



DARCKSON SILVA MENDES
LARISSA MOURA ANDRADE
ROGÉRIO RABELLO DA ROCHA JÚNIOR

**ANÁLISE DE PATOLOGIAS EM INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS
EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS E COMERCIAIS**

Itaperuna
2021

DARCKSON SILVA MENDES
LARISSA MOURA ANDRADE
ROGÉRIO RABELLO DA ROCHA JÚNIOR

**ANÁLISE DE PATOLOGIAS EM INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS
EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS E COMERCIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito
para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil ao
Centro Universitário Redentor.

Orientadores: D.Sc. Muriel Batista de Oliveira
Rômulo Rodrigues Coelho Delfino Souza
Coorientadora: M.Sc. Vivianne Rosestolato Daruich Pereira Tannus

Itaperuna
2021

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autores: DARCKSON SILVA MENDES, LARISSA MOURA ANDRADE, E, ROGÉRIO RABELLO DA ROCHA JÚNIOR

Título: ANÁLISE DE PATOLOGIAS EM INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS E COMERCIAIS.

Natureza: Trabalho de Conclusão de Curso

Objetivo: Título de Bacharel em Engenharia Civil

Instituição: Centro Universitário Redentor

Área de Concentração: Engenharia Civil

Aprovada em: ____/____/____

Banca Examinadora:

Muriel Batista de Oliveira
Doutora em Educação

Rômulo Rodrigues Coelho Delfino Souza
Especialista em Engenharia de Estruturas

Vivianne Rosestolato Daruich Pereira Tannus
Mestre em Engenharia de Materiais

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Maria José e Valeriano que me incentivaram e foram essenciais para a concretização deste sonho.

Darckson Silva Mendes

Dedico este trabalho aos meus pais, Reni e Jacyr, irmã Luana, sobrinho Miguel e namorado José Ângelo que me incentivaram e foram essenciais para a concretização deste sonho.

Larissa Moura Andrade

Dedico este trabalho aos meus pais, Rogério e Mônica e minha namorada Taiane que me incentivaram e foram essenciais para a concretização deste sonho.

Rogério Rabello da Rocha Júnior

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a minha mãe, Maria José Mamede da Silva, pelo apoio incondicional em todas as etapas da minha vida e por me permitir trabalhar para conquistar meus objetivos.

Ao meu pai, Valeriano da Silva Mendes, por todo apoio e incentivo.

Aos meus companheiros de TCC, Larissa e Rogério, pelas experiências compartilhadas, perseverança e empenho durante todo o desenvolvimento do projeto.

A todos os professores do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário UniRedentor, pelos ensinamentos repassados até aqui, bem como aos demais professores que fizeram parte da minha trajetória discente, desde o Ensino Fundamental ao Ensino Médio.

A todos que, mesmo que não citados aqui, sempre torceram pela minha prosperidade e depositaram fé em meu aperfeiçoamento e êxito, serei eternamente grato.

A orientadora Muriel, por ter fornecido uma gama exacerbada de conteúdos e vivências, bem como ter sido o pilar de desenvolvimento deste projeto.

A professora e coorientadora Vivianne, por todo empenho e contribuição no conhecimento da minha formação.

Ao orientador Rômulo, pelo apoio, paciência, dedicação e ter nos fornecido o suporte para a conclusão deste caderno.

Um agradecimento especial ao meu amigo Gustavo Valentim, que mesmo longe sempre torceu pelo meu sucesso.

Darckson Silva Mendes

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me sustentado até aqui, me dando capacidade para seguir em frente e coragem para vencer mais este grande desafio. A minha força vem dEle.

A minha Mãe do Céu, Maria Santíssima, por todo amor, acalento, colo, intercessão e por me manter forte na fé.

Aos meus pais, Reni e Jacyr, pela dedicação, confiança e amor incondicional ao longo de toda a minha vida.

A minha irmã, Luana, pelo amor, amizade, conselhos e pelo apoio que sempre me deu.

Ao meu sobrinho e afilhado Miguel, por ser meu filho do coração e a parte que faltava em mim.

Ao meu namorado José Ângelo, pelo amor, companheirismo e por estar ao meu lado para tudo.

A todos os familiares e amigos que me apoiaram e torceram por mim.

Aos amigos de graduação, em especial ao Davi, Gabriel, Hygor, Rogério e Darckson, pelos anos de amizade e estudo.

Aos meus orientadores Muriel e Rômulo e coorientadora Vivianne pela orientação, dedicação e oportunidade de desenvolver este trabalho.

A todos os professores do curso de Engenharia Civil, pelo aprendizado. Em breve colegas de trabalho.

Aqui é engenharia, colega!

Larissa Moura Andrade

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a Deus, por ter sido peça fundamental para chegar até aqui, sem Ele, com certeza, não estaria conseguindo realizar este grande sonho que é a Engenharia Civil.

Agradeço a minha família, em especial, aos meus pais, Rogério e Mônica, por terem fornecido todo suporte necessário e não mediram esforços para que esse sonho se tornasse realidade.

A minha namorada Taiane que sempre me incentivou e foi fundamental para a realização desse sonho.

Aos meus amigos de TCC, Darckson e Larissa, pelos conhecimentos compartilhados, força e compreensão durante essa trajetória.

A todos os professores que fizeram parte desses 5 anos, em especial o Cristiano Penna Miller, que com sua dedicação, sabedoria, conhecimento, nos ajudou no desenvolvimento de algumas matérias.

A Muriel, Rômulo e Vivianne, por terem aceitado o convite de serem nossos orientadores, nos fornecendo suporte necessário para execução deste caderno e também do artigo.

Por fim, não menos importante, sou grato a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para realização desse sonho.

Rogério Rabello da Rocha Júnior

RESUMO

Este trabalho realiza uma revisão bibliográfica e análise de patologias em instalações hidráulicas de água fria, água quente, esgoto sanitário e pluvial, além das instalações relacionadas ao combate a incêndio, uma vez que embora as normas vigentes determinem que essas instalações prediais ofereçam conforto e segurança aos usuários, as patologias continuam presentes nas edificações. Elas podem ser originadas por erros de projetos e de execução, qualidade dos materiais inferior ao exigido para atender as especificações normativas e de projeto, além da má utilização pelos usuários. Foi feita uma pesquisa em fontes escritas e em campo, em edificações residenciais e comerciais, afim de reconhecer e identificar de forma correta essas patologias. Na sequência, analisou-se suas causas e consequências. Como resultado do estudo foram propostas soluções para tais problemas. Essa análise é de grande importância, uma vez que o surgimento das patologias pode ser evitado ou minimizado, através de condutas preventivas e corretivas, visto que quando se conhece a origem do problema, a possibilidade de repeti-lo torna-se menor, garantindo dessa forma, a integridade da edificação e o bem estar dos usuários.

Palavras-chave: Água fria e quente; Combate a incêndio; Esgoto sanitário e pluvial; Patologias nas instalações.

ABSTRACT

This article performs a literature review and analysis of pathologies in hydraulic installations of cold water, hot water, sanitary and rainwater, in addition to installations related to fire fighting, since although current regulations determine that these building installations offer comfort and safety to users, the pathologies are still present in the buildings. They can be caused by design and execution errors, quality of materials inferior to what is required to meet the normative and design specifications, in addition to misuse by users. A research was done in written sources and in the field, in residential and commercial buildings, in order to correctly recognize and identify these pathologies. Next, its causes and consequences were analyzed. As a result of the study, solutions to such problems were proposed. This analysis is of great importance, since the appearance of pathologies can be avoided or minimized, through preventive and corrective measures, since when the origin of the problem is known, the possibility of repeating it becomes smaller, ensuring this form, the integrity of the building and the well-being of the users.

Keywords: Cold and hot water; Fire fighting; Sanitary and rainwater sewers; Pathologies in the facilities.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Vazamento em cisterna.....	29
Figura 2: Vazamento em caixa d'água	30
Figura 3: Vazamento entre o ramal do hidrômetro e a caixa d'água	30
Figura 4: Ruptura de porca	31
Figura 5: Vazamento na bomba de pressurização	31
Figura 6: Bolhas na pintura do teto	32
Figura 7: Manchas de mofo na parede.....	32
Figura 8: Infiltração no teto apresentando manchas na pintura.....	33
Figura 9: Infiltração na parede de divisa da cozinha com a despensa.....	33
Figura 10: Conexões de bronze corroídas	34
Figura 11: Tubulação de bronze exposta e corroída.....	34
Figura 12: Rachadura em reservatório de fibra	35
Figura 13: Conexão hidráulica fissurada devido a ocorrência de golpe de aríete .	35
Figura 14: Corrosão no tubo de cobre.....	36
Figura 15: Vazamento em conexão de PPR	36
Figura 16: Boiler vazando	37
Figura 17: Transbordo por mau dimensionamento.....	38
Figura 18: Vazamento da calha.....	38
Figura 19: Solda danificada.....	39
Figura 20: Acúmulo de sujeira na calha	39
Figura 21: Vazamento na união do tubo de ponta e de bolsa	40
Figura 22: Ruptura longitudinal devido à pressão negativa.....	40
Figura 23: Vazamento na válvula ou caixa de descarga	41
Figura 24: Entupimento da bacia sanitária	42
Figura 25: Entupimento de lavatório.....	42
Figura 26: Entupimento do mictório por falta de limpeza	43
Figura 27: Entupimento do mictório.....	43
Figura 28: Vazamento no tubo de ligação do vaso sanitário	44
Figura 29: Entupimento de tubulação por incrustação	44
Figura 30: Retorno de esgoto.....	45
Figura 31: Retorno de espuma pela caixa de gordura	45

Figura 32: Entupimento de caixa de inspeção.....	46
Figura 33: Entupimento de fossa séptica	46
Figura 34: Alagamento causado por entupimento de fossa séptica	47
Figura 35: Caixa de incêndio com vazamento e oxidação	48
Figura 36: Caixa de incêndio deteriorada.....	48
Figura 37: Hidrantes de recalque deteriorados	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Patologias em instalações prediais de água fria	50
Quadro 2: Patologias em instalações prediais de água quente.....	50
Quadro 3: Patologias em instalações prediais de águas pluviais.....	51
Quadro 4: Patologias em instalações prediais de esgoto.....	51
Quadro 5: Patologias em instalações prediais de combate a incêndio	51

1.	INTRODUÇÃO	14
1.1	Justificativa	15
1.2	Objetivos	16
1.3	Estrutura do Trabalho	16
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	

1. INTRODUÇÃO

As instalações prediais hidráulicas possuem a função de realizar a distribuição de água de forma satisfatória e apropriada a todos os aparelhos de utilização. As instalações sanitárias propiciam a coleta das águas servidas e pluviais, inibindo o regresso de águas poluídas e evitando a passagem de gases de esgoto e a entrada de roedores nas edificações, favorecendo o bem estar dos moradores.

Todos os componentes dessas instalações devem ser reconhecidos como uma fração vital da edificação, a qual evidencia a importância da presença de profissionais capacitados para projetar e executar tais instalações, em conformidade com as normas vigentes. Entretanto, algumas vezes, os projetos complementares de instalações, quando existentes, não são tratados com a seriedade que deveriam.

Infiltrações, vazamentos, cheiro desagradável, retorno de esgoto, ruídos, espumas nos ralos, entre outros tantos problemas comuns nas edificações demonstram o desconforto que os usuários estão submetidos devido a erros de projeto e execução, bem como falta de manutenção nas instalações ou uso inadequado dos equipamentos.

Vale ressaltar, ainda, que a evolução das técnicas construtivas das instalações de água e esgoto está bem à frente da atualização da mão de obra especializada, bem como a ocorrência de falta de compatibilização entre dispositivos e espaços físicos que, em alguns casos, estão cada vez mais reduzidos, favorecendo a ocorrência de inúmeros problemas.

Diante de tantas falhas, a Norma de Desempenho de edificações habitacionais - ABNT NBR 15575 (2013), busca relatar todos os cuidados que os sistemas prediais de água fria, água quente, águas pluviais e esgoto sanitário, entre outros sistemas da edificação, devem possuir para que os dispositivos e as instalações tenham uma vida útil prolongada.

Além desses sistemas de instalações prediais já citados, as edificações, conforme a classe de risco, também devem possuir as instalações hidráulicas de combate a incêndio (entre outras medidas para prevenção), afim de garantir a segurança aos usuários da própria edificação. Essas instalações englobam o sistema de hidrantes e mangotinhos e/ou sistema de sprinklers, os quais são

essenciais para combater o fogo até a chegada do Corpo de Bombeiros. A edificação deve contar também com uma reserva técnica de incêndio, que tem a função de acumular um volume mínimo de água exclusivamente para o combate ao incêndio.

As patologias mais comuns de serem encontradas nas instalações de combate a incêndio são: corrosão nas tubulações de aço, problemas nos dispositivos de recalque, ressecamento e desgaste da mangueira, mau funcionamento ou quebra dos dispositivos, pressão excessiva na tubulação e esguicho ineficiente. Essas patologias podem ser causadas por erros de projeto, má execução e ausência de manutenção.

O conhecimento e a análise das patologias nas instalações hidráulicas, sanitárias e de combate a incêndio, bem como suas causas e consequências, possuem tamanha importância, uma vez que podem ser evitadas ou minimizadas através de condutas preventivas e corretivas. Diante do exposto, surgiu a motivação para a realização do presente trabalho.

1.1 Justificativa

Problemáticas decorrentes de patologias em instalações prediais englobam desde pequenos danos, como as infiltrações, aparência de mofo e mau cheiro, corrosão nas tubulações de aço até danos que oferecem riscos à segurança global da estrutura. Dessa forma, ter conhecimentos acerca das patologias hidrossanitárias e de combate a incêndio, assim como um estudo detalhado das mesmas é imprescindível para garantir a integridade da edificação.

Dessa maneira, com a realização deste trabalho, busca-se reconhecer as diferentes patologias em instalações prediais hidráulicas, sanitárias e de combate a incêndio, identificando-as de forma correta e propondo soluções. Para identificação/locação de elementos estruturais e dos dispositivos relacionados as instalações, será feita uma análise dos projetos¹ de engenharia civil, hidrossanitário, pluvial e de prevenção e combate a incêndio, que já haviam sido elaborados anteriormente.

¹ Agradecimento a Beatriz Reis dos Santos Rubio e Tamires Rodrigues de Oliveira, pelo fornecimento dos Projetos de engenharia civil e de instalações prediais, de autoria das mesmas, realizado no ano de 2019, como TCC do curso de Engenharia Civil.

1.2 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho está em analisar as patologias das instalações hidráulicas, sanitárias e as instalações hidráulicas relacionadas ao projeto de combate de incêndio em edificações residenciais e comerciais.

Para atingir o objetivo geral, será necessário desenvolver os seguintes passos, sendo estes objetivos específicos do trabalho:

- Analisar o projeto de engenharia civil e o projeto de instalações hidráulicas e sanitárias (água fria, água quente, águas pluviais e esgoto sanitário) e as instalações hidráulicas relacionadas ao projeto de combate de incêndio, sendo estas, hidrantes, mangotinhos e sprinklers, visando a identificação/locação de elementos estruturais e dos dispositivos relacionados as instalações;
- Estudar e pesquisar em fontes escritas e em campo os diferentes tipos de patologias que ocorrem nas instalações hidráulicas, sanitárias, pluviais e de combate a incêndio;
- Apresentar as causas e as possíveis soluções para as patologias das referidas instalações;
- Propor ações preventivas afim de evitar ou minimizar tais patologias;
- Elaborar um artigo científico (com submissão e aprovação em revista científica, Qualis B3 ou superior) com o estudo das patologias em edificações (produto do TCC II).

1.3 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho foi dividido em capítulos. O primeiro capítulo possui a introdução, justificativa, objetivos gerais, objetivos específicos e este tópico.

O segundo capítulo é constituído pela revisão bibliográfica, onde são apresentados os conceitos teóricos a respeito das principais patologias em instalações hidráulicas, sanitárias e instalações hidráulicas relacionadas ao projeto de combate de incêndio.

O terceiro capítulo é referente a metodologia do trabalho, onde são expostas imagens encontradas em fontes escritas e em campo, as quais mostram essas patologias e suas causas.

O quarto capítulo apresenta os resultados esperados e por último, se encontram as referências bibliográficas utilizadas no trabalho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão descritos os conceitos teóricos para a análise das diferentes patologias em instalações prediais hidráulicas e sanitárias (água fria, água quente, águas pluviais e esgoto sanitário) e as instalações hidráulicas relacionadas ao projeto de combate de incêndio.

No ramo da construção civil, embora as normas vigentes determinem que as instalações prediais ofereçam conforto e segurança aos usuários, as patologias continuam presentes nas edificações, sendo essas originadas por erros de projetos e de execução, qualidade dos materiais inferior ao exigido para atender as especificações normativas e de projeto, além da má utilização pelos usuários.

2.1 Patologias nas instalações prediais de água fria

As instalações prediais de água fria são compostas de um conjunto de tubulações, conexões e acessórios que conectam a água vinda da rede pública a um reservatório e/ou aos pontos de utilização dentro da edificação.

A Norma de Sistemas prediais de água fria e água quente - Projeto, execução, operação e manutenção - ABNT NBR 5626 (2020) determina as exigências para os sistemas prediais de água fria, mas ainda assim, são diversas as patologias que ocorrem nessas instalações.

De acordo com Palas (2013), mudanças bruscas na direção do escoamento ou no diâmetro das tubulações, velocidade excessiva de escoamento da água, erros de dimensionamento e fechamento rápido dos aparelhos hidráulicos geram vibrações e ruídos no sistema de abastecimento de água.

Também podem ocorrer vibrações e ruídos nas bombas quando a vazão é maior que a de projeto ou quando a pressão de sucção não é suficiente. Para reduzir esse problema, deve-se utilizar isoladores de vibração na saída da bomba. Os sistemas de recalque e pressurização não podem provocar vibrações e ruídos na edificação em níveis superiores ao exigido pela Norma Acústica – Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações - ABNT NBR 10152 (2020).

Vazamentos nas tubulações embutidas são muito comuns de acontecer, fazendo com que muitas das vezes seja visível a umidade nas alvenarias. O vazamento em tubulações e conexões metálicas ocorre devido à corrosão. Já em

tubulações e conexões de PVC, ocorrem devido a uso de materiais de baixa qualidade, deformações excessivas, solicitações mecânicas maiores que as especificadas pelo fabricante, rupturas por tensionamento ou impacto, falhas da mão de obra nas juntas soldáveis, roscáveis ou mecânicas nos encaixes das conexões e em reparos e reforços das tubulações (VIEIRA, 2016).

Além das causas citadas acima, para Carvalho Júnior (2013), os vazamentos também são oriundos de tubulação e conexão fora do nível, trincas em tubulação encoberta de concreto sem espaço para movimentação e em tubulação aquecida (paredes da tubulação ficam mais finas) para realizar consertos.

Os indícios de vazamentos nas tubulações embutidas são: aumento dos valores de consumo de água sem justificativa, manchas de umidade com aspecto esponjoso ou descolorido nos revestimentos de paredes e pisos, barulho de escoamento de água, mesmo quando todos os pontos de utilização estão fechados, presença de vegetação em juntas de assentamento nos pisos de locais externos, sistema de recalque sempre ligado, entre outros (CARVALHO JÚNIOR, 2013).

Se tratando de corrosão, como dito acima, essa patologia aparece em tubulações e conexões metálicas que entram em contato com águas que apresentam fatores favoráveis ao processo corrosivo, bem como com argamassas que foram depositadas no interior das tubulações e não foram retiradas (NBR 5626, 2020). As bombas e motores também podem sofrer corrosão.

Diferente dos tubos metálicos, de acordo com Souza (2011), os tubos fabricados com PVC rígido possuem alta resistência mecânica, química e à corrosão, sendo os mais indicados para locais propícios à corrosão.

Nos reservatórios de água também podem ocorrer vazamentos e degradação por processos corrosivos, por isso a NBR 5626 (2020) determina que os mesmos devem permitir a constatação visual e o reparo da patologia, impossibilitando a contaminação da água potável por agentes externos. Se necessário, o reservatório deve ser substituído. Ele deve ser resistente à corrosão ou ser provido internamente de outros meios de proteção, como revestimento protetor anticorrosivo. Além disso, não pode apresentar deformações que comprometam o seu funcionamento ou dos dispositivos nele instalados.

Também é comum o aparecimento de vazamentos em válvulas de descarga, chuveiros, caixas acopladas, bacias sanitárias, torneiras, registros de pressão,

registros de gavetas, bombas, extravasor de caixa d'água, entre outros dispositivos que compõem as instalações prediais de água fria.

Para Ferreira (2014), as infiltrações ocorrem principalmente nas instalações hidráulicas e são consequências de vazamentos nas tubulações que não foram reparadas. Suas causas são falhas na impermeabilização, trincas, rupturas e rompimentos nas tubulações devido ao uso de materiais de má qualidade e erros na execução de caimentos para ralos.

A NBR 5626 (2020) determina que a pressão estática nos pontos de utilização não pode ser superior que 400 kPa. Alta pressão nas tubulações podem causar danos nas mesmas, além de aumentar o consumo, desperdiçando água (CARVALHO JÚNIOR, 2013).

Segundo Macedo (2015), deve-se utilizar válvula redutora de pressão na rede para que o escoamento de água não ultrapasse a pressão máxima exigida na norma. A válvula deve ser aferida periodicamente através de leituras de manômetros calibrados a montante e a jusante (NBR 5626, 2020).

O fechamento brusco do fluxo de água nas instalações hidráulicas, com velocidade elevada, provoca o golpe de aríete, causando sobrepressão superior a 200 kPa, valor máximo exigido pela NBR 5626 (2020), que pode provocar rupturas nas tubulações e conexões. Se necessário, deve ser instalado um dispositivo para amortecer a energia do golpe de aríete, absorvendo o pico de sobrepressão no local próximo da geração do transiente (CARVALHO JÚNIOR, 2013).

A NBR 5626 (2020) determina que a velocidade da água não pode ser superior a 3 m/s. Embora não evite a ocorrência de golpe de aríete, limita a magnitude dos picos de sobrepressão. Segundo Carvalho Júnior (2013) para evitar ou minimizar o golpe de aríete é recomendado substituir os elementos hidráulicos que estiverem apresentando problemas. Os equipamentos que podem apresentar essa patologia são: máquinas de lavar roupa ou louça, bombas hidráulicas, registros e válvulas de descarga desreguladas ou muito antigas.

Além disso, a velocidade de escoamento maior que a exigida pela norma ocasiona ruídos excedentes ao estabelecido na NBR 10152 (2020), provocando cavitação. Para manter os níveis de ruído dentro do permitido e também favorecer a integridade dos dispositivos hidráulicos, a NBR 5626 (2020) recomenda o uso de válvulas redutoras de pressão e de peças de utilização restritoras de fluxo, como

torneiras, torneiras de boias, registros do tipo globo, válvulas de agulha, válvulas de diafragmas, entre outros.

Um outro problema nas tubulações é o acúmulo de ar nas mesmas, o qual é ocasionado pelo esvaziamento de reservatórios ou nível baixo de água, fazendo com que aumente a perda de carga e diminua a vazão de água. Esse problema pode ser solucionado utilizando aparelhos que removem esses gases (VIEIRA, 2016). Também pode ocorrer incidência de ar no hidrômetro.

Má utilização pelos usuários, mau funcionamento dos dispositivos, falta de manutenção e subdimensionamento das instalações de água fria (diâmetro das tubulações inferior ao necessário), também podem acarretar em entupimento das mesmas (MACEDO, 2015).

Para Carvalho Júnior (2013), uma das principais causas de entupimento das tubulações de água fria é a presença de material cristalino composto por carbonato de cálcio (calcita – CaCO_3) presentes na água, chamado de incrustação, o qual adere nas paredes dos tubos. Também é comum de ocorrer entupimentos nos chuveiros devido à falta ou limpeza mal executada do reservatório ou ainda, vazão insuficiente em encanamentos antigos de ferro, que impossibilitam o funcionamento do chuveiro de forma correta.

2.2 Patologias nas instalações prediais de água quente

De acordo com a NBR 5626 (2020), o sistema predial de água quente é o conjunto de tubulações, peças de utilização, reservatórios, equipamentos e outros elementos com intuito de produzir, armazenar e conduzir água quente dos aparelhos geradores aos pontos de utilização, mantendo condições de potabilidade.

É composto pelos seguintes elementos: tubulação de água fria que alimenta o sistema, aquecedores de passagem (aquecimento instantâneo da água), aquecedores de acumulação (água é aquecida para posteriormente ser consumida) ou ainda aquecimento solar mediante uso de placas solares, tubulações de distribuição, dispositivos de segurança e peças de utilização (CARVALHO JÚNIOR, 2013).

Durante muito tempo, o cobre era utilizado de maneira preponderante para as tubulações de água quente. Contudo, ele apresenta algumas peculiaridades que motivaram a sua substituição e o uso de materiais diferentes, como o CPVC e o

PPR. O cobre é um material oneroso, necessita de mão de obra especializada para instalação, apresenta elevada condutividade térmica e por isso necessita de isolamento, além de ser suscetível à oxidação (GODOY, 2020).

O CPVC é semelhante ao PVC e apresenta resistência à corrosão, contudo em virtude da adição de cloro em sua composição, apresenta alta resistência às temperaturas e pressões. Além disso, possui fácil instalação, rapidez de execução e um custo inferior ao cobre. Já o PPR é derivado do petróleo, apresentando elevada resistência às temperaturas e pressões, podendo suportar temperaturas de até 95° C e pressões de até 60 m.c.a (GODOY, 2020).

Patologias que ocorrem em instalações de água fria podem ocorrer de forma similar em instalações de água quente, como por exemplo, o golpe de aríete. Além disso, a falta de atenção às normas, bem como qualidade insatisfatória dos materiais pode favorecer a ocorrência de danos construtivos.

Segundo Carvalho Júnior (2013), as patologias recorrentes em instalações de água quente são: instalação incorreta do reservatório (boiler), vibrações e ruídos, alterações na pressão da água por falhas projetuais, fissuras decorrentes de impactos, rupturas por tensionamento das instalações, bem como rupturas nos tubos decorrentes de impactos no manuseio, utilização e transporte.

A ausência de isolamento térmico nas tubulações de cobre e ferro galvanizado favorece trocas de calor com o ambiente, reduzindo o tempo em que a água é mantida aquecida. Devido a isso, são utilizados isolantes térmicos, como o polietileno expandido (VIEIRA, 2016).

Caso ocorra um dimensionamento incorreto do aquecedor, que não suprirá a demanda da edificação, pode ocorrer uma deficiência no aquecimento de água. Nessa situação, é conveniente trocar o aquecedor ou executar o isolamento da tubulação de acordo com as especificações do fabricante (MANUAL TÉCNICO TIGRE, 2013).

Tubulações de cobre são suscetíveis à corrosão quando em contato com agentes químicos, fazendo com que essa tubulação perca a estanqueidade. Além disso, essa corrosão pode causar prejuízos aos usuários da edificação, como gosto amargoso na água, bem como presença de manchas próximas aos sanitários. Esse processo é evidenciado por vazamentos nas tubulações e manchas azul-esverdeadas. Quando grande parcela da tubulação já foi danificada, é necessário a

remoção e instalação de outro tipo de material, já quando a parcela danificada é ínfima, faz-se a reparação ou substituição por outro material apenas no local defeituoso (GODOY, 2020).

As instalações de água quente, independente dos materiais usados, estão submetidas a elevadas variações de temperatura que provocam efeitos de dilatação e contração nos materiais. Nesse quesito, a NBR 5626 (2020) define que trechos de tubulações que conduzam água com temperatura acima de 70° C, devem ser identificados, isolados e protegidos.

Em tubulações plásticas, podem ocorrer rupturas e provocar lesões nos usuários decorrentes de variações de temperatura e pressão. A adoção de válvulas de alívio na saída do aquecedor pode atenuar a pressão e impedir a ocorrência dessas rupturas, além disso o uso de suspiros torna-se fundamental para reduzir as chances de danos às pessoas quanto às tubulações (CARVALHO JÚNIOR, 2013).

Podem ocorrer vazamentos no reservatório térmico (boiler), que possui a função de armazenar a água aquecida para o posterior uso. Este erro é devido a não observação da altura máxima entre a caixa d'água e o boiler (CARVALHO JÚNIOR, 2013).

2.3 Patologias nas instalações prediais de águas pluviais

As águas pluviais são coletadas por telhas, lajes, calhas e ralos, sendo transportadas por tubulações verticais e horizontais até serem lançadas nas caixas coletoras e posteriormente na rede pública ou em outros acessos adequados (BAPTISTA E COELHO, 2010).

De acordo com a Norma Instalações prediais de águas pluviais - Procedimento - ABNT NBR 10844 (1989), a instalação de águas pluviais se remete apenas a captação e condução das águas de chuva, não incluindo qualquer correlação com outras instalações prediais.

As patologias nas instalações prediais de águas pluviais são adversidades que exibem transtornos e são capazes de originar danos materiais de grande monta, especialmente se tratando de edifícios multifamiliares com mais de quatro pavimentos (CARVALHO JÚNIOR, 2013).

Conforme a Norma Tubos e conexões de PVC-U para sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação - Requisitos - ABNT NBR 5688 (2018), o

uso de conexões de PVC reforçado é indicado apenas em instalações de água pluviais. Entretanto, ela determina a reparação de possíveis falhas construtivas, como caimentos de calhas, expansão da parcela de área e análise do projeto de dimensionamento.

Tubos de PVC usados como condutores verticais em instalações de água pluviais podem romper devido à pressão negativa, especialmente quando seu comprimento corresponder ao comprimento de um prédio de 4 andares (CARVALHO JÚNIOR, 2013).

Para Lara *et al.* (2005), uma das patologias mais comuns nas instalações de águas pluviais é o vazamento em calhas ou condutores, sendo originado de mal dimensionamento, ocasionando o transbordamento das calhas e o alagamento do ambiente em torno do imóvel. A ausência de declividade das calhas também acarreta em transbordamento de água.

A infiltração de água em telhados pode ser causada por seção insuficiente de calhas ou por erros na colocação de rufos. Essa patologia é manifestada através de manchas nos forros ou paredes abaixo da laje, bem como por goteiras (CARVALHO JÚNIOR, 2013).

Também é comum que aconteçam falhas de execução na junção entre calhas e bocais, grelhas e o próprio condutor vertical, acarretando em vazamentos.

De acordo com a NBR 15575 (2013), a verificação de vazamentos em calhas e demais elementos da instalação de águas pluviais é realizada através de testes de estanqueidade.

Outra patologia que acontece com bastante frequência é o entupimento do bocal das calhas, devido ao acúmulo de sujeiras, como folhas de árvores, papéis e até ninhos de passarinhos (CARVALHO JÚNIOR, 2013).

A NBR 10844 (1989) determina que a drenagem (saída para os condutores verticais) seja feita em maior quantidade de bocal, exceto quando se trata de casos em que não há riscos de entupimento e obstrução.

2.4 Patologias nas instalações prediais de esgoto

De acordo com a Norma Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução - ABNT NBR 8160 (1999), os sistemas prediais de esgoto sanitário são um conjunto de tubos e acessórios com objetivo de coletar e transportar o esgoto

sanitário, realizando o encaminhamento de gases para a atmosfera e evitando a propagação desses elementos para ambientes sanitários.

Os esgotos domésticos são efluentes provenientes da utilização da água para higiene pessoal, necessidades fisiológicas, limpeza e produção de alimentos. São separados em: águas servidas (proveniente de aparelhos sanitários com fins de higiene, limpeza e produção de alimentos) ou águas imundas (decorrentes de mictórios e vasos sanitários). Esses efluentes são coletados e encaminhados para uma destinação final, que pode ser um sistema público acompanhado de uma estação de tratamento de esgoto ou um sistema privado (fossa) (VIEIRA, 2016).

O sistema de esgoto sanitário deve ser elaborado de maneira a prover o escoamento ágil da água usada e dos despejos, impedindo o surgimento de vazamentos e a ocorrência de depósitos no interior dos tubos; impossibilitar que gases do esgoto sanitário alcancem áreas de utilização; possibilitar a inspeção e manutenção dos componentes sanitários. Além disso, o sistema de esgoto sanitário não pode possuir nenhuma ligação com o sistema de águas pluviais (NBR 8160, 1999).

Os sistemas de esgoto sanitário são constituídos dos seguintes elementos: esgoto primário (contato direto com o coletor público ou fossa), esgoto secundário (não possui contato com os gases das redes coletoras), caixa sifonada (recebem os efluentes das instalações secundárias de esgoto), tubos de ventilação (escoa os gases do sistema de esgoto), caixa de inspeção (onde são realizadas manutenções e limpezas do sistema), coletor predial (última inserção entre o subcoletor e o coletor público) e coletor público (tubulação que recebe o esgoto dos coletores prediais). (MANCYTIRE, 2015).

As principais patologias que ocorrem nos sistemas de esgoto sanitário são devido a não observância aos requisitos da NBR 8160 (1999), erros nas concepções dos projetos e ausência de mão de obra qualificada. Dentre essas patologias, podem ser citados: mau cheiro, ruídos, vazamentos, deformações nas tubulações, ruptura de fecho hídrico, retorno de espumas, infiltrações e entupimentos de canalizações (CARVALHO JÚNIOR, 2013).

A ocorrência de mau cheiro em instalações de esgoto proporciona desconforto, mas não favorecem risco à saúde dos usuários (GNIPPER, 2010). De acordo com Macedo (2015), as principais causas do mau cheiro são vedação

incorreta da saída das bacias sanitárias, ventilação inadequada das instalações, condições de higiene precárias das caixas de inspeção e de gordura, além da ruptura dos desconectores.

As caixas sifonadas apresentam um fecho hídrico, que impede o trânsito de insetos e de gases da tubulação primária para a secundária e o ambiente. O comprometimento das condições do fecho hídrico favorece a ocorrência de cheiros desagradáveis nos ambientes, da mesma forma que a ausência de manutenção nas caixas sifonadas (CANIDO, 2012).

De acordo com Carvalho Júnior (2013), quando sifões são instalados de formas inadequadas, além da ocorrência de odores, pode propiciar o entupimento nas tubulações embutidas na alvenaria, dificultando a manutenção e ações corretivas. Vale ressaltar que em edifícios, os ramais das pias de cozinha devem ser conduzidos para tubos de queda separados, direcionando os efluentes para caixas de gordura no pavimento térreo, sendo que essas caixas devem apresentar inspeção semanal.

De maneira semelhante aos sistemas de água fria, vazamentos surgem nos sistemas de esgoto, principalmente nas tubulações, em aparelhos sanitários e nos ralos. Falhas na ligação entre o aparelho sanitário e a tubulação ocorrem em razão de vedação incorreta, bem como de trincas nos furos, provenientes de procedimentos de desentupimentos, mau armazenamento durante a execução da obra ou exposição a intempéries, assim como deformações nas tubulações (CARVALHO JUNIOR, 2013).

Um outro problema comum em instalações de esgoto é o retorno de espuma. De acordo com Carvalho Junior (2013), o retorno de espumas em caixas sifonadas e ralos podem acontecer devido a ligação dos ramais de esgoto em locais de sobrepressão. Também deve ser verificado se o retorno de espuma ocorre devido às águas servidas da máquina de lavar na caixa sifonada, sendo recomendado o uso de um dispositivo plástico contendo borracha, para bloquear a evasão de espuma através da grelha (MANUAL TÉCNICO TIGRE, 2013).

Ruídos também podem aparecer vindos dos sistemas de esgoto e causar desconforto aos usuários. Essa patologia é decorrente da passagem de ar e de materiais sólidos pelas tubulações, que ocorrem com intensidade críticas nas curvas e cotovelos das instalações. De acordo com Macedo (2015), as principais causas

de ruídos são: alta velocidade nas tubulações, ocorrência de choques hidráulicos e alterações bruscas de diâmetros.

Tubulações de esgoto também estão suscetíveis a entupimentos, que comprometem o conforto e bem-estar dos habitantes da localidade. Segundo Carvalho Júnior (2013), o entupimento pode ocorrer na pia do banheiro, cozinha, vaso sanitário, lavanderia, box de chuveiros, além dos entupimentos dos coletores de esgoto. As principais causas desse inconveniente são: descarte errôneo de resíduos nos aparelhos, em virtude da ausência de informações ou má uso dos usuários, inexistência de declividade nos tubos ou diâmetro inadequado dos mesmos.

2.5 Patologias nas instalações prediais de combate a incêndio

As instalações hidráulicas prediais de combate a incêndio são compostas de sistemas de hidrantes e mangotinhos e dos sistemas de chuveiros automáticos, mais conhecidos como sprinklers. Além disso, a edificação também deve possuir uma reserva técnica de incêndio para abastecer a estes sistemas.

Os hidrantes são pontos de saída de água para combate a incêndio, onde existem uma ou duas saídas de água, estrategicamente distribuídos por toda edificação. Os mangotinhos são semelhantes aos hidrantes, porém suas mangueiras são semi-rígidas e a vazão de água é inferior à vazão dos hidrantes.

O sistema de hidrantes e mangotinhos é um sistema fixo, que ao ser acionado manualmente, libera água sobre o foco de incêndio em vazão dimensionada segundo o risco do local (SEITO et al., 2008).

O sistema de chuveiros automáticos (sprinklers) também é um sistema fixo e tem como característica entrar em funcionamento de forma automática quando ocorre algum foco de incêndio. Os sprinklers liberam água rapidamente para que o fogo seja extinguido ou controlado em seu estágio inicial, evitando a propagação do incêndio para o restante da edificação e reduzindo os danos (SEITO et al., 2008).

As Normas Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio - ABNT NBR 13714 (2000) e Sistemas de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos – Requisitos – ABNT NBR 10897 (2020) são as que estabelecem as exigências para esses sistemas de proteção e combate contra incêndios.

Segundo Duarte *et al.* (2021), os problemas causados nas instalações hidráulicas de combate a incêndio são decorrentes da deterioração e desgaste das tubulações e conexões das mesmas. Mas também são comuns de acontecerem patologias relacionadas à corrosão dos elementos metálicos, mau funcionamento ou quebra dos dispositivos, erros de dimensionamento e de execução das instalações, além da falta de manutenção.

De acordo com Souza *et al.* (2018), o hidrante de recalque é objeto de descaso quanto a sua manutenção e limpeza, uma vez que o mesmo não é tão acessível e a tubulação que o antecede é geralmente enterrada. Esse dispositivo é alvo de patologias, visto que está propício à degradação devido às intempéries, ação da umidade e contato com o solo, caso não seja envelopado com concreto ou manta asfáltica. Além disso, podem ocorrer vazamentos nas tubulações, conexões e registros e entupimentos na válvula.

O reservatório também pode apresentar patologias, como vazamentos e falha na bomba, uma vez que essa é responsável por transferir a água de um reservatório para o outro ou mesmo da rede pública para o reservatório superior, dependendo do tipo de sistema (com ou sem bombeamento). Esses problemas geram outros, e podem fazer com que todo o sistema de combate a incêndio não funcione de forma correta.

Além disso, vazamentos nas válvulas dos hidrantes provocam gotejamento em mangueiras aduchadas, podendo romper as mesmas durante o uso.

Toda edificação deve possuir um programa de manutenção dos sistemas de combate a incêndios para garantir o bom funcionamento dos dispositivos quando necessário. Se a manutenção do sistema de sprinklers, por exemplo, não for realizada ou não for feita de maneira adequada, o mesmo pode não funcionar corretamente quando necessário. Tubos e conexões podem se separar ou romper em situações de incêndio, podem ocorrer aberturas inesperadas de bicos de sprinklers, a tubulação pode estar enferrujada, acarretando o bloqueio da passagem de água, entre outros problemas. Estas falhas podem gerar grandes danos nas áreas ainda não tomadas pelo fogo, devido ao suprimento ineficiente de água (DUARTE *et al.*, 2021).

3. METODOLOGIA

Neste capítulo será demonstrado os passos para a análise das patologias em instalações prediais hidráulicas, sanitárias e as relacionadas ao projeto de combate de incêndio.

Os projetos existentes da edificação analisada são: engenharia civil, hidrossanitário, esgoto e combate a incêndio. Essa edificação possui dez pavimentos, residencial e comercial, contendo cinema e restaurante, localizado na Avenida Presidente Dutra, loteamento Jardim Três Pinheiros, bairro Cidade Nova, Itaperuna – RJ.

A metodologia empregada nesta pesquisa consiste em revisão bibliográfica, na qual são apresentadas pesquisas e discussões de outros autores que fornecem um embasamento teórico sobre um tema específico (METTZER, 2021, ON-LINE).

Para identificar as patologias nas instalações prediais e reconhecer as suas causas e consequências, foi feita uma pesquisa em fontes escritas, conforme apresentado no capítulo 2 e, em campo, em algumas edificações nas cidades de Miracema e Santo Antônio de Pádua, ambas localizadas no estado do Rio de Janeiro.

3.1 Patologias nas instalações prediais de água fria

A Figura 1 ilustra uma cisterna com vazamento e sem vazamento. O registro foi fechado, impedindo a entrada de água. Com o passar do tempo, o nível de água abaixou, indicando o vazamento na segunda cisterna.

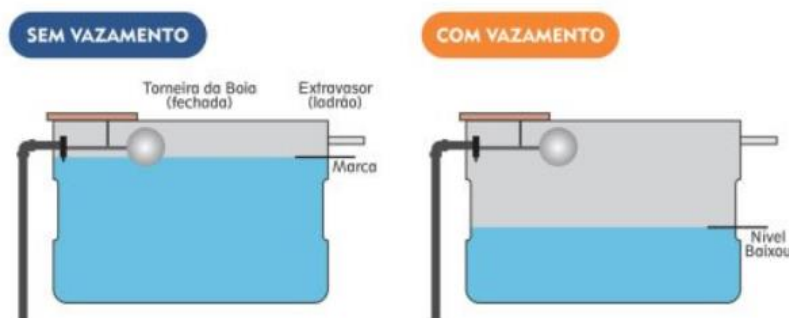
Figura 1: Vazamento em cisterna



Fonte: Tubarão saneamento (2021, on-line).

Para identificar um vazamento na caixa d'água, como visto na Figura 2, todos os pontos de utilização foram fechados e a boia foi travada. Com o passar do tempo, o nível de água abaixou na segunda caixa d'água, indicando o vazamento na mesma, que pode ser no cano, torneira ou registro.

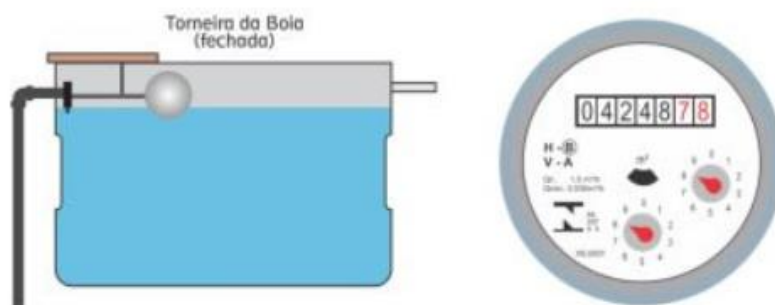
Figura 2: Vazamento em caixa d'água



Fonte: Tubarão saneamento (2021, on-line).

O vazamento entre o ramal do hidrômetro e a caixa d'água foi identificado, o registro do cavalete foi mantido aberto e o registro de entrada de água foi fechado. Foi feita a leitura do hidrômetro e depois de uma hora, foi feita a releitura do hidrômetro e o houve mudança dos números, como visto na Figura 3.

Figura 3: Vazamento entre o ramal do hidrômetro e a caixa d'água



Fonte: Tubarão saneamento (2021, on-line).

Como ilustra a Figura 4, houve o rompimento da porca causado pelo uso de ferramenta para torque como mostra as marcas na peça.

Figura 4: Ruptura de porca



Fonte: Vieira (2016).

Um vazamento na bomba de pressurização é identificado e essa patologia foi causada por vedação mal feita e falta de manutenção, acarretando em mau funcionamento da bomba e desperdício de água, como visto na Figura 5.

Figura 5: Vazamento na bomba de pressurização



Fonte: Tenório e Santos (2018).

Infiltrações nas paredes podem ser visualizadas na Figura 6, onde se identifica bolhas na pintura. Essas patologias foram encontradas principalmente em

áreas molhadas e foram causadas por falta ou ineficiente impermeabilização, vazamentos em que não foram tratados ou desgaste natural dos materiais.

Figura 6: Bolhas na pintura do teto



Fonte: Tenório e Santos (2018).

Na Figura 7, se observa manchas de mofo na parede causados por vazamentos em tubulações embutidas.

Figura 7: Manchas de mofo na parede



Fonte: Autores (2021).

Na Figura 8 observa-se uma infiltração no teto e essa patologia é consequência de um vazamento no cano da caixa d'água. É possível observar manchas na pintura.

Figura 8: Infiltração no teto apresentando manchas na pintura



Fonte: Autores (2021).

A Figura 9 ilustra a infiltração na parede de divisa da cozinha com a despensa, causada por um vazamento na tubulação da torneira da pia que não foi tratado.

Figura 9: Infiltração na parede de divisa da cozinha com a despensa



Fonte: Autores (2021).

Patologias ocasionadas por corrosão são comuns em tubulações e conexões metálicas e podem ser visualizadas nas Figuras 10 e 11. As peças foram corroídas

devido à captação de água de um lençol freático com pH ácido, a qual em contato com o bronze proporcionou o processo corrosivo nas peças. Embora esse metal seja resistente à corrosão, as peças perderam sua funcionalidade e tiveram que ser substituídas.

Figura 10: Conexões de bronze corroídas



Fonte: Tenório e Santos (2018).

Figura 11: Tubulação de bronze exposta e corroída



Fonte: Tenório e Santos (2018).

Na Figura 12, observa-se uma fissura na caixa d'água, provocando vazamento de água. Problema causado por má qualidade ou desgaste natural do material.

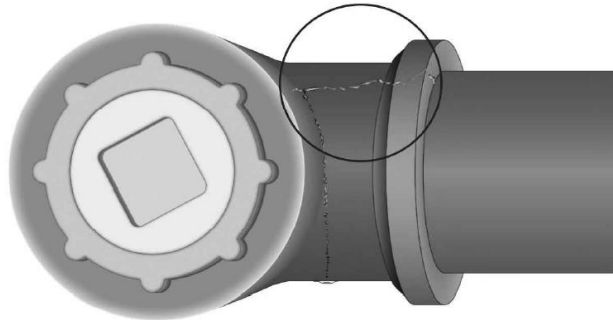
Figura 12: Rachadura em reservatório de fibra



Fonte: Godoy (2020).

Na Figura 13 é possível observar a fissura numa conexão hidráulica causada pelo golpe de aríete.

Figura 13: Conexão hidráulica fissurada devido a ocorrência de golpe de aríete



Fonte: Carvalho Júnior (2013).

3.2 Patologias nas instalações prediais de água quente

As patologias encontradas em instalações de água quente são basicamente as mesmas das instalações de água fria, a diferença principal é o surgimento de patologias nos aquecedores e reservatórios, específicos deste sistema.

Em edificações residenciais, aquecedores de passagem são elementos adquiridos individualmente pelos usuários, em virtude da ausência de um correto dimensionamento e escolha de um aquecedor adequado, é comum a ocorrência de aquecedores com incapacidade para atender a demanda.

Em tubulações de cobre são comuns o aparecimento de vazamento após determinado tempo de utilização (Figura 14), visto que o cobre apresenta corrosão e provoca sulcos na superfície do tubo, originando ínfimos vazamentos que aumentam caso não sejam identificados previamente.

Figura 14: Corrosão no tubo de cobre



Fonte: Itamaro (2021, on-line).

A Figura 15 retrata um vazamento na conexão joelho 90° de uma tubulação de PPR, decorrente de uma execução deficiente da obra. Ocorreu um tensionamento no tubo em virtude de um desalinhamento e com isso, a conexão não suportou e acarretou no vazamento.

Figura 15: Vazamento em conexão de PPR



Fonte: Godoy (2020).

Reservatórios térmicos (boilers) armazenam água aquecida para posterior uso, visto que em momentos em que há radiação solar, ocorre baixa demanda por água quente. A Figura 16 demonstra um vazamento nesse elemento, sendo a principal causa a não visualização da altura existente entre a caixa-d'água e o mesmo, visto que os boilers são configurados como de alta ou baixa pressão, trabalhando, respectivamente, com até 4 m.c.a e 20 m.c.a (CARVALHO JÚNIOR, 2013).

Figura 16: Boiler vazando



Fonte: Beato (2021, on-line).

3.3 Patologias nas instalações prediais de águas pluviais

Na ocorrência de grandes chuvas é comum a existência de transbordamento das calhas em edificações. Conforme a magnitude da chuva, a água acumulada no interior do ambiente, pode acarretar em grandes prejuízos e provocar aborrecimento para os usuários (CARVALHO JÚNIOR, 2013).

O transbordamento de águas pluviais é geralmente causado pelo mau dimensionamento das calhas ou pela incapacidade dos condutores verticais, conforme a Figura 17.

A Figura 18 mostra um vazamento na calha causado por corrosão e mau dimensionamento da mesma. Observa-se umidade na viga de madeira, acarretando em menor resistência e comprometendo sua função estrutural.

Figura 17: Transbordo por mau dimensionamento



Fonte: Favaro (2017).

Figura 18: Vazamento da calha



Fonte: Autores (2021).

Na Figura 19, é possível observar o vazamento em calhas por falha de execução, sendo soldas incompletas ou danificadas.

Figura 19: Solda danificada



Fonte: Favaro (2017).

O transbordamento por entupimento do bocal das calhas de cobertura, mostrado na Figura 20, é comum de acontecer, uma vez que sujeiras, como folhas de árvore, papéis, poeira, musgos e até ninhos de passarinhos são acumuladas no entorno do bocal. É de mera importância manter os condutores limpos para evitar o retorno das águas pluviais.

Figura 20: Acúmulo de sujeira na calha



Fonte: Autores (2021).

O vazamento na tubulação vertical, apontado na Figura 21, não é uma patologia muito comum de acontecer. Na maioria dos casos, ocorre após o transbordamento dos condutores verticais, porém quando esses condutores são embutidos na alvenaria, dificulta a detecção da patologia, pois ela é pouco aparente. Devido a isso, pode ocorrer o vazamento da tubulação vertical.

Figura 21: Vazamento na união do tubo de ponta e de bolsa



Fonte: Carvalho Júnior (2013).

O rompimento em tubos de águas pluviais, apresentado na Figura 22, é ocasionado pela pressão negativa nas colunas verticais que origina em prédios acima de 4 pavimentos, mas o acúmulo de sujeira também pode ser um dos fatores.

Figura 22: Ruptura longitudinal devido à pressão negativa



Fonte: Carvalho Júnior (2013).

3.4 Patologias nas instalações prediais de esgoto

O vazamento na válvula ou caixa de descarga foi reconhecido jogando um pouco de pó de café no sanitário. Ao se passar alguns minutos, se o pó não ficar depositado no fundo do vaso, é indicativo de vazamento, como na Figura 23. Carvalho Júnior (2013) recomenda o uso de corante que em situações normais, devem ficar depositado no fundo da bacia, identificando o vazamento da válvula de descarga. Já em bacias com caixas acopladas, ele indica usar um corante forte e ao passar uns minutos, se a água ficar colorida, existe um problema de vazamento.

Figura 23: Vazamento na válvula ou caixa de descarga



Fonte: Tubarão saneamento (2021, on-line).

O entupimento de bacias sanitárias e lavatórios pode ser causado por má utilização dos usuários e colocação de materiais nos aparelhos, como visto nas Figuras 24 (a água da descarga não escoar) e 25.

Figura 24: Entupimento da bacia sanitária



Fonte: Autores (2021).

Figura 25: Entupimento de lavatório



Fonte: Macedo (2015).

Nas Figuras 26 e 27 observa-se o entupimento de um mictório causado por falta de manutenção e limpeza das tubulações.

Figura 26: Entupimento do mictório por falta de limpeza



Fonte: Macedo (2015).

Figura 27: Entupimento do mictório



Fonte: Macedo (2015).

A Figura 28 representa um vazamento atrás do vaso sanitário decorrente de mau encaixamento do tubo de ligação e ausência de veda rosca.

Figura 28: Vazamento no tubo de ligação do vaso sanitário



Fonte: Autores (2021).

A Figura 29 ilustra o entupimento de uma tubulação causado por incrustação.

Figura 29: Entupimento de tubulação por incrustação



Fonte: Nascimento (2007).

Outra patologia que ocorre nas instalações de esgoto é o retorno do mesmo, como pode ser visto na Figura 30. O esgoto retornou pelos ralos dos banheiros e

isso aconteceu devido ao entupimento nas tubulações que recebem o esgoto e a ausência de válvula de retenção, a qual impede o retorno.

Figura 30: Retorno de esgoto



Fonte: Venâncio (2021, on-line).

Já o retorno de espuma pode ser visto na Figura 31, o mesmo ocorreu por falta de fechamento hermético. Com as aberturas da caixa de gordura para limpeza e manutenção, a mesma se degradou.

Figura 31: Retorno de espuma pela caixa de gordura



Fonte: Vieira (2016).

O entupimento da caixa de inspeção pode ser observado na Figura 32, que aconteceu devido à colocação de materiais inadequados nos dispositivos, sendo transportados pela tubulação até a mesma.

Figura 32: Entupimento de caixa de inspeção



Fonte: Macedo (2015).

A Figura 33 representa o entupimento de fossa séptica por ausência de limpeza da mesma. Como decorrência dessa patologia, observa-se na Figura 34 o alagamento da área externa a fossa.

Figura 33: Entupimento de fossa séptica



Fonte: Autores (2021).

Figura 34: Alagamento causado por entupimento de fossa séptica



Fonte: Autores (2021).

Outro problema ainda em relação as tubulações de esgoto sanitário relatado por Ribeiro et al. (2020) está relacionado aos tubos de queda, que se não tiverem o prolongamento em suas extremidades, conforme recomendado pela NBR 8160 (1999) ocasionam acúmulo de gases, provocando odor desagradável e criando uma situação de agravo para um possível princípio de incêndio.

3.5 Patologias nas instalações prediais de combate a incêndio

Uma das patologias mais recorrentes em hidrantes são vazamentos e dispositivos degradados devido à corrosão, como pode ser visto nas Figuras 35 e 36. Isso ocorre por falta de manutenção preventiva e sendo o desgaste do material considerável, deve-se reparar ou trocar o dispositivo. Esses problemas também podem danificar a alvenaria e o revestimento da edificação, gerando custos para realizar o reparo, que poderia ser evitado com a manutenção do hidrante.

Os hidrantes de recalque, conforme explicitado no item 2.5, são alvos de patologias, uma vez que estão propícios à degradação devido às intempéries, ação da umidade e contato com o solo. Esses dispositivos são afetados pela falta de manutenção e limpeza, como pode ser observado na Figura 37.

Figura 35: Caixa de incêndio com vazamento e oxidação



Fonte: Souza et al. (2018).

Figura 36: Caixa de incêndio deteriorada



Fonte: Souza et al. (2018).

Figura 37: Hidrantes de recalque deteriorados



Fonte: Souza et al. (2018).

No próximo capítulo foram apresentadas as soluções para as patologias abordadas nesse tópico.

4. RESULTADOS

Neste capítulo será apresentado os resultados da análise das patologias em instalações prediais hidráulicas, sanitárias e as relacionadas ao projeto de combate de incêndio.

Mediante à análise das patologias de instalações prediais encontradas em campo e em fontes escritas foram elaborados os Quadros 1, 2, 3, 4 e 5, os quais trazem de forma detalhada essas patologias, suas causas e consequências, bem como possíveis soluções para as mesmas.

Quadro 1: Patologias em instalações prediais de água fria

PATOLOGIAS EM INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA				
FIGURA	PATOLOGIA	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	PROVÁVEIS SOLUÇÕES
4	Ruptura de porca	Uso de ferramenta para torque	Vazamento	Substituir a peça
5	Vazamento de bomba de pressurização	Vedação mal feita e falta de manutenção	Mau funcionamento da bomba e desperdício de água	Manutenção preventiva/corretiva
6	Bolhas na pintura do teto	Falta ou ineficiente impermeabilização, vazamentos em que não foram tratados ou desgaste natural dos materiais	Desgaste da pintura	Realizar inclinação na laje para direcionamento do fluxo de água para as calhas
7	Manchas de mofo na parede	Vazamentos em tubulações embutidas	Desgaste da pintura	Aplicar massa de vidraceiro ao redor do vazamento e esperar a secagem, caso não solucione, contratar um encanador
8	Infiltração no teto	Vazamento no cano da caixa d'água	Desgaste da pintura	Realizar inclinação na laje para direcionamento do fluxo de água para as calhas
9	Infiltração na parede de divisa da cozinha com a despensa	Vazamento na tubulação da torneira da pia que não foi tratado	Desgaste da pintura	Contratar um especialista que realizará um rasgo na parede na altura da torneira e fazer a substituição da parte do cano danificada. Em seguida, realizará a recomposição da parede quebrada e o vazamento será sanado
10 e 11	Conexões e tubulações de bronze corroídas	Corrosão devido à captação de água de um lençol freático com pH ácido	As peças perderam sua funcionalidade	Trocar o metal por um material não corrosivo, como o CPVC
12	Rachadura de caixa d'água	Má qualidade ou desgaste natural do material	Vazamento	Aplicar revestimento impermeabilizante ou realizar a troca da mesma
13	Conexão hidráulica fissurada	Golpe de ariete	Vazamento	Instalar um dispositivo para amortecer a energia do golpe de ariete, absorvendo o pico de sobrepressão no local próximo da geração do transiente.

Fonte: Autores (2021).

Quadro 2: Patologias em instalações prediais de água quente

PATOLOGIAS EM INSTALAÇÕES DE ÁGUA QUENTE				
FIGURA	PATOLOGIA	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	PROVÁVEIS SOLUÇÕES
14	Corrosão no tubo de cobre	Ação de agentes naturais em decorrência do tempo de utilização da peça	Deterioração da seção do tubo, acarretando em vazamentos	Substituir a peça ou realizar injeção de polifosfato para impedir a proliferação de incrustações e inibir a corrosão
15	Vazamento em conexão de PPR	Tensionamento no tubo em virtude de um desalinhamento da peça	Rompimento da peça e vazamento	Substituir a peça
16	Vazamento de boiler	Não visualização da altura existente entre a caixa-d'água e o boiler	Deficiência no armazenamento de água quente	Como forma de prevenção, manutenção preventiva anual ou caso o vazamento ocorra nas tubulações do boiler, é possível realizar o reparo

Fonte: Autores (2021).

Quadro 3: Patologias em instalações prediais de águas pluviais

PATOLOGIAS EM INSTALAÇÕES DE ÁGUAS PLUVIAIS				
FIGURA	PATOLOGIA	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	PROVÁVEIS SOLUÇÕES
17	Transbordamento de calha	Mau dimensionamento da calha ou incapacidade dos condutores verticais	Prejuízos e aborrecimentos aos usuários	Realização de dimensionamento adequado
18	Vazamento em calha	Corrosão e mau dimensionamento	Umidade na viga de madeira, acarretando em menor resistência e comprometimento de sua função estrutural	Realizar a troca da calha ou utilizar selante para impedir o vazamento
19	Vazamento em calha	Solda danificada por falha na execução	Vazamento de águas pluviais	Realizar a troca da calha ou utilizar selante para impedir o vazamento
20	Entupimento de calha	Acúmulo de sujeira	Retorno e transbordamento das águas pluviais	Limpeza dos condutores
21	Vazamento na união do tubo de ponta e de bolsa	Transbordamento dos condutores verticais	Vazamento e manchas na alvenaria	Substituir as peças
22	Ruptura longitudinal de tubos de águas pluviais	Pressão negativa nas colunas verticais e acúmulo de sujeira	Vazamento	Corrigir erros construtivos, de dimensionamento e caimentos de calhas, diminuir área de contribuição do condutor e substituir as tubulações pluviais

Fonte: Autores (2021).

Quadro 4: Patologias em instalações prediais de esgoto

PATOLOGIAS EM INSTALAÇÕES DE ESGOTO				
FIGURA	PATOLOGIA	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	PROVÁVEIS SOLUÇÕES
24 e 25	Entupimento da bacia sanitária e de lavatório	Má utilização dos usuários e descarte de materiais nos aparelhos	Transtorno aos usuários	Desentupimento realizado por profissional ou utilizar um arame trançado para retirar os resíduos
26 e 27	Entupimento de mictório	Falta de manutenção e limpeza das tubulações	Transtorno aos usuários	Utilizar um desentupidor para remover obstruções superficiais ou inserir um cabo de tufão
28	Vazamento no tubo de ligação do vaso sanitário	Mau encaixamento do tubo de ligação e ausência de veda rosca	Piso molhado	Contratar profissional qualificado para realizar o perfeito encaixe da tubulação e vedação. Caso persista o vazamento, realizar a substituição por uma peça mais nova
29	Entupimento de tubulação	Incrustação	Redução da seção do tubo	Ideal é a prevenção, realizando limpezas recorrentes, seja manual ou com ferramentas, como sopragem de ar
30	Retorno de esgoto	Entupimento nas tubulações que recebem o esgoto e ausência de válvula de retenção	Retorno do esgoto pelo ralo do banheiro e mau cheiro	Utilizar válvulas de retenção, fazendo com que a água tenha um fluxo unidirecional
31	Retorno de espuma pela caixa de gordura	Falta de fechamento hermético	Degradação da caixa de gordura e mau cheiro	Instalar antiespumas nos ralos e caixas sifonadas
32	Entupimento de caixa de inspeção	Colocação de materiais inadequados nos dispositivos, sendo transportados pela tubulação até a caixa	Inundações e ruídos	Limpeza e manutenção preventiva
33 e 34	Entupimento de fossa séptica	Ausência de limpeza	Alagamento da área externa a fossa	Manutenção preventiva e limpeza

Fonte: Autores (2021).

Quadro 5: Patologias em instalações prediais de combate a incêndio

PATOLOGIAS EM INSTALAÇÕES DE COMBATE A INCÊNDIO				
FIGURA	PATOLOGIA	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	PROVÁVEIS SOLUÇÕES
35 e 36	Vazamento e oxidação de caixa de incêndio	Falta de manutenção preventiva	Deterioração do material e possível danificação da alvenaria e do revestimento da edificação	Reparar ou trocar o dispositivo, bem como realizar a manutenção preventiva do hidrante
37	Deterioração de hidrantes de recalque	Falta de manutenção e limpeza	Degradação do hidrante de recalque	Manutenção preventiva e limpeza dos hidrantes de recalque

Fonte: Autores (2021).

No Quadro 1, observa-se que a maior parte das consequências das patologias nas instalações de água fria são vazamentos e desgaste na pintura, em decorrência de erros de execução e utilização de materiais de baixa qualidade. Embora, as consequências sejam as mesmas, para cada tipo de patologia existe uma solução diferente.

No Quadro 2, como pode ser visto, as patologias mais recorrentes em instalações de água quente são vazamentos e corrosão dos dispositivos, e para solucionar esses problemas, a peça defeituosa deve ser substituída.

O Quadro 3, relata as principais patologias nas instalações de água pluviais, como vazamentos, transbordamentos e entupimentos de calhas e tubos devido a mau dimensionamento, erros de execução e acúmulo de sujeira.

Já o Quadro 4 mostra que entupimentos, vazamentos e retorno de esgoto ocorrem comumente devido a falta de limpeza, má utilização dos usuários e erros de dimensionamento, evidenciando a importância do profissional capacitado para projetar e executar as instalações prediais. Além disso, a manutenção preventiva e a limpeza dos condutores devem ser realizadas sempre que necessário para evitar tais patologias.

Por fim, no Quadro 5, pode-se verificar que a principal causa de vazamentos e oxidação nos dispositivos de incêndio é a falta de manutenção preventiva, uma vez que, principalmente em se tratando de hidrantes de recalque, os mesmos são tratados com descaso, pois não são acessíveis e a tubulação que os antecede é geralmente enterrada.

Ações preventivas como projeto e execução corretos, manutenção nas instalações, limpeza, uso adequado dos equipamentos e utilização de materiais de boa qualidade devem ser praticadas para que as patologias das instalações prediais sejam evitadas.

Como produto do TCC II, foi elaborado um artigo científico com o estudo e análise dessas patologias, o qual foi submetido e publicado na revista *Brazilian Journal of Development* (Qualis B2).

5. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo acerca das diferentes patologias que ocorrem nas instalações prediais é de grande importância, pois com isso, o surgimento das mesmas pode ser evitado ou minimizado com condutas preventivas e corretivas, uma vez que quando se conhece a origem do problema, a possibilidade de repeti-lo torna-se menor.

Todos os dispositivos dessas instalações devem ser considerados como peças fundamentais das mesmas, o problema é que os projetos complementares de instalações, quando existentes, não são tratados com a devida importância que deveriam. A seriedade da execução de tais instalações diante da presença de profissionais capacitados também não é reconhecida na maioria das vezes.

Com isso, projetar e executar as instalações de água fria, água quente, águas pluviais, esgoto sanitário e instalações hidráulicas de combate a incêndio segundo preceitos normativos e realizar manutenções preventivas, tornam-se fundamentais para atenuar a ocorrência de patologias e garantir com que os componentes e as instalações tenham uma vida útil prolongada.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5626:** Sistemas prediais de água fria e água quente - Projeto, execução, operação e manutenção. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5688:** Tubos e conexões de PVC-U para sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8160:** Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10152:** Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10844:** Instalações prediais de águas pluviais - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10897:** Sistemas de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13714:** Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575:** Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

BAPTISTA, M. B.; COELHO, M. M. L. P. **Fundamentos de Engenharia Hidráulica**. 3 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2010.

BEATO, T. **Boiler vazando água: e agora?**. Disponível em: <<https://aquecenorte.com.br/blog/boiler-vazando/>>. Acesso em 14/05/2021.

CANIDO, C. S. R. **Patologias dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 2012.

CARVALHO JÚNIOR, R. **Patologias em Sistemas Prediais Hidráulico-sanitários**. 1 ed. São Paulo: Blucher, 2013.

DUARTE, R., et al. **Problemática de Incêndio em Edifícios Altos** (livro eletrônico). São Paulo: Editora do Autor, 2021.

FAVARO, P. P. F. **Indicação das patologias relacionados as calhas com comparativo de dimensionamento utilizando a NBR 10844/1989 e a equação de chuva da cidade de Cuiabá-MT.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2017.

FERREIRA, M. I. C. S. **Sistemas Prediais de Drenagem de Águas Residuais Domésticas.** Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2014.

GNIPPER, S. F. **Diretrizes para Formulação de Métodos Hierarquizado para Investigação de Patologias em Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários.** Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2010.

GODOY, A. **Patologias nas Instalações Hidrossanitárias de Prédios Residenciais: Redes de Água Fria e Água Quente.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, 2020.

ITAMARO, G. **Corrosão nas tubulações de água quente.** Disponível em: <<https://condominiosc.com.br/jornal-dos-condominios/infraestrutura/1786-corrosao-nas-tubulacoes-de-agua-quente>>. Acesso em 03/05/2021.

LARA, A. M. F., ROTH, A.G., SILVA, C. M., ROTTMANN, E., KAHN, F. C., LAURIA, F., et. al. **Inspeção Predial.** 1 ed. São Paulo, Editora Universitária de Direito, 2005.

MACEDO, N. P. **Estudo de Patologias em Instalações Prediais de Abastecimento de Água e de Drenagem de Águas Residuais.** Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2015.

MACINTYRE, A. J. **Instalações hidráulicas prediais e industriais.** 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

MANUAL TÉCNICO TIGRE. **Orientações técnicas sobre instalações hidráulicas prediais.** 5 ed., pp.182-188. Joinville, Santa Catarina, 2013.

METTZER. **Revisão bibliográfica: saiba como fazer em seu trabalho acadêmico.** Disponível em: <<https://blog.mettzer.com/revisao-bibliografica/>>. Acesso em: 24/05/2021.

NASCIMENTO, O. L. **Avaliação de incrustação em tubulação de PVC.**, pp. 4-6, 2007.

PALAS, J. I. S. **Redes Prediais – Patologias e Reabilitação de Redes de Abastecimento de Água e de Drenagem de Águas Residuais Domésticas.**

Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2013.

RIBEIRO, R. P.; DIAS, E. C.; SILVA, G. P. C.; SILVA, A. M. **Patologias em sistema predial hidrossanitário estudo de caso: Residencial padrão médio no município de Belém – PA.** Brazilian Journal of Development., Curitiba, v. 6, n. 3, p 11018-11027 mar. 2020.

SEITO, A. I., et al. **A Segurança Contra Incêndio no Brasil.** São Paulo: Projeto Editora, 2008.

SOUZA, C. C. **Aspectos Econômicos e Hidráulicos da Utilização do PEX Como Alternativa em Projetos de Instalações Hidráulicas Prediais.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2011.

SOUZA, T. B., et al. **Sistema de Proteção Contra Incêndio e Pânico para Edificação Multifamiliar.** Projectus v.3, n.4, p. 45-70, Rio de Janeiro, 2018.

TENÓRIO, B.V; SANTOS, M.L.S. **Análise das Patologias em Instalações Hidrossanitárias Ocasionadas em Edificações Residenciais na Cidade de Maceió – AL.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Centro Universitário Cesmac, Maceió, Alagoas, 2018.

TUBARÃO SANEAMENTO. **Identificando Vazamentos.** Disponível em: <www.tubaraosaneamento.com.br>. Acesso em: 24/04/2021.

VENÂNCIO, E. **Vazamentos e Mau Cheiro de Esgoto Geram Transtornos em São Carlos – SP.** Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2014/06/vazamentos-e-mau-cheiro-de-esgoto-geram-transtornos-em-sao-carlos-sp.html>>. Acesso em: 24/04/2021.

VIEIRA, P. C. C. **Patologias em Instalações Hidrossanitárias de Edifícios Residenciais na Zona Centro-Sul de Manaus (AM): Diagnóstico e Terapia.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.