



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO**  
**CIDADE UNIVERSITÁRIA DOM DELGADO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**  
**COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**JULIANA FERREIRA SANTOS**

**AVALIAÇÃO DAS ROTINAS DE MANUTENÇÃO DO SISTEMA PREDIAL**  
**HIDROSSANITÁRIO EM EDIFÍCIOS PÚBLICOS**

**SÃO LUÍS**

**2024**

**JULIANA FERREIRA SANTOS**

**AVALIAÇÃO DAS ROTINAS DE MANUTENÇÃO DO SISTEMA PREDIAL  
HIDROSSANITÁRIO EM EDIFÍCIOS PÚBLICOS**

Trabalho de Conclusão e Integralização de Curso II apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador (a): Profa. Dra. Solange da Silva Nunes Boni

**SÃO LUÍS**

**2024**

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Santos, Juliana Ferreira.

AValiação das Rotinas de Manutenção do Sistema Predial  
Hidrossanitário em Edifícios Públicos / Juliana Ferreira  
Santos. - 2024.

64 f.

Orientador(a): Solange da Silva Nunes Boni.

Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do  
Maranhão, São Luís, 2024.

1. Edifícios Públicos. 2. Manutenção. 3. Patologias.  
4. Sistemas Prediais Hidrossanitários. 5. . I. Boni,  
Solange da Silva Nunes. II. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

JULIANA FERREIRA SANTOS

**AVALIAÇÃO DAS ROTINAS DE MANUTENÇÃO DO SISTEMA PREDIAL  
HIDROSSANITÁRIO EM EDIFÍCIO PÚBLICO**

Trabalho de Conclusão e Integralização de  
Curso II apresentado ao Curso de Engenharia  
Civil da Universidade Federal do Maranhão,  
como requisito para obtenção do grau de  
Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em:

**Banca Examinadora**

Prof.º Dra. Solange da Silva Nunes Boni (Orientadora)

Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Prof.º Me. Fabio Dieguez Barreiro Mafra (Examinador 1)

Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Prof.º Dr. George Fernandes Azevedo (Examinador 2)

Universidade Federal do Maranhão – UFMA

A Deus.

A minha família, amigos e a todos aqueles que fizeram parte dessa jornada.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por me agraciar com a oportunidade de cursar Engenharia Civil pela Universidade Federal do Maranhão. Sou grata por toda a força, saúde, sabedoria e dedicação que me permitiram desenvolver esta pesquisa e concluir mais uma etapa da minha vida acadêmica.

Agradeço de todo o coração aos meus familiares, especialmente aos meus pais, Cláudia Maria Ferreira Santos e José Raimundo Ferreira Santos, e ao meu irmão Lucas Ferreira Santos. Sou profundamente grata por todo o incentivo ao longo desta jornada, por me proporcionarem condições favoráveis para me dedicar aos estudos, e por todo o apoio e força que me permitiram alcançar meus objetivos. Sem o apoio de vocês, nada disso seria possível.

Também agradeço ao meu companheiro de vida, Kaio de Oliveira Freitas, que, por um tempo, foi também meu colega de graduação. Obrigada por todas as palavras de incentivo, pela paciência e por me ajudar a continuar produtiva nos dias difíceis.

Expresso minha mais profunda gratidão à Profa. Dra. Solange da Silva Nunes Boni pelo constante incentivo, dedicação e paciência ao longo desta jornada. Sua disposição e orientações foram fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa. Sou grata por todas as palavras de incentivo e direcionamento durante esses meses de parceria. Sinto-me imensamente privilegiada por ter tido a oportunidade de discutir o tema proposto com alguém que demonstra tanta sabedoria e experiência em sua área de atuação.

Por fim, mas não menos importante, agradeço aos meus amigos por todo o apoio ao longo dessa jornada. Obrigada por tornarem esse caminho mais leve e divertido. Aos meus colegas de curso, sou grata pela troca de experiências e conhecimentos, que foram fundamentais para o sucesso desta etapa.

“A persistência é o caminho do êxito.”

(Charles Chaplin)

## RESUMO

O surgimento de manifestações patológicas nos sistemas prediais hidrossanitários e de águas pluviais é um problema recorrente em edificações, tanto de uso privado quanto público, e pode ser causado por uma variedade de motivos, como erros de projeto ou execução, utilização de materiais inadequados, degradação natural e defeitos de utilização ou instalação. Nesse contexto, o presente trabalho tem o objetivo de avaliar as rotinas de manutenção nos sistemas abordados (água fria, esgoto e águas pluviais) em edifícios públicos, apresentar soluções para reduzir, a longo prazo, a incidência de patologias encontradas e os custos associados à sua correção. Para tanto, utilizou-se procedimentos técnicos de pesquisa bibliográfica e meios investigativos de estudo de caso para levantar as anomalias através de relatórios fotográficos, planilhas orçamentárias e controle de serviços executados. Desta forma, foi possível observar que o sistema predial de águas pluviais apresentou maior incidência de patologias, sendo que a maior parte delas foi oriunda de infiltrações nas calhas de aço galvanizado. No que se refere às contribuições gerenciais, o estudo oferece resultados validados cientificamente, que podem servir como embasamento para a tomada de decisão em relação ao processo de manutenção utilizado pela instituição em estudo, empregando uma rotina de manutenção mais eficaz, de forma a garantir a preservação de seus núcleos.

**Palavras-chaves:** Edifícios Públicos, Manutenção, Patologias, Sistemas prediais hidrossanitários.

## ABSTRACT

The emergence of pathological manifestations in the plumbing and rainwater systems of buildings is a recurring problem in both private and public buildings, and can be caused by a variety of reasons, such as design or execution errors, use of inappropriate materials, natural degradation and defects in use or installation. In this context, this study aims to evaluate the maintenance routines in the systems addressed (cold water, sewage and rainwater) in public buildings, and to present solutions to reduce, in the long term, the incidence of pathologies found and the costs associated with their correction. To this end, technical procedures of bibliographic research and investigative means of case study were used to identify the anomalies through photographic reports, budget spreadsheets and control of services performed. Thus, it was possible to observe that the building rainwater system presented a higher incidence of pathologies, with most of them originating from infiltrations in the galvanized steel gutters. Regarding management contributions, the study offers scientifically validated results, which can serve as a basis for decision-making regarding the maintenance process used by the institution under study, employing a more effective maintenance routine, in order to guarantee the preservation of its cores.

**Keywords:** Hydrosanitary building systems, Maintenance, Pathologies, Public Buildings.

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
ASTM	American Society for Testing and Materials
BDI	Benefício e Despesas Indiretas
CEF	Caixa Econômica Federal
CEHOP	Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas de Sergipe
CONFINS	Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
CPRB	Custo Previdenciário sobre a Receita Bruta
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte
EPI	Equipamento de Proteção Individual
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISS	Imposto Sobre Serviço
NBR	Normas Brasileiras Regulamentadoras
ORSE	Orçamento de Obras de Sergipe
PIS	Programa de Integração Social
PVC	Policloreto de Vinila
SICRO	Sistema de Custo Referenciais de Obras
SINAPI	Sistema Nacional de Preços e Índice da Construção Civil
SPHS	Sistema Predial Hidráulico e Sanitário
SPAF	Sistema Predial de Água Fria
SPES	Sistema Predial de Esgoto Sanitário
SPAP	Sistema Predial de Águas Pluviais
UV	Ultra Violeta

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Componentes do sistema predial de água fria.....	22
Figura 2: Elementos constituintes do sistemas prediais de esgoto sanitário. ....	24
Figura 3: Sistemas prediais de esgoto sanitário com ventilação secundária. ....	25
Figura 4: Elementos constituintes do sistema de instalações prediais de águas pluviais. ....	27
Figura 5: Fórmulas de preço de venda e BDI.....	36
Figura 6: Curva ABC.....	37
Figura 7: Layout núcleo container básico .....	39
Figura 8: Layout núcleo modular básico. ....	40
Figura 9: Correção de vazamentos no sistema predial de água fria. ....	47
Figura 10: Adequação de projeto hidráulico para núcleo modular. ....	48
Figura 11: Desobstrução de caixas de gordura. ....	50
Figura 12: Correção de vazamentos em tubulações horizontais de esgoto. ....	51
Figura 13: Execução de sistema de tratamento particular como medida preventiva.....	52
Figura 14: Correção de calha galvanizada com manta aluminizada. ....	55
Figura 15: Correção de drenagem pluvial. ....	56
Figura 16: Calha de aço galvanizado em processo de corrosão. ....	58

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Componentes do subsistema de abastecimento de água fria. ....	23
Tabela 2: Componentes do subsistema de distribuição de água fria. ....	23
Tabela 3: Componentes do sistema de instalações prediais e esgoto sanitário. ....	25
Tabela 4: Principais componentes do sistema de instalações prediais de águas pluviais.....	27
Tabela 5: Principais locais de vazamentos no SPAF.....	29
Tabela 6: Principais locais de vazamento no SPES.....	31
Tabela 7: Principais causas de entupimento no SPES.....	32
Tabela 8: Quantidade de manutenções nos sistemas prediais em 2023. ....	43
Tabela 9: Relação da manutenção corretiva por sistema e por tipo construtivo. ....	44
Tabela 10: Relação da manutenção preventiva por sistema e por tipo construtivo.....	45
Tabela 11: Manutenção corretiva 2023 no sistema predial de águas pluviais.....	55

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Incidência de patologias no sistema predial de água fria. ....	46
Gráfico 2: Incidência de patologias no sistema predial de esgoto sanitário. ....	49
Gráfico 3: Incidência de patologias no sistema predial de águas pluviais. ....	54

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Justificativa .....	15
2. OBJETIVO GERAL.....	17
2.1 Objetivos Específicos .....	17
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
3.1 Aspectos da Manutenção Predial.....	18
3.2 Tipos de Manutenção.....	18
3.2.1 Manutenção Rotineira .....	19
3.2.2 Manutenção corretiva.....	19
3.2.3 Manutenção Preventiva.....	19
3.2.4 Manutenção Preditiva.....	20
3.2.5 Manutenção Detectiva.....	20
3.3 Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários.....	21
3.3.1 Instalações prediais de água fria.....	21
3.3.2 Instalações prediais de esgoto sanitário .....	23
3.3.3 Instalações prediais de águas pluviais.....	26
3.4 Manifestações Patológicas nos Sistemas Prediais Hidrossanitários.....	27
3.4.1 Manifestações patológicas nos sistemas prediais de água fria.....	28
3.4.1.1 Vazamentos.....	28
3.4.1.2 Ruídos e vibrações.....	29
3.4.1.3 Incidência de ar nas tubulações.....	30
3.4.1.4 Entupimento.....	30
3.4.2 Manifestações patológicas nos sistemas prediais de esgoto sanitário.....	30
3.4.2.1 Vazamentos.....	30
3.4.2.2 Retorno de odores e espuma.....	31
3.4.2.3 Entupimento das tubulações.....	31
3.4.3 Manifestações patológicas nos sistemas prediais de águas pluviais.....	32
3.4.3.1 Vazamentos e Infiltrações.....	32
3.4.3.2 Ressecamento de Condutores.....	33
3.5 Orçamento.....	33
3.5.1 Estrutura do Orçamento .....	33
3.5.1.1 Custos Diretos .....	33
3.5.1.2 Custos Indiretos.....	34
3.5.1.3 BDI .....	35

3.5.2 Curva ABC.....	36
3.5.3 Banco de Dados.....	37
4 METODOLOGIA.....	38
4.1 Caracterização do objeto de estudo .....	38
4.1.1 Métodos construtivos .....	38
4.1.2 Processo de Manutenção Predial.....	40
4.1.2.1 Processo de manutenção predial corretiva não programada .....	40
4.1.2.2 Processo de manutenção predial corretiva programada (preventiva) .....	41
4.2 Detalhamento da análise da amostra.....	42
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	44
5.1 Sistema predial de água fria .....	45
5.2 Sistema predial de esgoto sanitário.....	49
5.2.1 Manutenção corretiva nas instalações de esgoto sanitário .....	49
5.2.2 Manutenção preventiva nas instalações de esgoto sanitário .....	52
5.3 Sistema predial de águas pluviais .....	53
5.3.1. Manutenção corretiva nas instalações de águas pluviais .....	53
5.3.1. Manutenção preventiva nas instalações de águas pluviais.....	57
6 CONCLUSÃO.....	60
7 REFERÊNCIAS .....	62

## **1 INTRODUÇÃO**

American Society for Testing and Materials (ASTM), define a vida útil de uma construção como um período, pós-ocupação, em que o imóvel permanece com níveis mínimos aceitáveis de permanência e utilização, considerando a realização de manutenção periódica para preservação do local (ASTM E632-81). Segundo Toledo Junior (2020), independente do tipo de edificação, seja ela pequena ou grande, apresentando baixa ou alta complexidade técnica, com poucos ou muitos anos de utilização, localizada em zona rural ou áreas mais urbanas, todas necessitam das rotinas de manutenção predial, durante a sua vida útil.

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas conta com a NBR 5674:2012 para gerenciar os serviços de manutenção nas edificações, de forma organizada e eficaz, com intuito de preservar as edificações (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2012).

Cabe ressaltar que pesquisas apontam que 75% dos problemas e inconformidades na construção são identificadas nas instalações hidráulicas prediais, podendo ser oriundas de falhas na fase de projeto e/ou de execução, utilização de material de baixa qualidade, mão-de-obra não especializada e entre outros fatores. Desta forma, se faz necessário a recorrência de medidas corretivas dos sistemas, durante o pós-ocupação dos imóveis (Carvalho Junior, 2013).

Teixeira et al. (2011) ressaltam que as manifestações patológicas frequentes no Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários (SPHS) de um edifício não apresentam sérios riscos à vida, porém costumam causar transtornos e desconfortos a seus usuários. Além disso, o surgimento dessas anomalias em edifícios de uso coletivo podem gerar situações desagradáveis, principalmente a edifícios públicos destinados ao atendimento de pessoas.

Assim, faz-se necessário que, em ambientes de responsabilidade pública, haja uma programação de recursos voltados à manutenção preventiva e corretiva, de forma a garantir o conforto de seus usuários e a preservação e o bom funcionamento do local. Desta forma, este trabalho tem o intuito de analisar as rotinas de manutenção do sistema predial de instalações hidráulicas, sanitárias e de águas pluviais em edifício público, com intuito de levantar a incidência de manifestações patológicas encontradas, otimizar os processos corretivos e preventivos, bem como buscar formas de minimizar os custos investidos nas manutenções desses sistemas.

### **1.1 Justificativa**

A rotina de manutenção predial é um dos principais fatores que contribuem para a durabilidade e conservação de uma edificação. Sabe-se que edifícios públicos destinados ao atendimento possuem um elevado índice de movimentação de pessoas durante o cotidiano,

desta forma, ambientes assim necessitam de intervenções periódicas para manter sua estabilidade, bem como atender às funções a que se destinam. Além disso, a falta de manutenção nos sistemas de instalações hidrossanitárias e de águas pluviais podem gerar diversos problemas para tais edifícios, como por exemplo, o surgimento de infiltrações em coberturas, vazamentos em louças sanitárias, alagamentos do ambiente em decorrência de falta de drenagem, entre outras ocorrências que contribuem para mal funcionamento do local e conseqüentemente prejudicam os indivíduos que utilizam o lugar. Inserido nesse contexto, essa pesquisa ressalta a importância da manutenção dos sistemas prediais, destas tipologias, de forma planejada, organizada e funcional. O objetivo é apresentar medidas para otimizar os processos, identificar recorrências de patologias e desenvolver estratégias adequadas para reduzir o custo anual total das rotinas de manutenção.

## **2. OBJETIVO GERAL**

O presente trabalho tem como objetivo geral, avaliar a eficiência da rotina de manutenção nos sistemas prediais de instalações hidrossanitárias e de águas pluviais em edifícios públicos, visando identificar soluções que, a longo prazo, reduzam tanto a incidência de patologias encontradas quanto os custos associados à sua correção.

### **2.1 Objetivos Específicos**

Com o desenvolvimento desse trabalho, pretende-se:

Levantar a incidência de manifestações patológicas ocorridas no sistema predial de instalações hidrossanitárias e de águas pluviais nos edifícios;

Apresentar os custos investidos na manutenção dos sistemas prediais em estudo e propor soluções para reduzir, a longo prazo, os gastos com as correções recorrentes;

Indicar possíveis soluções para reduzir as ocorrências das principais manifestações patológicas encontradas.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

A preservação e manutenção regulares são elementos cruciais para assegurar a longevidade e integridade de uma construção, sendo necessário realizar intervenções periódicas nesses ambientes para garantir a estabilidade estrutural. Nesse contexto, esta pesquisa destaca a importância da rotina de manutenção nos sistemas prediais hidrossanitários, com intuito de minimizar as anomalias provocadas pela ausência de tal revisão.

#### **3.1 Aspectos da Manutenção Predial**

Na ABNT NBR 5674:2012 - Manutenção de edificações - Requisitos para o sistema de gestão de manutenção, o sistema de manutenção predial corresponde a um agrupamento de procedimentos e sistemáticas organizadas, responsáveis por gerenciar os serviços de intervenção em edificações, com objetivo de manter os níveis de estabilidade dos edifícios ao longo de sua vida útil e garantir melhores condições de qualidade e segurança para seus usuários (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2012).

Ainda em concordância com as diretrizes regulamentadoras da ABNT NBR 5674:2012 o sistema mencionado anteriormente deve conter um plano de gestão, responsável por elencar características das edificações, com intuito de facilitar a organização e gerenciamento das atividades que serão desenvolvidas ao longo do processo. Dentre as particularidades consideradas estão a tipologia e o uso efetivo da edificação, o tamanho e o grau de complexidade de seus componentes e sistemas, bem como a localização e a especificação dos arredores do local (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2012).

Além disso, a norma prevê que a gestão de manutenção deve possuir infraestrutura adequada em material, técnica, financeira e de recursos humanos (mão de obra), habilitada para atender os diferentes tipos de manutenção e suas solicitações.

#### **3.2 Tipos de Manutenção**

A manutenção pode ser classificada, em dois grupos, as manutenções planejadas e as não planejadas, sendo respectivamente subdivididas em ações rotineiras, preventivas e corretivas. Esta separação é fundamental para a análise dos custos que serão investidos e as abordagens que devem ser adotadas para atender a finalidade principal de cada uma delas (Junior, 2020).

Além das tipologias já citadas, segundo Viana (2002), essa diferenciação entre as manutenções é uma forma de encaminhar as intervenções nos instrumentos de produção mais adequados. Para o autor, existem diversos tipos de manutenção, entretanto destaca-se 4 delas: Manutenção corretiva não planejada e planejada, manutenção preventiva, preditiva e detectiva.

### 3.2.1 Manutenção Rotineira

De acordo com a ABNT NBR 5674:2012, esse tipo de intervenção é realizado em frequências mais altas, com um fluxo de serviços mais constantes e padronizados, normalmente destinada a tarefas menores, como serviços gerais de limpeza, sem a necessidade de mão de obra qualificada para a execução das tarefas (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2012).

### 3.2.2 Manutenção corretiva

São serviços emergenciais, que demandam ações imediatas com objetivo de manter o uso dos sistemas, componentes e elementos das edificações. Além disso, previne o risco de ocorrer danos pessoais ou patrimoniais aos usuários do local (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2012).

Conforme Toledo Junior (2020), esse tipo de atividade consiste em reparar ou até mesmo substituir elementos do edifício devido à falha decorridas de serviços anteriores, oriundos de manutenção preventiva, ou desgaste natural. O autor ressalta ainda que a manutenção corretiva subdivide em manutenção planejada, não planejada, o que as diferencia entre elas é a capacidade de gerenciamento, em conseguir antecipar a possibilidade de falha dos sistemas e retomar rapidamente a capacidade operativa para correção da demanda. De forma mais descritiva, tem-se que:

- Manutenção corretiva não planejada - determinam esse tipo de correção como, ações realizadas em situações em que o sistema ou equipamento apresenta um comportamento não esperado de maneira repentina, como falhas ou mal funcionamento, exigindo ações imediatas para restaurar o sistema ao seu estado normal de operação (Kardec e Nascif, 2009).
- Manutenção corretiva planejada - essa intervenção programada envolve intervenções corretivas baseadas em análises que concluem que um determinado item não está operando conforme o esperado, ou seja, essa abordagem planejada permite que as correções sejam realizadas de maneira mais estratégica, com base em uma compreensão mais profunda das condições do sistema. Além disso, esse tipo de ação tende a ser mais efetiva e pode ter um custo mais adequado quando comparadas a ações tomadas de forma aleatória (Kardec e Nascif, 2009).

### 3.2.3 Manutenção Preventiva

São ações caracterizadas por serviços planejados com antecedência, levando alguns critérios em consideração, como a priorização das solicitações dos usuários, estimativas da

durabilidade esperada dos sistemas, elementos ou componentes das edificações em uso, a avaliação da gravidade e urgência das intervenções, bem como a produção de relatórios de verificações periódicas sobre o estado de degradação (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2012). Esses e outros fatores, contribuem para que seja possível realizar uma análise mais detalhada, planejada e proativa, otimizando assim a utilização dos recursos necessários para a execução dos serviços.

De acordo com Toledo Junior (2020), esse tipo de manutenção é uma abordagem eficiente para garantir o funcionamento dos sistemas, elementos e componentes de uma edificação e equipamentos que pode ser realizada em intervalos regulares ou irregulares, dependendo das condições do material e das avaliações feitas por meio de rotinas de inspeções regulares. Segundo o autor, devem ser ações planejadas com o objetivo de prevenir a ocorrência de eventuais falhas e desta forma, aumentar a possibilidade de antecipar e corrigir potenciais problemas antes que se tornem sérios, evitando assim paradas não planejadas, reduzindo custos de reparo e prolongando a vida útil das edificações.

#### 3.2.4 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva é um tipo de abordagem em que realiza monitoramento contínuo das condições de desempenho e parâmetros dos sistemas, com o objetivo de prever falhas potenciais, trazendo assim benefícios significativos, pois ela permite a realização de ações corretivas apenas quando necessário, evitando paradas desnecessárias e otimizando a disponibilidade e utilização dos elementos.

Macêdo (2015) em sua dissertação afirma que a principal função da manutenção preditiva é identificar padrões ou sinais de que uma falha ou problema potencial que está se desenvolvendo. Ao monitorar esses indicadores em tempo real, é possível prever quando será necessário realizar intervenções de manutenção antes que ocorram falhas graves ou total dos sistemas. Desta forma, a minimizar intervenções desnecessárias, é provável reduzir custos operacionais, maximizar a vida útil dos equipamentos e melhorar a eficiência do processo de manutenção.

#### 3.2.5 Manutenção Detectiva

Conforme Souza (2008), a manutenção detectiva é mais voltada para equipamentos e suas funcionalidades. Esse tipo de ações está centrado na detecção proativa de falhas, através de instrumentos de monitoramento, que podem passar despercebidas pela equipe de supervisão durante as operações normais. Ele ressalta que essa abordagem é importante para detecção

precoce de irregularidades nos sistemas como objetivo de garantir a correção sempre que necessário para manter o bom funcionamento dos equipamentos sem que haja maiores prejuízos

### **3.3 Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários**

Segundo Pereira (2019), os Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários (SPHS) são parte integrante das instalações de uma edificação, com objetivo de fornecer água de forma adequada, transportar resíduos líquidos, águas pluviais e entre outras funções. Esse conjunto de instalações são divididos em: Instalações prediais de água fria, instalações prediais de água quente, instalações prediais de esgoto sanitário, instalações prediais de águas pluviais e combate a incêndio.

O presente trabalho terá como foco apenas as instalações prediais de água fria, de esgoto sanitário e de águas pluviais, visto que, o objeto de estudo não apresenta dados sobre a utilização dos sistemas de água quente e combate a incêndio.

#### **3.3.1 Instalações prediais de água fria**

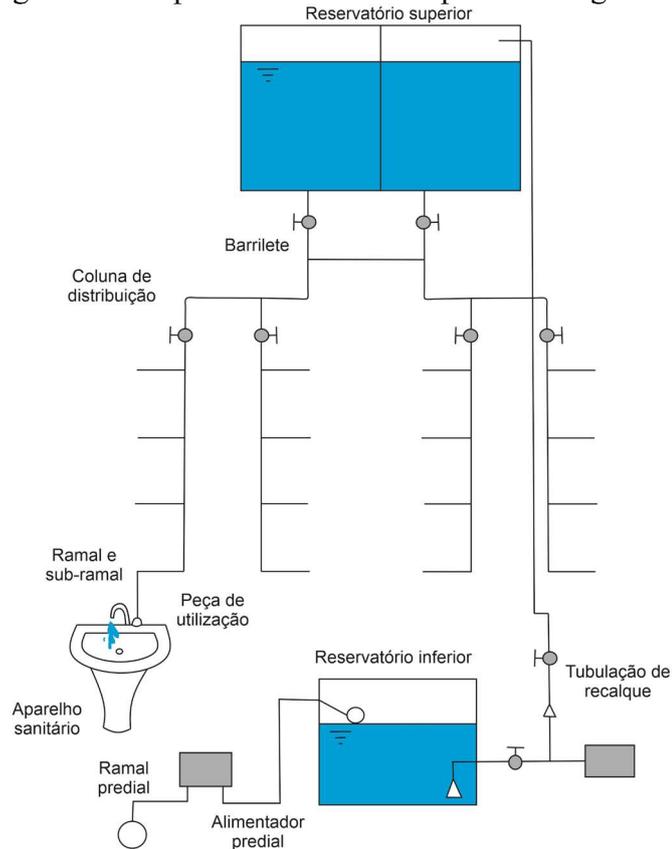
A ABNT NBR 5626:2020 – Sistemas prediais de água fria e água quente - Projeto, execução, operação e manutenção, abrange aspectos importantes relacionados aos sistemas hidráulicos, com o objetivo de garantir o bom funcionamento e desempenho adequado dos sistemas, promover o uso racional de água e energia e a preservação da potabilidade da água (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020).

A ABNT NBR 5626:2020 também estabelece que as instalações hidráulicas devem atender alguns requisitos para manter um bom funcionamento dos sistemas e conforto dos usuários. São eles: a portabilidade, continuidade de abastecimento, padrões de pressão e velocidade de escoamento e entre outros requisitos. Além disso, a norma estabelece que o projeto desses sistemas contenha uma programação de manutenção preventiva, em forma de manual, conforme a ABNT NBR 5674, com limpezas de reservatório, drenagem, abastecimento e inspeções periódicas nos sistemas de instalações prediais.

De acordo com Pereira (2019), as instalações de água fria são um conjunto de elementos e dispositivos, com o objetivo de abastecer os pontos de utilização de água de uma edificação. Além disso, o abastecimento desse sistema pode ser classificado em três tipos: Diretos, indiretos e mistos. Os sistemas diretos são aqueles abastecidos diretamente pela rede pública de distribuição de água, já os indiretos são aqueles em que os pontos de consumo são alimentados por reservatórios, e o misto, é a junção dos dois já mencionados, ou seja, quando alguns pontos são alimentados diretamente pela rede pública e outros por reservatórios.

O sistema de instalação predial de água fria é subdividido em dois tipos: O subsistema de abastecimento de água fria, constituído por ramal predial, alimentador predial e cavalete (hidrômetro) e o subsistema de distribuição que consiste em um conjunto de tubulações e conexões responsáveis por conduzir a água até os pontos de consumo, divididos em: Barrilete, coluna, ramal e sub-ramal (ABNT NBR 5626, 2020). A Figura 1 demonstra os subsistemas descrito.

Figura 1: Componentes do sistema predial de água fria.



Fonte: Viana (2019).

Para melhor entendimento dos componentes descritos anteriormente as tabelas 1 e 2 apresentam as definições dos elementos citados de acordo com a ABNT NBR 5626:2020.

Tabela 1: Componentes do subsistema de abastecimento de água fria.

COMPONENTES	DEFINIÇÕES
Ramal Predial	Tubulação compreendida entre a rede pública de abastecimento de água e a extremidade a montante do alimentador predial
Alimentador Predial	tubulação compreendida entre a rede pública de abastecimento de água e a extremidade a montante do alimentador predial
Cavalete/Hidrômetro	Interface do ramal predial e alimentador predial.

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 5626,2020.

Tabela 2: Componentes do subsistema de distribuição de água fria.

COMPONENTES	DEFINIÇÕES
Barrilete	tubulação da qual derivam as colunas de distribuição
Coluna	tubulação derivada do barrilete e destinada a alimentar ramais
Ramal	tubulação derivada da coluna de distribuição ou diretamente de barrilete, destinada a alimentar sub-ramais
Sub - Ramal	tubulação que liga o ramal ao ponto de utilização

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 5626,2020.

### 3.3.2 Instalações prediais de esgoto sanitário

A ABNT NBR 8160:1999 - Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução, é uma das principais normas que regem a regulamentação das instalações de sistemas prediais de esgoto sanitário, onde busca estabelecer parâmetros e exigências recomendadas para execução de projeto, ensaio e manutenção dos elementos desse sistema, a fim de garantir a higiene, segurança e conforto dos usuários (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1999).

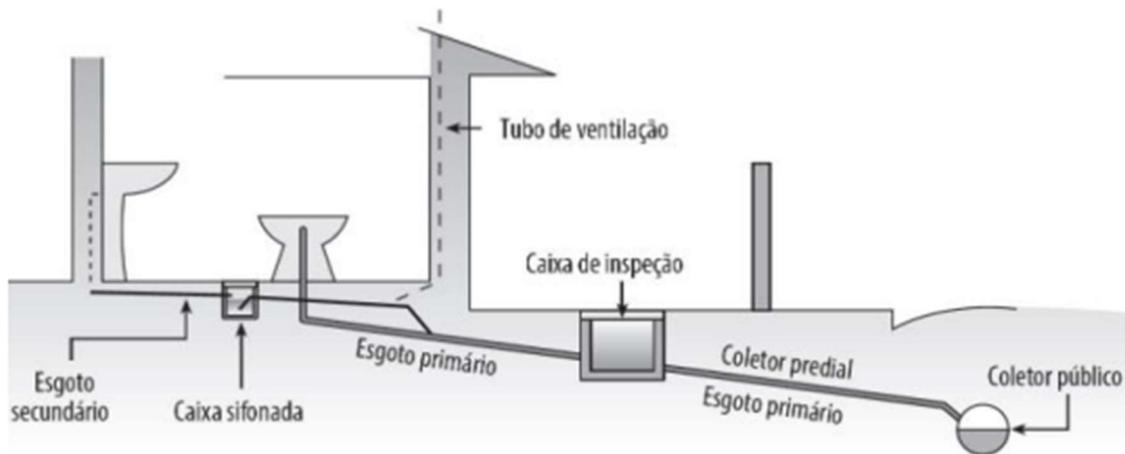
Segundo a ABNT NBR 8160:1999 esse sistema tem o objetivo de coletar e direcionar resíduos provenientes do uso dos dispositivos sanitários para um destino mais apropriado, podendo ser coletados pela rede pública de coleta ou sistemas particulares de tratamento. Este deve ser projetado de modo a cumprir alguns requisitos como: Evitar contaminação da água utilizada, permitir um rápido escoamento e fácil inspeção dos componentes, prevenir contra vazamentos, retorno de gases e acesso de corpos estranhos ao interior do sistema. Ademais, o mesmo não deve possuir nenhuma ligação com o sistema predial de águas pluviais (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1999).

O conjunto mencionado se divide em três subsistemas, sendo eles: Esgoto secundário, primário e de ventilação. Onde o secundário abrange um conjunto de tubulações que não têm

contato com os gases provenientes do sistema de tratamento de esgoto ou coletor público (antes dos desconectores). Por sua vez, o esgoto primário possui acesso aos gases gerados dentro do sistema (entre o desconector e o coletor público) e é constituído por ramais de descarga, tubos de queda, subcoletores, caixas de gordura, de inspeção e coletoras. Ademais, o sistema de ventilação corresponde a um conjunto de tubulações verticais responsáveis por prevenir o acúmulo de gases, odores desagradáveis e a manter um bom funcionamento dos condutores. (Souza; Melo, 2017)

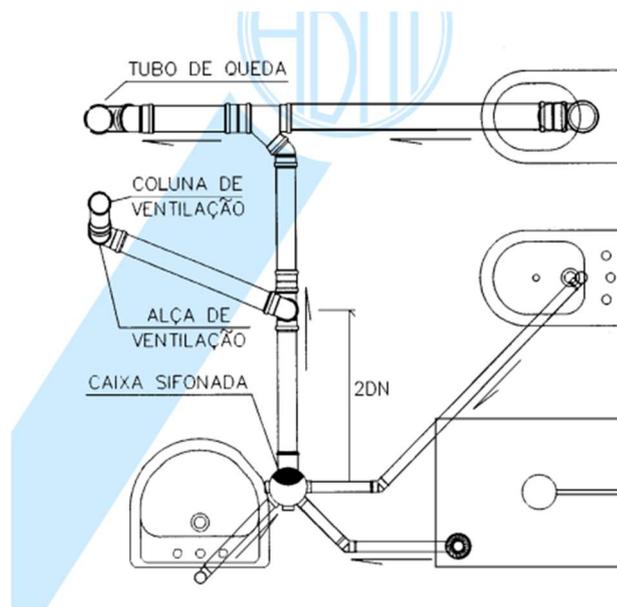
As Figuras 2 e 3 mostram o sistema predial de esgoto sanitário, citados anteriormente e a Tabela 3 apresenta os conceitos e descrição dos componentes integrantes do sistema de acordo com a ABNT NBR 8160:1999.

Figura 2: Elementos constituintes do sistemas prediais de esgoto sanitário.



Fonte: Carvalho Junior, 2018.

Figura 3: Sistemas prediais de esgoto sanitário com ventilação secundária.



Fonte: ABNT NBR 8160, 1999.

Tabela 3: Componentes do sistema de instalações prediais e esgoto sanitário.

COMPONENTES	DEFINIÇÕES
Aparelhos Sanitários	Tubo ventilador vertical que se prolonga através de um ou mais andares
Desconectores	Dispositivo provido de fecho hídrico, destinado a vedar a passagem de gases no sentido oposto ao deslocamento do esgoto.
Ramal de esgoto	Tubulação primária que recebe os efluentes dos ramos de descarga diretamente ou a partir de um desconector.
Ramal de descarga	Tubulação que recebe diretamente os efluentes de aparelhos sanitários
Coletor predial	Trecho de tubulação compreendido entre a última inserção de subcolectores, ramal de esgoto ou de descarga, ou caixa de inspeção geral e o coletor público ou sistema particular.
Coluna de Ventilação	Tubo ventilador vertical que se prolonga através de um ou mais andares e cuja extremidade superior é aberta à atmosfera,
Tubo de queda	Tubulação vertical que recebe efluentes de subcolectores, ramos de esgoto e ramos de descarga.
Subcolectores	Tubulação que recebe efluentes de um ou mais tubos de queda ou ramos de esgoto.
Caixa de gordura	Caixa destinada a reter, na sua parte superior, as gorduras, graxas e óleos contidos

---

	no esgoto
Caixa de inspeção	Caixa destinada a permitir a inspeção, limpeza, desobstrução, junção, mudanças de declividade e/ou direção das tubulações

---

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 8160, 1999.

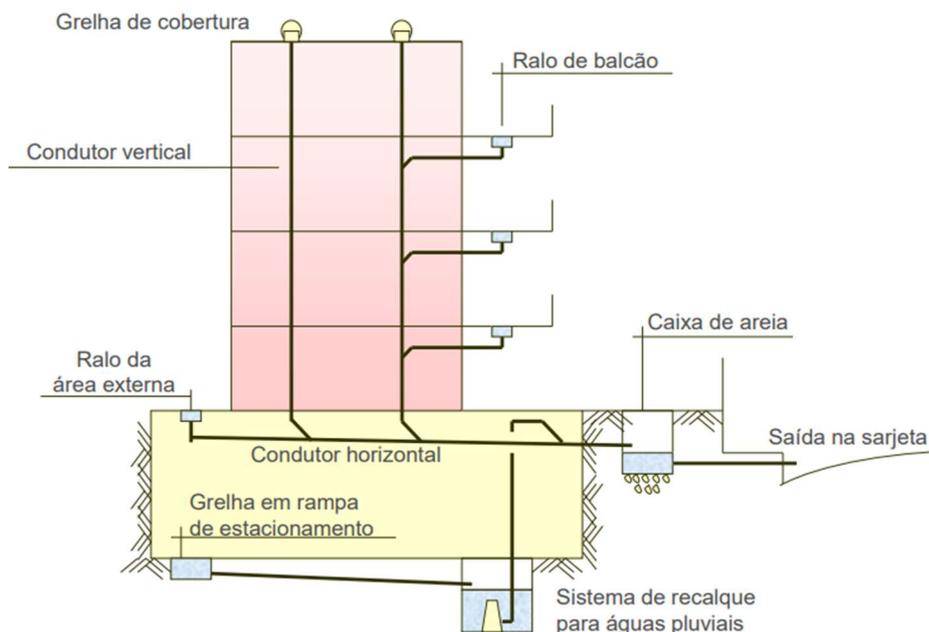
### 3.3.3 Instalações prediais de águas pluviais

A ABNT NBR 10844:1989 - Sistemas prediais de águas pluviais, determina os critérios necessários que devem ser seguidos na elaboração dos projetos de instalações e drenagem de águas pluviais, com objetivo de garantir funcionalidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia. Estes devem seguir exigências de modo a comprimir alguns parâmetros, entre eles: Recolher e conduzir a vazão de projeto, permitir facilmente limpeza e obstrução das instalações, não provocar ruídos excessivos, utilizar materiais compatíveis e resistentes a intempéries e entre outras condições (Associação Brasileira de Norma Técnica, 1989).

Ainda em concordância com a ABNT NBR 10844 (1989), as águas pluviais devem ser lançadas em um sistema particular, ou seja, não devem ser interligadas em redes de esgoto destinadas para águas residuais, com intuito de não sobrecarregar a rede. Além disso, a norma afirma que as instalações prediais de águas pluviais devem ser exclusivas ao recolhimento e condução de águas proveniente da chuva, com dispositivos e elementos apropriados.

Na figura 4 é possível observar alguns dos principais componentes que fazem parte do sistema de instalação predial de águas pluviais, onde os mesmos são melhores descritos na Tabela 4, conforme a ABNT NBR 10844 de 1989.

Figura 4: Elementos constituintes do sistema de instalações prediais de águas pluviais.



Fonte: Oliveira; Graça; Gonçalves, 2019.

Tabela 4: Principais componentes do sistema de instalações prediais de águas pluviais.

COMPONENTES	DEFINIÇÕES
Calhas	Canal que recolhe a água de coberturas, terraços e similares e a conduz a um ponto de destino.
Ralos	Caixa dotada de grelha na parte superior, destinada a receber águas pluviais.
Condutores Horizontais	Canal ou tubulação horizontal destinado a recolher e conduzir águas pluviais até locais permitidos pelos dispositivos legais.
Condutores Verticais	Tubulação vertical destinada a recolher águas de calhas, coberturas, terraços e similares e conduzi-las até a parte inferior do edifício
Caixa de areia	Caixa utilizada nos condutores horizontais destinados a recolher detritos por deposição.
Saída	Orifício na calha, cobertura, terraço e similares, para onde as águas pluviais convergem.

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 10844, 1989.

### 3.4 Manifestações Patológicas nos Sistemas Prediais Hidrossanitários

Segundo o autor Milion (2019), a patologia na construção civil se refere ao estudo das anomalias específicas que afetam a vida útil de uma edificação, derivadas de diversas causas,

como erro de projeto, falhas na execução, desgaste natural, exposição a intempéries e entre outras. Ele ressalta que a identificação precoce desses problemas, permite maiores condições de serem corrigidas sem danos mais graves.

Essas anomalias podem ser definidas como conforme definido por França et al. (2019), que descreve esse termo como um mecanismo de degradação responsável por causar doenças nas edificações. Elas podem surgir em diversas partes da construção, ou seja, em estruturas, instalações, vedações, coberturas e acabamentos (De Jesus Alencar; De Lima; De Lima Junior, 2017).

Os sistemas prediais hidráulicos e sanitários (SPHS) têm apresentado maiores incidências de manifestações patológicas em edificações após a ocupação. Um eficaz sistema de instalações prediais é aquele que promove a rápida remoção de águas servidas, sem gerar pudores, ruídos e danos ao meio ambiente (Souza; Melo, 2017). Para Carvalho Junior (2018) os principais problemas encontrados no SPHS são: Vazamentos, infiltrações, oscilação de pressão, entupimentos, ruídos e vibrações, mau cheiro, retorno de espuma, entre outros que serão melhores descritos em seguida.

### 3.4.1 Manifestações patológicas nos sistemas prediais de água fria

#### 3.4.1.1 Vazamentos

De acordo com as autoras Souza e Melo (2017), os vazamentos em componentes do SPAF são falhas características, de maior incidência, que podem gerar danos ao sistema e a edificação. Esse tipo de problema pode ocorrer devido à instalação inadequada dos elementos, defeitos de fabricação das peças, excesso de pressão no sistema, corrosão, material de má qualidade e entre outros fatores.

De acordo com Carvalho Junior (2018), os principais locais onde ocorrem os vazamentos no SPAF são nas tubulações, reservatórios, bacias sanitárias, registros e torneiras. A Tabela 5, em concordância com o autor, apresenta os locais mencionados, suas respectivas causas e como é possível identificá-las.

Tabela 5: Principais locais de vazamentos no SPAF.

LOCAL	PRINCIPAIS CAUSAS	COMO IDENTIFICAR
Tubulações	Falta ou aplicação inadequada de vedante; peças com defeito; desbitolamento; má execução das instalações, alto nível de pressão nas tubulações	Com testes de detecção como geofonia eletrônico e por percolação de ruídos.
Reservatórios	Ruptura na superfície de base; vazamento entre as conexões de entrada e saída; pela tampa; condensação nas paredes da caixa.	Teste do hidrômetro e caixa d'água.
Bacias sanitárias	Ressecamento do obturador ou flapper; desgaste do anel de vedação.	Jogar corante na bacia (precisa boiar) e na caixa acoplada (não pode ficar colorida)
Registros	Danos no sistema de vedação.	aparição de manchas amareladas no revestimento
Torneiras	Danos no sistema de vedação; conexão com rachaduras; falta de manutenção.	ocorrência de gotejamento ou escoamento em filete.

Fonte: Carvalho Junior, 2018.

### 3.4.1.2 Ruídos e vibrações

A ABNT NBR 15.575-6:2013 é a norma de desempenho de edificações habitacionais cuja parte 6 é referente aos sistemas hidrossanitários. Ela informa os níveis de desempenho acústico relacionados à operação de equipamentos hidrossanitários e os limites de ruídos em dormitórios gerados pelo uso desse sistema. Além disso, a norma sugere que o nível de pressão sonora deve ser medido nos dormitórios da edificação, perto dos equipamentos que geram ruídos e com todas as portas e janelas fechadas (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2013).

De acordo com Rocha (2018), os barulhos têm origem na circulação de fluidos no interior de tubulações, conexões curvas, escoamento nas louças, entre outros. Ele afirma que são propagadas de forma aérea, quando a passagem do líquido faz a parede da tubulação vibrar e de forma estrutural quando a movimentação das tubulações fixadas é transmitida para os elementos construtivos.

No anexo C da ABNT NBR 5626:2020, afirma que os projetos de SPAF são elaborados com objetivo de garantir o conforto dos usuários em relação aos ruídos gerados e transmitidos pelo sistema, bem como evitar que as vibrações geram danos maiores à edificação. Segundo a

referida norma, deve-se utilizar, sempre que possível, tubulações com diâmetros menores e tubos mais flexíveis para ajudar a reduzir a transferência de energia sonora da tubulação para a estrutura (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020).

#### *3.4.1.3 Incidência de ar nas tubulações*

Nunes (2001) em seu trabalho, afirma que a interrupção no abastecimento de água, devido diversos motivos, ou o bombeamento sob pressão nas redes, permitem a entrada de ar nas tubulações. Esse fenômeno pode ocasionar a redução das vazões nas tubulações, ou seja, contribuem para diminuir o fluxo de água nos pontos de consumo. Além disso, em casos mais graves, a presença de ar nos tubos pode causar retrossifonagem, ou seja, o acúmulo de ar nos pontos mais altos dos condutores, impedindo a ventilação adequada e formando bolsas de ar que retrocedem na tubulação quando há uma interrupção no fornecimento de água (Carvalho Junior, 2018).

#### *3.4.1.4 Entupimento.*

De acordo com Carvalho Junior (2018), a presença de incrustações nas paredes das tubulações é uma das principais causas de entupimento em condutores de água fria nas instalações prediais, decorrida da falta de limpeza e manutenção dos componentes. Além disso, esse tipo de problema ocorre também pelo depósito de minerais, como cálcio e magnésio dissolvidos, que se depositam nas paredes do tubo, diminuindo assim a vazão nos pontos de consumo e causando o entupimento da tubulação, a corrosão, danificando os elementos e podendo até alterar a qualidade da água (Moruzzi et al, 2012).

### 3.4.2 Manifestações patológicas nos sistemas prediais de esgoto sanitário

#### *3.4.2.1 Vazamentos*

Os vazamentos são mais comuns nas instalações de água fria, entretanto a ocorrência de tal problema nas instalações de esgoto sanitário também podem gerar danos significativos às edificações. O surgimento dessa manifestação patológica pode ser oriundo de falha na execução do sistema, falta de manutenção dos dispositivos, o desgaste ao longo do tempo e entre outros fatores, que contribuem para o comprometimento de pisos e paredes, odores desagradáveis, contaminação do solo, do lençol freático e riscos à saúde dos usuários.

O autor Carvalho Junior (2018) em sua literatura ressalta os principais locais que ocorrem vazamentos no Sistema Predial de Esgoto Sanitário (SPES). Essas e outras

informações, como as causas do surgimento e como é possível identificá-las, estão melhores apresentadas na Tabela 6:

Tabela 6: Principais locais de vazamento no SPES.

LOCAL	PRINCIPAIS CAUSAS	COMO IDENTIFICAR
Tubulações	Peças com defeito e falha na ligação do tubo com aparelho sanitário.	Aparição de água em tubulação aparente, e surgimento de manchas de infiltração nas ocultas.
Juntas	Instalação incorreta, pressão da água alta	Manchas de umidade próximas ao local
Aparelho Sanitário	Falha ou desgaste dos conectivos, falta de vedante	Presença de umidade nas ligações, e aparição de água
Ralos	Falta de impermeabilização, falha nas ligações	Presença de manchas de umidade, gotejamento ou esgotamento de água

Fonte: Carvalho Junior, 2018.

#### 3.4.2.2 Retorno de odores e espuma

O retorno de odores indesejáveis em edifícios está relacionado à ineficiência das instalações de esgoto sanitário, seja por desgaste dos dispositivos de controle dos gases, falta de manutenção e limpeza dos componentes ou até mesmo ausência de sistema de ventilação. Segundo Conceição (2007), as causas desse problema podem estar relacionadas a ausência ou rompimento do sifão, ou até mesmo instalados de forma inadequada. A ABNT NBR 8160:1999, especifica que todo sifão deve ser instalado de modo a garantir um fecho hídrico com altura mínima de 50 mm, com objetivo de manter sempre água impedindo o retorno dos gases (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1999).

Outro tipo de retorno comum no SPES, é o retorno de espuma nas tubulações do sistema, em edifícios costuma ocorrer nos primeiros andares em tubulações verticais que recebem o despejo de águas com acúmulo de detergentes e produtos de limpeza, proveniente de cozinhas, banheiros e lavanderias. Além disso, esse tipo de retorno pode ocorrer em caixa sifonada, devido à ausência de declividade e entupimento do subcoletor, coletor predial ou da rede coletora pública (Carvalho Junior, 2018). A NBR 8160:1999, sugere a utilização de dispositivos de redução de espuma e evitar a ligação de tubulações de esgotos em regiões de sobrepressão.

#### 3.4.2.3 Entupimento das tubulações

Segundo Sbroggio (2022), normalmente os entupimentos das tubulações de esgoto sanitário são causados por erros de execução do projeto, como ausência de declividade dos

condutores horizontais, e má utilização dos usuários, como o despejo de materiais inadequados. Carvalho Junior (2018), ressalta que a falta de informação dos moradores é um dos principais fatores que contribuem para o entupimento das tubulações do SPES, ocorrendo principalmente na cozinha, banheiro e lavanderia. Além disso, pode ocorrer também nos subcoletores por acúmulo de resíduos inorgânicos.

A tabela 7 apresenta as principais causas do entupimento desse sistema nos ambientes já mencionados.

Tabela 7: Principais causas de entupimento no SPES.

LOCAL	PRINCIPAIS CAUSAS
Cozinha	Despejo de resíduo orgânico e acúmulo de gordura nas tubulações
Banheiro	Acúmulo de cabelos e gordura corporal nos ralos, ausência de declividade em ramais de descarga e esgoto, descarte de papel na bacia sanitária
Lavadeira	Acúmulo de fios das roupas ou objetos pequenos como botões

Fonte: Carvalho Junior, 2018.

### 3.4.3 Manifestações patológicas nos sistemas prediais de águas pluviais

#### 3.4.3.1 Vazamentos e Infiltrações

Os vazamentos e infiltrações ocorridos no sistema predial de águas pluviais são de fácil detecção, em sua maioria apresenta gotejamento e escoamento de água, conseqüentemente geram outros problemas, como manchas e bolor em forros e paredes. A maioria desses problemas podem ser oriundos de falhas na elaboração de projeto e de execução, como o dimensionamento errado de calhas e condutores verticais, instalação inadequada de rufos, utilização de materiais de pouca qualidade, transbordo ou entupimento de calhas e entre outros fatores. (Victor, 2020)

De acordo com a ABNT NBR 10844: 1989, o cálculo da área de contribuição do telhado deve levar em consideração a inclinação da cobertura e as paredes que retém água da chuva e contribuem para o aumento da contribuição. Além disso, a norma das calhas deve ser feita de chapas de aço galvanizado, folhas-de-flandres, chapas de cobre, aço inoxidável, alumínio, fibrocimento, PVC rígido, fibra de vidro, concreto ou alvenaria e sempre que possível deve ser aplicado uma camada de protetora de material impermeabilizante para aumentar a durabilidade do material e prevenir de possíveis infiltrações (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1989).

#### *3.4.3.2 Ressecamento de Condutores*

Um dos principais motivos para ocorrer o ressecamento dos condutores é a exposição ao sol sem proteção adequada, somado a variação de temperatura ao longo do dia, o material exposto pode sofrer desequilíbrio químico em sua composição. A ação dos raios UV na superfície externa dos tubos e conexões pode levar à descoloração desses materiais, contribuindo para o ressecamento das tubulações e suas conexões. Como resultado, os mesmos podem perder parte de sua resistência original, tornando-se mais suscetíveis a rompimentos e falhas ao longo do tempo (Carvalho Junior,2018).

### **3.5 Orçamento**

De acordo com Mattos (2019), o orçamento pode ser definido de duas maneiras distintas, do ponto de vista do construtor e contratante, para este, o orçamento é descrição de todos serviços que serão realizados na obra, onde a soma destes serviços resultará no valor de desembolso; e para aquele, o orçamento é uma planilha que descreve os insumos, despesas e lucros que vão definir o preço total da obra. Dessa forma, entende-se que o orçamento, independente do ponto de vista, é uma planilha que prevê o quanto vai ser preciso para realizar uma determinada obra. Sendo assim, é uma atividade que lida com os recursos financeiros de ambos os lados, construtor e contratante, e como todo exercício econômico, o orçamento desempenha um papel de importância fundamental.

Em geral, a planilha orçamentária é composta pelos custos diretos, custos indiretos, impostos e lucros (Mattos, 2011). Dessa forma, entende-se que um orçamento abrange muito mais do que o custo em si da obra, logo é de fundamental importância conhecer todas as partes da orçamentação para que se tenha um orçamento com maior verossimilhança com custo real da obra, ou seja, que contemple todos os possíveis gastos da obra e de todos os outros que garantem que ela aconteça. Dessa forma, evitando futuros problemas no decorrer da sua execução e pós execução para o construtor e contratante.

#### **3.5.1 Estrutura do Orçamento**

##### *3.5.1.1 Custos Diretos*

Custos diretos são todos aqueles custos que entram na planilha orçamentária como mão de obra, material ou equipamento, ou seja, insumos (Tisaka, 2006). Dessa forma, compreende-se que tais custos são aqueles que promovem a efetiva execução/levantamento de determinado empreendimento.

Os custos com a mão de obra abrangem os pedreiros, serventes, carpinteiros, bombeiros hidráulicos e outros, os quais devem aparecer no orçamento seguido das suas unidades de medidas, quantidades, custos para combinado serviço, que variam dependendo do tipo de desoneração escolhida para aquela obra, que podem ser desonerados ou não desonerados.

Ademais, os custos com materiais são os cimentos, areia, cerâmica, tinta, entre outros, ou seja, a parte “concreta” da obra, que devem aparecer na planilha orçamentária juntamente com suas unidades de medidas quantidades e custos. De acordo com Mattos (2011), antes da obtenção de um tipo de material, deve-se analisar com o fornecedor alguns aspectos pertinentes, tais como unidade e embalagem, especificações técnicas, quantidades, prazos, local e condições de entrega. Essa abordagem contribui para evitar possíveis equívocos no orçamento.

E os custos com equipamentos, que dependendo do tipo de empreendimento, são insumos de grande relevância, eles são os caminhões basculantes, caminhão pipa, motoniveladora, ou seja, os maquinários que circulam nas obras, e semelhantes aos custos anteriores, devem vir no orçamento seguido das suas unidades de medidas, quantidades e custos.

### *3.5.1.2 Custos Indiretos*

Segundo Mattos (2019), custos indiretos é tudo aquilo que não entrou como custo direto. Dessa forma, compreende-se que o custo indireto, ou despesas indiretas, são aqueles gastos que não estão ligados diretamente com a obra em si, é o caso do custo de visitas em campo, do salário do almoxarife, do equipamento de proteção individual (EPI), custo com anotação de responsabilidade técnica (ART) e afins. Dessa maneira, embora não esteja relacionado diretamente com a obra, devem ser computados, uma vez que equivalem a uma faixa de 5% a 30% do custo total da construção (Mattos, 2011).

Sendo assim, tomando como exemplo uma ART, caso ela seja um item de serviço da planilha orçamentária, ela será considerada um custo direto, no entanto, se ela não entrar como um serviço na planilha, ela será considerada custo indireto.

Ademais, tem-se os custos acessórios, que é entendido como um custo indireto, uma vez que não entra como insumos, no entanto são custo pré-definido pelo orçamentista para compor o orçamento através da sua inserção nos benefícios e despesas indiretas (BDI). Os custos acessórios, de acordo com Mattos (2011), são: administração central, imprevistos e contingência e custos financeiros.

Os custos com administração central são entendidos como um valor que a matriz (escritório da construtora) vai gastar com profissionais (contador, recursos humanos, ...),

instalações físicas, veículos e outras despesas para administrar determinada obra. Os gastos com imprevistos e contingências estão ligados diretamente com possíveis tragédias naturais, como chuvas, terremotos, raios, atrasos nos pagamentos das medições, queda no nível de produtividade, ou seja, tudo aquilo que é ocasional de tal modo que prejudica o andamento da obra. E os custos financeiros se baseiam no valor desembolsado pelo construtor para iniciar a obra, que poderia estar sendo aplicado no mercado financeiro e rendendo com o decorrer dos dias, portanto, esse valor que o construtor deixou de ganhar, deve ser computado na planilha orçamentária.

### *3.5.1.3 BDI*

De acordo com TISAKA (2006), benefícios e despesas indiretas (BDI) é um percentual adicionado sobre os custos diretos a fim de cobrir todos os gastos incidentes, para assim, obter o preço de venda. Dessa maneira, o BDI tem como função inserir no custo unitário/total de um insumo e/ou serviço uma margem que reflete as despesas para que ele possa ser executado, de modo que resulta no preço unitário/total deste serviço. Sendo assim, entende-se que, quando não é adicionado o percentual de BDI no valor do insumo/serviço, detém-se apenas do custo, no entanto, caso entre tal percentual, tem-se o preço.

O BDI, segundo Mattos (2011) é composto pelos custos indiretos, custos acessórios (administração central, imprevistos e contingências e custo financeiro), lucro e impostos (Figura 5). A definição de custos indiretos e custos acessórios foi apresentada no capítulo anterior, portanto restando o conceito de lucro e impostos. O lucro é valor que o construtor vai receber pela execução de uma obra e os impostos, que recaem sobre quaisquer atividades produtivas, são percentuais da esfera municipal, estadual e federal, que incidem sobre as obras, eles são: Imposto Sobre Serviço (ISS), do âmbito municipal, Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (CONFINS), Programa de Integração Social (PIS), que são da esfera federal, e dependendo do tipo de desoneração, entra o Custo Previdenciário sobre a Receita Bruta (CPRB).

Figura 5: Fórmulas de preço de venda e BDI.

## Fórmulas do preço de venda e BDI

O raciocínio que norteou os exemplos acima pode ser resumido nas seguintes fórmulas:

$$PV = \frac{CUSTO}{1 - i\%} = \frac{CD + CI + AC + CF + IC}{1 - (LO\% + IMP\%)}$$

$$BDI\% = \frac{PV}{CD} - 1$$

$$PV = CD \times (1 + BDI\%)$$

Dividindo por (CD+CI) os termos do numerador da primeira fórmula chega-se à fórmula do BDI:

$$BDI\% = \frac{(1 + CI\%) \times (1 + AC\% + CF\% + IC\%) - 1}{1 - (LO\% + IMP\%)}$$

onde:

CI% = CUSTO INDIRETO (% sobre o custo direto)

AC% = ADMINISTRAÇÃO CENTRAL (% sobre os custos diretos mais indiretos)

CF% = CUSTO FINANCEIRO (% sobre os custos diretos mais indiretos)

IC% = IMPREVISTOS E CONTINGÊNCIAS (% sobre os custos diretos mais indiretos)

LO% = LUCRO OPERACIONAL (% sobre o preço de venda)

IMP% = IMPOSTOS (% sobre o preço de venda)

Fonte: Construçãocivil, 2014.

### 3.5.2 Curva ABC

Em uma obra, é possível verificar que um mesmo insumo, exemplo um tubo de Policloreto de Vinila (PVC) de esgoto predial, pode aparecer em vários serviços diferentes, como nos serviços sanitários e/ou drenagem predial. Dessa forma, é de suma importância para o construtor identificar quais são estes insumos de maior custo financeiro, para assim, poder concentrar suas energias para possíveis negociações. E é neste sentido que entra a curva ABC, que segundo Mattos (2019), “É um relatório na forma de lista em ordem decrescente de custo, admitindo duas versões: curva ABC de insumos e curva ABC de serviços”. Dessa maneira, entende-se que a curva ABC informa a representatividade financeira de cada insumo ou serviço de forma decrescente em relação ao valor total do empreendimento, e que podem ser divididos em 3 faixas, a faixa A, que são os insumos/serviços que equivalem 50% da obra, a faixa B, que apresentam os percentuais acumulados dos insumos/serviços entre 50% e 80%, e a faixa C, que são os insumos excedente (Figura 6), no entanto, vale ressaltar que o percentual de tais faixas podem variar conforme construtora e/ou orçamentista.

Figura 6: Curva ABC.

DESCRIÇÃO	TOTAL	TOTAL CUM.	%
Poço tubular - 150 m	R\$ 59.181,21	R\$ 59.181,21	35,60%
Rede de distribuição	R\$ 25.062,77	R\$ 84.243,98	50,68%
Torre elevada de 8,00m de altura para reservatório de 15.000 l em fibra de vidro (orçamento detalhado em anexo)	R\$ 23.477,98	R\$ 107.721,96	64,81%
Instalações elétricas e recalque	R\$ 19.589,36	R\$ 127.311,32	76,59%
Ligações domiciliares	R\$ 8.618,00	R\$ 135.929,32	81,78%
Serviços preliminares	R\$ 8.092,42	R\$ 144.021,74	86,64%
Administração local	R\$ 6.880,68	R\$ 150.902,42	90,78%
Abrigo do quadro de comando	R\$ 6.478,85	R\$ 157.381,27	94,68%
Escada de marinho	R\$ 3.509,60	R\$ 160.890,87	96,79%
Serviços finais	R\$ 2.622,49	R\$ 163.513,36	98,37%
Cerca de proteção	R\$ 1.946,66	R\$ 165.460,02	99,54%
Sistema de proteção	R\$ 763,33	R\$ 166.223,35	100,00%
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 166.223,35</b>		

Fonte: Guia da Engenharia, 2020.

### 3.5.3 Banco de Dados

Com o objetivo de ajudar no processo de orçamentação, foram elaborados alguns bancos de dados para o setor da construção civil que informam o custo de insumos e serviços. Dentre os mais conhecidos, tem-se o Sistema Nacional de Preços e Índice da Construção Civil (SINAPI), que é um banco desenvolvido pela Caixa Econômica Federal (CEF) em parceria com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que divide seus insumos/serviços por estados e desoneração; o Sistema de Custo Referenciais de Obras (SICRO), o qual é uma tabela referência desenvolvida Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT) e seus insumos são divididos por região, e Orçamento de Obras de Sergipe (ORSE), que é elaborado pela Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas de Sergipe – CEHOP, logo seus custos são referentes apenas ao estado de Sergipe.

## **4 METODOLOGIA**

A pesquisa realizada neste trabalho é classificada como exploratória, pois esse tipo de estudo tem o objetivo de aprimorar ideias e conceitos já existentes, partindo de uma problemática específica que se busca solucionar (Gil, 2007). Para o desenvolvimento e a apresentação desses conceitos, foi necessário utilizar procedimentos técnicos de pesquisa bibliográfica e estudo de caso. Primeiramente, foram utilizados materiais já elaborados, como livros, artigos, revistas, normas regulamentadoras, documentos eletrônicos, enciclopédias, leis e portarias. Isso permitiu a compilação de conhecimentos relacionados à manutenção dos sistemas prediais hidrosanitários e de águas pluviais em edifícios, estabelecendo correlações com abordagens já exploradas por outros autores. Em seguida, foi utilizado o meio investigativo de estudo de caso, aprofundando-se na análise das rotinas de manutenção predial de uma instituição, com o intuito de detalhar melhor os fatos ocorridos.

O estudo teve uma abordagem quantitativa e qualitativa, pois foi necessária a interpretação dos dados coletados a partir de relatórios fotográficos, encarregados de registrar os serviços realizados na manutenção predial de acordo com o local destinado. Além disso, analisou-se uma planilha em Excel, composta dos agrupamentos das rotinas de manutenção realizadas nos sistemas, contendo informações como: Local, serviços realizados e valores investidos. Assim como, foi utilizado recursos e técnicas para a elaboração de gráficos que demonstraram os resultados obtidos ao longo da pesquisa.

Para mais, realizou-se um levantamento das principais manifestações patológicas e o índice de ocorrência entre elas, decorridas da falta de manutenção nos sistemas prediais. E também, apresentou-se os valores investidos para a correção dos problemas encontrados, com o objetivo de propor soluções para estabelecer um melhor gerenciamento dos investimentos, a fim de diminuir os gastos com serviços futuros.

### **4.1 Caracterização do objeto de estudo**

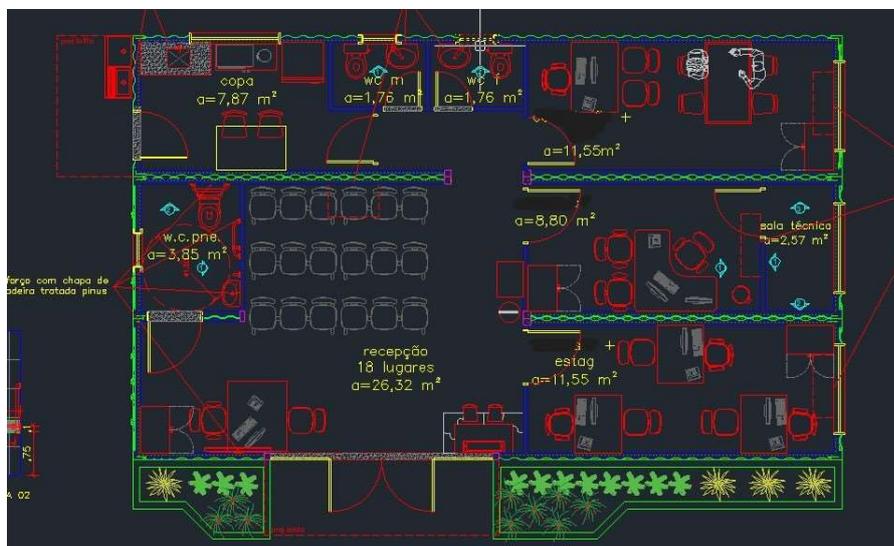
#### **4.1.1 Métodos construtivos**

Para melhor entendimento dos processos, é importante entender um pouco mais como ocorre a divisão da manutenção predial dentro da instituição em estudo de acordo com seus tipos de edificações. Ela conta ao todo com cerca de 80 edificações públicas, sendo 70 delas localizadas nas zonas regionais do Maranhão e 10 na capital, sendo denominadas como núcleos e se distribuem entre construção de alvenaria, de container e modular. Os núcleos em questão são agrupados em quatro lotes, que por sua vez são, divididos entre três empresas terceirizadas diferentes.

Os Lotes 1 e 2 são destinados a construções de alvenaria, que utilizam o método convencional de estrutura de concreto armado e sistema de vedação com tijolos ou blocos cerâmicos. Existem aproximadamente 37 núcleos de alvenaria, as quais são adaptações de edificações residenciais e comerciais alugadas ou cedidas. Para a implantação dessas edificações, são realizadas algumas adequações nos ambientes, utilizando paredes de gesso ou drywall.

Os Lotes 3 e 4 são divididos entre construções de container e módulos. Os contêineres são recipientes metálicos usados principalmente para armazenamento e transporte de mercadorias (Alves, Ferreira, Cavalcante, 2019). Nos últimos anos, eles se tornaram um método construtivo viável, sendo reaproveitados e adequados para uso residencial, com cortes para vãos e acabamentos de revestimentos de piso, parede e teto. Atualmente, a instituição possui cerca de 15 núcleos de container distribuídos pelo interior do estado do Maranhão e na capital. Eles possuem acabamento de piso cerâmico aplicado sobre compensado naval, paredes e forro de drywall. A Figura 7, apresenta o layout demonstrando a divisão dos ambientes de um núcleo construído por container.

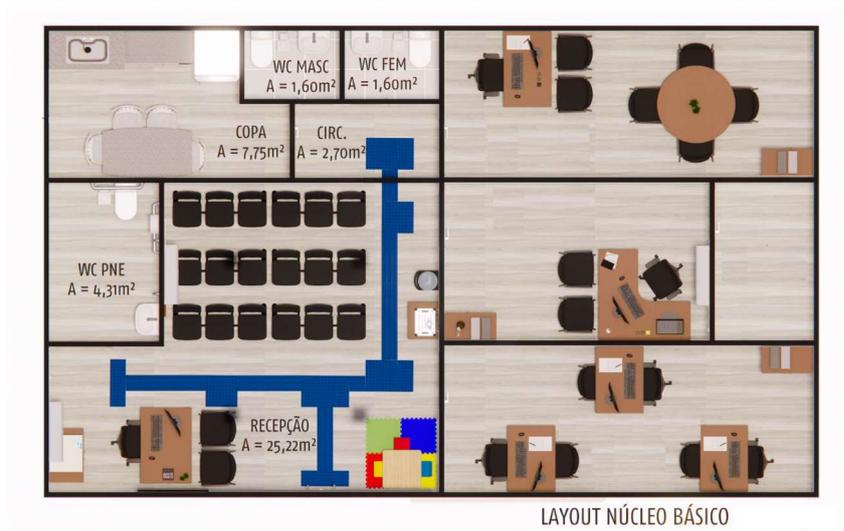
Figura 7: Layout núcleo container básico



Fonte: Instituição em estudo, 2024.

Os módulos, por sua vez, seguem o sistema construtivo Light Steel Frame, que consiste na combinação de perfis de aço galvanizado (perfil I), responsáveis por suportar as cargas da edificação, e painéis estruturais e não estruturais (chapa lisa em aço galvalume) (Gomes, 2013). Ao todo, há 28 edificações concentradas nas áreas regionais do estado do Maranhão e diferente dos contêineres, os módulos possuem piso vinílico aplicado sobre placas masterboard, paredes em chapas lisas de aço galvalume e forro mineral, conforme pode ser observado na Figura 8.

Figura 8: Layout núcleo modular básico.



Fonte: Instituição em estudo, 2024.

Entender os diferentes estilos construtivos e separá-los por lote permitiu um melhor gerenciamento da manutenção predial, sendo possível ter uma noção clara dos materiais necessários para realizar as correções e da mão de obra especializada para cada grupo de edificações.

#### 4.1.2 Processo de Manutenção Predial

Como mencionado anteriormente, no item 3.2, a manutenção predial pode ser dividida em alguns tipos, como: Manutenção rotineira, corretiva (não planejada, corretiva planejada) preventiva, preditiva e detectiva. O alvo de estudo deste trabalho se distribui entre dois tipos de manutenção predial abordados, a corretiva não programada e a programada, entretanto dentro da instituição a manutenção programada é definida como preventiva. Cada uma delas possui um processo de funcionamento dividido por etapas, que serão descritas a seguir.

##### 4.1.2.1 Processo de manutenção predial corretiva não programada

Nesse processo, as demandas de ocorrência são recolhidas por um sistema abastecido pelos responsáveis administrativos de cada edifício. Essas solicitações são encaminhadas para o setor de obras e reformas e posteriormente direcionadas para as empresas responsáveis pela manutenção predial de acordo com o lote. Após o acionamento, a empresa responsável desloca-se até o local para solucionar o problema e ficam encarregados de elaborar um relatório fotográfico contendo todos os serviços que foram executados, os quantitativos de material utilizados e as fotos, propriamente ditas.

Em seguida, com o recebimento do relatório, é realizada a confirmação da solução do problema com o administrador do núcleo e assim é possível elaborar a planilha orçamentária. Entretanto, em casos de pendências, a empresa fica responsável por retornar ao local a fim de finalizar as demandas corretivas. Assim, somente após o serviço concluído e a planilha elaborada, são disponibilizadas versões em pdf para empresa ter ciência de quanto receberá pelo trabalho realizado.

Para finalizar o processo, são elaboradas as Ordens de Serviço e os Termos de recebimento, contendo todas as fotos das atividades realizadas, comprovando o recebimento do trabalho. Ademais é feita a organização documental, para dar sequência ao pagamento pelo financeiro, contendo: Nota fiscal, ordem de serviço, planilha orçamentária, relatório da empresa e termo de recebimento

#### *4.1.2.2 Processo de manutenção predial corretiva programada (preventiva)*

O processo de manutenção corretiva programada (preventiva), possui um funcionamento semelhante ao da não programada, porém anualmente é determinado um cronograma de manutenção predial com as edificações que serão reformadas ao longo dos 12 meses. É importante salientar, que a sistemática do setor prevê esse tipo de manutenção a cada dois anos de acordo com o estado do edifício.

Após a elaboração do cronograma são iniciadas as vistorias nos núcleos escolhidos entre os meses do ano, onde será levantado todas as manifestações patológicas presentes no local, registradas em fotos e em check list. A partir daí, é feito um relatório fotográfico contendo a descrição dos problemas encontrados e a elaboração da planilha orçamentária. Com aprovação do orçamento é aberto a ordem de serviço e mediante assinatura é dado início a reforma. Em concomitante a essas etapas, o administrador do edifício público é informado da realização dos serviços e ficará responsável por organizar ou suspender os atendimentos do local durante esse período.

A manutenção programada normalmente é realizada entre trinta e quarenta e cinco dias, dependendo do grau das manifestações patológicas encontradas. Durante esse período será realizado fiscalização semanal ou quinzenal pelo Engenheiro Fiscal responsável e os encarregados das obras ficam responsáveis por mandar o cronograma da obra, as fotos dos serviços realizados durante a semana e os dados dos funcionários que estão trabalhando no local.

O pagamento é realizado por medições da planilha orçamentária ao longo da execução dos serviços e após a fiscalização e recebimento do relatório da empresa. Todas as fotos dos

processos deverão ser inseridas nos termos de recebimento (provisório e definitivo), a fim de comprovar a realização das atividades, repetindo-se até a finalização da reforma. Por fim, a organização dos documentos para financeiro conta com: A nota fiscal, ordem de serviço, planilha orçamentária, ART, relatório fotográfico, relatório da empresa e termo de recebimento.

#### **4.2 Detalhamento da análise da amostra**

A amostra de estudo deste trabalho foi obtida a partir dos relatórios enviados pelas empresas terceirizadas durante o ano de 2023, além de planilhas em Excel responsáveis por organizar e controlar as demandas de solicitação e execução de serviços. Ao todo, contabilizou-se cerca de 127 relatórios, dos quais 108 eram referentes a manutenções corretivas não programadas e 19 a manutenções preventivas.

Para o levantamento das informações, foi necessário filtrar a amostra para identificar os serviços realizados nos sistemas prediais de água fria, esgoto sanitário e águas pluviais. Os dados coletados foram organizados em uma planilha em Excel, primeiramente dispostos em uma forma geral contendo dados como: Local, data, tipo de construção, tipo de manutenção, descrição dos serviços, sistema predial correspondente e manifestação patológica identificada. Em seguida, divididos de acordo com o tipo de sistema predial.

Primeiramente as solicitações foram divididas de acordo com o sistema construtivo das edificações: Alvenaria, contêiner e módulo. Em seguida, as requisições foram classificadas conforme o tipo de sistema predial em que foi realizada intervenções, utilizando siglas específicas: SPAF para instalações de água fria, SPES para instalações de esgoto sanitário, SPAP para instalações de águas pluviais. Nesta etapa, foi necessário realizar a leitura de cada um dos relatórios, assim como as planilhas orçamentárias dos serviços realizados, para identificar o sistema correspondente.

Desta forma, identificou-se 33 solicitações de manutenção no sistema de instalação predial, sendo 23 corretivas (13 em núcleos de alvenaria, 6 em contêineres e 4 em módulos) e 10 preventivas (3 em edifícios de alvenaria, 6 em containers e apenas 1 em módulo). Conforme pode ser observado na Tabela 8.

Tabela 8: Quantidade de manutenções nos sistemas prediais em 2023.

Tipo de construção	Manutenção corretiva (und)	Manutenção preventiva (und)
Alvenaria	13	3
Container	6	6
Módulo	4	1
Total	23	10

Fonte: Autoral, 2024.

Além disso, com base no material levantado, foi possível identificar o índice de ocorrência das manifestações patológicas e os valores investidos para a correção dessas anomalias, de acordo com o tipo de construção e o sistema de instalações prediais. Essas e outras informações serão apresentadas nas análises dos resultados obtidos .

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico, são apresentadas as análises gráficas e os registros fotográficos das principais manifestações patológicas identificadas, conforme o sistema de instalação predial correspondente, com base nos relatórios vistoriados.

A Tabela 9 apresenta os dados levantados e suas derivações.

Tabela 9: Relação da manutenção corretiva por sistema e por tipo construtivo.

Varáveis	Total de	% do total
SPAF	6	24,00
Alvenaria	2	33,33
Container	1	16,67
Módulo	3	50,00
SPES	4	16,00
Alvenaria	3	75,00
Container	1	25,00
SPAP	13	52,00
Alvenaria	7	53,85
Container	4	30,77
Módulo	2	15,38

Fonte: Autoral, 2024.

Dentre as 23 manutenções corretivas identificadas, tem-se que:

- 24% foram realizadas em instalações de água fria (2 em alvenaria, 1 em container, 3 em módulo);

- 16% nas instalações de esgoto sanitário (3 em alvenaria e 1 em módulo);

- 52% nas de águas pluviais (7 em alvenaria, 4 em container e 2 em módulo).

Ainda na Tabela 9, é possível observar que a maioria das correções foram realizadas no sistema predial de águas pluviais. No total, houve cerca de 13 solicitações atendidas, das quais a maior concentração (53,85%) corresponde aos núcleos de alvenaria convencional. Dessa forma, foi necessário realizar maiores investimentos, tanto financeiros quanto operacionais,

para corrigir as demandas desse sistema, totalizando cerca de R\$81.111,21 ( oitenta e um mil, cento e onze reais e vinte e um centavos), ou seja, 68,84% do custo total (R\$ 117.821,23).

Em relação às manutenções prediais preventivas, verifica-se na Tabela 10 a porcentagem de manutenções realizadas nos sistemas estudados.

Tabela 10: Relação da manutenção preventiva por sistema e por tipo construtivo.

Varáveis	Total de	% do total
SPES	1	10,00
Alvenaria	1	100,00
SPAP	6	60,00
Container	5	83,33
Módulo	1	16,67
AMBOS	3	30,00

Fonte: Autoral, 2024.

Pela análise da Tabela 10, verifica-se que a maior parte dos investimentos foi também direcionada à preservação do sistema de instalações de águas pluviais (60%), com a maioria concentrada em contêineres (83,33%), contabilizando aproximadamente R\$ 60.361,77 (sessenta mil, trezentos e sessenta e um reais e setenta e sete centavos). Além disso, 10% dos serviços realizados em 2023 foram destinados às instalações prediais de esgoto sanitário (1 container) e 30% a outras manutenções que envolveram ambos os sistemas. Ademais, no total houve um investimento de R\$103.361,77 (cento e três mil, trezentos e sessenta e um reais e setenta e sete centavos) para a realização dos serviços preventivos nos sistemas prediais abordados.

As manutenções realizadas em ambos os sistemas foram conduzidas em conjunto com outras demandas estruturais dos núcleos de alvenaria. Destaca-se a necessidade de readequação dos projetos hidrossanitários devido a problemas com vazamentos e infiltrações provenientes das bacias sanitárias, além da execução de novas instalações para atender aos requisitos de ampliação dos locais.

### 5.1 Sistema predial de água fria

O estudo dos requerimentos de 2023 constatou que, durante o ano, foram realizadas apenas manutenções corretivas no sistema predial de água fria. A análise das patologias

identificou defeitos relacionados à utilização ou instalação inadequada, vazamentos e problemas decorrentes da ausência ou falha de projeto, conforme ilustrado no Gráfico 1.

Gráfico 1: Incidência de patologias no sistema predial de água fria.



Fonte: Autorial, 2024.

A análise do Gráfico 1 revela que os defeitos relacionados à utilização ou instalação inadequada foram os mais frequentes nas manutenções corretivas do SPAF, correspondendo a aproximadamente 50% das solicitações atendidas. A maioria dessas ocorrências envolveu a instalação e substituição de bombas d'água e bóias de nível. Em seguida, os vazamentos aparecem como a segunda anomalia mais comum no sistema, representando 33,3% dos atendimentos, principalmente devido a gotejamentos em registros e tubulações externas de água fria. Por fim, 16,7% das correções foram relacionadas a problemas decorrentes da falta ou falha de um projeto adequado.

Os problemas relacionados a defeitos de utilização e instalação, como já mencionado, referem-se à substituição ou fornecimento de componentes do sistema de abastecimento de água fria. Entre esses componentes estão as bombas d'água periféricas, responsáveis pelo transporte vertical da água entre o reservatório inferior e superior, e as bóias reguladoras de nível, utilizadas para monitorar e controlar o nível de líquido dentro dos reservatórios. Como medida corretiva, foi realizada a substituição desses componentes para garantir o abastecimento adequado de água nos locais.

Os vazamentos, por sua vez, geraram duas solicitações ao longo do ano, como mostrado nas Figuras 9a, 9b e 9c. A Figura 9a se refere ao serviço realizado para corrigir um vazamento nas tubulações externas do núcleo, causado pela descontinuidade dessas tubulações. Esse problema pode ser resultado de vários fatores, como desgaste dos materiais, pressão excessiva

da água, instalação inadequada ou danos físicos. Como medida corretiva, foi solicitada a execução do encaixe utilizando um material colante adequado.

Figura 9: Correção de vazamentos no sistema predial de água fria.



(a) Tubulação deslocada

(b) Substituição de registro



(c) Substituição de registro

Fonte: Autoral, 2024.

Já as Figuras 9b e 9c referem-se a um problema identificado no registro de gaveta, responsável pelo controle do abastecimento de todo o núcleo. É importante destacar que esse tipo de dispositivo tem a função de controlar o fluxo de água da edificação durante a realização de manutenções no sistema, devendo ser operado em posição totalmente aberta ou totalmente fechada, conforme a necessidade. No entanto, o registro em questão apresentava dificuldades para abrir e fechar completamente, o que resultava em vazamentos e baixa pressão da água. A solução adotada foi a substituição do dispositivo.

Por fim, os problemas relacionados à falta ou falha de projetos hidráulicos adequados foram menos frequentes em comparação com outras questões ao longo do ano, ocorrendo apenas uma vez. Como exemplo desse problema, relata-se a situação, que envolveu a necessidade de ajustar o projeto original para que o abastecimento do prédio fosse feito pela

concessionária local, em vez de utilizar a água do poço artesiano, que estava acumulando sedimentos nas tubulações e causando problemas. Para isso, foi necessário modificar a instalação conectando o cavalete a um reservatório inferior e, em seguida, a um reservatório superior, conforme mostrado nas Figuras 10a, 10b, 10c e 10d.

Figura 10: Adequação de projeto hidráulico para núcleo modular.



(a) Alimentador predial



(b) Cavalete



(c) Conexão com reservatório inferior



(d) Reservatório inferior

Fonte: Autoral, 2024.

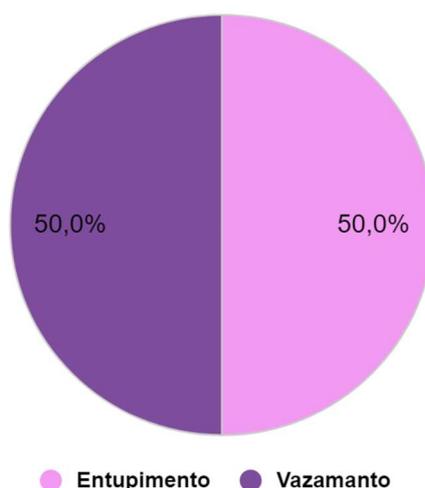
Todos os problemas mencionados podem ter várias causas, como o uso inadequado dos dispositivos, a degradação natural ao longo do tempo ou instalações inadequadas que comprometeram a vida útil dos componentes. A questão é que, até o momento, não havia uma fiscalização mais aprofundada para essas demandas, sendo as falhas corrigidas apenas quando os mecanismos apresentavam problemas. Portanto, seria útil realizar uma inspeção mais aprofundada em todo o sistema. Utilizar um checklist e incluir listagens práticas na rotina de manutenção pode ajudar a identificar com mais precisão as causas das anomalias. Assim, seria possível implementar correções mais eficazes e com mão de obra adequada, prevenindo futuras falhas, prolongando a durabilidade dos componentes e reduzindo os custos com reparos.

## 5.2 Sistema predial de esgoto sanitário

### 5.2.1 Manutenção corretiva nas instalações de esgoto sanitário

As manutenções corretivas do sistema de predial de esgoto sanitário, segue conforme demonstrado no Gráfico 2.

Gráfico 2: Incidência de patologias no sistema predial de esgoto sanitário.



Fonte: Autoral, 2024.

Analisando o Gráfico 2, observa-se que a incidência de manifestações patológicas no sistema apresentou uma distribuição equivalente dos problemas. De fato, 50% das solicitações foram direcionadas para a correção de entupimentos em caixas de inspeção e suas respectivas tubulações, enquanto os outros 50% foram voltados para a correção de vazamentos nas tubulações sanitárias.

Como já mencionado anteriormente, a maioria dos entupimentos em sistemas de esgoto sanitário ocorre por dois principais motivos: a falta de declividade nas tubulações horizontais e o uso inadequado dos aparelhos sanitários pelos usuários. Em edifícios de atendimento público, esse problema é ainda mais difícil de controlar em comparação com residências privadas. Além disso, em construções mais antigas, como os núcleos de alvenaria, os sistemas de tubulação são geralmente de difícil acesso para inspeções. As Figuras 11a, 11b, 11c e 11d mostram situações onde foi necessário desobstruir caixas de gordura que estavam completamente entupidas devido ao acúmulo de sedimentos nas tubulações, impedindo a passagem do fluido. Para resolver o problema, utilizou-se o método de sucção, com o objetivo de liberar a passagem da água.

Figura 11: Desobstrução de caixas de gordura.



(a) Caixa de gordura entupida.

(b) Processo de sucção.



(c) Caixa de gordura entupida.

(d) Desobstrução da caixa.

Fonte: Autoral, 2024.

Para solucionar esse tipo de problema, o ideal seria investir em manutenções periódicas, focadas na limpeza regular das caixas de inspeção, já que é através delas que se realiza a manutenção necessária das tubulações sanitárias não aparentes. Além disso, seria importante implementar um plano de conscientização para os usuários, incluindo a instalação de placas informativas com orientações básicas sobre o que deve ser evitado ao utilizar aparelhos sanitários, cozinhas e lavanderias. Embora essas medidas possam inicialmente gerar mais custos, elas ajudariam a diminuir a necessidade de intervenções emergenciais, além de evitar o surgimento de manchas no piso e nas paredes, o aparecimento de insetos, odores desagradáveis, entre outros problemas.

Além dos entupimentos, outra anomalia frequente identificada foi o vazamento nas tubulações sanitárias horizontais. Na figura 12a, por exemplo, corresponde a uma solicitação de atendimento por entupimento exigindo a escavação do local para identificar a causa do problema. Durante essa escavação, foram encontrados vazamentos tanto na tubulação quanto

nas conexões. Já na figura 12b, foi identificado um desgaste na tubulação, onde aberturas na superfície do tubo resultaram em vazamentos. Em ambos os casos, foi necessário substituir os tubos e conexões comprometidos para resolver os problemas, conforme pode ser observado na Figura 12c.

Figura 12: Correção de vazamentos em tubulações horizontais de esgoto.



(a) Identificação de vazamento

(b) Identificação de vazamento



(c) Substituição de tubulação de esgoto.

Fonte: Autoral, 2024.

A identificação dessas patologias ocorreu em núcleos de container, ou seja, em edifícios relativamente novos, cujas instalações prediais foram executadas conforme seus projetos complementares. Nesse contexto, a falha na elaboração do projeto, na execução e a qualidade dos materiais utilizados podem ter contribuído para o surgimento dos vazamentos, considerando que esses núcleos têm poucos anos de uso. Para evitar vazamentos desse tipo, é essencial escolher materiais de alta qualidade e seguir rigorosamente as recomendações do fabricante, como evitar ligações cruzadas entre as tubulações, respeitar o cobrimento necessário, realizar inspeções periódicas, entre outras medidas preventivas.

## 5.2.2 Manutenção preventiva nas instalações de esgoto sanitário

O sistema predial de esgoto sanitário passou por uma única manutenção preventiva em 2023, realizada em conjunto com outras demandas estruturais. Essa intervenção foi feita em um núcleo de containers, exigindo a adequação do projeto inicial e a implementação de um novo sistema particular de coleta e tratamento de esgoto. O núcleo enfrentava problemas graves de transbordamento na fossa séptica, resultando em vazamentos que aumentavam o risco de contaminação do solo e dos lençóis freáticos. Além disso, os custos com manutenções corretivas para manter o sistema operacional estavam se tornando elevados, devido à frequência com que era necessário esgotar esses dispositivos.

Durante as vistorias e inspeções no local, foi constatado que tanto os efluentes provenientes das bacias sanitárias quanto aqueles das pias e lavatórios estavam sendo descartados em um único tanque séptico de capacidade reduzida, o que estava sobrecarregando o sistema. Por isso, foi necessário desenvolver um novo sistema de tratamento privativo, incluindo uma fossa séptica, filtro anaeróbico e sumidouro, conforme mostrado na Figura 13a. Além disso, optou-se por readequar a orientação das tubulações das caixas de inspeção para separar as águas cinzas dos dejetos orgânicos, como ilustrado na Figura 13b.

Figura 13: Execução de sistema de tratamento particular como medida preventiva.



(a) Execução de sistema de tratamento particular.



(b) Readequação dos tubos de esgoto sanitário.

Fonte: Autoral, 2024.

Como já mencionado, os núcleos em contêineres e módulos seguem um modelo de projeto padrão que nem sempre se adapta às condições específicas do local. Para evitar transtornos semelhantes ao ocorrido e como medida preventiva, é essencial que os projetos complementares sejam elaborados de acordo com as características da região onde serão implantados, seguindo as recomendações de dimensionamento e execução das normas regulamentadoras.

De acordo com a ABNT NBR 8160:1999 - Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução, o dimensionamento dos componentes do sistema deve seguir os parâmetros indicados, levando em conta a contribuição dos aparelhos utilizados, a quantidade de usuários, os diâmetros adequados das tubulações, entre outros requisitos (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1999). Além disso, é fundamental alinhar o planejamento executivo com uma execução de qualidade, utilizando materiais apropriados, mão de obra especializada e realizando manutenções periódicas para garantir maior eficiência do sistema.

### **5.3 Sistema predial de águas pluviais**

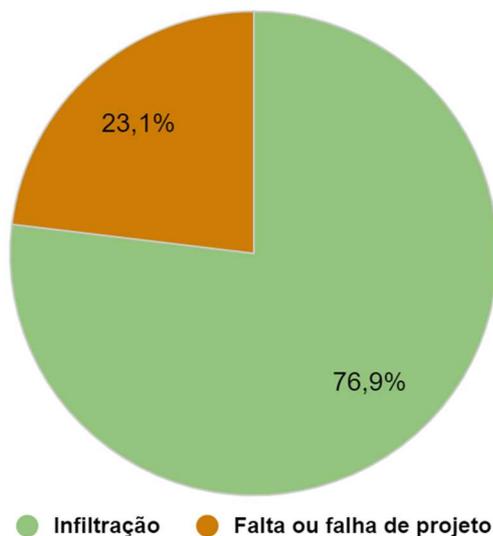
#### **5.3.1. Manutenção corretiva nas instalações de águas pluviais**

As análises das manutenções corretivas no sistema predial de águas pluviais foram realizadas de forma individual para cada tipo de edificação, assim como nas demais. Desta forma, a análise das patologias contemplou as infiltrações e os problemas provenientes da falha ou falta de projeto. Destaca-se que as manifestações patológicas associadas à falta ou falha de projeto resultaram em problemas de alagamento nos terrenos das edificações, devido à ausência

de drenagem adequada ou à execução incorreta das mesmas. Além disso, as infiltrações estavam relacionadas ao estado danificado das calhas e rufos dos núcleos.

O Gráfico 3 apresenta com mais detalhes sobre as incidências de patologias de acordo com a manutenção corretiva e suas respectivas porcentagens de ocorrência.

Gráfico 3: Incidência de patologias no sistema predial de águas pluviais.



Fonte: Autoral, 2024.

Pela análise do Gráfico 3, é possível observar que as infiltrações foram a ocorrência mais frequente na manutenção corretiva do sistema predial de águas pluviais, representando cerca de 76,9% das solicitações atendidas entre janeiro e dezembro de 2023. Como mencionado anteriormente, a maioria desses problemas está associada ao estado das calhas e rufos das edificações. Ao total, foram contabilizadas 10 demandas recorrentes envolvendo irregularidades nas superfícies das calhas e rufos, indicando princípio de oxidação do material e conseqüente corrosão do mesmo, o que provocou o escoamento de água pelas paredes e surgimento de manchas de infiltração. Como medida corretiva emergencial, utilizou-se manta aluminizada para vedar essas inconformidades, conforme demonstrado nas Figuras 14a e 14b.

Figura 14: Correção de calha galvanizada com manta aluminizada.



(a) Núcleo de container

(b) Núcleo de alvenaria

Fonte: Autoral, 2024.

A Figura 14a refere-se à manutenção realizada em uma calha instalada em um núcleo de container, enquanto a Figura 14b mostra uma intervenção realizada em um núcleo de alvenaria. Em ambas as situações, foi utilizado o mesmo recurso corretivo, pois tratava-se do mesmo material. Entretanto, nesses casos, o ideal seria realizar a troca do material, visto que a utilização de fita aluminizada é mais indicada para pequenos reparos, como goteiras em telhas metálicas, vazamentos em juntas de tubulações, acabamento de mantas isolantes em telhados, entre outros serviços. Dessa forma, a fita é um recurso prático e viável, mas apenas como um paliativo até que uma solução definitiva seja implementada.

A Tabela 11 relaciona os locais que sofreram intervenções nas calhas devido a proliferação da corrosão do material.

Tabela 11: Manutenção corretiva 2023 no sistema predial de águas pluviais.

Local	Período	Descrição
Cidade 12	01/2023	Reparo em rufos e calha com fita aluminizada
Cidade 11	01/2023	Substituição de calha galvanizada
Cidade 13	11/2023	Substituição de calha galvanizada
Cidade 14	05/2023	Reparo em rufos e calha com fita aluminizada
Cidade 17	01/2023	Reparo em rufos e calha com fita aluminizada
Cidade 18	01/2023	Reparo em rufos e calha com fita aluminizada
	12/2023	Reparo em rufos e calha com fita aluminizada

Cidade 19	05/2023	Reparo em rufos e calha com fita aluminizada
Cidade 20	01/2023	Reparo em rufos e calha com fita aluminizada
Cidade 21	03/2023	Substituição de calha galvanizada

Fonte: Autoral, 2024.

Ao todo, nove núcleos apresentaram demandas relacionadas à infiltração, onde apenas as cidades 11, 13 e 21 tiveram a devida substituição da calha. Nos demais locais, foi realizado apenas o paliativo emergencial, com intuito de substituir o material em uma futura manutenção preventiva. Entretanto, para o mesmo problema, as demais cidades, com exceção da cidade 12, não acompanharam o cronograma de preventivas, realizando apenas intervenções corretivas. Além disso, é possível observar que a Cidade 18 foi a única que necessitou de um novo atendimento para correção da mesma anomalia.

Voltando aos dados apresentados no Gráfico 3, observa-se que os problemas relacionados à falta ou falha de projeto representam cerca de 23,1% das solicitações, com duas correções em núcleos modulares e uma em alvenaria convencional. Ambas as ocorrências resultaram em áreas de alagamento nos terrenos e na invasão desses fluidos nas edificações devido à falta de drenagem pluvial. Como medida emergencial, para os módulos foi necessário readequar os projetos, prevendo a instalação de canaletas e caixas de passagem, conforme ilustrado na Figura 15a. Já para o núcleo de alvenaria, foi necessário elaborar um novo projeto, visto que a edificação já existia e as instalações de águas pluviais não contemplavam a drenagem do terreno (ver Figura 15b).

Figura 15: Correção de drenagem pluvial.



(a) Execução de canaletas em núcleo modular



(b) Execução de drenagem pluvial em núcleo de alvenaria  
Fonte: Autoral, 2024.

Nos casos apresentados na Figura 15a e 15b, observa-se que ambos resultam da mesma problemática: a falta de conhecimentos técnicos adequados para o escoamento das águas pluviais. Isso ocorre porque os núcleos modulares e os contêineres são instalados seguindo padrões de sistemas prediais que nem sempre se adequam ao ambiente em que são inseridos, enquanto os núcleos de alvenaria são adaptados com menos intervenções nos sistemas já existentes. Como resultado, as operações corretivas após a ocupação dos locais tornam-se mais frequentes.

Uma possível solução para o problema seria investir mais nos estudos preliminares das obras que serão executadas ou adaptadas. No caso dos módulos ou contêineres, seria necessário investigar com maior precisão a viabilidade dos terrenos, incluindo a análise da topografia e da percolação do solo, para assim conseguir integrar o modelo padrão às particularidades do ambiente, permitindo a elaboração de projetos complementares mais eficientes. Já para os núcleos cedidos ou alugados (em alvenaria), o ideal seria analisar as condições das instalações existentes, a fim de identificar os déficits que precisam ser corrigidos durante a manutenção preventiva. Embora isso possa inicialmente aumentar o custo previsto para essas implantações, a longo prazo reduziria a necessidade de correções, não apenas no sistema de drenagem pluvial, mas também em outros sistemas.

### 5.3.1. Manutenção preventiva nas instalações de águas pluviais

Para a manutenção preventiva do sistema predial de águas pluviais, destaca-se que todas as solicitações programadas estavam associadas a problemas patológicos de infiltrações e, assim como nas manutenções corretivas, também estavam relacionadas às condições das calhas e rufos dos edifícios. Ao todo, foram programadas seis intervenções ao longo do ano nesse

sistema, com um custo total aproximado de R\$60.521,45 (sessenta mil, quinhentos e vinte e um reais e quarenta e cinco centavos). Vale ressaltar que, das seis demandas, apenas duas envolveram exclusivamente a troca das calhas; as demais incluíram outros serviços preventivos além da substituição do material.

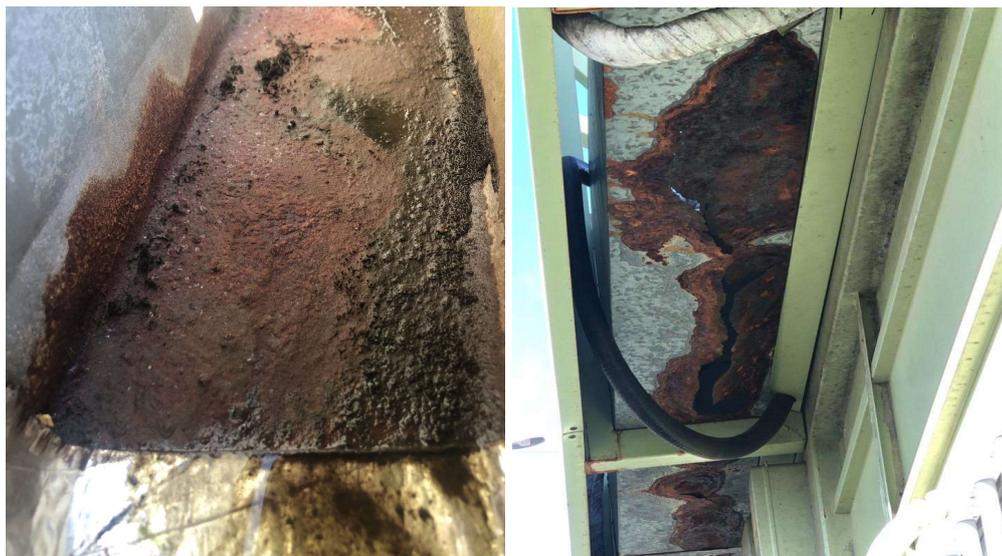
Segundo Gentil (2007), a corrosão pode ser entendida como a deterioração de um material, geralmente metálico, causado por ações físicas, químicas ou eletroquímicas do ambiente. Esse processo de corrosão é, em sua maioria, espontâneo e constantemente altera os materiais metálicos, comprometendo sua durabilidade e desempenho, fazendo com que eles deixem de atender às suas finalidades originais. As calhas utilizadas nos núcleos em estudo são feitas de aço galvanizado, ou seja, possuem um revestimento fino de zinco que aumenta sua resistência à corrosão. Estudos indicam que, com quantidades adequadas de zinco e em um ambiente favorável, uma chapa metálica pode ter uma vida útil de até 100 anos (Barbiere, 2021). Contudo, a Figura 16 mostra a condição das calhas nas Cidades 12, 16 e 18, que possuem menos de 5 anos desde a ocupação.

Figura 16: Calha de aço galvanizado em processo de corrosão.



(a) Calha da cidade 12

(b) Calha da cidade 12



(c) Calha da cidade 16

(d) Calha da cidade 18

Fonte: Autoral, 2024.

A Figura 16 mostra um estágio avançado de corrosão no metal, comprometendo a funcionalidade do dispositivo e contribuindo para o surgimento de outros problemas, como manchas de infiltração nas paredes, deterioração estrutural a longo prazo e erosão ao redor das edificações. Para resolver essas manifestações patológicas, durante a manutenção preventiva, o material foi substituído por novas chapas de aço galvanizado e revestido com impermeabilizante adequado, como zarcão, para garantir maior durabilidade. Entretanto, além dessas medidas, seria recomendável realizar manutenções periódicas (semestrais) para a limpar a superfície das calhas e verificar a integridade das estruturas, como a presença de oxidação, amassados e fissuras que possam comprometer sua eficiência.

Ademais, outra solução possível seria avaliar a viabilidade de substituir o material utilizado, considerando que as calhas em aço galvanizado têm apresentado problemas em pouco tempo de uso. O Policloreto de Vinila (PVC) surge como uma opção interessante, pois é um material leve, de fácil manuseio, resistente à corrosão e às intempéries, além de oferecer maior durabilidade. Além disso, as calhas de PVC estão amplamente disponíveis no mercado e apresentam um custo-benefício relativamente mais baixo em comparação ao aço galvanizado. No entanto, vale ressaltar que, mesmo sendo um material mais resistente, também será necessário realizar manutenções semestrais para limpeza e verificação de possíveis anomalias.

## 6 CONCLUSÃO

Esta pesquisa teve como objetivo geral, avaliar as rotinas de manutenção nos sistemas prediais hidrossanitários e de águas pluviais em edifícios públicos, com intuito de buscar soluções para reduzir a incidência de patologias e os custos associados à sua correção. Com base no levantamento e análise dos dados no desenvolvimento da pesquisa, conclui-se que o objetivo proposto foi alcançado.

Entre os principais resultados, foi observado que a maioria das patologias identificadas nos núcleos está relacionada a infiltrações no sistema predial de águas pluviais, especialmente devido à corrosão das calhas de aço galvanizado das edificações. Portanto, essas áreas devem ter prioridade na rotina de manutenção, com inspeções e reparos realizados pelo menos semestralmente para garantir a qualidade e eficiência dessas instalações.

Os casos relacionados a vazamentos, entupimentos e defeitos de uso ou instalação, observados em ambos os sistemas analisados (água fria, esgoto e águas pluviais), são resolvidos com facilidade por meio de manutenções corretivas, como já realizado pela instituição. Nesse sentido, é vantajoso aproveitar esses reparos não programados para realizar vistorias nas instalações, a fim de identificar os problemas mais recorrentes e planejar manutenções periódicas de forma mais eficaz. Dessa maneira, podem-se criar rotinas de manutenção mais eficientes, permitindo atender um maior número de núcleos e garantir o bom funcionamento dos locais.

Em relação aos problemas recorrentes de falha ou ausência de projetos adequados, observa-se que isso está frequentemente relacionado à insistência em aplicar um padrão único a diferentes situações. Essa abordagem resulta em anomalias que surgem em poucos anos após a ocupação dos edifícios. Portanto, é recomendável investir em capacitação, treinamento e recursos técnicos para os colaboradores, visando proporcionar condições mais favoráveis para a elaboração de projetos que considerem as particularidades de cada ambiente. Vale ressaltar que, um planejamento executivo bem estruturado, aliado a uma mão de obra especializada e ao uso de materiais de qualidade, pode mitigar significativamente os riscos de falhas futuras e garantir a longevidade das estruturas.

Quanto às limitações da pesquisa, destaca-se que não foi possível observar todas as patologias hidrossanitárias das edificações, visto que, muitos dos relatórios analisados careciam de informações suficientes para a identificação completa, especialmente no que diz respeito à substituição de dispositivos. Embora tenha sido possível levantar a quantidade de dispositivos trocados, não foi possível identificar os serviços executados, já que muitos desses dispositivos

eram substituídos sem um motivo claro. Além disso, a maioria dos núcleos em alvenaria não possuía projetos hidráulicos sanitários, o que dificultou o trabalho das empresas de reparo e o planejamento de uma rotina de manutenção por parte da instituição.

Para trabalhos futuros, recomenda-se a utilização de checklists específicos para cada tipo de sistema de instalação predial. Isso permitirá uma verificação rápida e prática das anomalias observadas durante as correções, garantindo maior controle sobre os serviços executados e fornecendo mais informações para o levantamento da incidência de patologias nas edificações estudadas. Sugere-se também o desenvolvimento de um levantamento de custos relacionado à possível substituição dos materiais utilizados nas calhas dos núcleos com o objetivo de proporcionar uma comparação entre os diferentes materiais.

Contudo, as evidências apresentadas nesta pesquisa contribuem, tanto teórica quanto praticamente, para a identificação das possíveis falhas recorrentes na organização da manutenção predial da instituição estudada. Ressalta-se que investir em manutenções verdadeiramente preventivas, que envolvem inspeções regulares e pequenos reparos, é uma estratégia eficaz para identificar e corrigir problemas antes que se agravem e resultem em maiores despesas. Além disso, é essencial programar manutenções específicas para cada tipo de sistema, visando garantir um melhor controle e prolongar a vida útil dos serviços realizados.

## 7 REFERÊNCIAS

ALVES, José Victor Pontes; FERREIRA, Rosimery da Silva; CAVALCANTE, Roberto Paiva. Containers – uma nova alternativa para a construção civil. Estudo direcionado para projetos residenciais. Revista Principia: Divulgação científica e tecnológica do IFPB, nº 46, João Pessoa, 2019.

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

\_\_\_\_\_. **NBR 8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução. Rio de Janeiro. 1999.

\_\_\_\_\_. **NBR 5674**: Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro. 2012.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575**: Desempenho de edificações habitacionais. Rio de Janeiro. 2013

\_\_\_\_\_. **NBR 5626**: Sistemas Prediais de Água Fria e Quente - Projeto, execução, operação e manutenção. Rio de Janeiro. 2020

**ASTM E632-81**, "Standard Practice for Developing Accelerated Tests to Aid Prediction of the Service Life of Building Components and Materials" (American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 1981).

BARBIERI. **Durabilidade dos perfis de aço galvanizado no Steel Framing**, 2021. Disponível em: <https://www.adbarbieri.com/pt-br/blog/durabilidade-dos-perfis-de-aço-galvanizado-no-steel-framing>. Acesso em: 10 de Agosto de 2024 as 16:00h.

BENKENDORF, Alexandre. **Benefícios e Despesas Indiretas. Construção civil**, 2014. Disponível em: <https://construcaocivil.info/o-bdi-bonificacao-e-despesas-indiretas-e-o-percentual-que-deve-ser-aplicado-sobre-o-custo-direto-dos-itens-da-planilha-da-obra-para-se-chegar-ao-preco-de-venda-conceitos-fundamentais-para-a-engenha/>. Acesso em: 30 de novembro de 2023 as 19:00h.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. **Patologias em Sistemas Prediais Hidráulicos-Sanitários**. 1. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2013. 216 p.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. **Patologias em Sistemas Prediais Hidráulicos-Sanitários**. 3. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2018. 226 p.

CONCEIÇÃO, Alessandro Pucci da. **Estudo da Incidência de Falhas Visando a Melhoria da Qualidade dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários**. 2007. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

DE JESUS ALENCAR, Claudine; DE LIMA, Alexandre Nascimento; DE LIMA JUNIOR, Wiu José. **Manifestações patológicas em estrutura de pilares de concreto armado no centro de saúde José Bandeira de Medeiros em Delmiro Gouveia - AL**

FRANÇA, Alessandra A. V.; MARCONDES, Caelos Gustavo N.; ROCHA, Francielle C. da; MEDEIROS, Marcelo Henrique Farias de; HELENE, Paulo R.L. **Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil**. Técnica, São Paulo, v. 19, n. 174, 2011.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GOMES, C. E. M. *et al.* Light Steel Frame na produção de moradias no Brasil. IX Congresso de Construção Metálica e Mistos & I Congresso Luso-Brasileiro de Construção Metálica Sustentável. Porto, Portugal, 2013.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: Função de estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

MATTOS, Aldo. **Como preparar orçamento de obras**. 1ª. ed. São Paulo: Pini, 2011.

MATTOS, Aldo. **Como preparar orçamento de obras**. 3ª. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

MILION, Raphael Negri. **Método para gestão a ocorrência de manifestações patológicas em edificações habitacionais**. 2019. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.

MORUZZI, Rodrigo Braga et al. **Caracterização química e mineralógica da incrustação em rede de ferro fundido e potencial de recuperação da capacidade hidráulica**. Engenharia Sanitaria e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 17, 3. ed., 2012.

NUNES, Eunice. **Ar em tubulação faz conta de água disparar: Problema, que é reconhecido por empresas de saneamento, ocorre sobretudo em locais onde há racionamento**. Folha de S. Paulo, São Paulo, 27 ago. 2001. Cotidiano. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff2708200116.htm> . Acesso em: 29 de Novembro de 2023 as 18:45h.

OLIVEIRA; Lúcia Helena de, GRAÇA; Moaçyr Eduardo Alves de, GONÇALVES, Orestes Marccini. **PCC3461 – Sistemas Prediais I: Sistemas prediais de águas pluviais**. São Paulo, 2019. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4535394/mod\\_resource/content/6/%C3%81guas%20Pluviais%202019%20SQ.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4535394/mod_resource/content/6/%C3%81guas%20Pluviais%202019%20SQ.pdf). Acesso Em: 29 de Novembro de 2023 as 17:47h.

PEREIRA, Caio. **Escola Engenharia: Instalações Hidráulicas**. 2019. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/instalacoes-hidraulicas/> . Acesso em 23 de Novembro de 2023 as 17:00h.

ROCHA, R. R. **Análise e caracterização de soluções acústicas para mitigar os ruídos oriundos de instalações hidrossanitárias prediais**. 2018. Dissertação (Mestre em Ciências) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo 2018.

SOUZA, J. B. **Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e função do Planejamento e Controle da Produção (PCP): Uma abordagem Analítica**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) -Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa. Paraná.

SOUZA, Gessica de; MELO, Sarah Popença de. **Estudo das manifestações patologias em instalações prediais de água fria e de esgoto sanitário de edificação residencial privativa multifamiliar**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça – SC.

SBROGGIO, Leonardo Carvalho. **Patologias Hidrossanitárias pós obra: Estudo de caso de dois empreendimentos com múltiplas unidades habitacionais**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Guarapuava – PR.

TEIXEIRA, Paula de C. et al. **Estudo de Patologias nos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários do Prédio do Ciclo Básico II da Unicamp**, Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 1, n. 2, p. 34-50, 2011.

TISAKA, **Maçahico. Orçamento na Construção Civil: Consultoria, Projeto e Execução**. 1ª. ed. São Paulo: PINI, 2006.

TOLEDO JUNIOR, Emerson Galdino. **Manutenção Predial: Planjamento e redução de custos**. 2020. Revista Obras Civis. Disponível em: <https://portaldeperiodicos.marinha.mil.br/> Acesso em 20 de Novembro as 16:30h.

VIANA, H. R. G. **Planejamento e Controle da Manutenção**. 2022, Rio de Janeiro: Qualitymark.

VIANA, Dandara. Instalações prediais de água fria: dimensionamento. [S. l.]: Guia da Engenharia, 11 jun. 2019. Disponível em: <https://www.guiadaengenharia.com/instalacoes-agua-fria/> . Acesso em: 23 de Novembro de 2023 as 16:00h.

VICTOR, João. **Guia da Engenharia: Patologias em instalações de águas pluviais**. 2020. Disponível: <https://www.guiadaengenharia.com/patologias-aguas-pluviais/>. Acesso em 30 de Novembro de 2023 as 15:23.

VICTOR, João. **Guia da engenharia: Como fazer uma Curva ABC (Pareto): exemplo prático. Guia da Engenharia**. 2020. Disponível em: <https://www.guiadaengenharia.com/exemplo-curva-abc-pareto/>. Acesso em: 30 de novembro de 2023 as 19:30h.