

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**PEDRO LONGARETTI BOTTI**

**ESTUDO DE PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES UNIFAMILIARES: TIPOS E  
OCORRÊNCIAS**

**GUARAPUAVA**

**2021**

**PEDRO LONGARETTI BOTTI**

**ESTUDO DE PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES UNIFAMILIARES: TIPOS E  
OCORRÊNCIAS**

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

Orientadora: Prof. Dra. Mariane Kempka.

**GUARAPUAVA**

**2021**



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.

**PEDRO LONGARETTI BOTTI**

**ESTUDO DE PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES UNIFAMILIARES: TIPOS E  
OCORRÊNCIAS**

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

Data de aprovação: 30 de novembro de 2021

---

Mariane Kempka  
Doutora em Engenharia Civil  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Prof.<sup>a</sup>. Me. Géssica Katalyne Bilcati  
Mestre em Engenharia Civil  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Gustavo de Miranda Saleme Gidrão  
Doutor em Engenharia Civil  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**GUARAPUAVA**

**2021**

Dedico este trabalho aos meus pais, Nelson e Lilian,  
aos meus irmãos Gabriel e Ana Júlia, e a minha  
noiva Brenda.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me abençoado e me fortalecido durante os anos de estudo, permitindo chegar a meus objetivos.

Aos meus pais, Nelson Botti Júnior e Lilian Cristina Longaretti Botti, pelo amor, incentivo e apoio incondicional em todos os momentos.

Agradeço aos meus irmãos, Ana Júlia Longaretti Botti e Gabriel Longaretti Botti por me apoiarem e motivarem aos meus objetivos.

A minha noiva, Brenda Katheryne Duarte, por confiar em minha capacidade, suportar comigo os momentos mais difíceis dessa caminhada. Por ser amorosa, compreensiva, companheira, leal e bondosa durante todo esse tempo.

Agradeço a Professora Mariane Kempka, pela constante orientação durante o desenvolvimento do trabalho, por todo empenho, paciência e atenção.

Gostaria de deixar registrado também a minha gratidão a Empresa Junior Brick e todos meus colegas de equipe, que tiveram grande importância para a minha persistência na graduação. Pelas experiências empreendedoras e profissionais, além de companheiros para a vida.

Agradeço a todos os meus grandes amigos que fiz na faculdade e estágio, pelo carinho, companheirismo, receptividade, que se tornaram minha segunda família nos momentos em que estive tão longe de minha casa.

Meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que de alguma forma me auxiliaram durante os anos de curso e para o desenvolvimento deste trabalho.

O heroísmo do trabalho está em acabar cada  
tarefa (São José Maria Escrivá).

## RESUMO

As instalações hidrossanitárias prediais são as principais causas de manifestações de patologias nos edifícios, sendo essas associadas às redes hidráulicas. O presente trabalho tem como finalidade identificar as patologias nos sistemas hidrossanitários prediais em edificações unifamiliares de uma construtora no interior do estado de São Paulo. Os dados foram obtidos a partir de levantamento no banco de dados da construtora e da coleta de informações de pós ocupação via questionário online para verificação do conforto e percepção de patologias dos usuários. Foram observados, no banco de dados, 135 registros de problemas nas instalações hidrossanitárias, nos quais 46,6% são consequências de falhas executivas, 40,7% de falhas em projetos, 7,4% em componentes e 5,2% com a utilização no pós ocupação. Das patologias encontradas, 42,2% apresentam-se em sistema de água fria e água quente, 33,3% em sistemas de esgotamento sanitário e 24,4% sistemas de drenagem pluvial. A falha de maior recorrência para as instalações prediais de água fria e água quente é vazamento, com 18 ocorrências. Para sistemas de esgotamento sanitário, a falta de projeto com 15 ocorrências. O sistema de drenagem pluvial, por sua vez, tem como patologia mais recorrente a falta de projeto, incompatibilização e dimensionamento incorreto das tubulações do sistema, sendo 5 ocorrências para cada tipo de falha. O nível de conforto e satisfação dos usuários foram medidos pelo questionário com notas de zero a dez. De acordo com as notas dadas pelos usuários, o nível de satisfação e conforto é positivo, tendo médias de 9,8 para satisfação e 9,9 para conforto. Pode-se verificar também um baixo nível de percepção dos usuários quanto a patologias em suas residências, no qual é considerada a falta de conhecimento do assunto.

**Palavras-chave:** Patologia; Sistemas Prediais; Instalações Hidráulicas; Qualidade.

## ABSTRACT

The hydrosanitary installations in buildings are the main causes of manifestations of pathologies in buildings, which are associated with hydraulic networks. The present work aims to identify the pathologies in the hydrosanitary systems of buildings in single-family buildings of a construction company in the interior of the state of São Paulo. Data were obtained from a survey in the construction company's database and the collection of post-occupancy information via an online questionnaire to check users' comfort and perception of pathologies. In the database, 135 records of problems in hydrosanitary installations were observed, in which 46.6% are consequences of executive failures, 40.7% of project failures, 7.4% in components and 5.2% with post-occupancy use. Of the pathologies found, 42.2% are in cold and hot water systems, 33.3% in sanitary sewage systems and 24.4% in rainwater drainage systems. The most frequent failure for cold and hot water building installations is leakage, with 18 occurrences. For sanitary sewage systems, the design shortage with 15 occurrences. The rainwater drainage system, in turn, has as its most recurrent pathology the lack of design, incompatibility and incorrect dimensioning of the system's pipes, with 5 occurrences for each type of failure. The users' comfort and satisfaction level were measured by the questionnaire with scores, from zero to ten. According to the ratings given by users, the level of satisfaction and comfort is positive, with averages of 9.8 for satisfaction and 9.9 for comfort. It can also be verified a low level of perception of users regarding pathologies in their homes, in which the lack of knowledge on the subject is considered.

**Keywords:** Pathology; Building Systems; Hidraulic Instalations; Quality.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Entrada de água fria na edificação .....	14
Figura 2 – Sistema predial hidráulico .....	16
Figura 3 - Sistema predial esgotamento sanitário.....	18
Figura 4 - Canalizações do SPES.....	19
Figura 5– Sistema predial hidráulico.....	19
Figura 6 – Componentes das IPAP .....	21
Figura 7- Falha na fase de projeto: incompatibilização de sistemas.....	23
Figura 8- Rompimento por golpe de aríete em conexão.....	28
Figura 9- Detalhe do anel de vedação bacia sanitária .....	31
Figura 10 - Ralo antiespuma.....	31
Figura 11 - Ruptura devido à pressão negativa (vácuo) .....	33
Fotografia 1- Incompatibilização entre os sistemas de drenagem de água pluvial, estrutural/fundações e revestimento. ....	24
Fotografia 2- Vazamento em registro de chuveiro. ....	25
Fotografia 3 - Incrustação da tubulação .....	26
Fotografia 4 - Rompimento por choque mecânico em tubulação.....	28
Fotografia 5- Mancha característica de vazamento no sistema de esgoto sanitário .....	29
Fotografia 6- Entupimento por materiais sólidos no ralo sifonado .....	30
Fotografia 7 – Locação errada do esgoto bacia sanitária. ....	39
Fotografia 8 – Instalação incorreta do sifão. ....	40
Fotografia 9 - Entupimento de ralo por resíduos sólidos.....	40
Fotografia 10 – Vazamento em torneira.....	41
Fotografia 11 – Rompimento da tubulação .....	47
Fotografia 12 – Rompimento de mangueira PEAD entrada de água .....	50
Fotografia 13 – Alagamento em ambiente interno .....	52
Fotografia 14 – Infiltração devido à falta de impermeabilização de tubulação ..	53
Fotografia 15 – Vazamento em bacia sanitária .....	54
Gráfico 1- Ocorrência de patologias, segundo Gnipper (2007), nas diferentes fases da edificação. ....	22
Gráfico 2 - Número de patologias identificadas em cada instalação. ....	42
Gráfico 3 – Número e tipo de patologias identificadas na IPAFQ.....	43
Gráfico 4 – Número e tipo de patologias identificadas nas IPES.....	44
Gráfico 5 – Número e tipo de patologias identificadas nas IPAP. ....	45
Gráfico 6 – Número de patologias no sistema de drenagem pluvial (IPAP) versus sistema de cobertura.....	45
Gráfico 7 – Quantidade de ocorrências por edificação. ....	46
Gráfico 8 – Número de banheiros versus patologias no IPAFQ .....	48
Gráfico 9 – Número de patologias identificadas na etapa de fundação .....	50
Gráfico 10 – Número de patologias observadas na etapa de supraestrutura....	51
Gráfico 11 – Número de ocorrências observadas na etapa de reboco .....	53
Gráfico 12 – Número de patologias observadas na etapa de acabamento .....	54
Gráfico 13 – Nível de satisfação das instalações .....	55
Gráfico 14 – Nível de conforto das instalações .....	56
Gráfico 15 – Percepção de falhas e problemas nos banheiros .....	56

<b>Gráfico 16 – Resumo de percepções de falhas .....</b>	<b>57</b>
<b>Quadro 1 - Informações das obras .....</b>	<b>35</b>
<b>Quadro 2 – Relação de falhas com prováveis causas .....</b>	<b>37</b>
<b>Quadro 3 - Porcentagem de patologias e média de patologia por obra em cada etapa .....</b>	<b>49</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação brasileira de normas técnicas
IPAFQ	Instalações prediais de água fria e água quente
IPAP	Instalações prediais de drenagem de água pluvial
IPES	Instalações prediais de esgoto sanitário
NBR	Normas brasileiras
SPAP	Sistemas prediais de drenagem de água pluvial
SPAQF	Sistemas prediais de água fria e água quente
SPES	Sistemas prediais de esgoto sanitário
SPHS	Sistemas hidráulicos e sanitários prediais
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
BIM	Building information modeling / Modelagem da informação da construção

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
1.1.1	Objetivo Principal.....	13
1.1.2	Objetivos Secundários.....	13
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1</b>	<b>INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA E ÁGUA QUENTE (IPAFQ)</b> <b>14</b>	
<b>2.2</b>	<b>SISTEMAS PREDIAIS DE ESGOTO SANITÁRIO (SPES)</b> .....	<b>16</b>
<b>2.3</b>	<b>INSTALAÇÕES DE DRENAGEM DE ÁGUA PLUVIAL (IPAP)</b> .....	<b>20</b>
<b>2.4</b>	<b>PATOLOGIAS NOS SISTEMAS HIDROSSANITÁRIOS</b> .....	<b>21</b>
2.4.1	Patologias Provenientes de Erros de Projeto .....	22
2.4.2	Patologias nos Sistemas de Água Fria e Quente .....	24
2.4.3	Patologias nos Sistemas de Esgoto Sanitário .....	28
2.4.4	Patologias nos Sistemas de Águas Pluviais .....	32
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>34</b>
<b>3.1</b>	<b>LEVANTAMENTO DE REGISTROS DE FALHAS</b> .....	<b>34</b>
<b>3.2</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS AVALIADAS</b> .....	<b>34</b>
<b>3.3</b>	<b>COLETA DE INFORMAÇÕES PÓS-OCUPAÇÃO</b> .....	<b>36</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>37</b>
<b>4.1</b>	<b>RESULTADOS DO LEVANTAMENTO DOS REGISTROS</b> .....	<b>37</b>
4.1.1	Identificação das patologias nas instalações de água fria e água quente (IPAFQ) 42	
4.1.2	Identificação das patologias nas instalações de esgotamento sanitário (IPES) 43	
4.1.3	Patologias nas instalações de drenagem pluvial .....	44
<b>4.2</b>	<b>AVALIAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES COM MAIOR NÚMERO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS</b> .....	<b>46</b>
4.2.1	Identificação das patologias associadas quantidade de banheiros .....	47
4.2.2	Análise por Área Construída .....	48
4.2.3	Identificação das patologias associadas às etapas construtivas .....	49
<b>4.3</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO DE PATOLOGIAS PÓS-OBRA</b> .....	<b>55</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>58</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>59</b>
	<b>APÊNDICE A - Questionário</b> .....	<b>61</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O termo “Vida útil” (VU) para a engenharia civil é definido pela NBR 15575 como uma medida temporal em que os elementos da edificação desempenham suas devidas atividades às quais foram projetados, considerando as manutenções previstas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2013). Os cuidados com as etapas de projeto, orçamento e planejamento não são os únicos para garantir durabilidade e resistência à edificação, tais cuidados devem ser observados também na execução com cautela, e na subseqüentemente manutenção (ALMEIDA, 2008).

Segundo Veról (2018), os Sistemas Hidráulicos e Sanitários Prediais (SHPS) são definidos como agrupamento de sistemas que conduzem água aos pontos de utilização (sistema de água fria e quente), coletam efluentes nas peças sanitárias (sistema de esgotamento sanitário), águas pluviais (sistemas de drenagem de águas pluviais), e instalações de segurança como hidrantes e mangotinhos (sistema de combate a incêndios).

A negligência com a execução dos projetos hidrossanitários causa falhas ou até patologias progressivas que inviabilizem a utilização dos acessórios.

De acordo com Gnipper (2007), as principais causas de patologias durante a ocupação da edificação são decorrentes de projetos e falhas na execução, somando cerca de 80%. Falhas de componentes e utilização somam 20% das demais patologias. Bernardes (1998) em uma de suas pesquisas sobre o custo de falhas em edifícios residenciais, revelou que os SHPS possuem o maior índice de defeitos (39,5%), seguidos das falhas nas paredes (17,5%). Os demais itens individualmente contêm porcentagens inferiores a 9%.

Nesse contexto, este trabalho visa identificar as patologias mais frequentes nas instalações hidrossanitárias existentes em edificações unifamiliares no interior do estado de São Paulo.

## **1.1 OBJETIVOS**

### 1.1.1 Objetivo Principal

O objetivo principal do trabalho é identificar a ocorrência de patologias nas instalações hidrossanitárias em edificações unifamiliares de uma construtora no interior do estado de São Paulo.

### 1.1.2 Objetivos Secundários

- Identificar qual sistema que compõem as instalações hidrossanitárias é mais suscetível à ocorrência de patologias;
- Determinar em quais etapas de projeto ocorrem as falhas que podem ocasionar patologias nos SHPS;
- Detectar a maior procedência das falhas;
- Aferir o nível de conforto e satisfação dos moradores para com as instalações hidrossanitárias.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA E ÁGUA QUENTE (IPAFQ)

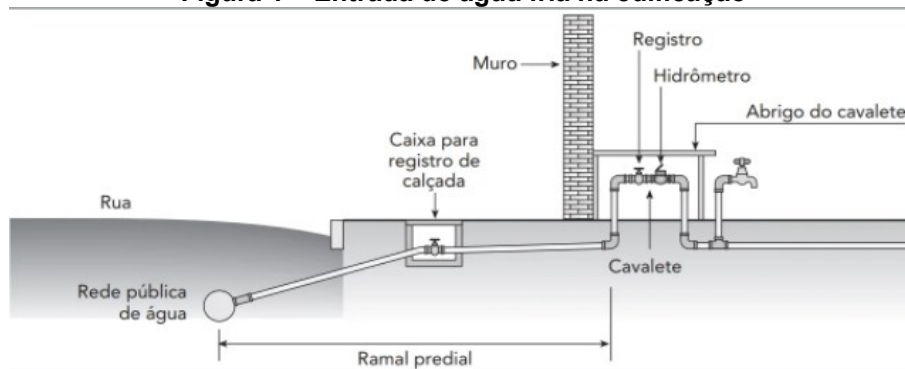
O sistema predial de água fria e quente é definido por Veról (2018) como o conjunto de canalizações e equipamentos designados ao abastecimento das edificações, visando qualidade e potabilidade fornecida pelo sistema de abastecimento local. Essas instalações são regidas pela ABNT (2020) na norma NBR 5626 que estipula parâmetros que devem ser seguidos nas fases de projeto e execução, atendendo às condições de segurança, higiene e conforto dos usuários. Segundo a NBR supracitada, os IPAFQ devem garantir os seguintes requisitos:

- Manter a água potável de forma contínua em quantidade suficiente e temperatura controlável, pressões e velocidades compatíveis;
- Possibilitar economia de água e energia;
- Prevenir ruídos inadequados;
- Proporcionar conforto adequado aos usuários.

Os componentes e acessórios das IPAFQ, segundo Macintyre (1990); Carvalho (2013); são:

- Ramal predial: tubulação que interliga rede pública de abastecimento da água e a montante do alimentador predial;
- Hidrômetro: acessório que faz a medição do consumo predial. Destaca-se que o tipo e modelo de hidrômetro é definido pela companhia de saneamento da localidade), conforme Figura 1;

**Figura 1 – Entrada de água fria na edificação**



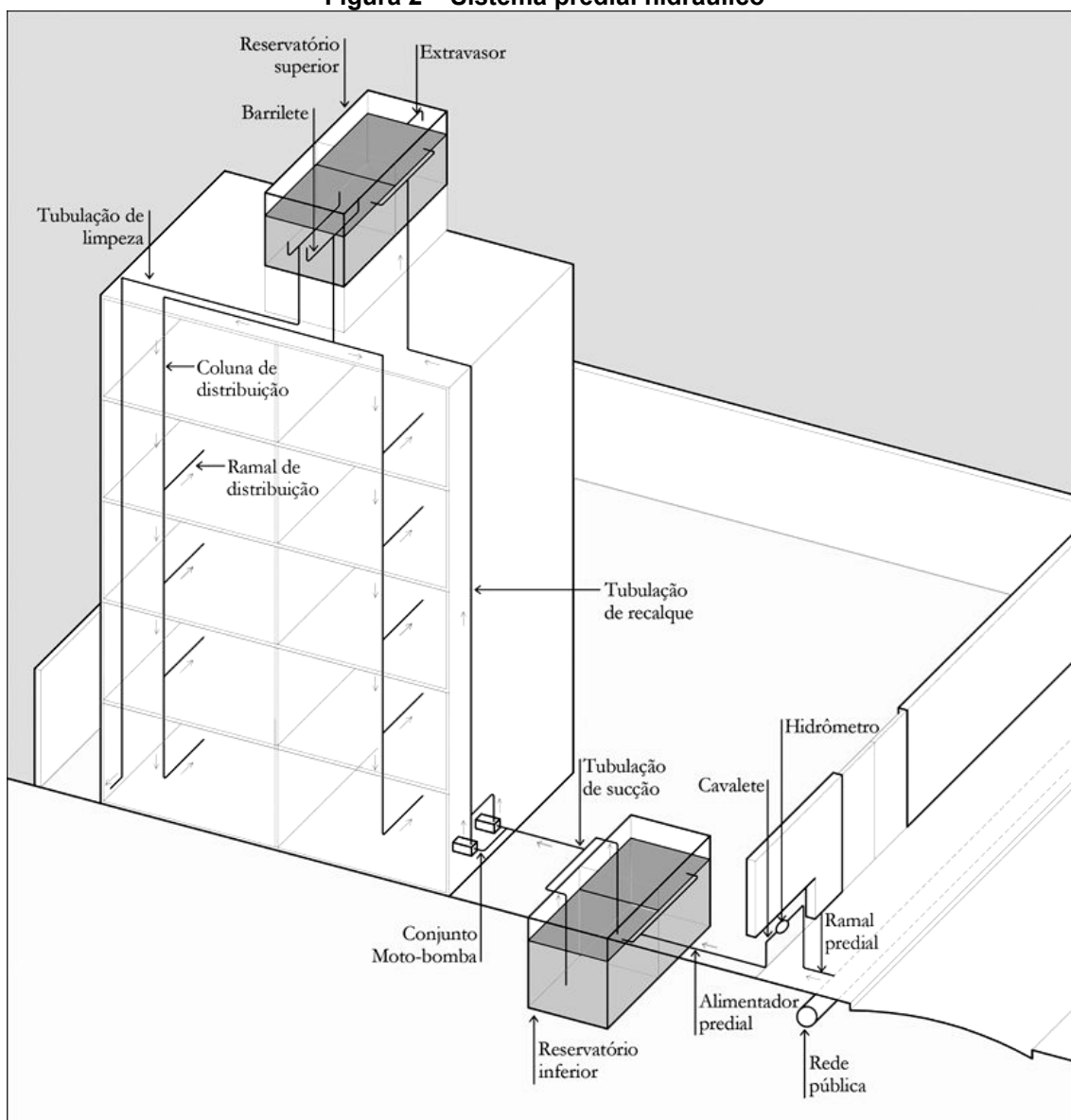
Fonte: Carvalho (2020)

- Alimentador predial: canalização que interliga a fonte de abastecimento a um reservatório de água;
- Reservatórios: dispositivos para reserva de água que garantem a regularidade de água no edifício. O reservatório inferior tem localização entre alimentador predial e a instalação elevatória, e o reservatório superior pode estar conectado ao alimentador predial ou à tubulação de recalque oriunda do inferior. Devem dispor de dispositivos para limpeza, dispositivos de extravasão e válvula com boia para interromper a entrada quando o nível interno aproximar do limite operacional;
- Barrilete: tubulação que se inicia no reservatório superior e ramifica em colunas de distribuição ou ramais;
- Coluna de distribuição: tubulação derivada do barrilete com função de alimentar ramais;
- Ramal: tubulação derivada da coluna de distribuição com função de alimentar os sub-ramais;
- Sub-ramal: tubulação que interliga o ramal ao ponto de utilização;
- Ponto de utilização: componente que permite utilização da água e ajuste de sua vazão.

Na figura 2 são apresentados os itens destacados.



**Figura 2 – Sistema predial hidráulico**



Fonte: Veról (2018)

## 2.2 SISTEMAS PEDIAIS DE ESGOTO SANITÁRIO (SPES)

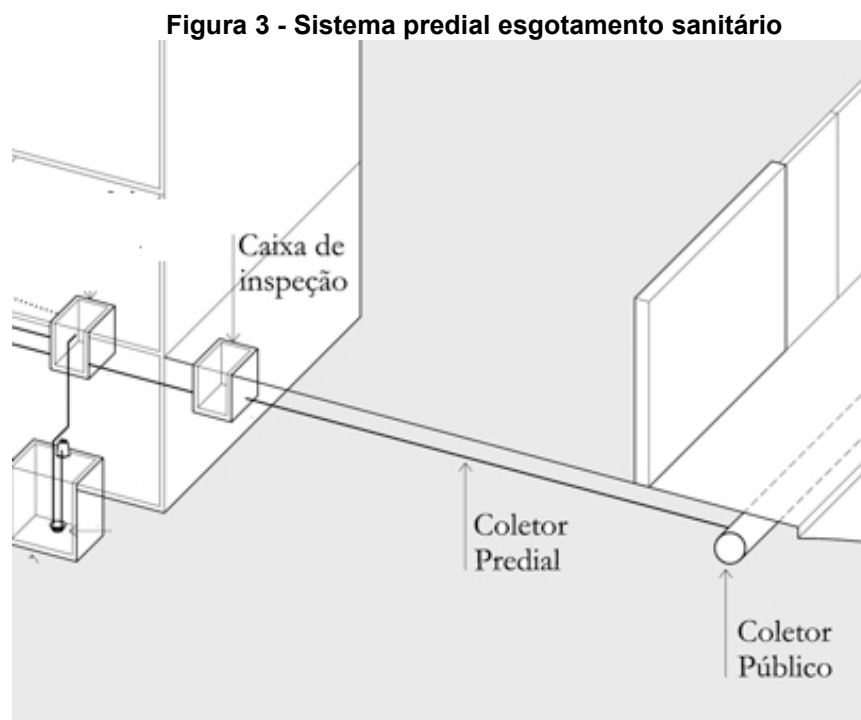
De acordo com Carvalho (2020), as instalações prediais de esgotamento sanitário têm como competência coletar, conduzir e afastar por gravidade os despejos provenientes dos aparelhos sanitários, dando destino correto indicado pelo órgão público competente. Essas instalações são regidas pela ABNT (1998) na NBR 8160 a qual faz exigências mínimas quanto à higiene, segurança e conforto dos usuários. Ainda, segundo o mesmo autor, esses sistemas devem garantir os seguintes requisitos:

- Impedir contaminação da água tanto no interior dos sistemas e equipamentos sanitários;
- Permitir o rápido escoamento da água utilizada e dos despejos introduzidos, precavendo contra vazamentos e formação de depósitos no interior das tubulações;
- Impossibilitar a chegada dos gases provenientes do sistema predial de esgoto sanitário às áreas de utilização;
- Impedir o acesso de corpos estranhos ao interior do sistema;
- Permitir fácil inspeção aos componentes;
- Impossibilitar o esgoto ao subsistema de ventilação;
- Não interligar outros sistemas ao de esgotamento sanitário.

Segundo a mesma norma, o sistema de esgotamento sanitário é composto pelas canalizações de esgoto primário e secundário. Compõem o esgoto primário as tubulações e dispositivos em que os gases provenientes do coletor público têm acesso, já o esgoto secundário é composto pelas tubulações e dispositivos em que os gases provenientes do coletor público não têm acesso, pois possuem proteção por desconector, figura 4.

Compõem, ainda, os SPES (figura 3):

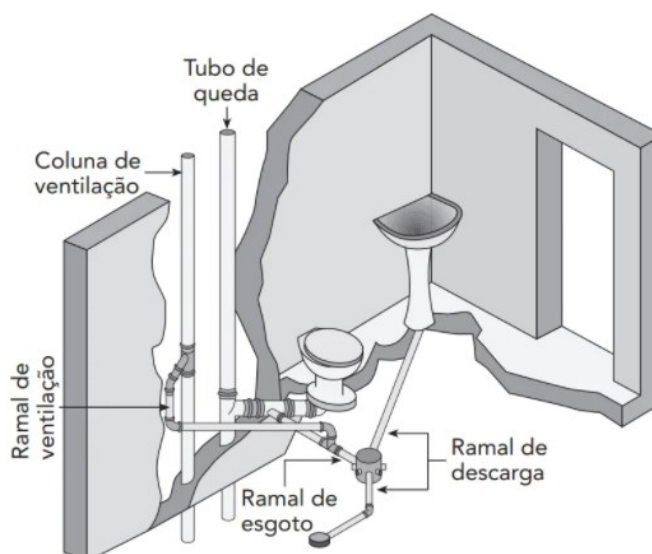
- Coletor público: tubulação da concessionária que recebe os coletores prediais.
- Coletor predial: última inserção de subcoletor ao coletor público;
- Caixa de inspeção: caixa que permite a inspeção e manutenção do sistema;
- Caixa sifonada: destinada a receber efluentes da instalação secundária de esgoto.



Fonte: Veról (2018)

- Ramal de descarga: tubulação que recebe diretamente os efluentes de aparelhos sanitários;
- Ramal de esgoto: tubulação primária que recebe os efluentes dos ramais de descarga diretamente ou por um desconector;
- Ramal de ventilação: tubo ventilador que interliga o desconector ou ramal de descarga, ou ramal de esgoto de um ou mais aparelhos sanitários a uma coluna de ventilação;
- Ventilação primária: Ventilação proporcionada pelo ar que escoar pelo núcleo do tubo de queda, o qual é prolongado até a atmosfera;
- Ventilação Secundária: ventilação proporcionada pelo ar que escoar pelo interior de colunas e ramais;

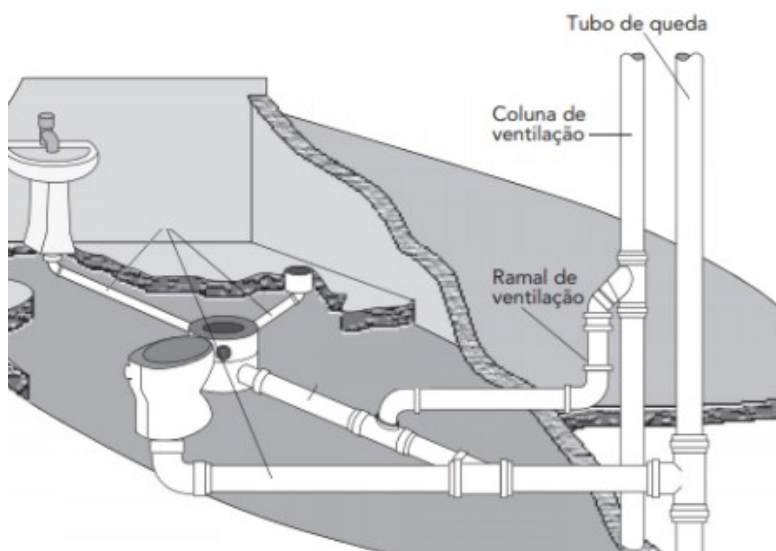
**Figura 4 - Canalizações do SPES**



Fonte: Carvalho (2020)

Os SPES possuem também canalizações destinadas à ventilação. Essas canalizações são importantes para garantir que os gases provenientes do esgoto não fiquem aprisionados nas canalizações, prevenindo o mau-cheiro e possíveis rupturas devido ao excesso de pressão. As canalizações de ventilação podem ser primárias ou secundárias. A ventilação primária ocorre pelo ar que escoa pelo núcleo do tubo de queda, o qual é prolongado até a atmosfera e a ventilação secundária ocorre pelo ar que escoa no interior de colunas e ramais, figura 5 (MACINTYRE (1990); CARVALHO (2020)).

**Figura 5– Sistema predial hidráulico**



Fonte: Carvalho (2020)

### 2.3 INSTALAÇÕES DE DRENAGEM DE ÁGUA PLUVIAL (IPAP)

As instalações de drenagem de água pluvial (IPAP), segundo Veról (2018) tem por objetivo o recolhimento e condução das águas das chuvas até as sarjetas ou galerias de águas pluviais públicas. Este sistema não permite interligações com o SPES.

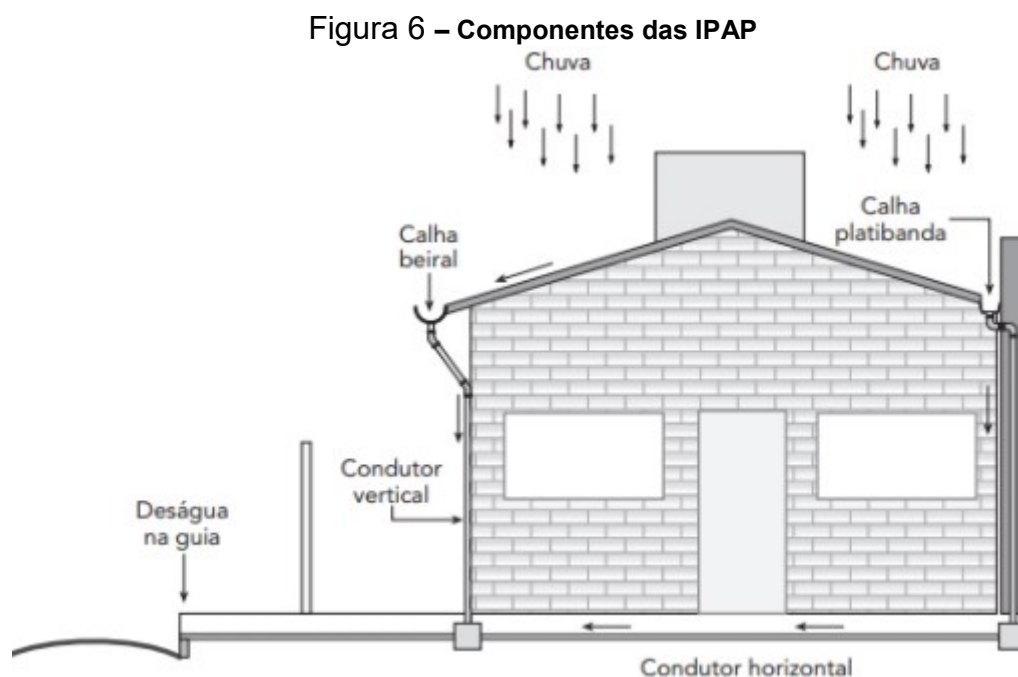
Essas instalações são regidas pela ABNT (1989), na NBR 10844, a qual exige requisitos mínimos para garantir funcionalidade, segurança, conforto, higiene e durabilidade:

- Recolher e conduzir a vazão de projeto até locais permitidos pelos dispositivos legais;
- Ter estanqueidade;
- Permitir limpeza e desobstrução de qualquer ponto da instalação;
- Absorver os esforços provocados pelas variações térmicas a que são submetidas;
- Devem ser constituídos de materiais resistentes às intempéries e choques mecânicos;
- Não provocar ruídos excessivos;
- Resistir às pressões a que podem estar sujeitas;
- Ser fixadas de maneira a assegurar resistência e durabilidade.

Na figura 6 são observados os componentes das IPAP.

- As superfícies coletoras ou áreas de contribuição são todas aquelas que interceptam a água da chuva, por isso, devem ser contabilizados para um projeto de qualidade. Tais superfícies podem ser impermeáveis ou semipermeáveis como telhados, lajes, contrapiso, etc;
- Calhas: componente com objetivo de conduzir a água coletada nas superfícies coletoras e destinar para os condutores verticais;
- Condutores verticais/horizontais: componente o qual recebe água proveniente das calhas e destina para os coletores;
- Ralos: componente que impossibilita acesso de corpos estranhos aos condutores;

- Caixas de areia: componente que permite a captação de sujeiras e corpos captados nas calhas e que não devem prosseguir na rede. Permite fácil acesso e limpeza;
- Caixa de inspeção: utilizada para eventuais manutenções.



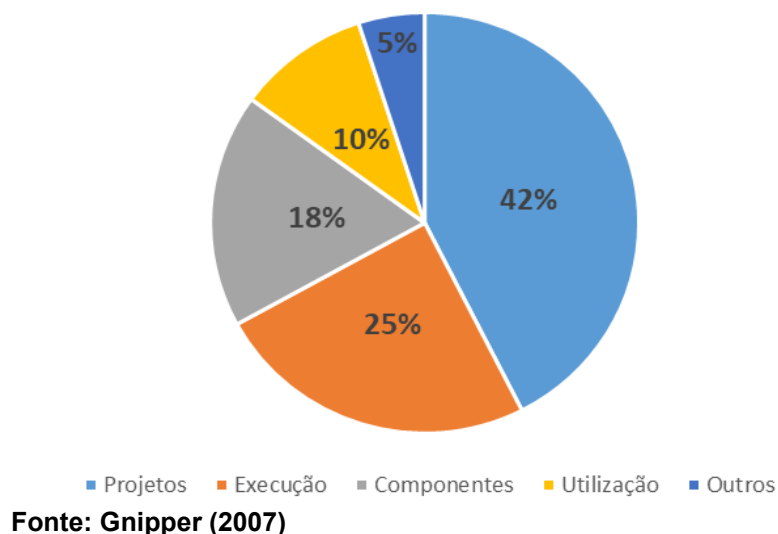
Fonte: Carvalho (2020)

## 2.4 PATOLOGIAS NOS SISTEMAS HIDROSSANITÁRIOS

O termo patologia é definido pela ABNT (1996) na NBR 13752 como anomalias que podem causar potenciais danos ou ameaças para os usuários da edificação”. Ainda, de acordo com a NBR as patologias são provenientes de falhas do projeto, execução ou manutenção.

Gnipper (2007), em seus estudos, identificou que as principais causas de patologias em edifícios 42,5% são provenientes de falhas em projetos ou falta deles, seguido de erros na execução, componentes, uso inadequado entre outros, gráfico 1.

**Gráfico 1- Ocorrência de patologias, segundo Gnipper (2007), nas diferentes fases da edificação.**



Segundo Carvalho (2020), o mesmo cenário ocorre para os sistemas prediais hidráulicos e sanitários, onde as falhas, ocorrem em sua grande parcela, devido à incompatibilização de projetos e falta de entrosamento entre as equipes projetistas e executoras. As adequações utilizadas para os erros encontrados são, por muitas vezes, desvios e cortes. Esse tipo de adaptação geralmente causa falhas e ignoram as normas de desempenho, pois não estão previstas em projetos e não foram dimensionadas para aquela situação, podendo causar perdas de pressão, vazamentos em emendas, além do maior gasto com materiais e mão de obra para o cliente.

Segundo Ilha (2009) e Gnipper (2010), os SPHS possuem diversidade nas manifestações patológicas devido a gama de subsistemas com associações mútuas e grande quantidade de componentes e equipamentos.

#### 2.4.1 Patologias Provenientes de Erros de Projeto

Macedo (2015) elenca as seguintes causas como erros advindos de projetos:

- Falhas de compatibilização dos diversos projetos da obra;
- Erros de dimensionamento;
- Falta de clareza de informação nos memoriais e nas pranchas de desenhos;

- Especificação dos materiais inadequados;
- Ausência de detalhes construtivos.

As falhas deste tipo, geralmente, são fruto da falta de compatibilização entre os diversos sistemas que compõem uma edificação (ILHA, 2009). Por exemplo, na figura 7, observa-se uma tubulação cruzando uma viga. Quando esta anomalia é identificada ainda na fase de projeto, a solução pode ser simples, por outro lado, quando o problema é identificado na fase de execução as soluções podem ser mais complexas, caras ou não adequadas do ponto de vista da segurança estrutural.

**Figura 7- Falha na fase de projeto: incompatibilização de sistemas**



**Fonte: Reginatto (2017)**

Na fotografia 1 observa-se uma falha, que provavelmente tenha ocorrido ainda na fase de projeto, pois há interferência entre o projeto de instalação pluvial (canalização) e o projeto estrutural e/ou arquitetônico. Nota-se que a tubulação de drenagem da cobertura (componente do condutor vertical) não está locada de forma adequada já que há interferência com a viga baldrame, implicando na cota do piso. Assim, a conexão ficou acima do nível do piso, comprometendo a continuação do assentamento do porcelanato e rodapés.



**Fotografia 1- Incompatibilização entre os sistemas de drenagem de água pluvial, estrutural/fundações e revestimento.**



Assim, ao projetar um sistema, deve-se considerar o espaço físico necessário a todos os sistemas para não haver conflitos e demasiados problemas durante a fase de execução.

A metodologia *BIM* (Building Information Modeling ou Modelação da Informação da Construção) é uma construção virtual equivalente a edificação real que está sendo projetada, dispondo de várias informações e detalhes das instalações da edificação. A criação de projetos seguindo essa modelagem, se feita corretamente, é isenta de incompatibilizações e ausência de informações em todo o projeto da edificação. Esse tipo de modelagem já está presente no mercado, com escritórios de engenharia já utilizando por meio de softwares específicos, mas são raros os que utilizam corretamente. O recebimento de projetos de outros escritórios (arquitetura, complementares, entre outros) que não são desse modelo já são causas para informações incompletas, incompatibilizações e outras falhas. Através desse sistema é possível diminuir falhas provenientes de projetos, desde que utilizado apropriadamente.

#### 2.4.2 Patologias nos Sistemas de Água Fria e Quente

Algumas das patologias nas instalações de água fria e quente segundo Carvalho (2020) são:

- a) Vazamentos;
- b) Problemas com pressão;
- c) Entupimento;
- d) Temperatura da água;

e) Rompimento das tubulações.

a) Vazamentos

Os vazamentos segundo a NBR 15575:2013 (ABNT, 2013) são patologias nas instalações pois, os sistemas devem apresentar estanqueidade quando sujeitos à pressão. Os IPAFQ funcionam com seção plena, isto é, a canalização está totalmente preenchida com água, garantindo que a pressão interna seja maior que a pressão atmosférica.

Geralmente, os vazamentos são percebidos devido o aparecimento de manchas, presença de água no local, som e alteração na cobrança média de água ou aumento do consumo (MACEDO, 2013).

As principais causas dos vazamentos, de acordo com Carvalho (2020), são a mão de obra desqualificada, tubulação fora de nível, tubulação solidária à estrutura ou sem espaço para dilatação (totalmente encoberta por concreto). Ainda, de acordo com o mesmo autor, os registros de pressão e de gaveta são os acessórios que, geralmente, manifestam os vazamentos. O problema cessa, normalmente com a substituição do acessório.

A fotografia 2 é um exemplo de vazamento nesse componente do sistema.

**Fotografia 2- Vazamento em registro de chuveiro.**



**Fonte: Blukit (2017)**

### b) Problemas com pressão

A norma que regulamenta a pressão ideal para um bom funcionamento da rede é a NBR 5626:2020 (ABNT, 2020). Segundo a norma, a pressão estática estabelece limite máximo de 40 m.c.a (metros de coluna d'água, equivalente à 13 pavimentos de um edifício), onde acima desse valor o sistema sofre com ruído e golpe de aríete, causando outras patologias. Caso ultrapasse existem válvulas redutoras de pressão para aparelhos. A pressão dinâmica estabelece limite mínimo de 1 m.c.a para chuveiro e 0,50 m.c.a para demais pontos de abastecimento.

### c) Entupimentos

Segundo Carvalho (2013), o entupimento das tubulações, normalmente é causado pela formação de crostas de sais principalmente o carbonato de cálcio, fotografia 3, em locais onde a água de abastecimento apresenta elevados teores de cálcio e magnésio dissolvido. Segundo o autor citado anteriormente, para combater essa patologia indica-se ao proprietário a manutenção e o controle adequado com a instalação de filtros na entrada de água da edificação.

Outra causa de entupimento é a deformação excessiva na tubulação.

**Fotografia 3 - Incrustação da tubulação**



**Fonte: Carvalho (2013)**

#### d) Temperatura

Além das patologias citadas anteriormente, a temperatura da água pode ser apresentada como uma falha se não seguir a norma de desempenho NBR 15575 (ABNT, 2013), no qual o sistema deve prever formas para que a temperatura da água na saída do ponto de utilização seja limitada. As possibilidades de mistura de água fria, regulação de vazão são técnicas que podem ser utilizadas para não ultrapassar o limite previsto de 50°C. Caso exceda o limite, a tubulação pode ser comprometida, sofrendo deformações. Um problema frequentemente relatado por usuários é a oscilação de temperatura da água nos aparelhos de água quente quando o sub-ramal do chuveiro ou lavatório está ligado ao mesmo sub-ramal da descarga. Além disso, o superdimensionamento das tubulações de água quente também ocasiona demora para o aquecimento (CARVALHO, 2013).

#### e) Rompimento das canalizações

Rompimento das tubulações de água fria e quente, podendo acontecer por tensionamento e/ou por impacto (VERÓL, 2018). As causas são muitas, onde majoritariamente acontecem devido a acidentes. O rompimento pode gerar vazamentos proporcionais, e a primeira coisa a se fazer é estancar o vazamento. A troca da tubulação se faz uma solução notória, dependendo da situação com uma luva de correr ou tubulação nova. Macedo (2015) levantou as principais causas de rupturas em tubulações, e seus resultados são apresentados a seguir:

- Golpe de aríete (elevação de pressão devido à interrupção brusca do escoamento de água, principalmente quando está em velocidade elevada). Geralmente causa rompimento em conexões como demonstrado na figura 8;
- Tensionamento da tubulação decorrente do desalinhamento na instalação;
- Impactos repentinos ou até no transporte e manuseio da tubulação como na fotografia 4;
- Baixa resistência dos materiais utilizados.

**Fotografia 4 - Rompimento por choque mecânico em tubulação**



Fonte: Jornal Beira Rio (2015)

**Figura 8- Rompimento por golpe de aríete em conexão**



Fonte: GSD Engenharia (2018)

### 2.4.3 Patologias nos Sistemas de Esgoto Sanitário

Segundo Veról (2018), as patologias mais comuns em sistemas de esgoto sanitário são:

- a) Vazamentos;
- b) Ruídos e vibrações;
- c) Entupimentos;
- d) Retorno de odores;
- e) Retorno de espuma.

#### a) Vazamentos

Vazamentos são muito recorrentes nos sistemas de esgoto sanitário, decorrentes na maioria das vezes de instalações deficientes, defeitos em peças ou falta de manutenção na rede segundo Carvalho (2020). São classificados como aparentes ou ocultos (facilmente visíveis ou de difícil percepção). Uma característica marcante do vazamento neste sistema é o aparecimento de fungos nas marcas como na fotografia 5, que não aparece no vazamento de água fria por exemplo. Por questões de higiene e saúde, a manutenção e/ou troca da peça problemática se faz necessária em prazos curtos, para os danos não se alastrarem.

**Fotografia 5- Mancha característica de vazamento no sistema de esgoto sanitário**



**Fonte: Gnipper (2010)**

#### b) Ruídos e vibrações

Ruídos e vibrações também ocorrem neste sistema, no qual segundo Carvalho (2020) afirma ser causado pelo ar na tubulação e materiais sólidos, tendo como pontos mais críticos as curvas das instalações. O excesso de velocidade, existência de choques hidráulicos e mudanças de diâmetros são destacados como causadores de ruídos por Macedo (2015).

#### c) Entupimentos

Os entupimentos causam o retorno de esgotos em vários pontos, causando transtornos aos usuários das instalações. Segundo Veról (2018), má execução dos projetos são causadoras dessa falha, não podendo descartar e destacar o mal-uso

dos usuários. Os pontos críticos são os trechos horizontais, caixas de gordura e de inspeção, bacias sanitárias e sifões.

d) Retorno de odores

Os problemas nos trechos horizontais são resolvidos na maioria das vezes com inclinações corretas de acordo com o diâmetro do tubo. Os entupimentos citados anteriormente são comumente causados por acúmulos de materiais sólidos ou incrustação, resolvidos com manutenção e limpeza periódica.

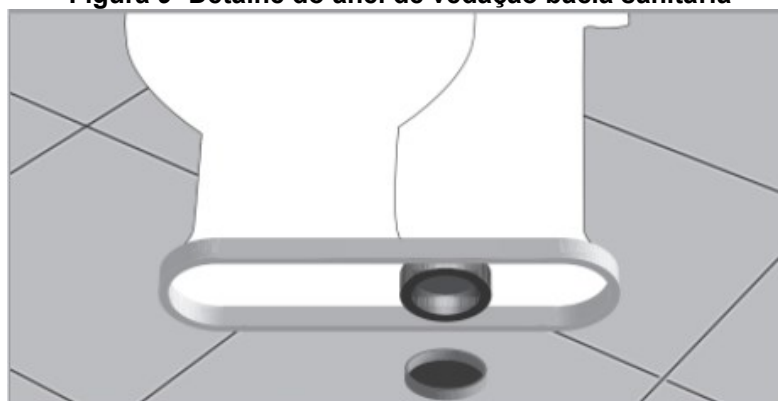
**Fotografia 6- Entupimento por materiais sólidos no ralo sifonado**



**Fonte: Gnipper (2010)**

O retorno de odores causa desconforto aos usuários, sendo assim uma falha que deve ser destacada. Em projetos bem dimensionados os odores têm sua entrada nos ambientes bloqueada por feixes hídricos. O erro na execução ou no projeto pode causar o mal-estar na localidade. A falta de ventilação no sistema contribui para essa falha, no qual o odor fica na rede sem caminho para escape. A evaporação da água do fecho hídrico pode causar mau cheiro, no qual a pouca utilização da rede em questão pode gerar essa situação. A falta de vedação no anel da bacia sanitária (figura 9) pode gerar odores, nos quais devem ser trocados assim que deixarem de impedir o mau cheiro.

**Figura 9- Detalhe do anel de vedação bacia sanitária**



Fonte: Carvalho (2013)

e) Retorno de espuma

Soma-se as patologias de sistemas sanitários o retorno de espumas, muito comuns em áreas de serviço através dos ralos. A sobrepressão é um fenômeno que causa esse retorno, que pode ser corrigido por uma ventilação adequada ou ainda o aumento da seção do subcoletor subsequente ao tubo secundário que recebe os despejos do ralo. Uma solução inovadora é o uso de um ralo especial para não ocorrer essa falha, demonstrado na figura 10.

**Figura 10 - Ralo antiespuma**



Fonte: Tigre (2018)



#### 2.4.4 Patologias nos Sistemas de Águas Pluviais

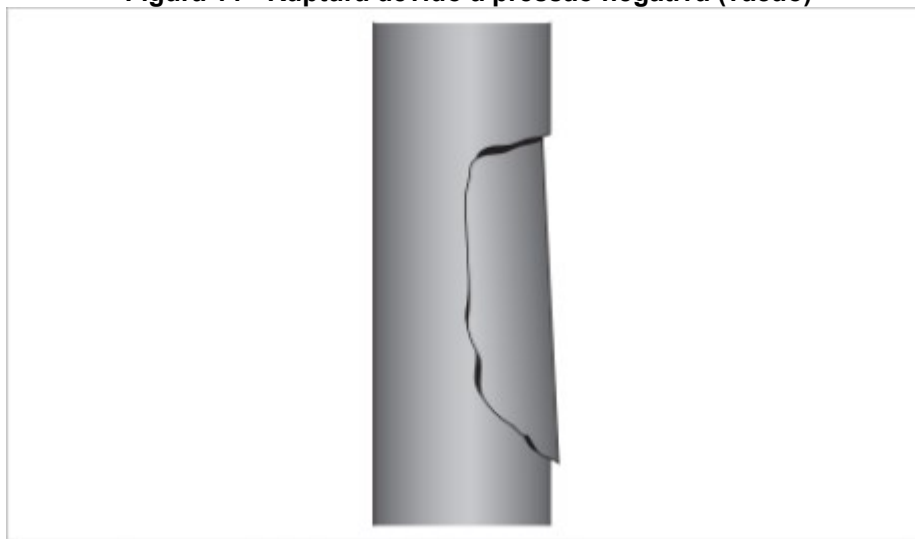
Segundo Macedo (2015), o sistema de drenagem de águas pluviais constitui a principal origem de patologias em edificações. Carvalho (2013) a partir de suas experiências profissionais e estudos lista as principais patologias nos sistemas de águas pluviais:

- Infiltração de água em telhado/cobertura;
- Danos em condutores;
- Conexão indevida do sistema de água pluvial com outros sistemas;

A primeira, Infiltração de água em telhado/cobertura, conforme Carvalho (2020), é de fácil percepção dos usuários, pois tem manifestações de manchas nos forros ou paredes. Ainda de acordo com o autor, esta tipologia de patologia possui como prováveis causas a seção insuficiente de calhas, ausência ou insuficiente de declividade nas calhas, falta ou insuficiente vedação nas calhas, rufos e similares. Entupimento no bocal das calhas devido à falta de manutenção e limpeza.

Os danos em condutores horizontais ou verticais podem comprometer o funcionamento do sistema, tendo como as principais causas (CARVALHO, 2013): rupturas por subpressão (vácuo), vazamentos e até ressecamento na tubulação aparente. A figura 11 demonstra uma ruptura devido à pressão negativa.

**Figura 11 - Ruptura devido à pressão negativa (vácuo)**



**Fonte: Carvalho (2013)**

Segundo a ABNT (1989), a NBR 10844 destaca que o sistema predial de águas pluviais não pode ser conectado com qualquer outro sistema hidrossanitário predial, assim como a ligação cruzada com o sistema de esgoto sanitário pode causar sobrecarga à rede, que tem como sistema separador absoluto (no Brasil é adotado a separação absoluta do esgoto e de águas pluviais).

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 LEVANTAMENTO DE REGISTROS DE FALHAS**

Este estudo foi pautado na análise, qualitativa e quantitativa, dos registros de patologias do banco de dados de uma construtora especializada em edificações unifamiliares. As observações integram o período de 30 de janeiro de 2018 a 16 de outubro de 2021. Ainda, cada falha ou ocorrência ou problema foi associado à numeração da obra, à instalação hidrossanitária com uma breve descrição.

Destaca-se que os registros foram feitos de forma manual e associados à identificação da falha pelos pedreiros, serventes, mestre de obra, estagiários e engenheiros.

#### **3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS AVALIADAS**

O período de análise de ocorrências contempla 12 edificações, ainda em fase de execução, e 9 edificações já finalizadas e entregues, totalizando 21 edificações unifamiliares, todas localizadas em condomínios horizontais residenciais no interior do estado de São Paulo.

No quadro 1 são informadas a numeração da obra, área construída, etapa de execução e quantidade de banheiros na edificação.

**Quadro 1 - Informações das obras**

Identificação	Área Construída (m <sup>2</sup> )	Etapa//Fase de execução da obra	Número de banheiros
106	329,70	Finalizada	6
107	350,00	Finalizada	6
109	200,00	Finalizada	4
111	171,40	Finalizada	6
112	261,35	Finalizada	4
115	318,73	Finalizada	5
116	256,01	Finalizada	4
117	250,00	Finalizada	6
118	269,80	Acabamento	5
119	340,00	Acabamento	5
120	218,33	Finalizada	5
122	208,46	Acabamento	6
123	227,25	Acabamento	5
124	395,33	Supraestrutura	5
126	259,51	Supraestrutura	4
127	312,37	Reboco	4
128	227,77	Reboco	4
129	258,68	Reboco	5
131	254,19	Fundação	4
132	276,00	Fundação	5
134	239,35	Supraestrutura	4
MÉDIA	267,82		5

Observações: A etapa de fundação é compreendida pela execução de estruturas em contato com o solo. Supraestrutura configura as estruturas acima do nível do solo, pilares, vigas, lajes, alvenaria, cobertura, entre outros. A etapa de reboco é constituída pela execução de chapisco e reboco da edificação. Já a etapa de acabamento é compreendida pela execução de pintura, assentamento de revestimento, instalação do forro de gesso, pedras, louças e metais, entre outros.

Somente três das edificações são térreas (109, 111 e 120), um sobrado com três pavimentos (119), as demais são compostas por dois pavimentos. O método construtivo, em sua maioria, é concreto armado com vedação de alvenaria. Duas edificações possuem laje protendida (107 e 124) e uma estrutura mista (concreto armado e estruturas metálicas) (106). O acabamento é de alto padrão, contendo também sistema de água quente, variando o sistema de aquecimento entre boiler (10 edificações) e aquecedores de passagem (11 edificações). O sistema de cobertura varia entre telhado e lajes impermeabilizadas, respectivamente, 13 e 8 edificações. A mão de obra varia entre as obras, pois são contratados profissionais terceirizados diferentes para cada etapa de execução.

### 3.3 COLETA DE INFORMAÇÕES PÓS-OCUPAÇÃO

A aplicação de um questionário aos nove proprietários dos imóveis já entregues foi necessária para identificar as possíveis ocorrências de patologias no pós-ocupação.

As informações solicitadas aos moradores foram: o nível de conforto, satisfação e percepção de patologias durante a utilização dos sistemas hidrossanitários. O questionário pode ser consultado no apêndice A.

A pesquisa utilizou a ferramenta *google formulários*, portanto de maneira online, entre os dias 10/10/2021 e 16/10/2021.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 RESULTADOS DO LEVANTAMENTO DOS REGISTROS

A partir da análise do banco de dados foram observadas 135 falhas ou patologias, sendo 46,7% consequência de falhas executivas, 40,7% de erros de projeto ou a falta dele, 7,4% de falha dos componentes ou peças, e 5,2% erros de utilização dos usuários. Os valores encontrados pela presente pesquisa são bastante similares aos resultados de Gnipper (2007), que apresenta a maior parte das patologias oriundas de projeto (42,5%), em seguida execução (24,5%), componentes (18%) e utilização (10%). É válido destacar que o autor avaliou as patologias em edifícios verticais. Disso, pode-se inferir que o tipo de edificação não influencia na quantidade de patologias.

Ainda, o estudo do autor é anterior a publicação da Norma de Desempenho de Edificações (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT 2013), que estabelece regras para garantir o conforto e a segurança de edificações.

No quadro 2 estão relacionadas as falhas às suas prováveis causas.

**Quadro 2 – Relação de falhas com prováveis causas**

(Continua)

<b>Falhas executivas</b>	<b>Falhas ou falta de projeto</b>	<b>Falha de componentes ou peças</b>	<b>Falhas provenientes de utilização ou falta de manutenção</b>
Colocação da válvula errada causando vazamento	Falha dimensionamento causando falta de pressão	Componente quebrado causou vazamento	Sujeira causou entupimento de ralos
Falta de impermeabilização ao redor de tubulação no barrilete causou infiltrações	Alteração no projeto posterior a execução (troca de ponto de água)	Entupimento de válvula interna da torneira causou vazamento	Rompimento de canopla por choque
Locação do chuveiro de teto	Especificação insuficiente e/ou incorreta do pressurizador (pressostato ao invés de fluxostato)	Aquecedor de passagem com falha em peça causou vazamento	Interferência no sifonamento da pia causando mau cheiro

Quadro 2 – Relação de falhas com prováveis causas

(Continuação)

Falhas executivas	Falhas ou falta de projeto	Falha de componentes ou peças	Falhas provenientes de utilização ou falta de manutenção
Sujeira em torneiras e bacias sanitárias causando vazamentos	Banheiro sem registro no projeto	-	Falha na instalação do ralo abacaxi (aumentou nível para drenagem e causou alagamento da área) (instalação por parte do cliente)
Rompimento de tubulação por máquina de escavação causou vazamento	Tubulação da piscina sem tubulação de aspiração	-	-
Restos de materiais de construção acumulados em ralos, tubulações causaram entupimentos	Incompatibilização com o projeto estrutural (conflito com viga)	-	-
Ligação incorreta de componente (luva de correr) causou vazamento	Incompatibilização com o projeto estrutural (registro alinhado com pilar)	-	-
Ligação incorreta da saída da piscina para com ralo de drenagem, gerando transbordamento e vazamento	Locação dos aquecedores de passagem incompatíveis com móveis	-	-
Ligação dos aquecedores de passagem em série causou aquecimento indevido da água	Tubulação sem espaço para passagem na viga (não garantindo cobertura e área de aço da viga)	-	-
Ligação de água quente na rede de água fria	Falta de ventilação no projeto de esgoto sanitário	-	-
Altura da aspiração da piscina incompatível	Locação de bacias sanitárias próximas ao box	-	-
Locação de bacia sanitária (Fotografia 7)	Ausência de ralo em ambiente molhado	-	-
Falta de calçamento	Falta de dreno do ar condicionado no projeto	-	-
Rompimento de canopla bacia sanitária por choque	Condutor horizontal no nível acima do contrapiso (aparente)	-	-

Quadro 2 – Relação de falhas com prováveis causas

(Conclusão)

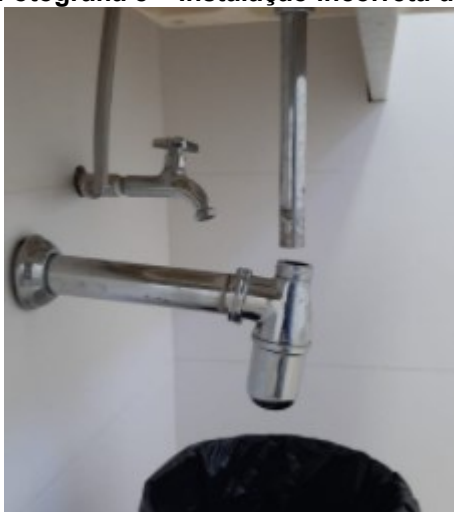
Falhas executivas	Falhas ou falta de projeto	Falha de componentes ou peças	Falhas provenientes de utilização ou falta de manutenção
Instalação incorreta do sifão da pia causando mau cheiro (Fotografia 8)	Falta de drenagem em floreira	-	-
Instalação com declividade incorreta (tubulação de esgoto)	Dimensionamento inadequado para drenagem cobertura	-	-
Falta de rejuntamento na bacia sanitária causando mau cheiro	Dimensionamento dos condutores verticais	-	-
Anel de vedação da bacia sanitária mau instalada gerando mau cheiro	Falta de ralo no barrilete	-	-
Locação de ralo do banheiro	Falta tubulação entre lajes no projeto	-	-
Instalação do ralo abacaxi causou aberturas na manta e infiltração	-	-	-
Ruído no condutor vertical de águas pluviais	-	-	-
Diminuição brusca de diâmetro de condutores verticais	-	-	-

Fotografia 7 – Locação errada do esgoto bacia sanitária.





**Fotografia 8 – Instalação incorreta do sifão.**



As falhas de execução, as de maior recorrência, ocorrem no sistema de água fria, 41,3%, 38,1% são identificados na instalação de esgoto sanitário e 20,6% de drenagem pluvial. Dentre as falhas identificadas, as mais comuns, na execução, são: locação inadequada da tubulação, conexão incorreta entre tubos, diminuição brusca de diâmetro de tubos, declividade inadequada da tubulação de esgoto e ventilação invertida, falta de impermeabilização e entupimentos por resíduos de obras (Fotografia 9).

**Fotografia 9 - Entupimento de ralo por resíduos sólidos.**



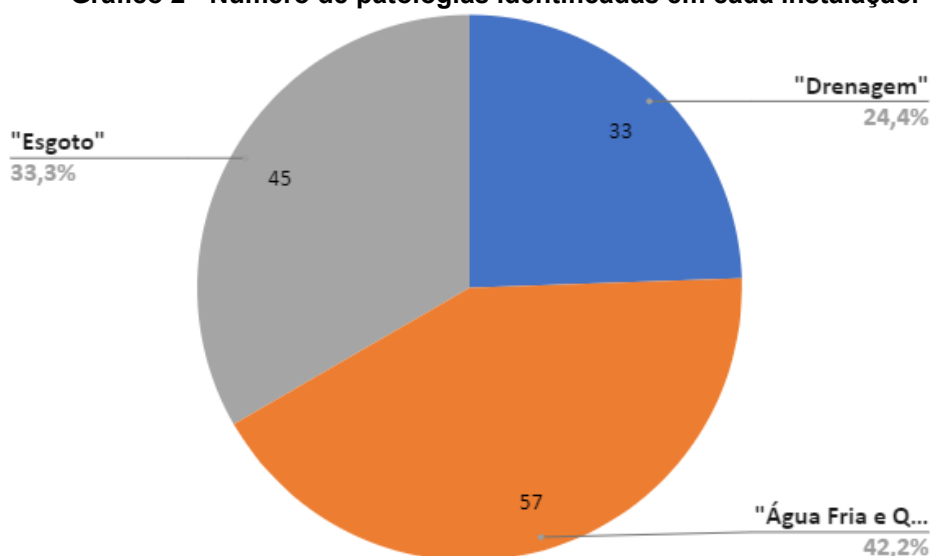
As falhas procedentes de inconformidades nos projetos apresentam quantidade significativa, cerca de 40,7%, no qual a incompatibilização de projetos, dimensionamento incorreto, falta de projetos são os mais identificados. Dentro desse parâmetro, os sistemas de drenagem e água fria apresentam 34,5% das falhas, e esgoto sanitário apresenta 30,9%.

Os erros de componentes foram identificados somente no sistema de água fria e água quente, sendo eles vazamentos em torneiras (Fotografia 10) ou bacias sanitárias e peças quebradas.

**Fotografia 10** – Vazamento em torneira.



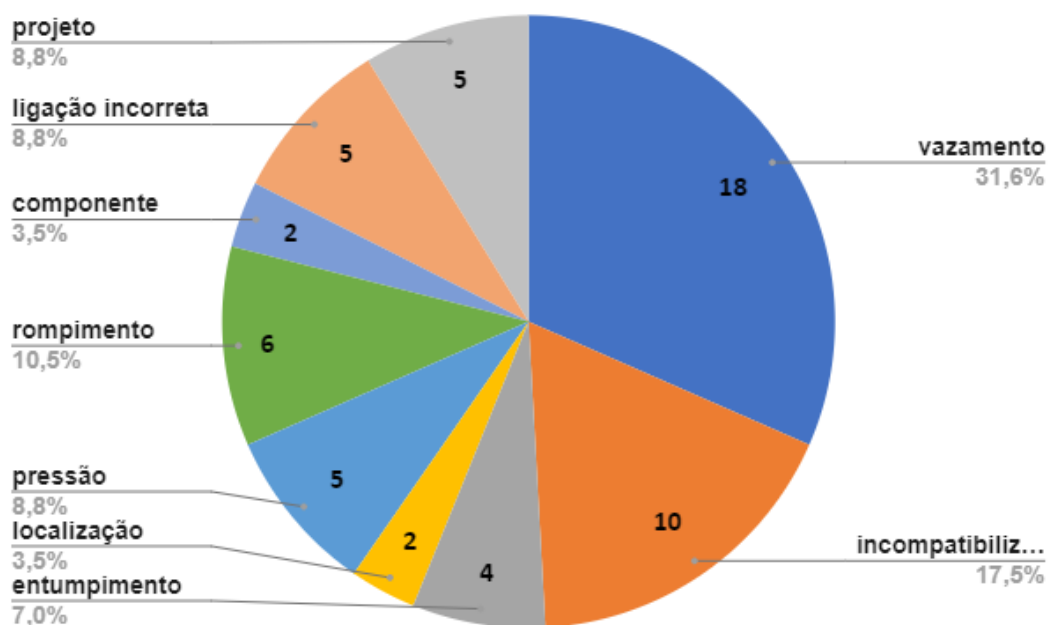
Assim, do total de 135 problemas, cerca de 42,4% ocorreram nas instalações de água fria e quente (IPAFQ), 33,3% foram identificados no sistema de esgoto (SPES) e 24,4% no sistema de drenagem (IPAP), o gráfico 2 apresenta os resultados de forma gráfica.

**Gráfico 2 - Número de patologias identificadas em cada instalação.**

#### 4.1.1 Identificação das patologias nas instalações de água fria e água quente (IPAFQ)

A partir das informações coletadas, identificou-se 57 ocorrências nas IPAFQ, o que corresponde a 42,2% do total de ocorrências. A patologia com maior número de registros é vazamento, seguida de incompatibilização de projetos, rompimento das canalizações, pressões inadequadas, ligação incorreta, erros de dimensionamento, entupimentos e falhas associadas aos componentes e acessórios. A quantidade dessas patologias pode ser observada no gráfico 3.

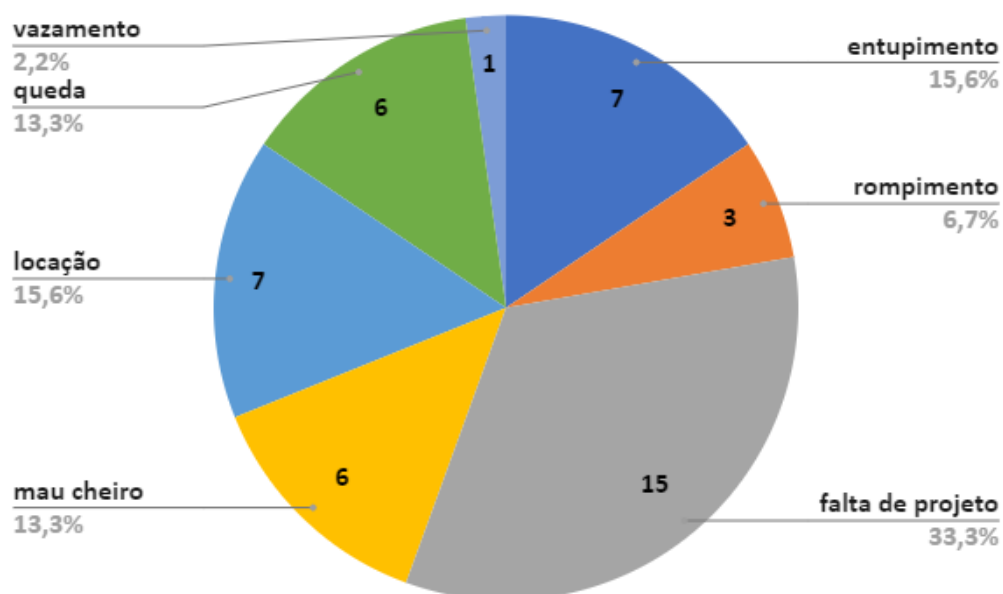
Gráfico 3 – Número e tipo de patologias identificadas na IPAFQ



#### 4.1.2 Identificação das patologias nas instalações de esgotamento sanitário (IPES)

Foram observadas 45 ocorrências de patologias associadas às IPES, o que corresponde a 33,3% do total.

As patologias identificadas nas IPES foram: 15 registros de falta de projeto, destas 11 foram devido à falta da tubulação do exaustor de ventilação (“ventokit”) nos banheiros fechados, sem ventilação natural; entupimentos e problemas com o posicionamento das peças e tubulações; mau cheiro e declividade rompimentos e vazamentos. As quantidades dessas patologias podem ser observadas no gráfico 4.

**Gráfico 4 – Número e tipo de patologias identificadas nas IPES.**

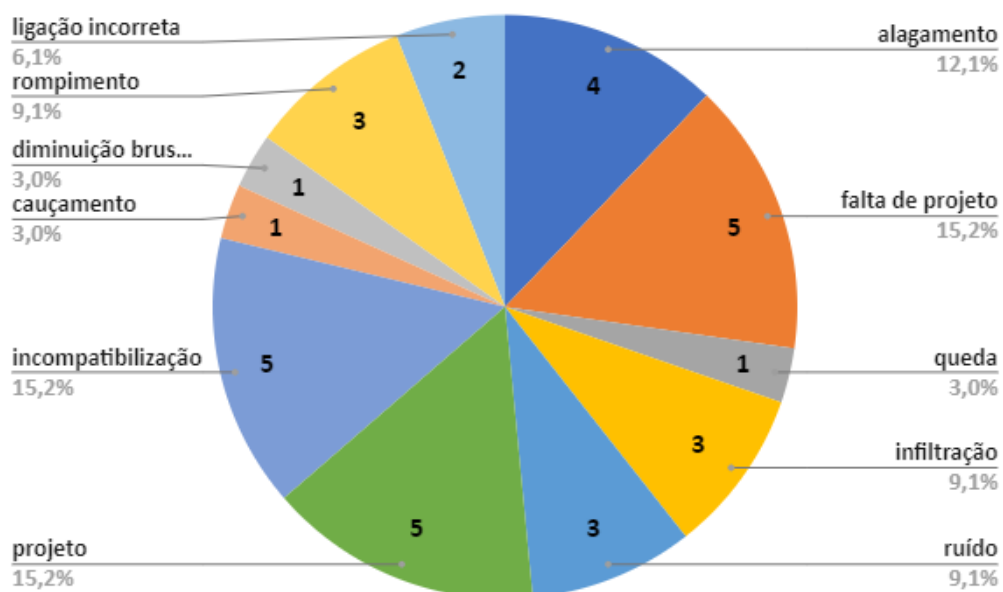
#### 4.1.3 Patologias nas instalações de drenagem pluvial

Foram observadas 33 ocorrências de patologias associadas às IPES, o que corresponde a 24,4% do total.

Das patologias associadas ao sistema de drenagem pluvial, citam-se: dimensionamento incorreto, incompatibilização entre projetos e falta de projetos alagamento, ruído, rompimento e infiltração, ligação incorreta de tubulações, diminuição brusca nos diâmetros das canalizações, calçamento indevido dos coletores horizontais e declividade.

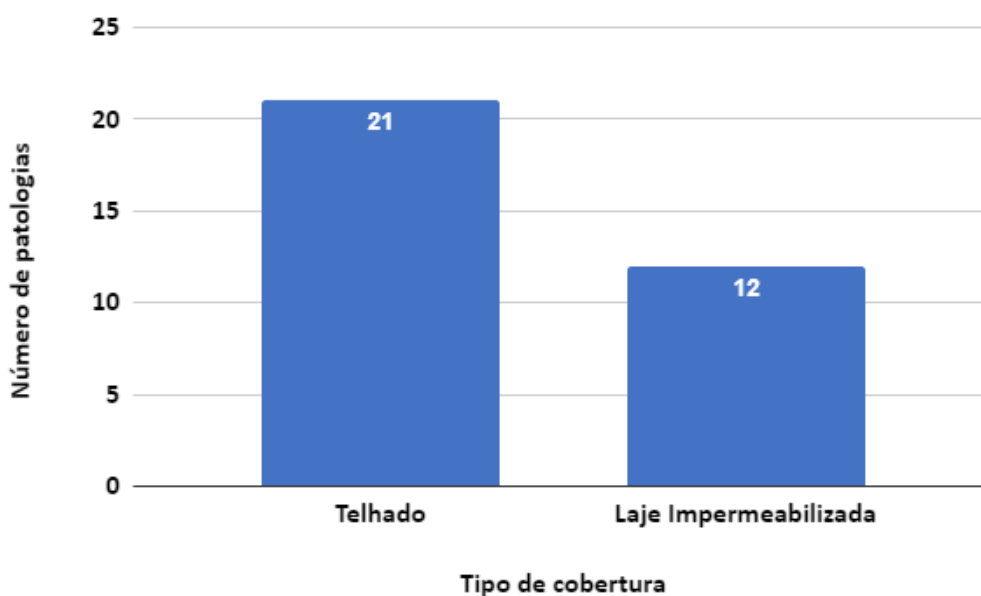
As quantidades dessas patologias podem ser observadas no gráfico 5.

**Gráfico 5 – Número e tipo de patologias identificadas nas IPAP.**



No gráfico 6, relacionou-se o número de patologias nas IPAP ao sistema de cobertura das edificações. Assim, verificou-se que 21 das ocorrências de patologias ocorreram nas edificações com telhado e 12 ocorrências foram registradas nas edificações com sistema de lajes impermeabilizadas.

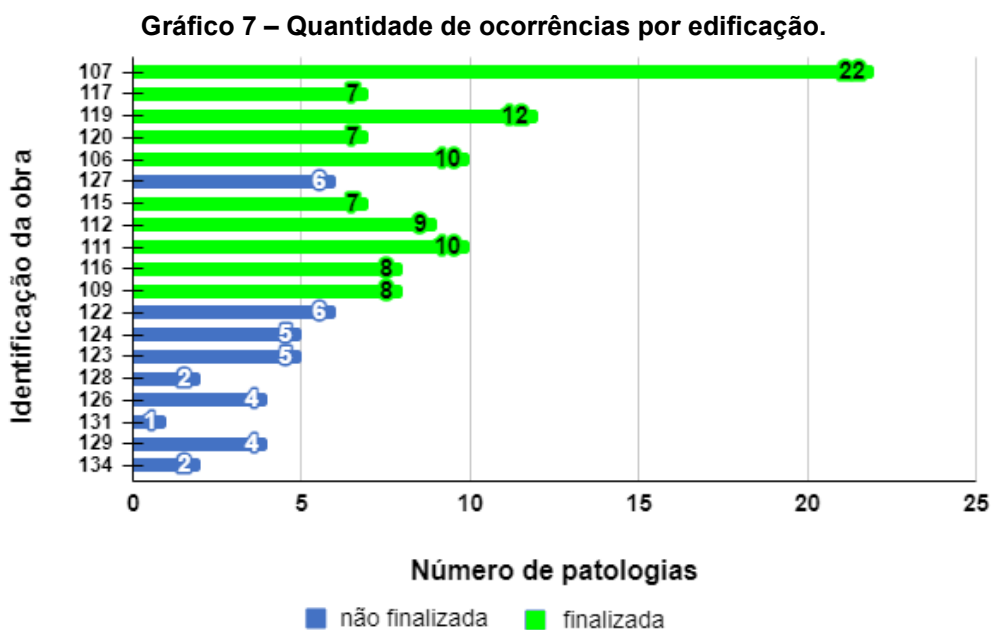
**Gráfico 6 – Número de patologias no sistema de drenagem pluvial (IPAP) versus sistema de cobertura**



Para esta análise, foi utilizado somente edificações com suas coberturas executadas, nos quais somam 10 obras com telhados e 4 com lajes impermeabilizadas. Cerca de 63% das ocorrências ocorreram nas edificações com telhado. Obras com lajes impermeabilizadas apresentaram em média 3 manifestações patológicas, e com telhados apenas 1,2.

#### 4.2 AVALIAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES COM MAIOR NÚMERO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

No gráfico 7 são apresentadas as identificações de cada edificação e o número de patologias observadas considerando o status de execução da obra.



Da análise do gráfico 7, verifica-se que 9 obras estão concluídas com o total de 88 ocorrências registradas, sendo responsável por 65,19% dos registros levantados, tendo média de 9,78 patologias por obra. Para obras não concluídas, 12 edificações, com 47 ocorrências, uma média de 3,9, representando 34,81% do total.

A obra identificada pelo número 107 é a que mais apresentou falhas, cerca de 2 vezes o número de falhas quando comparada com as obras com mesmo estágio executivo (finalizadas). Esse alto número pode ser explicado devido ao grande número de banheiros (6) e peças hidráulicas, e também à área construída, cerca de 350 m<sup>2</sup>. A obra identificada pelo n°119, ainda em fase de acabamento, possui 5

banheiros e 340 m<sup>2</sup> de área construída e registra o segundo maior número de ocorrências. Vale destacar que para essas duas obras, 52,9% são falhas de projeto, somando 18 ocorrências para essa procedência, número expressivo em relação as outras. As ocorrências registradas por falhas projetais são: falta de pressão (4), incompatibilização (1), nível incorreto da tubulação da piscina (1), falta de ventilação da IPES (4), ausência de ralo no ambiente (2), ausência de dreno em floreiras (6). São 15 erros oriundos de execução, sendo eles: vazamento em componentes devido aos resíduos de obra (6), rompimento de tubulação por choque (4) (fotografia 11), nível de tubulação de respiro da piscina (1), declividade da canalização (1), ruído (1) e infiltração por falta de calafate (2). Apenas uma ocorrência de falhas em componentes: vazamento de água em torneira.

**Fotografia 11 – Rompimento da tubulação**

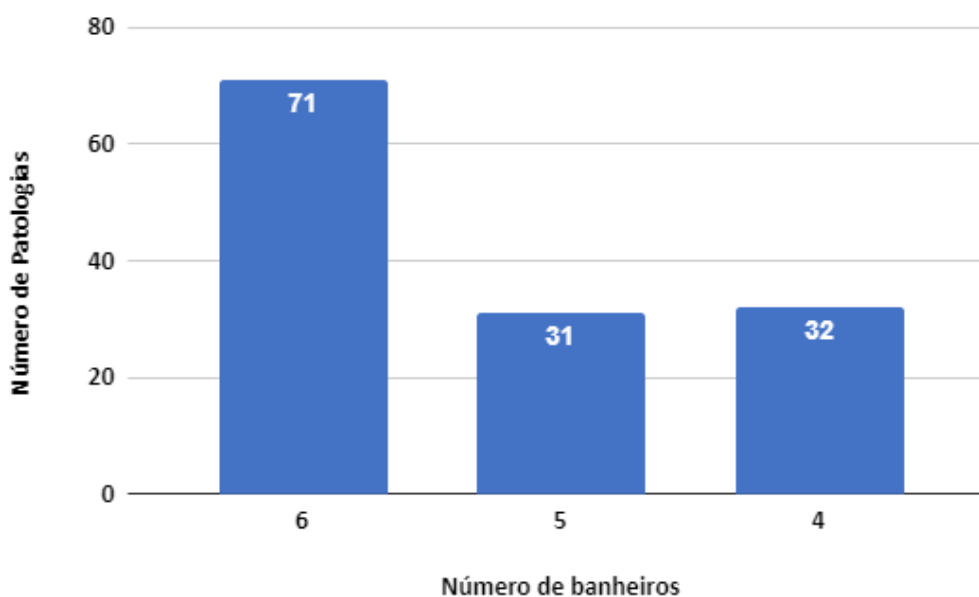


As obras com menor número de ocorrências n° 131 e 132 estão em etapas construtivas iniciais e, portanto, a apresentação e discussão das ocorrências serão apresentadas no item 4.2.1.

#### 4.2.1 Identificação das patologias associadas quantidade de banheiros

Ao analisar as edificações segundo a quantidade de banheiros, observou-se que o número de banheiros pode estar associado ao número de patologias, gráfico 8.



**Gráfico 8 – Número de banheiros versus patologias no IPAFQ**

As edificações com 4 ou 5 banheiros apresentaram pequenas diferenças no número de patologias, 31 e 32 respectivamente, o que, na média, representa 4 e 3,9 patologias respectivamente. Por outro lado, residências com 6 banheiros observou-se cerca de 230% a mais de patologias. Nesses casos, a média foi de 14,2 ocorrências por obra. É importante destacar que, somente uma edificação de 6 banheiros possui área construída menor que 300m<sup>2</sup>.

Podemos concluir que o número de banheiros interfere diretamente a quantidade de manifestações patológicas nas residências.

#### 4.2.2 Análise por Área Construída

A avaliação do número de patologias quanto a área construída foi realizada para sete (7) edificações com até 250 m<sup>2</sup>, seis (6) edificações com área construída entre 250 m<sup>2</sup> e 300 m<sup>2</sup> e 6 obras maiores de 300 m<sup>2</sup>. As sete edificações somaram 36 patologias equivalendo a 26,67% dos dados coletados e média de 5,14, resultando em uma (1) ocorrência a cada 5,92m<sup>2</sup>. As edificações com área entre 250 e 300 m<sup>2</sup>, apontaram a ocorrência de 29 patologias, sendo 21,48% dos casos totais. A média de ocorrências, foi de 4,83, resultando em uma (1) patologia a cada 9 m<sup>2</sup>. As edificações com área superior a 300 m<sup>2</sup> apresentaram 51,85% das patologias, com registros de

70 ocorrências, média de 11,67. Este último grupo apresentou uma (1) patologia a cada 4,87m<sup>2</sup>, menor valor comparado aos outros.

É importante destacar que cada um dos grupos apresenta 3 edificações finalizadas, sendo distribuídas uniformemente entre esse tipo de estratificação. O quadro 3 mostra o resumo dos valores apresentados acima.

**Quadro 3** - Porcentagem de patologias e média de patologia por obra em cada etapa

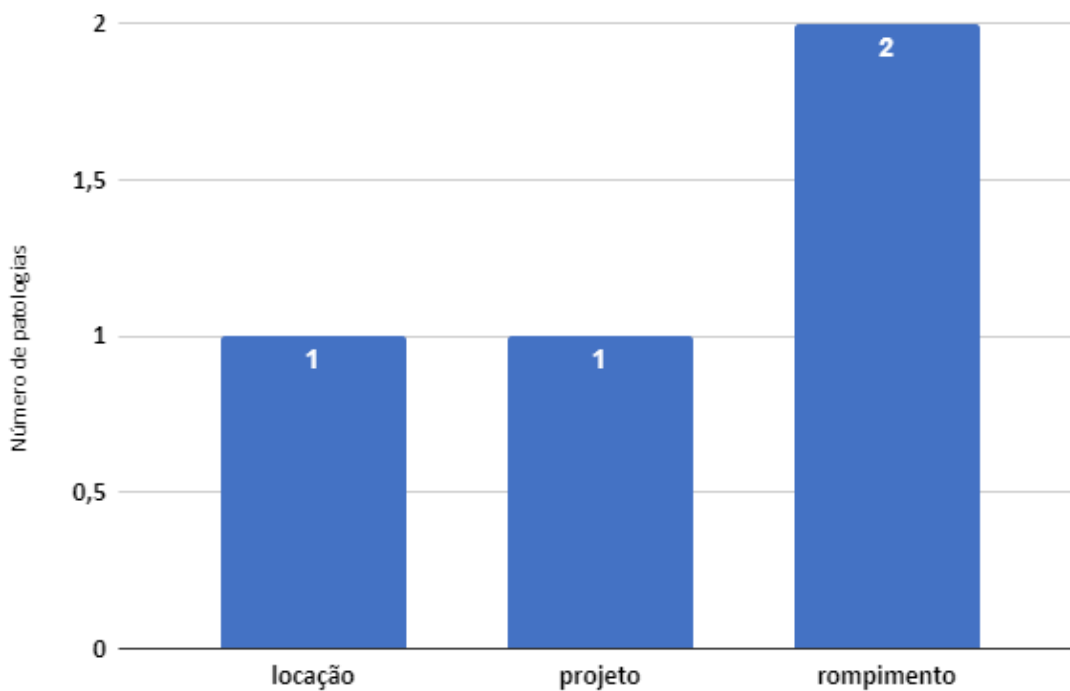
Área Construída	Número de obras	Número de ocorrências	Percentual de ocorrências	Média de ocorrências por obra	Ocorrência a cada: (m <sup>2</sup> )
<250m <sup>2</sup>	7	36	26,67%	5,14	5,92m <sup>2</sup>
250<A<300m <sup>2</sup>	6	29	21,48%	4,83	8,99m <sup>2</sup>
>300m <sup>2</sup>	6	70	51,85%	11,75	4,87m <sup>2</sup>

A partir dos resultados apresentados não é possível afirmar que a ocorrência de patologias esteja associada à maior área construída. Por outro lado, se maior área construída estiver associada ao maior número de banheiros e áreas molhadas, passa haver maior motivo para aparecimento das patologias, conforme apontado no item 4.2.1.

#### 4.2.3 Identificação das patologias associadas às etapas construtivas

Inicialmente, é importante pontuar que, nem sempre a patologia é identificada na etapa que ela foi gerada, por isso, nesta análise considerou-se que a patologia foi provocada na mesma etapa em que foi identificada. Assim, as ocorrências foram divididas nas seguintes etapas: fundação, supraestrutura, reboco e acabamento. Cada etapa possui diferentes tipos de patologias que divergem entre si pela variação de serviços e componentes de cada uma.

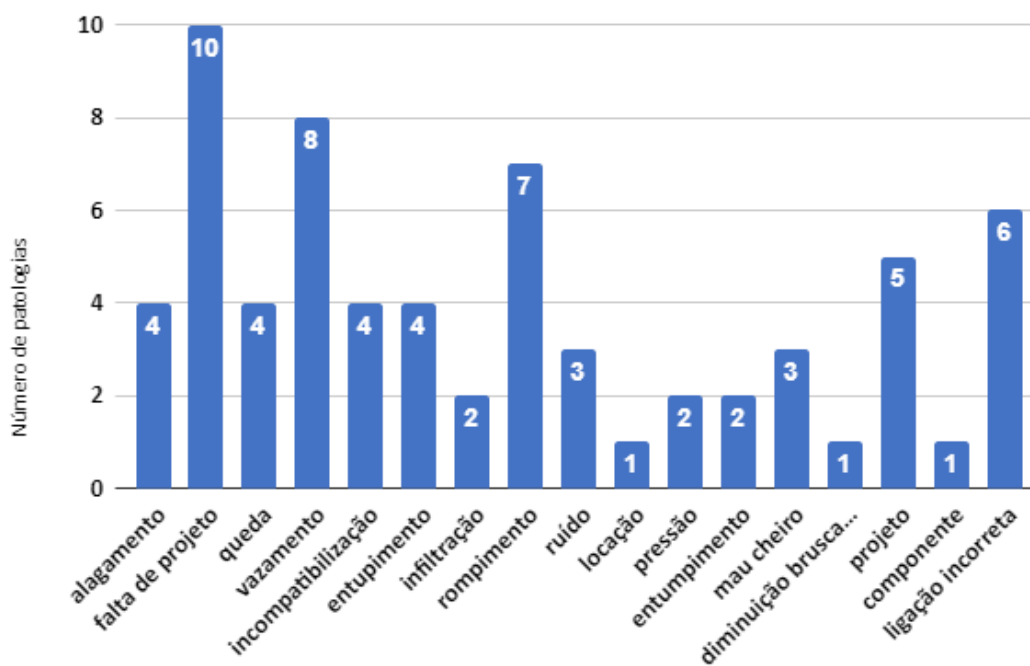
No gráfico 9, são mostrados os tipos de patologias observadas durante a etapa de execução das fundações. Nessa etapa os rompimentos são, em geral, comuns devido ao maquinário utilizado, como retroescavadeiras (fotografia 12).

**Gráfico 9 – Número de patologias identificadas na etapa de fundação****Fotografia 12 – Rompimento de mangueira PEAD entrada de água**

No gráfico 10 são mostrados o número e o tipo de patologias identificadas na etapa de supraestrutura. Destaca-se que essa etapa envolve a execução de

estruturas acima do nível do solo (como pilares, vigas, lajes), assentamento de alvenaria, cobertura, esquadrias, entre outros. Nesta etapa foram registradas 67 patologias que envolvem alagamentos (fotografia 13), falhas em componentes, diminuição indevida do diâmetro da canalização das instalações de drenagem das IPAP, entupimento das IPAFQ, ausência de projeto, incompatibilização entre os projetos das diferentes instalações, ligação incorreta da tubulação de água fria e drenagem, localização da tubulação ou peças hidráulicas erradas, mau cheiro, pressão na IPAFQ inadequada, erro de dimensionamento em projeto, declividade inadequada da tubulação, rompimento, ruído, infiltração e vazamento. Aparecem em maior quantidade a falta de projeto, vazamento e rompimento.

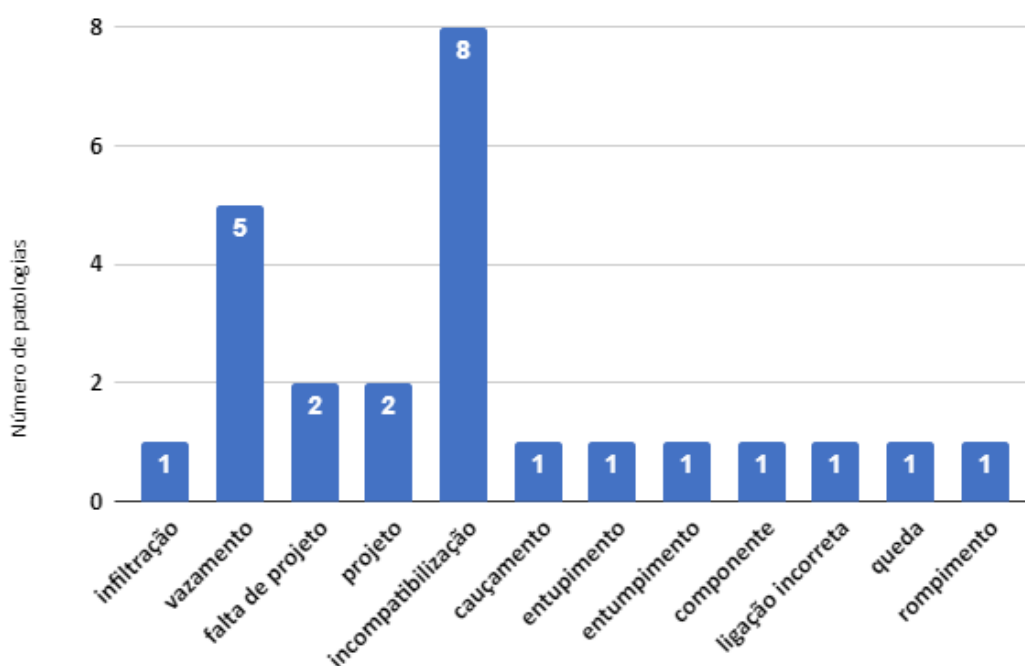
**Gráfico 10 – Número de patologias observadas na etapa de supraestrutura**



**Fotografia 13 – Alagamento em ambiente interno**



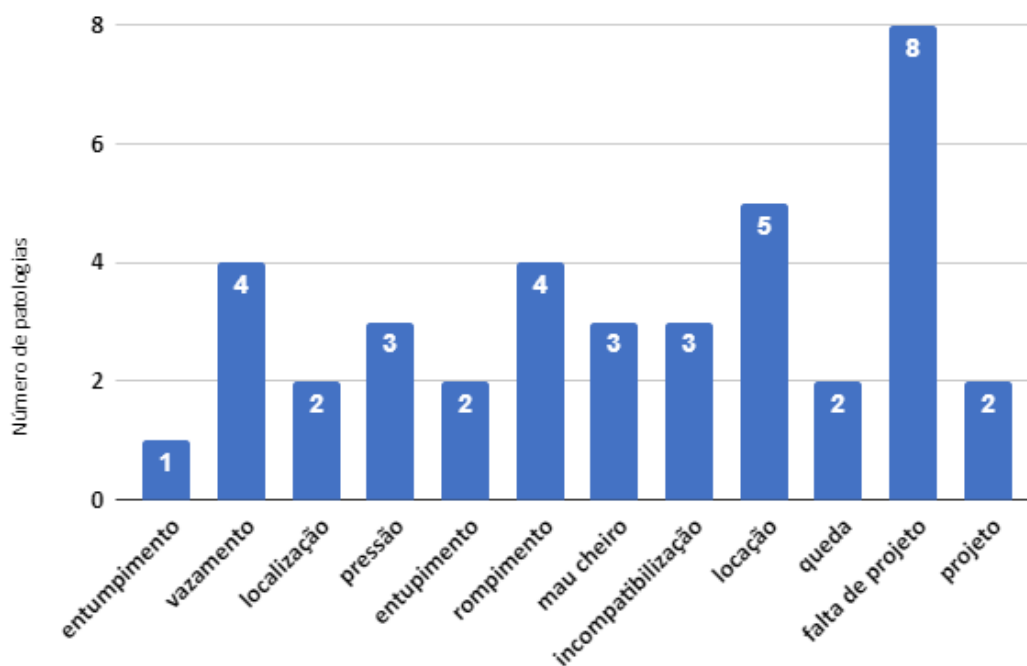
À etapa de reboco, gráfico 11, adicionou-se 25 ocorrências, as quais são similares às identificadas na etapa de supraestrutura. São elas: falta de mecanismos para fixar a tubulação de drenagem, falhas nos componentes e acessórios, entupimento, geralmente causado pelo reboco ou resíduos de construção, falta e/ou incompatibilização de projeto, infiltração (fotografia 14), ligação incorreta de tubulação, erro de dimensionamento, declividade da tubulação inadequada, rompimento da tubulação e vazamento. Nessa etapa, destacam-se, pelo maior número de ocorrências, a incompatibilização de projetos e vazamento.

**Gráfico 11 – Número de ocorrências observadas na etapa de reboco****Fotografia 14 – Infiltração devido à falta de impermeabilização de tubulação**

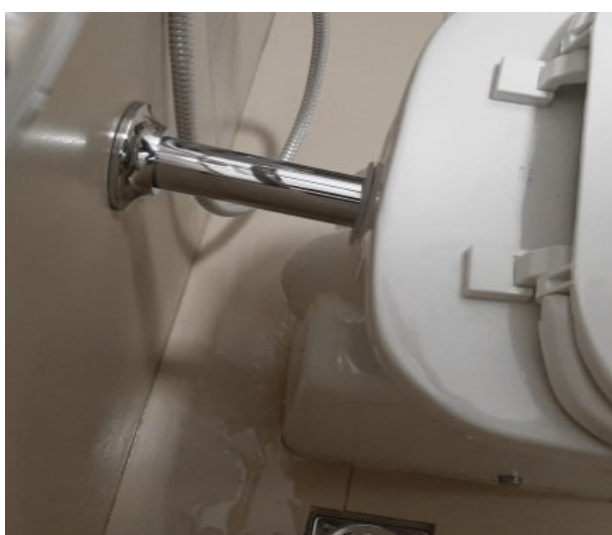
A etapa de acabamento, gráfico 12, é a última etapa construtiva de uma edificação. Nesse estágio, identificou-se 39 patologias, a destacar: entupimento das tubulações, componentes ou acessórios devido à presença inadequada de argamassa de assentamento, rejunte ou outros resíduos de construção, falta de projeto e dimensionamento inadequado, incompatibilização (na maioria das ocasiões com projetos de móveis planejados), erro de locação das peças hidráulicas, mau cheiro,

pressão inadequada, queda das tubulações da instalação de esgoto em sua maioria nos sifões, rompimento de tubulações por impacto e vazamento de louças e metais (fotografia 15).

**Gráfico 12 – Número de patologias observadas na etapa de acabamento**



**Fotografia 15 – Vazamento em bacia sanitária**



A partir das análises, verifica-se que a etapa com menor ocorrência de falha foi a etapa de fundação, o que pode ser justificado pelo menor número de serviços executados nos SPHS. Em contrapartida, o rompimento foi a falha mais recorrente o

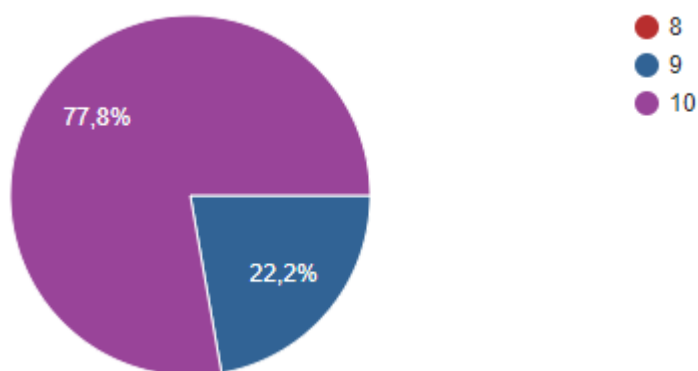
que pode ser explicado pelo uso de maquinário pesado, como retroescavadeira. Na etapa de supraestrutura foram observadas a maior quantidade de ocorrências, o que pode ser explicado devido ao maior número de atividades de execução, maior número de trabalhadores na obra e, também, devido ao maior tempo de execução das fases envolvidas.

#### 4.3 IDENTIFICAÇÃO DE PATOLOGIAS PÓS-OBRA

Os dados apresentados foram obtidos a partir das respostas dos usuários ao formulário enviado. Assim, é importante destacar que as patologias identificadas são provenientes da percepção dos usuários.

Quanto ao nível de satisfação dos usuários frente as instalações hidrossanitárias de suas residências, 77,8% das respostas foram para nível máximo de satisfação das instalações (nota 10 de 10) e 22,2% com nota 9, como mostra o gráfico 13.

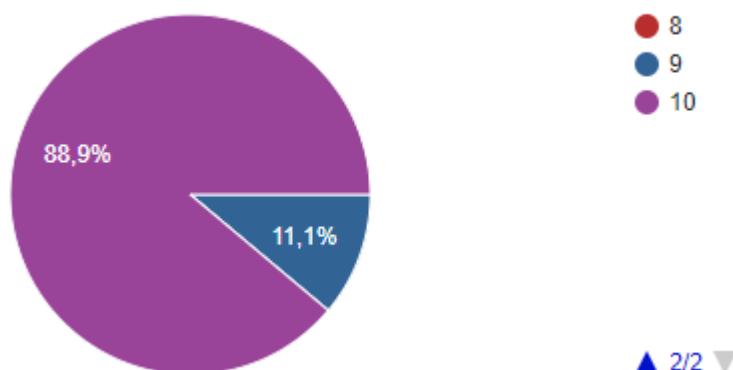
Gráfico 13 – Nível de satisfação das instalações



O gráfico 14 mostra o conforto das instalações presentes em suas edificações, sendo 88,9% nota máxima (10 de 10) e 11,1% nota 9.

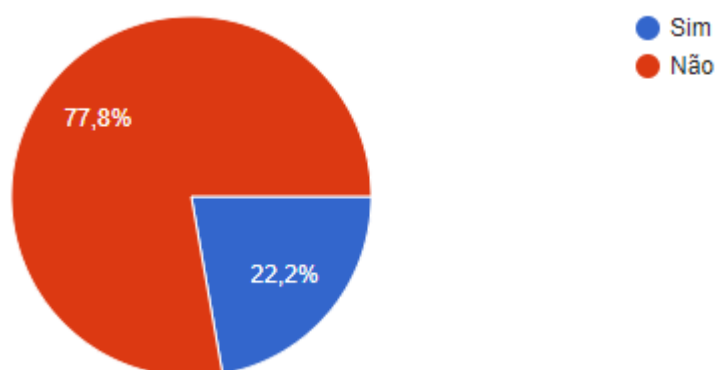


Gráfico 14 – Nível de conforto das instalações



Os entrevistados foram questionados acerca das suas percepções frente à falhas e/ou problemas nas instalações hidrossanitárias de suas residências, gráfico 15. Cerca de 78% dos proprietários afirmaram não ter identificado problemas nas instalações hidrossanitárias dos banheiros. Já, cerca de 22% dos moradores observaram falhas como, por exemplo, mau cheiro e problemas relacionados à descarga das bacias sanitárias.

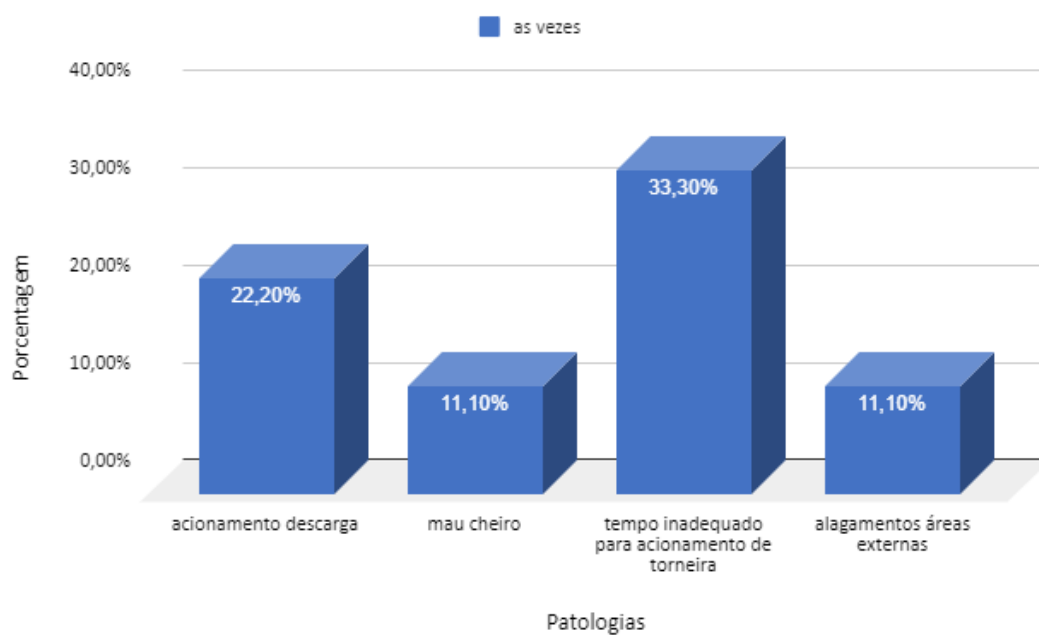
Gráfico 15 – Percepção de falhas e problemas nos banheiros



Dentre os problemas percebidos pelos proprietários, gráfico 16, 22,2% relataram algum tipo de problema no acionamento da descarga da bacia sanitária, 11,1% perceberam mau cheiro, tempo inadequado no acionamento de torneiras e 11,1% observaram alagamento nas áreas externas.

Nesse contexto, pode ser importante os responsáveis pelos projetos e execuções dos empreendimentos atenção maior nas instalações das descargas, melhorar a qualidade dos projetos de ventilação nas IPES, já que a falta de ventilação é um fator importante na ocorrência de mau cheiro oriundo das canalizações e peças que compõem tais instalações.

**Gráfico 16 – Resumo de percepções de falhas**



## 5 CONCLUSÃO

Esta pesquisa buscou identificar e quantificar os tipos de patologias observadas em construções unifamiliares de uma construtora do interior do estado de São Paulo. As ocorrências foram obtidas a partir do banco de dados que é alimentado pela empresa.

Após a organização e análise das informações foram identificadas 135 ocorrências ou patologias nas 31 edificações analisadas, em sua maioria oriundas nas fases de execução.

A fase de execução da supraestrutura indicou maior possibilidade de ocorrência de patologias devido à grande quantidade de serviços executados e trabalhadores envolvidos na etapa;

Não se pode atribuir o número de falhas à área construída, contudo, a quantidade de banheiros pode indicar maior número de patologias. Assim, sugere-se maior cuidado e rigor técnico ao projetar e construir essas áreas, assim como demais áreas molhadas.

Maior atenção, também, deve ser dada às instalações dos componentes e acessórios das é IPAFQ, pois essas instalações têm maior susceptibilidade às patologias, com especial destaque aos vazamentos.

Ainda, em relação aos projetos, recomenda-se aos engenheiros, atenção às IPES, especialmente às instalações de ventilação visto que a ausência de componentes foi observada com frequência.

No aspecto das instalações de drenagem (IPAP), identificou-se que coberturas com telhados podem diminuir problemas com infiltrações e vazamentos quando comparadas com a instalação de lajes impermeabilizadas.

Ainda, considerando a percepção dos proprietários frente a ocorrência de problemas e falhas das SPHS, observou-se um número pequeno de relatos, o que pode ser resultado, conforme Reis (2011) a falta de conhecimento técnico por parte dos usuários que, muitas vezes empregam o conceito de patologia diferente daquele utilizado pela engenharia civil, especialmente nas construções.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Ricardo de et al. **Manifestações Patológicas em Prédio Escolar: uma análise qualitativa e quantitativa**. 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13752**: Perícias de Engenharia na Construção Civil. Rio de Janeiro, 1996.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações Habitacionais. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação Predial de Água Fria. Rio de Janeiro, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160**: Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário. Rio de Janeiro, 1999.
- BERNARDES, C.; ARKIE, A.; FALCÃO, C. M.; KNUDSEN, F.; VANOSSI, G.; BERNARDES, M.; YAOKITI, T. U. **Qualidade e o custo das não conformidades em obras de construção civil**. São Paulo: PINI, SECOVI, 1998.
- CARVALHO, Roberto, J. **Patologias em sistemas prediais hidráulico sanitários**. Disponível em: Minha Biblioteca, Editora Blucher, 2013.
- CARVALHO, Roberto, J. **Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias**. Disponível em: Minha Biblioteca, (4th edição). Editora Blucher, 2020.
- GNIPPER, Sérgio Frederico; MIKALDO JR, Jorge. Patologias frequentes em sistemas prediais hidráulicosanitários e de gás combustível decorrentes de falhas no processo de produção do projeto. In: **Anais do VII Workshop brasileiro de gestão do processo de projetos na construção de edifícios**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 2007.
- GNIPPER, Sérgio Frederico. **Diretrizes para formulação de método hierarquizado para investigação de patologias em sistemas prediais hidráulicos e sanitários**. 2010. 283 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP.
- GNIPPER, S. F. **Diretrizes para formulação de método hierarquizado para investigação de patologias em sistemas prediais hidráulicos e sanitários**. Campinas, 2010. 287p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas.
- ILHA, M.S. O. (2009) **A investigação patológica na melhoria dos sistemas prediais hidráulico-sanitários**. Hydro, Aranda, São Paulo, a. 30, n. 30, p. 60-65, abril de 2009.
- MACEDO, N. P. **Estudo de patologias em instalações prediais de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais**. Porto, 2015. 112p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

MACINTYRE, Archibald Joseph. **Manual de instalações hidráulicas e sanitárias**. LTC-Livros Técnicos e Científicos, 1990.

REGINATTO, João Henrique E.; CUNHA, Guilherme B.; BEDIN, Janaína. **Modelagem e compatibilização de projetos de um edifício multifamiliar em software de plataforma BIM**. Anais do V Simpósio de sustentabilidade e contemporaneidade nas ciências sociais. Cascavel: Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz. 2017.

REIS, Ricardo Prado Abreu et al. Estudo de patologias nos sistemas prediais hidráulicos e sanitários do prédio do ciclo básico II da UNICAMP. **REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 2, n. 1, 2011.

TIGRE, 2018. **Ralo Antiespuma**. Disponível em: <<https://www.tigre.com.br/antiespuma>>. Acesso em: 19 ago. 2021

VERÓL, A. P. **Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários: Projetos Práticos e Sustentáveis**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

## **APÊNDICE A - Questionário**

### **Pesquisa sobre instalações hidrossanitárias prediais.**

Este questionário tem como objetivo de coletar dados para realização do Trabalho de Conclusão de curso do aluno Pedro Longaretti Botti do curso de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica e Federal do Paraná.

---

**\*Obrigatório**

1. Nome \*

Primeiro nome, somente para identificar a obra.

---

2. Quantas pessoas residem com você?

*Marcar apenas uma oval.*

- Nenhum
- 1
- 2
- 3
- 4 ou mais

3. Em média, quantas vezes por dia é utilizado banheiros em sua residência?

*Marcar apenas uma oval.*

- Uma vez
- Duas vezes
- Três
- Quatro ou mais vezes

4. Qual seu nível de satisfação nas instalações hidrossanitárias de sua residência?  
Satisfação de um a dez

*Marcar apenas uma oval.*

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



5.. Qual seu nível de conforto nas instalações hidrossanitárias de sua residência?

Conforto de um a dez

*Marcar apenas uma oval.*

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

6. Você considera a quantidade de vasos sanitários ideais para uso rotineiro de sua família?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

7. Você considera a quantidade de torneiras ideais para uso rotineiro de sua família?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

8. Sua residência possui instalação de água quente?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

9. Você encontra algum tipo de problema nos banheiros utilizados?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

10. Com que frequência você observa a ocorrência de infiltrações nas instalações?

*Marcar apenas uma oval.*

- Nunca  
 Às vezes  
 Frequentemente  
 Sempre

11. Vazamentos?

*Marcar apenas uma oval.*

- Nunca
- As vezes
- Frequentemente
- Sempre

12. Problemas no acionamento da descarga?

*Marcar apenas uma oval.*

- Nunca
- Às vezes
- Frequentemente
- Sempre

13. Ruídos?

*Marcar apenas uma oval.*

- Nunca
- As vezes
- Frequentemente
- Sempre

14. Falta de água?

*Marcar apenas uma oval.*

- Nunca
- As vezes
- Frequentemente
- Sempre

15. Mau cheiro?

*Marcar apenas uma oval.*

- Nunca
- As vezes
- Frequentemente
- Sempre

16. Tempo inadequado no acionamento da torneira?

*Marcar apenas uma oval.*

- Nunca
- Às vezes
- Frequentemente
- Sempre

17. Entupimento de bacias sanitárias?

*Marcar apenas uma oval.*

- Nunca
- As vezes
- Frequentemente
- Sempre

18. Entupimento dos ralos das pias?

*Marcar apenas uma oval.*

- Nunca
- Às vezes
- Frequentemente
- Sempre

19. Mau funcionamento das caixas de gordura?

*Marcar apenas uma oval.*

- Nunca
- Às vezes
- Frequentemente
- Sempre

20. Em dias chuvosos, possui algum alagamento em áreas externas?

*Marcar apenas uma oval.*

- Nunca
- Às vezes
- Frequentemente
- Sempre

21. Alguma consideração sobre instalações hidrossanitárias de sua residência?

---

---

Muito obrigado!

Suas respostas serão de grande importância para o trabalho!