

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

GABRIELA PLACIDO SCHNEIDER

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS:
ANÁLISE DE OCORRÊNCIAS EM UMA CONSTRUTORA DE GRANDE PORTE
VISANDO A MELHORIA CONTÍNUA DE PROCESSOS**

PORTO ALEGRE

2023

GABRIELA PLACIDO SCHNEIDER

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS:
ANÁLISE DE OCORRÊNCIAS EM UMA CONSTRUTORA DE GRANDE PORTE
VISANDO A MELHORIA CONTÍNUA DE PROCESSOS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Comissão de Graduação do
Curso de Engenharia Civil da Escola de
Engenharia da Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Professor Dr. Fernando Jorge Corrêa Magalhães Filho

PORTO ALEGRE

2023

GABRIELA PLACIDO SCHNEIDER

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS:
ANÁLISE DE OCORRÊNCIAS EM UMA CONSTRUTORA DE GRANDE PORTE
VISANDO A MELHORIA CONTÍNUA DE PROCESSOS**

Este trabalho de conclusão de curso foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de engenheira civil e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pelo Professor Orientador e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Porto Alegre, setembro de 2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Fernando Jorge Corrêa Magalhães Filho

Dr. em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos pela UFMS
Orientador

Profa. Ana Carolina Badalotti Passuello

Dra. em Engenharia pela Universitat Rovira i Virgili

Karina Karsten

Engenheira Civil pela Uniritter

Dedico este trabalho ao meu pai, Natalicio, pelo incentivo e pelo apoio de sempre, por todo o amor incondicional e por ser meu maior exemplo.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço a Deus por ter me dado determinação, para enfrentar os obstáculos que encontrei em minha trajetória acadêmica. Através da fé, da coragem, conquistei diversos objetivos que almejei, desde o início da graduação.

Agradeço ao meu pai, que sempre me cuidou e me educou da melhor forma possível. Sem dúvidas, ele é o melhor pai do mundo. Também, agradeço todo o incentivo e força da minha madrasta, que sempre esteve disposta a me ouvir e a me orientar. Por último, agradeço a minha irmã caçula, que foi fonte de amor e de companheirismo durante esse processo, eu não poderia ter uma irmã melhor.

Toda a minha família teve uma contribuição ao longo da minha formação. Meus avós, meus tios e meus primos foram essenciais nesse processo e sou grata por ter cada um deles na minha vida. Agradeço, em especial, aos meus primos que me acolheram tão bem em sua casa, durante 5 anos. Eles acompanharam de perto toda a minha vida acadêmica e me deram todo o suporte necessário para que eu alcançasse esse objetivo.

Agradeço a UFRGS, por ter me proporcionado uma graduação gratuita, de excelência e reconhecida pelo mercado de trabalho. Com base nos conhecimentos adquiridos e nos desafios encontrados durante a graduação, pude evoluir como pessoa e como profissional.

Meus amigos e meus colegas de trabalho também foram muito importantes nessa jornada. Sempre recebi suporte e incentivo de todos eles. Através das brincadeiras e das palavras de apoio, eles tornaram essa jornada mais leve.

Também agradeço ao professor orientador do Trabalho de Conclusão de Curso, por toda assistência e direcionamento necessários. Muito obrigada pelo companheirismo ao longo da elaboração do mesmo.

Por fim, agradeço a construtora que disponibilizou as informações, os dados e as imagens necessárias para a elaboração desse trabalho. Sem dúvidas, esses dados e informações contribuíram não só para o trabalho, como também para a minha formação como engenheira civil.

“Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas ao tocar uma alma humana, seja apenas outra alma humana”

Carl Jung

RESUMO

As manifestações patológicas em sistemas hidrossanitários são falhas recorrentes nas edificações e lideram os *rankings* das construtoras. Entretanto, há poucos estudos que analisam bancos de dados dessas ocorrências, seja pela falta de monitoramento, o que impossibilita a elaboração de estratégias efetivas para melhoria contínua, mas também pela inexistência de instrumentos pelas construtoras para propiciar a gestão da qualidade. O trabalho foi desenvolvido com base no histórico de ocorrências de assistência técnica, de uma construtora de grande porte (Porto Alegre, RS, Brasil). O banco de dados estudado compreende 9.272 ocorrências de manifestações patológicas procedentes, que foram registradas desde janeiro de 2017 até fevereiro de 2023. Baseado nas normativas vigentes na área hidrossanitária (NBR 5626, NBR 8160, NBR 10844 e NBR 15575) foram avaliados os chamados motivados por essas instalações prediais e quanto representa no volume total de ocorrências da construtora, em termos de quantidade e gastos gerados, e ao longo do prazo de garantia. Pela análise técnica dos chamados de instalações hidrossanitárias registrados, entendeu-se que as principais manifestações patológicas registradas são: vazamento e entupimento de tubulações, falha de ligação de equipamentos, aperto de metais e falha de sifonagem de ralos. Para embasar o trabalho tecnicamente e através de evidências, foram realizadas visitas técnicas junto as obras e aos empreendimentos entregues pela construtora, com o intuito de compreender os procedimentos utilizados e identificar possíveis fragilidades no processo, e que justifiquem essas falhas. A análise quantitativa do banco de dados permitiu verificar o comportamento do número de chamados, após melhorias adotadas pela empresa, com a: criação de uma empreiteira de mão de obra própria e mudança de material utilizado para instalação de água, para as execuções de edificações residenciais. Foi realizada a verificação do processo de gestão e controle de qualidade utilizado para conferir os materiais e os serviços executados e retroalimentar os procedimentos da empresa. Por fim, compreendeu-se que as causas das falhas estão concentradas no processo de execução dos sistemas hidrossanitários, nas interferências de outros serviços e do não cumprimento do controle de qualidade dos serviços e dos materiais estabelecidos pela empresa. Constatou-se, também, que a criação da empreiteira de mão de obra própria reduziu 42,66% do volume de chamados, quando comparado a empreendimentos entregues no mesmo período, com utilização de mão de obra terceirizada. A utilização de Polietileno Reticulado – PEX – para instalação de água quente e fria também reduziu o número de ocorrências em 44,3%, quando relacionado a um empreendimento similar, porém com instalações de água de Polipropileno Copolímero Random – PPR. Desse modo, concluiu-se que, de forma geral, a construtora conta com processos de qualidade consolidados e que visam minimizar essas ocorrências, todavia é preciso uma gestão da comunicação efetiva com as equipes responsáveis pelas execuções, juntamente com os indicadores de assistência técnica, com a finalidade de evidenciar a importância do cumprimento e verificação dos processos estabelecidos.

Palavras-chaves: Instalações hidrossanitárias. Manifestações patológicas em sistemas hidrossanitários. Chamados de assistência técnica. Melhorias de processos.

ABSTRACT

Pathological manifestations in hydrosanitary systems are recurrent failures in buildings and top the rankings of construction companies. However, there are few studies that analyze databases of these occurrences, either due to a lack of monitoring, which makes it impossible to develop effective strategies for continuous improvement, but also due to the absence of tools by construction companies to facilitate quality management. The work was developed based on the history of technical assistance occurrences from a large construction company (Porto Alegre, RS, Brazil). The studied database comprises 9,272 documented occurrences of pathological manifestations, which have been recorded from January 2017 to February 2023. Based on the current standards in the hydrosanitary field (NBR 5626, NBR 8160, NBR 10844, and NBR 15575), the incidents motivated by these building installations were evaluated in terms of their quantity, associated expenses, and their occurrence over the warranty period. Through the technical analysis of the registered hydrosanitary installation calls, it was understood that the main documented pathological manifestations are pipe leaks, clogs, equipment connection failures, metal tightening issues, and drain siphoning failures. To technically support the work and gather evidence, technical visits were conducted to construction sites and completed projects by the construction company to understand the procedures used and identify potential weaknesses in the process that could explain these failures. The quantitative analysis of the database allowed for the examination of the call volume's behavior after improvements were implemented by the company. This included the creation of an in-house workforce and a change in the materials used for water installations in residential buildings. The management and quality control process for checking materials and services performed was also examined to provide feedback to the company's procedures. Ultimately, it was concluded that the causes of the failures are concentrated in the execution process of hydrosanitary systems, interferences from other services, and the failure to comply with the quality control of services and materials established by the company. It was also observed that the creation of an in-house workforce reduced the call volume by 42.66% compared to projects delivered during the same period that used third-party labor. The use of Cross-Linked Polyethylene (PEX) for hot and cold water installations also reduced the number of occurrences by 44.3% compared to a similar project that used Polypropylene Random Copolymer (PPR) for water installations. In conclusion, the construction company, in general, has well-established quality processes aimed at minimizing these occurrences. However, effective communication management with the teams responsible for the execution, along with technical assistance indicators, is necessary to highlight the importance of adhering to and verifying established processes.

Keywords: Building hydrosanitary installations. Pathological manifestations in hydrosanitary systems. Technical assistance calls. Execution process improvements.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma de elaboração do trabalho.....	27
Figura 2 - Fluxograma simplificado de atendimento de chamados da construtora ...	29
Figura 3 - Sistemas com maior número de ocorrências nos anos de 2021 e 2022...	34
Figura 4 - Diagrama de Pareto das despesas das ocorrências geradas em 2022	35
Figura 5 - Gráfico de dispersão do número de chamados em função da garantia	37
Figura 6 - Subcausas de vazamentos dos chamados procedentes	40
Figura 7 - Processo de testagem das instalações de esgoto. Através do posicionamento da bexiga no tubo de queda, é possível encher o sistema de água e identificar vazamento	41
Figura 8 - Processo de testagem de pressurização das redes de água. Pressão de teste, para esse empreendimento é de 6 kg/cm ²	42
Figura 9 - Vazamento em instalações de água causas pela falha no processo de soldagem. Indicação presente na figura aponta o vazamento	43
Figura 10 - Vazamento em instalações de esgoto pluvial, conforme indica a seta....	44
Figura 11 - Vazamento ocorrido pela utilização de materiais de fornecedores diferentes. Os diferentes tons de verde apontados pela seta indicam que são fornecedores distintos	45
Figura 12 - Ocorrência de rompimento da curva existente no ramal de esgoto. As setas indicam a localização do vazamento e o acúmulo de material no forro	46
Figura 13 - Subcausas de entupimento dos chamados procedentes.....	47
Figura 14 - Marcação das passagens hidráulicas na laje. Seta indica a passagem para o posicionamento de uma caixa sifonada	48
Figura 15 - Execução das fixações das passagens definitivas. As setas indicam passagens finalizadas e passagens que serão executadas.....	48
Figura 16 - Tamponamento da passagem do ralo. A seta indica o ralo tamponado ..	49
Figura 17 - Entupimento de ramal de descarga decorrente do acúmulo de argamassas, como aponta a seta. DN = 100 mm	50
Figura 18 - Entupimento de ramal de descarga decorrente do acúmulo de argamassas, como indica a seta. DN = 100 mm.....	50
Figura 19 - Estreitamento de uma tubulação de dreno de ar-condicionado de um empreendimento entregue. Tubulação de 25 milímetro de diâmetro nominal	51
Figura 20 - Estreitamento de uma tubulação de um empreendimento entregue.....	52

Figura 21 - Tamponamento das passagens hidráulicas para evitar entupimento	53
Figura 22 - Subcausas das falhas de ligação de equipamentos	54
Figura 23 - Sequenciamento para instalação de uma torneira de cozinha.....	55
Figura 24 - Imagem de um metal sanitário protegido	56
Figura 25 - Imagem de um metal com a canopla solta, como indicado pela seta	57
Figura 26 - Imagem de um metal com a canopla danificada	57
Figura 27 - Imagem de um metal com a canopla solta.....	58
Figura 28 - Esquema das partes que compõe a caixa sifonada.....	59
Figura 29 - Ralo entregue com fecho hídrico e sem sifão	60
Figura 30 - Ralo entregue sem fecho hídrico e sem sifão	60
Figura 31 - Ralo entregue com fecho hídrico com sifão inadequado	61
Figura 32 - Falha visual na louça entregue	62
Figura 33 - Falha de terminalidade do material, impedindo a correta vedação.....	63
Figura 34 - Furos para fixação de tamanhos e formatos irregulares	63
Figura 35 - Abertura irregular. Seta da esquerda representa a abertura desconforme a da direita a abertura conforme	64
Figura 36 - Ocorrências relacionadas a fixação dos elementos hidráulicos.....	65
Figura 37 - Detalhe de fixação de tubulações suspensas	66
Figura 38 - Detalhe de fixação de tubulações verticais, fixas na parede.....	66
Figura 39 - Fixação de tubulações de água soltas, como apontado. DN = 32 mm ...	67
Figura 40 - Falta da banca acústica entre abraçadeira e tubulação. DN = 100 mm..	68
Figura 41 - Falta de fixação da tubulação indicada. DN =100 mm	68
Figura 42 - Divergência entre a furação entre a caixa e a bacia sanitária.....	69
Figura 43 - Esquema de teste de vazamento de caixa acoplada	70
Figura 44 - Ralo danificado, como indica a seta.....	71
Figura 45 - Ralo danificado	72
Figura 46 - Esquema de impermeabilização de caixa sifonada	72
Figura 47 - Acúmulo de materiais na caixa sifonada	73
Figura 48 - Acúmulo de argamassa de assentamento cerâmico na região do ralo ...	74
Figura 49 - Ralo (caixa sifonada) danificado no momento da limpeza	75
Figura 50 - Gráfico de ocorrências de chamados para sistema de bombas	76
Figura 51 - Bomba entregue sem o tratamento acústico, como indicado pela seta ..	77
Figura 52 - Ficha de verificação de serviços de instalações hidrossanitárias	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição do banco de dados fornecidos pela construtora	31
Tabela 2 - Garantias dos sistemas hidráulicos fornecidos pela construtora	39
Tabela 3 - Comparação de dados de empreendimento residencial e comercial	78
Tabela 4 - Informações dos empreendimentos residenciais entregues em que foi utilizado mão de obra própria	79
Tabela 5 - Informações dos empreendimentos residenciais entregues que foi utilizado mão de obra terceirizada.....	80
Tabela 6 - Informações dos empreendimentos residenciais entregues com sistema PEX e PPR.....	81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Garantias dos sistemas hidráulicos.....	23
Quadro 2 - Garantias dos sistemas hidráulicos fornecidos pela construtora.....	30

LISTA DE SIGLAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- DN - Diâmetro Nominal
- NBR - Norma Brasileira
- PEX - Polietileno Reticulado
- PPR - Polipropileno Copolímero Random
- PDCA - *Plan, Do, Check, Act*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVO DO TRABALHO	17
2.1 OBJETIVO GERAL	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3 REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1 INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA	18
3.2 INSTALAÇÕES DE ÁGUA QUENTE	19
3.3 INSTALAÇÕES DE ESGOTO SANITÁRIO	19
3.4 INSTALAÇÕES DE ESGOTO PLUVIAL	20
3.5 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM SISTEMAS HIDROSSANITÁRIOS	21
3.6 GARANTIAS DOS SISTEMAS HIDROSSANITÁRIOS	22
3.7 DESEMPENHO DOS SISTEMAS HIDROSSANITÁRIOS	24
3.8 ESTUDOS REALIZADOS NA ÁREA	25
4 METODOLOGIA	27
4.1 DESCRIÇÃO DA CONSTRUTORA	28
4.2 PROCEDIMENTO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA DA EMPRESA	28
4.3 GARANTIAS FORNECIDAS PELA CONSTRUTORA	30
4.4 DADOS DISPONIBILIZADOS PELA EMPRESA	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
5.1 ANÁLISE PRELIMINAR DO BANCO DE DADOS DA CONSTRUTORA	33
5.1.1 Análise do histórico de chamados	33
5.1.2 Análise dos gastos gerados para solução de chamados	35
5.2 ANÁLISE DE DADOS COM BASE NAS GARANTIAS FORNECIDAS	36
5.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NOS SISTEMAS HIDROSSANITÁRIOS	38
5.3.1 Vazamento em tubulações de água e esgoto	40
5.3.2 Entupimento de tubulações de água e esgoto	47

5.3.3 Falha de ligação de equipamentos	53
5.3.4 Aperto de metais	55
5.3.5 Falha de sifonagem em ralos.....	58
5.3.6 Material de louças.....	61
5.3.7 Fixação de tubulação.....	64
5.3.8 Regulagem de caixa acoplada.....	69
5.3.9 Ralo quebrado	71
5.3.10 Funcionamento e instalação de bombas	75
5.4 ANÁLISE QUANTITATIVA DO BANCO DE DADOS: ÊNFASE EM TIPO DE EMPREENHIMENTO, MÃO DE OBRA E MATERIAL	77
5.4.1 Emprego de mão de obra própria e terceirizada.....	79
5.4.2 Utilização de material rígido e flexível nas instalações de água	81
5.5 MÉTODOS E FERRAMENTAS DA QUALIDADE UTILIZADAS PELA CONSTRUTORA	82
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
REFERÊNCIAS.....	87

1 INTRODUÇÃO

As instalações hidrossanitárias prediais lideram o ranking de ocorrências de manifestações patológicas em edificações. Diante disso, faz-se necessário o estudo dessas manifestações patológicas e das suas principais causas, para aprimorar tecnicamente os processos e os materiais utilizados e minimizar o número dessas falhas construtivas (CARVALHO, 2021).

As manifestações patológicas causam desconforto nos usuários das edificações, perdas financeiras para as construtoras, além do transtorno gerado por uma obra não esperada. O estudo das ocorrências, proveniente de um banco de dados, pode identificar as fragilidades dos sistemas e dos processos e avaliar comportamentos de chamados durante o prazo de garantia estabelecido, para assim atuar e minimizar essas situações através de melhorias. Embora há poucos estudos que analisam bancos de dados dessas ocorrências, seja pela falta de monitoramento ou pela inexistência de instrumentos pelas construtoras para propiciar a gestão da qualidade.

Ao longo da vida útil de uma construção, as ocorrências de manifestações patológicas nos sistemas entregues é um dos maiores desafios na gestão da qualidade de obras. Mesmo seguindo todos os processos, com procedimentos bem estabelecidos nas execuções, realizando os testes indicados pelas normativas e seguindo rigorosos controles de qualidade, ainda é comum de as edificações entregues evidenciarem desempenhos insatisfatórios com relação ao propósito de concepção (ALMEIDA, 2008).

Conforme estudo realizado por Pádua e Medeiros (2022), 45% das ocorrências de chamados de assistência técnica, estão relacionados a manifestações patológicas em instalações hidrossanitárias, o que lidera o *ranking* da construtora estudada. As construtoras, incorporadoras e demais profissionais que estão envolvidos no processo devem garantir cumprimento dos prazos de garantia estabelecidos pelas normas vigentes e pelos aspectos legais, uma vez que o proprietário e usuário cumpra as orientações de uso, manutenção e operação contidas no manual do proprietário (CAMPOS, 2021).

Pesquisas realizadas na área são com a finalidade de minimizar essas ocorrências de manifestações patológicas em sistemas hidráulicos e sanitários. As tubulações em Polietileno Reticulado - PEX – para execução de sistema de água quente fria é um exemplo de inovação, uma vez que diminui as ocorrências de falhas e manutenção do sistema, todavia requer mão de obra especializada para a sua execução (POSSAMAI; BACK, 2012). Contudo, ainda não há estudos que avaliem, com uma base de dados robusta, se o tipo de material e a mão de obra, levando em consideração o tipo de empreendimento, reduzem as manifestações patológicas.

Sendo assim, o desenvolvimento da presente pesquisa teve como objetivo identificar as principais causas que corroboram para o elevado número de chamados de assistência técnica, relacionados a manifestações patológicas em instalações hidrossanitárias. A partir da análise do banco de dados disponibilizados, foi realizado uma análise técnica e quantitativa do processo de execução das instalações. O intuito é identificar possíveis vulnerabilidades dos processos utilizados pela construtora visando a melhoria contínua. Em adição, foi realizada uma análise quantitativa dos dados disponibilizados, com base em melhorias adotadas no processo da empresa.

O estudo da representatividade do número de ocorrências em sistemas hidrossanitários, foram utilizados dados históricos de todos os chamados procedentes registrados, pela construtora, nos anos de 2021 e 2022. Para a análise de custos gerados para realizar a reparos nas manifestações patológicas, foram utilizados dados referentes ao ano de 2022. Por fim, para identificar as manifestações mais recorrentes em sistemas hidrossanitários, suas causas e realizar a análise quantitativa, após melhorias realizadas, foram estudadas as ocorrências de chamados de assistência técnica desde janeiro de 2017 até fevereiro de 2023.

2 OBJETIVO DO TRABALHO

Na sequência serão descritos quais são os objetivos gerais e específicos para a elaboração do trabalho.

2.1 OBJETIVO GERAL

O desenvolvimento da presente pesquisa tem como objetivo investigar as causas de manifestações patológicas associadas às instalações hidrossanitárias pela análise de ocorrências em uma construtora de grande porte.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O presente trabalho tem como objetivos específicos:

- a) Avaliar a quantidade de ocorrências de reparos associados às instalações hidrossanitárias, os efeitos nos custos e o comportamento em função do tempo da garantia fornecido;
- b) Analisar os chamados mais recorrentes, suas causas e fragilidades, por meio da análise técnica de projeto e execução, com vistas à proposição de melhorias nos processos;
- c) Investigar se há redução das manifestações patológicas por meio da execução feita por mão de obra própria e pela tipologia de material utilizado, considerando o tipo de empreendimento.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Para embasar o trabalho, o presente capítulo tem por finalidade apresentar fundamentos teóricos sobre o tema estudado. Assim, serão apresentadas as normas que norteiam a concepção de projeto e execução de sistemas hidrossanitários, as premissas que esses sistemas devem atender e as manifestações patológicas mais recorrentes em sistemas hidráulicos e sanitários. Também será fundamentado a respeito dos prazos de garantia que devem ser assegurados ao proprietário e o desempenho que deve ser atendido pelas instalações hidrossanitárias.

3.1 INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA

A norma brasileira que determina as diretrizes para projetos, execuções, operações e manutenções dos sistemas de instalações prediais de água fria é a NBR 5626 (ABNT, 2020). Assim, não só profissionais responsáveis pelo dimensionamento de projeto, execução do sistema, manutenção e operação, como também os usuários das instalações hidrossanitárias devem seguir as orientações estabelecidas pela normativa. De acordo com essa norma, o sistema predial de água fria pode ser definido como:

“3.63 Conjunto de tubos, reservatórios, peças de utilização, equipamentos e outros componentes destinado a conduzir água fria da fonte de abastecimento aos pontos de utilização, mantendo o padrão de potabilidade” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020, p.8).

Conforme estabelecido pela NBR 5626 (ABNT, 2020), ao longo da vida útil do projeto, as instalações hidrossanitárias devem atender as seguintes premissas:

- a) preservar a potabilidade da água;
- b) assegurar o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade adequada e com pressões e vazões compatíveis com o funcionamento previsto dos aparelhos sanitários, peças de utilização e demais componentes e em temperaturas adequadas;
- c) Considerar acesso para verificação e manutenção;
- d) Prover setorização adequada do sistema de distribuição;
- e) Evitar níveis de ruído inadequados à ocupação do ambiente;
- f) Proporcionar aos usuários peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação;
- g) Minimizar a ocorrência de patologia;
- h) Considerar a manutenibilidade;

- i) Proporcionar o equilíbrio de pressões de água fria e quente a montante de misturadores convencionais, quando empregados. (CARVALHO, 2021, p. 58)

3.2 INSTALAÇÕES DE ÁGUA QUENTE

Para as instalações de água quente, a norma brasileira que regulamenta as premissas para projetos, execuções, operações e manutenções dos sistemas é NBR 5626 (ABNT, 2020). Conforme descrito pela norma, sistema predial de água quente pode ser definido como:

“3.64 Conjunto de tubos, reservatórios, peças de utilização, equipamentos e outros componentes destinado a produzir, eventualmente armazenar, e a conduzir água quente da fonte geradora aos pontos de utilização mantendo o padrão de potabilidade.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020, p.8).

Segundo a NBR 5626 (ABNT, 2020) tanto o sistema de água quente quanto o sistema de instalações devem atender as mesmas premissas, descritas no item anterior. Para Carvalho (2021), o sistema de água quente é composto pelos seguintes itens:

“Tubulação de água fria para alimentação do sistema de água quente; aquecedores, que podem ser de passagem (ou instantâneos) ou de acumulação; dispositivos de segurança; tubulação de distribuição de água quente, peças de utilização (chuveiros, ducha, torneiras de pia, lavatório e tanque).” (CARVALHO, 2021, p. 129)

3.3 INSTALAÇÕES DE ESGOTO SANITÁRIO

O projeto e a execução de sistema de esgoto sanitário predial são norteados pela NBR 8160 (ABNT, 1999). A norma tem como objetivo nortear profissionais e usuários quanto ao atendimento aos requisitos mínimos necessários para o seu correto desempenho técnico. De acordo com Carvalho (2021):

“As instalações prediais de esgoto sanitários destinam-se a coletar, conduzir e afastar da edificação todos os despejos provenientes do uso adequado dos aparelhos sanitários, dando-lhes um rumo apropriado, normalmente indicado pelo poder público competente” (CARVALHO, 2021, p. 157)

Segundo a NBR 8160 (ABNT, 1999), o sistema predial de esgoto sanitário deve ser dimensionado para atender as seguintes recomendações:

- a) evitar a contaminação da água, de forma a garantir a sua qualidade de consumo, tanto no interior dos sistemas de suprimento e de equipamentos sanitários, como nos ambientes receptores;
- b) permitir o rápido escoamento da água utilizada e dos despejos introduzidos, evitando a ocorrência de vazamentos e a formação de depósitos no interior das tubulações;
- c) impedir que os gases provenientes do interior do sistema predial de esgoto sanitário atinjam áreas de utilização;

- d) impossibilitar o acesso de corpos estranhos ao interior do sistema;
- e) permitir que seus componentes sejam facilmente inspecionados;
- f) impossibilitar o acesso de esgoto ao subsistema de ventilação;
- g) permitir a fixação dos aparelhos sanitários somente por dispositivos que facilitem a sua remoção para eventuais manutenções. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p.3).

3.4 INSTALAÇÕES DE ESGOTO PLUVIAL

O sistema de instalações pluviais tem por finalidade permitir o escoamento e o recolhimento das águas provenientes das chuvas, sendo que esse sistema deve ser independente, ou seja, não pode existir comunicação com outras instalações hidráulicas e sanitárias (CARVALHO, 2021). A norma que orienta quanto aos critérios para instalações pluviais prediais é a NBR 10844 (ABNT, 1989). De acordo com essa norma, as instalações prediais de águas pluviais devem ser dimensionadas, seguindo os seguintes princípios:

- a) recolher e conduzir a vazão de projeto até locais permitidos pelos dispositivos legais;
- b) ser estanque;
- c) Permitir a limpeza e a desobstrução de qualquer ponto no interior da instalação;
- d) Absorver os esforços provocados pelas variações térmicas a que estão submetidas;
- e) Quando passivas de choques mecânicos, ser constituídas de materiais resistentes a eles;
- f) Nos componentes expostos, utilizar materiais resistentes às intempéries.
- g) Nos componentes em contato com outros materiais de construção, utilizar materiais compatíveis;
- h) Não provocar ruídos excessivos;
- i) Resistir às pressões a que podem estar sujeitas;
- j) Ser fixadas de maneira a assegurar resistência e durabilidade. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989, p.3).

3.5 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM SISTEMAS HIDROSSANITÁRIOS

A patologia das construções é a ciência que pesquisa as ocorrências de manifestações patológicas nas construções, e tem por objetivo, através da análise técnica do sistema, diagnosticar as causas das falhas sinalizadas pelas manifestações, para assim propor soluções para correção (PADARATZ, 1991). Muitas pesquisas estão sendo realizadas na área, para identificar as origens das manifestações patológicas nas construções entregues, para assim retroalimentar os processos tecnicamente e atuar na prevenção dessas ocorrências (GNIPPER, 2010).

Um dos principais desafios dos profissionais responsáveis pelos projetos hidrossanitários é atender às necessidades dos projetos arquitetônicos, que muitas vezes não prevê espaço suficiente para as instalações hidráulicas, o que dificulta os processos de execução e, posteriormente, a manutenibilidade do sistema entregue (GNIPPER, 2010). Por se tratar de instalações que não são visíveis – geralmente ficam confinadas em *shafts* e forros rebaixados – as instalações hidrossanitárias ficam ocultas e não recebem a devida atenção, tanto na etapa de projeto, quanto na de execução (CARVALHO, 2021, p.28).

Conforme estudo realizado por Schneider (2013) as principais manifestações patológicas relacionadas às instalações de água, enfrentadas pela construtora estudada são: conexões mal executadas, tubulação fissurada, posicionamento de esperas hidráulicas, entupimento e pressão.

Para as instalações de água quente, as manifestações patológicas mais recorrentes nesses sistemas são: desempenho de aquecedores elétricos e a gás, instalações equivocadas em sistema de aquecimento centralizado, vibrações em tubulações, fissuras motivadas por impactos, alteração de pressão devido a erros de projeto e rupturas e trincas em tubulações oriundas de má instalação, manuseio ou manuseio do material (CARVALHO, 2021, p.131).

Dentre a causas mais comuns de manifestações patológicas em sistemas de instalações de esgoto sanitário, destaca-se, principalmente: mau cheiro, proveniente das instalações de esgoto, má vedação da saída da bacia sanitária, problemas de vedação entre caixas de inspeção e de gordura, ventilação insuficiente do sistema de esgoto e vazamentos e entupimentos de tubulações e de aparelhos sanitários (CARVALHO, 2021, p.157).

As instalações de esgoto pluvial têm por objetivo recolher a água proveniente das chuvas e encaminhar para a rede pública. As manifestações patológicas mais recorrentes nesse tipo de instalação são: transbordamento de calhas por causa do incorreto dimensionamento e declividade, infiltração em telhados e vazamentos em condutores (CARVALHO, 2021, p.205).

Reparos em manifestações patológicas e falhas relacionadas aos sistemas hidrossanitários normalmente são complexos e podem influenciar na integridade de outra instalação, por isso é essencial seguir as normas vigentes para projetar e executar esse sistema (PINHEIRO, 2020).

3.6 GARANTIAS DOS SISTEMAS HIDROSSANITÁRIOS

Todos os produtos comercializados possuem um manual de uso e garantias atribuídas. Para a construção civil, a norma que determina diretrizes das garantias e prazos recomendados é a ABNT NBR 17170:2022. De acordo com essa normativa, garantias são:

“3.11 Condições definidas pelo incorporador, construtor ou prestador de serviços de construção por meio de documento específico de garantia ou no manual de uso, operação e manutenção, para reparos e recomposição das partes da edificação que apresentem falhas” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2022, p.3).

As empresas que estão envolvidas na elaboração, execução e fornecimento de material são responsáveis pelo desempenho e garantia dos sistemas prestados, na construção de uma edificação, como orienta a norma NBR 17170 (ABNT, 2022). Na tabela 2 da NBR 17170 (ABNT, 2022), está relacionado o sistema, a descrição da composição do sistema e os tipos de falhas que acarretam garantia e os prazos técnicos recomendados. Assim, no quadro 1, está relacionado as recomendações da norma para os sistemas hidrossanitários:

Quadro 1 - Garantias dos sistemas hidráulicos.

Os sistemas hidráulicos envolvem o sistema de água fria e de água quente, de esgotos sanitários e pluviais, reuso e drenagem, incluindo as tubulações de ligação com a rede pública.		
Descrição	Tipo de falha	Prazo tecnicamente recomendado
Tubos e suas conexões em prumadas/colunas que alimentam os ramais e subramais, os reservatórios de água, as estações de tratamento de esgotos e de água, para edificações excetuando-se os equipamentos industrializados como equipamentos de aquecimento de água, medidores, motobombas, filtros e outros equipamentos que integrem os sistemas	Ruptura/dessolidarização; perda de integridade do sistema; perda de estanqueidade	5 anos
Ramais e subramais de tubulações em ambientes internos e externos	Falhas dos produtos	1 ano
	Falhas de instalação	3 anos
Engate flexível, sifão, válvulas, ralos e seus acabamentos	Falha dos produtos e instalação	1 ano
Louças sanitárias (cerâmicas) – lavatórios, bacias sanitárias e caixas de descarga, tanques, banheiras e tanques de concreto ou de outros materiais	Falhas de produtos	1 ano
	Falhas de instalação	3 anos
Bancadas de pias e cubas	Falhas dos produtos	1 ano
	Perda estanqueidade entre bancada e frontão e na fixação de cubas	1 ano
	Falhas de Instalação	3 anos
Chuveiros, duchas, torneiras, misturadores e monocomandos entregues instalados	Falhas dos produtos	1 ano
	Falhas de instalação	3 anos
Motobombas, medidores, hidrômetros, e outros equipamentos do sistema	Falhas dos produtos	1 ano
	Falhas de instalação	3 anos

Fonte: ABNT NBR 17170:2022.

Anterior a vigência da NBR 17170 (2022), os prazos mínimos de garantia de cada componente hidrossanitário seguiam as orientações e recomendações da NBR 15575-1 (ABNT, 2021). Para garantir tais prazos, os usuários da edificação também têm responsabilidades quanto à utilização e à manutenção do sistema, conforme orienta o manual do proprietário – manual de uso e operação – entregue pela construtora e que dever ser elaborado com base na NBR 14037 (ABNT, 2014). Caso o proprietário não siga as orientações presentes no manual entregue e, através dessa negligência, ocasione danos à unidade, a construtora não arcará com o reparo, uma

vez que o produto entregue não foi utilizado de forma adequado, conforme as instruções entregues (CARVALHO, 2021, p.31).

3.7 DESEMPENHO DOS SISTEMAS HIDROSSANITÁRIOS

De acordo com a NBR 15575 -1 (ABNT, 2021), as especificações de desempenho podem ser entendidas como:

“3.39 Conjunto de requisitos e critérios de desempenho estabelecidos para a edificação ou seus sistemas. As especificações de desempenho são uma expressão das funções requeridas da edificação ou de seus sistemas e que correspondem a um uso claramente definido” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2021, p.10).

Com a elaboração das normas de desempenho – ABNT NBR 15575 – o construtor passou a assumir a responsabilidade de garantir o desempenho mínimo das edificações e das instalações que as compreendem, ou seja, precisam assegurar o cumprimento das premissas das normas de desempenho (VALADÃO, 2021).

A NBR 15575-6 (ABNT, 2021) norteia quanto ao atendimento dos padrões de desempenho e das exigências, de acordo com os requisitos estabelecidos, para os sistemas hidrossanitários prediais. Segundo essa norma, os requisitos que devem ser atendidos são:

- a) Segurança estrutural;
- b) Segurança contra fogo;
- c) Segurança no uso e na operação;
- d) Estanqueidade;
- e) Desempenho térmico;
- f) Desempenho acústico;
- g) Desempenho lumínico;
- h) Durabilidade e manutenibilidade;
- i) Saúde, higiene e qualidade do ar;
- j) Funcionalidade e acessibilidade;
- k) Conforto tátil e antropodinâmico;
- l) Adequação ambiental.

Para garantir o desempenho dos sistemas que compõe uma edificação, é necessário que, ao longo dos projetos e das execuções, se faça a rastreabilidade dos processos e das atividades realizadas, com o intuito de potencializar o desempenho da edificação, uma vez que esse pode ser comprometido por falhas de processo (CRUZ, 2013).

3.8 ESTUDOS REALIZADOS NA ÁREA

O livro escrito por Roberto de Carvalho Júnior (2021), denominado “Patologias dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários” engloba e descreve quais são as manifestações patológicas mais recorrentes encontradas em instalações prediais. O autor detalha quais são as possíveis causas dessas falhas e sugere testes que podem ser adotados para verificar a integridade do sistema, durante a execução e após a entrega. A literatura é uma importante referência na área e que pode ser utilizada como base de informações técnicas para as boas práticas.

Gnipper (2010) propôs métodos de investigação de manifestações patológicas em sistemas hidrossanitários. É destacada a importância da correta manutenção dos sistemas, para garantir a vida útil das instalações. Com base nas análises realizadas nesse estudo, pode-se identificar algumas das principais manifestações patológicas, como é realizado o diagnóstico e como pode ser feita a prevenção.

Há alguns estudos que se baseiam em dados de ocorrências de assistência técnica de construtoras. Como, por exemplo, o trabalho de Pádua e Medeiros (2022), que analisaram as ocorrências de 2018 até 2021 (4 anos), com propostas melhorias nos processos de gestão do setor de assistência técnica e de produção.

As manifestações patológicas em sistemas hidrossanitários também foram estudadas por Pinheiro (2020). Nesse estudo, foi analisado as ocorrências em uma edificação multifamiliar, com base em visitas técnicas realizadas. Após isso, foi realizado uma análise técnica e diagnóstica das possíveis causas das falhas encontradas e como corrigi-las. Todavia, o estudo de caso realizado compreende manifestações patológicas de um empreendimento.

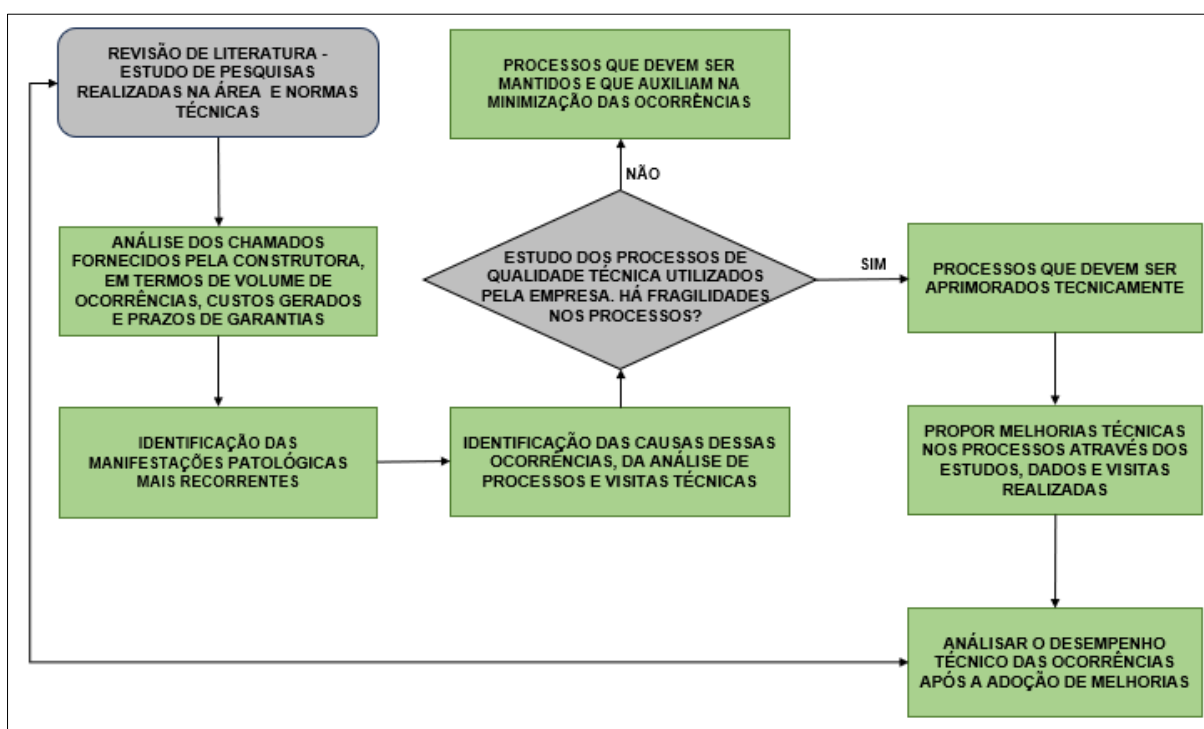
Há falta de estudos com análises de comportamento do número de chamados relacionadas aos prazos de garantia estabelecidos pela NBR 15575-1 (ABNT, 2021). Além de os estudos citados, quando utilizam bancos de dados, são de poucos anos e

que há poucos empreendimentos analisados, o que torna a análise das ocorrências limitada. Também não foi possível identificar, na revisão de literatura, análises técnicas do processo de execução das instalações hidrossanitárias, através do acompanhamento de execuções em obras. Ainda é carente a análise de desempenho do número de chamados em função do tempo de garantia e a identificação dos pontos de fragilidade ao longo do processo de execução e sequenciamento das atividades nos canteiros de obra, incluindo o tipo de empreendimento, materiais e mão de obra.

4 METODOLOGIA

O desenvolvimento desse trabalho foi baseado na análise de indicadores de assistência técnica de uma construtora local. O banco de dados compreende informações de chamados de assistência técnica procedentes, de janeiro de 2017 até fevereiro de 2023, de 60 empreendimentos entregues. Na elaboração do trabalho, foram analisados 9.272 chamados procedentes relacionados a manifestações patológicas em sistemas hidrossanitários entregues. Para facilitar a visualização da metodologia de desenvolvimento do trabalho foi elaborado um fluxograma, como mostra a figura 1.

Figura 1 – Fluxograma de elaboração do trabalho.



Fonte: elaborado pela autora.

Inicialmente, foi elaborado um estudo de quanto as manifestações patológicas em instalações hidrossanitárias representam no volume total de ocorrências de assistência técnica da empresa. Do mesmo modo, através de informações disponibilizadas pela construtora, foi possível visualizar quanto a empresa desembolsa para os ajustes das falhas. Também, foi possível desenvolver uma análise no número de chamados em função do tempo de garantia estabelecido, a fim de identificar o comportamento do volume de chamados durante os prazos de garantia.

Através do estudo das normas vigentes, da análise de pesquisas na área e da análise técnica das ocorrências de manifestações patológicas mais recorrentes, foi possível identificar quais são as 10 principais causas de falhas em sistemas hidrossanitários entregues pela empresa. Com base nos procedimentos de execução de serviços e de controle de qualidade da construtora disponibilizados pela empresa, pode-se sinalizar possíveis pontos de atenção durante esse processo. Para isso, também, foram realizadas visitas técnicas junto aos empreendimentos entregues nos canteiros de obra da construtora.

Nas visitas realizadas nos empreendimentos, foi possível visualizar os processos de execução adotados e as mudanças que a empresa colocou em prática para minimizar essas ocorrências e como essas mudanças impactaram no número de ocorrências. Para visualizar e entender o desempenho das ocorrências de falhas em sistemas hidrossanitários, após as melhorias, foi elaborada uma análise quantitativa dos chamados. Assim, uma vez identificadas as falhas nos processos e possíveis melhorias, a empresa retroalimenta seus procedimentos através de métodos de gestão da qualidade e ferramentas para controle.

4.1 DESCRIÇÃO DA CONSTRUTORA

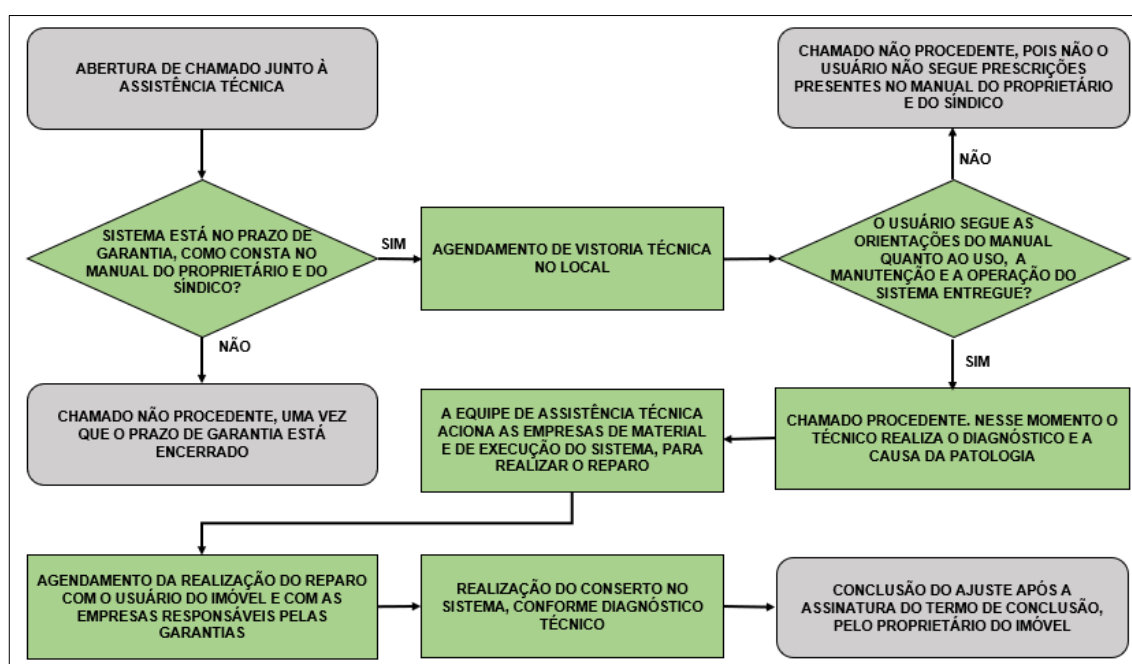
A construtora estudada destaca-se na execução de edificações comerciais e residenciais, predominantemente na cidade de Porto Alegre, capital do estado do Rio Grande do Sul. A empresa é reconhecida na área da construção civil, pela qualidade dos produtos entregues e pela preocupação socioambiental da região em que atua. Dessa maneira, para manter os resultados positivos e o reconhecimento dos clientes, a construtora busca aprimorar e retroalimentar seus procedimentos através de análises técnicas das ocorrências de chamados registrados junto ao setor de assistência técnica da mesma.

4.2 PROCEDIMENTO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA DA EMPRESA

A abertura dos chamados de assistência junto à empresa pode acontecer através de ligação para a central de relacionamento e envio de e-mails. Nesse primeiro contato, é realizada a anamnese do problema enfrentado pelo cliente, e o técnico passa orientações que devem ser seguidas, até a visita da equipe técnica da construtora. Todas essas ocorrências, após a finalização dos chamados, são reunidas em um único banco de dados utilizado pelo setor de assistência técnica.

Quando o cliente aciona a assistência técnica da construtora, é realizada uma análise para verificar se a ocorrência é, de fato, procedente, ou seja, se é de responsabilidade da construtora. De acordo com Cruz (2013), para a construtora e para o período de chamados analisados por ele, 23% das ocorrências que foram abertas junto à assistência técnica da empresa foram improcedentes. Assim, na figura 2 encontra-se um fluxograma de como é realizada a análise de cada chamado.

Figura 2 – Fluxograma simplificado de atendimento de chamados da construtora.



Fonte: Elaborado pela autora com base nas informações fornecidas pela construtora.

No momento do contato com a empresa, para registrar uma ocorrência, o proprietário ou usuário, deve relatar brevemente a manifestação patológica observada no seu imóvel. O técnico, inicialmente, verifica se o sistema se encontra dentro do prazo de garantia. Nessa visita técnica, o profissional verifica se o proprietário segue as recomendações de uso, manutenção e operação do sistema ou não. Se a verificação apontar que o proprietário não cumpre essas recomendações, que estão contidas nos manuais do proprietário e síndico, o chamado é encerrado.

Caso esteja dentro dos prazos estabelecidos, a equipe responsável pelas execuções de reparos agenda uma vistoria técnica com o proprietário, caso contrário o chamado é encerrado. A partir disso, o profissional técnico da construtora, realiza o diagnóstico da manifestação patológica existente, para entender a origem e como solucionar a falha procedente. Por fim, é realizado o agendamento para executar o reparo com o

proprietário, vizinhos, caso necessário, e prestadores de serviços. O chamado, contudo, só é finalizado com a assinatura do termo de conclusão de ocorrência, pelo proprietário da unidade.

4.3 GARANTIAS FORNECIDAS PELA CONSTRUTORA

Em dezembro de 2023, como descrito anteriormente, entrou em vigor a norma que estabelece os prazos recomendados e as diretrizes para as garantias dos sistemas entregues, NBR 17170. Todavia, os empreendimentos entregues pela construtora, e que estão contemplados no banco de dados recebidos, seguem as diretrizes de garantias para elementos e sistemas descritos no anexo D, da NBR 15575-1 (ABNT, 2021), visto que foram concebidos anterior a data de vigência da nova norma de garantias dos sistemas.

No manual do proprietário e do síndico, além de descrever como deve ser realizado o uso, operação e manutenção de cada sistema entregue, de acordo com NBR 14037 (ABNT, 2011) e NBR 5674 (ABNT, 2012), também se orienta os proprietários das garantias fornecidas pela construtora, para todos os sistemas entregues. No que se refere aos sistemas hidrossanitários, a construtora oferece os prazos de garantias descritos no quadro 2, como direcionada a NBR 15575-1 (ABNT, 2021).

Quadro 2 – Garantias dos sistemas hidráulicos fornecidos pela construtora.

Sistemas hidráulicos	Prazo de garantia
Instalações hidráulicas e gás – colunas de água fria, colunas de água quente, tubos de queda de esgoto e colunas de gás	5 anos
Equipamentos – Instalações hidráulicas e gás coletores, ramais, louças, caixas de descarga, bancadas, metais sanitários, sifões, ligações flexíveis, válvulas, registros, ralos e tanques	1 ano
Instalação – Instalações hidráulicas e gás coletores, ramais, louças, caixas de descarga, bancadas, metais sanitários, sifões, ligações flexíveis, válvulas, registros, ralos e tanques	3 anos

Fonte: Elaborado pela autora com base nas informações fornecidas e NBR 15575 (ABNT, 2021).

A construtora oferece cinco anos de garantia para as colunas de abastecimento e tubos de queda de esgoto. Para as instalações de ramais de descarga e de esgoto e seus acessórios, como louças, metais sanitários, ralos e válvulas, a empresa garante 3 anos de garantia. Com relação aos equipamentos e acessórios hidráulicos entregues, a construtora assegura um ano de garantia.

4.4 DADOS DISPONIBILIZADOS PELA EMPRESA

Após a conclusão de cada chamado, os dados coletados ao longo da resolução das falhas são reunidos em um sistema de gerenciamento de informações da construtora. Assim, para a elaboração da análise do volume de ocorrências nos sistemas hidrossanitários, foi utilizado dados de todas as ocorrências procedentes registradas em 2021 e 2022. Para o estudo dos custos gerados para realizar reparos nas manifestações patológicas, nos sistemas hidrossanitários, foram estudados dados de 2022. Por fim, foi disponibilizado, para a realização da análise das manifestações patológicas mais recorrentes e suas causas, dados de ocorrências procedentes, desde janeiro de 2017 até fevereiro de 2023. Esses dados históricos utilizados compreendem as informações descritas na tabela 1.

Tabela 1 – Descrição do banco de dados fornecidos pela construtora.

Dados recebidos para a elaboração do trabalho	
Informação	Descrição da informação
Título da Ocorrência	Solicitação de atendimento de assistência técnica
Número da Ocorrência	Número atribuído a cada chamado
Empreendimento	Nome do empreendimento
Torre	Nome da torre, caso existir mais de uma
Unidade Autônoma	Número da unidade, caso for um chamado de área privativa
Descrição da Ocorrência	Descrição do problema relatado pelo proprietário
Parecer técnico	Descrição técnica do chamado, elaborado pela assistência técnica da construtora
Data da Criação	Data da abertura da ocorrência
Data da conclusão	Data da conclusão do chamado, mediante a assinatura do termo de conclusão pelo proprietário
Causa	Todas as causas dos chamados do banco recebido são de instalações hidráulicas
Subcausa	Descrição da falha identificada, como: vazamento em ramal de esgoto e entupimento de ralo

Fonte: elaborado pela autora com base nos dados disponibilizados pela construtora.

Todas as 9.272 ocorrências registradas no banco de dados fornecido pela empresa têm causa apropriada no sistema de instalações hidráulicas. Através dessas informações técnicas, foi realizado a análise do comportamento desses chamados ao longo dos últimos cinco anos. Com base nas descrições e apropriações das subcausas, foi possível entender quais são as manifestações patológicas mais significativas nesse período analisado. É importante ressaltar que, as apropriações e definições das causas e subcausas são realizadas por profissionais da área da

construção civil, os quais são devidamente habilitados para realizar esse tipo de diagnóstico.

Com base nos dados e informações disponibilizadas pela construtora, foi possível identificar quanto representa o volume de ocorrências de manifestações patológicas em sistemas hidrossanitários no total registrado pela empresa, tanto em quantidade quanto em gastos gerados. Na sequência, foi analisado o comportamento dos chamados ao longo do prazo de garantia oferecido pela empresa e quais são as falhas mais recorrentes nas instalações hidrossanitárias entregues e as suas causas. Do mesmo modo, foi realizado uma análise quantitativa do desempenho do número de chamados, após a construtora realizar melhorias no processo. Por fim, foi identificado as ferramentas e métodos que a empresa utiliza para o controle de qualidade de serviços, de materiais e para melhorias de processos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos próximos itens será descrito os resultados técnicos e quantitativos dessa análise elaborada com base no banco de dados fornecido e nas visitas técnicas realizadas.

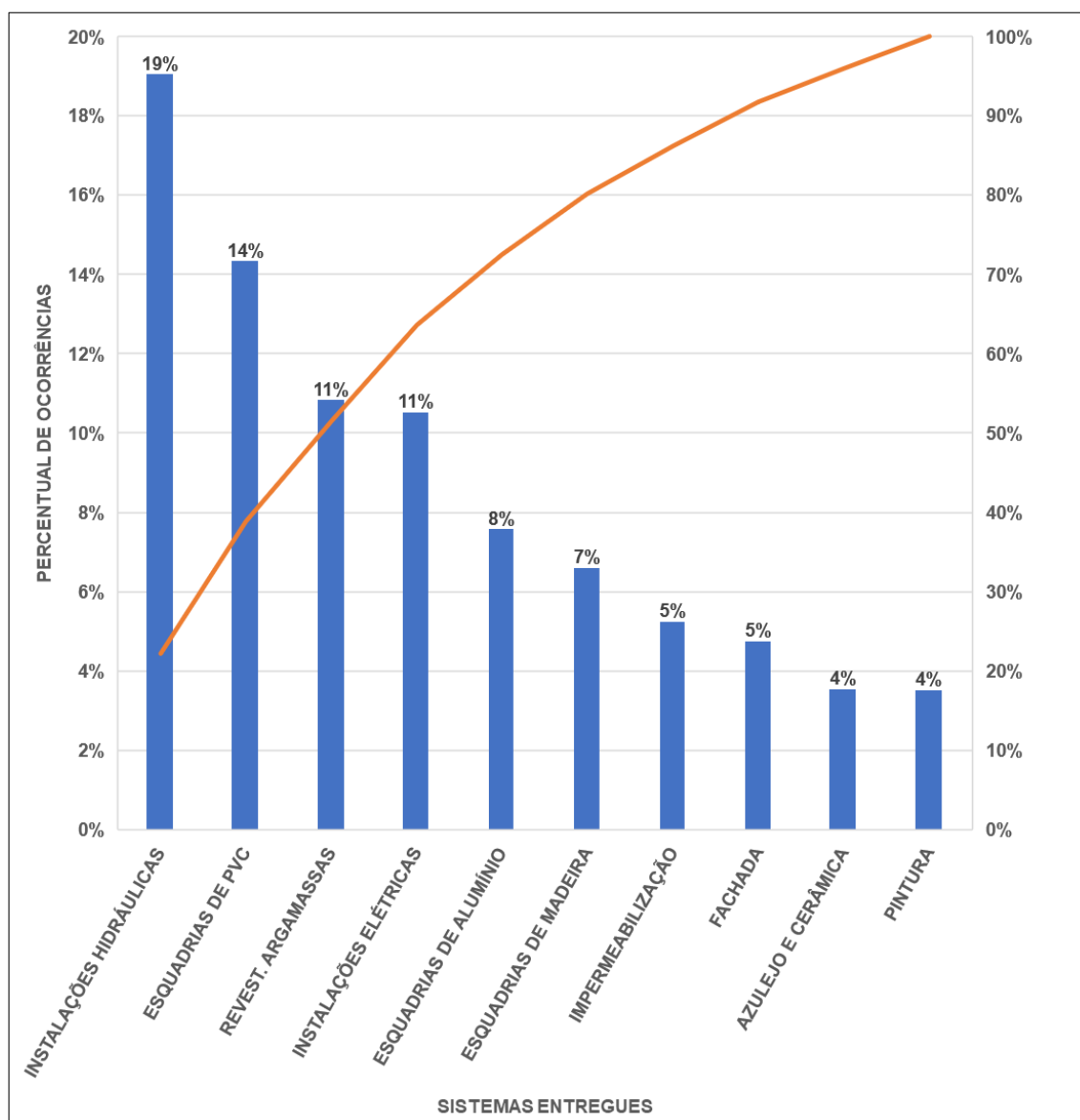
5.1 ANÁLISE PRELIMINAR DO BANCO DE DADOS DA CONSTRUTORA

A construtora estudada destaca-se na execução de edificações comerciais e residenciais, predominantemente na cidade de Porto Alegre, capital do estado do Rio Grande do Sul. A empresa é reconhecida na área da construção civil, pela qualidade dos produtos entregues e pela preocupação socioambiental na região em que atua. Dessa maneira, para manter os resultados positivos e o reconhecimento dos clientes, a construtora busca aprimorar e retroalimentar seus procedimentos através de análises técnicas das ocorrências de chamados registrados junto ao seu setor de assistência técnica.

5.1.1 Análise do histórico de chamados

Com base em dados recebidos da construtora, as instalações hidrossanitárias são os sistemas que têm maior incidência de ocorrências de manifestações patológicas. Nos últimos dois anos a empresa registrou 8.600 chamados de assistência técnica procedentes, desses 1.639 foram em sistemas hidrossanitários. Na figura 3, é possível visualizar o diagrama de Pareto que compreende a frequência de ocorrência dos dez sistemas com maiores incidências de falhas, desses dois anos.

Figura 3 – Sistemas com maior número de ocorrências nos anos de 2021 e 2022.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados disponibilizados pela construtora.

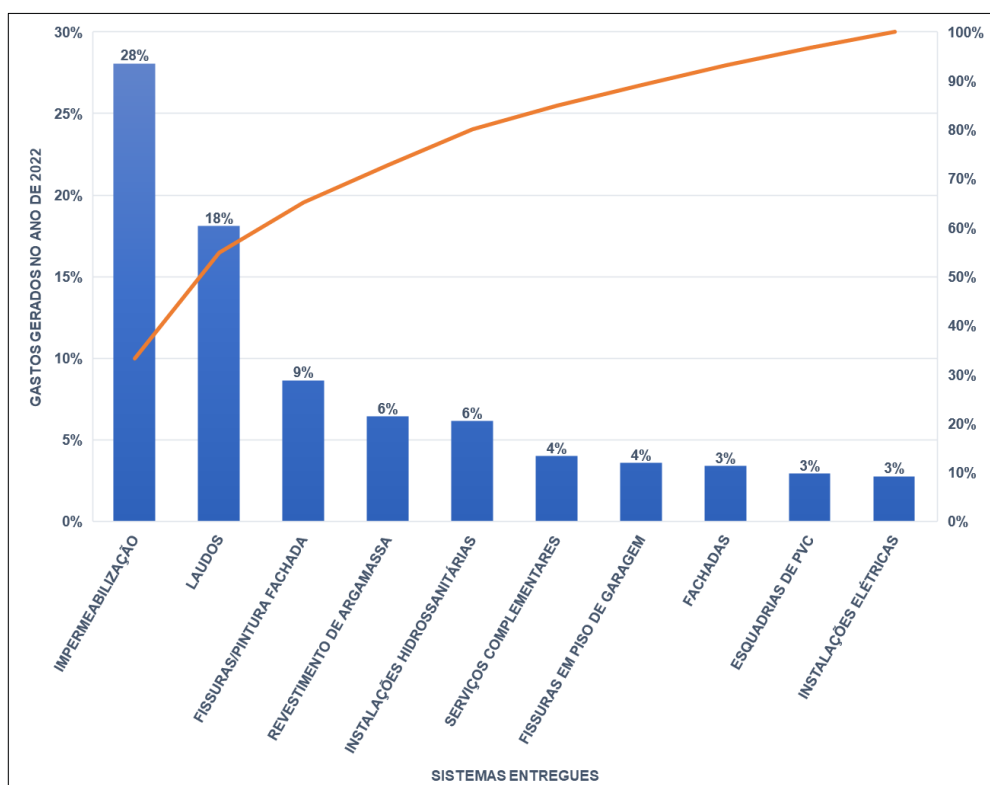
As manifestações patológicas lideram o *ranking* de assistência técnica da construtora estudada, com 19% das ocorrências para os anos descritos. Conforme estudado por Pádua e Medeiros (2022), os chamados de assistência técnica motivados por falhas em sistemas hidráulico e sanitários representam 45% do total de ocorrências registradas pela construtora – de 2018 a 2021. Dessa forma, pode-se observar que, em termos percentuais, a construtora analisada no presente trabalho tem desempenho técnico superior ao da estudada por Pádua e Medeiros (2022), no que se refere ao volume de ocorrências de manifestações patológicas em sistemas hidrossanitários, uma vez que foram analisados chamados de 2018 até 2021 pelos autores.

É indiscutível que as ocorrências de falhas causam desconforto entre os usuários e degrada a imagem da construtora, perante os clientes. Através dos indicadores de ocorrências, a construtora tem atuado frente à diminuição das ocorrências desses chamados, principalmente desses dez sistemas que são mais representativos no volume de falhas procedentes. Sendo assim, mensalmente é apresentado os indicadores de assistência técnica para a equipe de engenharia, visando discussões técnicas para a melhoria do processo de qualidade da empresa.

5.1.2 Análise dos gastos gerados para solução de chamados

Outra preocupação da construtora é com relação aos gastos gerados com os retrabalhos causados pelas manifestações patológicas nos sistemas entregues. Uma vez que as unidades são ocupadas, todo o prejuízo causado pela manifestação patológica procedente é ressarcido pela construtora. Segundo estudo realizado por Pádua e Medeiros (2022), 1,5% do orçamento total de uma obra é destinado para reparos procedentes após a entrega. Dessa forma, na figura 4 é possível visualizar o diagrama de Pareto, no qual se relaciona as despesas que a construtora registrou com cada sistema entregue, para o ano de 2022.

Figura 4 – Diagrama de Pareto das despesas das ocorrências geradas em 2022.



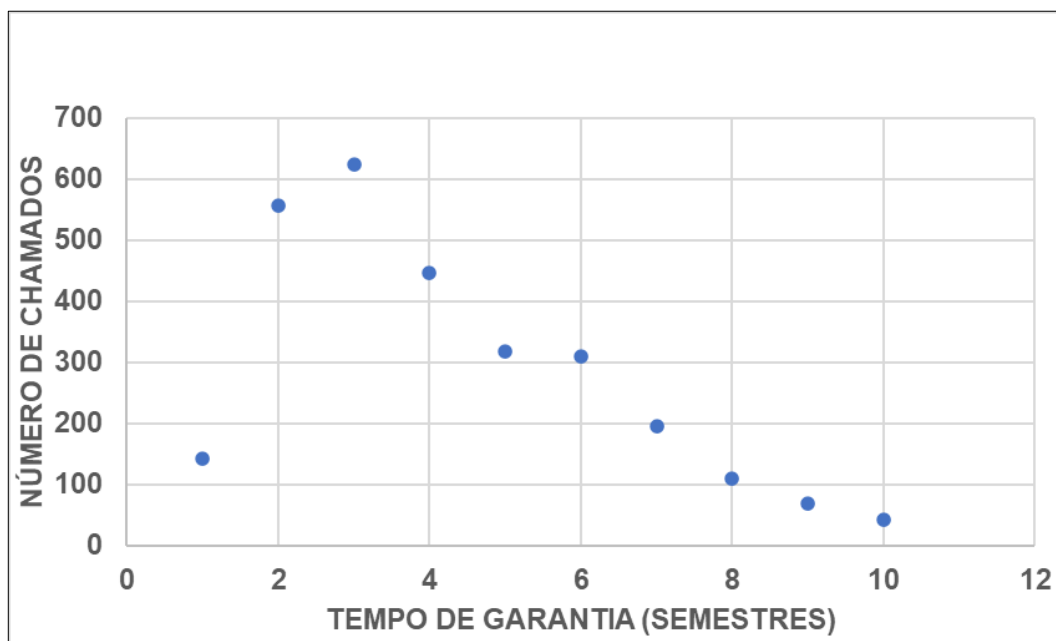
Fonte: Elaborado pela autora com base nas informações fornecidas pela construtora.

No ano de 2022, a partir do total gasto com o setor de assistência técnica da empresa, para corrigir falhas e ressarcir possíveis perdas dos clientes, o maior volume de desembolso foi 28%, para ajustes e ressarcimentos em ocorrências de impermeabilização. No que se refere as manifestações patológicas nos sistemas hidráulicos, os gastos com as ocorrências representaram 6% do valor gasto, pela empresa. É importante ressaltar que, mesmo que o volume de gastos com os reparos em instalações hidrossanitárias não seja expressivo, os reparos em outros sistemas podem estar relacionados a falhas em sistemas hidrossanitários. Conforme estudo realizado por Pádua e Medeiros (2022), para o ano de 2021, os dados da construtora estudada por eles mostram que 22% dos gastos gerados foram para reparos decorrentes de falhas em sistemas hidrossanitários, o que indica predominância de gastos para ajustes das manifestações patológicas desse sistema. Portanto, a análise técnica das ocorrências é necessária, não só para garantir a qualidade dos produtos entregues e minimizar as ocorrências de chamados, mas também para reduzir os gastos oriundos de retrabalhos causados.

5.2 ANÁLISE DE DADOS COM BASE NAS GARANTIAS FORNECIDAS

Todas as informações relacionadas ao uso, operação e manutenção dos sistemas entregues estão contidas e entregues nos manuais do proprietário e síndico, dos empreendimentos entregues, conforme orienta a NBR 14037 (ABNT, 2011). Da mesma maneira, está descrito no manual os prazos de garantia fornecidos pela construtora. Para entender o comportamento do número dos chamados de assistência técnica, em instalações hidrossanitárias, em função dos prazos de garantia, foi elaborado um gráfico de dispersão, presente na figura 5.

Figura 5 – Gráfico do número de chamados de sistemas hidrossanitários em função da garantia.



Fonte: Elaborado pela autora com base nas informações fornecidas pela construtora.

Para a elaboração do gráfico, foi considerado os chamados de manifestações patológicas de sistemas hidrossanitários de 8 empreendimentos residenciais entregues, os quais tiveram carta de habitação emitida nos anos de 2017, 2018 e 2019. Assim, foi realizado o somatório dos chamados de assistência técnica de cada mês, de todos os empreendimentos, no qual o tempo zero foi considerado a data de emissão da carta de “habite-se” da edificação. Desse modo, pode-se analisar o desempenho dos chamados ao longo dos semestres, com base na garantia estabelecida.

Pode-se visualizar que o maior volume de incidências de falhas acontece nos 2 primeiros anos de garantia, após isso o número de chamados diminuiu. Como todos os equipamentos hidrossanitários e instalações têm, no mínimo um ano de garantia, é possível observar que nesse período o número de chamados aumentou ao longo dos meses. A partir do segundo ano de garantia, de todos os sistemas entregues, somente as instalações dos acabamentos hidrossanitários e ramais são cobertas pela garantia. Após o terceiro ano da entrega, contudo, o número de chamados reduziu, visto que somente as colunas de abastecimento de água e tubos de queda tem garantia de 5 anos após a entrega.

É importante ressaltar que a ocorrência somente será procedente se for comprovado, após vistoria técnica, que o proprietário segue as orientações quanto ao uso, operação e manutenção do sistema ao longo da utilização do imóvel. Conforme pesquisa realizada por Borges (2021), após a aplicação de um questionário com moradores de uma edificação, 83,3% dos usuários afirmaram que não fazem as manutenções indicadas no manual recebido pela construtora. Desse modo, há a perda da garantia do sistema, caso o proprietário sinalize a ocorrência de falhas no imóvel.

5.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NOS SISTEMAS HIDROSSANITÁRIOS

O sistema hidrossanitário compreende o maior número de ocorrências de manifestações patológicas dos últimos anos, da construtora. Com base nos registros das subcausas das falhas nos sistemas entregues, é possível compreender quais são as falhas mais recorrentes nesse sistema. No banco de dados fornecido pela construtora, 810 ocorrências de chamados não têm a indicação da subcausa das manifestações patológicas. Dessa maneira, esse número foi desconsiderado da análise de causas, visto que não tem a indicação específica do problema detectado. Essas informações são importantes para visualizar onde se concentra o maior número de falhas dos processos adotados pela construtora. Na tabela 2, pode-se visualizar as informações de falhas por subcausas de ocorrências, em ordem decrescente do número de ocorrências totais.

Tabela 2 – Garantias dos sistemas hidráulicos fornecidos pela construtora.

Ocorrências de manifestações patológicas em sistemas hidráulicos da construtora	
Subcausa da ocorrência	Número de ocorrências
Vazamento em tubulações de água e esgoto	3016
Entupimento de tubulações	1590
Falha de ligação de equipamentos	812
Aperto de metais	517
Falha de sifonagem em ralos	341
Material de louças	285
Fixação de tubulação	280
Regulagem de caixa acoplada	266
Ralo quebrado	224
Funcionamento e instalação de bombas	220
Registro quebrado	175
Falhas sistemas de incêndio	152
Falha de sifonagem de cubas	117
Caimento invertido de tubulação	88
Ajustes de válvulas de escoamento	56
Identificação invertida de registros	53
Metal descascando/oxidando	45
Cientes ausentes	40
Instalação de caixa de água	36
Ajustes de cavaletes	27
Filtros de piscinas	13
Regulagem pressostato e válvula redutora de pressão	10
Outras ocorrências de falhas	99

Fonte: Elaborado pela autora com base nas informações fornecidas pela construtora.

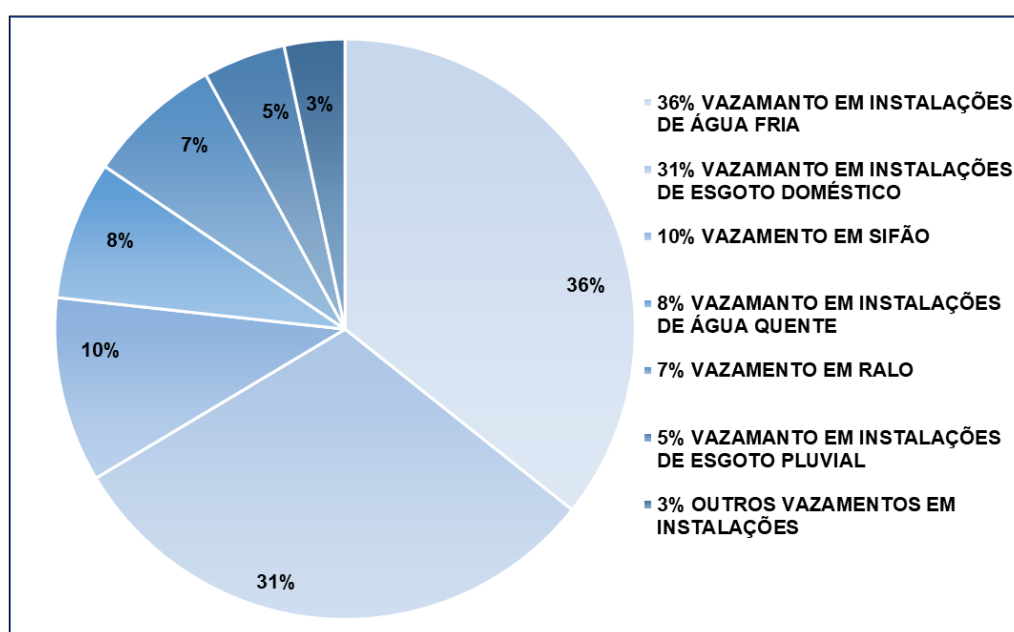
Para o estudo, é importante ressaltar que, de todos os chamados, 398 foram acesso às unidades privativas vizinhas, uma vez que, na maioria dos empreendimentos, os ramais de água e de esgoto estão localizados imediatamente na unidade localizada no pavimento inferior. Assim, para realizar o reparo de um vazamento ou entupimento, por exemplo, é necessário acessar a unidade vizinha para interromper o abastecimento de água ou utilização dos ramais de esgoto. Sendo assim, os chamados são duplicados junto ao sistema da empresa, uma vez que é necessário acessar outra unidade para realizar o reparo.

A partir da análise dos dados da construtora e da tabela descrita anteriormente, foi realizada uma análise técnica das dez subcausas mais recorrentes nas falhas dos sistemas hidráulicos entregues, que somadas representam 81,4% dos chamados estudados. Para essa análise, foram realizadas visitas técnicas nas obras da construtora e nos empreendimentos entregues, juntamente com colaboradores da área de assistência técnica e algumas figuras foram disponibilizadas pela construtora. Desse modo, foi possível visualizar as principais manifestações patológicas enfrentadas pela construtora, entender como é o procedimento de execução e como isso influencia no número de falhas e nos principais pontos de fragilidades desse processo.

5.3.1 Vazamento em tubulações de água e esgoto

O subgrupo de causas mais significativas, em termos de volume de chamados, é o de vazamento em sistemas hidrossanitários entregues. Para o intervalo de análise do presente trabalho, a construtora registrou 3.016 ocorrências de chamados de assistência técnica para sinalizar falhas de vazamento. O gráfico presente na figura 6 evidencia as subcausas dos vazamentos apontados nos chamados. Do total de chamados de vazamentos procedentes registrados, 36% foram por vazamento em instalações de água fria e 31% foram motivados por falhas em instalações de esgoto doméstico.

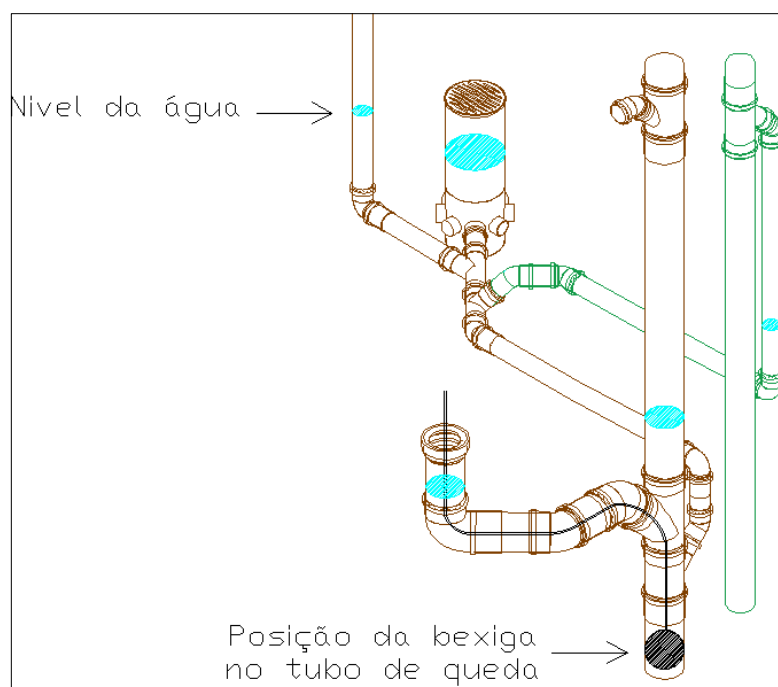
Figura 6 – Subcausas de vazamentos dos chamados procedentes.



Fonte: elaborado pela autora com base nos dados da construtora estudada.

O processo de qualidade da empresa prevê que, com a finalização das instalações hidráulicas de cada unidade, seja realizado o teste de estanqueidade do sistema de esgoto e água, para identificar possíveis vazamentos. Para realizar esse teste do sistema de esgoto, é posicionado uma bexiga no tubo de queda de esgoto doméstico e posto água em todo o sistema, até que o nível da água ultrapasse o nível da laje do pavimento em que está sendo realizado o teste, como mostra a figura 7. O teste de esgoto é aprovado se, durante 2 horas contínuas não for identificado vazamento. Desse modo, é possível identificar se há vazamento no sistema.

Figura 7 – Processo de testagem das instalações de esgoto. Através do posicionamento da bexiga no tubo de queda, é possível encher o sistema de água e identificar vazamento.



Fonte: Elaborado pela autora com base nas informações disponibilizadas pela construtora.

Para a verificação das instalações de água, é realizado o teste de estanqueidade nas instalações executadas. Esse teste consiste em pressurizar a rede de instalação, com 60 mca ou com 1,5 vez a máxima pressão de trabalho estabelecida pelo projeto do empreendimento, conforme orienta a NBR 5626 (ABNT, 2020). Através de um manômetro instalado na rede de água, a pressão é monitorada durante 2 horas, conforme padrão estabelecido pela empresa. Caso a pressão diminua ao longo desse período, o teste é reprovado e o ponto de vazamento é identificado e ajustado, porém, se a pressão se manter constante, a rede é considerada estanque. Na figura 8, é

possível visualizar o manômetro utilizado nos teste de pressurização realizado pela construtora, em um empreendimento em execução.

Figura 8 – Processo de testagem de pressurização das redes de água. Pressão de teste, para esse empreendimento é de 6 kg/cm².



Fonte: Figura disponibilizada pela construtora estudada.

Contudo, mesmo seguindo todos os processos de testagem e de qualidade durante as etapas de execução, o subgrupo de vazamento é o que mais registra falhas de processos, quando observado os dados de assistência técnica. A figura 9 está mostrando a ocorrência de um chamado de vazamento em instalações de água, motivado pela má conexão entre os elementos hidráulicos – processo de soldagem. Como as instalações de água e esgoto desse empreendimento estão contidas no forro rebaixado imediatamente no pavimento inferior, foi necessário intervir em duas unidades para solucionar a falha.

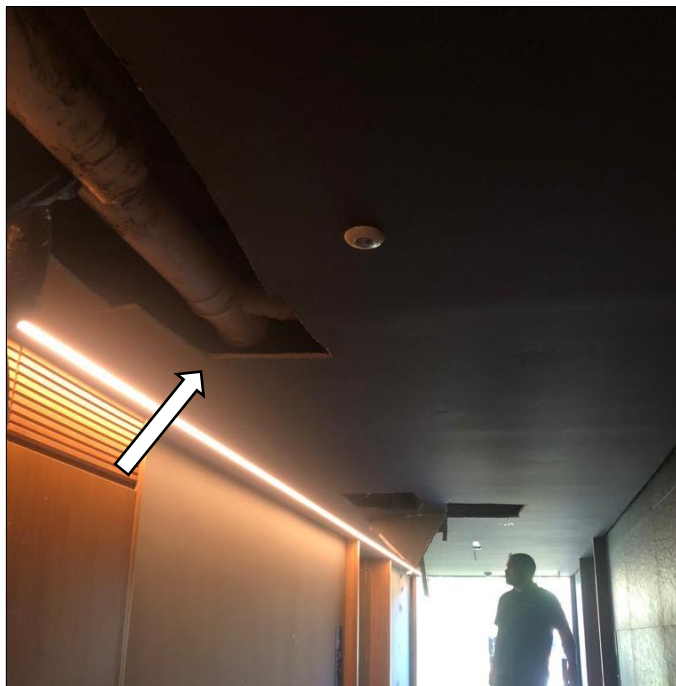
Figura 9 – Vazamento em instalações de água causadas pela falha no processo de soldagem. Indicação presente na figura aponta o vazamento.



Fonte: Figura disponibilizada pela construtora estudada.

Na figura 10 está mostrado o atendimento de um chamado para corrigir um vazamento existente na instalação de esgoto pluvial de um empreendimento. Nesse caso, foi necessário abrir diversos trechos do forro da circulação do pavimento, para realizar o reparo. Após finalizar o ajuste do chamado foi necessário realizar o fechamento do forro e pintar novamente a circulação.

Figura 10 – Conserto em vazamento em instalações de esgoto pluvial, conforme indica a seta.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

Conforme os procedimentos estabelecidos pela empresa e pelos fornecedores de material, não pode haver uso de tubulação de duas marcas diferentes nas instalações, uma vez que cada uma tem suas peculiaridades e produtos específicos, como colas e processos de união.

Na figura 11, foi mostrado uma ocorrência de assistência técnica, no qual havia vazamento na interface da luva e da tubulação. Nesse caso, porém, no momento da execução, foi utilizado materiais de fornecedores diferentes, o que ocasiona a perda da garantia fornecida e compromete a integridade do sistema, uma vez que não foi utilizado os produtos adequados para a instalação.

Figura 11 – Vazamento ocorrido pela utilização de materiais de fornecedores diferentes. Os diferentes tons de verde apontados pela seta indicam que são fornecedores distintos.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

As reclamações relacionadas a vazamentos estão, muitas vezes, associadas a perdas materiais, uma vez que a unidade se encontra ocupada e o vazamento pode danificar mobiliário e forro, como mostra a figura 12. Nessa situação, houve o rompimento da curva da tubulação e todo material que estava na tubulação ficou sobre o forro de gesso acartonado.

Figura 12 – Ocorrência de rompimento da curva existente no ramal de esgoto. As setas indicam a localização do vazamento e o acúmulo de material no forro.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

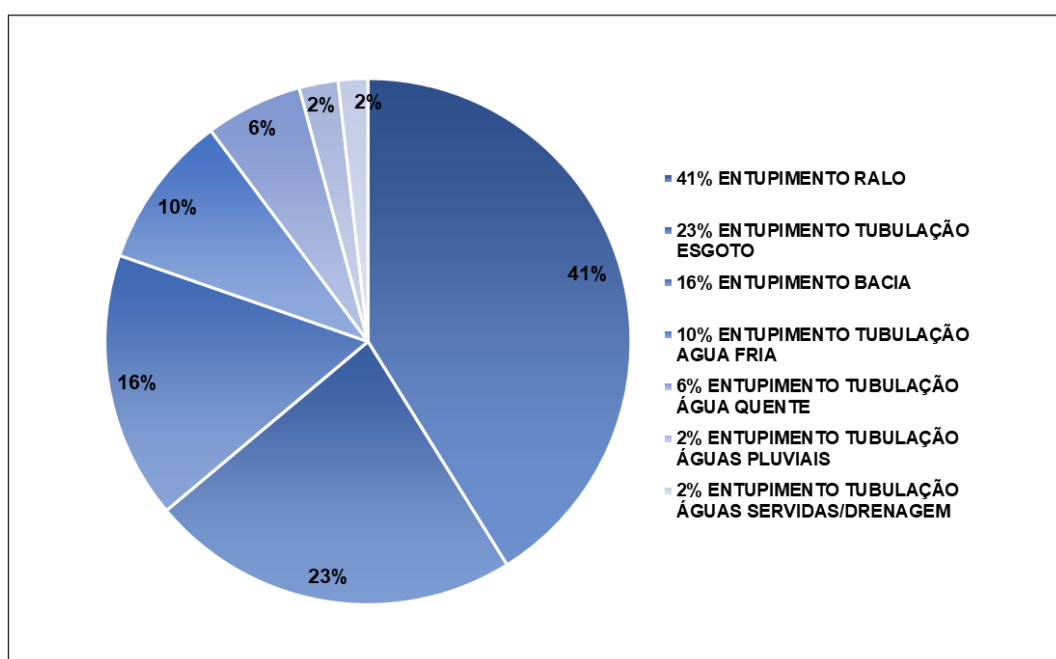
O processo de testagem das instalações da empresa é importante para identificar e corrigir vazamentos existentes, ao longo da execução dos serviços. Todavia, o teste acontece após a finalização das instalações hidrossanitárias, antes do fechamento dos forros de gesso, ou seja, outras atividades que acontecem na sequência e que podem danificar o sistema. As uniões entre tubulações estão suscetíveis a erros humanos, uma vez que essas são executadas através de utilização e operação de equipamentos e materiais específicos, o que torna o sistema propício a vazamentos (BRANDÃO, 2010)

A construtora não conta com processo de testagem final do sistema após a instalação das louças sanitárias, com a utilização de fumaça, como orienta a NBR 8160 (ABNT, 1999). Assim, é importante tornar esse teste procedimento padrão, a fim de realizar uma testagem final no sistema hidrossanitário que compõe a unidade, próximo da data de entrega. Como visto, a ocorrência de vazamento após a entrega do produto acarreta perdas materiais e danifica outros sistemas, como forros e mobiliário, por isso seria importante tornar padrão um segundo teste de estanqueidade dos sistemas.

5.3.2 Entupimento de tubulações de água e esgoto

As manifestações patológicas relacionadas ao entupimento dos sistemas hidráulicos registraram 1.590 ocorrências, sendo a segunda subcausa com o maior número de chamados. Desse número de falhas, as subcausas mais significativas foram: 41% motivadas por entupimento em ralos e 23% por entupimento de tubulações de esgoto doméstico. Na figura 13 está representado a porcentagem que cada subcausa representa do total de chamados do item de entupimento.

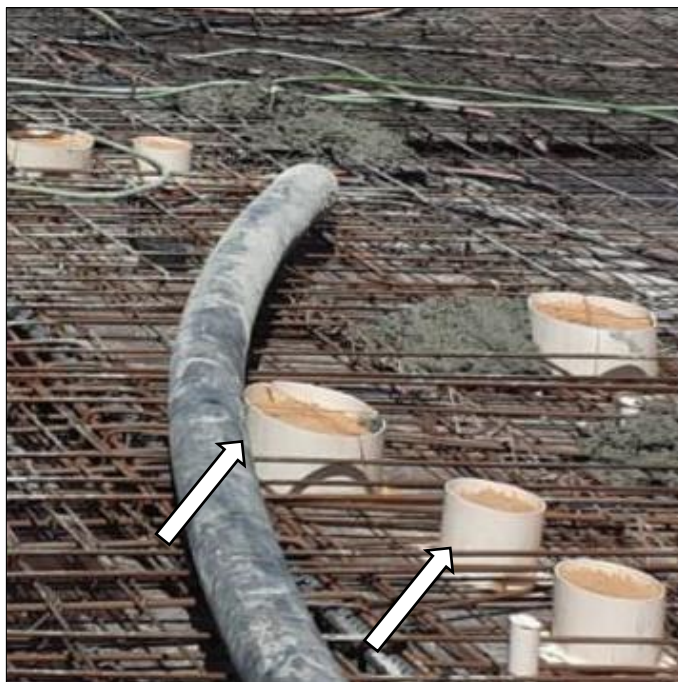
Figura 13 – Subcausas de entupimento dos chamados procedentes.



Fonte: elaborado pela autora com base nos dados da construtora estudada.

Conforme o sequenciamento de atividades padrão de qualidade da construtora, a posição das passagens hidráulicas junto a laje pode ser realizada na concretagem, ou seja, a equipe responsável pela execução das instalações faz a localização das passagens hidráulicas existentes e deixa uma espera para essas, como exemplifica a figura 14. Logo após o processo de desforma da estrutura, que acontece após 28 dias da concretagem, caso o controle tecnológico do concreto indique que o concreto atingiu a resistência estabelecida pelos projetos, é iniciado a execução das colunas de abastecimentos, passagens dos tubos de queda e fixação das caixas sifonadas, como mostra a figura 15.

Figura 14 – Marcação das passagens hidráulicas na laje. Seta indica a passagem para o posicionamento de uma caixa sifonada.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

Figura 15 – Execução das fixações das passagens definitivas. As setas indicam passagens finalizadas e passagens que serão executadas.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

Com a finalização das passagens hidráulicas, o procedimento da empresa orienta para a realização do tamponamento dessas passagens, como mostra a figura 16. De acordo com o cronograma de execução da empresa, após o término das passagens é realizada a elevação de alvenaria, seguido da atividade de reboco interno. Essas atividades podem causar o entupimento da passagem já na fase de execução, por isso a importância de realizar esse fechamento corretamente.

Figura 16 – Tamponamento da passagem do ralo. A seta indica o ralo tamponado.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

Todo processo de testagem de água e esgoto, descrito no item de vazamentos – item 5.3.1 –, também se aplica para identificar possíveis entupimentos nas redes. Como o processo de execução de instalações hidráulicas inicia junto ao início da execução da obra, muitos dos serviços sucessores podem influenciar no entupimento da rede, principalmente serviços que necessitam de argamassa, como assentamento de blocos cerâmicos, chapisco, reboco, gesso corrido e assentamento de cerâmica. Segundo Carvalho Júnior (2021), a causa mais comum de entupimento ocorre pelo acúmulo de material constituído de carbonato de cálcio – calcita. Mesmo seguindo todo o processo de testagem, o setor de assistência técnica identifica situações de entupimento como evidencia-se nas figuras 17 e 18.

Figura 17 – Entupimento de ramal de descarga decorrente do acúmulo de argamassas, como aponta a seta. DN = 100 mm.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

Figura 18 – Entupimento de ramal de descarga decorrente do acúmulo de argamassas, como indica a seta. DN = 100 mm.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

Outra situação recorrente de entupimento registrada pelo setor de assistência técnica é a falha relacionada ao estreitamento da seção transversal da tubulação, diminuindo o diâmetro nominal necessário e projetado. Nas figuras 19 e 20 é possível visualizar duas ocorrências relacionadas ao estreitamento da seção. Em ambos os casos, no momento da execução a tubulação foi torcida para vencer uma curva. Todavia, tal fato ocasiona uma fragilidade no sistema, uma vez que pode ocorrer o acúmulo de material na região, causando o entupimento. Outro ponto é com relação ao dimensionamento do projeto, pois o mesmo não prevê esse traçado e esse estreitamento da seção, o que pode comprometer o desempenho da instalação.

Figura 19 – Estreitamento de uma tubulação de dreno de ar-condicionado de um empreendimento entregue. Tubulação de 25 milímetro de diâmetro nominal.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

Figura 20 – Estreitamento de uma tubulação de um empreendimento entregue.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

A construtora conta com procedimentos de testagem, para reduzir esse tipo de situação, identificando tanto possíveis vazamentos, quanto entupimentos dos sistemas de instalações hidráulicas. Contudo, esse teste também poderia ser realizado junto a data de entrega do empreendimento, uma vez que os serviços realizados na sequência podem contribuir com a ocorrência de entupimento. Assim, sugere-se tornar procedimento padrão a aplicação um segundo teste de estanquidade dos sistemas, próximo da data de entrega da unidade, com intuito de identificar possíveis entupimentos. Também é importante que as equipes recebam a orientação com relação ao tamponamento das passagens, ao longo das execuções, para evitar a entrada de material, como exemplifica a figura 21. Do mesmo modo, as equipes devem estar treinadas e cientes da necessidade de atender e respeitar as informações contidas nos projetos e procedimentos da empresa.

Figura 21 – Tamponamento das passagens hidráulicas para evitar entupimento.

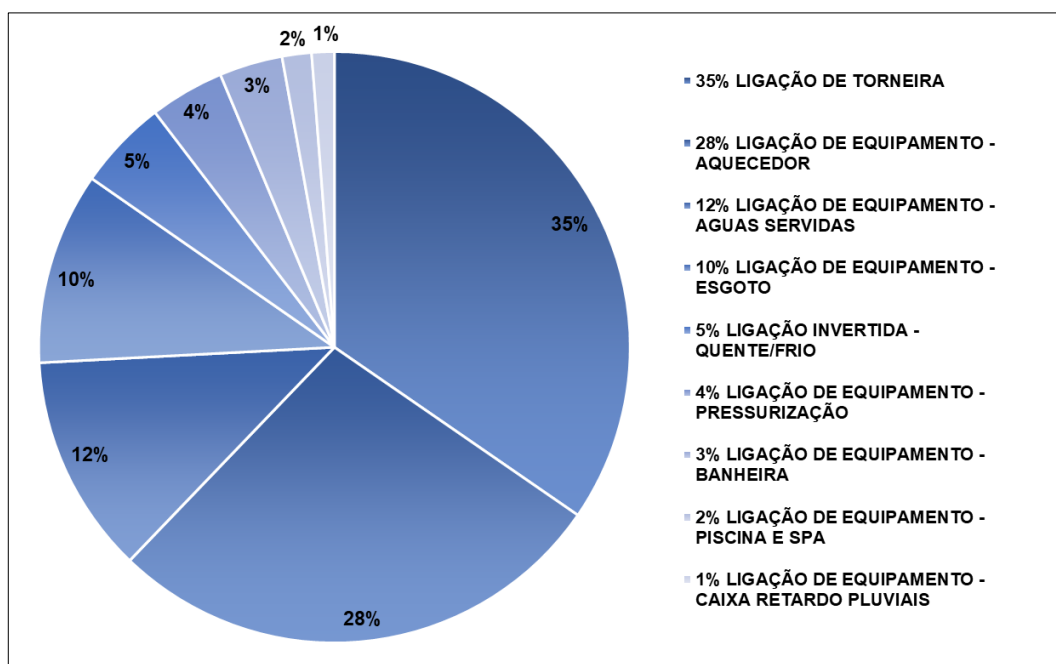


Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

5.3.3 Falha de ligação de equipamentos

Com base nos chamados analisados, 812 ocorrências de falhas são relacionadas a problemas de ligação de equipamentos hidrossanitários. Alguns acabamentos e equipamentos hidrossanitários são entregues junto às unidades, como louças e metais de acabamentos hidrossanitários. Por conseguinte, equipamentos como aquecedor de passagem não são entregues juntamente com o imóvel adquirido. Na figura 22, é possível visualizar o gráfico da distribuição dos chamados de acordo com a subcausa da manifestação patológica.

Figura 22 – Subcausas das falhas de ligação de equipamentos.



Fonte: elaborado pela autora com base nos dados da construtora estudada.

Dos chamados apropriados nas subcausas de falha de ligação, 35% são chamados relacionados à ligação de torneiras e 28% são de ocorrências de falhas de ligação de aquecedor de passagem. Os chamados relacionados à instalação de torneiras, em sua maioria, estão relacionados a má conexão entre os elementos da torneira ou a incorreta vedação entre a interface da torneira e do seu substrato de fixação. Como a empresa entrega os metais sanitários juntos ao imóvel, esses também são cobertos pelos prazos de garantia oferecidos. O misturador de água de monocomando é um dispositivo hidráulico que requer atenção com relação a possíveis sobrepressões, motivadas pelo fechamento rápido do sistema, uma vez que pode haver falhas decorrentes do golpe de aríete (CARVALHO, 2021, p.98).

Quanto aos chamados relacionados à instalação de aquecedores de passagem, a responsabilidade pela instalação é do proprietário, contudo problemas relacionados à vazamento nas conexões da ligação entre tubulação e equipamento são recorrentes nesse tipo equipamento.

A construtora conta com procedimentos internos de instalação e vedação de metais hidrossanitários, os quais são repassados para as equipes de execução através de treinamentos no início das atividades. Porém, as atividades que acontecem na sequência da instalação dos metais podem danificar e comprometer a ligação deles.

Assim, seria importante fazer uma verificação final das unidades, a fim de localizar esses pontos de falhas nas instalações, através de testes hidráulicos. Com relação às ocorrências referentes à ligação de aquecedor de passagem, a construtora orienta o proprietário quanto ao tipo de equipamento que deve ser adquirido e como realizar a ligação com o sistema entregue, por meio do manual do proprietário.

5.3.4 Aperto de metais

No fluxograma de execução de serviços da construtora, a instalação de metais e acessórios é a última etapa do processo de instalações hidráulicas, uma vez que se trata de acabamentos dos sistemas hidráulicos que integram um imóvel. Após a finalização da primeira etapa de pintura de cada espaço, é realizada a instalação dos metais, como orienta o procedimento da empresa e com base nas instruções do fabricante. Assim, para exemplificar o sequenciamento das etapas de instalação, na figura 23 é possível visualizar o passo a passo para a instalação de uma torneira.

Figura 23 - Sequenciamento para instalação de uma torneira de cozinha.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

Até o momento da entrega da unidade, os metais ficam protegidos por uma bolsa de tecido, como mostra a figura 24. Assim, evita-se que o material possa ser riscado ou ter contato com alguma substância que possam interferir na sua integridade. Por se tratar de um material de acabamento visível, é necessário uma maior atenção no momento da instalação e na proteção do mesmo.

Figura 24 - Imagem de um metal sanitário protegido.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

Durante o período analisado, os apertos dos acabamentos de metais sanitários totalizaram 517 falhas procedentes. Essas falhas estão concentradas nos apertos das conexões existentes em torneiras, acabamentos de registros, válvulas de escoamento e chuveiros entregues. O fator que promove maior volume de chamado nesse subgrupo está relacionado a problemas decorrentes da fixação da canopla, que promove o acabamento do metal junto a sua base de fixação, conforme mostra as figuras 25, 26 e 27.

Figura 25 - Imagem de um metal com a canopla solta, como indicado pela seta.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

Figura 26 - Imagem de um metal com a canopla danificada.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

Figura 27 - Imagem de um metal com a canopla solta.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

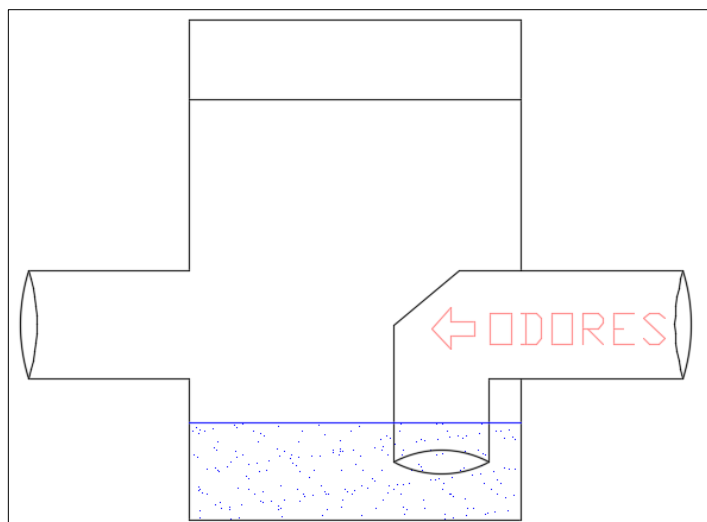
A empresa conta com procedimentos próprios de execução de acabamentos de metais sanitários, com base nas orientações dos fabricantes. Todavia, mesmo com o procedimento consolidado, a construtora concentra um número elevado de chamados dessa tipologia. Essas ocorrências podem ser minimizadas, se os colaboradores forem treinados com maior frequência, com o intuito de comprometer as equipes de execução ao cumprimento do procedimento existente. Por se tratar de um material frágil de acabamento, outro ponto importante seria considerar, no cronograma da obra, a instalação do metal o mais próximo possível da data de entrega do imóvel, evitando assim que outros serviços possam danificá-lo. Por fim, necessário que seja feita uma verificação final nas unidades, sugere-se que seja realizado a verificação através da aplicabilidade de um *check-list* hidrossanitário.

5.3.5 Falha de sifonagem em ralos

Do número total de chamados analisados, 341 ocorrências de assistência técnica foram motivadas pelos ajustes ou inexistências do sifão, na caixa sifonada. Conforme estudo realizado por Canido (2012) em um conjunto habitacional, 26% das manifestações patológicas identificadas através da aplicação de um *check-list* são provenientes de odores causados pela falha de sifonagem. O sifão, juntamente com o fecho hídrico existente, tem a função de evitar o retorno de odores pela tubulação

de esgoto, como evidencia o esquema das partes que compõe a caixa sifonada presente na figura 28.

Figura 28 - Esquema das partes que compõe a caixa sifonada.



Fonte: Elaborado pela autora.

A instalação do sifão na caixa acontece, de acordo com o sequenciamento de atividades, após a limpeza dos ralos, ou seja, junto da data de entrega do imóvel ao proprietário. Contudo, mesmo sendo uma atividade simples, a empresa registra um elevado número de chamados de assistência causados pela inexistência do sifão e do fecho hídrico. As figuras 29, 30 e 31 foram tiradas no atendimento de três chamados diferentes, na primeira figura a caixa sifonada foi entregue sem fecho hídrico e sem sifão, na segunda com fecho e sem sifão e na terceira foi entregue com sifão e com fecho hídrico, porém o sifão não ultrapassava o nível da água, ou seja, o sifão não estava adequado para a tipologia de caixa sifonada entregue.

Figura 29 - Ralo entregue com fecho hídrico e sem sifão.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

Figura 30 - Ralo entregue sem fecho hídrico e sem sifão.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

Figura 31 - Ralo entregue com fecho hídrico com sifão inadequado.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

O alto número de ocorrências de manifestações patológicas nos sistemas hidráulicos causados pela ausência de sifão nos ralos é motivado pela falha na conferência desse serviço, no momento da entrega. Esse número pode ser minimizado caso exista uma maior cobrança e inspeção por parte das equipes, quanto a correta sifonagem dos ralos entregues. É necessário que seja feita uma verificação final nas unidades, sugere-se que seja realizado a verificação através da aplicabilidade de um *check-list* hidrossanitário, para certificação de que itens, como sifão e fecho hídrico, estão devidamente instalados.

5.3.6 Material de louças

Todos os materiais entregues nos canteiros de obras da construtora passam pela verificação de qualidade e integridade, com base nos procedimentos da empresa e orientações do fornecedor. As louças, por se tratar de um material cerâmico e frágil, podem ser danificadas caso não forem manuseadas e transportadas corretamente. As falhas relacionadas a materiais estão associadas ao não atendimento de procedimentos de aquisição e armazenamento e a fabricação das peças (GNIPPER, 2010). Apesar disso, muitos defeitos nas peças entregues são visualizados apenas no momento da instalação e da utilização do material.

Durante o período de análise do presente trabalho, foram detectadas 285 ocorrências de chamados decorrentes das falhas de material de louças. Mesmo que o fornecedor ofereça garantia de material e faça a substituição da louça, é danoso para a imagem da empresa a entrega de um material defeituoso, pois gera transtornos para o cliente e para a construtora. Nas figuras 32, 33, 34 e 35, pode ser observado algumas das principais falhas registradas nas louças entregues.

Na figura 32, foi identificado uma falha visual na bacia sanitária, conforme indicado na figura. A figura 33 mostra uma irregularidade na superfície onde vai ser realizada a união da bacia sanitária com a caixa acoplada, impedindo a correta vedação da junção entre as duas louças. Outra falha recorrente entre os chamados da empresa é o vazamento que ocorre devido as irregularidades entre aberturas de fixação, como mostra a figura 34. Por fim, a figura 35 evidencia as variabilidades de geometria de abertura, que é outro fator agravante na correta instalação e vedação do sistema entregue.

Figura 32 - Falha visual na louça entregue.



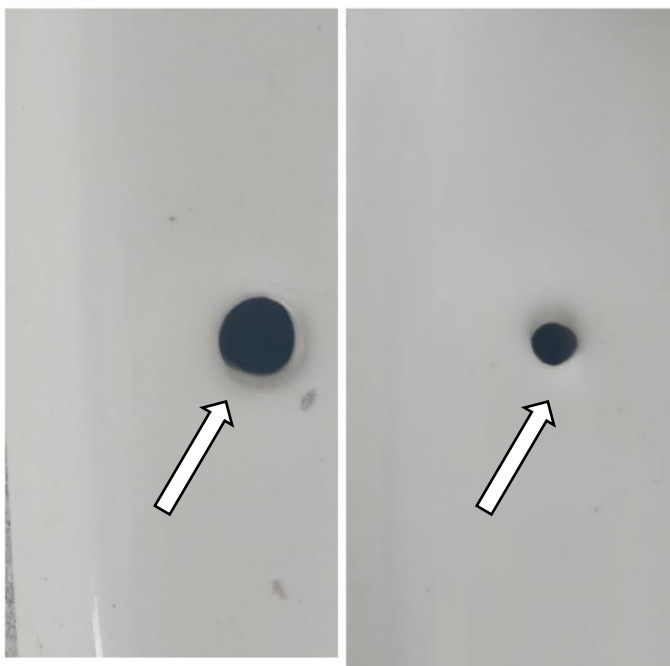
Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

Figura 33 - Falha de terminalidade do material, impedindo a correta vedação.



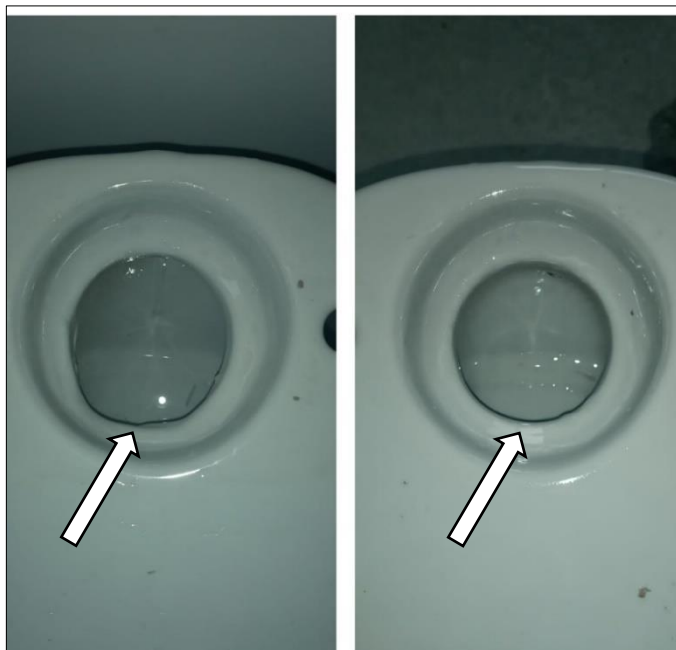
Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

Figura 34 - Furos para fixação de tamanhos e formatos irregulares.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

Figura 35 - Abertura irregular em bacias sanitárias. Seta da esquerda representa a abertura desconforme a da direita a abertura conforme.



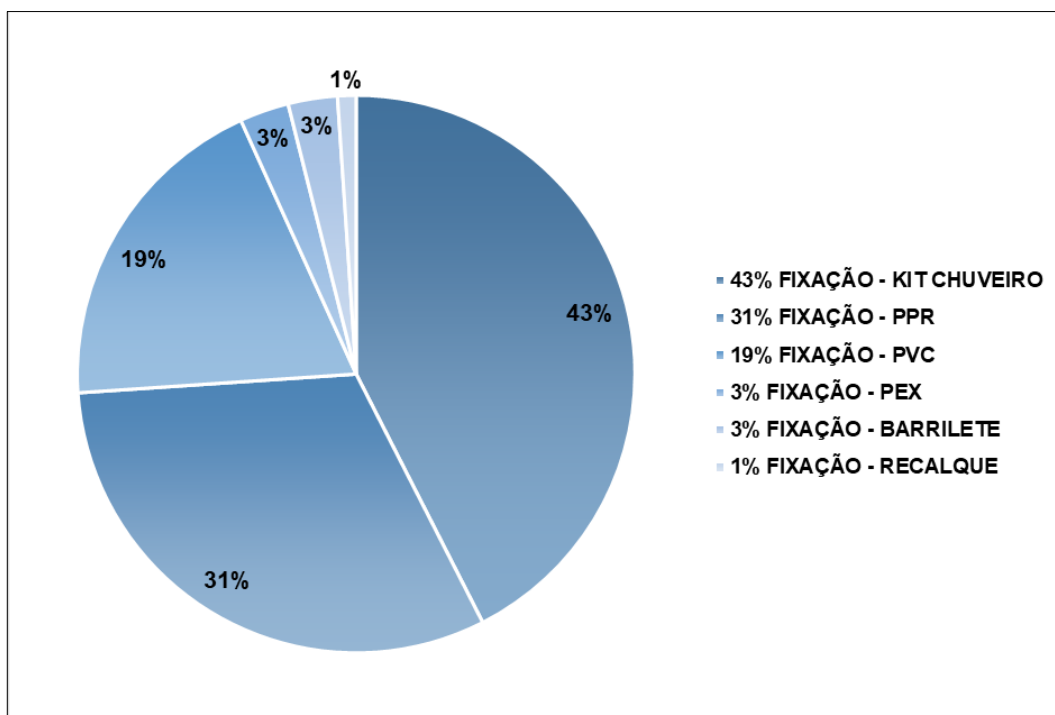
Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

As falhas de material identificada nos chamados de assistência técnica da empresa, se identificadas dentro do prazo de garantia, são trocadas pelo fornecedor, porém o gasto com a substituição da louça junto a unidade do cliente é de responsabilidade da construtora. Para evitar esse transtorno para empresa, é necessário que a equipe de almoxarifado seja treinada quanto aos procedimentos de recebimento e integridade das peças de louças. Também seria importante que a equipe de instalação hidrossanitária acompanhasse a conferência do material no ato da entrega, identificando as louças que apresentam irregularidades, para solicitar a troca.

5.3.7 Fixação de tubulação

As manifestações patológicas nos sistemas hidrossanitários relacionados a má fixação dos elementos totalizaram 280 ocorrências. Problemas de fixação em kit de chuveiro e de fixação de PPR – tubulação de Polipropileno Copolímero Random – somados totalizam 74% das ocorrências. Na figura 36 é possível visualizar as subcausas das falhas relacionadas a fixação e quanto cada uma representa do volume final de chamados analisados desse grupo.

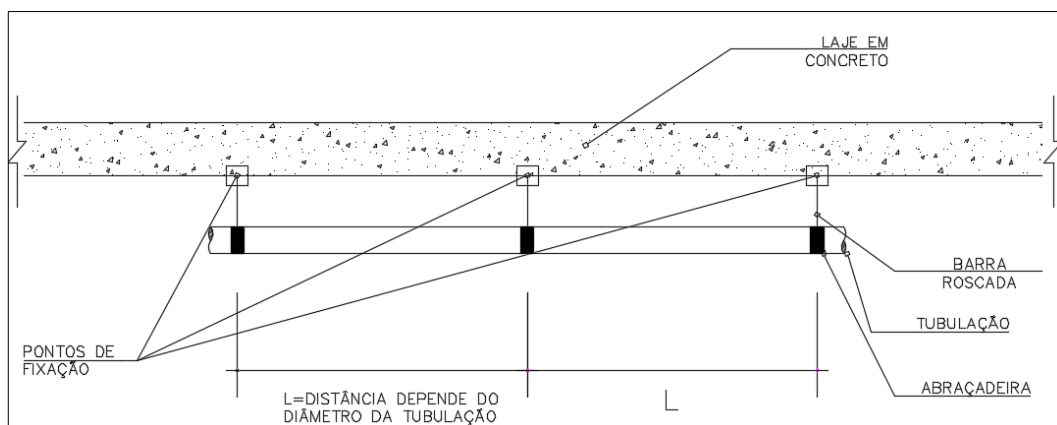
Figura 36 - Ocorrências relacionadas a fixação dos elementos hidráulicos.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

A NBR 15575-6 (ABNT, 2021) estabelece os requisitos mínimos para o atendimento ao desempenho das instalações hidráulicas. Para garantir o desempenho acústico das tubulações, uma vez que elas vibram com passagem de água e na condução de esgoto, a construtora dispõe de procedimentos próprios para orientar as equipes quanto à fixação das tubulações de água e esgoto horizontais e verticais, com base no diâmetro nominal da tubulação e como orienta a norma. Na figura 37, é possível observar um detalhamento de como é realizada a fixação das tubulações suspensas em lajes. Em tubulações horizontais fixadas por abraçadeiras, é indicado que o espaçamento entre elas seja 10 vezes o diâmetro da tubulação (CARVALHO, 2021).

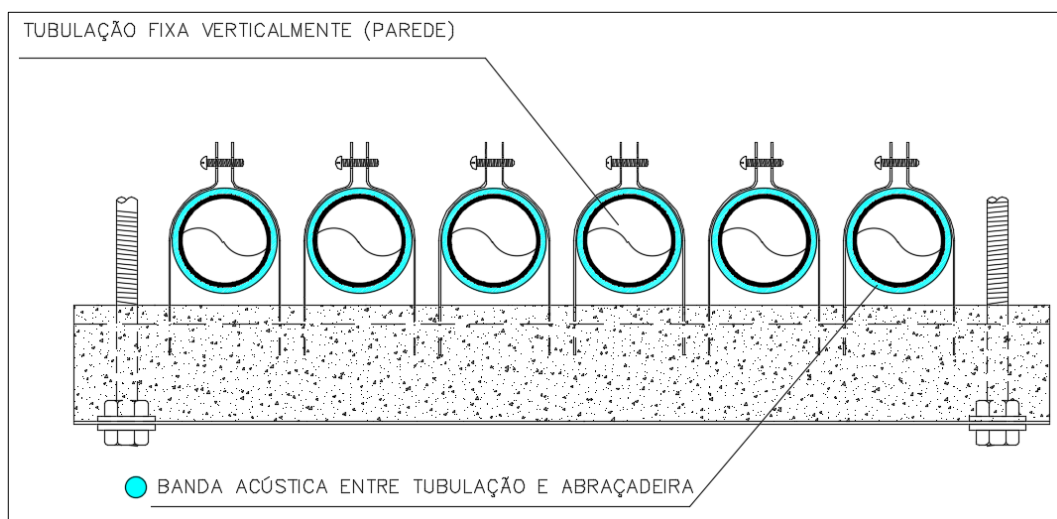
Figura 37 - Detalhe de fixação de tubulações suspensas.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

Para a fixação de tubulações verticais, a empresa segue o detalhamento presente na figura 38. Para tubulações verticais fixas com abraçadeiras, é recomendada a fixação a cada dois metros de tubulação (Carvalho, 2021). Nesse caso, entre a abraçadeira e a tubulação é posicionado uma banda acústica que serve para absorver os ruídos causados pela vibração da tubulação. Caso a tubulação tenha contato direto com a abraçadeira, é possível que haja a emissão de ruídos, tornando o ambiente desconfortável acusticamente.

Figura 38 - Detalhe de fixação de tubulações verticais, fixas na parede.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

Mesmo a empresa contando com procedimentos internos de fixação, com base nas normativas vigentes, as ocorrências de falhas causadas por problemas de fixação de elementos hidrossanitários são representativos no volume de chamados analisados. Na figura 39, pode-se visualizar uma ocorrência de manifestação patológica motivada

pela incorreta fixação das tubulações de água quente e fria da unidade, uma vez que as abraçadeiras estavam soltas.

Figura 39 - Fixação de tubulações de água soltas, como apontado. DN = 32 mm.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

Nas figuras 40 e 41 são dois exemplos de chamados de assistência técnica causados pela fixação inadequada de tubulações verticais. Na primeira, foi identificado a falta de banda acústica entre a tubulação e a abraçadeira, causando desconforto acústico nos usuários. Já na segunda imagem, a ocorrência foi motivada pela falta de fixação do elemento hidrossanitário.

Figura 40 - Falta da banca acústica entre abraçadeira e tubulação. DN = 100 mm.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

Figura 41 - Falta de fixação da tubulação indicada. DN = 100 mm.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

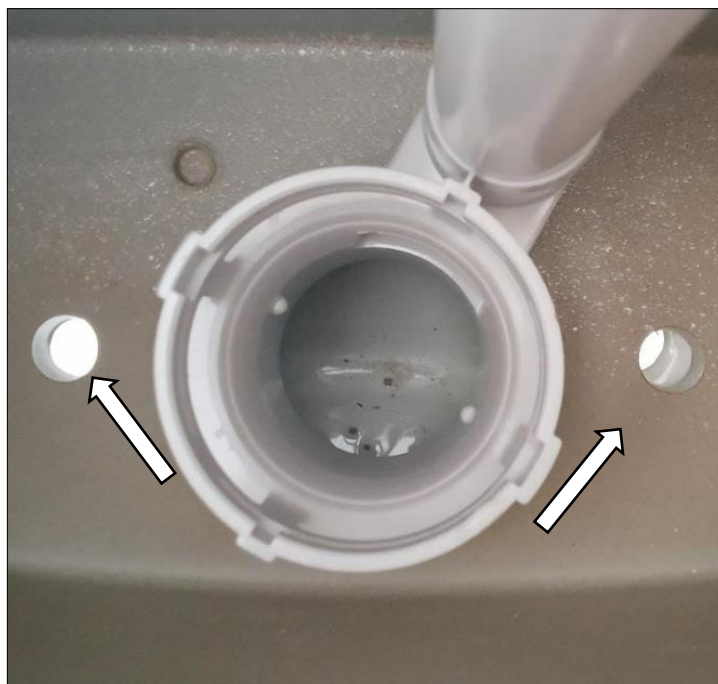
Para as ocorrências causadas pela incorreta fixação do sistema hidrossanitário, uma das formas mais eficazes de minimizar essas falhas são as corretas conferências pelas equipes que atuam no canteiro de obra. A maioria dos chamados relacionados

a fixação são motivados pelo não cumprimento dos processos da empresa. Assim, para diminuir esse número de falhas, é imprescindível que cada serviço seja conferido, conforme os projetos e procedimentos da empresa, para assim liberar a atividade prevista na sequência.

5.3.8 Regulagem de caixa acoplada

Dos chamados analisados no período, 266 foram para falha de regulagem de caixa acoplada. Esses chamados estão associados ao funcionamento da caixa acoplada e à vedação entre caixa e a bacia sanitária. Na figura 42, pode-se visualizar a divergência entre a furação entre a caixa e a bacia. Tal situação, pode ocasionar o vazamento de água pelos parafusos da junção das duas peças cerâmicas – bacia sanitária e caixa acoplada.

Figura 42 - Divergência entre a furação entre a caixa e a bacia sanitária.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

Na situação descrita anteriormente, se identificada dentro do prazo de garantia fornecido pelo fabricante, a construtora solicita a troca da peça cerâmica. Contudo, é essencial a verificação dessa divergência no momento da entrega das peças e na instalação, evitando assim problemas de manifestações patológicas e de assistência técnica. A construtora estudada conta com procedimento de recebimento e

armazenamento de louças, bem como de instalação. Assim, cabe às equipes de canteiro realizar treinamentos desses procedimentos com as equipes de execução.

Outro problema encontrado nos chamados de assistência técnica da empresa é o vazamento contínuo da água pela parede da bacia sanitária. Isso acontece devido a regulagem do sistema presente dentro da caixa acoplada. Após o acionamento da descarga, a boia presente internamente deve vedar automaticamente a saída de água. Esse tipo de vazamento pode ser identificado visualmente, quando se trata de uma vazão considerável de água que está correndo. Contudo, há vazamentos que são difíceis de identificar, quando se trata de pequenas vazões. Nesse caso, pode-se identificar por meio do uso de um corante, o qual é colocado na água presente na caixa acoplada e se a cor do corante for observada na bacia sanitária é constatado o vazamento, o que pode estar relacionado com a regulagem do mecanismo presente no interior da caixa (Carvalho, 2021). Na figura 43, está exemplificado o funcionamento desse teste.

Figura 43 - Esquema de teste de vazamento de caixa acoplada.



Fonte: elaborado pela autora com base no teste de vazamento de caixa acoplada (CARVALHO, 2021).

O teste de vazamento de caixa acoplada não é executado e não faz parte do procedimento padrão da empresa. Por se tratar de um teste simples e que não tem elevado custo agregado, sua implementação é uma alternativa para minimizar as ocorrências relacionadas à regulagem de caixa acoplada. Há estudos que apontam que as bacias sanitárias são responsáveis por 30% do consumo de água dos domicílios brasileiros (CARVALHO, 2021). Por isso, nota-se a importância do teste

para identificar possíveis vazamentos após a instalação do sistema, para a minimização do desperdício.

5.3.9 Ralo quebrado

No subgrupo de causas de ocorrências, foi registrado 224 ocorrências de ralos quebrados, durante o período estudado. O processo de execução de instalação de ralos inicia, na maioria das obras da construtora, com a execução da estrutura de concreto armado - atividade de marcação das passagens hidráulicas. Contudo, muitas atividades têm interferência direta com essa instalação, como a execução de impermeabilização, assentamento de revestimento cerâmico e limpeza pré-entrega da unidade. Dessa maneira, é necessário que as equipes estejam orientadas quanto a sensibilidade e os cuidados que devem ser tomados no momento dessa interface de execução com esse sistema, evitando que a caixa sifonada seja danificada, como exemplifica as figuras 44 e 45.

Figura 44 - Ralo danificado, como indica a seta.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

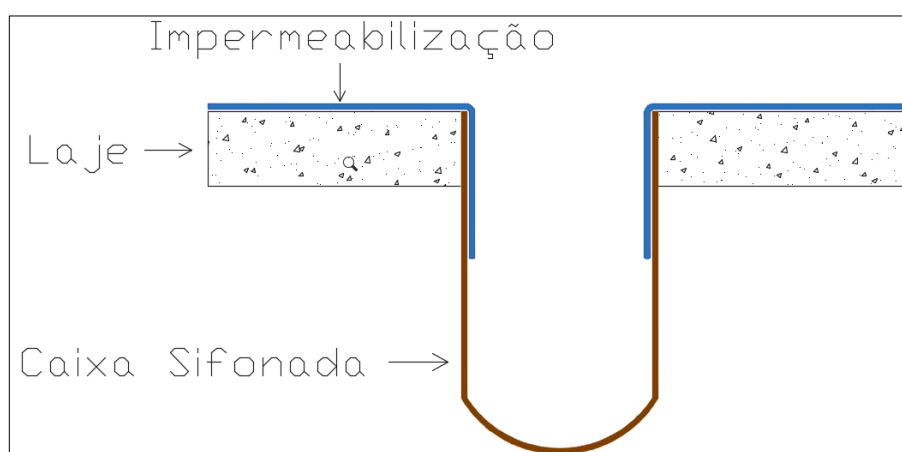
Figura 45 - Ralo danificado.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

No cronograma de execução, após a finalização das execuções das instalações e mão de obra bruta, é realizado o processo de impermeabilização das áreas molhadas. Nesse momento, é necessário realizar o corte da proteção existente nos ralos, visto que o sistema de impermeabilização precisa garantir a correta vedação da interface entre a caixa sifonada e a laje, como mostra a figura 46.

Figura 46 - Esquema de impermeabilização de caixa sifonada.

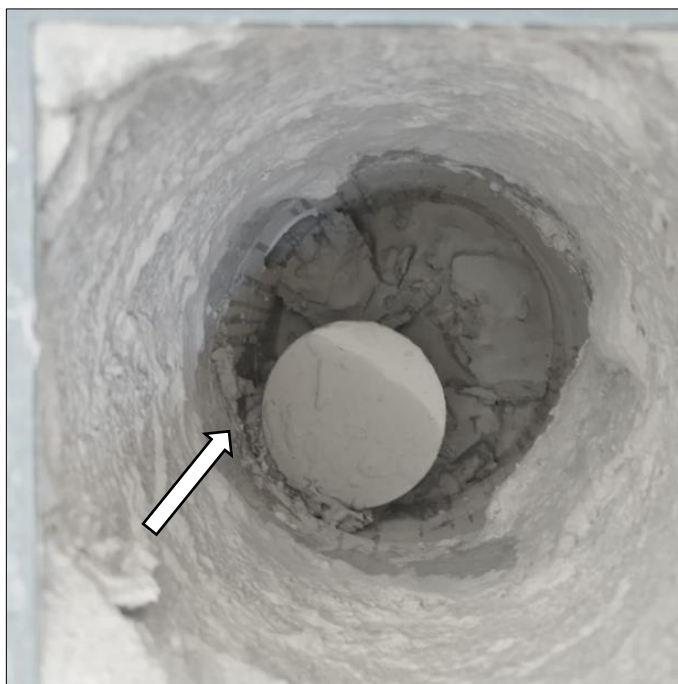


Fonte: Elaborado pela autora com base nos procedimentos da construtora.

Com os testes de estanqueidade dos sistemas de impermeabilização finalizados e aprovados, é liberado a realização da atividade de revestimento cerâmico e de

porcelanato. Comumente, tanto no processo de impermeabilização quanto na atividade de revestimento cerâmico, pode haver um acúmulo de material dentro dos ralos, como mostra a figura 47 e 48.

Figura 47 - Acúmulo de materiais na caixa sifonada.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

Figura 48 - Acúmulo de argamassa de assentamento cerâmico na região do ralo.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

Finalizada a etapa de execução de revestimento cerâmico, pode-se iniciar o processo de limpeza das caixas sifonadas. Todavia, por vezes acontece do ralo ser danificado nesse processo, uma vez que a equipe de limpeza precisa retirar o material acumulado no ralo. Por se tratar de um material rígido e seco, o ralo pode ser facilmente quebrado, pois é necessário utilizar de força e atrito para retirar o material endurecido no fundo dele. Na figura 49, pode-se observar um exemplo de ralo que foi danificado nesse processo.

Figura 49 - Ralo (caixa sifonada) danificado no momento da limpeza.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

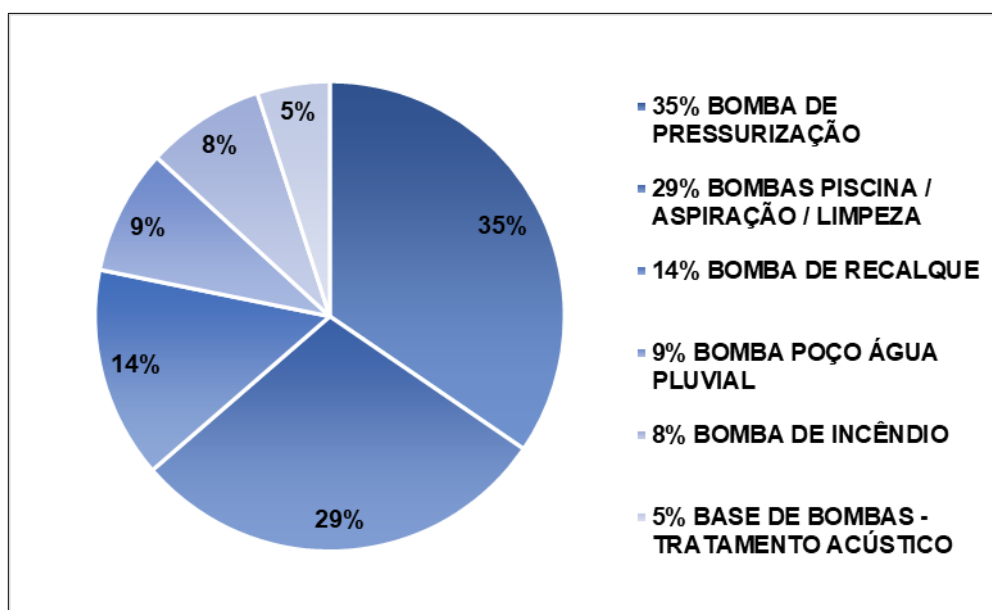
Conforme descrito, muitos fatores podem corroborar na falha de integridade do ralo, uma vez que existem vários processos de execução que dependem da sua instalação e podem danificá-lo. Essas falhas, que podem ser identificadas durante o processo de execução, são ocasionadas devido a interferências com outros sistemas e a falta de instrução das equipes (GNIPPER, 2010). A construtora conta com processos de testagem de todos os sistemas hidrossanitários entregues, ao longo das execuções, algo que antecipa a resolução de falhas que seriam sinalizadas pelos clientes. Contudo, é necessário que todas as equipes que trabalham direta ou indiretamente com esse sistema recebam treinamentos e sejam orientadas quanto ao seu cuidado. A equipe de limpeza, em especial, deve receber orientação específica com relação a limpeza dos ralos, uma vez que se pode facilmente trincar a caixa sifonada no momento da retirada de materiais que possam estar acumulados e aderidos a ela.

5.3.10 Funcionamento e instalação de bombas

As reclamações envolvendo o funcionamento de bombas atingiram 220 registros, no período de análise. As ocorrências relacionadas às bombas entregues estão associadas, na maioria dos casos, ao seu funcionamento e regulagem. De modo geral, as bombas que são entregues junto aos empreendimentos, para o

funcionamento dos sistemas hidráulicos são: conjunto de bombas de recalque, conjunto de bombas para os sistemas de incêndio, bombas pressurizadoras e bombas para o sistema de piscina. Na figura 50 está representado um gráfico que relaciona o quanto cada sistema de bomba representa no volume de ocorrências de manifestações patológicas.

Figura 50 - Gráfico de ocorrências de chamados para sistema de bombas.

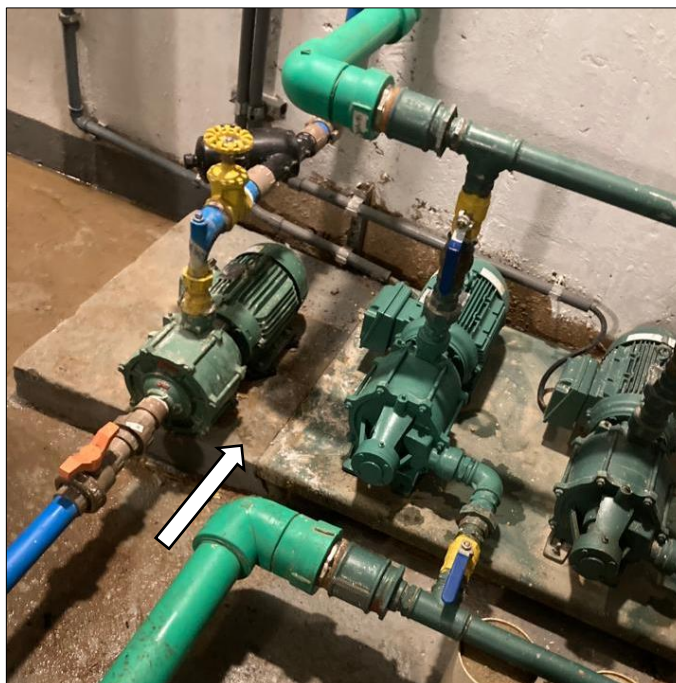


Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados disponibilizados pela construtora.

Os desempenhos das bombas entregues são essenciais para o funcionamento do condomínio. Em vista disso, chamados relacionados a infraestrutura do condomínio são tratados como prioridade pela construtora, uma vez que impactam em todos os usuários da edificação. Por se tratar de problemas de maior complexidade, no caso de ajuste de bombas, a construtora contrata profissionais devidamente habilitados para realização desses reparos.

Além dos chamados relacionados ao funcionamento das bombas, foi registrado 11 chamados de reclamações quanto à vibração causada pelas bombas. Nos projetos de desempenho acústico é verificado o atendimento a NBR 15575-6 (ABNT, 2021), com relação a trepidação causada pela bomba. Caso a estrutura não atenda ao desempenho esperado, é projetado tratamento acústico junto às bases das bombas, ou seja, instalação de amortecedores. Na figura 51, é exemplificado o caso de uma bomba que foi entregue sem o tratamento adequado.

Figura 51 - Bomba entregue sem o tratamento acústico, como indicado pela seta.



Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

Nesse tipo de falha, pode ter acontecido um erro de execução ou um erro de dimensionamento de projeto. Uma vez existente, a informação da necessidade de tratamento acústico junto ao projeto deve ser executada. Contudo, mesmo caracterizando-se como um chamado de instalações hidráulicas, a necessidade de base acústica para bombas está contida nos projetos de desempenho acústico, na maioria dos casos. Dessa forma, é importante que essas informações também estejam compreendidas nos projetos hidrossanitários, para que a equipe de instalações considere o tratamento acústico no ato da instalação das bombas.

5.4 ANÁLISE QUANTITATIVA DO BANCO DE DADOS: ÊNFASE EM TIPO DE EMPREENDIMENTO, MÃO DE OBRA E MATERIAL

A empresa estudada atua na melhoria do seu processo de execução de serviços com o intuito de minimizar o número de ocorrências de manifestações patológicas nos sistemas entregues. Para entender como é o desempenho de cada empreendimento entregue com relação às falhas encontradas, é utilizado o banco de dados de chamados procedentes, alimentado pelo setor de assistência técnica. Por isso a importância da análise técnica desses indicadores por parte da equipe de engenharia da empresa.

Com base nos dados das ocorrências de assistência técnica da construtora, foi analisado que o maior número de ocorrências de falhas procedentes concentra-se nos empreendimentos de ocupação residencial. Quando comparado, o número de chamados de dois empreendimentos entregues na mesma época utilizando a mesma equipe de mão de obra, o número de chamados a cada 1.000 metros quadrados de área construída para a ocupação residencial foi de 19,38, enquanto para a ocupação comercial foi de 3,93 chamados. Na tabela 3, encontra-se os dados observados e considerados para o estudo.

Tabela 3 - Comparação de dados de empreendimento residencial e comercial.

Chamados procedentes por tipo de ocupação – Residencial e Comercial				
Empreendimento	Data de entrega	Área (m²)	Chamados	Chamados/1.000 m²
Residencial	Outubro/2019	14.807	287	19,38
Comercial	Setembro/2019	57.417	226	3,93

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da construtora.

Para minimizar esse número de reclamações, algumas mudanças foram adotadas pela empresa como a mudança do tipo de mão de obra empregada e dos materiais utilizados. Após entender que os chamados se concentram nos empreendimentos residenciais entregues, a construtora investiu na criação de uma empreiteira própria de mão de obra de instalações hidrossanitárias, para atuar, primeiramente, nas construções de edificações residenciais. Desse modo, na sequência está descrito um comparativo, em termos de volume de ocorrências de manifestação patológicas, de quatro empreendimentos residenciais entregues utilizando de mão de obra própria, e quatro utilizando mão de obra terceirizada.

Outra mudança que a empresa realizou, para estudar uma possível diminuição no número de chamados, foi executar as instalações de água quente e fria de um empreendimento com material flexível, do tipo PEX- Polietileno Reticulado. Com base no volume de chamados que esse empreendimento registrou, comparando com outro empreendimento que foi executado com sistema rígido, nos próximos itens será realizado uma análise quantitativa do desempenho em termos de manifestações patológicas dos dois empreendimentos.

5.4.1 Emprego de mão de obra própria e terceirizada

Até o ano de 2017 a construtora trabalhava apenas com a terceirização das execuções dos serviços. Nesse ano, com base no volume de chamados relacionados às instalações hidrossanitárias entregues, a construtora investiu na criação de uma empresa de mão de obra própria, responsável pela mão de obra de execução de atividades hidráulicas. As ocorrências de falhas motivadas por irregularidades no processo de execução representam 52% do total de manifestações, segundo Carmona Filho e Marega (*apud* GNIPPER, 2010). Quando ocorre uma elevada rotatividade de equipes, por causa de despensas ou transferências, a construtora perde parte do conhecimento adquirido (FANTINATTI, 2008). Assim, o principal objetivo de possuir uma empreiteira própria de mão de obra é treinar e solidificar a equipe com relação ao atendimento das premissas e critérios estabelecidos pelos procedimentos da construtora, visando um melhor desempenho técnico.

A empreiteira de mão de obra própria de instalações entregou, dentro do período estudado, quatro empreendimentos residenciais. Na tabela 4, podem ser visualizadas as informações de área, mês e ano da emissão da carta de habitação e número de chamados registrados até fevereiro de 2023, para os empreendimentos entregues utilizando da mão de obra própria. Para os quatro empreendimentos, foram registradas 698 falhas procedentes, distribuídos em 67.357,67 metros quadrados de área construída. Na tabela 4, constam os dados utilizados para realizar a análise.

Tabela 4 - Informações dos empreendimentos residenciais entregues em que foi utilizado mão de obra própria.

Mão de obra própria – Empreendimentos Residenciais				
Empreendimento	Área (m²)	Data de entrega	Nº de chamados	Nº de chamados/1.000 m²
A	7593,87	Julho/2020	142	18,69
B	30370	Abril/2022	226	7,44
C	16599,95	Junho/2021	212	12,77
D	12793,85	Novembro/2021	118	9,22
Somatório	67357,67	-	698	
Número de chamados total/1.000 m²		10,36 chamados/1.000 m² de área construída		

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da construtora.

Para realizar a análise com relação ao emprego da mão de obra, foi analisado 4 empreendimentos residenciais entregues com a utilização de mão de obra terceirizada. Os quatro empreendimentos totalizaram uma área de 78.885,86 metros quadrados de área construída e foram entregues conforme as datas descritas na tabela 5. Durante o período estudado, os 4 empreendimentos registraram 1.426 ocorrências de manifestações patológicas nos sistemas hidrossanitários.

Tabela 5 - Informações dos empreendimentos residenciais entregues que foi utilizado mão de obra terceirizada.

Mão de obra terceirizada – Empreendimentos Residenciais				
Empreendimento	Área (m²)	Data de entrega	Nº de chamados	Nº de chamados/1.000 m²
1	17788,72	Abril/2022	142	7,98
2	28273,1	Março/2021	484	17,12
3	18016,35	Abril/2019	448	24,86
4	14807,69	Outubro/2019	287	19,38
Somatório	78885,86	-	1426	
Número de chamados total/1.000 m²		18,07 chamados/1.000 m² de área construída		

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da construtora.

Com base na análise das duas tabelas, elaboradas para entender o desempenho em número de chamados dos empreendimentos que utilizaram mão de obra própria e terceirizada, tem-se que, para os empreendimentos entregues com mão de obra própria, foi registrado 10,36 chamados a cada 1.000 metros quadrados de área construída. Para os empreendimentos entregues com mão de obra terceirizada, entretanto, a construtora registrou 18,07 chamados para a mesma área.

Considerando que o período de entrega dos empreendimentos utilizados na análise foi similar, o número de chamados nos empreendimentos entregues com mão de obra própria é, aproximadamente, 43% menor que os chamados registrados em empreendimentos que utilizaram mão de obra terceirizada. Por conseguinte, é possível identificar que houve uma melhora na performance técnica no que tange a manifestações patológicas nos sistemas hidráulicos dos empreendimentos em que foram empregadas mão de obra própria. Assim, pode-se observar que o objetivo da

empresa com a criação da empreiteira própria está sendo atingido, uma vez que o número de ocorrências de falhas reduziu.

5.4.2 Utilização de material rígido e flexível nas instalações de água

Com base nos indicadores de assistência técnica, sabe-se que as ocorrências de manifestações patológicas relacionadas a vazamentos são recorrentes e que mudanças que possam minimizar esse número são bem recebidas no meio. Assim, sistema de instalações de água quente e fria utilizando PEX, por ser flexível e utilizar menos conexões, oferece uma maior produção e uma diminuição dos riscos de ocorrências de vazamento (Nakamura, 2019).

Com base nas vantagens que o sistema PEX oferece, a construtora executou um empreendimento do tipo residencial, de padrão emergente, utilizando esse tipo de material e mão de obra própria. Até então, a construtora utilizava material rígido para executar as instalações de água desse tipo de empreendimento. Todavia, em novembro de 2021, foi entregue aos proprietários o empreendimento que foi utilizado sistema flexível. Na tabela 6, pode-se visualizar a performance técnica do empreendimento que foi entregue com instalações em PEX de um empreendimento similar que foi entregue com instalações em PPR.

Tabela 6 - Informações dos empreendimentos residenciais entregues com sistema PEX e PPR.

Empreendimentos residenciais entregues com instalações do tipo PEX e PPR						
PPR						
Tipo de Instalação	Mão de obra	Data de entrega	Área (m ²)	Chamados	Chamados/ 1.000 m ²	Valor Gasto – Materiais (R\$)
PEX	Própria	Novembro/ 2021	12.793,85	118	9,22	R\$ 10.005,10
PPR	Própria	Junho/2021	16.599,95	212	12,77	R\$ 70.317,57

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da construtora.

Ambos os empreendimentos analisados são de ocupação residencial, os quais foram executados com mão de obra própria, mudando apenas o tipo de material que foi utilizado. O valor gasto para a execução do sistema em PEX é 26% maior, quando comparado aos custos para a instalação em PPR (POSSAMAÍ; BACK, 2012). Para melhor entendimento e análise dos dois tipos de sistema de material - PEX e PPR -, na tabela 7, há informações de custos gerados para compra e reposição de materiais

necessários para realizar os ajustes das ocorrências de manifestações patológicas, da construtora estudada. Vale ressaltar que, os custos gerados são para todos os chamados de instalações hidrossanitárias do empreendimento, ou seja, água e esgoto.

Após a análise das tabelas, pode-se visualizar que o número de ocorrências a cada mil metros quadrados de área construída é menor no empreendimento com instalações do tipo PEX do que o do tipo PPR, como promete o desempenho do sistema. Com relação aos custos gerados com materiais para realizar os reparos, como mostra a tabela 6, o empreendimento com instalações em PPR conta com o dobro de chamados, quando comparado ao empreendimento com sistema PEX, mas foi gasto, aproximadamente, 702% a mais para corrigir as falhas técnicas do empreendimento com instalações em PPR. Para que a análise seja mais assertiva e confiável, mais empreendimentos devem ser estudados, contudo foi possível realizar o estudo comparando essas duas edificações, pois possuíam variáveis similares.

5.5 MÉTODOS E FERRAMENTAS DA QUALIDADE UTILIZADAS PELA CONSTRUTORA

Todos os processos de conferência, de execução de serviços e de armazenamento de material são disponibilizados pela construtora, através de portais de gerenciamento de informações próprios. Cabe às equipes de engenharia e de obra repassarem essas informações para os grupos de trabalho, responsáveis pelas execuções e pela conferência e armazenamento de material. Essa instrução é essencial para direcionar as equipes quanto ao atendimento aos critérios estabelecidos pela construtora e atender as necessidades dos clientes.

Nos canteiros de obra da construtora, são utilizadas as fichas de verificação dos serviços. Cada atividade de execução tem uma ficha de verificação atrelada. Nela contém as informações e os itens que devem ser inspecionados e quais são os critérios e tolerâncias estabelecidos pela empresa. Como nessas folhas estão evidenciados os itens e informações necessárias dos serviços, possibilita-se ao usuário uma maior agilidade na conferência e na interpretação da realidade analisada (PRIES; QUIGLEY, 2013). Na figura 52, pode-se visualizar uma ficha de verificação utilizada para conferir serviços hidrossanitários da empresa estudada, nessa

ferramenta o colaborador faz anotações e verifica os serviços conforme critérios e tolerâncias estabelecidas pela construtora.

Figura 52 - Ficha de verificação de serviços de instalações hidrossanitárias.

OBRA: —		EMPREITEIRO EXECUTANTE: <u>Mão de Obra Própria</u>												
PAVTO: <u>1º pavimento</u>		LOCAL: <u>Polvo Alegre / 35</u>												
*Caso o serviço conferido esteja além da tolerância permitida, o valor encontrado na medição deve ser anotado.														
*Caso o serviço conferido esteja dentro da tolerância permitida, preencher com visto.														
FACHADA	Critérios	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	OBSERVAÇÕES
		Tolerâncias	min. 5 cm	Visual	Visual	Visual	Visual	Visual	Visual	Visual	Visual	Visual	Visual	
	Furação na Laje													
	Tubulações suspensas afastadas horizontal e vertical, distância mínima de 5 cm													
	Posição e altura das esperas através de gabarito (vulvas)													
	Chumbação e vedação dos pontes													
	Fixação das esperas: reforços nos pontes, registros e monocomandos													
	Registros e monocomandos alinhados, apurados e com profundidade para receber o revestimento de acordo com as normas de mínimo e máximo													
	Pontos de alimentação c/ 27mm p/ fora do montante (2mm p/ fora do azulejo)													
	Todas as passagens nos montantes protegidas e com 1cm de afastamento													
	Dutos de cobre isolados e protegidos													
	Teste das instalações													
	Terminalidade													
	Limpeza													
Apartamento 1		0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	
Apartamento 2		0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	
Apartamento 3		0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	
Apartamento 4		0	0	0	0	0	0	0	0	-	X	0	0	Vazamento caixa sifonada
Data:		Ass. Engº Responsável												
<input type="radio"/> APROVAÇÃO OBRA <input checked="" type="radio"/> REPROVAÇÃO OBRA <input checked="" type="radio"/> APROVAÇÃO OBRA COM RETRABALHO								VISTORIAS OBRA Ass. Conferente 1º VISTORIA: — 2º VISTORIA: 3º VISTORIA: Obs.: Na necessidade da terceira vistoria, aplicar multa.						
		Data: <u>18/07/23</u>												

Fonte: imagem disponibilizada pela construtora estudada.

O método mais utilizado para sugerir melhorias nos processos da empresa é o PDCA – *plan, do, check e act*. Através de um portal específico da empresa, todo colaborador pode sugerir melhorias nos processos da empresa. Com isso, o setor que recebe a oportunidade de melhoria, avalia a sua aplicação e retorna ao colaborador e, se for o caso, ajusta o procedimento da empresa. O ciclo de PDCA representa o processo iterativo de resolução de problemas sinalizados, através da implementação de ajustes nas etapas de verificação da melhoria (GNIPPER, 2010)

Através dos dados disponibilizados pela assistência técnica da empresa, mensalmente esses indicadores são apresentados para as equipes de engenharia. Essas reuniões têm a finalidade de demonstrar para as equipes técnicas quais são as manifestações patológicas que foram mais significativas no mês. Com base nisso, o setor de assistência técnica transmite, para os colaboradores, a importância de controlar o processo de produção e de atender a necessidade do cliente.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos dados de assistência técnica disponibilizados por uma construtora de grande porte, o presente trabalho foi desenvolvido com a finalidade de analisar tecnicamente e quantitativamente as principais manifestações patológicas que a empresa enfrenta nas instalações hidrossanitárias entregues. Para a análise da representatividade das ocorrências em sistemas hidrossanitários, do total registrado pela construtora, foram analisados dados de 2021 e 2022. Com relação à análise de gastos gerados para os reparos, foram analisados dados de 2022. Por fim, para as análises técnicas e quantitativas, foram avaliados 9.272 chamados procedentes, registrados e finalizados desde janeiro de 2017 até fevereiro de 2023.

Nos anos de 2021 e 2022, através da avaliação das informações recebidas, constatou-se que, as ocorrências de manifestações patológicas em instalações hidrossanitárias lideram o *ranking* de chamados de assistência técnica da construtora, com 19% do total de falhas registradas, nos dois anos analisados. No que se refere aos gastos gerados com reparos, do total gasto pela empresa no ano de 2022, 6% foi para ajustes de manifestações patológicas em sistemas hidrossanitários, embora saiba que reparos em outros sistemas podem estar diretamente atrelados às falhas em sistemas hidrossanitários entregues, como em forros. Também foi possível observar o comportamento do número de chamados procedentes ao longo do tempo de garantia de 8 empreendimentos, e compreender que o maior volume de ocorrências se concentra nos primeiros anos de garantia. Através da análise do banco de dados constatou-se que 10 principais causas de manifestações patológicas são: vazamento em tubulações de água e esgoto, entupimento de tubulações, falha de ligação de equipamentos, aperto de metais, falha de sifonagem de ralos, material de louças, fixação de tubulação, regulagem de caixa acoplada, ralo quebrado e funcionamento e instalações de bombas. Essas causas totalizam 81,4% das ocorrências estudadas.

Baseado na análise dos chamados mais recorrentes registrados pela e através de visitas técnicas realizadas, constatou-se que a empresa conta com procedimentos de qualidade consolidados, com critérios de verificação e de aceitação dos serviços prestados pelos fornecedores, como para a instalações hidrossanitárias e de metais e louças sanitárias. Para os chamados decorrentes de vazamento e entupimento, a empresa conta com processos de testagem do sistema de esgoto e de água, o que

minimiza e antecipa possíveis falhas de assistência técnica, porém interferências de outros serviços pode danificar o sistema. Assim, seria importante realizar um novo teste próximo da data de entrega do imóvel. As ocorrências de falha de ligação de equipamento, aperto de metais e falha de sifonagem de ralos podem ser reduzidas com a aplicabilidade de uma verificação final da unidade, uma vez que são itens de fácil identificação e ajuste.

Para análise técnica das ocorrências de manifestações patológicas em peças de louças, é importante que as equipes de almoxarifado estejam treinadas para a correta conferência e recebimento do material, no ato da entrega. A construtora conta com procedimentos de fixação horizontal e vertical de tubulação, assim, para as falhas relacionadas à sua fixação, é importante que seja realizada a conferência do serviço após a finalização. Contudo, para as manifestações patológicas oriundas da regulagem da caixa acoplada, seria importante a inclusão do teste de corante descrita por Carvalho (2021) nos procedimentos, a fim de identificar falhas de regulagem no momento da instalação. No que se refere a falhas de ralos danificados, é imprescindível que se tenha a devida atenção durante o sequenciamento das atividades, principalmente nas atividades que estão associadas à instalação do ralo: impermeabilização, assentamento cerâmico e limpeza final. Por fim, para as falhas de tratamento acústico das bases das bombas, é importante que esteja descrito no projeto hidráulico a necessidade dessa proteção, com intuito de alertar a equipe de instalações hidrossanitários que deve ser executado o tratamento antes do posicionamento das bombas.

Após investigar as melhorias adotadas pela empresa, entende-se que a criação da empreiteira de mão de obra própria de instalações hidrossanitárias contribui para a diminuição desse volume de chamados, uma vez que reduziu em 43% o número de ocorrências, quando comparado aos empreendimentos entregues com mão de obra terceirizada. Da mesma maneira, com a utilização de materiais flexíveis para a execução de sistemas de água, diminuiu não só o número de ocorrências, como também os gastos gerados para os reparos, uma vez que, para os empreendimentos estudados a empresa desembolsou aproximadamente 702% a mais para corrigir falhas em sistemas de PPR, quando comparado ao sistema PEX. Portanto, entende-se que as melhorias adotadas pela empresa estão retornando resultados positivos, no que se refere à diminuição do volume de chamados e dos custos de retrabalhos.

A empresa utiliza do método PDCA, no qual todos os colaboradores têm acesso e podem sugerir melhorias para os demais setores da empresa. Com o intuito de retroalimentar os processos, é necessário que as informações de manifestações patológicas enfrentadas pelo setor de assistência técnica sejam repassadas para o restante da empresa, com a finalidade de sinalizar as falhas enfrentadas e de demonstrar a importância de seguir o procedimento estabelecido pela construtora.

Com isso, entende-se que esse trabalho pode servir de base para futuros estudos de manifestações patológicas, como analisar o comportamento do número de ocorrências de cada sistema hidrossanitário entregue, ao longo do prazo de garantia, e orientar profissionais da área com relação aos pontos de atenção que se deve ter ao se executar sistemas hidrossanitários. Sabe-se que as falhas relacionadas a esses sistemas são recorrentes, mas é essencial que os chamados sejam analisados tecnicamente, para reduzir o número de ocorrências de manifestações patológicas, através da melhoria do processo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. **Manifestações patológicas em prédio escolar: uma análise qualitativa e quantitativa**. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Sistemas prediais de água fria e quente – Projeto, execução, operação e manutenção. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais – Desempenho: requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-6**: Edificações habitacionais – Desempenho: requisitos para sistemas hidrossanitários. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160**. Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e Execução. Rio de Janeiro, ABNT, 1999.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17170**: Edificações – Garantias – prazos recomendados e diretrizes. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14037**: Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos. Rio de Janeiro, ABNT, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: Manutenção de Edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, ABNT, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17170**: Edificações – Garantias – prazos recomendados e diretrizes. Rio de Janeiro, 2023.
- BORGES, G. V. L. **Avaliação de pós-ocupação das instalações hidrossanitárias de uma edificação multipavimentos com foco nos requisitos da norma de desempenho**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Unidade de Jataí, Jataí, 2021.
- BRANDÃO, R. B. **Estudo da viabilidade da utilização de PVC, PEX e PPR em empreendimentos multifamiliares**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, 2010.
- CAMPOS, W. F. **Manutenção do Desempenho das edificações: guia orientativo para síndicos e administradores de condomínios**. Trabalho de Conclusão de Curso (Programa de Pós-graduação em Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.
- CANIDO, C. S. R. **Patologias dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2012.
- CARVALHO, JR. R. **Patologias dos sistemas prediais hidráulicos e Sanitários**. 4.ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 2021, 264p.

CRUZ, D. C. **Análise de solicitações de assistência técnica em empreendimentos residenciais como ferramenta de gestão.** Dissertação (Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

FANTINATTI, P. A. P. **Ações de Gestão do Conhecimento na Construção Civil: Evidências a partir da assistência técnica de uma construtora.** Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia, Universidade Estadual de Campinas, 2008.

GNIPPER, S. F. **Diretrizes para formulação de métodos hierarquizados para investigação de patologias em sistemas prediais hidráulicos e sanitários.** Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2010.

JOBIM, M.S.S. **Métodos de avaliação do nível de satisfação dos clientes de imóveis residenciais.** 1997. 147f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

NAKAMURA, J. **PEX torna as instalações mais flexíveis.** Sienge. 18 de julho 2019. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/pex-instalacoes-hidraulicas/>>. Acesso em: 20 de julho de 2023.

PÁDUA, A.C; MEDEIROS, G. **Análise do sistema de gestão e dos principais chamados gerados pela assistência técnica de uma construtora.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Escola politécnica, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2022.

PASSAMAI, J. Z.; BACK, N. **Estudo comparativo entre diferentes tipos de tubulações nas redes de instalações hidráulicas prediais.** Trabalho de Conclusão de Curso - artigo (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2012.

PINHEIRO, L. D. **Patologias em sistemas prediais hidrossanitários: um estudo de caso.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiânia, 2020.

PRIES, Kim H.; QUIGLEY, Jon M. **Total Quality Management for Project Management.** Boca Raton: CRC Press, 2013;

PADARATZ, I. J. **Patologias na construção: a falta de qualidade.** In: Simpósio de desempenho de materiais e componentes de construção civil, 3., 1991, Florianópolis: Departamento de Engenharia Civil da UFSC, Florianópolis, 1991.

SCHNEIDER, F. M. **Identificação das principais manifestações patológicas em empreendimentos residenciais com base nos dados da assistência técnica de uma empresa construtora.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

VALADÃO, G. R. **Análise de dados pós-obra das solicitações de assistência técnica de um empreendimento em Aparecida de Goiânia.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Aparecida de Goiânia, 2021.