prediais de água quente.

NBR 15575:2013 - Desempenho de edificações habitacionais.

1.2 Justificativa

As instalações hidrossanitárias, em um contexto histórico, sempre foram abordadas com menos importância dentro do ambiente da construção civil, dentre os motivos para isso está a diminuição de custos da obra e o fato de ser um sistema onde a maioria de seus componentes ficam ocultos e consequentemente não serão percebidos pelos usuários finais.

Muitas vezes, o proprietário, que é o cliente final, também não valoriza como deveria as instalações hidrossanitárias e acaba contribuindo para que os construtores realizem essa etapa da construção com um interesse menor, em comparação com as outras etapas da obra.

Até alguns anos, na cidade de Santa Cruz do Sul, as construções residenciais eram basicamente horizontais e unifamiliares, fazendo com que as patologias hidrossanitárias não tivessem uma manifestação muito grande, primeiro porque eram sistemas mais simples e depois porque não provocavam prejuízos consideráveis e nem cobranças à terceiros.

A partir dos anos 90, Santa Cruz do Sul teve um crescimento urbano notável e se iniciou a chamada verticalização na cidade. Prédios maiores começaram a ser construídos e cada vez mais aumentando o nível de padrão das edificações. Essas edificações exigem um sistema hidrossanitário mais sofisticado e eficaz, consequentemente, temos um número de patologias hidrossanitárias mais significativo e com grau de complexidade maior.

Atualmente, conhecer e diagnosticar corretamente as patologias hidrossanitárias se tornou uma necessidade básica na construção civil. Podendo ser prevista em projetos, esses sendo realizados com toda atenção e qualidade devida e também para que possam ser tomadas decisões certeiras no que se diz respeito a ações corretivas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Analisar as patologias nas instalações hidrossanitárias, suas causas e soluções, nas redes de água fria e água quente de 7 prédios residenciais na cidade de Santa Cruz do Sul.

1.3.2 Objetivos específicos

- Estudar as Normas Técnicas e suas especificações no que diz respeito a instalações prediais de água fria, água quente e de desempenho;
- Identificar as patologias que ocorrem nas instalações hidrossanitárias de 7 prédios residenciais de Santa Cruz do Sul;
- Entender as causas das patologias ocorridas;
- Conhecer a melhor solução para cada patologia identificada.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A importância do projeto hidrossanitário

O projeto hidrossanitário predial visa planejar a instalação do conjunto de tubulação, conexões, aparelhos e acessórios que compõem o sistema hidráulico da edificação. Este projeto prevê o abastecimento de água limpa em todos os apartamentos, direcionando a água que vem da concessionária até chegar nos pontos de uso de dentro dos apartamentos, o despejo das águas residuais, que leva todos os dejetos liberados dos ralos e bacias sanitárias, provenientes do uso diário, para a tubulação de esgoto público ou estação de tratamento própria e o afastamento das águas pluviais, direcionando toda água vinda das chuvas para a tubulação da rua.

“Entre os sistemas de uma edificação, o Hidrossanitário é o que mais está em contato com os seus usuários, e o seu mau funcionamento gera problemas sérios ao bem estar físico e psicológico do ser humano”. (Conceição, 2007).

Pensando economicamente, um projeto hidrossanitário bem elaborado, ajuda a reduzir custos na execução da obra, assim como gastos futuros. O desperdício de material durante a obra é muito comum e pode ser evitado ou reduzido se o instalador hidráulico tiver um projeto nas mãos, evitando também improvisos nas instalações. Olhando um pouco mais a frente, um sistema predial hidrossanitário em perfeito funcionamento e dentro das normas da ABNT, evita as indesejadas reformas desnecessárias de correção e garante o bom funcionamento dos ambientes.

Segundo um estudo realizado em 2006 pelo Corpo de Bombeiros do estado de Goiás, cerca de 75% das patologias da construção são provenientes de problemas relacionados com as instalações de água e esgoto. Ou seja, apenas um quarto das patologias de uma construção não são provenientes das instalações hidráulicas (Pacheco, 2016).

Toda edificação tem uma vida útil, e os sistemas prediais hidrossanitários não são diferentes. Em um determinado período, as instalações hidrossanitárias vão precisar de manutenção, e nessa hora, ter o projeto hidrossanitário guardado se torna indispensável porquê como a maior parte das instalações não ficam aparente e

a posição das caixas de inspeção, caixas de gordura e fossas sépticas, variam entre edificações, o projeto se torna o único guia possível para realizar as diversas manutenções e reparos necessários.

Construções feitas com materiais de baixa qualidade e não pensadas da forma certa são responsáveis por grandes desperdícios de água. Uma tubulação de água mal dimensionada pode acarretar vazamentos de água, causando mais consumo do que deveria. Esses problemas podem facilmente ser evitados com um projeto de instalações hidráulicas bem feito (Diógenes, 2017).

A sexta e última parte da NBR – 15575/2013, compreende às instalações prediais de água fria e água quente, esgoto sanitário e ventilação. Esses sistemas são responsáveis direto pelas condições de saúde e higiene exigidas em uma habitação.

A Norma de Desempenho visa garantir a segurança dos usuários contra acidentes, como o caso de queimaduras oriundas de instalações de água quente, devendo se harmonizar com a deformabilidade das estruturas, interações com o solo e características físico-químicas dos materiais de construção (Maia, 2013).

> O desempenho do sistema deve cumprir todos os requisitos, sem que para isso tenha de afetar outras questões, como o barulho excessivo em tubulações mal projetadas. Na economia, o projeto hidráulico tem que diminuir custos, mas sem esquecer de pensar a longo prazo. Alguns materiais e soluções podem até custar mais caros, porém, ao longo dos anos geram muita economia. Já a sustentabilidade vai em busca de minimizar os impactos da construção civil. Construções ecologicamente corretas já classificam um bom projeto hidráulico como uma das prioridades da obra (Núcleo Home, 2018).

“Inúmeras pesquisas já comprovaram que é mais econômico, e também mais seguro, executar corretamente na primeira vez para evitar gastos com reparação e intervenções ou retrabalhos”. (DÓREA, SANTOS, SALES, & SILVEIRA, 2010).

2.2 Instalação predial de água fria

Estudos arqueológicos nos mostram, por meio de vestígios, sistemas de canalização de água bem desenvolvido na antiguidade. Por volta de 2500 a.C., eram muito comuns, nas sociedades egípcia e chinesa, banhos e outros cuidados com higiene pessoal, sem falar nos banheiros, construído pelos egípcios, dentro das pirâmides. Outros antepassados, como o povo grego e romano, foram os precursores no uso de sistemas hidráulicos. Eles canalizaram águas pluviais (provenientes das chuvas) e fluviais (dos rios), conduzindo-as para as residências e para as termas. Com o passar dos anos, os avanços conquistados nos processos construtivos de obras residenciais, foram adquirindo elementos e sistemas que permitissem que a água disponível no meio ambiente fosse conduzida para qualquer lugar ou ponto de utilização, no interior das edificações.

A água é um elemento essencial para a vida de qualquer espécie e começou a ficar disponível dentro das residências, através de torneiras, chuveiros e muitos outros aparelhos que se tornaram parte importantíssima e indispensável de uma edificação residencial.

A instalação predial de água fria, (temperatura ambiente), é o conjunto de tubos, peças de utilização, dispositivos, equipamentos e reservatórios que tem como objetivo abastecer os pontos de utilização de água em uma edificação. Segundo (Pereira, Instalações Hidráulicas, 2019), o abastecimento de água fria pode ser classificado em três sistemas diferentes:

a) Direto: Os sistemas direto são abastecidos diretamente da rede pública para os pontos de utilização. Nesse sistema não é utilizado reservatórios. O baixo custo na obra é uma vantagem desse sistema, porém se houver interrupção na rede pública, a edificação toda fica sem água imediatamente.
b) Indireto: Nos sistemas indiretos é utilizado reservatórios, a água vinda da rede pública vai diretamente para os reservatórios e a partir deles que são abastecidos os pontos de utilização da edificação.
c) Misto: Já nos sistemas misto, a edificação é abastecida tanto pelo sistema direto, quanto o indireto. O abastecimento direto fica destinado a torneiras

externas, tanques e demais dispositivos do térreo. O sistema indireto fica encarregado de abastecer os demais pontos de utilização localizados nos outros andares, que não contam com pressão suficiente para serem abastecidos pelo sistema direto, e também os dispositivos de higiene, como chuveiros e torneiras internas.

A NBR 5626/1998 – Instalações Prediais de Água Fria estabelece exigências e recomendações em relação a projeto, execução e manutenção da instalação predial de água fria.

Conforme a NBR 5626/1998 – Instalações Prediais de Água Fria, as exigências e recomendações aqui estabelecidas emanam fundamentalmente do respeito aos princípios de bom desempenho da instalação e da garantia de potabilidade da água no caso de instalação de água potável e devem ser observados pelos projetistas, assim como pelos construtores, instaladores, fabricantes de componentes, concessionárias e pelos próprios usuários.

Esta mesma Norma ainda cita exigências para que as instalações de água fria sejam projetadas de modo que atendam os seguintes requisitos, durante a vida útil da edificação:

a) preservar a potabilidade da água;
b) garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade adequada e com pressões e velocidades compatíveis com o perfeito funcionamento dos aparelhos sanitários, peças de utilização e demais componentes;
c) promover economia de água e de energia;
d) possibilitar manutenção fácil e econômica;
e) evitar níveis de ruído inadequados à ocupação do ambiente;
f) proporcionar conforto aos usuários, prevendo peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação, com vazões satisfatórias e atendendo as demais exigências do usuário.

2.2.1 Componentes da instalação predial de água fria

É necessário um conjunto de tubos, conexões, registros, válvulas, dispositivos, louças e metais sanitários, para que uma instalação predial de água fria funcione perfeitamente e atenda todas as exigências e requisitos impostos pela Norma, NBR-5626/1998.

Todos os edifícios pesquisados possuem mais de 3 metros de altura, consequentemente, é necessário prever que são abastecidos de forma indireta, com utilização de reservatórios inferior, (cisterna) e reservatório superior, a partir do qual a água é distribuída para os pontos de consumo, através de uma rede de distribuição formada por barrilete, colunas de distribuição, ramais e sub-ramais.

2.2.1.1 Tubulações

Por muitos séculos, tubulações de água eram feitas de chumbo, devido à sua facilidade de processamento e durabilidade. O uso de tubos de chumbo foi uma causa de problemas de saúde devido à ignorância dos perigos do chumbo sobre o organismo humano, causando abortos e alta taxa de mortalidade de recém-nascidos.

Através de escavações, nas localidades das sociedades mais antigas, foi encontrado ruínas de instalações hidráulicas. Já foi encontrado tubos de cobre no Egito, resto de tubos cerâmicos na cidade de Kish, entre outros.

A história do PVC começou em 1835, quando o químico e inventor alemão Justus Von Liebig descobriu o monômero cloreto de vinila (VC). Desta época até a produção comercial do produto, foram anos: no Brasil, por exemplo, ela começou em 1954. De lá para cá, no entanto, a evolução foi constante e o PVC se tornou fundamental para a construção civil, (Krona, 2017).

O PVC possui muitas vantagens no que se diz respeito a tubulações de água fria e por esse motivo ele vem crescendo no mercado do ramo e substituindo os encanamentos feitos com outros tipos de materiais. Segue abaixo algumas das características do PVC, segundo (Vazamentos, c2020), que faz com que ele seja o material mais utilizado nesse segmento:

- é mais resistente ao desgaste, intempéries e outros agentes agressivos do que a maioria dos outros materiais usados para fazer tubos;
- é resistente a chamas. Se você queima um tubo de PVC flexível, ele queima na chama, mas não se queima. Portanto, se a chama for removida, o tubo para de queimar imediatamente;
- não permite desenvolvimento bacteriológico em sua superfície;
- não é influenciado por variações de temperatura;
- é um excelente isolante, pois seu coeficiente de condutividade térmica é muito baixo. É muito menor que o do alumínio.;
- é leve e muito fácil de instalar;
- é facilmente maleável;
- não é poroso;
- não contém chumbo;
- são 100% recicláveis. Eles são ecológicos porque respeitam o meio ambiente;

2.2.1.2 Louças e metais sanitários

Nas cidades greco-romanas da antiguidade, os sanitários públicos eram todos em conjunto, sem repartições individuais, e sempre havia um córrego ou uma vala de água próximo, para os usuários fazerem suas abluções. Próximo do século XX foi lançado os primeiros vasos com sifão. O sifão é integrado ao vaso e tem a função de deixar uma certa quantidade de água acumulada no vaso sanitário para que não volte odores da tubulação através do próprio vaso. Então, só a partir do lançamento dos vasos sanitários com sifão, foi possível a utilização de banheiros, com vaso sanitário, dentro das residências.

A instalação das louças e metais sanitários é a última parte a ser executada do projeto de instalações hidrossanitárias. As louças, (cubas de banheiros, vasos sanitários, bidês e tanques), e os metais, (torneiras, cubas de cozinhas, tanques e acessórios), têm como função atender as necessidades dos usuários, facilitar a utilização da água para higiene pessoal, entre outras utilidades possíveis no dia a dia.

Além de dar praticidade e conforto para os usuários, os fabricantes de louças e metais sanitários precisam focar também no design, este é um quesito que tem se tornado cada vez mais importante na execução de projetos.

2.2.1.3 Reservatórios

Os reservatórios de água potável constituem uma parte crítica da instalação predial de água fria no que diz respeito à manutenção do padrão de potabilidade. Por este motivo, atenção especial deve ser dedicada na fase de projeto para a escolha de materiais, para a definição da forma e das dimensões e para o estabelecimento do modo de instalação e operação desses reservatórios (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1998).

A mesma Norma citada anteriormente traz exigências quanto a utilização de reservatórios de água potável, para que seja possível a preservação o padrão de potabilidade. As exigências são:

a) Não devem transmitir gosto, cor, odor ou toxicidade à água nem promover ou estimular o crescimento de microorganismos.
b) O reservatório deve ser um recipiente estanque que possua tampa ou porta de acesso opaca, firmemente presa na sua posição, com vedação que impeça a entrada de líquidos, poeiras, insetos e outros animais no seu interior.
c) Tendo em conta a possibilidade de ocorrência de condensação nas superfícies internas das partes do reservatório que não ficam em contato permanente com a água, cuidados devem ser tomados quanto aos materiais utilizados, tendo em vista o risco de contaminação.
d) O reservatório deve ser construído ou instalado de tal modo que seu interior possa ser facilmente inspecionado e limpo.
e) O material do reservatório deve ser resistente à corrosão ou ser provido internamente de revestimento anticorrosivo.
f) Não deve ser apoiado no solo, ou ser enterrado total ou parcialmente, tendo em vista o risco de contaminação proveniente do solo, face à permeabilidade das paredes do reservatório ou qualquer falha que

> implique a perda da estanqueidade. Nos casos em que tal exigência seja impossível de ser atendida, o reservatório deve ser executado dentro de compartimento próprio, que permita operações de inspeção e manutenção, devendo haver um afastamento, mínimo, de 60 cm entre as faces externas do reservatório (laterais, fundo e cobertura) e as faces internas do compartimento.

A Norma ainda estabelece um padrão para dimensionamento dos reservatórios a fim de garantir o abastecimento completo na edificação por 24 horas, sem considerar o volume de água destinando ao combate a incêndio.

2.2.2 Principais patologias nas instalações prediais de água fria

Mesmo com todo progresso tecnológico e científico na construção civil, ainda é perceptível o crescimento do número de edificações que denotam problemas diversos devido à presença de manifestações patológicas. Muitas são as origens do aparecimento das manifestações, dentre as quais: erros na concepção de projeto, ausência de manutenção periódica, utilização inadequada por parte dos usuários, falhas durante o processo executivo, uso de materiais inadequados, entre outras (Santos, Silva, & Nascimento, 2017).

Mesmo sabendo das possíveis complicações futuras, o projeto hidrossanitário muitas vezes não recebe a devida atenção, isto tem alguns motivos e é fácil de entender o porquê. Pelo lado do construtor, a ideia é diminuir custos utilizando materiais com qualidade inferior. Já vendo com os olhos do usuário, este tende a não se preocupar muito com a instalação hidrossanitária, já que a mesma vai ficar praticamente toda oculta após término da obra e tende também a aceitar a execução sem projetos auxiliares, para diminuir o seu gasto com a mão de obra.

Por isso, os profissionais da área precisam conhecer profundamente as causas desses problemas que aparecem durante a execução da obra ou durante o uso do edifício após a obra concluída, para que seja possível traçar um perfeito diagnóstico e assim propor as melhores soluções técnicas para esses problemas (Carvalho Jr., 2013).

2.2.2.1 Golpe de aríete

Aríete é uma arma utilizada nas idades Antiga e Média, por civilizações gregas. Era montada dentro de uma carroça, um tronco de madeira muito resistente ficava preso por correntes junto ao teto do veículo, fazia o movimento de pêndulo e na ponta do tronco era fixado uma testa de ferro ou bronze, como mostra a Figura 1. A aríete era usada para derrubar muralhas e portões, era capaz de derrubar seções inteiras de paredes dependendo do seu tamanho.

Figura 1 - Aríete, arma antiga, utilizada hoje para simbolizar a pressão exercida pela água nas paredes das tubulações.



Fonte: Hidráulica (2005)[1]

O fenômeno patológico Golpe de Aríete ocorre quando o fluxo da água é interrompido bruscamente, seja por fechamento de um registro, uso de uma válvula de descarga, entre outros.

“Este fenómeno é denominado "golpe de aríete" porque os picos de pressão são frequentemente acompanhados por um ruído que dá a impressão de haver algo semelhante a um aríete a bater na tubagem.” (Grundfos, s.d.).

O golpe de aríete pode causar problemas gravíssimos no sistema hidrossanitário de prédios residenciais. Dependendo da pressão e velocidade da água, este fenômeno pode provocar trincas e rachaduras nas tubulações, mais especificamente nas conexões de 90º. Também podendo desconectar peças,

[1] Disponível em: <https://www.caleffi.com/sites/default/files/certification_contracts/hidraulica_23.pdf > Acesso em Abril. 2020.

provocando, nos dois casos, vazamentos. Outro problema causado pelo golpe de aríete são os ruídos nas tubulações, esses ruídos prejudicam muito o sossego dos moradores, pois podem ser bem altos e como as tubulações ficam dentro das paredes da edificação, causa uma sensação das paredes estarem tremendo.

Em prédios residenciais, o golpe de aríete é mais comum ocorrer em ramais que alimentam os vasos sanitários, com o uso de válvulas de descarga e nos andares mais baixos, onde a pressão é mais alta. Isto ocorre quando a válvula de descarga está desregulada e já não controla mais perfeitamente o seu fecho. A solução deste problema pode ser feita, por profissionais da área, de duas maneiras:

- Abrir e regular a válvula com defeito;
- Fazer a substituição da válvula com defeito por uma nova, talvez mais moderna, que controle com perfeição o seu fecho.

2.2.2.2 Rompimentos em pontos terminais

A busca incansável por economia na construção civil traz problemas que na maioria das vezes não são sentidos durante a execução da obra, mas somente depois que a obra estiver concluída. O uso de materiais de baixa qualidade é uma prova de que o projeto hidrossanitário, muitas vezes, é deixado de lado.

O rompimento de pontos terminais é bastante comum e ocorre quando a obra já está concluída, quando se entra na parte de instalações das louças e metais sanitários. Esta patologia pode ser causada em razão da qualidade inferior do produto, ou também pela falta de qualificação do profissional responsável pelas instalações dos aparelhos sanitários. Ela acontece quando o profissional retira os tampões, deixados pelos profissionais que executaram a obra, e faz a instalação de torneiras, engates flexíveis, entre outros. Nesta etapa, é possível o rompimento da conexão que está embutida na parede e que possuí rosca, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Conexão terminal trincada por aperto excessivo.



Fonte: Patologias em instalações hidráulicas prediais[2]

A causa mais comum para esta patologia é o aperto excessivo na hora de fazer a instalação de algum aparelho sanitário, seja pelo uso de ferramentas inadequadas para tal serviço ou por despreparo do profissional.

Se esta ruptura ou trinca não for detectada no momento do ocorrido, o usuário terá problemas de vazamento que podem até ser despercebidos a curto prazo, mas que futuramente aparecerão em manchas na parede ou mofos em armários.

Para esta situação, temos uma única solução possível para que o problema seja resolvido em definitivo, a substituição da conexão danificada. Este conserto, na maioria das vezes, implica na perda de azulejos e reformas em uma pequena área da parede, onde está embutida a peça.

2.2.2.3 Rupturas em conexões por tensionamento

Todo o conjunto de tubos e conexões de um sistema hidrossanitário deve estar completamente alinhado para a segurança do próprio sistema. Os fabricantes fornecem conexões de 90º e 45º, além de curvas de transposição, para que os instaladores hidráulicos consigam contornar qualquer tipo de obstáculo sem comprometer a tubulação hidráulica.

O projeto hidrossanitário, neste caso, é importantíssimo porque pode prever as dificuldades que os instaladores irão encontrar e antes de começar a obra, o

[2] Disponível em: <https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2013/10/patologias-em-instalacoes-hidraulicas-prediais.pdf > Acesso em Abril. 2020.

engenheiro pode determinar, no projeto, qual o local mais interessante de passar tal tubulação para que não tenha uma perda de carga significativa e para que o sistema não fique desalinhado. Um projeto mal elaborado pode provocar problemas para o instalador hidráulico, que por sua vez precisará improvisar na obra, e isto pode resultar em desvios forçados na tubulação, conforme podemos ver na Figura 3, colocando parte do sistema em apuros.

Figura 3 - Desvio forçado na tubulação.



Fonte: Patologias em instalações hidráulicas prediais[3]

Este tipo de situação, agravado com uma alta pressão no sistema hidráulico, pode ocasionar rupturas de conexões por tensionamento. Isto ocorre porque as curvas não ficam perfeitamente alinhadas e em algum local uma peça sofrerá esta força exercida pelo restante da tubulação. Geralmente a peça que rompe está embutida, seja no piso, parede ou laje, com isso ela fica fixa e assim não permite que a conexão siga o desalinhamento da rede, ocasionando a ruptura desta conexão.

Para não ter esse problema, vale investir em um projetista bem qualificado e depois em uma equipe de instaladores hidráulicos competentes, assim evita a necessidade de improvisações e consequentemente erros na instalação.

[3] Disponível em: <https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2013/10/patologias-em-instalacoes-hidraulicas-prediais.pdf>. Acesso em Abril. 2020.

Para a correção da patologia citada é necessária a substituição de toda parte do sistema que não esteja alinhada, sendo ela tubos e conexões. Eliminamos o risco de tensões excessivas nas conexões a partir do momento em que todo o conjunto de tubos e conexões estiverem alinhados, seja em 90º ou 45º, essas curvas sendo feitas com as devidas conexões e não feitas improvisadas em obra.

2.2.2.4 Rachaduras e trincas em reservatórios de fibra

Os reservatórios são importantíssimos para o pleno funcionamento do sistema hidrossanitário de uma edificação e necessita de cuidados, desde a escolha de qual reservatório utilizar até o fim de sua vida útil, para que não interfira na saúde de quem usufruir da água cedida por eles.

Até alguns anos atrás não se tinha muitas opções de materiais para caixas d'água e a maioria dos reservatórios eram feitos de amianto. Em 2017 a comercialização do amianto foi proibida no Brasil, segundo o site (Diário X, 2017), o amianto é uma fibra altamente cancerígena, se sua poeira é inalada, pode causar, a longo prazo, câncer de pulmão e outras enfermidades.

Hoje, no Brasil, os reservatórios mais utilizados são fabricados em fibra de vidro ou polietileno. O polietileno é bastante utilizado para reservatórios com pouco volume de água, é bem resistente, leve e seu manuseio é muito fácil. As caixas d'água de polietileno são mais comuns em residências unifamiliares, por suas dimensões serem limitadas. Já nos prédios residenciais multifamiliares, os reservatórios em fibra de vidro predominam. Os reservatórios de fibra possuem uma capacidade grande de armazenamento, seus volumes variam de 100 litros até 30.000 litros. Os fabricantes garantem que os materiais utilizados para a fabricação dos reservatórios são extremamente resistentes e nocivos à saúde humana, porém necessitam de cuidados na instalação e na manutenção dos mesmos.

Quanto a instalação dos reservatórios, tanto de fibra quanto de polietileno, é preciso adotar algumas medidas para o bom funcionamento e para a durabilidade do produto. O transporte do reservatório de fibra é uma etapa crucial para que ela chegue sem danos na obra, a fibra não resiste a grandes impactos, principalmente quando possui grandes dimensões. O assentamento do reservatório é a principal

etapa da instalação, esse é o maior causador de patologias nos reservatórios de fibra. O reservatório deve ter sua base inteira assentada em uma superfície plana, rígida e sem qualquer irregularidade. A Figura 4 mostra uma rachadura próximo à uma das saídas de água de um reservatório de fibra, ocorrida porque o reservatório foi instalado em uma superfície com dimensões menores que o próprio reservatório.

A fibra tem uma vantagem sobre o polietileno no quesito conserto, se o reservatório de polietileno rachar, a única solução é substituí-lo por um novo, já a fibra permite que seja feito reparos no reservatório e é fácil de encontrar, no comércio do ramo, kits de reparo para qualquer objeto fabricado em fibra, porém é imprescindível a construção de uma base adequada para o reservatório, diminuindo as chances de o problema voltar a acontecer futuramente.

Figura 4 - Rachadura em reservatório de fibra.



Fonte: O autor (2020)

2.2.2.5 Contaminação da água em reservatórios

A norma brasileira ABNT - NBR 5626/1998 estabelece exigências a fim de garantir, entre outras coisas, a potabilidade da água. Segundo a mesma norma, “a potabilidade da água não pode ser colocada em risco pelos materiais com os quais estará em contato permanente.”

“Os reservatórios dos edifícios, além de garantir a continuidade do fornecimento de água, tem função determinante para a garantia da sua potabilidade.” (Vieira, 2016).

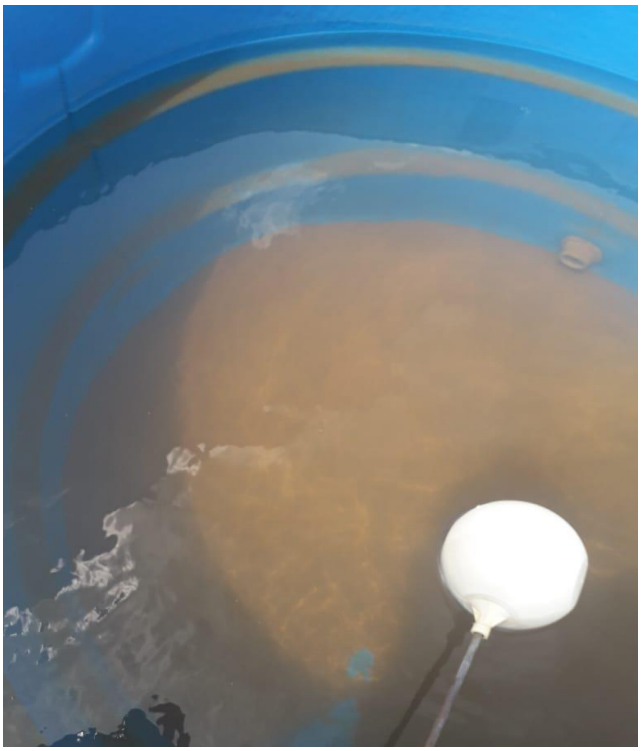
Um dos fatores negativos no uso de reservatórios é necessidade de manutenção periódica, essa manutenção se faz necessária pela fácil contaminação da água através dos reservatórios. É obrigação dos administradores de condomínio garantir a manutenção preventiva dos reservatórios, assim como as instalações prediais num todo, para que seja prevenida qualquer possibilidade de contaminação da água que será utilizada no edifício.

“A água potável proveniente da rede pública ou outra fonte de abastecimento deve, no mínimo, atender ao padrão de potabilidade estabelecido na Portaria nº 36 do Ministério da Saúde”, diz a ABNT - NBR 5626/1998.

> Uma das formas mais comuns de contaminação está relacionada com as condições da tubulação de extravasão. A norma SABESP NTS 023 indica que a tubulação extravasora deve ser prevista para cada câmara e descarregando diretamente em canalizações próprias para tal, as quais, juntamente com os dispositivos de ventilação, devem estar totalmente protegidas para que seja impedida a contaminação do reservatório por meio do refluxo de água contaminada, ou ainda, pela entrada de insetos e animais. (Vieira, 2016)

A principal causa de contaminação da água em reservatórios de edifícios residenciais é a negligência dos responsáveis pela manutenção periódica, na Figura 5 temos um exemplo de negligência por parte do responsável pela manutenção do prédio, que não fez a limpeza periódica e permitiu que a água ficasse completamente suja, colocando a saúde dos usuários em risco. Os reservatórios geralmente ficam em locais estrategicamente escondidos e por isso, muitas vezes acabam sendo esquecidos. Especialistas e profissionais da área recomendam que a limpeza dos reservatórios seja feita, no mínimo, duas vezes ao ano, para garantir a qualidade da água oferecida aos usuários.

Figura 5 - Reservatório sem limpeza periódica.



Fonte: O autor (2020)

Para não correr riscos de contaminação é extremamente importante manter a caixa limpa, realizando as limpezas periódicas de acordo com o recomendado, sempre se certificar de que a tampa fique bem colocada, vedando completamente a caixa e fazer a instalação correta da tubulação do extravasor, evitando a entrada de inseto e animais indesejados.

2.2.2.6 Ar na tubulação

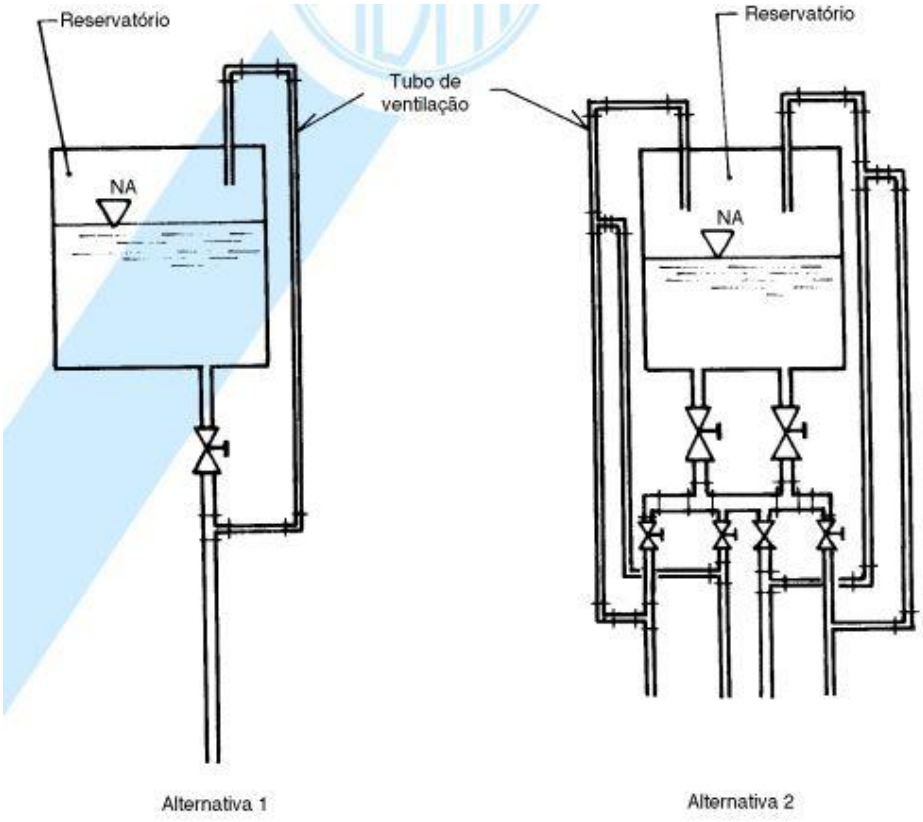
A incidência de ar na rede de água fria é um problema frequente nos prédios residenciais, pode ter causas variadas e provocar muitos incômodos ao usuário. O traçado do sistema de água fria pode ser determinante para a inibição desta complicação. Se o projetista não se preocupa com isso antes da execução e desenha o sistema com muitas curvas, pode estar contribuindo para que se forme bolsas de ar dentro da tubulação de água, causando algum desconforto futuro ao seu cliente.

Segundo a Norma NBR 5626/1998, alguns casos em edifícios de diversos pavimento alimentados por sistema indireto a partir de um reservatório superior, pode apontar a necessidade de instalação de um dispositivo quebrador de vácuo ou ventilação na rede de distribuição. A Figura 6 nos mostra um esquema de como deve ser feita a instalação de um sistema de ventilação na rede de distribuição.

Esta patologia geralmente acontece quando os reservatórios são esvaziados por completo, seja para limpeza ou por falta de abastecimento pela concessionária, e a instalação não conta com um sistema de ventilação.

Os principais sintomas provocados por ar na tubulação é a baixa da pressão da água nos pontos de utilização (torneias, chuveiros, etc.) ou até mesmo a ausência de água, isto acontece porque as bolsas de ar que se formam no interior dos tubos bloqueiam, parcialmente ou totalmente, a passagem de água.

Figura 6 - Sistema de ventilação em rede de distribuição.



Fonte: ABNT NBR 5626 – Instalação Predial de Água Fria (1998)

O ar no encanamento provoca incômodos para os usuários, as vezes incômodos leves e outras vezes consequências mais graves. Nos casos mais leves, os usuários sentirão a falta de pressão nas torneiras e demais aparelhos sanitários, mas logo o abastecimento volta ao normal, regularizando as pressões. Nos casos mais graves, os consumidores poderão ficar por um longo tempo sem a pressão e vazão devidas e isto pode acarretar a queima de chuveiros e torneiras elétricas, e ainda poderão ficar completamente sem água nas suas moradias, até que o problema seja resolvido e o ar expulso da tubulação.

Dependendo da gravidade da situação, temos diferentes soluções. Em algumas situações de casos mais leves, no ingresso de pouco ar na rede, o problema é resolvido automaticamente ao abrir alguma torneira da edificação. A abertura de uma torneira, em um ponto baixo do sistema, pode expulsar o ar da rede sem precisar de manutenções mais pesadas. Nas situações mais graves, pode ser necessária a instalação de uma bomba para dar pressão na rede, é necessário manter pelo menos um ponto da rede aberto no momento que a bomba for acionada para expulsar o ar à força.

2.3 Instalação predial de água quente

Sistemas de água quente nas residências muitas vezes nos parece sinônimos de luxo e tecnologia, mas são mais antigos do que imaginamos. Por volta de 100 a.C., na cidade de Roma, além de suas extensas redes de drenagem, possuía também redes prediais de água muito bem desenvolvidas, construídas de chumbo e cobre.

Por volta do ano 300 d.C., existiam em Roma mais de 300 banhos públicos. As termas eram construções sofisticadas, com piscinas de água quente, morna ou fria, ao lado de salas para a prática de esportes e massagem, (Silva, s.d.).

Antigamente, as tubulações de água quente eram feitas em tubos metálicos, sendo a grande maioria de cobre. Até poucos anos atrás, o cobre ainda era o material mais utilizados para instalações prediais de água quente, mas está sendo substituído pelos novos materiais fabricados, o CPVC (Policloreto de Vinila Clorado) e o PPR (Polipropileno Copolímero Random).

A NBR 7198/1993 – Instalações Prediais de Água Quente faz algumas exigências para que a rede de água quente seja projetada e executada de forma a:

a) Garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade suficiente e temperatura controlável, com segurança, aos usuários, com as pressões e velocidades compatíveis com o perfeito funcionamento dos aparelhos sanitários e das tubulações;
b) Preservar a potabilidade da água;
c) Proporcionar o nível de conforto adequado aos usuários;
d) Racionalizar o consumo de energia.

Existem vários tipos de aquecimento de água que necessitam de uma tubulação própria para a água quente, os mais comuns são o aquecimento a gás com a utilização de aquecedores de passagem, o aquecimento a gás com acumuladores e o sistema de aquecimento solar com o uso de placas solares. A Tabela 1 mostra as temperaturas ideias para cada tipo de utilização.

Tabela 1 - Temperaturas ideais para diferentes utilizações.

Tab. Uso de água quente – Temperaturas convenientes	
Uso pessoal em banhos e higiene	35°C a 50°C
Em cozinhas	60° C a 70°C
Em lavanderias	75° C a 85°C
Em finalidades médicas	100° C

Fonte: (Carvalho Jr., 2013)

2.3.1 Componentes da instalação predial de água quente

Assim como a água fria, a instalação predial de água quente é um conjunto de tubulação, conexões, válvulas, registros e dispositivos necessários para que a instalação atenda as exigências da NBR 7198/1993.

O sistema de aquecimento de água mais utilizado nos prédios residenciais é o aquecimento a gás, sendo de responsabilidade do usuário definir e adquirir o seu próprio aquecedor, seja de passagem ou de acumulação. A NBR 7198/1993 exige a instalação de misturadores quando houver a possibilidade da água fornecida ao ponto de utilização para uso humano, ultrapassar os 40º.

2.3.1.1 Tubulações

Por muito tempo o cobre era a única solução para tubulações de água quente e até hoje ainda é muito utilizado. Com a chegada do CPVC e do PPR, o cobre vem perdendo seu espaço na construção civil.

2.3.1.1.1 Cobre

O cobre tem alguns pontos negativos nas instalações de água quente que fizeram com que os fabricantes buscassem novas possiblidades para melhorar e facilitar esta instalação, segue abaixo algumas complicações na utilização do cobre nas instalações de água quente:

- O cobre é um material caro. Muitas vezes os tubos de cobre eram roubados nas obras, além de elevar significativamente o custo da edificação.
- A instalação é lenta e necessita mão de obra bem qualificada, pois cada conexão precisa ser soldada individualmente.
- Necessita isolamento térmico em toda a tubulação, já que os metais têm alta condutividade térmica e trocam muito calor com o ambiente.
- Os metais oxidam com o tempo, liberando material na água e assim diminuindo sua vida útil.

Hoje, algumas edificações mais antigas já estão providenciando a troca da tubulação de cobre por um sistema mais moderno e as obras novas já estão executando a rede de água quente em CPVC ou PPR, diminuindo custos na obra e aumenta a vida útil da tubulação.

2.3.1.1.2 CPVC

O CPVC é muito parecido com o PVC utilizado na água fria e possui características semelhantes ao mesmo como a resistência à corrosão, entre outras. A principal diferença do CPVC em relação ao PVC é o aumento do cloro na

composição química que garante uma resistência maior à pressões e temperaturas. A cor padronizada da tubulação de CPVC é a cor bege.

A principal vantagem do CPVC é a facilidade na instalação, suas uniões são feitas através de juntas soldáveis com a utilização de um adesivo especial, isso permite maior rapidez na execução. O CPVC ainda possui um custo muito menor se comparado ao cobre, o que agrada muito aos construtores.

2.3.1.1.3 PPR

Segundo o (GSD Engenharia, 2018), o PPR foi desenvolvido na Europa, em 1954 e é oriundo do Petróleo. Ele é uma última geração de copolímero, cujas unidades químicas não seguem qualquer sequenciação, dispondo-se ao acaso, sendo chamado de “copolímero aleatório ou randômico“. Assim como o CPVC, ele é um material que dispõe de grande resistência às altas temperaturas e pressões. A cor padronizada da tubulação de PPR, para água quente, é a cor verde.

A instalação de tubulações em PPR é um pouco diferente das demais, a união de suas conexões se dá através da termofusão e para isso é necessário a utilização de um termofusor. Com o termofusor, se aquece uma ponta do tubo e um lado da conexão, e depois une-se os dois tornando-se uma peça só.

A principal vantagem do PPR, além do seu baixo custo comparado ao cobre, é a enorme resistência às pressões e temperaturas. O PPR pode suportar uma pressão de 60 m.c.a. a uma temperatura de 95ºC enquanto o CPVC suporta a mesma pressão de 60 m.c.a. a uma temperatura máxima de 80ºC.

2.3.1.2 Aquecedores a gás

Conforme (Barion, 2018), os aquecedores a gás não são tão populares no Brasil como os chuveiros elétricos, porém isso está mudando. O aquecedor a gás é uma das formas mais comuns de tomar um banho agradável e confortável, isto porque eles possuem a capacidade de garantir temperaturas mais elevadas e mais estáveis do que os chuveiros elétricos.

Existem dois tipos de aquecedores a gás, os aquecedores de passagem e os aquecedores de acumulação. Os aquecedores de passagem funcionam com um sistema de serpentina, que aquecem a água gradualmente conforme ela passa pelo aparelho, por isso esse tipo não necessita de reservatórios no aquecedor. O site Clique Arquitetura (Voitille, 2012) nos traz algumas vantagens desse tipo de aparelho, são elas:

- O funcionamento é acionado quando um ponto de água quente é aberto;
- O acendimento é automático;
- Ocupa menor espaço físico;
- Durabilidade de 10 a 15 anos;
- Gasta até 30% menos gás em comparação com o aparelho por acumulação (o consumo depende da distância que o aparelho está do ponto de consumo – quanto maior a distância, maior é o consumo).

A desvantagem do aquecedor de passagem é que ele necessita de uma coluna d'água maior, geralmente de no mínimo 3 metros.

Como outra opção, temos os aquecedores a gás por acumulação, esses, como o próprio nome já diz, necessitam de um reservatório de acumulação. Neste tipo de aquecedor cada aparelho possui um cilindro vertical onde fica armazenada a água e onde a mesma é aquecida pela chama piloto. Essa chama fica acesa o tempo todo mantendo a água em aquecimento, o que mantém a temperatura dentro dos limites é uma peça chamada de termostato. A água quente, nos aquecedores de acumulação, é limitada e depende do tamanho do reservatório de acumulação.

As vantagens dos aquecedores por acumulação são:

- A água fica armazenada na temperatura determinada;
- Trabalha com uma coluna d'água menor (mínimo de 1,5 metros)

Os aquecedores de acumulação têm como desvantagens:

- Ocupa maior espaço físico;
- A água quente pode acabar durante a utilização, demorando um tempo até aquecer novamente;
- A chama piloto faz com que o aquecedor consuma mais gás.

2.3.2 Principais patologias nas instalações prediais de água quente

A falta de observação das normas pertinentes, bem como a má qualidade dos materiais utilizados na construção de edifícios, aliadas à eventual negligência dos construtores, podem ocasionar vícios e defeitos construtivos e, consequentemente, danos às edificações, (ConstruLiga, 2017).

Algumas patologias que ocorrem nas instalações prediais de água fria, podem acontecer igualmente nos sistemas de água quente, como é o caso do golpe de aríete e das rupturas em conexões por tensionamento.

2.3.2.1 Perda de calor nas tubulações de cobre

As tubulações metálicas possuem grande condutividade térmica e trocam muito calor com o ambiente, por isso quando usados para água quente, necessitam de um isolamento térmico.

> A ausência de isolamento térmico em certos tipos de tubulações potencializa o efeito da troca de calor com o ambiente, de modo que a água não fica aquecida por muito tempo. Diversos materiais estão disponibilizados no mercado para o isolamento térmico, entre eles, o polietileno expandido é o mais comum e evita perda significativa de calor, principalmente em tubulações metálicas como o cobre e ferro galvanizado. (Vieira, 2016)

Se o aquecedor a gás está funcionando perfeitamente e ainda assim a água não chega quente aos pontos de utilização, é necessário observar de que material é feita a tubulação de água quente e se for de cobre, garantir que existe um isolamento térmico. No caso de a tubulação ser de cobre e não existir um isolamento, a solução mais simples para este problema serie a instalação de algum tipo de isolamento térmico, a outra opção, um pouco mais complexa, seria a substituição de toda a tubulação de cobre por outro material como o CPVC ou o PPR.

2.3.2.2 Corrosão nas tubulações de cobre

“Corrosão significa um estado de deterioração dos metais, causado por oxidação ou por ação química” (Vazamentos, c2020).

“Tanto em condomínios antigos como em novos empreendimentos, o aquecimento de água é um dos itens essenciais em imóveis, e as instalações hidráulicas para o transporte da água quente são de fundamental importância” (Itamaro, 2014).

O cobre, por ser um metal nobre, possui boa resistência à corrosão, porém em contato com agentes químicos muito agressivos ele vai perdendo a sua resistência e sua capacidade de estancar a água. O processo de corrosão das tubulações de cobre pode acarretar diversos problemas para os usuários como gosto amargo na água, presença de metais tóxicos e manchas ao redor dos aparelhos sanitários.

A corrosão da tubulação de cobre ocorre em quase todos os prédios que já possuem uma certa idade e sempre gera transtornos aos responsáveis pela manutenção e aos moradores. O problema só é notado quando já existe vazamentos na tubulação e quando isso acontece, geralmente, uma grande parte da extensão da tubulação já está comprometida. “Um dos principais sintomas da corrosão do tubo são manchas azul-esverdeadas. A corrosão verde do tubo de cobre é causada pela dissolução do cobre dos tubos e depois depositada em outro local” (RW Engenharia, c2016). Na Figura 7 podemos ter uma noção dos sinais que a corrosão apresenta na tubulação de cobre.

Para solucionar esse defeito, quando grande parte da tubulação já foi afetada, é necessário fazer a substituição de todo o encanamento de cobre, instalando outro tipo de material para que não ocorra mais a mesma situação. Se foi verificado e constatado que somente um pequeno pedaço da tubulação está com defeito, é possível apenas consertar a parte comprometida e seguir com o cobre, ou ainda fazer a substituição por outro material apenas do pedaço com defeito.

Figura 7 - Sinais de corrosão na tubulação de cobre.



Fonte: (RW Engenharia, c2016)[4]

2.3.2.3 Deformações nas tubulações plásticas

Os sistemas prediais de água quente, independentemente dos materiais utilizados, são submetidos a grandes variações de temperaturas, que, inevitavelmente, provocam contrações e dilatações térmicas dos materiais (Tigre, 2011).

A NBR 7198/1993 estabelece que nenhum dos pontos de consumo da instalação predial de água quente tenha temperatura superior a 70ºC, independente do material de fabricação dos tubos e conexões utilizados no sistema.

Até o final dos anos 80, as tubulações de água quente eram feitas de material metálico, ferro galvanizado ou cobre, o que eliminava a possibilidade de deformações na tubulação.

As principais causas que levam a tubulação plástica de água quente se deformar e romper, são as pressões excessivas e as temperaturas muito elevadas. O mau funcionamento de peças pode acarretar nessas lesões nas tubulações, como o mau funcionamento de válvulas de alívio na saída dos aquecedores ou mau funcionamento das peças automáticas que ligam e desligam os aquecedores.

A tubulação plástica, quando exposta ao tempo e sem proteção, também pode sofrer danos pelas ações das intempéries, como sol forte ou chuvas e geadas.

[4] Disponível em: <https://www.rwengenharia.eng.br/corrosao-em-tubos-de-cobre/> Acesso em Maio. 2020.

A Figura 8 ilustra uma tubulação de PPR que ficou exposta ao tempo e sofreu deformações decorrentes do calor excessivo provocado pelo sol.

Figura 8 - Tubo PPR deformado pela ação do sol.



Fonte: O autor (2020).

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da pesquisa

O trabalho proposto tem como finalidade pesquisar o comportamento, as principais falhas construtivas e outras patologias que podem aparecer no decorrer do tempo, nas instalações de água fria e de água quente dos prédios residenciais de Santa Cruz do Sul. O presente trabalho busca apresentar e identificar as patologias existentes, e também investigar as causas que ocasionaram tal problema e consequentemente buscar a devida solução para o mesmo.

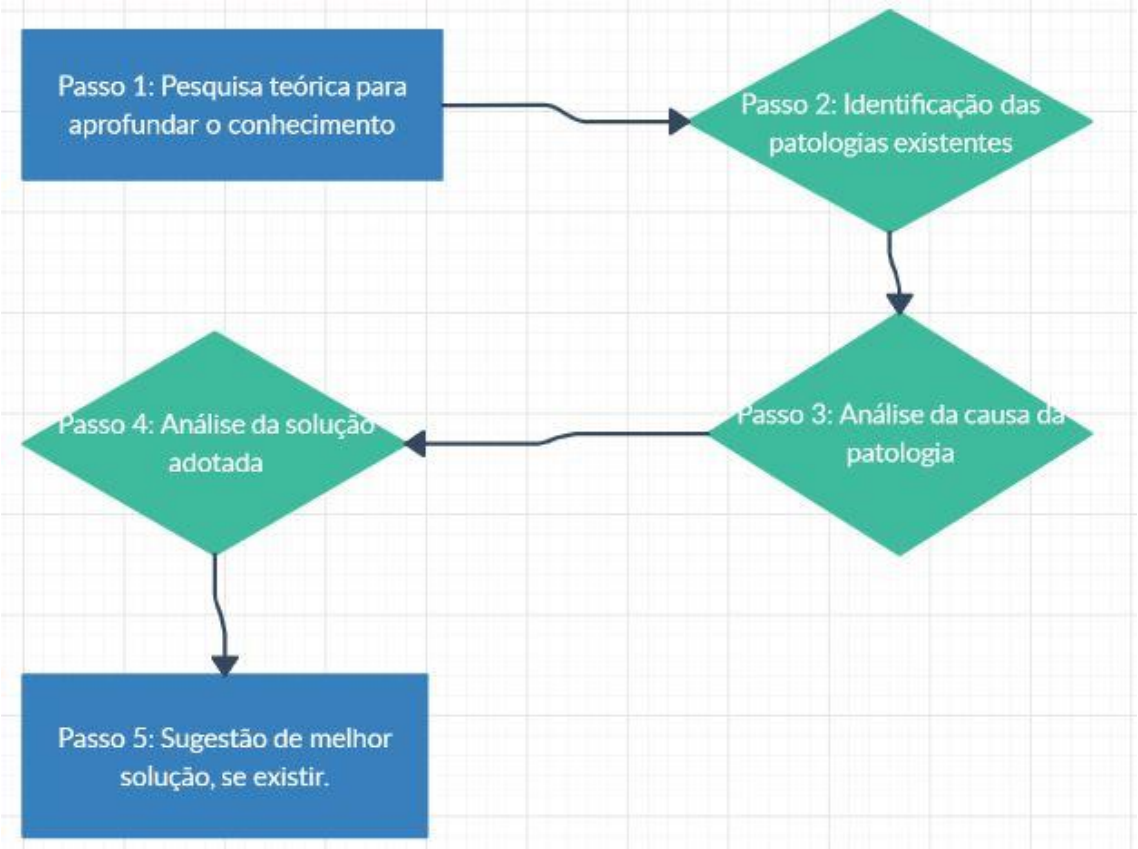
A presente pesquisa é enquadrada no caráter exploratório e explicativo. Exploratório porque o trabalho visa alcançar uma familiaridade maior com esta área da construção civil, que é as instalações hidrossanitárias, tornando mais clara a identificação das patologias e possibilitando uma correção mais eficiente. E explicativo porque a pesquisa, além de identificar, procura as causas dessas patologias, o porquê de ter acontecido os problemas identificados, possibilitando, desta maneira, uma correção permanente e evitando futuros problemas.

Para a realização do estudo das patologias hidrossanitárias em prédios residenciais de Santa Cruz do Sul foi utilizado a metodologia estabelecida para pesquisas de caráter qualitativa, para isso foi consultado e questionado uma empresa especializada em manutenção de sistemas hidrossanitários, onde foi possível identificar as principais patologias existentes em prédios residenciais da cidade, executado por construtoras diversas.

3.2 Delineamento da pesquisa

O trabalho de pesquisa e análises foi separado em 5 passos, como mostra o fluxograma (figura 9), e explicados individualmente em seguida, para melhor organização e entendimento do assunto abordado.

Figura 9 - Fluxograma do trabalho.



Fonte: O autor (2020).

Passo 1: Inicialmente foi realizado uma pesquisa consistente em referências bibliográficas sobre a história das instalações hidrossanitárias, materiais utilizados na sociedade antiga, nas edificações do século passado e atualmente, componentes de uma instalação hidrossanitária e as principais patologias existentes nos sistemas de água fria e de água quente.

Passo 2: Nesta etapa, foram identificadas as patologias nas instalações hidrossanitárias, que ocorrem em 7 prédios residenciais de Santa Cruz do Sul. Foi realizado uma consulta em uma empresa especializada e que presta serviço de manutenção hidrrosanitária, com a colaboração desta empresa foi possível fazer a identificação destas patologias. Em alguns casos, foi possível realizar visitas nos locais das patologias para acompanhamento da identificação.

Passo 3: Na terceira fase, foi o momento de descobrir as causas das patologias encontradas. Foi feito visitas aos locais dos problemas relatados e conversado com o técnico responsável pela manutenção para melhor entendimento do que estaria provocando tal patologia.

Passo 4: Nesta etapa foi realizado análises das soluções adotadas pelos responsáveis da manutenção.

Passo 5: E por fim, foi comparado as soluções adotadas com outras possíveis soluções, quando existir, para ver se a decisão tomada foi a melhor opção tendo em vista a solução definitiva das patologias analisadas.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

Através de consultas com uma empresa especializada em manutenção hidrossanitária foi coletado dados de 7 (sete) prédios residenciais de Santa Cruz do Sul, de 4 (quatro) construtoras diferentes. As construtoras foram identificadas com as letras A, B, C e D, já os edifícios identificados pelas suas iniciais, que são: GH, LM, DH, IA, EA, RG e OP. Abaixo, segue a tabela 2, identificando cada empreendimento, com suas respectivas construtoras e o tempo de uso de cada edifício.

Tabela 2 - Tempo de uso dos prédios.

Prédio	Construtora	Tempo de uso (anos)
GH	A	21
LM	B	17
DH	C	19
IA	B	10
EA	C	13
RG	D	2
OP	C	16

Fonte: O autor (2020)

Segundo a Norma de Desempenho NBR 15575/2013, a vida útil da estrutura de uma edificação residencial é de 50 anos, já das instalações hidrossanitárias é de 20 anos. Seguindo essa premissa segue abaixo outra tabela, Tabela 3, indicando o percentual de uso de cada edifício participante da pesquisa em relação à vida útil, tanto da estrutura quanto do hidrossanitário.

Tabela 3 - Porcentagem de tempo de uso.

Prédio	Construtora	Vida util estrutura (%)	Vida util hidrossanitário (%)
GH	A	42	105
LM	B	34	85
DH	C	38	95
IA	B	20	50
EA	C	26	65
RG	D	4	10
OP	C	32	80

Fonte: ABNT NBR 15575 – Norma de Desempenho (2013)

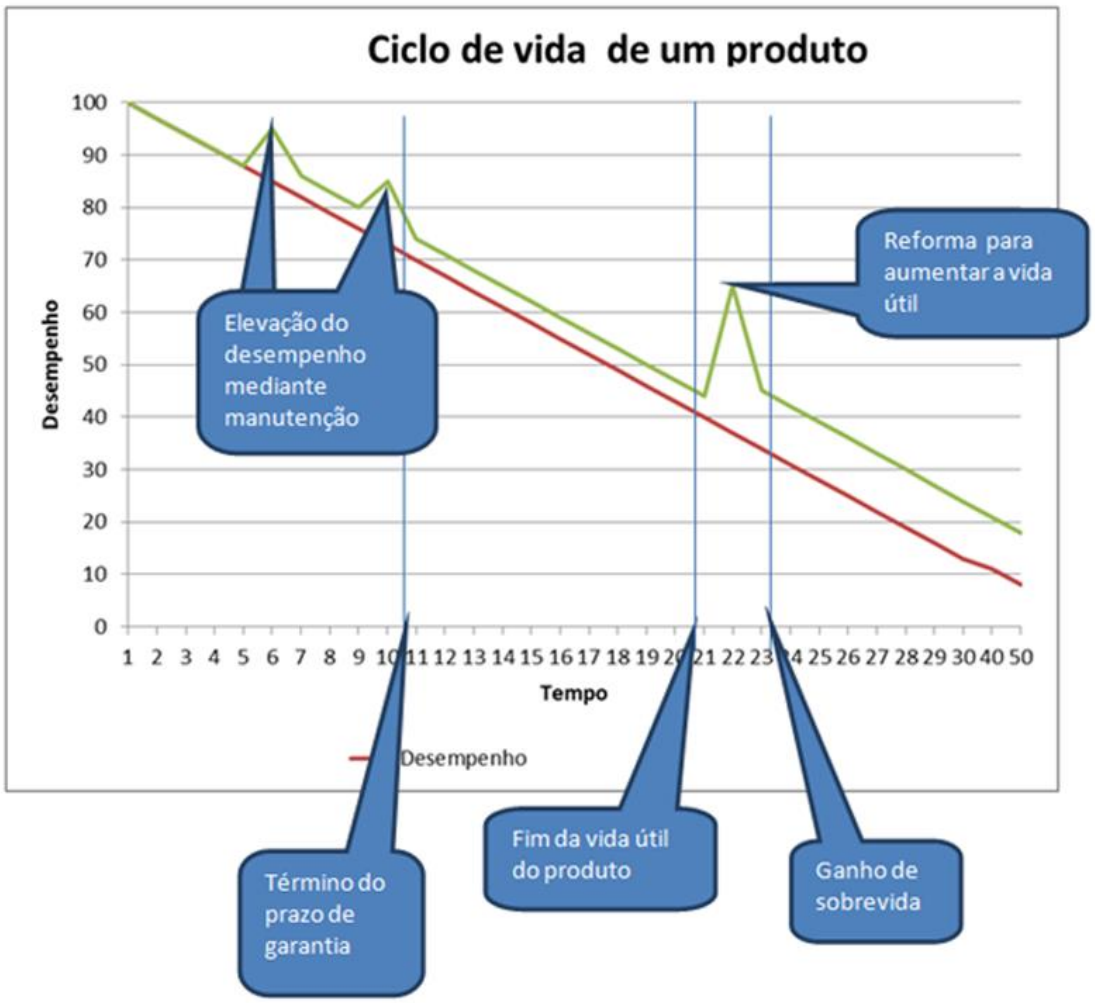
A ocorrência de patologias nas instalações hidrossanitárias pode se dar em decorrência de diversos erros ou falhas, como:

- Erros no projeto;
- Erros na execução;
- Deficiência na manutenção;
- Ausência de manutenção;
- Defeitos de fábrica nos componentes.

Exceto a NBR 15575/2013 – Norma De Desempenho, que tem validade para apenas um dos sete prédios em questão, todos os empreendimentos devem atender as seguintes normas: NBR-5626/1998 – Instalações Prediais de Água Fria e NBR – 7198/1993 – Instalações Prediais de Água Quente, para que a edificação tenha pleno funcionamento das redes de água fria e água quente.

Fazendo essa pesquisa, junto à empresa de manutenção, foram revelados diversos casos de insatisfação dos proprietários com as construtoras, em relação ao funcionamento das instalações hidrossanitárias. Em outros casos a origem das patologias não eram consequência de erros das construtoras, mas sim dos próprios proprietários que não fazem a devida manutenção nos aparelhos sanitários. É importante salientar que para o pleno funcionamento do sistema hidrossanitário e para o aumento da sua vida útil, é necessário realizar as manutenções preventivas de acordo com as recomendações dos fabricantes dos componentes. Na Figura 10, está mais claro o entendimento quanto a importância da manutenção no desempenho dos produtos, na figura temos o tempo indicado em anos e o desempenho indicado em porcentagem.

Figura 10 - Desempenho do produto mediante a manutenção correta.



5

Fonte: (Boscarriol Jr., 2020)[5]

A Tabela 4 indica as patologias que foram registradas durante a pesquisa nos 7 edifícios em questão, indicando quais patologias ocorreram em quais dos prédios.

[5] Disponível em: <https://www.direcionalcondominios.com.br/sindicos/roberto-boscarriol-jr/item/2589-inspecoes-e-laudos-de-manutencao-periodicos-obrigatorios-nas-edificacoes.html> Acesso em Setembro (2020).

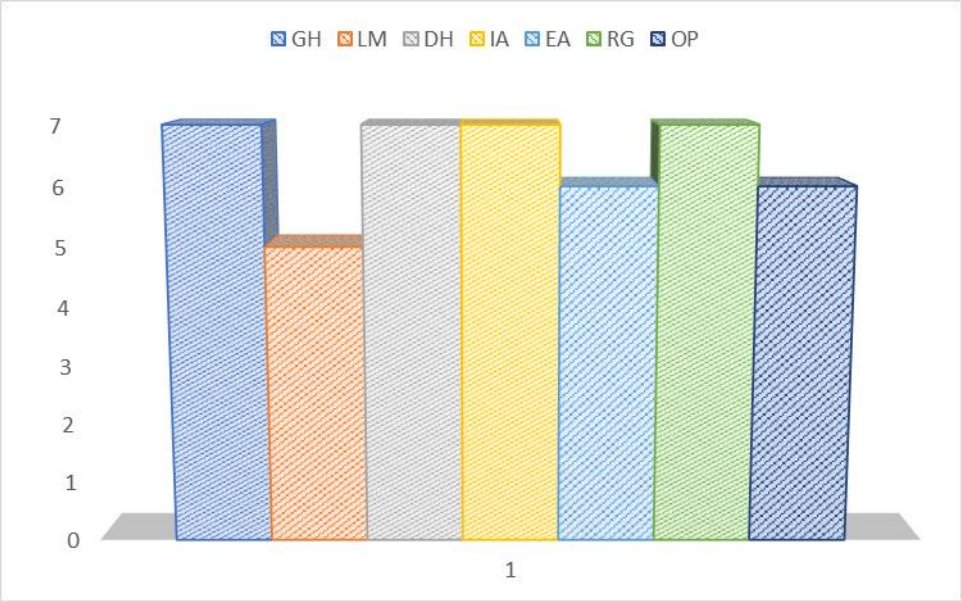
Tabela 4 - Patologias registradas

Descrição da patologia		GH	LM	DH	IA	EA	RG	OP
Vazamentos na tubulação	AF	X		X			X	X
Trincas em pontos terminais	AF	X	X			X		
Reservatórios em más condições	AF				X	X		
Ar na tubulação	AF				X		X	
Vibração na tubulação	AF		X				X	
Vazamentos nos chuveiros	AF	X	X	X	X	X		X
Vazamentos nas válvulas de descarga	AF	X	X	X				
Vazamentos nas caixas acopladas	AF				X	X	X	X
Falta d'água	AF			X	X	X		X
Vazamentos no ladrão da caixa d'água	AF	X		X	X	X	X	X
Aquecimento baixo	AQ	X	X	X				X
Vazamentos na tubulaçao	AQ	X		X	X		X	
Vazamento em flexível	AQ						X	

Fonte: O Autor (2020)

Abaixo, na Figura 11, segue um gráfico indicando o número total de patologias registradas em cada um dos prédios.

Figura 11 - Número de patologias por prédio

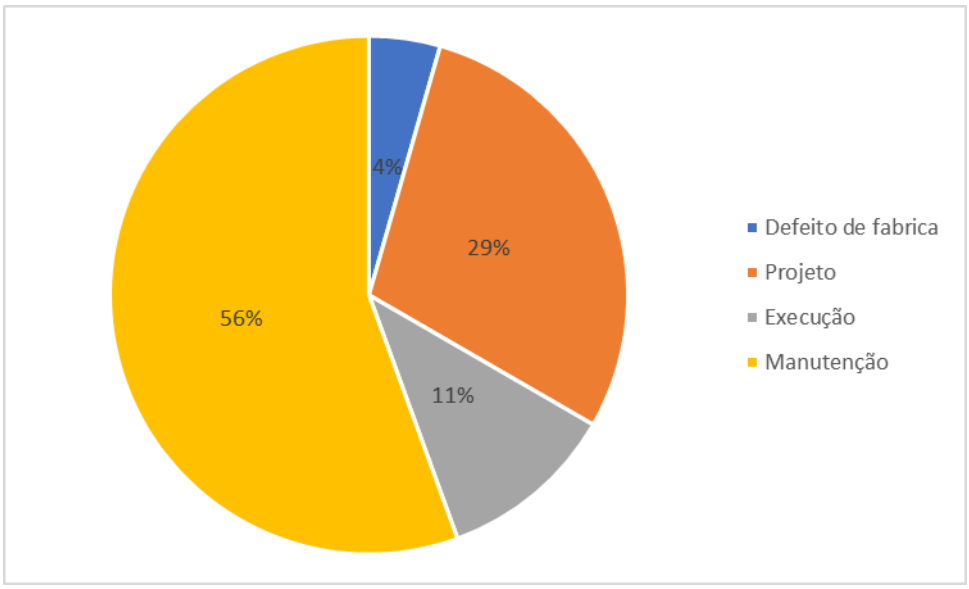


Fonte: O Autor (2020)

As patologias registradas têm origens no projeto, na execução, na manutenção e na própria fábrica dos componentes, abaixo segue a Figura 12 que

indica a porcentagem correspondente de cada uma dessas origens em relação às patologias dos prédios pesquisados.

Figura 12 - Origens das patologias



Fonte: O Autor (2020)

4.1 Patologias nas instalações prediais de água fria

As instalações prediais de água fria dos edifícios pesquisados foram todas executadas com tubulação e conexões de PVC rígido do tipo soldável. Os tubos e conexões de PVC para água fria são fabricados de acordo com a NBR – 5648, que tem como sua última versão a NBR – 5648 / 2018.

Todos os sete prédios pesquisados possuem o sistema indireto de abastecimento, porém cinco deles têm reservatórios inferiores, superiores e um sistema de bombeamento de recalque, também chamado de sistema elevatório e os outros dois prédios, que são menores, possuem apenas reservatórios superiores.

4.1.1 Vazamentos na tubulação

Na pesquisa realizada junto à uma empresa que presta serviços de manutenção hidrossanitária foi diagnosticado vazamentos nas tubulações de água

fria de quatro prédios entre os sete participantes. Foram eles os prédios GH, DH, RG e OP.

Os vazamentos ocorreram de diferentes formas, em dois casos têm como origem o momento de execução da rede de água fria e nos outros dois casos poderiam ter sido evitados com uma melhora no projeto da rede de água fria.

No edifício GH houve uma trinca em uma conexão chamada *joelho 45º soldável* instalado na rede que abastece o reservatório inferior, conforme mostra a figura 13. Esta trinca, segundo o encanador responsável pelo conserto, foi provocada pelo tensionamento da tubulação que estava instalada fora do alinhamento correto. Para a correção deste problema, foi necessária, além da substituição da conexão trincada, o reparo do alinhamento da tubulação e isso foi realizado com o uso de mais duas conexões do tipo *joelho 45º soldável.*

Figura 13 - Joelho 45º quebrado no prédio GH



Fonte: O autor (2020)

No prédio DH teve uma ocorrência de trinca em um *adaptador soldável curto com bolsa e rosca para registro*, instalado em uma válvula de descarga e localizado no 2º andar. A empresa que executou o reparo relatou que esta patologia se deu por conta de aperto excessivo no adaptador e um possível deslocamento da tubulação dentro da parede do apartamento. Para a melhor solução do problema foi realizado a troca do adaptador, além do *tubo para válvula de descarga.*

Já os prédios RG e OP tiveram experiências parecidas, nos dois ocorreram furos na tubulação de água fria. Este problema é comum acontecer na hora de fazer as instalações das louças, metais sanitários e móveis de cozinha ou banheiro, como foi nestes casos. A empresa foi chamada para consertar um furo feito na tubulação quando empresas de móveis estavam realizando instalações nos apartamentos. Os instaladores hidráulicos observaram que a rede de água fria poderia passar por outro local a fim de evitar problemas desse tipo e fizeram o conserto substituindo uma pequena parte do tubo com o uso de *luva de correr para tubo soldável.*

4.1.2 Trincas em pontos terminais

As trincas em pontos terminais são patologias bem comuns e na pesquisa realizada foram identificadas em 3 prédios, o GH, LM e o EA. Esta patologia ocorre no momento de fazer as instalações dos *engates flexíveis*, que fazem a ligação do ponto de água fria até o aparelho sanitário.

No mercado existe dois tipos de conexões para pontos terminais, mostrado nas figuras 14 e 15, as conexões com rosca comum e as conexões com bucha de latão nas roscas. Este segundo tipo de conexão citado foi criado justamente para tentar evitar as trincas, a bucha de latão reforça a rosca da conexão que irá receber o engate flexível e assim diminui o risco de trincas.

Nestes casos, a única solução possível é a substituição da conexão danificada.

Figura 14 – Joelho 90º soldável com rosca



Fonte: Tigre – Tubos e conexões soldáveis (2018)[6]

Figura 15 – Joelho 90º soldável com bucha de latão



Fonte: Tigre – Tubos e conexões soldáveis (2018)[6]

4.1.3 Reservatórios em más condições

Os reservatórios têm papel importantíssimo no que diz respeito à qualidade da água oferecida aos usuários do prédio e sua manutenção se torna imprescindível. Durante a pesquisa foram relatados apenas dois prédios que foram insuficientes no quesito limpeza de reservatórios, foram eles os prédios IA e EA. Recomenda-se que seja feita a limpeza dos reservatórios a cada 6 meses, garantindo a boa qualidade da água e o bom funcionamento do sistema como um todo.

[6] Disponível em: < https://www.tigre.com.br/agua-fria/tubos-conexoes-soldaveis > Acesso em Setembro (2020).

A empresa informou que faz a limpeza dos reservatórios com todo cuidado para que não permita a saída da água suja pela tubulação, evitando problemas sequentes e ainda instrui o responsável do prédio para que fique atento e faça a limpeza no tempo correto. A foto abaixo, Figura 16, é do reservatório do prédio EA e mostra a condição que o mesmo se encontrava antes da empresa realizar a limpeza.

Figura 16 - Condição do reservatório do prédio EA



Fonte: O autor (2020)

4.1.4 Ar na tubulação

Acúmulos de ar nas tubulações de água fria foram relatados, pela empresa especializada, em dois prédios pesquisados, que foram o IA e o RG.

Este problema ocorre quando o reservatório superior é esvaziado, seja para limpeza ou por falta de abastecimento. Quando esvaziado, cria-se bolsas de ar na tubulação e em alguns casos causa a obstrução da tubulação, deixando os usuários sem água até que o problema seja resolvido.

A ocorrência dessas bolsas de ar é um indicativo de que há problemas no projeto hidrossanitário do prédio, que possui um traçado que proporciona a chance de se criar a bolsa de ar ou que não possui um sistema de ventilação eficiente.

Nos dois prédios com relatos de ar na tubulação tiveram moradores sofrendo com a falta d'água para consumo. Nestes casos a solução tomada pela empresa foi apenas a retirada do ar da tubulação. Isto foi feito através da abertura do ponto com nível mais baixo possível, esperando até que todo o ar fosse expulso da tubulação e o fluxo de água retornado ao normal.

4.1.5 Vibração na tubulação

A execução das instalações hidráulicas por profissionais qualificados é de extrema importância no que diz respeito ao bom funcionamento e à prevenção de patologias. A vibração no encanamento, além de tirar o sossego dos moradores com o barulho, pode acarretar sérios problemas como trincas, rachaduras e até o descolamento de conexões.

Esta patologia foi registrado em duas ocasiões, nos prédios RG e LM. No caso do RG a patologia foi constatada na rede de água fria de um apartamento do terceiro andar, onde tinha instalado um pressurizador, ilustrado na Figura 17. Sempre que o pressurizador era acionado ele causava vibrações na tubulação até que a pressão voltasse a ficar estável. A patologia foi diagnosticada consideravelmente cedo e assim não causou outros danos à instalação. O problema foi solucionado fixando a tubulação com o uso de *abraçadeiras tipo U* e *cintas plásticas* e assim não permitindo mais a movimentação dos tubos.

Figura 17 - Pressurizador



Fonte: Catálogo Komeco[1] (2019)[7]

A situação encontrada no prédio LM era diferente. A vibração ocorria quando o usuário dava a descarga no vaso sanitário. O edifício LM possui 12 pavimentos e é equipado com *válvula de descarga* (Figura 18) para o sistema de descargas dos vasos sanitários. A patologia foi diagnosticada em um apartamento do segundo andar, como o prédio possui 12 andares a válvula de descarga instalada neste apartamento era para alta pressão. O que acontecia neste apartamento era o chamado Golpe de Aríete, que causa vibração no tubo quando ocorre um fechamento rápido no fluxo da água, o usuário pressionava a válvula de descarga e assim que a mesma fazia a vedação ocorria um tremor em toda a tubulação da descarga. O proprietário do apartamento observou logo o problema e evitou que gerasse danos mais sérios na rede hidráulica do seu apartamento e de outras partes do edifício.

[7] Disponível em: < https://www.komeco.com.br/solucoes/pressurizador-tp-820-tp-825/ > Acesso em Outubro (2020)

Figura 18 - Válvula de descarga



Fonte: Catálogo Docol (2020)[8]

4.1.6 Vazamentos nos chuveiros

Os vazamentos em chuveiros ocorrem tanto em chuveiros elétricos quanto nas duchas para aquecimento a gás e são problemas bastante comuns em qualquer instalação hidrossanitária, na pesquisa realizada foi constatado em 6 dos 7 prédios em questão, são eles os prédios GH, LM, DH, IA, EA e OP.

Esta patologia é percebida quando o chuveiro ou ducha fica pingando constantemente mesmo após o fechamento do registro. Ao contrário do que muitas pessoas acham o problema não está no chuveiro em si e sim no registro que faz a abertura e fechamento da água do chuveiro. Estes registros são *registros de pressão* (Figura 19) e possuem dois tipos de mecanismos de abertura, o mecanismo de três voltas e meia e o mecanismo de meia volta. As fábricas fornecem para o mercado estes mecanismos para a venda avulsa, o que permite a troca do mesmo sem a necessidade de quebrar a parede e causar maiores transtornos.

[8] Disponível em: < https://www.docol.com.br/01051300-valvula-de-descarga-1-1-4--p988797 > Acesso em Outubro (2020).

Figura 19 - Registro de pressão



Fonte: Catálogo Deca (s.d) [9]

Nos 6 prédios onde foram registrados vazamentos nos chuveiros, os encanadores constataram defeitos nos mecanismos dos registros de pressão, oriundos do tempo de uso e da qualidade da água, a Figura 20 ilustra o mecanismo danificado do prédio DH. Foi feita a substituição destes mecanismos para sanar o problema de vazamento que era percebido nos chuveiros.

[9] Disponível em: < https://www.deca.com.br/produto/base-registro-de-pressao-12-bruto-4416102 > Acesso em Outubro (2020).

Figura 20 - Mecanismo danificado do prédio DH



Fonte: O autor (2020)

4.1.7 Vazamentos nas válvulas de descarga

Dos 7 edifícios da pesquisa, 3 são equipados com válvulas de descarga, são eles os prédios GH, LM e DH e nos 3 foram registrados vazamentos nas mesmas.

Assim como os vazamentos nos chuveiros, os vazamentos nas válvulas de descarga também são bastante comuns. Esta patologia se manifesta de duas maneiras, uma é quando o usuário pressiona a descarga e no mesmo momento surge um vazamento na própria válvula e segue escorrendo pela parede, e a outra forma que ela se manifesta é com vazamento dentro do vaso sanitário mesmo depois de algum tempo sem pressionar a válvula de descarga.

Nos 3 casos registrados na pesquisa, havia vazamentos tanto na válvula de descarga quanto dentro do vaso e segundo os encanadores responsáveis pelo conserto, foi constatado defeitos nos reparos e nos retentores das válvulas de descarga, então para o conserto da patologia foi realizado a substituição do *reparo para válvula de descarga*.

4.1.8 Vazamentos nas caixas acopladas

Esta patologia é bastante comum nas instalações hidrossanitárias, tanto de prédios residenciais como de residências e prédios comerciais. A principal causa desta patologia é a má qualidade da água oferecida e o uso de produtos químicos dentro das caixas acopladas, para melhorar o odor do banheiro.

Na pesquisa realizada foram registrados vazamentos em caixas acopladas em 4 prédios, os 4 entre os 7 pesquisados que possuem as caixas acopladas como sistema de descarga, são eles os prédios IA, EA, RG e OP.

No edifício IA foi relatado, pelo encanador da empresa consultada, defeito no *mecanismo de entrada* da caixa acoplada, originado pela passagem de sujeira no mesmo. O mecanismo de entrada é o responsável por abastecer a caixa acoplada até o nível desejado e após isso fazer a vedação para não ultrapassar este nível. Quando este componente para de funcionar, o nível de água é ultrapassado, a água começa a escoar pelo mecanismo de saída e vai aparecer dentro do vaso sanitário ocasionando um consumo de água elevado. Para este problema foi realizado a substituição do mecanismo de entrada.

Nos prédios EA, RG e OP o problema foi detectado em outro componente da caixa acoplada, chamado de *obturador* ou *comporta* dependendo da nomenclatura utilizada pela fábrica. Este componente compõe o chamado *mecanismo de saída* nas caixas acopladas com sistema convencional e não o sistema *Dual Flush*[10]*.* Nestes 3 casos, o encanador que realizou a visita, relatou deformações no obturador/comporta, estas deformações podem ser ocasionadas pelo excesso de cloro na água ou pela ação de outros produtos químicos na água que abastece as caixas acopladas e para o conserto foram substituídas os obturadores/comportas danificados. A Figura 21 mostra o obturador com defeito retirado de uma caixa acoplada no prédio RG.

[10] O sistema Dual Flush é o sistema que oferece ao usuário duas opções de descarga, uma descarga de meia caixa e outra com descarga completa, proporcionando uma boa economia de água.

Figura 21 - Obturador danificado do prédio RG



Fonte: O autor (2020)

4.1.9 Falta d’água

Conforme a NBR 5626/1998, o cálculo para dimensionamento dos reservatórios deve considerar o volume necessário para um dia de consumo, no mínimo. Esse é um item importante a considerar, pensando que Santa Cruz do Sul enfrente alguns problemas relacionados ao abastecimento de água.

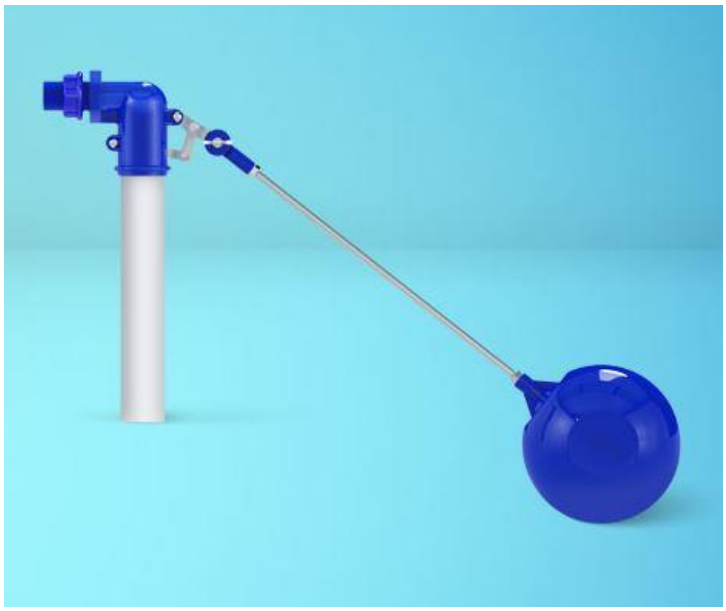
A consulta realizada mostrou que 57,14% dos prédios pesquisados, já sofreu com problemas de falta d’água. Nos prédios DH, EA e OP, alguns apartamentos dos andares superiores ficaram sem água por algumas horas. O abastecimento de água fornecido pela concessionária foi interrompido por um tempo maior do que acontece normalmente e acabou deixando os reservatórios dos prédios com um volume insuficiente para abastecer todos os apartamentos. Já no prédio IA, a causa da falta d’água foi a formação de bolsas de ar na tubulação, já citada no item 4.1.4, quando o reservatório foi esvaziado para limpeza.

4.1.10 Vazamentos nos ladrões dos reservatórios

Conforme a pesquisa realizada, onde apenas 1 dos prédios não foi afetado por esta patologia, os vazamentos nos ladrões dos reservatórios são problemas bastante comuns de se encontrar. A principal causa deste problema é o mau funcionamento das torneiras boia. A *torneira boia,* Figura 21*,* é responsável por manter o nível correto do reservatório. Quando ela não funciona, excede o nível máximo e esse excesso de água passa a escoar pelo ladrão. O ladrão por sua vez, tem como função não permitir o transbordamento do reservatório, conduzindo o excesso de água para fora do prédio.

Em todos os prédios da pesquisa que registraram vazamentos nos ladrões dos reservatórios, foi constatado que as torneiras boia estavam danificadas e não estavam cumprindo sua função de vedar o abastecimento do reservatório, então para solucionar o problema, a única opção foi substituir as torneiras boia.

Figura 22 - Torneira boia



Fonte: Catálogo Censi (2015)[11]

[11] Disponível em: < http://censi.com.br/?s=boia >. Acesso em Outubro (2020).

4.2 Patologias nas instalações prediais de água quente

Entre os 7 prédios pesquisados, tem instalações prediais de água quente executadas em diversos materiais. Os prédios mais antigos, GH, LM, DH e OP, têm suas redes de água quente originais executadas com tubulação de cobre. Porém já ocorreu reformas em alguns apartamentos e nessas reformas foi realizado a troca da tubulação de cobre por tubulação CPVC. Já nos prédios mais recentes, IA, EA e RG, têm suas instalações de água quente executadas com tubulação PPR.

Todos os 7 prédios participantes da pesquisa são equipados com o sistema central individual instantâneo. No sistema central individual instantâneo o aquecimento da água é feito através dos *aquecedores de passagem* (Figura 23), de forma individual. Os aquecedores de passagem são abastecidos com gás GLP, alguns são analógicos e necessitam de pilhas para o acionamento, já outros são digitais e têm o acionamento elétrico.

Figura 23 - Aquecedor de passagem digital



Fonte: Catálogo Rheem (2019)[12]

[12] Disponível em: < https://www.rheem.com.br/categoria-produto/aquecedores-a-gas/ >. Acesso em Outubro (2020).

4.2.1 Aquecimento baixo

Este problema é comum em sistemas de aquecimento com aquecedores de passagem. Os aquecedores de passagem são acessórios que as construtoras não disponibilizam para os usuários, fica a cargo dos moradores escolherem e adquirirem seus aquecedores. Para o pleno funcionamento do sistema de água quente é necessário que um profissional faça o dimensionamento e indique o aquecedor correto para cada situação.

A pesquisa realizada em parceria com uma empresa especializada em manutenção hidrossanitária registrou deficiência no aquecimento de água em 4 dos 7 prédios participantes. Nestes 4 casos foi constatado que o aquecedor de passagem era insuficiente para suprir a demanda dos apartamentos em que estavam instalados. O encanador responsável então sugeriu fazer a troca do aquecedor para um que atendesse uma demanda maior e que seria suficiente para não comprometer o sistema de água quente do apartamento.

Segundo a empresa consultada, os aquecedores de passagem necessitam de manutenção periódica, como limpeza dos queimadores, troca do filtro de gás, verificação do exaustor, entre outros, para que não percam sua funcionalidade. A falta desta manutenção resulta em alguns defeitos nas peças internas do aquecedor e comprometem o funcionamento do aparelho, resultando no baixo aquecimento ou até mesmo no desligamento por completo do aquecimento de água.

4.2.2 Vazamentos na tubulação

Nas tubulações de água quente fabricadas em cobre, é comum encontrarmos vazamentos depois de um determinado tempo de uso pois o cobre sofre com a corrosão e cria micro furos na parede do tubo, resultando em pequenos vazamentos que vão aumentando de tamanho com o passar dos anos. Esta patologia na tubulação de cobre foi relatada em 1 dos prédios consultados, o GH. Como mostra a Figura 24, o tubo de cobre sofreu corrosão até criar micro furos e apresentar vazamentos. A empresa informou que neste

caso foi executada uma reforma em toda rede de água quente do apartamento em questão, para que fosse possível fazer a troca da tubulação de cobre por tubulação de CPVC, eliminando o problema já visível e evitando futuros vazamentos que poderiam ocorrer pelo mesmo motivo.

Figura 24 - Corrosão no tubo de cobre do prédio GH



Fonte: O autor (2020)

Os vazamentos na tubulação de água quente foram registrados em 4 dos 7 prédios pesquisados. Além da situação citada acima, registrada no prédio GH, outros 3 casos foram abordados pela empresa consultada, estes ocorreram nos prédios DH, IA e RG.

No caso do edifício DH, foi encontrado um furo na tubulação de cobre, porém a causa desta patologia foi a instalação de uma prateleira realizada em um apartamento do prédio. No momento de parafusar a prateleira na parede, o instalador furou o tubo de cobre com um parafuso, o que levou o proprietário a chamar a empresa consultada para fazer o reparo. Neste caso, o encanador responsável realizou o conserto utilizando duas conexões de cobre chamadas

de *luva* e *luva passante*, substituindo a parte danificada do tubo de cobre. Na figura 25 é possível observar o parafuso que danificou o tubo e provocou o vazamento na tubulação.

Figura 25 - Furo na tubulação de cobre provocada por um parafuso, no prédio DH



Fonte: O autor (2020)

No prédio IA foi constatado um vazamento na tubulação de PPR, em uma conexão chamada de *joelho 90º*, provocado por um erro na execução da obra. A conexão do tubo com a peça não foi executada com o alinhamento correto e isso provocou o tensionamento da tubulação até que a conexão não suportou e surgiu o vazamento. O encanador que atendeu este caso fez a substituição da conexão em questão realinhando a tubulação para que a patologia não ocorresse novamente. A figura 26 mostra o local exato do vazamento.

Figura 26 - Vazamento na conexão PPR do prédio IA

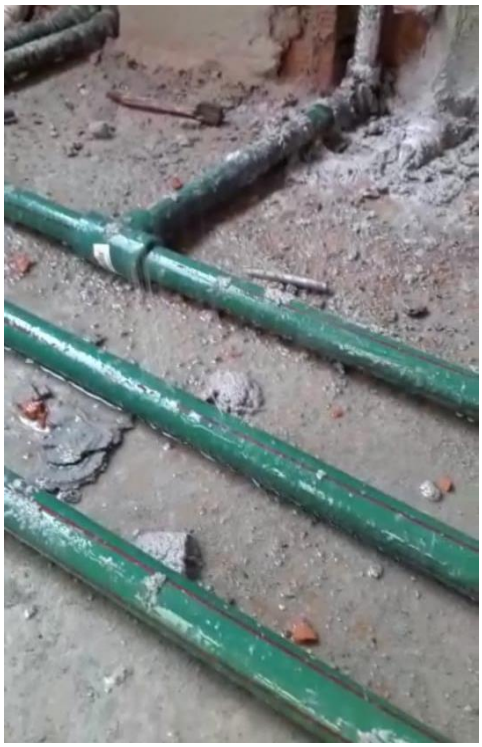


Fonte: O autor (2020)

Já no prédio RG, foi constatado uma patologia provocada por um defeito de fabricação em um tubo PPR. Defeitos de fabricação em tubos e conexões, seja de PPR, PVC, CPVC ou qualquer outro material, é raro de encontrar devido aos cuidados tomados nas fábricas com o controle de qualidade. Porém, alguns casos ainda casos são relatados nas instalações hidrossanitárias da cidade, na Figura 27 segue o exemplo relatado no prédio RG.

A empresa consultada foi a responsável pela execução da obra e assim que diagnosticou a patologia providenciou a troca do tubo com defeito e acionou a fábrica responsável.

Figura 27 - Tubo PPR com defeito de fabricação no prédio RG



Fonte: Empresa consultada (2018)

4.2.3 Vazamento em flexível

No prédio RG foi constatado outro defeito de fabricação, desta vez em um flexível instalado na ligação de água quente de uma torneira. Como já dito no item anterior (4.2.2), defeitos de fábrica são raros de acontecer, porém nesta pesquisa foi possível observar dois casos deste tipo.

Neste caso, o engate flexível quebrou no local que conecta o flexível no ponto da parede, sem nenhuma interferência dos usuários. A empresa consultada, que fez a instalação do flexível, foi ao local da patologia e constatou que não havia nenhuma anormalidade na instalação, então acionou a fábrica do flexível e realizou a troca do acessório danificado. Na figura 28 é possível observar o defeito ocorrido no flexível no prédio RG.

Figura 28 - Flexível com defeito de fábrica no prédio RG



Fonte: O autor (2020)

4.3 Análises

Com base nos resultados apresentados acima, foi possível fazer as seguintes análises:

- Todos os prédios pesquisados apresentaram patologias nas suas respectivas instalações de água fria.
- Cinco dos sete edifícios apresentaram patologias nas suas respectivas instalações de água quente.
- O número de patologias nos sistemas de água fria é bem superior em relação aos sistemas de água quente, como mostra o gráfico ilustrado na figura 29.

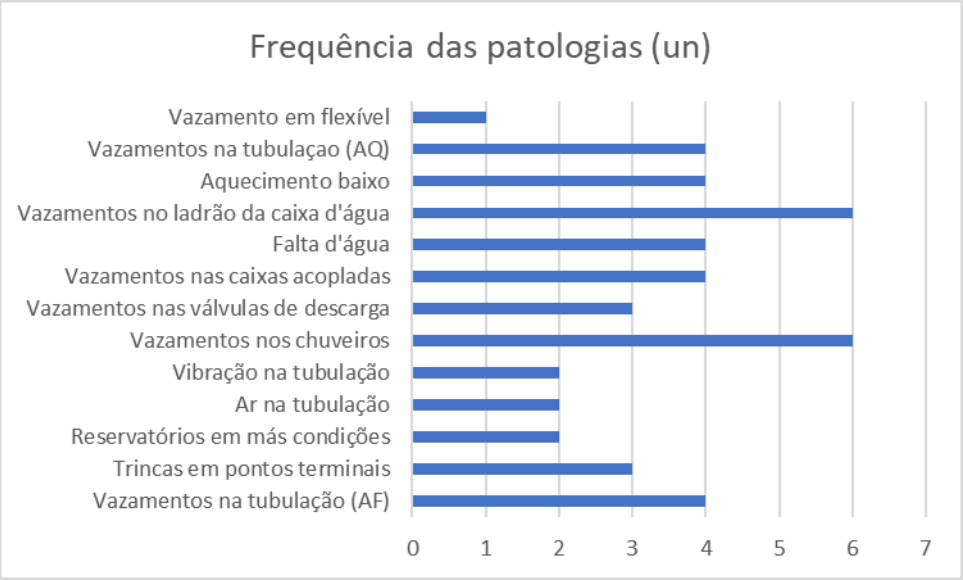
Figura 29 - Número de patologias em cada sistema.



Fonte: O Autor (2020)

- O menor número de patologias registradas foram no prédio LM, onde foi constatado apenas 5 anomalias, 4 nas instalações de água fria e 1 nas instalações de água quente.
- Os prédios GH, DH, IA e RG foram os que apresentaram o maior número de patologias, 7 cada um.
- Vazamento em flexível teve apenas um registro na pesquisa, a causa foi um defeito de fabricação na peça.
- Vibração na tubulação, ar na tubulação e reservatórios em más condições foram as patologias com menor frequência, depois do vazamento em flexível.
- As patologias que foram registradas com mais frequência na pesquisa foram os vazamentos no ladrão da caixa d'água e os vazamentos nos chuveiros. A Figura 30 mostra a frequência de cada patologia constatada durante a pesquisa.

Figura 30 - Frequência das patologias.



Fonte: O Autor (2020)

- Vazamentos na tubulação ocorrem tanto na tubulação de água fria quanto na de água quente. Foram registrados 4 casos em cada sistema.

5 CONCLUSÃO E SUGESTÕES

5.1 Conclusão

O presente trabalho abordou uma área da engenharia civil que as vezes não é tratada com a devida atenção. O estudo possibilitou conhecer um pouco mais sobre as instalações prediais de água quente e de água fria e entender a sua importância dentro da construção civil.

Identificou-se as patologias que ocorrem com mais frequência nos prédios de Santa Cruz do Sul. Com o diagnóstico correto foi possível observar as medidas terapêuticas para cada patologia. Também foi salientado a importância da manutenção preventiva nos aparelhos e equipamentos hidrossanitários para elevar a vida útil do sistema e evitar problemas maiores.

A manutenção e projeto foram identificados pela pesquisa realizada junto à uma empresa especializada em manutenção hidrossanitária, como a origem das maiorias das patologias ocorridas nos prédios pesquisados. Isso nos indica o dever de dar uma atenção maior no momento de fazer a manutenção preventiva correta para cada situação e a necessidade de melhoria nos projetos hidrossanitários.

Com base nos resultados adquiridos com a pesquisa realizada foi observado que todos os 7 prédios participantes apresentaram patologias nas suas instalações de água fria e de água quente, sendo *vazamentos nos chuveiros* e *vazamentos no ladrão da caixa d'água* as patologias que tiveram maior frequência.

Fica claro a importância de atender as Normas Técnicas para a execução das instalações hidrossanitárias, evitando patologias e promovendo maior satisfação dos usuários.

5.2 Sugestões para trabalhos futuros

O presente trabalho possibilitou a identificação de oportunidades de continuar os estudos das patologias nas instalações hidrossanitárias em trabalhos futuros, como:

- Patologias nas instalações prediais de esgoto e água pluvial;
- Patologias nas instalações hidrossanitárias de prédios comerciais;
- O impacto das patologias hidrossanitárias no desperdício de água;
- Avaliação do grau de satisfação dos usuários de prédios residenciais em relação aos sistemas hidrossanitários.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1998). *NBR 5626 - Instalações Prediais de Água Fria.* ABNT.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2013). *Desempenho de Edificações Habitacionais.* ABNT.

Associação Brasileiras de Normas Técnicas. (1993). *Instalações prediais de água quente.* ABNT.

Barion, I. (18 de Maio de 2018). *Como funciona o aquecedor a gás?* Fonte: Aquece Norte. Disponível em: <https://aquecenorte.com.br/blog/como-funciona-o-aquecedor-a-gas/>. Acesso em: 03 mai. 2020.

Boscarriol Jr., R. (20 de Fevereiro de 2020). *Inspeções e laudos de manutenção periódicos obrigatórios nas edificações.* Fonte: Direcional condomínios. Disponível em: <https://www.direcionalcondominios.com.br/sindicos/roberto-boscarriol-jr/item/2589-inspecoes-e-laudos-de-manutencao-periodicos-obrigatorios-nas-edificacoes.html>. Acesso em: 02 out. 2020.

Carvalho Jr., R. d. (2013). *Patologias em Sistemas Prediais Hidráulico-Sanitários*. Fonte: Forum da Construcao. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=17&Cod=1426>. Acesso em: 20 abr. 2020.

Censi. (2015). *Censi*. Fonte: Censi - Quem quer o melhor, escolhe Censi. Disponível em: <http://censi.com.br/>. Acesso em: 05 out. 2020.

Conceição, A. P. (2007). Estudo da incidência de falhas visando a melhoria da qualidade dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários. São Carlos, São Paulo, Brasil.

Concretize JR. (28 de Maio de 2017). *NECESSÁRIO, VANTAJOSO e ECONÔMICO: A importância do Projeto de instalações hidrossanitárias.* Fonte: Concretize Jr. Disponível em: <https://www.concretizejr.com/single-post/2017/05/28/NECESS%C3%81RIO-VANTAJOSO-e-ECON%C3%94MICO-A-import%C3%A2ncia-do-Projeto-de-instala%C3%A7%C3%B5es-hidrossanit%C3%A1rias>. Acesso em: 19 abr. 2020.

Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil. (29 de Abril de 2013). *Norma de Desempenho da ABNT: garantia de qualidade em obras de casas e apartamentos*. Fonte: CAU/BR. Disponível em: <https://www.caubr.gov.br/mudancasnormadesempenho/>. Acesso em: 02 mai. 2020.

ConstruLiga. (5 de Outubro de 2017). *Como evitar patologias em sistemas prediais hidráulicos de água quente?* Fonte: Blog da Liga. Disponível em: <https://blogdaliga.com.br/patologias-em-sistemas-prediais-hidraulicos-de-agua-quente/>. Acesso em: 04 abr. 2020.

Deca. (s.d.). *Catálogo Deca*. Fonte: Deca - Louças e Metais. Disponível em: <https://www.deca.com.br/>. Acesso em: 22 set. 2020

Diário X. (25 de Novembro de 2017). *Por que a caixa d'água de amianto representa um risco à saúde?* Fonte: Diário X. Disponível em: <https://www.diariox.com.br/saude/por-que-a-caixa-dagua-de-amianto-representa-um-risco-a-saude/5943/>. Acesso em: 22 abr. 2020.

Diógenes, H. (1 de Novembro de 2017). *4 Motivos que fazem o Projeto Hidráulico ser fundamental*. Fonte: Ime Junior. Disponível em: <https://imejunior.com.br/2017/01/11/4-motivos-que-fazem-o-projeto-hidraulico/>. Acesso em: 19 abr. 2020.

Docol. (2020). *Catálogo Docol*. Fonte: Docol. Disponível em: <https://www.docol.com.br/>. Acesso em: 18 set. 2020.

Doninelli, M. e. (2005). A expansão da água, Os golpes de aríete e o Perigo legionella. *Hidráulica*, 16-19.

DÓREA, S., SANTOS, D., SALES, A., & SILVEIRA, P. (2010). *Avaliação patologica da estrutura de concreto armado e dos componentes de uma edificação construida em 1914.* São Cristóvão: Scientia Plena.

Fontes, L. C. (2009). Sistema predial domiciliar de abastecimento e distribuição de água fria. Salvador, Bahia, Brasil.

Grundfos. (s.d.). *O que é o golpe de aríete e quais são as causas?* Fonte: Grundfos. Disponível em: <https://pt.grundfos.com/servico/support-contact/faq/what-is-water-hammering-and-what-causes-it.html>. Acesso em: 22 abr. 2020.

GSD Engenharia. (2018). *CPVC ou PPR, qual a diferença entre os dois tipos de tubo para água quente?* Fonte: GSD Engenharia. Disponível em: <http://www.gsdengenharia.com.br/cpvc-ou-ppr-quais-diferencas-entre-os-dois-tubos-para-agua-quente/>. Acesso em: 27 abr. 2020.

Itamaro, G. (9 de Janeiro de 2014). *Corrosão nas tubulações de água quente*. Fonte: Condomínio SC. Disponível em: <https://condominiosc.com.br/jornal-dos-condominios/infraestrutura/1786-corrosao-nas-tubulacoes-de-agua-quente>. Acesso em: 04 mai. 2020.

Komeco. (2019). *Catálogo Komeco*. Fonte: Komeco. Disponível em: <https://www.komeco.com.br/>. Acesso em: 19 set. 2020.

Krona. (22 de Dezembro de 2017). *A evolução dos tubos e conexões até a Krona*. Fonte: Krona. Disponível em: <https://www.krona.com.br/blog/evolucao-dos-tubos-e-conexoes-ate-krona/>. Acesso em: 22 abr. 2020.

Landi, F. R. (1993). Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. *A Evolução Histórica das Instalações Hidráulicas*. São Paulo, São Paulo, Brasil.

Maia, F. N. (15 de Setembro de 2013). *Norma de Desempenho - Parte 6: Sistemas hidrossanitários*. Fonte: Lugar certo. Disponível em: <https://estadodeminas.lugarcerto.com.br/app/noticia/colunas/francisco-maia-netto/2013/09/15/interna_franciscomaia,47533/norma-de-desempenho-parte-6-sistemas-hidrossanitarios.shtml>. Acesso em: 03 mai. 2020.

Núcleo Home. (28 de Agosto de 2018). *O que não pode faltar em um bom projeto hidráulico para residências*. Fonte: Núcleo Home. Disponível em: <http://nucleohome.com.br/o-que-nao-pode-faltar-em-um-bom-projeto-hidraulico-para-residencias/>. Acesso em: 22 abr. 2020.

Oliveira, G. A. (Maio de 2013). VERTICALIZAÇÃO URBANA EM CIDADES MÉDIAS: O CASO DE SANTA CRUZ DO SUL - RS. *Boletim Gaúcho de Geografia*, pp. 199-218.

Pacheco, A. (19 de Dezembro de 2016). *5 motivos que tornam o projeto hidráulico indispensável*. Fonte: Mais Engenharia. Disponível em: <https://maisengenharia.altoqi.com.br/hidrossanitario/5-motivos-que-tornam-o-projeto-hidraulico-indispensavel/>. Acesso em: 22 abr. 2020.

Pereira, C. (23 de Julho de 2019). *Instalações hidraulicas*. Fonte: Escola Engenharia: www.escolaengenharia.com.br/instalacoes-hidraulicas/

Ramos, R. B. (s.d.). *Patologias em Instalações Hidráulicas Prediais*. Fonte: www.bombeiros.go.gov.br/. Disponível em: <https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2013/10/patologias-em-instalacoes-hidraulicas-prediais.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2020.

Rheem. (2019). *Catálogo Rheem*. Fonte: Rheem - Líder mundial em aquecedores. Disponível em: <https://www.rheem.com.br/>. Acesso em: 20 out. 2020

RW Engenharia. (c2016). *Corrosão em tubos de cobre: Causas e Soluções!* Fonte: RW Engenharia. Disponível em:

<https://www.rwengenharia.eng.br/corrosao-em-tubos-de-cobre/>. Acesso em: 03 mai. 2020.

Santos, C. R., Silva, D. L., & Nascimento, I. M. (2017). Incidência de Manifestações Patológicas em Edificações Residenciais na Região Metropolitana do Recife. *Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada*, 76-83.

Silva, A. F. (s.d.). *A água na história do homem*. Fonte: Cola da Web. Disponível em: <https://www.coladaweb.com/historia/a-agua-na-historia-do-homem>. Acesso em: 15 abr. 2020.

Tigre. (Maio de 2011). *Aquaterm - Catálogo Técnico*. Fonte: Tigre. Disponível em: <https://www.tigre.com.br/themes/tigre2016/downloads/catalogos-tecnicos/ct-aquaterm.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2020

Vazamentos. (c2020). *Problemas de corrosão dos canos e componentes hidráulicos*. Fonte: Vazamentos.info. Disponível em: <https://www.vazamentos.info/problemas-de-corrosao-dos-canos-e-componentes-hidraulicos/>. Acesso em: 03 mai. 2020

Vazamentos. (c2020). *Vantagens e desvantagens do tubo do PVC*. Fonte: Vazamentos.info. Disponível em: <https://www.vazamentos.info/vantagens-e-desvantagens-do-tubo-de-pvc/>. Acesso em: 22 abr. 2020

Vieira, P. C. (Fevereiro de 2016). Patologias em instalações hidro-sanitárias de edifícios residenciais na zona centro-sul de Manaus (AM): Diagnóstico e terapia. Belém, Pará, Brasil.

Voitille, N. (25 de Abril de 2012). *Conforto térmico: Aquecedores a gás*. Fonte: Clique Arquitetura. Disponível em: <https://www.cliquearquitetura.com.br/artigo/conforto-termico-aquecedores-a-gas.html>. Acesso em: 02 mai. 2020.