

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CLAUDIO VIOMAR JUNIOR

**DIAGNÓSTICO DE PATOLOGIAS NAS INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS
PREDIAIS DE UMA EDIFICAÇÃO MULTIFAMILIAR NO MUNICÍPIO DE
GUARAPUAVA - PR**

GUARAPUAVA

2022

CLAUDIO VIOMAR JUNIOR

**DIAGNÓSTICO DE PATOLOGIAS NAS INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS
PREDIAIS DE UMA EDIFICAÇÃO MULTIFAMILIAR NO MUNICÍPIO DE
GUARAPUAVA - PR**

**Diagnosis of pathologies in the building water systems of a multi-family
building in the municipality of Guarapuava - PR**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador(a): Prof. Dra. Mariane Kempka.

GUARAPUAVA

2022



Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

CLAUDIO VIOMAR JUNIOR

**DIAGNÓSTICO DE PATOLOGIAS NAS INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS
PREDIAIS DE UMA EDIFICAÇÃO MULTIFAMILIAR NO MUNICÍPIO DE
GUARAPUAVA - PR**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 14 de dezembro de 2022

Mariane Kempka
Doutora em Engenharia Civil
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Géssica Katalyne Bilcatti
Mestre em Engenharia Civil
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Rodrigo Scoczynski Ribeiro
Doutor em Engenharia Civil
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

GUARAPUAVA

2022

Dedico este trabalho à minha família, pelo constante apoio e incentivo dedicados para que minha formação fosse possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder forças ao longo de toda essa árdua e vitoriosa caminhada, abençoando a mim e à minha família na busca de nossos objetivos.

Aos meus pais, Claudio Viomar e Maria Zélia Vilczak Viomar, por todo o suporte e incentivo, nunca me deixando faltar nada. Vocês foram e são essenciais.

Ao meu irmão, Lucas Viomar, pelo companheirismo e as brincadeiras que deixaram os momentos muitas vezes mais leves.

Aos meus avós, tios e primos que sempre demonstraram interesse na minha jornada, além de apoio e motivação fundamentais na busca dos objetivos.

Agradeço a minha orientadora, Professora Mariane Kempka, pelos ensinamentos e instruções durante a graduação e desenvolvimento desta pesquisa. Por toda paciência, dedicação, conhecimento e disponibilidade fundamentais para a realização deste trabalho.

A todos os meus amigos e colegas de curso, pelo companheirismo e apoio constante, sempre fornecendo ajuda e motivação nos momentos decisivos ao longo de todos esses anos.

A UTFPR – Câmpus Guarapuava e todo o corpo docente que proveram um ensino de qualidade.

Enfim, a todos os que de alguma forma contribuíram para a realização desta pesquisa.

“Lembre-se que as pessoas podem tirar tudo de você, menos o seu conhecimento”.

Albert Einstein

RESUMO

As instalações hidrossanitárias são responsáveis pela condução das águas utilizadas em uma unidade comercial ou residencial, fornecendo condições de saúde e higiene para os usuários. Muitos pesquisadores afirmam que as manifestações patológicas nestas instalações são recorrentes e concentram a maioria das falhas dos diferentes sistemas que compõem uma edificação. Este trabalho tem como objetivo identificar as possíveis manifestações patológicas nas instalações hidrossanitárias de água fria, esgoto sanitário e águas pluviais, inferir suas causas e efeitos, além da proposição de soluções, classificando-as em grau de prioridade de intervenção. É necessário cada vez mais estudos sobre os sistemas hidrossanitários para entender as causas das falhas a fim de evitar futuras incidências em novas edificações. Este trabalho foi realizado em uma edificação multifamiliar de 5 pavimentos no município de Guarapuava – PR. Por meio de entrevistas com os moradores de 14 unidades habitacionais desta edificação, foram levantados dados de falhas nas instalações. O registro fotográfico das falhas foi feito quando possível, mediante autorização, além da aplicação de um questionário online para os usuários exporem as informações das instalações hidrossanitárias de suas residências. Das manifestações patológicas encontradas, foi possível observar oito tipos diferentes de manifestações, totalizando 23 ocorrências na edificação. O sistema de esgoto sanitário concentra o maior número de ocorrências das falhas, seguido pelo sistema de água fria e águas pluviais. O tipo de manifestação patológica mais recorrente foram as falhas envolvendo os vazamentos, tanto no sistema de água fria quanto no sistema de esgoto sanitário. A classificação das manifestações patológicas em sistemas, causas, efeitos, medidas de controle, índices de severidade, custo e intervenção, proporciona inferir a prioridade de intervenção dos tipos de patologias encontrados, a fim de solucioná-los e prever o aparecimento em novos empreendimentos. As manifestações patológicas em sua maioria foram classificadas com grau de severidade pequeno, indicando ligeira deterioração, entretanto a classificação relacionada ao custo de manutenção foi considerada alta, pois envolvem quebras e trocas de componentes. Ainda, em relação a dificuldade de intervenção, as manifestações patológicas em sua maioria possuem um grau de intervenção difícil ou muito difícil, pois é necessário afetar mais de um sistema hidrossanitário para solucioná-la.

Palavras-chave: patologia; instalações hidrossanitárias; diagnóstico; classificação.

ABSTRACT

Hydrosanitary facilities are responsible for conducting the water used in a commercial or residential unit, providing health and hygiene conditions for users. Many researchers claim that pathological manifestations in these installations are recurrent and concentrate most of the failures of the different systems that make up a building. This work aims to identify the possible pathological manifestations in hydrosanitary installations of cold water, sewage and rainwater, to infer their causes and effects, in addition to proposing solutions, classifying them in a priority degree of intervention priority. More and more studies on hydrosanitary systems are needed to understand the causes of failures in order to avoid future incidences in new buildings. This work was carried out in a multifamily building with 5 floors in the city of Guarapuava - PR. Through interviews with residents of 14 housing units in this building, data on failures in the facilities were collected. The photographic record of the failures was made when possible, with authorization, in addition to the application of an online questionnaire for users to expose the information of the hydrosanitary installations of their residences. From the pathological manifestations found, it was possible to observe eight different types of manifestations, totaling 23 occurrences in the building. The sanitary sewage system concentrates the highest number of occurrences of failures, followed by the cold water and rainwater system. The most recurrent type of pathological manifestation were failures involving leaks, both in the cold-water system and in the sanitary sewer system. The classification of pathological manifestations into systems, causes, effects, control measures, severity indices, cost and intervention, allows inferring the priority of intervention of the types of pathologies found, in order to solve them and predict the appearance in new enterprises. Most pathological manifestations were classified with a low degree of severity, indicating slight deterioration, however the classification related to maintenance cost was considered high, as they involve breakages and replacement of components. Still, in relation to the difficulty of intervention, most pathological manifestations have a difficult or very difficult degree of intervention, since it is necessary to affect more than one hydrosanitary system to solve it.

Keywords: pathology; hydrosanitary installations; diagnosis; classification.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Componentes do Sistema de Distribuição de Água Fria	20
Figura 2 – Componentes de uma Instalação Predial de Esgoto	25
Figura 3 – Componentes de uma Instalação Predial de Esgoto em Corte Esquemático	25
Figura 4 – Zonas de Sobrepressão	28
Figura 5 – Componentes do Sistema de Águas Pluviais	30
Figura 6 – Vazamento em Canalização Enterrada	35
Figura 7 – Vazamento em Caixa D'água	35
Figura 8 – Ruptura de Canalização por Excesso de Pressão.....	36
Figura 9 – Prumada de Esgoto Danificada.....	37
Figura 10 – Entupimento de Pia	38
Figura 11 – Retorno de Espuma.....	39
Figura 12 – Retorno de Esgoto	39
Figura 13 – Representação do Funcionamento do Fecho Hídrico em Sifão.....	40
Figura 14 – Infiltração de Água pela Cobertura	41
Figura 15 – Entupimento de Calha por sujeira	41
Figura 16 – Empoçamento de Laje	42
Figura 17 – Tipos de Patologias nos Sistemas Hidrossanitários	48
Fotografia 1 – Vazamento na Caixa Sifonada e Corrosão do Forro de Gesso...51	
Fotografia 2 – Vazamento da Caixa Sifonada e Ligeira Degradação do Forro ..51	
Fotografia 3 – Entupimento de Lavatório.....	52
Fotografia 4 - Má Instalação de Sifão	53
Fotografia 5 – Vazamento em Torneira.....	54
Fotografia 6 – Estrutura da Cobertura da Edificação.....	55
Fotografia 7 – Infiltração em uma Unidade Habitacional	56
Fotografia 8 – Infiltração na Área de Circulação de Pessoas.....	56
Fotografia 9 – Presença de Água na Área de Circulação de Pessoas.....	57
Gráfico 1 – Número de Patologias Identificadas em Cada Sistema.....	49
Gráfico 2 – Número de Usuários por Unidade Habitacional.....	58
Gráfico 3 – Quantidade de Patologias e Usuários por UH de acordo com o Questionário	59
Gráfico 4 – Nível de Satisfação das Instalações.....	60
Gráfico 5 – Número de Ocorrências por Tipo de Falha	62
Gráfico 6 – Número de Ocorrências por Índice de Severidade	63
Gráfico 7 – Número de Ocorrências por Custo Estimado	64
Gráfico 8 – Número de Ocorrências por Índice de Intervenção	65
Gráfico 9 – Ocorrências e sua Prioridade de Risco	65
Gráfico 10 – Urgência de Intervenção em Função dos Tipos de Patologias	66
Quadro 1 – Principais Causas de Patologias em Diferentes Estudos	33
Quadro 2 - Índice de Severidade de Patologias.....	45
Quadro 3 – Índice de Custo de Patologias.....	45
Quadro 4 – Índice de Intervenção de Patologias	46
Quadro 5 – Coeficiente de Prioridade de Risco.....	47
Quadro 6 – Patologias nas IHPE	50

Quadro 7 – Patologias nas IHPAF.....	53
Quadro 8 – Patologias nas IHPAP	55
Quadro 9 – Causas, Efeitos e Medidas de Controle das Patologias.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Unidades Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga	27
Tabela 2 – Comparativo entre o número de patologias e o número de UH.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
IHPAF	Instalação Hidrossanitária Predial de Água Fria
IHPAFQ	Instalação Hidrossanitária Predial de Água Fria e Água Quente
IHPAP	Instalação Hidrossanitária Predial de Água Pluvial
IHPAQ	Instalação Hidrossanitária Predial de Água Quente
IHPE	Instalação Hidrossanitária Predial de Esgoto
NBR	Normas Brasileiras
SHPAQ	Sistemas Hidrossanitários Prediais de Água Quente
SPHS	Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários
UH	Unidade Habitacional
UHC	Unidades Hunter de Contribuição
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVOS	16
1.1.1	Objetivo Geral.....	16
1.1.2	Objetivos Específicos	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	Sistemas de Água Fria e Água Quente	17
2.1.1	Componentes	18
2.1.2	Normas e Legislações	20
2.1.3	Projeto e Dimensionamento	21
2.2	Sistemas de Esgoto Sanitário	23
2.2.1	Componentes	23
2.2.2	Normas e Legislações	25
2.2.3	Projeto e Dimensionamento	26
2.3	Sistemas de Águas Pluviais	28
2.3.1	Componentes	29
2.3.2	Normas e Legislações	30
2.3.3	Projeto e Dimensionamento	31
2.4	Patologias nos Sistemas Hidrossanitários	32
2.4.1	Sistemas Prediais de Água Fria e Água Quente	34
2.4.2	Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário.....	37
2.4.3	Sistemas Prediais de Águas Pluviais	40
3	METODOLOGIA	43
3.1	Caracterização da Edificação Estudada	43
3.2	Metodologia de Identificação dos Tipos de Patologias	43
3.3	Determinação do Grau de Prioridade de Risco	43
3.3.1	Tipo de Sistema Hidrossanitário.....	44
3.3.2	Classificação das Manifestações Patológicas	44
3.3.3	Causas e Efeitos	44
3.3.4	Índice de Severidade.....	44
3.3.5	Índice de Custo.....	45
3.3.6	Índice de Complexidade Intervenção	45
3.3.7	Coeficiente de Prioridade de Risco	46
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	48

4.1	Resultados das Entrevistas e Aplicação do Questionário	48
4.1.1	Identificação das Patologias nas Instalações de Esgoto Sanitário	49
4.1.2	Identificação das Patologias nas Instalações de Água Fria.....	53
4.1.3	Identificação de Patologias nas Instalações de Águas Pluviais	54
4.2	Análise das Patologias	57
4.2.1	Análise do Número de Usuários e o Número de Patologias por UH	57
4.2.2	Análise do Nível de Satisfação dos Usuários	60
4.2.3	Estudo das Possíveis Causas, Efeitos e Medidas de Controle	60
4.3	Determinação de Prioridades de Intervenção.....	62
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
	REFERÊNCIAS.....	69
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO	72
	APÊNDICE B - TABELA EXCEL UTILIZADA PARA CLASSIFICAÇÃO DOS DADOS 79	
	ANEXO A - ÁBACOS PARA DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	81

1 INTRODUÇÃO

Os Sistemas Hidráulicos e Sanitários Prediais (SPHS) são uma reunião de subsistemas compostos por sistema de água fria e água quente, sistemas de esgoto sanitário e sistema de águas pluviais.

Os SPHS, de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2020), devem ser capazes de desempenhar as suas funções ao longo da vida útil do edifício, promovendo a saúde e o bem-estar dos utilizadores e permitir atividades humanas tais como: cozimento de alimentos, higiene pessoal, condução de esgotos e águas servidas, etc.

Pesquisas de diferentes autores, podendo-se citar Gnipper (2010), Carvalho Jr. (2014) e Veról (2019), apresentam que são identificadas muitas falhas nestes sistemas. Pinheiro (2021) afirma que os SPHS apresentam altos índices de manifestações patológicas e baixo desempenho devido a problemas de execução, de projeto e de manutenção. Apesar das diretrizes expressas, especialmente na NBR 5626 (2020) e na NBR 15575 – parte 6, ainda é possível verificar o elevado número de manifestações patológicas associadas aos SPHS.

Uma vez que o edifício esteja em operação, os sistemas de água e saneamento do edifício estarão em equilíbrio com os ocupantes, sendo um dos subsistemas do edifício que mais os afeta devido a necessidade constante. Por esta razão, sua disfunção muitas vezes causa sérios problemas com sua saúde física e psicológica. (GNIPPER, 2010).

Uma manifestação patológica é identificada quando sistemas hidrossanitários não respondem à solicitação do usuário corretamente, apresentando queda no desempenho. Existem vários tipos de problemas relacionados aos SPHS, como vazamentos, entupimentos, mau cheiro, ruídos, infiltrações, retorno de esgotos e/ou espuma, entre outros e que acabam afetando o usuário, a estrutura da edificação ou ambos (VERÓL, 2019).

Neste contexto, este trabalho propõe uma pesquisa para identificar as possíveis ocorrências de manifestações patológicas e associá-las às possíveis causas. Além disso, é aplicado a metodologia “Árvore de Falhas” (FMEA) para atribuir uma prioridade de risco que possibilita uma visão geral do problema identificado, determinando com qual urgência devem ser tomadas medidas de intervenção.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é diagnosticar as manifestações patológicas nas instalações hidrossanitárias de uma edificação multifamiliar no município de Guarapuava - PR.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar o tipo de patologias recorrentes nas instalações hidrossanitárias por meio de entrevistas e registros fotográficos;
- Determinar a prioridade de risco das patologias encontradas através da aplicação da metodologia FMEA;
- Avaliar a satisfação dos moradores em relação às instalações hidrossanitárias;
- Desenvolver propostas de solução ou diminuição dos problemas encontrados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Sistemas de Água Fria e Água Quente

Conforme Macintyre (2020), água fria potável é a água fornecida pela concessionária de abastecimento local e que promove o uso para alimentação e higiene dos indivíduos. O autor complementa que instalação hidrossanitária predial de água fria (IHPAF) de um edifício é um sistema composto por conexões, hidrômetros, válvulas, tubulações, componentes especiais e tanques que permitem a medição, armazenamento, controle e distribuição de água aos pontos de uso, como torneiras, chuveiros, pias de cozinha, etc.

A distribuição pode ser, de acordo com Creder (2006), Carvalho Jr. (2014) e Macintyre (2020):

- Sistema de Distribuição Direto: abastece o prédio diretamente da rede pública de distribuição. Neste sistema não são utilizados tanques de armazenamento, portanto só deve ser utilizado onde houver garantia de abastecimento com vazões e pressões aceitáveis;
- Sistema de Distribuição Indireto sem Bombeamento: nesse sistema, a pressão da rede pública é suficiente, e apenas tanques internos de armazenamento podem ser utilizados para garantir o abastecimento. Este sistema é usado principalmente em habitações de um e dois andares;
- Sistema de Distribuição Indireto com bombeamento: caso não haja pressão da rede pública suficiente para abastecer o reservatório interno superior. Portanto, deve ser adotado um reservatório inferior abastecido pela rede pública, bem como um reservatório superior que será abastecido pelo reservatório inferior por bombeamento de água. O uso deste sistema em edifícios residenciais e industriais é o mais comum;
- Sistema de Distribuição Misto: O sistema de distribuição misto é capaz de utilizar mais de um sistema: direto e indireto. Dado que a pressão da rede pública é superior à obtida no reservatório superior, os pontos de uso ligados à rede pública, normalmente o térreo e andares inferiores, terão uma pressão de alimentação superior. Outra vantagem é reduzir o volume de águas no tanque superior e garantir o consumo em caso de esvaziamento ou falta de energia.

Devido à sua conveniência econômica e técnica, este sistema é usado principalmente em residências.

De acordo com a ABNT (2020), na NBR 5626, a instalação hidrossanitária predial de água quente (IHPAQ) é definida como água potável com temperatura superior a temperatura do meio ambiente, aquecidas por meios artificiais, apropriada para o consumo humano. As IHPAQ não foram abordadas nesta pesquisa, pois a edificação não possui a distribuição de água quente, apenas as esperas para utilização de aquecedores instantâneos.

2.1.1 Componentes

As IHPAF possuem componentes específicos. A alimentação, de acordo com Assunção *et al.* (2011), possui dois componentes: ramal predial e alimentador predial. De acordo com a NBR 5626 (ABNT, 2020), podemos definir estes componentes:

- Ramal Predial: é a tubulação entre a rede pública de distribuição de água e o terminal a montante à chegada do edifício ou a rede de distribuição do edifício.
- Alimentador Predial: é a tubagem que conecta o ponto de abastecimento à um reservatório de água. Além destes dois componentes, a concessionária responsável pela instalação insere um hidrômetro para aferição do consumo de água do estabelecimento.

O subsistema de reservação, possui: reservatório inferior, sistema de recalque e reservatório superior (ZANONI, 2018). Segundo a ABNT (2020), na NBR 5626, estes componentes podem ser definidos da seguinte forma:

- Reservatório Inferior: é usado para armazenar água e funciona como um poço de sucção para instalação elevatória, localizado entre o alimentador predial e a estação elevatória.
- Sistema de Recalque: faz uso de um conjunto motobomba para elevar a água do reservatório inferior para o superior.
- Reservatório Superior: é o tanque ligado ao alimentador predial ou sistema de recalque responsável por abastecer o sistema de distribuição.

- Elementos como bóia para controle de abastecimento, extravasores que servem de aviso em caso de transbordamento do reservatório e tubos de limpeza devem ser previstos em todos os reservatórios de água.

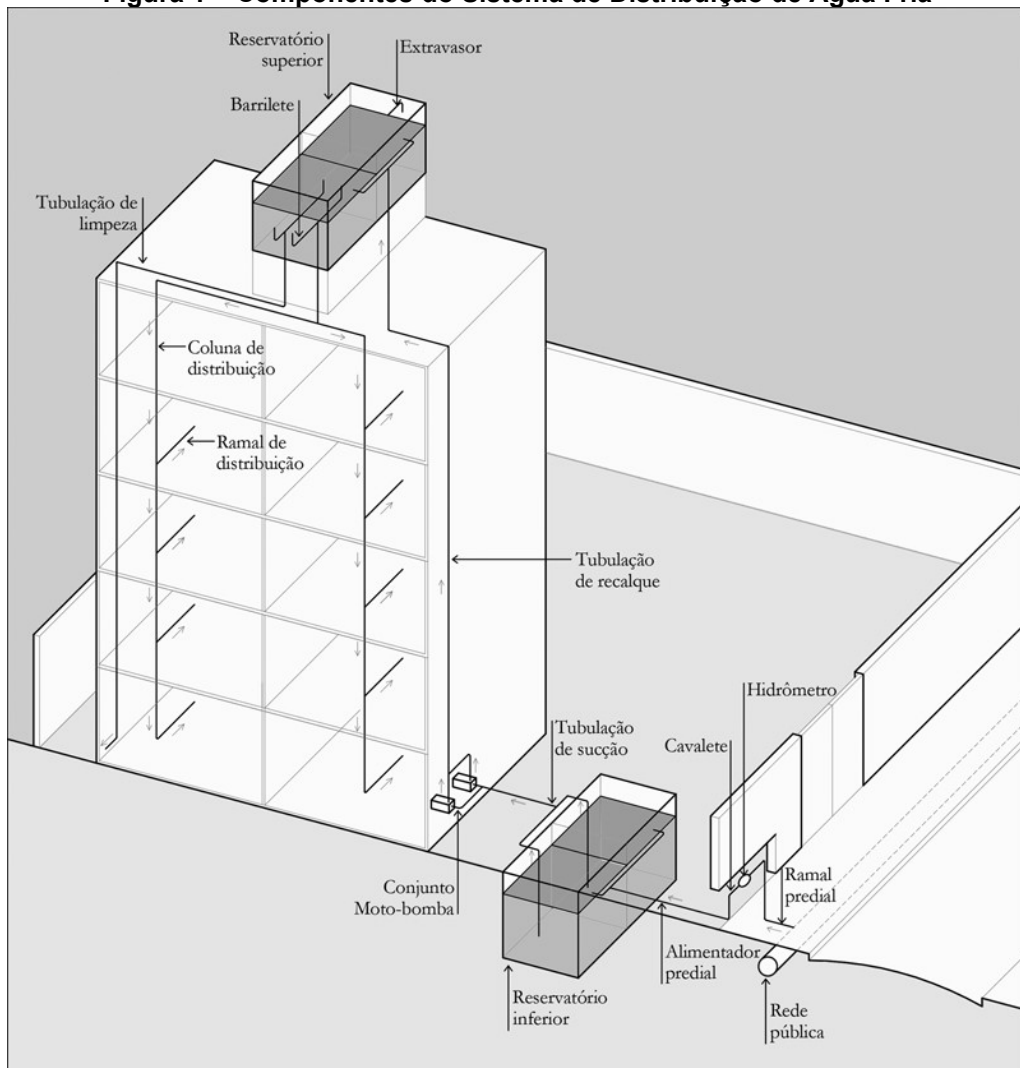
A distribuição, segundo Zanoni (2018), é composta por barriletes, colunas de distribuição, ramais de distribuição e sub-ramais de distribuição.

Conforme a NBR 5626 (ABNT, 2020), estes componentes podem ser definidos assim:

- Barriletes: tubulação que tem origem no reservatório superior e fará conexão com as colunas de distribuição.
- Colunas de Distribuição: tubulação com início nos barriletes e dela derivam os ramais de distribuição.
- Ramais de Distribuição: tubulações destinadas a alimentar os sub-ramais e que tem origem das colunas de distribuição.
- Sub-Ramais de Distribuição: tubulações que ligam os ramais aos pontos de utilização (pias, chuveiros, lavatórios, vasos, etc.).

Na figura 1 é possível visualizar a disposição dos principais componentes do sistema de distribuição de água fria em uma edificação.

Figura 1 – Componentes do Sistema de Distribuição de Água Fria



Fonte: Veról (2019)

2.1.2 Normas e Legislações

Em 2020 houve a unificação das normas: ABNT NBR 7198/1993 – Projeto e execução de instalações prediais de água quente e ABNT NBR 5626/1998 - Instalação predial de água fria, formando a ABNT NBR 5626/2020 - Sistemas prediais de água fria e água quente — Projeto, execução, operação e manutenção, sendo a principal norma para as IHPAF e as IHPAQ. Há também a norma de desempenho ABNT NBR 15575 – 6 (2015), que dá diretrizes para o bom desempenho das SPHS. A última, segundo Possan e Demoliner (2013), teve o intuito de melhorar a qualidade da construção habitacional no Brasil, as quais apresentam problemas relacionados à qualidade e durabilidade, caracterizados pelo envelhecimento precoce e aparecimento de manifestações patológicas.

De acordo com a ABNT (2020), NBR 5626, os materiais empregados nestas instalações devem atender as recomendações normativas específicas para cada material, sendo os principais: o aço carbono galvanizado, cobre, ferro fundido, liga de cobre ou PVC, para tubos e conexões; polipropileno, para cavaletes; e poliéster reforçado com fibra de vidro, concreto ou fibrocimento, para tanques.

Durante sua vida útil, as instalações hidrossanitárias prediais de água fria e água quente (IHPAFQ) devem atender os seguintes requisitos:

- Preservar a potabilidade da água;
- Fornecimento contínuo de água, com pressões, velocidades e quantidades compatíveis com o funcionamento adequado dos aparelhos sanitários, peças e demais componentes;
- Fornecimento com segurança da água quente, devido ao seu aquecimento, com as mesmas recomendações de qualidade da água fria;
- Proporcionar a economia de água e energia;
- Permitir manutenção fácil e econômica;
- Respeitar os níveis de ruído, sem gerar incômodo aos usuários;
- Promover conforto aos usuários, alocando peças em locais corretos, com funcionamento adequado e vazões satisfatórias.

2.1.3 Projeto e Dimensionamento

A compatibilização de projetos arquitetônicos, estruturais e hidrossanitários de uma obra é fundamental para a realização do melhor traçado das canalizações. Este cuidado pode diminuir consideravelmente o aparecimento de patologias nas edificações, respeitando a arquitetura e a estrutura do edifício, possibilitando as melhores soluções.

Carvalho Jr (2014) comenta que após ter definido, no projeto arquitetônico, o número de pontos de uso de água, os principais parâmetros a serem determinados são: vazão, velocidade, sua perda de carga e pressão. A definição do traçado é importante, pois muitos erros de projeto e consequentes patologias partem de uma má disposição de canalizações, como por exemplo a presença de sifões invertidos.

O dimensionamento das instalações de água fria tem início com a estimativa do consumo diário de água por habitante. Segundo recomendações da Companhia de Saneamento do Paraná - Sanepar (2019), podem ser considerados: 100 L/habitante/dia para uma residência de padrão popular, 150 L/habitante/dia para uma residência de padrão médio e 200 L/habitante/dia para um padrão de residência alto. Ainda no que concerne a estimativa do volume de água a ser armazenado, a companhia recomenda a adoção de 5 habitantes por residência.

Em edificações com mais de três pavimentos, quando a pressão disponível na rede pública não for suficiente para o abastecimento do reservatório, deve-se instalar um sistema de bombeamento. O dimensionamento da bomba de recalque é função da vazão e da altura manométrica. Segundo Carvalho Jr (2013), para calcular o diâmetro do tubo de recalque deve-se fazer uso da equação de Forchheimer, determinando o diâmetro da tubulação em função do tempo desejado de funcionamento da bomba, conforme a equação 1.

$$D = 1,3X^{1/4}\sqrt{Q} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

- D = Diâmetro da tubulação de recalque;
- X = Relação entre o número de horas de funcionamento da bomba e as 24 horas do dia;
- Q = Vazão.

Para o diâmetro da tubulação de sucção, adota-se o diâmetro comercial imediatamente superior ao tubo de recalque.

No dimensionamento das tubulações internas de distribuição, autores como Creder (2006), Carvalho Jr (2014) e Macintyre (2020) recomendam o uso do método do consumo máximo provável para edificações, visto que a NBR não traz métodos de cálculo.

- Método do consumo máximo possível: Todas as partes de um ramal são consideradas em funcionamento simultâneo. Isso geralmente ocorre em prédios não residenciais, como hotéis e escolas, onde há salas repetidas, principalmente pias e chuveiros. Em edificações multifamiliares este método não é recomendado, visto que considerando o uso

simultâneo de equipamentos, além da baixa probabilidade de ocorrência, os diâmetros das canalizações acabam sendo elevados.

- Método do consumo máximo provável: Ao contrário do método descrito acima, este prevê o uso simultâneo de apenas alguns equipamentos. Para isso, consideramos os pesos relativos a cada acessório, que são tabelados e usados para encontrar a vazão das seções de tubulação.

Em relação às IHPAQ, para determinar o tamanho do aquecedor e do reservatório de água quente, é necessário obter dados de consumo estimados de cada local. Esse consumo varia de acordo com o destino da edificação e o clima da região, mas Carvalho Jr. (2014) descreve que, para diferentes tipos de equipamentos de aquecimento doméstico, o consumo varia de 0 a 50 litros por pessoa por dia.

2.2 Sistemas de Esgoto Sanitário

Conforme descreve Veról (2019), este sistema é formado por um conjunto de tubulações e acessórios com duas finalidades: coletar e transportar o esgoto gerado pela residência ou edificação para um sistema de tratamento adequado, além de garantir a expulsão de gases para a atmosfera através do sistema de ventilação, evitando seu retorno para os ambientes da residência. De acordo com Carvalho Jr. (2014), o transporte do esgoto será realizado por gravidade, conforme projetos.

2.2.1 Componentes

Os aparelhos sanitários de uso comum, presentes em edificações de todas as classes sociais são: pia, tanque, lavatório, vaso sanitário e chuveiro. Estes equipamentos devem ser capazes de prevenir a contaminação da água potável, permitir acesso e manutenção adequados, e oferecer ao usuário o conforto necessário ao uso (PAVANELLO, 2014).

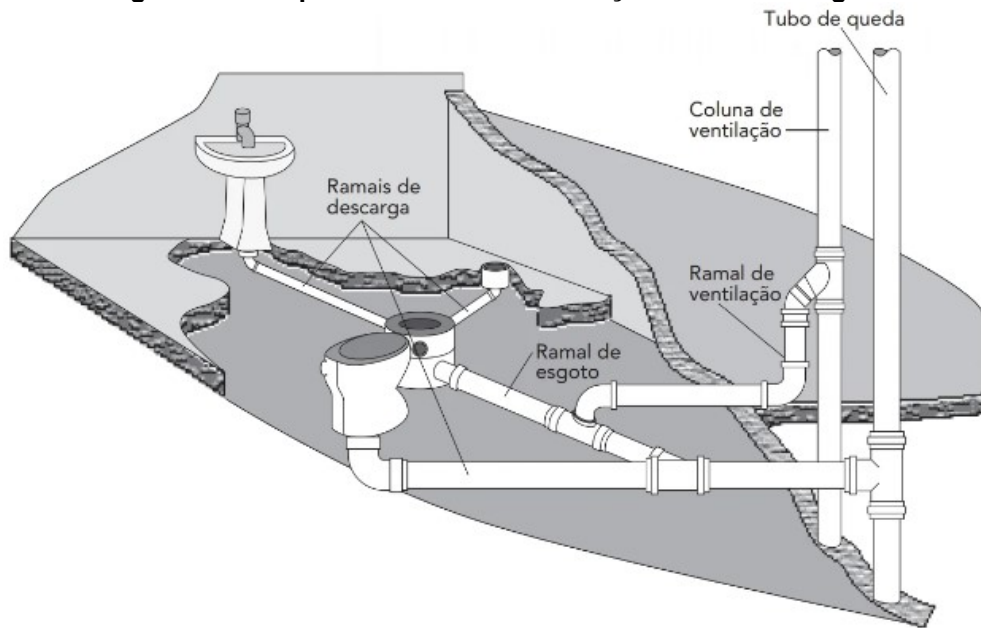
As instalações de esgoto sanitário, segundo Carvalho Jr (2014), são compostas também por tubulações, desconectores e caixas de inspeção, que realizam a interligação dos aparelhos. Abaixo tem-se a descrição detalhada de alguns componentes:

- Ramal de Descarga: é a parte da tubulação conectada aos aparelhos sanitários como pias, lavatórios, tanques, etc.

- Desconectores: dispositivos dotados de fecho hídrico, com função de vedar a passagem de gases e seu consequente retorno para o interior da residência. Nas IHPE, existem dois tipos de desconectores: o sifão e a caixa sifonada. O primeiro atende apenas um aparelho, enquanto a caixa sifonada pode atender um conjunto de aparelhos.
- Ramal de Esgoto: é a parte da instalação que recebe o efluente do ramal de descarga.
- Tubo de Queda: é a tubulação que transporta verticalmente os efluentes dos ramais de descarga e esgotos de 2 ou mais andares. No caso das edificações térreas o tubo de queda não existe. Os ramais de esgotos são direcionados para os subcoletores;
- Subcoletor: tubulação horizontal que recebe os efluentes dos tubos de queda ou ramais de esgoto;
- Coletor Predial: último trecho de esgoto localizado entre o subcoletor e o coletor público. Deve ter comprimento máximo de 15 m;
- Ramal de Ventilação: é a seção que conecta o desconector à coluna de ventilação para proteger a instalação de um possível mau funcionamento ou rompimento dos fechos hídricos, responsáveis por evitar que odores provenientes do sistema penetrem os ambientes de circulação.;
- Coluna de Ventilação: tubo vertical que permite que os ramais de ventilação se comuniquem com a atmosfera, retirando o ar da instalação sanitária para expelir gases malcheirosos;
- Válvulas de Retenção: evita o retorno de esgoto pelas canalizações, além de entrada de animais e insetos. Geralmente posicionadas na ligação do coletor predial com o coletor público.

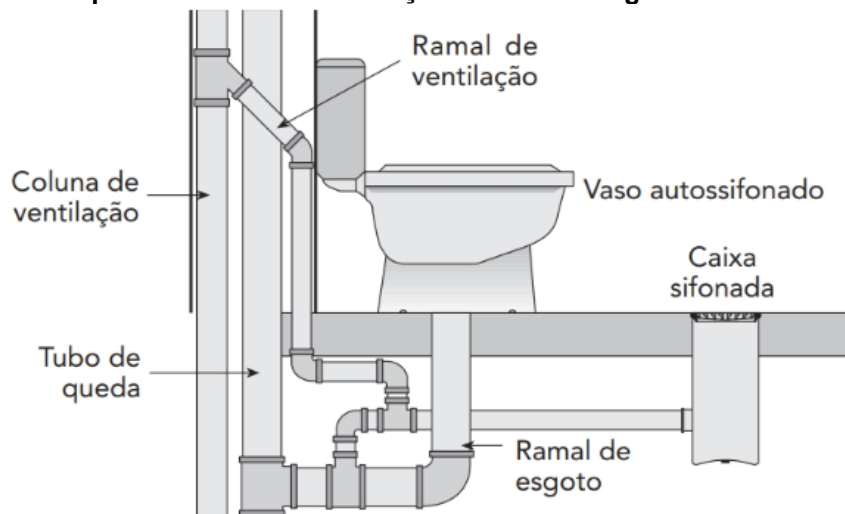
Nas figuras 2 e 3 é possível visualizar alguns dos principais componentes do sistema de esgoto sanitário de um banheiro de uma edificação. A ligação dos acessórios e o direcionamento das águas de esgoto para os tubos de queda.

Figura 2 – Componentes de uma Instalação Predial de Esgoto



Fonte: Carvalho Jr. (2013)

Figura 3 – Componentes de uma Instalação Predial de Esgoto em Corte Esquemático



Fonte: Carvalho Jr. (2013)

2.2.2 Normas e Legislações

A norma que define os requisitos básicos para o projeto, execução e manutenção dos sistemas prediais de esgoto sanitário é a NBR 8160 (ABNT, 1999) – Sistemas prediais de esgoto sanitário – projeto e execução, além da norma de desempenho ABNT NBR 15575 – 6 (2015) que colabora para o bom desempenho do sistema. A NBR 8160 estabelece algumas recomendações para o adequado funcionamento das IHPE, como:

- Impedir o acesso das águas de esgoto ao subsistema de ventilação;
- Impossibilitar o acesso de objetos estranhos no interior do sistema, como animais e insetos;
- O efluente do coletor predial deve ser realizado em rede pública de coleta de esgoto, caso exista, ou em um sistema privado de tratamento.

2.2.3 Projeto e Dimensionamento

De acordo com Veról (2019), o projeto do sistema de esgoto sanitário, além de compatibilizado com outros projetos de arquitetura e estrutura da obra, deve promover o esgotamento de todas as áreas molhadas da edificação. As tubulações embutidas que compõe os componentes deste sistema não devem ser alocadas em peças estruturais do edifício. Os locais de passagem de tubulações devem ser condicionados o mais próximo possível de pilares, da projeção deles e paredes do térreo, preferencialmente em *shafts*, facilitando a manutenção quando necessário.

Para o posicionamento correto dos componentes e sua ligação com os tubos de queda, em áreas com existência de caixa sifonada, existe uma regra a ser seguida. De início o *shaft* é posicionado em um local conveniente, seguido pelo tubo de queda, considerando a posição dos aparelhos e prevendo possíveis desvios do tubo a fim de evitá-los.

Em um banheiro, é feita a ligação da bacia sanitária ao tubo de queda e posicionada a caixa sifonada, com o objetivo de reunir o esgoto dos aparelhos do ambiente e direcioná-los, através da caixa sifonada, para o ramal de descarga da bacia sanitária. Por fim, o ramal de ventilação deve ser conectado ao ramal de esgoto.

As linhas de esgoto sanitário, conforme a ABNT (1999), NBR 8160 são dimensionadas de acordo com o método das Unidades Hunter de Contribuição (UHC). Esse método resulta em um número tabelado de UHCs para cada acessório sanitário, sendo o diâmetro calculado de acordo com o número de contribuições do trecho. A NBR 8160 fornece o valor de UHC para cada acessório hidrossanitário, demonstrados na tabela 1:

Tabela 1 – Unidades Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga

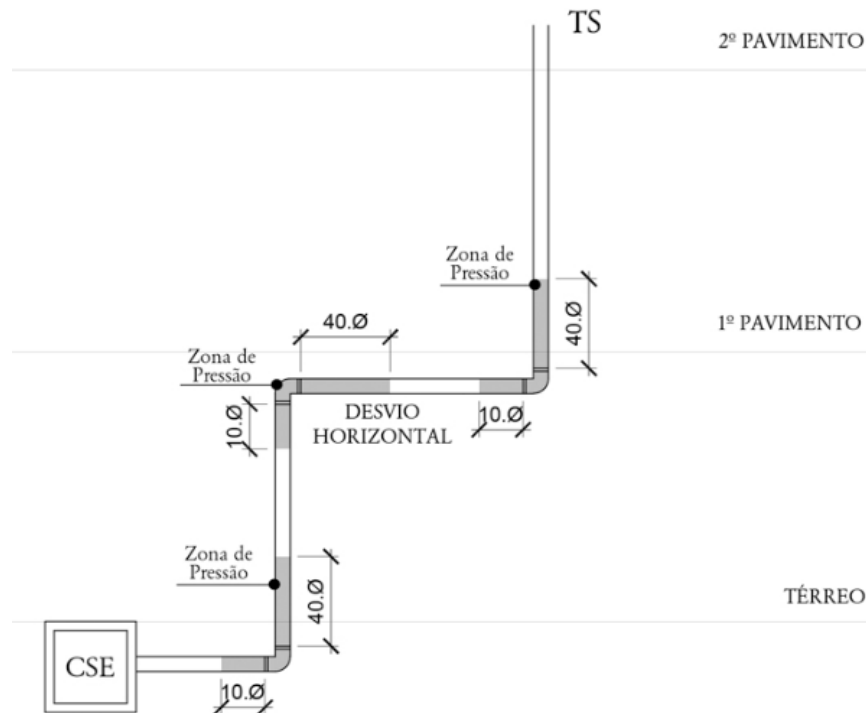
Aparelho Sanitário		Número de Unidades Hunter de Contribuição	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga
Bacia Sanitária		6	100
Banheira de Residência		2	40
Bebedouro		0,5	40
Bidê		1	40
Chuveiro	De residência	2	40
	Coletivo	4	40
Lavatório	De residência	1	40
	De uso geral	2	40
Mictório	Válvula de Descarga	6	75
	Caixa de Descarga	5	50
	Descarga Automática	2	40
	De calha	2	50
Pia de Cozinha Residencial		3	50
Pia de Cozinha Industrial	Preparação	3	50
	Lavagem de Painéis	4	50
Tanque de Lavar Roupas		3	40
Máquina de Lavar Roupas		2	50
Máquina de Lavar Roupas		3	50

Fonte: NBR 8160 (ABNT, 1999)

Para seções de tubos com diâmetro nominal de 75 mm ou menos, deve-se usar uma inclinação de 2% e, para diâmetros nominais maiores ou iguais a 100 mm, deve-se usar uma inclinação de 1%. Outro ponto é que a mudança de direções horizontais deve ser feita a 45°, obrigatoriamente. Em mudanças de direção para a vertical, pode-se utilizar conexões de 90° (NBR 8160, ABNT 1999).

As mudanças de direção no traçado das canalizações de esgoto promovem regiões de sobrepressão, como pode ser observado na figura 4.

Figura 4 – Zonas de Sobrepressão



Fonte: Veról (2019)

De acordo com Veról (2019), estas zonas surgem após desvios da tubulação e ligações devem ser evitadas para que não haja patologias como retorno de esgoto e espuma. As distâncias variam conforme as direções das curvas, levando em consideração o diâmetro da tubulação. Ainda de acordo com o autor, as ligações de acessórios, como bacias sanitárias, nas tubulações e o traçado em direção aos tubos de queda devem ser feitos preferencialmente com ângulos inferiores a 90°, preferencialmente com curvas de raio longo, evitando assim vibrações e fissuras, por conta da mudança brusca de direção do fluido, além de entupimentos.

2.3 Sistemas de Águas Pluviais

De acordo com Carvalho Jr. (2013), as instalações hidrossanitárias prediais de água pluvial (IPAP) são responsáveis por recolher e conduzir as águas das chuvas até as redes públicas, sarjetas ou outros pontos adequados, como cisternas e reservatórios particulares, sem que haja ligação com outras instalações prediais, portanto as águas pluviais não devem ser destinadas à redes de esgoto.

As águas armazenadas em reservatórios e cisternas pode ser reutilizada posteriormente para lavar pisos, carros, regar jardins ou descarga de bacias sanitárias. Segundo Braga (2006), essas práticas impedem o uso de água potável

onde não é necessária. Tal utilização leva a uma redução do consumo tratado com consequente redução das despesas para o tratamento e para o consumidor.

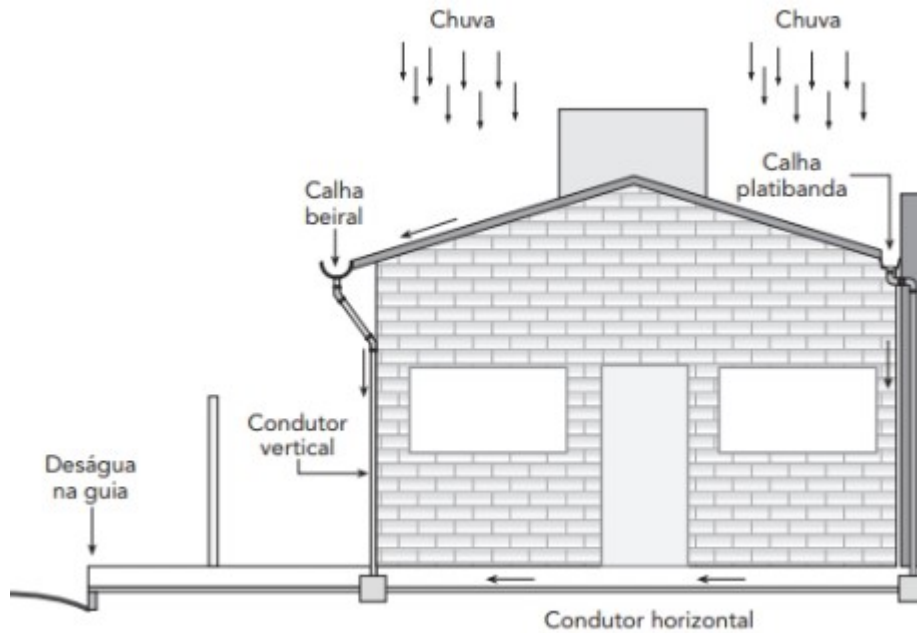
2.3.1 Componentes

Os acessórios que compõe as IHPAP são: calha, condutor vertical, caixa de areia, condutor horizontal e em caso de varandas, sacadas, pátios ou terraços, podem fazer parte os ralos (PAVANELLO, 2014). Eles podem ser definidos como:

- Calha: é um canal que coleta água de terraços e outros. No caso de telhados, conduz a água até a tubulação vertical. Carvalho Jr. (2014) comenta que as calhas podem ser feitas de diferentes materiais, tamanhos, seções e inclinações, podendo ser de beiral ou platibanda;
- Condutor Vertical: é o tubo vertical cuja função é reunir as águas das calhas, telhados, terraços e outros até a base do edifício. A norma permite a utilização de diferentes materiais para este condutor, mas os mais utilizados são o PVC e o ferro fundido, que é indicado principalmente em tubulações expostas ou submetidas a choques.
- Caixa de Areia: são caixas enterradas cuja finalidade é recolher os detritos contidos nas tubulações de águas pluviais, além de permitir a inspeção do sistema. Os detritos que podem existir são retidos na areia e podem ser removidos. São necessárias em mudanças de direção ou inclinação, casos em que a extensão da canalização exceda os 20 m ou quando houver ligação de condutores verticais e horizontais.
- Condutor Horizontal: Destinam-se a recolher águas pluviais de condutores verticais ou superfícies do terreno e transportá-las para um local apropriado ou legalmente autorizado. Os materiais utilizados são os mesmos para os condutores verticais. A ligação dos condutores, vertical e horizontal, deve ser conforme a norma, por meio de raio longo com ou caixa de areia.

É possível visualizar alguns componentes do sistema de águas pluviais de uma residência na figura 5. Os componentes são os mesmos utilizados em edificações.

Figura 5 – Componentes do Sistema de Águas Pluviais



Fonte: Carvalho Jr. (2014)

2.3.2 Normas e Legislações

Para os sistemas de águas pluviais, a principal norma que regulamenta estas instalações é a NBR 10844 (ABNT, 1989) – Instalações prediais de águas pluviais. A norma de desempenho ABNT (2015) NBR 15575 - 6 também estabelece recomendações para o bom desempenho do sistema e em casos de reaproveitamento das águas pluviais, a ABNT (2019) NBR 15527 apresenta instruções e recomendações para as locações de reservatórios.

Algumas exigências estabelecidas pelas normas são:

- Realizar o transporte de águas pluviais, sem causar vazamentos ou infiltração ao longo do caminho, para locais permitidos por órgãos públicos;
- Não lançar as águas pluviais em redes de esgoto;
- Proteger os componentes do sistema contra o acesso de gases em seu interior;
- Resistir às forças geradas por variações térmicas, choques mecânicos, bem como intempéries nos materiais que estão expostos e as pressões a que podem ser submetidos durante o uso;

- Fixar os componentes corretamente para que não haja risco de desprendimento e que a vida útil seja preservada;
- Os reservatórios devem ser dimensionados levando em consideração critérios técnicos, econômicos e ambientais;
- A água captada deve passar por pré-tratamento antes da reservação.

2.3.3 Projeto e Dimensionamento

Com as devidas compatibilizações com os projetos de arquitetura e estrutura da edificação, de acordo com Veról (2019), o projeto de águas pluviais será responsável por drenar o pavimento de cobertura, seja laje impermeável ou telhado, todas as áreas descobertas e impermeabilizadas da edificação e em alguns casos, realizar a drenagem do subsolo.

Desta forma, o caimento do telhado (ou laje) deve ser definido, o posicionamento e inclinação das calhas, ralos e condutores verticais, além do posicionamento das caixas de areia em locais de conexão de tubos verticais e horizontais.

Após determinação da intensidade pluviométrica do local de projeto, conforme base de dados pluviométricos locais, a ABNT (1999) NBR 10844 recomenda a utilização do método das áreas contribuintes para determinar a área da superfície que intercepta e conduz as águas das chuvas para um determinado ponto. Este método leva em consideração a inclinação da região impermeabilizada e as paredes que interceptam as águas das chuvas.

Conhecendo os valores de intensidade pluviométrica, definidos por cidade e por tempo de retorno das chuvas, e área contribuinte, pode-se calcular a vazão do projeto, que pode ser entendida como a vazão máxima de chuva gerada nas áreas de contribuição (VERÓL et al., 2019).

Através da NBR 10844, o método de *Manning-Strickler* é usado para o dimensionamento das calhas. Tendo seus diâmetros e declividades determinados, os condutores verticais podem ser dimensionados. A norma apresenta dois ábacos que variam conforme o tipo de ligação da calha ao condutor vertical, o diâmetro do condutor, a vazão de projeto, altura da lâmina de água na calha e o comprimento do condutor vertical. Com isso, é possível encontrar o diâmetro necessário para o tubo

de queda. É importante notar que o diâmetro mínimo é de 75 mm. Os ábacos estão dispostos nas figuras do anexo A.

Para os condutores horizontais, com seção transversal circular fechada (tubo), a altura máxima do nível da água é de $2/3$ do diâmetro interno do tubo. É necessário o uso de caixas de areia em algumas ocasiões, como em tubulações enterradas, quando um tubo horizontal receber uma nova contribuição, em mudanças de direção ou inclinação, caso a extensão da canalização exceda os 20 m ou quando houver ligação de condutores verticais e horizontais (ABNT, 1999 NBR 10844).

2.4 Patologias nos Sistemas Hidrossanitários

De acordo com Veról (2019), o uso inadequado dos sistemas, problemas oriundos de manutenção, ou mesmo de sua ausência, falhas de dimensionamento e execução originam patologias nos sistemas hidrossanitários. Segundo o autor, considerando os sistemas presentes em uma edificação, observa-se maior recorrência de patologias nos sistemas hidráulicos. A complexidade desse sistema colabora para tal constatação, visto que envolve grande variedade de materiais, componentes e equipamentos.

A partir da definição da Revista Técnica de Avaliações e Perícias IBAPE (2017), as manifestações patológicas podem ser classificadas como: endógenas, à medida que se origina dentro de um organismo ou sistema e exógenas, devido à influência de fatores externos.

Carvalho Junior (2013) cita que a principal causa de patologias nestes sistemas são endógenas, ou se desenvolve devido à influência de fatores externos (exógenas), tais como: erros de projeto (40%), erros de execução (28%), qualidade do material (18%), uso das instalações (10%) e outros (4%).

Sbroggio (2021), em seus estudos, analisando 107 solicitações de assistência técnica de duas obras, obteve que 95% das solicitações são relatos de falhas ocorridas nas etapas de construção/execução. Falhas de componentes e de projetos compõe os outros 5%. Nos estudos de Botti (2021), em 21 edificações analisadas, 135 patologias foram identificadas. 46,7% são originadas de falhas executivas, 40,7% de falhas de projeto ou falta dele, 7,4% de falha de componentes ou peças e 5,2% por erros de utilização.

Quadro 1 – Principais Causas de Patologias em Diferentes Estudos

	Execução	Projeto	Qualidade do Material	Mau Uso	Outros
Carvalho Jr. (2013)	28,00 %	40,00 %	18,00 %	10,00 %	4,00 %
Sobroggio (2021)	95,00 %	1,86 %	2,80 %	-	-
Botti (2021)	46,70 %	40,70 %	7,40 %	5,2 %	-

Fonte: Carvalho Jr. (2013); Sbroggio (2021); Botti (2021)

É possível inferir através dos estudos, que a maioria das ocorrências se concentram nas etapas executivas e de projeto, representadas no quadro 1.

Custódio (2018), ao avaliar as patologias de uma instituição de ensino pôde determinar que a relação entre o número de usuários e a ocorrência de patologias está ligada a frequência de utilização dos equipamentos sanitários. Quanto maior o número de usuários, maior a tendência de aparecimento de falhas, onde a relação patologias/usuários indicam índices, em média, acima de 1 ao longo das instalações da instituição.

Conforme Gnipper (2010), a determinação da origem das patologias de construção foi o principal assunto de interesse de pesquisadores de diferentes países, com o objetivo de fornecer *feedback* coerente contribuindo para a prevenção e melhoria da qualidade do ciclo de construção. Neste setor, as preocupações com a qualidade e produtividade são comuns.

No entanto, a manutenção predial não é prioridade para os ocupantes durante a fase de uso, mesmo que as ações preventivas sejam de grande importância e afetem diretamente a qualidade, conforto e segurança dos ocupantes do edifício (GROLLI *et al.*, 2021).

Com base nos estudos de Gnipper (2010), problemas de vários subsistemas de engenharia civil, incluindo os SPHS eram observados diariamente por especialistas da área há décadas, mas a prevalência e as causas destes problemas patológicos eram pouco estudadas, por exigirem recursos significativos e longos períodos de observação para produzir dados consistentes.

A operação do SPHS está sujeita a falhas continuamente e pode se tornar sérios problemas caso não sejam resolvidas imediatamente, desta forma é necessário seguir todas as recomendações das normas específicas das instalações em geral já citadas (TENÓRIO e SANTOS, 2018).

2.4.1 Sistemas Prediais de Água Fria e Água Quente

Estes sistemas têm fundamental importância, conforme estudos apresentados, mas apresentam frequentes patologias, dentre elas podemos citar algumas: vibrações e ruídos, vazamentos, níveis de pressão inadequados, acúmulo de ar, etc. Essas manifestações podem ser definidas e estudadas detalhadamente:

- **Vibrações e Ruídos:** velocidade excessiva do fluxo de água, mudanças bruscas de diâmetro e irregularidades no dimensionamento da rede são algumas das causas das vibrações, que se propagam nas tubulações e, se medidas de precaução forem não forem tomadas, são também uma fonte de produção de ruído (TENÓRIO e SANTOS, 2018).

A norma NBR 5626 (ABNT, 2020) exige que as edificações respeitem as recomendações de conforto fornecidas ao usuário, além disso, a velocidade máxima dentro das tubulações, conforme recomendação de autores, não deve ultrapassar os 3 m/s para não prejudicar seu funcionamento;

- **Vazamentos:** segundo Moura (2021), é uma das patologias mais recorrentes, produzindo consequências que afetam o desenvolvimento físico e visual da estrutura. Manchas são comuns em paredes de alvenaria, devido a vazamentos de tubos embutidos. Em tubulações metálicas, a principal causa dessas rupturas é a corrosão, que pode ser local ou geral. No caso de tubos de plástico como o PVC, as trincas são decorrentes de deformações excessivas, defeitos em encaixes, reparos em tubos, etc. (TENÓRIO e SANTOS, 2018).

Conforme Moura (2021) complementa, a maneira mais fácil de encontrar um vazamento é pela presença de manchas úmidas em acessórios e paredes. Nas figuras 6 e 7 é possível visualizar diferentes tipos de vazamentos. Na figura 6 um vazamento em canalização enterrada, muitas vezes imperceptível. Sua identificação geralmente se dá pela umidade do solo. Na figura 7, um vazamento é identificado através de manchas na parede de uma caixa d'água.

Figura 6 – Vazamento em Canalização Enterrada



Fonte: Katiúscia (2015)

Figura 7 – Vazamento em Caixa D'água



Fonte: EPTV Campinas (2022)

- Níveis de Pressão Inadequados: segundo Moura (2021), a falta de pressão no ramal de distribuição para os dispositivos também é notória, devido ao dimensionamento equivocado, levando a dificuldades de utilização. Cada peça deve atender às pressões mínimas de serviço e vazões, estabelecidas pela NBR 5626 (ABNT, 2020);

A alta pressão pode contribuir para perdas e desperdício durante eventos como: rupturas, golpe de aríete, maior abastecimento de água aos pontos hidráulicos, o que afeta a operação de certos equipamentos, como rupturas de tubos. Por outro lado, baixas pressões levam a uma deficiência na funcionalidade dos aparelhos,

podendo queimar os chuveiros, por exemplo. Na figura 8 é possível visualizar uma canalização que sofreu ruptura por excesso de pressão.

Figura 8 – Ruptura de Canalização por Excesso de Pressão



Fonte: Luso-Atlântica (2020)

- Acúmulo de Ar: de acordo com a NBR 5626 (ABNT, 2020), quando há grande volume de ar acumulado, aumenta a perda de carga e limita a vazão, sendo necessário o uso de dispositivos que auxiliem na eliminação desses gases. Conforme os estudos de Tenório e Santos (2018), um dos fatores responsáveis pelo acúmulo de ar é a falta de água, seguindo o esvaziamento dos reservatórios. Os fatores que também causam este distúrbio também podem estar ligados ao nível da água que, quando é relativamente baixo, causa uma entrada de ar na tubulação bem como onde há um desvio da trajetória da tubulação. Alguns destes desvios de trajetória são conhecidos como “sifão invertido”, onde a tubulação forma uma espécie de “U” para driblar obstáculos, mas essa geometria contribui para o acúmulo de ar e deve ser evitada, por isso a compatibilização de projetos é importante. Furos em vigas, de forma adequada, respeitando os cálculos estruturais, para passagem de tubulação pode ser mais viável do que um simples desvio e posterior acúmulo de ar.

Alguns estudos, podendo-se citar Custódio (2018), Botti (2021) e Sbroggio (2021), analisaram o tipo e a ocorrência de patologias nestes sistemas. Custódio (2018), registrou: vazamentos, acionamento da torneira, falta de água, entupimentos, pressão insuficiente e rupturas. Botti (2021), além dos tipos obtidos por Custódio (2018), obteve registros de: falhas de projeto, ligação incorreta, componentes,

localização e incompatibilização. Sbroggio (2021), colheu tipos como: entupimentos, trincas e rupturas em tubulações e vazamentos.

Em relação aos ruídos, pode-se citar os estudos de Mazur (2021). A pesquisa do autor procurou identificar os níveis de pressão sonora emitidos por equipamentos hidrossanitários em apartamentos. Sua análise demonstrou que uma das grandezas previstas em norma ($L_{ASmax,nT}$) não atendeu os requisitos mínimos estabelecidos pela norma de desempenho NBR 15575-6.

2.4.2 Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário

As instalações de esgoto precisam estar constantemente adequadas para o correto funcionamento, entretanto apresentam algumas particularidades em relação às manifestações patológicas. Algumas delas são:

- Vazamentos: não diferente das instalações de água fria e água quente, as instalações de esgoto também apresentam patologias relacionadas a vazamentos. Segundo Carvalho Junior (2014), elas podem ser vistas em ralos, encanamentos e em aparelhos sanitários. Os vazamentos nas tubulações de esgoto são causados por falhas nas conexões, bem como por deformações e trincas nas tubulações. As conexões de peças de esgoto são conectadas por juntas soldáveis, o que em casos de má execução, podem causar vazamentos. Na figura 9 é possível visualizar uma prumada de esgoto danificada, causando vazamento no local.

Figura 9 – Prumada de Esgoto Danificada



Fonte: Da Cruz (2016)

- Entupimentos: outro problema incômodo é a obstrução das tubulações de esgoto, sendo sua principal causa a falta de informação dos

moradores e, portanto, uso indevido através do descarte de objetos inapropriados nas tubulações. Os pontos mais críticos de entupimento são as linhas horizontais do traçado, caixas de inspeção, sifões, caixas de gordura, caixas sifonadas e bacias sanitárias. Isso se deve à falta de inclinação adequada, conforme previsto em norma. Na cozinha, o entupimento geralmente ocorre devido à liberação de restos de comida na pia e do excesso de gordura, o que torna necessária a limpeza periódica para garantir o fluxo normal do sistema. Nas lavanderias, eles vêm de pequenos objetos e roupas jogados na tubulação. Nos banheiros, as obstruções são comumente encontradas em vasos sanitários, lavatórios e ralos de chuveiro (VERÓL, VAZQUEZ E MIGUEZ, 2019). Na figura 10 tem-se a representação de um entupimento na pia da cozinha de uma unidade habitacional.

Figura 10 – Entupimento de Pia



Fonte: Ambiental BR (2018)

- Retorno de Esgoto e/ou Espuma: as obstruções acumulam resíduos nas tubulações e podem fazer com que os esgotos recuem em vários lugares, pois estão interligados, por isso é recomendado a realização de limpeza frequente nas caixas de inspeção e de gordura (TENÓRIO e SANTOS, 2018). Regiões de sobrepessão de tubulações também causarão retorno de esgoto e/ou espuma nos acessórios caso haja ligações de ramais de esgoto nestas regiões. Nas figuras 11 e 12 é possível visualizar estes dois problemas incômodos;

Figura 11 – Retorno de Espuma



Fonte: Odebrecht Ambiental (2016)

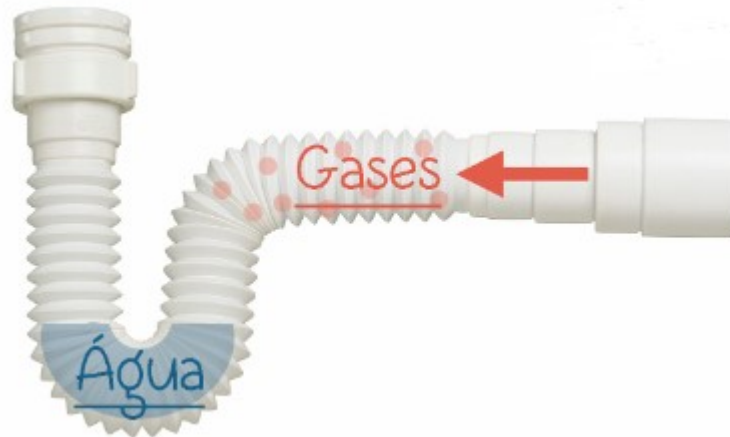
Figura 12 – Retorno de Esgoto



Fonte: Odebrecht Ambiental (2016)

- **Mau Cheiro:** segundo Tenório e Santos (2018), esta manifestação patológica pode ser causada por vários fatores. A ausência do fecho hídrico em componentes e acessórios é considerada como a principal causa, visto que sem ele há o retorno de gases desagradáveis. O fecho hídrico é uma lâmina d'água presente nos desconectores – como vaso sanitário, sifões, caixas e ralos sifonados, entre outros. Tem como função bloquear o retorno de gases da tubulação de esgoto para o ambiente social. Na figura 13 tem-se a representação do funcionamento do fecho hídrico. A barreira formada pela água no sifão impede o retorno de gases.

Figura 13 – Representação do Funcionamento do Fecho Hídrico em Sifão



Fonte: Adaptado de Center Fertin (2016)

Estudos de Custódio (2018), Botti (2021) e Sbroggio (2021) também abordaram os sistemas de esgoto sanitário, e alguns tipos de patologias foram registrados: vazamentos, mau cheiro, retorno de esgoto e/ou espuma, entupimentos, além de locação inadequada, rompimentos e falta ou falha de projeto.

2.4.3 Sistemas Prediais de Águas Pluviais

São instalações que funcionam em caso de precipitação ou então uso doméstico (lavagem de calçadas/automóveis) que necessite de drenagem adequada da água, logo as instalações devem estar em perfeito funcionamento, entretanto o surgimento de algumas patologias afeta o sistema, como: infiltrações, transbordamentos, empoçamentos em lajes, entre outras.

- **Infiltrações:** segundo Moura (2021), a infiltração de água nos telhados causa danos ao telhado e ao edifício como um todo. Aparecimento de manchas nos tetos ou paredes, podem desencadear problemas de saúde porque ocorrem podem em ambientes favoráveis. A má execução da estrutura da cobertura de uma edificação contribui para este problema. Na figura 14 tem-se a representação de uma infiltração de água pela cobertura, causando manchas no teto.;

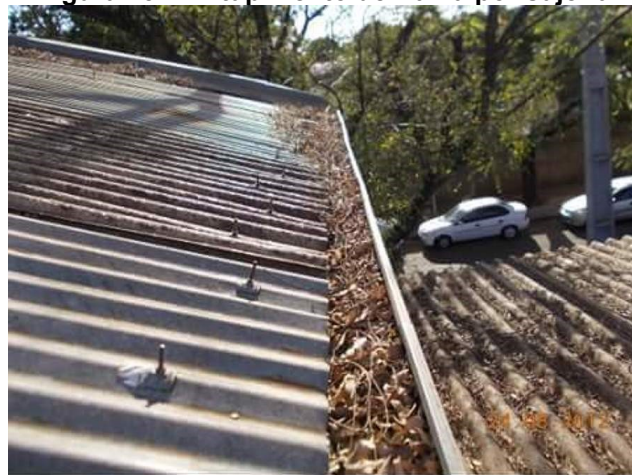
Figura 14 – Infiltração de Água pela Cobertura



Fonte: Katiuscia (2015)

- Transbordamentos: o mesmo autor complementa que os transbordamentos, por outro lado, podem ocorrer devido a incapacidade das calhas, falta de inclinação, que de acordo com a norma, o mínimo possível é de 0,5%, além de condutores com seção insuficientes, entupimento dos condutores (onde uma solução simples é a colocação de uma tela evitando a entrada de elementos indesejados, como folhas), mudanças de direção, as falhas de execução e a má colocação de rufos;

Figura 15 – Entupimento de Calha por sujeira



Fonte: Ambiental BR (2018)

- Empoçamentos em lajes: é muito comum que a água se acumule nas lajes, isso acontece devido a declividade incorreta proposta em projeto ou execução inadequada. Além de captação de água da chuva de telhado alto para um

telhado baixo, isso pode causar umidade na madeira. Nas platibandas, terraços e varandas. É sempre necessário providenciar drenos que escoem estas águas (MOURA, 2021). Na figura 16 é possível visualizar o empoçamento de uma laje causada pela declividade incorreta.

Figura 16 – Empoçamento de Laje



Fonte: Adaptado de Alves (2017)

Custódio (2018) e Botti (2021) analisaram os sistemas de águas pluviais obtendo alguns tipos de patologias, como: infiltrações e alagamentos, além de rompimentos, falta de projeto e incompatibilizações.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo apresenta-se a metodologia para o desenvolvimento da pesquisa, local de estudo, a forma de obtenção das informações e método de análise para conclusão.

3.1 Caracterização da Edificação Estudada

A edificação, objeto de estudo, fica localizada no município de Guarapuava – PR, possui 5 pavimentos com 4 unidades habitacionais (UH) por pavimento. No pavimento térreo tem 1 sala comercial. Externa à edificação estão localizadas vagas de garagem. As UH possuem 2 quartos, sala/copa, cozinha/área de serviço e banheiro.

A edificação não dispõe de SHPAQ, tem-se apenas as esperas para utilização de aquecedores instantâneos como chuveiros e torneiras elétricas.

3.2 Metodologia de Identificação dos Tipos de Patologias

A presença e identificação dos tipos das manifestações patológicas foi realizada por meio de um questionário online, com a ferramenta Google Formulários entre os dias 22/08/2022 e 21/10/2022. O questionário foi elaborado com base em estudos da revisão bibliográfica, além das recomendações indicadas na norma de desempenho NBR 15575-6. As informações solicitadas aos moradores foram: nível de satisfação com as instalações de suas respectivas residências, número de residentes em cada UH, além de coleta de dados de manifestações patológicas existentes nos banheiros, cozinhas e áreas de serviço. As perguntas podem ser consultadas no Apêndice A.

A análise para classificação ocorreu por meio de fotografias em caso de patologias visíveis e coleta de informações sobre as causas e efeitos das falhas nas unidades habitacionais através de entrevistas.

3.3 Determinação do Grau de Prioridade de Risco

A metodologia *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) foi criada na década de 1960 por uma necessidade da NASA, no processo de equipamentos utilizados nas missões Apollo (FMEA ENGINEERING, 2020). Atualmente é utilizada em indústrias e aplicada em situações com necessidade de diagnóstico de falhas.

Essa metodologia, apesar de ter sido desenvolvida com enfoque no projeto de novos produtos e processos, passou a ser aplicada de diversas maneiras.

Baseado nos estudos e aplicação da metodologia FMEA por Cupertino e Brandstetter (2015) e adaptações conforme os estudos de Sbroggio (2021), a análise das manifestações patológicas encontradas foi pautada em fatores como causas e efeitos das falhas, possibilitando determinar o grau de prioridade de risco de cada problema.

3.3.1 Tipo de Sistema Hidrossanitário

Para classificação do sistema hidrossanitário que a patologia identificada pertence, foram usados 3 tipos já descritos e detalhados neste trabalho. Assim, as patologias foram classificadas em:

- Instalações de Água Fria;
- Instalações de Esgoto Sanitário;
- Instalações de Águas Pluviais.

3.3.2 Classificação das Manifestações Patológicas

A classificação foi baseada nas entrevistas, de forma presencial e aplicação do questionário, além de fotografias. Foram obtidos oito tipos de manifestações patológicas que serão apresentadas ao longo deste trabalho.

3.3.3 Causas e Efeitos

Com base em análises sobre cada problema, foram determinados possíveis motivos causadores da determinada manifestação e quais os efeitos dela no sistema afetado.

3.3.4 Índice de Severidade

A classificação da severidade de uma patologia se dá através de uma escala, apresentada no quadro 2, baseada na aplicação de Cupertino e Brandstetter (2015). A classificação leva em consideração a eficiência do uso do sistema e o impacto no dia a dia do morador.

Quadro 2 - Índice de Severidade de Patologias

Índice	Severidade	Critério
1	Pequena	Ligeira deterioração ou queda no desempenho; Leve descontentamento do usuário
2	Moderada	Deterioração significativa; Descontentamento do usuário
3	Alta	Sistema perde sua funcionalidade; Grande insatisfação do usuário
4	Muito Alta	Sistema perde sua funcionalidade; Grande insatisfação do usuário; Segurança do usuário em risco

Fonte: Adaptado de CUPERTINO e BRANDSTETTER (2015)

3.3.5 Índice de Custo

Com base em estudos de Cupertino e Brandstetter (2015) e Sbroggio (2021), para classificação do problema em relação ao custo de uma intervenção, pelo fato de não dispor de valores financeiros, foram usadas 4 classificações associadas à realização do reparo do problema na UH. No quadro 3, separou-se as classificações.

Quadro 3 – Índice de Custo de Patologias

Índice	Custo	Critério
1	Pequeno	Casos simples, como limpeza de ralo e verificação de acessórios e ramais com retorno de esgoto
2	Moderado	Casos como infiltrações, ruídos e vazamentos
3	Alto	Casos como trincas, rupturas em tubulações e variações de pressão e vazão
4	Muito Alto	Casos como entupimento, obstrução e retorno de esgotos

Fonte: Adaptado de CUPERTINO e BRANDSTETTER (2015); SBROGGIO (2021)

Conforme aplicação de Sbroggio (2021), para casos de vazamentos e infiltrações afetando duas ou mais unidades habitacionais, o índice será considerado 3.

3.3.6 Índice de Complexidade Intervenção

Outro aspecto avaliado foi a quantidade de intervenções para resolução das falhas encontradas. Nesta classificação foram levados em consideração a necessidade de intervenção em outros sistemas que possam ter sido afetados em decorrência de uma falha. A classificação pode ser visualizada no quadro 4.

Quadro 4 – Índice de Intervenção de Patologias

Índice	Intervenção	Critério
1	Simple	Intervenção realizada em uma única operação ou pontual do sistema sem a necessidade de intervenção em outros sistemas
2	Média	Intervenção moderada do sistema podendo ou não ter a necessidade de intervenção em outro sistema gerando pequenas correções no mesmo
3	Difícil	Intervenção significativa do sistema com a necessidade de intervenção em outros sistemas gerando demolição do sistema para correções e reexecução do mesmo
4	Muito Difícil	Intervenção significativa do sistema com a necessidade de intervenção em mais de um sistema gerando quebra, reexecução, reforços estruturais ou reabilitação dos mesmos

Fonte: Adaptado de CUPERTINO e BRANDSTETTER (2015)

3.3.7 Coeficiente de Prioridade de Risco

A partir da multiplicação dos 3 critérios expostos nos quadros 2, 3 e 4, o coeficiente de prioridade de risco é calculado. Segundo Cupertino e Brandstetter (2015), o grau de prioridade de risco proporciona determinar com qual urgência devem ser tomadas as medidas de intervenção.

A Equação 2 demonstra, matematicamente, o coeficiente de prioridade de risco (CPR):

$$CPR = S * C * I \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

- CPR: Coeficiente de Prioridade de Risco;
- S: Índice de Severidade;
- C: Índice de Custo;
- I: Índice de Complexidade de Intervenção.

Com o valor do coeficiente de prioridade de risco calculado, é possível, através do quadro 5, determinar qual o nível de prioridade de intervenção o respectivo tipo de patologia analisado possui.

Quadro 5 – Coeficiente de Prioridade de Risco

Prioridade de Risco	Intervalo de Valores	Critério
Baixo	$CPR \leq 4$	Devem ser tomadas medidas de intervenções para melhoria sem caráter de urgência
Moderado	$4 < CPR \leq 16$	Devem ser tomadas medidas de intervenções logo que possível, visando diminuir a probabilidade de ocorrência dos danos em empreendimentos futuros
Elevado	$16 < CPR \leq 32$	Devem ser tomadas medidas corretivas visando eliminar as causas das manifestações patológicas detectadas, evitando a ocorrência das mesmas em empreendimentos futuros
Muito Elevado	$32 < CPR \leq 64$	Requer ações corretivas imediatas para eliminação das causas, com análise crítica das etapas que se relacionam com o serviço e controle, para que tais manifestações patológicas não ocorram em empreendimentos futuros

Fonte: Adaptado de CUPERTINO e BRANDSTETTER (2015)

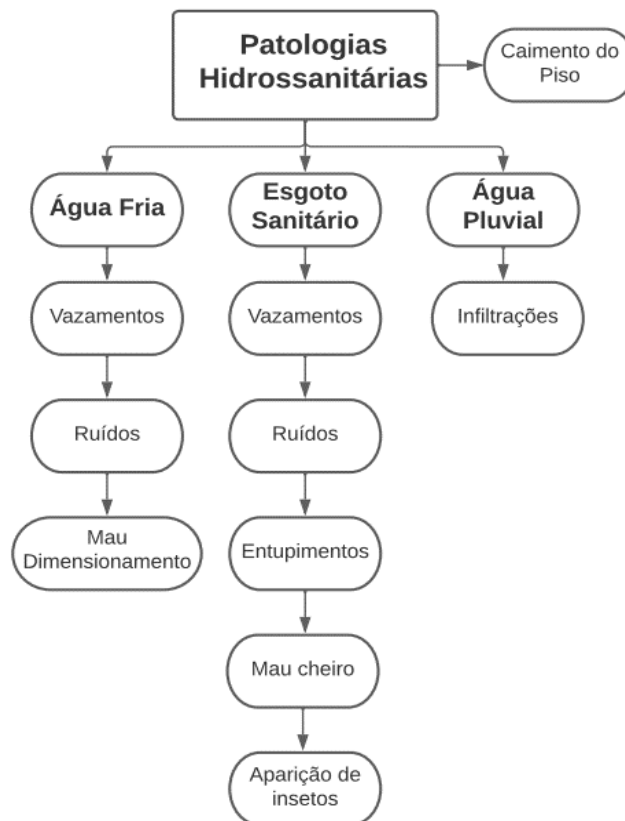
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados das Entrevistas e Aplicação do Questionário

Foram analisadas 14 unidades habitacionais das 16 que compõem a edificação. O acesso a duas das unidades não foi possível, pois não estavam sendo habitadas.

A interpretação do questionário e as visitas realizadas permitiram identificar 8 tipos de falhas: vazamentos, ruídos, entupimentos, mau cheiro, entrada de insetos pelos ralos, entupimentos, falhas relacionadas ao dimensionamento e caimento do piso. Na figura 17 associou-se os sistemas hidrossanitários às patologias.

Figura 17 – Tipos de Patologias nos Sistemas Hidrossanitários



Fonte: Autoria própria (2022)

Houve a repetição de alguns tipos de falhas como vazamentos e ruídos em mais de um sistema, como observado na figura 17, além de vários acessórios. Assim, a soma total das falhas foi de 23 patologias identificadas em 14 UH.

Tabela 2 – Comparativo entre o número de patologias e o número de UH

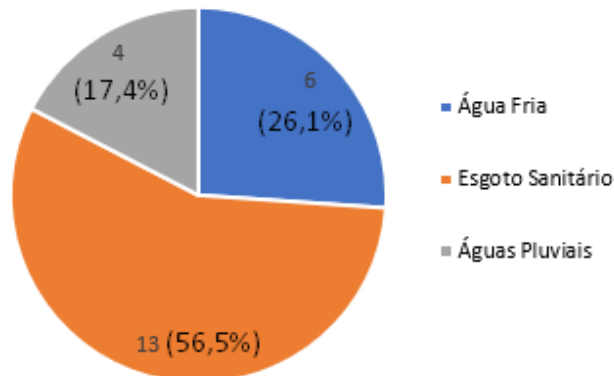
Número de patologias	8	
Patologias totais no edifício	23	
Unidades habitacionais	14	
Média	1,6	Patologias/Unidade Habitacional

Fonte: Autoria própria (2022)

Na tabela 2 observa-se que em cada unidade habitacional, a média de patologias relacionadas ao sistema hidrossanitário é de 1,6 ocorrências.

O sistema de esgoto sanitário é o que mais apresenta falhas, com 56,5% (13 ocorrências). O sistema de água fria vem em seguida com 26,1% (6 ocorrências) e o sistema de águas pluviais com 17,4% (4 ocorrências). Os dados se assemelham aos resultados de Sbroggio (2021), onde através de seus estudos e resultados obtidos, a maioria das falhas encontradas (52%) foram relacionadas aos sistemas de esgoto sanitário e 48% relacionadas ao sistema de água fria. Nos estudos de Botti (2021), os resultados apontaram maior presença de falhas nos sistemas de água fria (42,2%), mas com índices aproximados de ocorrência no sistema de esgoto sanitário (33,3%), além de 24,4% de ocorrências relacionadas ao sistema de águas pluviais.

O gráfico 1 apresenta os resultados de forma gráfica.

Gráfico 1 – Número de Patologias Identificadas em Cada Sistema

Fonte: Autoria própria (2022)

4.1.1 Identificação das Patologias nas Instalações de Esgoto Sanitário

A partir dos dados e informações coletadas, obteve-se 13 patologias nas IHPE, o que corresponde a 56,5% do total das patologias. No quadro 6 pode-se observar os registros relacionados à etapa suscetível para sua ocorrência.

Quadro 6 – Patologias nas IHPE

Manifestação Patológica	Etapas Suscetíveis para a Ocorrência
Ruído nas Canalizações de Esgoto (4x)	Método Construtivo
Vazamento em Caixa Sifonada (2x)	Execução; Falta de Manutenção
Declividade do Piso em Direção ao Ralo (2x)	Execução
Vazamento em Tanque de Lavar Roupas	Execução; Falta de Manutenção
Entupimento do Lavatório	Falta de Manutenção; Mau Uso
Entupimento da Bacia Sanitária	Falta de Manutenção; Mau Uso
Entrada de Insetos pelos ralos	Falta de Manutenção
Mau Cheiro	Execução

Fonte: Autoria própria (2022)

No quadro 6, o ruído em canalizações de esgoto sanitário nos banheiros é o tipo de patologia envolvendo o sistema de esgoto sanitário que foi mais relatado pelos usuários, com 4 ocorrências. O método construtivo adotado contribui para o surgimento do problema.

Existem dois tipos de ruído: estrutural e aéreo. Para minimizar o ruído estrutural é necessário fixar a tubulação à estrutura e ao mesmo tempo isolá-la com um material para evitar a transmissão do ruído. Para a diminuição do ruído aéreo é necessário melhorar o isolamento entre o emissor (esgoto) e o receptor (interior da edificação). Esta melhoria pode ser feita aumentando a densidade do material (compra de canalizações especiais para tal) (MANUAL TÉCNICO AMANCO, 2019).

Além dessas, existem outras formas de minimizar o ruído, como o revestimento das tubulações com lã mineral e o uso de placas de *drywall*, que contribui como material isolante.

Vazamento nas caixas sifonadas dos banheiros foram registradas em duas UH, representadas nas fotografias 1 e 2. Quando o usuário do banheiro do pavimento superior utiliza o chuveiro, a caixa sifonada é solicitada e causa vazamento no banheiro da UH do pavimento abaixo.

Fotografia 1 – Vazamento na Caixa Sifonada e Corrosão do Forro de Gesso



Fonte: Autoria própria (2022)

Fotografia 2 – Vazamento da Caixa Sifonada e Ligeira Degradação do Forro



Fonte: Autoria própria (2022)

Vazamento em tanque de lavar roupas também foi registrado, causado por conexões defeituosas, e que por consequência, há a presença de poças de água na lavanderia da UH.

As etapas da obra mais suscetíveis para o aparecimento dessa falha é a etapa executiva, visto que canalizações de esgoto são executadas através de juntas soldáveis, e caso haja uma má execução, pode haver vazamentos. As manutenções periódicas colaboram para evitar o surgimento desta patologia.

A etapa executiva também teve possível influência na declividade do piso em direção ao ralo, em duas ocasiões. A execução do nivelamento do piso, com

inclinações conforme projeto, colabora para o escoamento correto da água para o sistema de esgoto.

Os entupimentos de bacia sanitária e do lavatório do banheiro foram registrados, com uma ocorrência cada, em duas UH diferentes. Na fotografia 3 é possível visualizar o entupimento do lavatório.

Fotografia 3 – Entupimento de Lavatório



Fonte: Autoria própria (2022)

O mau uso pode estar associado ao aparecimento desta patologia. As canalizações de esgoto não permitem o descarte de objetos inapropriados nos ralos de pias e na bacia sanitária, pois pode ocorrer a obstrução de trechos dos ramais. A manutenção periódica pode contribuir para a inexistência deste problema. A falta de manutenção unida com o mau uso são os principais fatores suscetíveis para esta ocorrência. Pode-se descartar erros construtivos nesta manifestação patológica, pois é um caso isolado, assim como o entupimento da bacia sanitária, com apenas uma ocorrência no edifício todo.

A execução correta dos sifões contribui para a existência do fecho hídrico e a prevenção do mau cheiro. Esta patologia foi registrada em uma ocasião, como demonstrado na fotografia 4.

Fotografia 4 - Má Instalação de Sifão



Fonte: Aatoria própria (2022)

O aparecimento de insetos pelos ralos, registrado em uma UH pode estar relacionado com a falta de manutenção e substituição das peças, como os ralos, visto que todos os acessórios possuem vida útil, e sua degradação pode causar falhas.

4.1.2 Identificação das Patologias nas Instalações de Água Fria

Foram observadas 6 patologias nas IHPAF, o que corresponde a 26,1% do total. No quadro 7 pode-se observar as manifestações patológicas encontradas relacionadas à etapa suscetível para sua ocorrência.

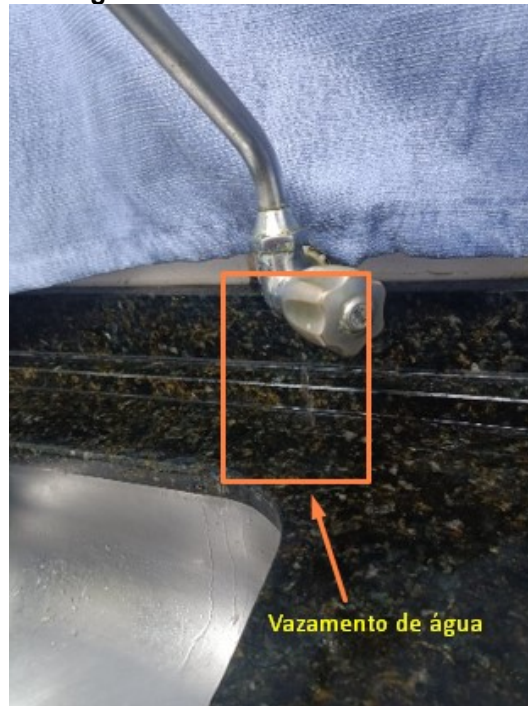
Quadro 7 – Patologias nas IHPAF

Manifestação Patológica	Etapa Suscetível para a Ocorrência
Vazamento em Torneira (3x)	Falta de Manutenção
Mau Dimensionamento (2x)	Projeto
Ruído nas Canalizações	Método Construtivo; Projeto

Fonte: Aatoria própria (2022)

Observa-se que o vazamento em torneiras obteve o maior número de ocorrências, com 3 registros. Na fotografia 5 é demonstrado o vazamento de uma torneira em uma UH.

Fotografia 5 – Vazamento em Torneira



Fonte: Autoria própria (2022)

Todo componente possui vida útil, logo as torneiras sofrem desgaste por conta do constante uso, além de sua vedação.

Casos de mau dimensionamento de tubulações de água fria foram registrados, com 2 ocorrências. Relatos de variações de pressão e perda de vazão do chuveiro podem estar relacionadas com a etapa de elaboração do projeto.

Diferentemente das IHPE, nas IHPAF foi registrado apenas um caso de ruído nas canalizações de água fria, neste caso no 1º pavimento. Os métodos construtivos como já citado, além de problemas de dimensionamento (podendo causar velocidades excessivas da água no interior da canalização), são etapas que propiciam a ocorrência do problema.

4.1.3 Identificação de Patologias nas Instalações de Águas Pluviais

Foram observadas 4 falhas nas IHPAP, o que corresponde a 17,4% do total. No quadro 8 pode-se observar a manifestação patológica encontrada relacionada à etapa suscetível para sua ocorrência.

Quadro 8 – Patologias nas IHPAP

Manifestação Patológica	Etapa Suscetível para a Ocorrência
Infiltração	Execução; Falta de Manutenção

Fonte: Autoria própria (2022)

Apenas um tipo de manifestação patológica foi encontrado, com 4 registros. As infiltrações afetam a estrutura da cobertura, o forro da UH e que por consequência, afeta o usuário.

Fotografia 6 – Estrutura da Cobertura da Edificação

Fonte: Autoria própria (2022)

Com acesso ao alçapão aberto, é possível identificar os elementos da estrutura da cobertura na fotografia 6. A estrutura é formada pelo madeiramento, seguido de uma manta térmica que reveste o telhado, impermeabilizando-o. É possível também visualizar uma canalização de água fria, onde foi estudado se as infiltrações não ocorrem por conta de alguma ruptura destas canalizações, mas segundo relato dos usuários, as infiltrações ocorrem apenas em dias de fortes chuvas, logo é possível que o problema vem do defeito da cobertura.

Fotografia 7 – Infiltração em uma Unidade Habitacional



Fonte: Aatoria própria (2022)

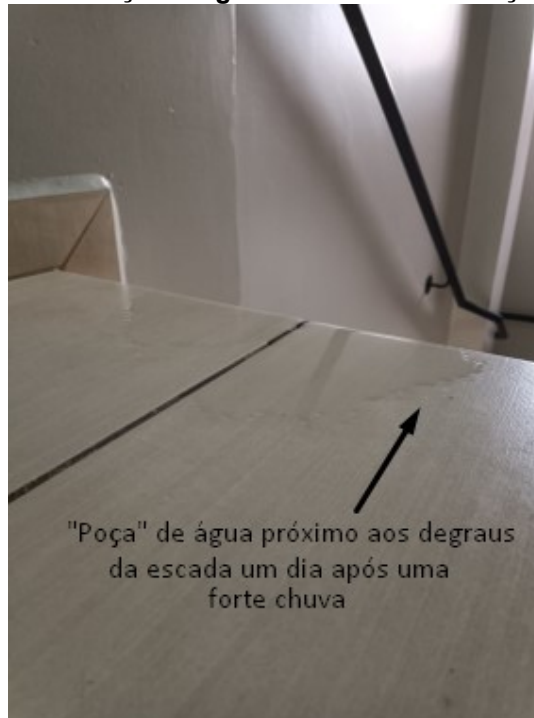
Na fotografia 7 pode-se observar o efeito da patologia dentro de uma unidade habitacional. As infiltrações constantes causam incômodos a todos os usuários entrevistados do último pavimento, havendo relato de trocas de mobília por conta da degradação causada pela infiltração

Fotografia 8 – Infiltração na Área de Circulação de Pessoas



Fonte: Aatoria própria (2022)

Fotografia 9 – Presença de Água na Área de Circulação de Pessoas



Fonte: Autoria própria (2022)

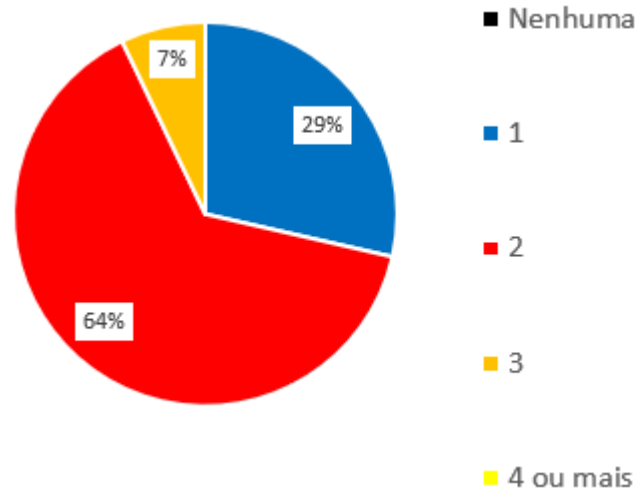
Nas fotografias 8 e 9, respectivamente, é possível visualizar que, além das unidades habitacionais, a área de circulação de pessoas, isto é, os corredores e escadas da edificação dos últimos pavimentos, sofrem com esta patologia, trazendo um risco de queda para os moradores e possível degradação da estrutura.

A etapa mais suscetível para a presença deste problema é a etapa executiva, pois a impermeabilização deve ser feita de maneira correta, além da estrutura da cobertura. A falta de manutenção colabora para a presença destes problemas devido à degradação dos materiais.

4.2 Análise das Patologias

4.2.1 Análise do Número de Usuários e o Número de Patologias por UH

Considerando as 23 patologias encontradas, em uma média de 1,6 ocorrências por unidade habitacional, como apresentado, é possível relacionar a incidência das falhas com o número de usuários das instalações.

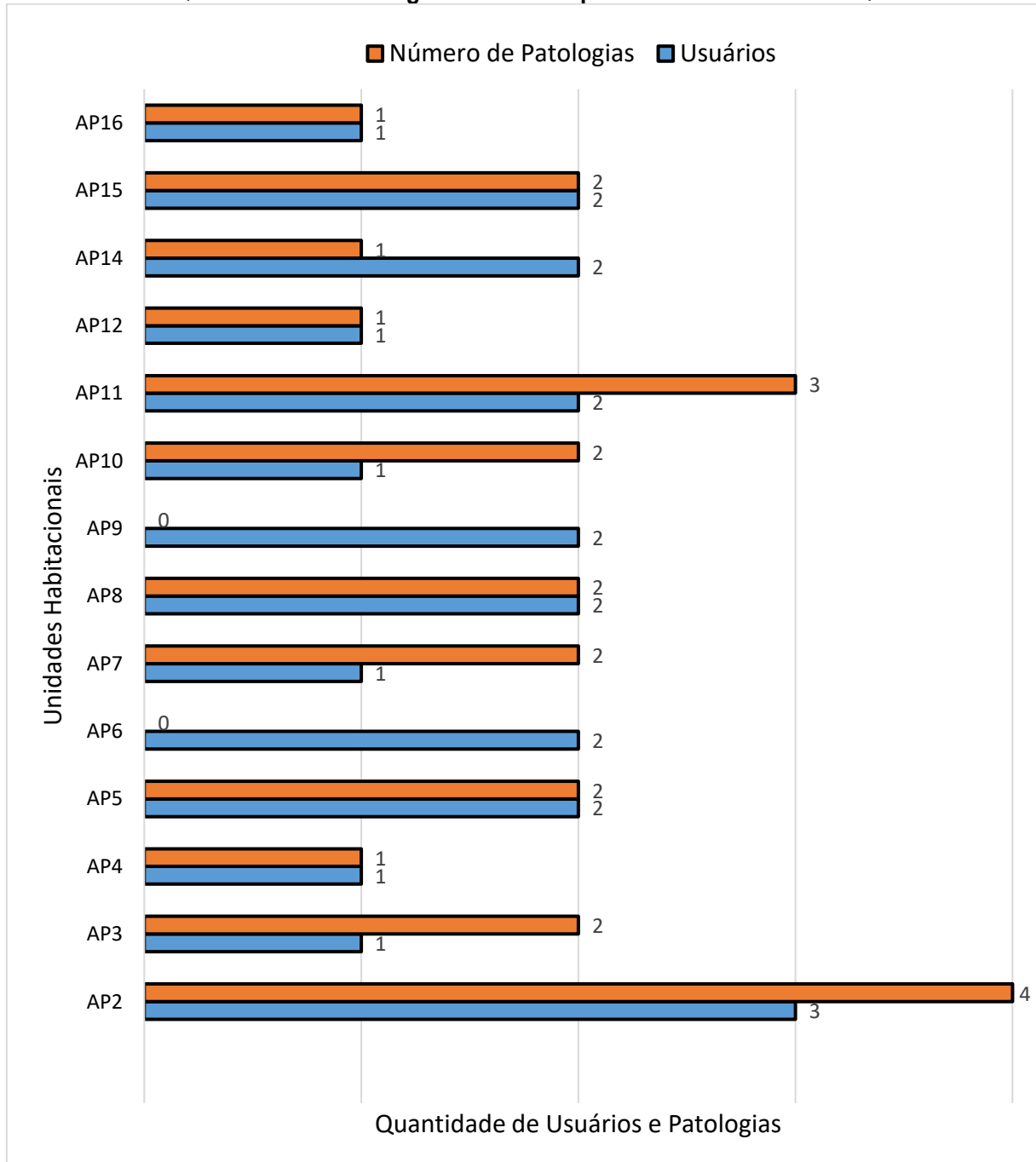
Gráfico 2 – Número de Usuários por Unidade Habitacional

Fonte: Autoria própria (2022)

Nota-se, através do gráfico 2, que 71% das unidades habitacionais possuem 2 ou mais moradores. 64% das residências possuem 2 moradores (entrevistado e mais 1), 29% possui apenas 1 morador (apenas o entrevistado) e 7%, isto é, apenas 1 UH, com 3 moradores.

Conforme os estudos de Custódio (2018) apresentados, o número de usuários e a ocorrência de patologias são grandezas diretamente proporcionais. A ocorrência de falhas está ligada a frequência de utilização dos equipamentos sanitários.

Através do gráfico 3, nota-se a relação entre o número de patologias e o número de usuários.

Gráfico 3 – Quantidade de Patologias e Usuários por UH de Acordo com o Questionário

Fonte: Autoria própria (2022)

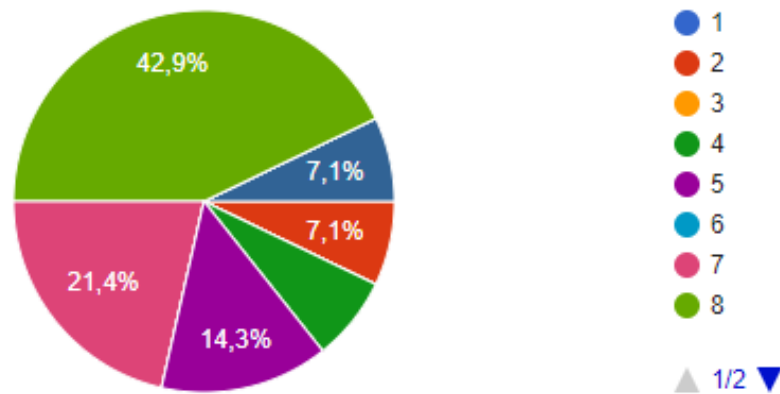
Em 11 unidades habitacionais, das 14 pesquisadas, isto é, 78,5%, a relação patologia e usuário respeitou o estudo de Custódio (2018), de que quanto maior for o número de usuários, maior o número de falhas devido à sua maior utilização. Em uma UH o número de usuários foi maior que o número de manifestações patológicas (AP 14), e em duas UH, (AP 6 e AP 9), os usuários não relataram problemas com suas instalações, contrariando os estudos nesses 3 casos.

4.2.2 Análise do Nível de Satisfação dos Usuários

Partindo dos dados de que 12 unidades habitacionais, das 14 estudadas, apresentam problemas hidráulicos, foram obtidos dados relacionados à satisfação dos moradores com relação à sua UH, através do questionário aplicado.

Usando uma escala de 1 a 10, a partir da análise dos dados, mais de 60% dos usuários classificam os sistemas hidrossanitários entre as notas 7 e 8 (21,4% com a nota 7 e 42,9% com a nota 8), além de 14,3% classificarem os sistemas com a nota 5, seguidos por 7,1% com notas 2, 4 e 10, respectivamente, como mostra o gráfico 4.

Gráfico 4 – Nível de Satisfação das Instalações



Fonte: Autoria própria (2022)

Apenas uma unidade habitacional obteve nota 10, isto é, o usuário não identifica ou não percebe problemas hidrossanitários em sua moradia. Os resultados demonstram que 92,8% dos moradores demonstram alguma insatisfação com as instalações hidrossanitárias, colaborando para a necessidade de estudo cada vez maior destes sistemas.

4.2.3 Estudo das Possíveis Causas, Efeitos e Medidas de Controle

Inicialmente, é preciso entender que um tipo de patologia pode se repetir no mesmo sistema ou em vários, além de se estender para diferentes componentes, visto que dos 8 tipos de manifestações patológicas obtidos, 23 ocorrências foram registradas.

Com isso, foram analisadas uma a uma para entender as possíveis causas que originaram a falha, o efeito resultante no sistema e componentes, além da determinação de possíveis medidas de controle para solucionar os problemas.

A análise pode ser observada no quadro 9. O mesmo servirá de base para aplicação da metodologia FMEA, posteriormente e determinação do grau de prioridade de risco de cada patologia.

Quadro 9 – Causas, Efeitos e Medidas de Controle das Patologias

Tipo de Falha	Patologia Encontrada	Causas	Efeitos	Medidas de Controle
Vazamento	Vazamento de torneira (3x)	Mau uso; Desgaste	Acúmulo de água na pia	Uso correto; Substituição do Acessório
Vazamento	Vazamento de caixa sifonada (2x)	Rompimento; Desgaste	Corrosão do forro de gesso; Apartamentos de pavimentos inferiores sofrem com infiltrações	Manutenções periódicas; Execução correta por equipe especializada
Vazamento	Vazamento em tanque de lavar roupas	Conexões defeituosas	Acúmulo de água debaixo do tanque	Substituição das peças de conexão
Ruído	Ruído nas canalizações de esgoto (4x)	Método construtivo	Incômodo aos usuários	Isolar o ruído estrutural e aéreo
Ruído	Ruído nas canalizações de água fria	Método construtivo	Incômodo aos usuários	Isolar o ruído estrutural e aéreo
Aparecimento de Insetos	Insetos vindo de ralos	Desgaste da válvula de retenção ou do ralo com tela anti-insetos	Aparecimento de insetos nos ralos da lavanderia e banheiro	Manutenção periódica nos ralos
Mau dimensionamento	Perda de vazão do chuveiro	Diâmetros errados; Maior vazão → Maior perda de carga → perda de vazão	Chuveiro perde vazão quando a torneira é acionada	Revisão dos projetos
Mau dimensionamento	Variação de pressão do chuveiro	Uso simultâneo de equipamentos → Limitação do método do máximo consumo provável	Chuveiro com variações de pressão ao longo das horas e dias	Revisão dos projetos
Entupimento	Lavatório entupido	Mau uso (descarte de objetos)	Acúmulo de água no lavatório	Uso correto; Desobstrução da canalização
Entupimento	Bacia sanitária entupida	Mau uso (descarte de objetos)	Acúmulo de água na bacia sanitária	Uso correto; Desobstrução da canalização
Mau Cheiro	Sifão mal instalado	Falha executiva	Presença de mau cheiro por ausência parcial de fecho hídrico	Instalar corretamente o acessório promovendo o fecho hídrico
Infiltração	Infiltração na cobertura (4x)	Falha executiva; Falta de manutenção; Desgaste da manta	Infiltração em corredores e nas UHs em dias de fortes chuvas	Manutenção periódica na manta

Declividade do Piso	Caimento do piso mal feito (2x)	Falha executiva	Água não escoa da forma correta para os ralos	Manutenção do piso
----------------------------	---------------------------------	-----------------	-----------------------------------------------	--------------------

Fonte: Autoria própria (2022)

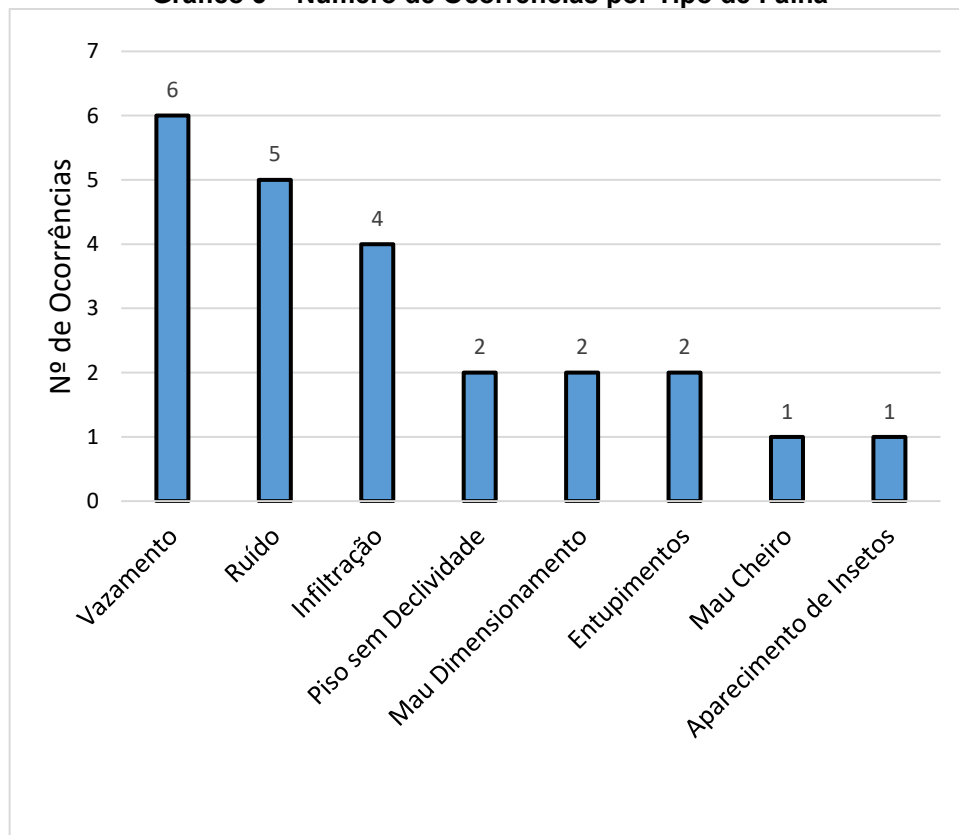
4.3 Determinação de Prioridades de Intervenção

Com o estudo dos tipos de patologias, suas possíveis causas, análise do efeito no sistema e proposição de medidas de controle, é possível fazer a aplicação da metodologia FMEA, com base nos estudos de Cupertino e Brandstetter (2015) e Sbroggio (2021). Através das informações das manifestações patológicas é possível estabelecer índices de severidade, custo e intervenção para determinação do grau de prioridade de risco.

Realizou-se uma análise no *software Excel* dos tipos de patologia para obtenção dos dados. A tabela pode ser consultada no Apêndice B.

No gráfico 5 estão apresentados o número de ocorrência de cada tipo de manifestação patológica ao longo das 14 unidades habitacionais.

Gráfico 5 – Número de Ocorrências por Tipo de Falha



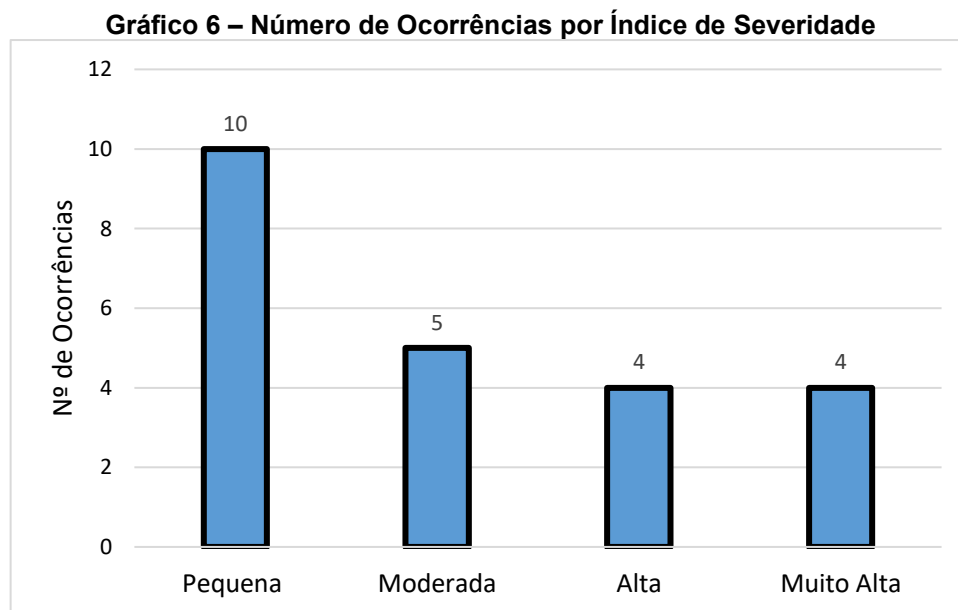
Fonte: Autoria própria (2022)

Na edificação, cerca de 26,1% das falhas estão relacionadas à vazamentos, 21,7% estão relacionadas à ruídos nas canalizações e 17,4% relacionadas às

infiltrações na cobertura. Defeitos no piso, falhas de dimensionamento, entupimentos, mau cheiro e aparecimento de insetos são identificados com menores índices de ocorrência.

De acordo com Veról (2019), os vazamentos possuem grande presença em edificações e podem ser causados por vários fatores como: mão de obra despreparada, tubulação fora de nível e/ou encoberta totalmente por concreto, sem espaço para movimentações e dilatações e aquecimento de tubulações para facilitar a execução, causando perda de resistência, originando trincas e consequente vazamento. Muitas vezes o armazenamento dos materiais na obra não é adequado, com peças expostas a intempéries ou depositadas no chão sujeitas à choques.

A avaliação da severidade das patologias resultou em 10 ocorrências com índice de severidade de grau “pequena”, representando 43,5%, o que indica ligeira deterioração ou queda no desempenho com leve descontentamento do morador, podendo ser observado no gráfico 6. São patologias como vazamentos em torneiras e tanque, indicando degradação da vedação, mau cheiro pela má instalação do sifão e ruídos em canalizações que geram leve incômodo aos usuários.



Fonte: Autoria própria (2022)

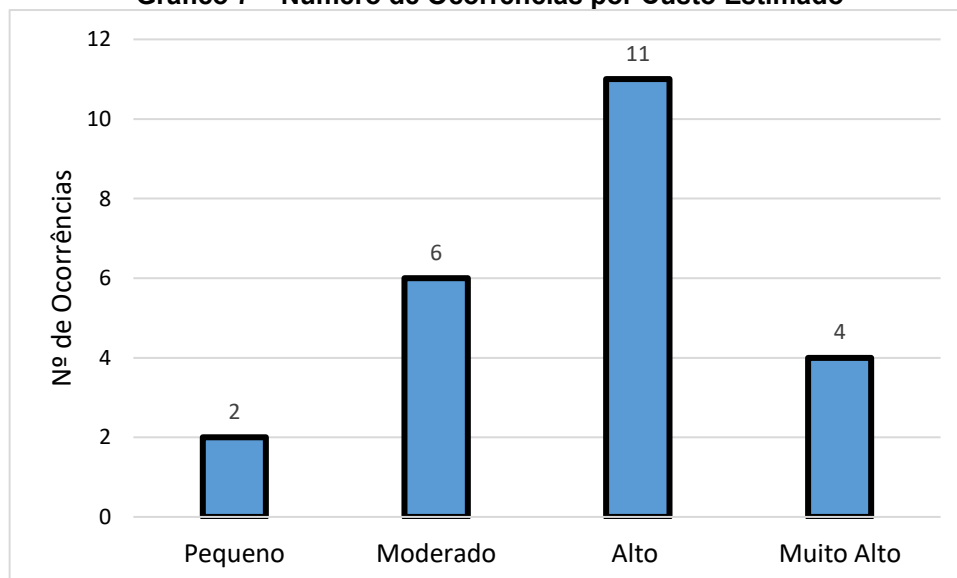
Ainda, identificou-se 5 ocorrências de grau “moderado”, onde houve deterioração significativa de equipamentos como vazamento em caixas sifonadas, gerando descontentamento do usuário, problemas oriundos de mau dimensionamento, como variações de pressão e vazão em chuveiros e aparecimento de insetos nos ralos.

Graus de severidade “alto” e “muito alto” identificou-se em 4 tipos de patologia cada, sendo problemas como entupimentos, infiltrações e mal escoamento da água para os ralos. São problemas onde o sistema perde sua funcionalidade e gera grande descontentamento do usuário.

Observa-se no gráfico 7 que aproximadamente 47,8% das ocorrências das manifestações patológicas registradas se enquadram em um custo alto. Nessa classificação encontram-se patologias como vazamentos, falhas de dimensionamento e infiltrações, que envolvem a quebra e reexecução de revestimentos, além de troca de componentes como medidas de controle. Há que se comentar que, aproximadamente 17,4% das falhas foram classificadas com índice de custo “muito alto”. Estas envolvem quebras e reexecução de revestimentos e retrabalhos, como entupimentos e pisos sem declividade.

Observa-se duas ocorrências classificadas como custo baixo, por exigirem verificações pontuais como manutenção dos ralos evitando o aparecimento de insetos e readequação do sifão evitando o mau cheiro. Ainda, tem-se 6 ocorrências classificadas como custo moderado, sendo na sua maioria os ruídos de canalizações.

Gráfico 7 – Número de Ocorrências por Custo Estimado

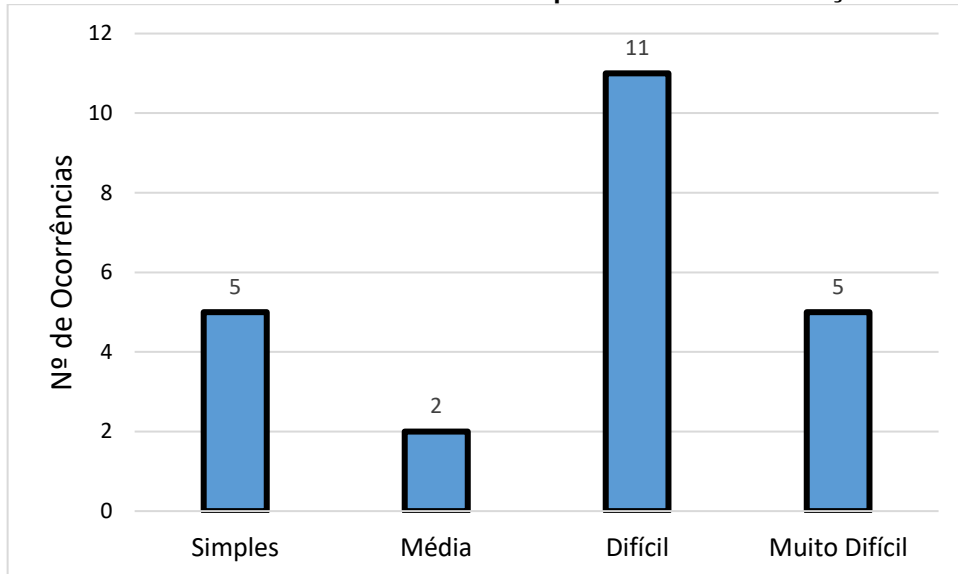


Fonte: Autoria própria (2022)

Em relação ao índice de intervenção, no gráfico 8 identificou-se que as falhas classificadas com grau de intervenção difícil ou muito difícil, atingem, em porcentagem acumulada, o valor de 65,2%, isto é, as patologias exigem demolições e reexecução, além de afetar outros sistemas para sua correção, como os vazamentos de caixas sifonadas e entupimentos. Intervenções médias e simples têm porcentagem

acumulada de 30,4%. Estas necessitam de intervenções pontuais, podendo ou não ter necessidade de intervenção em outros sistemas, como manutenção de sifão, torneiras e ralos.

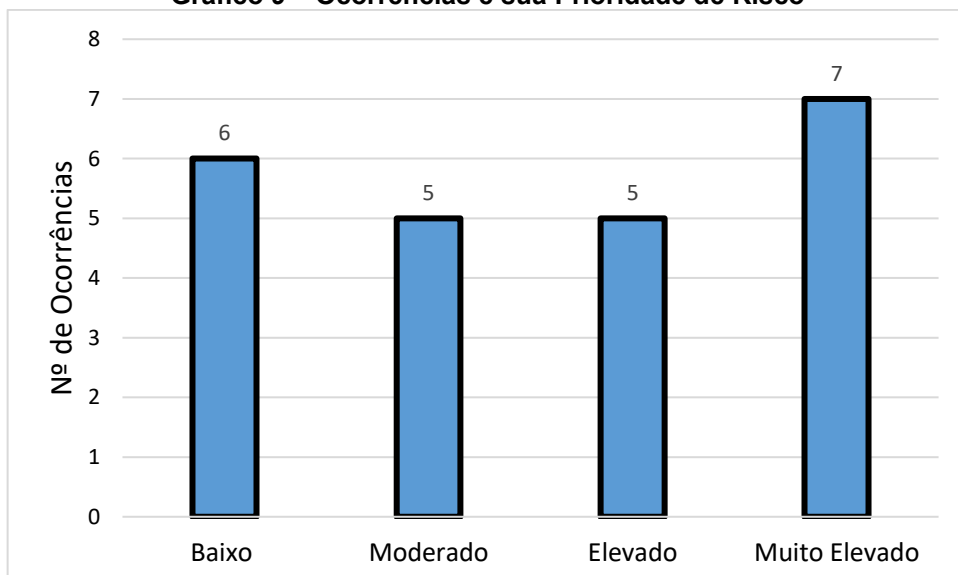
Gráfico 8 – Número de Ocorrências por Índice de Intervenção



Fonte: Autoria própria (2022)

No gráfico 9 estão apresentados os resultados do cálculo necessário para classificar as manifestações patológicas em prioridade de risco, que demonstra com qual urgência devem ser tomadas as medidas de controle.

Gráfico 9 – Ocorrências e sua Prioridade de Risco



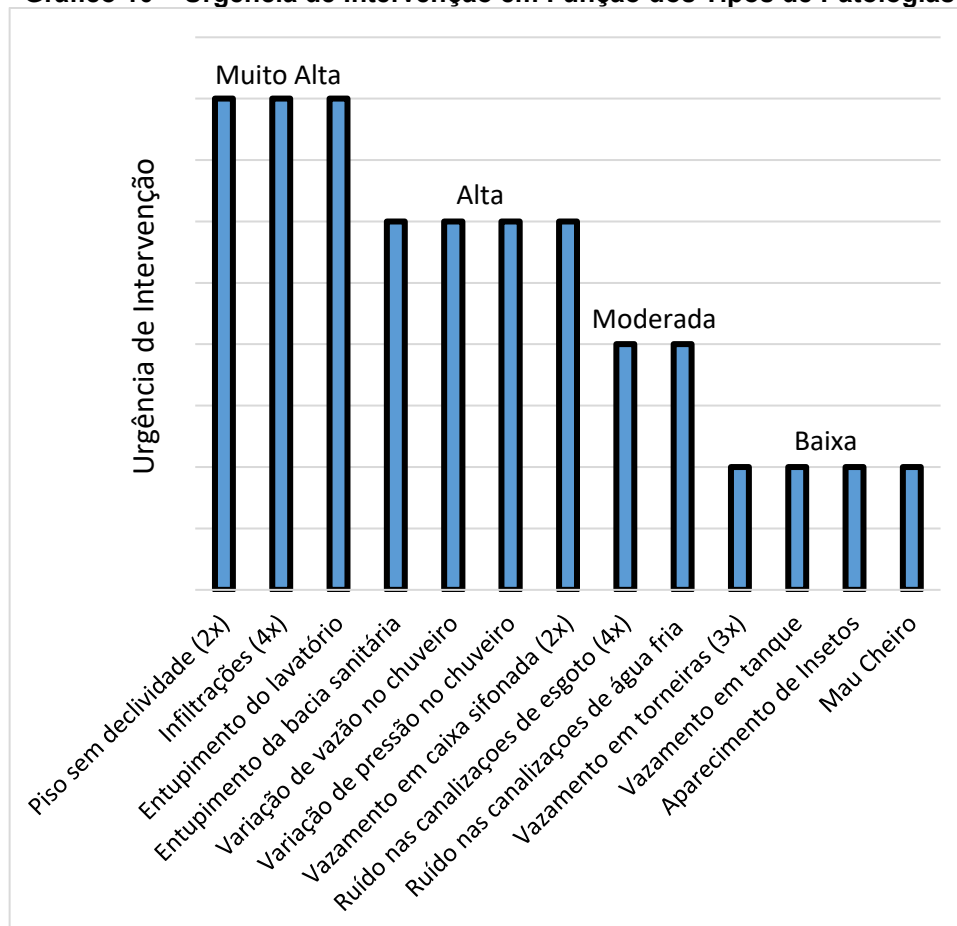
Fonte: Autoria própria (2022)

Cerca de 30,4% das patologias foram classificadas com grau de prioridade de risco muito elevado, ou seja, requerem medidas de intervenção imediata para

eliminação das causas, fazendo análise crítica para entender a relação entre as possíveis etapas suscetíveis para aquela ocorrência, evitando assim o aparecimento dos problemas em obras futuras. 26,1% das falhas possuem grau de prioridade de risco baixo, que caracteriza falhas que necessitam de medidas de intervenção, mas sem caráter de urgência. Aproximadamente 21,7% das patologias foram classificadas com grau de prioridade moderado ou elevado, ou seja, são manifestações que necessitam de intervenção logo que possível, visando diminuir a probabilidade de ocorrência em novos empreendimentos.

No gráfico 10 observa-se os tipos de patologias que devem receber atenção em ordem de prioridade, baseada no grau de prioridade de risco, que leva em consideração os 3 índices: severidade, custo e intervenção.

Gráfico 10 – Urgência de Intervenção em Função dos Tipos de Patologias



Fonte: Autoria própria (2022)

Identificou-se que patologias como piso sem declividade, infiltrações e entupimento de lavatório devem receber primeira atenção, pois o sistema perdeu sua funcionalidade, o usuário está insatisfeito e corre riscos, no caso das infiltrações.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa procurou trazer um diagnóstico de patologias hidrossanitárias de uma edificação multifamiliar de 5 pavimentos. As ocorrências foram obtidas através de entrevistas, registros fotográficos e aplicação de questionário online.

Após a coleta, organização e análise das informações, foram identificados 8 tipos de manifestações patológicas com repetições entre os acessórios e sistemas hidrossanitários, totalizando 23 ocorrências em 14 unidades habitacionais.

A edificação estudada possui mais de 15 anos de existência, portanto as manifestações patológicas são identificadas e possibilitam algumas análises, a fim de mitigá-las e prevenir o aparecimento em novas edificações. É importante ressaltar que em edificações construídas a partir de 2013, a norma de desempenho NBR 15575 parte 1 estabelece prazos mínimos de garantia para sistemas, elementos, componentes e instalações. As instalações hidráulicas, como as colunas de água fria e tubos de queda devem oferecer integridade e estanqueidade por no mínimo 5 anos. Componentes como ralos, registros e válvulas devem funcionar por no mínimo 1 ano sem defeitos e sua instalação deve suportar 3 anos.

Dentre os sistemas analisados, o sistema de esgoto sanitário é o que mais apresentou patologias, com 56,5% das ocorrências. Logo, é recomendado maior atenção na execução destes sistemas e realização de manutenções periódicas. Os sistemas de água fria e águas pluviais também apresentaram falhas, em menores índices. Comparando com outras pesquisas, é possível inferir que todos os sistemas hidráulicos estão suscetíveis às manifestações patológicas. Estes dados permitem sugerir à engenheiros cuidados com o dimensionamento e à mestres de obra maior atenção na fase executiva e realização de manutenções periódicas em todos os SPS, visto sua suscetibilidade à presença de falhas.

Foi possível inferir que, em sua maioria, o número de manifestações patológicas está relacionado ao número de usuários. Quanto maior o número de solicitações de um componente, maior a tendência do aparecimento de falhas. É importante ressaltar que o mau uso de equipamentos e falta de manutenção contribuem. Com isso, construtoras e incorporadoras devem fazer aplicação do Manual de Uso, Operação e Manutenção (2013). O manual deve conter as informações necessárias para orientar o uso, a conservação e a manutenção da edificação após a entrega das chaves. Uma vez que os projetos e a execução sejam

feitos de maneira adequada, eventuais patologias isentam as construtoras e incorporadoras.

Após análise e classificação dos tipos de patologias em: tipo de sistema hidrossanitário, tipo de falha, causas, efeitos, medidas de controle, índices de severidade, custo e intervenção, foi possível determinar com qual prioridade devem ser tomadas as medidas de intervenção para correção e prevenção dos problemas, através do cálculo do grau de prioridade de risco, oriundo da metodologia FMEA.

O tipo de manifestação patológica mais recorrente foram os vazamentos, seguido pelos ruídos e infiltrações. Em relação à prioridade de intervenção, obteve-se que falhas como infiltrações, declividade do piso mal executado e entupimentos são prioridades em eventuais intervenções, pois os elementos como cobertura, ralos e lavatórios perderam sua funcionalidade, os usuários demonstram grande insatisfação, além de trazer riscos para a estrutura e para o usuário, no caso das infiltrações. Outras falhas devem receber atenção logo que possível, sempre fazendo uma análise crítica do problema, a fim de prevenir a ocorrência dos mesmos tipos de falhas em novos empreendimentos.

REFERÊNCIAS

AMANCO. **Manual técnico linha Amanco Silentium: PVC para condução de esgoto predial.** 2019.

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 8160:** Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-1:** Edificações habitacionais — Desempenho; Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-6:** Edificações habitacionais — Desempenho; Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSUNÇÃO, R. S.; *et al.* **Levantamento de manifestações patológicas nos sistemas prediais hidráulicos:** estudo de caso em uma edificação da UFG. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Goiás, 2011.

BOTTI, P. L. **Estudo de patologias em edificações unifamiliares:** tipos e ocorrências. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2021.

CARVALHO JÚNIOR, R. **Instalações Hidráulicas e o Projeto de Arquitetura.** 1. ed. São Paulo: BLUCHER, 2014.

CARVALHO JÚNIOR, R. **Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias:** princípios básicos para elaboração de projetos. 1. ed. São Paulo: BLUCHER, 2013.

CBIC. **Manual de uso, operação e manutenção das edificações.** Orientações para construtoras e incorporadoras. Manual técnico. 2013.

CREDER, H. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias.** 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

CUPERTINO, D.; BRANDSTETTER, M. C. G. de O. **Proposição de ferramenta de gestão pós-obra a partir dos registros de solicitação de assistência técnica. Ambiente Construído.** 2015. Revista Técnica. Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 243-265. ISSN 1678

CUSTÓDIO DE SOUZA, I. S. **Estudo das patologias nos sistemas hidráulico-sanitários da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Guarapuava.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.

FMEA ENGINEERING. Você conhece a história por trás do método de análise FMEA? **Sem Categoria**. 18 ago. 2020. Disponível em: <https://fmea.net.br/voce-conhece-a-historia-por-tras-do-metodo-de-analise-fmea/>. Acesso em: 02 nov. 2022.

GNIPPER, S. F. **Diretrizes para Formulação de Método Hierarquizado para Investigação de Patologias em Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários**. 2010. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2010.

GROLLI, J.; *et al.* **Análise das periodicidades de manutenção predial nos sistemas elétrico e hidrossanitário**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO. 12., 2021, Maceió, Alagoas. Anais[...] Porto Alegre: ANTAC, 2021. p.1-8.

IBAPE: Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias. **Revista técnica de avaliações e perícias: inspeção predial: ações em prol da saúde nas edificações**. 1. ed. Paraná: 2018.

MACINTYRE, A. J. **Manual de instalações hidráulicas e sanitárias**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2020.

MAZUR, J. C. **Análise da transmissão do ruído entre pavimentos de uma instalação sanitária: estudo de caso**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2021.

MOURA, N. L. S. **Desenvolvimento de ferramentas para verificação de critérios de projetos hidrossanitários**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Campina Grande, 2021.

PAVANELLO, L. R. **Investigação do ruído gerado por instalações hidrossanitárias em uma edificação multifamiliar**. 2014. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2014.

PINHEIRO, L. D. **Patologias em sistemas prediais hidrossanitários: um estudo de caso**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2020.

POSSAN, E., DEMOLINER, C. A. **Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral**. Revista Técnico-Científica do CREA-PR, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 1-14, out. 2013.

SANEPAR. **Manual de projeto hidrossanitário**. 2019

SBROGGIO, L. C. **Patologias hidrossanitárias pós obra: estudo de caso de dois empreendimentos com múltiplas unidades habitacionais**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2021.

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, Centro Universitário CESMAC, 2018.

VERÓL, A. P.; *et al.* **Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários: projetos práticos e sustentáveis**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

ZANONI, E. B. **Análise comparativa entre métodos de dimensionamento de instalações prediais de água fria:** manual e com a utilização de software. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO

Pesquisa sobre a SATISFAÇÃO das Instalações Hidrossanitárias de sua Residência

Este questionário é totalmente anônimo e tem como objetivo avaliar os possíveis problemas que a sua residência possui em relação aos equipamentos hidrossanitários como: chuveiros, pias, torneiras, sifões, canalizações, etc.

Suas respostas servirão para o desenvolvimento do meu TCC em Engenharia Civil.

Desde já agradeço pela sua colaboração! Suas respostas serão muito importantes para o desenvolvimento deste trabalho.

***Obrigatório**

1. Número do seu apartamento, apenas para identificar a residência: *

Escreva abaixo apenas o número (exemplo: 1, 2, 10, 11...)

2. Quantas pessoas residem com você? *

Marque apenas uma opção

Marcar apenas uma oval.

1

2

3

4 ou mais

3. **Em uma escala de 1 a 10, qual seu nível de SATISFAÇÃO com as instalações hidrossanitárias de sua residência? (Pias, chuveiro, torneiras, vaso sanitário, ralos, etc.)** *

Marque apenas uma opção

Marcar apenas uma oval.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10

4. **Você encontra algum tipo de problema no banheiro de sua residência?** *

Selecione quantas opções desejar

Marque todas que se aplicam.

- Vazamentos
- Ruídos nas Canalizações
- Problema no acionamento da descarga
- Mau cheiro
- Entupimento do vaso sanitário
- Entupimento dos ralos da pia e/ou chuveiro
- Nenhum
- Outro: _____

5. **Você encontra algum tipo de problema na cozinha/área de serviço de sua residência?** *

Selecione quantas opções desejar

Marque todas que se aplicam.

- Vazamentos
- Ruídos nas Canalizações
- Mau cheiro
- Entupimento dos ralos da pia e/ou tanque
- Nenhum
- Outro: _____

6. **Você observa a ocorrência de vazamentos nas instalações em geral (canalizações, torneiras, chuveiro, sifões)?** *

Marque apenas uma opção

Marcar apenas uma oval.

- Nunca
- As vezes
- Frequentemente
- Sempre

7. **Problemas no acionamento da descarga, como falta de pressão ou problema na válvula de acionamento?** *

Marque apenas uma opção

Marcar apenas uma oval.

- Nunca
- As vezes
- Frequentemente
- Sempre

8. **Ruídos nas canalizações dos apartamentos vizinhos? ***

Marque apenas uma opção

Marcar apenas uma oval.

- Nunca
- As vezes
- Frequentemente
- Sempre

9. **Pouca pressão nas torneiras e/ou chuveiro? ***

Marque apenas uma opção

Marcar apenas uma oval.

- Nunca
- As vezes
- Frequentemente
- Sempre

10. **Mau cheiro? ***

Marque apenas uma opção

Marcar apenas uma oval.

- Nunca
- As vezes
- Frequentemente
- Sempre

11. Entupimento de bacias sanitárias? *

Marque apenas uma opção

Marcar apenas uma oval.

- Nunca
- As vezes
- Frequentemente
- Sempre

12. Entupimento de ralos do chuveiro e/ou pias? *

Marque apenas uma opção

Marcar apenas uma oval.

- Nunca
- As vezes
- Frequentemente
- Sempre

13. As peças sanitárias como torneiras e chuveiros, funcionam corretamente? *

Marque apenas uma opção

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

14. Nos períodos de chuva, seu apartamento sofre com infiltrações? *

Marque apenas uma opção

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

15. **Você observa algum outro problema que não foi citado? Se sim, qual? ***

Descreva qualquer problema que seu apartamento apresenta e que não foi citado acima

APÊNDICE B - TABELA EXCEL UTILIZADA PARA CLASSIFICAÇÃO DOS DADOS

Sistema Hidrossanitário	Tipo de Falha	Patologia Encontrada	Severidade	Custo Estimado	Intervenção	Coefficiente de Prioridade de Risco	Condição Final
Instalações de Água Fria	Vazamento	Vazamento de torneiras (3x)	1	3	1	3	Baixo
Instalações de Água Fria	Vazamento	Vazamento de caixas sifonadas (2x)	2	3	3	18	Elevado
Instalações de Água Fria	Vazamento	Vazamento em tanque de lavar roupas	1	2	1	2	Baixo
Instalações de Esgoto Sanitário	Ruído	Ruídos nas canalizações de esgoto (4x)	1	2	4	8	Moderado
Instalações de Água Fria	Ruído	Ruído nas canalizações de água fria	1	2	4	8	Moderado
Instalações de Esgoto Sanitário	Aparecimento de Insetos	Insetos vindo de ralos da pia e lavanderia	2	1	2	4	Baixo
Instalações de Água Fria	Mau Dimensionamento	Chuveiro perde vazão ao acionar a torneira	2	3	3	18	Elevado
Instalações de Água Fria	Mau Dimensionamento	Chuveiro sofre variações de pressão	2	3	3	18	Elevado
Instalações de Esgoto Sanitário	Entupimento	Entupimento do lavatório do banheiro	3	4	3	36	Muito Elevado
Instalações de Esgoto Sanitário	Entupimento	Entupimento da bacia sanitária	3	4	2	24	Elevado
Instalações de Esgoto Sanitário	Mau Cheiro	Sifão mal instalado (ausência de fecho hídrico)	1	1	1	1	Baixo
Instalações de Águas Pluviais	Infiltração	Infiltrações na cobertura (4x)	4	3	3	36	Muito Elevado
Instalações de Esgoto Sanitário	Piso sem Declividade	Água não escoar para os ralos (2x)	3	4	3	36	Muito Elevado

**ANEXO A - ÁBACOS PARA DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES
VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS**

