



**UFC**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CAMPUS CRATEÚS  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**FRANCISCO DAS CHAGAS VASCONCELOS JÚNIOR**

**AVALIAÇÃO DA EXECUÇÃO DOS SISTEMAS PREDIAIS HIDROSSANITÁRIOS  
EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS DE MÉDIO PORTE**

**CRATEÚS  
2023**

FRANCISCO DAS CHAGAS VASCONCELOS JÚNIOR

AVALIAÇÃO DA EXECUÇÃO DOS SISTEMAS PREDIAIS HIDROSSANITÁRIOS EM  
EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS DE MÉDIO PORTE

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Me. Tatiane Lima Batista.

CRATEÚS  
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

V141a Vaconcelos Júnior, Francisco das Chagas.  
Avaliação da execução dos sistemas prediais hidrossanitários em edificações residenciais de médio porte /  
Francisco das Chagas Vaconcelos Júnior. – 2023.  
90 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Crateús,  
Curso de Engenharia Civil, Crateús, 2023.

Orientação: Profa. Ma. Tatiane Lima Batista.

1. manifestações patológicas. 2. abastecimento de água. 3. esgoto sanitário. I. Título.

CDD 620

---

FRANCISCO DAS CHAGAS VASCONCELOS JÚNIOR

AVALIAÇÃO DA EXECUÇÃO DOS SISTEMAS PREDIAIS HIDROSSANITÁRIOS EM  
EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS DE MÉDIO PORTE

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Engenharia Civil da  
Universidade Federal do Ceará, como requisito  
parcial à obtenção do título de bacharel em  
Engenharia Civil

Orientadora: Profa. Me. Tatiane Lima Batista.

Aprovada em: / / .

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Me. Tatiane Lima Batista (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dra. Heloína Nogueira da Costa  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Me. Jefferson Heráclito Alves de Souza  
Universidade Regional do Cariri (URCA)

A Deus.

Aos meus pais, Francisco Vasconcelos e  
Antonieta Torres.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, em primeiro lugar.

Aos meus pais, Francisco Vasconcelos e Antonieta Torres, pelos ensinamentos, cuidados e carinho oferecidos durante toda minha caminhada.

Aos meus outros familiares, tais como irmão, tios e primos, por todo o apoio e suporte oferecido.

À Universidade Federal do Ceará (UFC), pela ótima oportunidade de crescimento concedida durante minha graduação, principalmente nas atividades de pesquisa e extensão, orientadas pelos professores Dr. Sandro Vagner de Lima e Me. Marcio Avelino de Medeiro.

À minha orientadora Profa. Me. Tatiane Lima Batista, pelos ensinamentos que foram importantes para conclusão do meu trabalho e início da minha vida profissional.

Aos meus amigos e colegas de faculdade, pela ajuda nos momentos difíceis e pelos momentos de alegria compartilhados.

“Não é na ciência que está a felicidade, mas na aquisição da ciência”. (Edgar Allan Poe)

## RESUMO

Os sistemas prediais de uma edificação devem ser executados de forma a seguir os critérios de desempenho indicados nas normas técnicas, garantindo ao usuário conforto e segurança e evitando o surgimento de manifestações patológicas, tão recorrentes nesse tipo de sistema. Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a execução dos sistemas prediais hidrossanitários em residências de médio porte, identificando-se os principais erros que favorecem o aparecimento de manifestações patológicas nestes sistemas. Para coletar e analisar os dados, realizaram-se estudos de caso com três edificações residenciais de médio porte. Através de observações em campo, coleta de documentos e entrevistas, buscou-se conhecer os procedimentos executivos adotados para as instalações de abastecimento de água potável e esgoto sanitário, sendo possível identificar os principais erros associados a tais sistemas relativos à etapa de execução. Como principais resultados, identificou-se que as três obras tiveram erros construtivos associados aos processos de armazenamento de materiais e componentes. Em seguida, com relação à análise da execução do subsistema de abastecimento de água, observou-se que as edificações tiveram problemas relacionados com as medidas de proteção, identificação e verificação das tubulações. Por fim, na instalação do esgoto sanitário, foram identificados erros associados ao assentamento das valas e aos processos de proteção, fixação e verificação dos componentes. Por fim, algumas manifestações patológicas foram associadas a esses erros. Ao identificar essas falhas, a maioria recorrentes, este estudo contribui cientificamente e tecnicamente com o estudo da execução dos sistemas prediais hidrossanitários em edificações residenciais de médio porte, fornecendo informações que ampliam a compreensão sobre o tema e oferece base para trabalhos futuros que possam sugerir e implementar melhorias e intervenções nos processos executivos desses sistemas em edificações desse tipo.

**Palavras-chave:** manifestações patológicas; abastecimento de água; esgoto sanitário.



## ABSTRACT

The building systems of a building must be executed in such a way as to follow the performance criteria indicated in the technical standards, guaranteeing the user comfort and safety and avoiding the emergence of pathological manifestations, which are so common in this type of system. Therefore, the present work aims to evaluate the execution of building hydrosanitary systems in medium-sized residences, identifying the main errors that favor the appearance of pathological manifestations in these systems. To collect and analyze the data, case studies were carried out with three medium-sized residential buildings. Through field observations, document collection and interviews, we sought to understand the executive procedures adopted for drinking water supply and sanitary sewage installations, making it possible to identify the main errors associated with such systems in relation to the execution stage. As main results, it was identified that the three works had construction errors associated with the storage processes of materials and components. Next, in relation to the analysis of the execution of the water supply subsystem, it was observed that the buildings had problems related to protection measures, identification and verification of the pipes. Finally, during the installation of sanitary sewage, errors were identified associated with laying the trenches and the protection, fixing and verification processes of the components. Finally, some pathological manifestations have been associated with these errors. By identifying these failures, most of which are recurring, this study contributes scientifically and technically to the study of the implementation of building hydrosanitary systems in medium-sized residential buildings, providing information that expands understanding of the topic and offers a basis for future work that may suggest and implement improvements and interventions in the executive processes of these systems in buildings of this type.

**Keywords:** pathological manifestations; water supply; sanitary sewage.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Sistema predial de abastecimento de água fria com presença de um reservatório inferior .....	21
Figura 2	- Sistema predial de esgoto sanitário .....	23
Figura 3	- Tubos transpondo as estruturas com a presença de uma camisa.....	27
Figura 4	- Fluxograma das etapas do método de pesquisa .....	35
Figura 5	- Materiais da obra A armazenados de maneira inadequada .....	43
Figura 6	- Materiais da obra C armazenados de forma aleatória .....	44
Figura 7	- Tubulações desalinhadas na Obra A .....	47
Figura 8	- Tubulações desalinhadas na Obra A .....	48
Figura 9	- Tubulação água fria de Obra A atravessando uma viga sem proteção.....	50
Figura 10	- Tubulação de esgoto sanitários próxima a tubulações de águas pluviais da Obra C sem métodos de identificação .....	50
Figura 11	- Assentamento de uma vala na Obra B .....	53
Figura 12	- Tubulação de esgoto da Obra B instalada sem a presença de elementos que absorvam as movimentações e vibrações .....	54
Figura 13	- Tubulações de esgoto da obra A aterradas sem a presença de elementos que absorvam as movimentações e vibrações .....	55
Figura 14	- Tubulações de esgoto da obra B com as aberturas fechadas de maneira inadequada .....	56
Figura 15	- Percentual de erros encontrados nas três obras .....	57

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela com quantidade de itens verificações, quantidade de erros encontrados em cada verificação e porcentagem.....	58
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1	- Datas das visitas técnicas realizadas.....	38
Quadro 2	- Caracterização dos respondentes.....	41
Quadro 3	- Erros que cada obra apresentou nos processos de armazenamento, transporte e manuseio de materiais e componentes.....	42
Quadro 4	- Erros que cada obra apresentou durante a execução do subsistema de abastecimento de água potável .....	45
Quadro 5	- Erros que cada obra apresentou na execução do esgoto sanitário.....	51
Quadro 6	- Principais patologias associadas às falhas observadas em campo.....	59

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CPVC	Policloreto de Vinila Clorado
kPa	Quilo Pascal
NBR	Norma Brasileira Regulamentar
SPAFAÇ	Sistema Predial de Água Fria e Água Quente
SPAQ	Sistema Predial de Água Quente
PEX	Polietileno Reticulado
PPR	Polipropileno Copolímero Random
PVC	Policloreto de vinil

## LISTA DE SÍMBOLOS

- ° Graus
- °C Grau Celsius
- % Porcentagem

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>1.1</b>	<b>Questão de pesquisa</b> .....	18
<b>1.2</b>	<b>Objetivos</b> .....	18
<i>1.2.1</i>	<i>Objetivos gerais</i> .....	18
<i>1.2.2</i>	<i>Objetivos específicos</i> .....	19
<b>1.3</b>	<b>Roteiro temático</b> .....	19
<b>82</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	20
<b>2.1</b>	<b>Sistemas Prediais Hidrossanitários</b> .....	20
<i>2.1.1</i>	<i>Sistema predial de água fria e água quente</i> .....	21
<i>2.1.2</i>	<i>Sistema predial de esgoto sanitário</i> .....	23
<b>2.2</b>	<b>Execução dos sistemas prediais hidrossanitários</b> .....	25
<i>2.2.1</i>	<i>Recomendações para o transporte, manuseio e armazenamento dos materiais hidrossanitários</i> .....	25
<i>2.2.2</i>	<i>Requisitos para a execução das instalações de água fria e quente</i> .....	26
<i>2.2.2.1</i>	<i>Instalação das tubulações de abastecimento de água</i> .....	26
<i>2.2.2.2</i>	<i>Assentamento das tubulações</i> .....	26
<i>2.2.2.3</i>	<i>Transposição de tubulações em estruturas de concreto</i> .....	27
<i>2.2.2.4</i>	<i>Fixação de juntas</i> .....	27
<i>2.2.2.5</i>	<i>Outras recomendações</i> .....	28
<i>2.2.3</i>	<i>Requisitos para a execução das instalações de esgoto sanitário</i> .....	28
<i>2.2.3.1</i>	<i>Instalação das tubulações de esgoto</i> .....	29
<i>2.2.3.2</i>	<i>Execução dos tubos de queda</i> .....	29
<i>2.2.3.3</i>	<i>Outras recomendações</i> .....	30
<i>2.2.4</i>	<i>Ensaio realizados nos sistemas prediais hidrossanitários de água potável e esgoto</i> .....	30
<b>2.3</b>	<b>Principais manifestações patológicas presentes nos sistemas prediais hidrossanitários</b> .....	31
<i>2.3.1</i>	<i>Vazamentos de água</i> .....	32
<i>2.3.2</i>	<i>Entupimentos</i> .....	33
<i>2.3.3</i>	<i>Ruídos e vibrações</i> .....	33

2.3.4	<i>Mau cheiro</i> .....	33
2.3.5	<i>Retornos de esgoto e espuma</i> .....	34
3	<b>MÉTODO DE PESQUISA</b> .....	35
3.1	<b>Escolha das obras</b> .....	36
3.2	<b>Elaboração dos instrumentos de coleta de dados</b> .....	36
3.3	<b>Realização das visitas</b> .....	37
3.4	<b>Análise dos resultados</b> .....	38
4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	39
4.1	<b>Caracterização geral das obras</b> .....	39
4.2	<b>Caracterização dos entrevistados</b> .....	40
4.3	<b>Verificação do armazenamento, transporte e manuseio de materiais e componentes</b> .....	41
4.4	<b>Verificação da execução do sistema predial de água fria</b> .....	44
4.4.1	<i>Atendimento ao projeto</i> .....	46
4.4.2	<i>Processos de instalação de materiais e componentes</i> .....	46
4.4.3	<i>Isolamento e proteção das tubulações</i> .....	48
4.4.4	<i>Identificação das tubulações</i> .....	50
4.4.5	<i>Ensaio de suportação</i> .....	51
4.5	<b>Verificação da execução das instalações de esgoto sanitário</b> .....	51
4.5.1	<i>Atendimento ao projeto</i> .....	52
4.5.2	<i>Assentamento das valas</i> .....	52
4.5.3	<i>Proteção e fixação dos componentes</i> .....	53
4.5.	<i>Ensaio realizados após a conclusão da execução</i> .....	56
4.6	<b>Comparação entre as três obras analisadas</b> .....	57
4.7	<b>Manifestações patológicas associadas às falhas encontradas</b> .....	58
5	<b>CONCLUSÃO</b> .....	61
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	63
	<b>APÊNDICE A- CHECKLIST USADO NA COLETA DE DADOS</b> .....	67
	<b>APÊNDICE B- QUESTIONÁRIO</b> .....	72
	<b>APÊNDICE C- CHECKLISTS PREENCHIDOS COM OS DADOS COLETADOS</b> .....	73



## 1 INTRODUÇÃO

O processo de construção de qualquer residência necessita de uma eficiente integração entre os sistemas prediais (estrutural, hidrossanitário, combate a incêndio e pânico, elétrico e complementares). Essa integração permite com que a edificação funcione de acordo com os padrões de desempenho estabelecidos e, assim, proporcione conforto, praticidade e segurança aos moradores. Ao observar exclusivamente as instalações prediais hidrossanitárias, percebe-se que a sua execução correta corrobora para o aumento da saúde e qualidade de vida dos residentes, uma vez que são responsáveis pelo abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, drenagem das águas pluviais e do funcionamento de parte do sistema de segurança contra incêndio e pânico (FIGUEIROA NETO, 2020).

Para garantir que esses sistemas possuam a qualidade necessária, constata-se a necessidade de seguir requisitos de desempenho normalizados. Dessa maneira, identifica-se que a Norma dos Sistemas prediais de água fria e água quente- ABNT NBR 5626 (2020), a Norma dos sistemas prediais de esgoto sanitário- ABNT NBR 8160 (1999) e a Norma de Desempenho de edificações habitacionais - ABNT NBR 15575 (2013) apresentam informações importantes para a execução correta de todo sistema predial hidrossanitário, pois estabelecem procedimentos necessários para projetar, executar e avaliar a edificação, de modo que atinjam o comportamento esperado durante a sua vida útil (ANDRADE *et al.*, 2021).

Nesse sentido, para a sua aplicação correta, há necessidade de integrar a elaboração de um bom projeto, com uma execução realizada por profissionais treinados e capacitados, a fim de evitar a necessidade de realizar reparos e alterações que podem elevar o custo final das construções (CARVALHO JÚNIOR, 2016).

No entanto, estudos apontam que uma porcentagem significativa de manifestações patológicas encontradas em obras finalizadas está relacionada às instalações hidrossanitárias prediais (CARVALHO JÚNIOR, 2017). Esses problemas também estão associados à ocorrência de manifestações patológicas em outros sistemas, tais como aquelas presentes nos sistemas estruturais. Como exemplo, pode-se citar as infiltrações que provocam o aparecimento de corrosão e mofos que comprometem a integridade das peças de metal e concreto (DAN, 2017). As causas dessas manifestações patológicas podem estar relacionadas ao projeto, à execução, à qualidade dos materiais usados na obra ou ao uso e manutenção por parte do usuário.

O fato desses sistemas estarem ocultos nas obras contribuem para a diminuição da sua prioridade de atenção em comparação com os outros sistemas e corrobora para o surgimento de execuções repletas de soluções improvisadas. Além disso, nota-se que a falta de capacitação dos funcionários, a dificuldade em compatibilizar os sistemas prediais, os projetos falhos ou carentes de informações influenciam na manutenção desse problema (CARVALHO JÚNIOR, 2016).

Dessa forma, a realização de pesquisas, com propósito de investigar as principais falhas no processo construtivo dos sistemas prediais hidrossanitários são relevantes para reduzir a ocorrência dessas manifestações patológicas, melhorando o desempenho desses sistemas. É necessário, portanto, identificar os problemas mais recorrentes em edificações, para que seja possível adotar as melhores estratégias durante a execução dos sistemas prediais hidrossanitários (BOSCO; BROERING, 2019).

Nesse sentido, esta pesquisa busca realizar um estudo em edificações residenciais de médio porte que estejam em processo de construção com foco na análise da execução dos sistemas prediais hidrossanitários para responder à seguinte questão de pesquisa:

## **1.1 Questão de pesquisa**

Quais são os principais erros construtivos que contribuem para o aparecimento de manifestações patológicas nos sistemas prediais hidrossanitários em edificações residenciais de médio porte?

## **1.2 Objetivos**

### ***1.2.1 Objetivos gerais***

Avaliar o processo de execução dos sistemas prediais hidrossanitários em residências de médio porte, identificando os principais erros que favorecem o aparecimento de manifestações patológicas nestes sistemas.

### ***1.2.2 Objetivos específicos***

1. Analisar as condições de armazenamento, transporte e manuseio dos materiais usados nas instalações de água e esgoto sanitário;
2. Analisar os processos relacionados à instalação dos componentes dos sistemas de abastecimento de água e esgoto sanitário;
3. Verificar a realização dos ensaios de estanqueidade e suportaçã dos sistemas.

### **1.3 Roteiro temático**

Esse trabalho foi subdividido em seis seções (a introdução, o referencial teórico, a metodologia, os resultados e discussões e a conclusão).

No referencial teórico do trabalho, define os principais conceitos relacionados aos sistemas prediais hidrossanitários, discute os procedimentos executivos associados à instalação das tubulações de abastecimento de água e esgoto sanitário, bem como as principais manifestações patológicas geradas pelos erros associados a esses subsistemas.

Já no método de pesquisa, foram apresentadas as etapas seguidas para desenvolvimento da pesquisa, assim escolheu-se as obras, elaborou-se os instrumentos de coleta de dados, realizou-se as visitas e definiu-se o método de análise das informações obtidas.

Nos resultados e discussões, buscou-se sintetizar e analisar todas as informações coletadas na metodologia com base nos conceitos pautados no referencial teórico.

Enfim, com a análise pronta, concluiu-se o trabalho, destacando os impactos dos erros encontrados na qualidade das três edificações e foram apresentadas as referências, seguidas pelo apêndice.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Esta seção apresenta o Referencial Teórico composto por três subseções: a primeira traz informações sobre os Sistemas Prediais Hidrossanitários, a segunda trata das recomendações para execução desses sistemas e a terceira trata das principais manifestações patológicas recorrentes neles a partir da literatura.

### **2.1 Sistemas Prediais Hidrossanitários**

O Sistema Predial Hidrossanitário tem o propósito de fazer o transporte dos fluidos em pressões e quantidades aceitáveis, de modo que não comprometa a integridade das peças e aparelhos responsáveis pela distribuição da água potável e da coleta das águas residuais e pluviais (CARVALHO JÚNIOR, 2017).

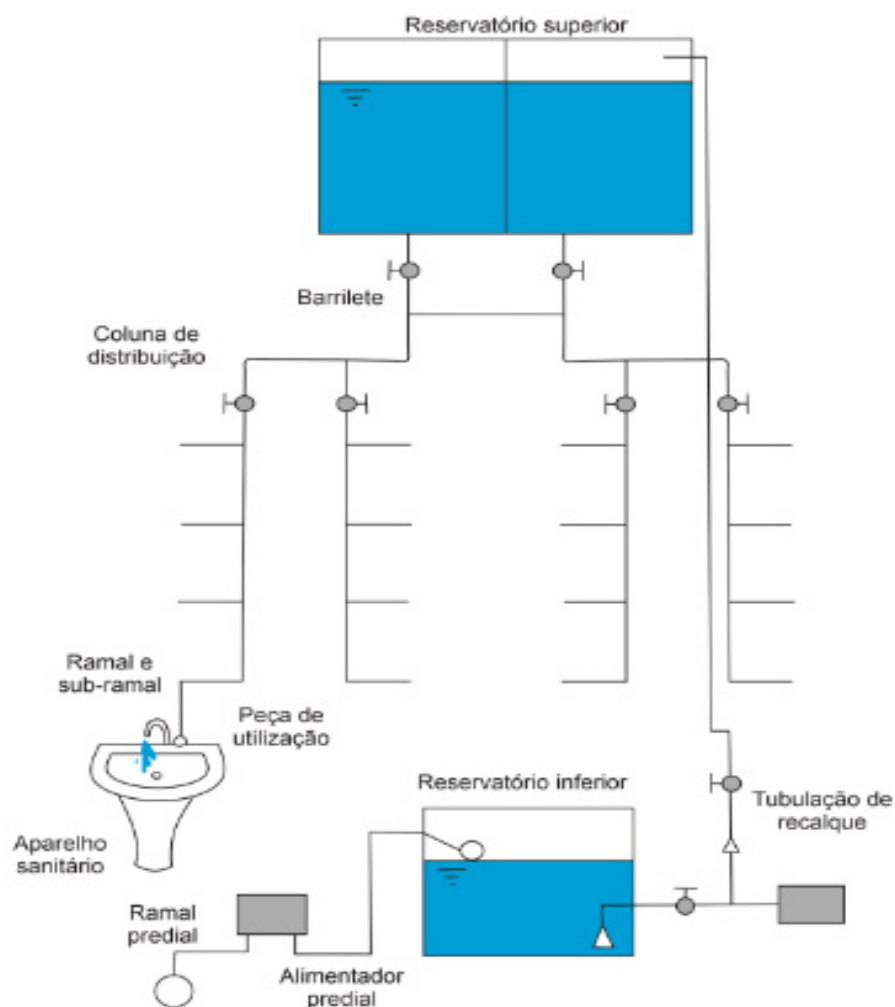
O sistema responsável pelo abastecimento de água é composto por todas as conexões, tubulações e registros responsáveis por distribuir e armazenar a água potável, fria ou aquecida, dentro de uma edificação, de maneira que garanta os padrões de potabilidade da água recebida pela concessionária. Por outro lado, as instalações prediais de esgoto são compostas por todas as tubulações, conexões, caixas de inspeção e de gordura responsáveis por coletar e conduzir o esgoto até a destinação final, sem provocar a contaminação da água presente no sistema de abastecimento (SAYONARA, 2018).

O subsistema de água fria e quente é regido pela ABNT NBR 5626: 2020, que trata do projeto, execução, operação e manutenção exclusivamente dos sistemas com água potável. Os requisitos estabelecidos por esse documento tratam da conservação correta dos requisitos de desempenho, do uso racional de água e energia, assim como da manutenção das condições de potabilidade da água. Enquanto isso, a ABNT NBR 8160:1999 estabelece as diretrizes necessárias para projetar, executar e realizar ensaios e manutenções nos sistemas prediais de esgoto sanitário com o propósito de atender as exigências relacionadas aos critérios de higiene, segurança e conforto do usuário. A seguir serão apresentadas informações sobre esses dois subsistemas prediais:

### 2.1.1 Sistema predial de água fria e água quente

O Sistema Predial de Água Fria e Água Quente (SPAFAQ) de uma residência é dividido em subsistemas de abastecimento, reservação e distribuição. Assim, as tubulações do subsistema responsável pelo abastecimento recebem a água da rede pública ou de um sistema de fornecimento privado e a transportam até o subsistema de reservação. Como é observado na Figura 1, a água passa primeiramente pelo ramal predial, onde é direcionada até a extremidade de início do alimentador predial, por intermédio de um ponto definido pela concessionária responsável pela distribuição. O alimentador predial, por sua vez, conecta esse ponto até o reservatório da edificação (FIGUEIROA NETO, 2020).

Figura 1 - Sistema predial de abastecimento de água fria com a presença de um reservatório inferior.



Fonte: Viana (2019).

No meio desse percurso é realizado pela própria concessionária, o controle da água consumida pela edificação. Essa medida é feita por meio de aparelhos conhecidos por hidrômetros (FIGUEIROA NETO, 2020).

Após percorrer esse trecho inicial, a água é armazenada em reservatórios industrializados ou moldados in loco. Esses dispositivos têm a função de garantir uma regular distribuição da água, uma vez que é comum no Brasil a ocorrência de problemas relacionados à baixa pressão e a falta de água fornecida à rede pública de abastecimento. Dessa maneira, constrói-se o reservatório a uma altura acima dos pontos de utilização, já que é necessário assegurar que a alimentação ocorra por gravidade. Essa altura pode ser um problema em regiões com baixa pressão, assim é comum o uso de um sistema de recalque (CARVALHO JÚNIOR, 2017).

Ao observar o próximo trecho percorrido pela água dentro da edificação, percebe-se que ao sair do reservatório ela é direcionada pelos barriletes até a coluna de distribuição, posteriormente para os ramais e sub-ramais (GONÇALVES, 2020).

Em algumas residências o sistema predial de água fria pode funcionar em conjunto com o sistema predial de água quente. Conhecido como SPAQ (Sistema predial de água quente), o propósito é conduzir a água aquecida até os pontos de uso (CORRÊA, 2016).

Segundo Bosco e Broering (2019), no SPAQ a água conduzida pela tubulação de água fria é direcionada até um aquecedor elétrico, a gás ou solar, no qual o processo de transferência de calor gerado pela fonte de energia provoca o aumento da temperatura da água. Os aquecedores usados podem ser de passagem ou de acumulação. Em relação aos de passagem, eles são comuns em aquecedores elétricos e a gás e funcionam a partir da passagem da água em um dispositivo de aquecimento instantâneo. Diferente disso, os aquecedores de acumulação proporcionam um maior conforto aos residentes, pois tem a capacidade de acumular em boiler a água aquecida por uma fonte elétrica, a gás ou solar.

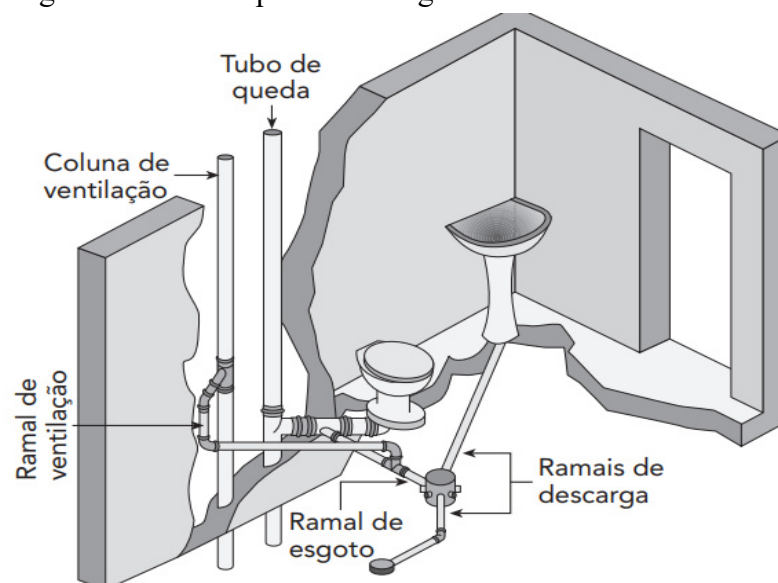
Costuma-se usar nas tubulações de água frias, peças de PVC rígido de coloração marrom, com um diâmetro variando entre 20 e 110 mm. Esse material é um dos mais empregados em construções prediais, pois tem uma boa durabilidade, uma elevada resistência à corrosão e apresenta custo baixo, entretanto é observado que tem como fator limitante a sua baixa resistência mecânica e aos raios solares. Por outro lado, os tubos metálicos de ferro galvanizados, oferecem ao sistema uma maior resistência mecânica, mas sofrem com a corrosão (BOSCO; BROERING, 2019).

Apesar do elevado custo, o cobre também é bastante utilizado nos sistemas de água fria e quente. No entanto, nos sistemas de água quente, necessita-se de um maior isolamento térmico, em consequência da sua elevada capacidade em absorver calor. Além disso, nos sistemas de água quente, utilizam-se também outros materiais com excelentes resistências à altas temperaturas, como, por exemplo, o CPVC (Policloreto de Vinila Clorado), PPR (Polipropileno Copolímero Random), o PEX (fabricado de Polietileno reticulado) e o aço (CARVALHO JÚNIOR, 2017).

### ***2.1.2 Sistema predial de esgoto sanitário***

Segundo as diretrizes estabelecidas pela ABNT NBR 8160:1999, o sistema de esgoto sanitário é responsável por coletar e conduzir dejetos gerados pelo uso dos aparelhos sanitários a um destino adequado. Assim, segundo essa norma, o esgoto sanitário deve ser projetado de modo a evitar a contaminação da água, permitir o escoamento adequado da água e dos dejetos, além de impedir o contato do esgoto e de seus gases com os ambientes externos e outros sistemas. A norma também exige que o sistema de esgoto sanitário facilite a realização de atividades de vistorias ou manutenção, além de impedir a entrada de elementos externos no seu interior. A Figura 2 ilustra alguns componentes do sistema predial de esgoto sanitário.

Figura 2 - Sistema predial de esgoto sanitário.



Fonte:Carvalho Júnior (2017).

Assim como observa-se na Figura 2, os efluentes dos aparelhos sanitários são direcionados às tubulações do ramal de descarga, que recebe-os e transporta-os em direção ao desconector. Diante disso é possível entender que os desconectores são objetos com um fecho hídrico, responsáveis por vedar a entrada de gases no sentido oposto ao deslocamento natural do esgoto. Alguns exemplos de desconectores são: caixa sifonada, vaso sanitário e sifão (SBROGGIO,2022).

Após isso, os efluentes são levados ao ramal de esgoto, que é a tubulação com a função de receber os efluentes dos ramais de descarga ou dos desconectores e os levar até outras tubulações, como o tubo de queda e sub coletores. Os tubos de queda são as tubulações verticais presentes em edificações de mais de um pavimento que recebem esses efluentes dos ramais de esgoto, enquanto os sub coletores são as tubulações horizontais localizadas a montante dos ramais de esgoto e do próprio tubo de queda (VIEIRA, 2016).

Além disso, compreende-se que os componentes do sistema de coleta e transporte de esgoto podem ser também divididos em instalações primárias e secundárias de esgoto. Assim, define-se as instalações primárias como sendo o conjunto de tubulações no qual os gases gerados nos coletores públicos não têm acesso, enquanto a secundária são as canalizações com a presença de gases (SBROGGIO,2022).

A presença desses gases gera um mau cheiro responsável por provocar incômodo aos residentes. Com isso, torna-se fundamental instalar um sistema de ventilação, que garanta a eliminação dos gases gerados e mantenha a integridade do fecho hídrico presente nos desconectores (CARVALHO JÚNIOR, 2017).

De acordo com Carvalho Júnior (2017), os encanamentos de esgoto sanitário são montados com peças de PVC ou ferro fundido. Em relação às peças e equipamentos de PVC, nota-se que normalmente apresentam uma coloração branca podendo ser da série normal ou reforçado. Os tubos e conexões da série normal são usados para escoar o esgoto e direcionar os gases pelo sistema de ventilação, seus diâmetros nominais variam entre 40 e 200 mm. Enquanto isso, os materiais da série reforçada têm uma espessura maior, que permite receber maiores impactos mecânicos, seus diâmetros nominais podem ser de 40 a 150 mm (KRONA,2021). Além disso, para tubulações que permanecem expostas, indica-se o uso do ferro fundido, pois como essas áreas apresentam um maior risco de impactos causados por acidentes, adota-se esse material na expectativa de suportar esses contatos sem prejudicar o escoamento.



## **2.2 Execução dos sistemas prediais hidrossanitários**

Oliveira (2013) afirma que a qualidade da execução de qualquer etapa de uma obra está relacionada a integração entre as operações de planejamento, gerenciamento, organização do canteiro-de-obras, condições de higiene e segurança no trabalho, correta operacionalização dos processos administrativos em seu interior, assim como o controle de recebimento e armazenamento dos materiais e equipamentos e da execução correta de cada um dos serviços realizados nos processos produtivos.

Segundo Zuchett (2015), ao analisar as instalações hidrossanitárias é possível entender que a avaliação de sua qualidade passa pela observação em conjunto de todos os sistemas presentes em uma edificação. Assim, para garantir um comportamento aceitável, no que se refere à estanqueidade, a resistência à pressão, ao não aparecimento de golpes e vibrações, além da manutenção da vazão é preciso garantir a padronização dos procedimentos de execução e inspeção dos serviços, por meio de uma revisão detalhada das etapas iniciais da obra e dos projetos (BOSCO; BROERING,2019).

### ***2.2.1 Recomendações para o transporte, manuseio e armazenamento dos materiais hidrossanitários***

Os processos de transporte, manuseio e armazenamento dos componentes hidrossanitários tem que ser feito de forma que não cause danos à integridade das peças. Logo, deve ser evitado o manuseio violento das peças, descarregamento realizado por lançamento e uma manipulação com arrastamento no solo ou em outra superfície rígida (BOTELHO; RIBEIRO JR.,2014).

Ao olhar exclusivamente o transporte dos tubos de PVC, observa-se a necessidade de se evitar que seu processo de carregamento e descarga seja feito com movimentos bruscos. Durante o seu posicionamento na caçamba, evita-se organizar as tubulações de forma desordenada, com balanços longos e em contato com outros objetos que possam danificá-las, como outras peças metálicas salientes (BOTELHO; RIBEIRO JR.,2014).

O armazenamento dos componentes hidrossanitários deve ser feito em locais cobertos, em pilhas não altas e próximos aos pontos de uso, já que deve-se evitar grandes deslocamentos durante a sua utilização (BOTELHO; RIBEIRO JR.,2014). É aconselhado também, padronizar o armazenamento dos dispositivos de acordo com o tipo e o diâmetro (BORSATO; BACK, 2015).

### ***2.2.2 Requisitos para a execução das instalações de água fria e quente***

Mesmo com o auxílio de um bom projeto é imprescindível seguir as recomendações da ABNT NBR 5626:2020 relacionadas aos procedimentos executivos do sistema predial de água fria e quente. Nesse sentido, é possível perceber que o processo de execução desse subsistema, requer a existência de profissionais capacitados e conhecedores da norma, assim como o emprego de materiais de qualidade comprovada (CARVALHO JÚNIOR, 2016). O atendimento dessas exigências garante que a água fornecida pela rede de abastecimento conserve as características de potabilidade exigidas pelo Ministério da Saúde.

No que se refere aos procedimentos executivos, a norma exige que a execução dos sistemas prediais de água fria e quente seja feita por profissionais habilitados em conformidade com seu projeto. Com isso, admite-se qualquer alteração em seu projeto somente com aprovação dos responsáveis técnicos (ABNT, 2020).

Nesse sentido, no que se trata das principais recomendações necessárias para a execução desse subsistema, tem-se:

#### ***2.2.2.1 Instalação das tubulações de abastecimento de água***

Nos processos de instalação das tubulações, dos pontos de consumo e dos reservatórios devem ser executados sem causar danos aos materiais e comprometer o desempenho de todo sistema. Dessa forma, indica-se movimentar com cuidado as peças, além de analisar corretamente o posicionamento, o prumo e o alinhamento dos componentes (ABNT,2020).

O cuidado em não perfurar as tubulações deve ser uma preocupação dos executores, assim é indicado posicioná-las corretamente de acordo com as instruções do projeto, também recomenda-se preencher as passagens de tubos nas alvenarias com uma argamassa de cimento e areia (BOTELHO; RIBEIRO JR.,2014).

#### ***2.2.2.2 Assentamento das tubulações***

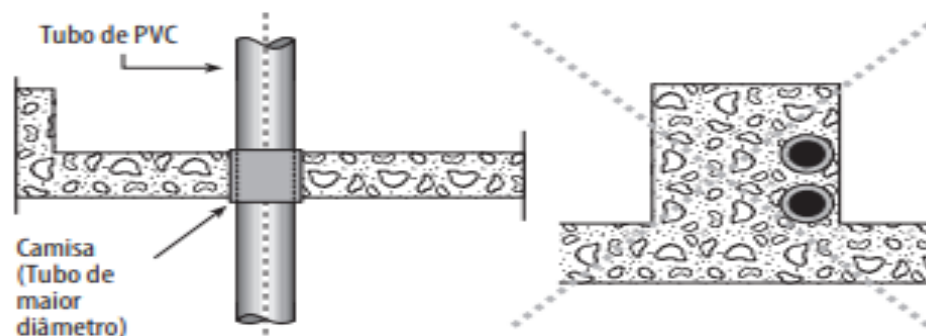
As tubulações de PVC devem ser assentadas com uma certa folga, assim é possível permitir uma flexibilidade maior para as peças durante a dilatação e a retração ocasionadas pela variação de temperatura. Além do mais, em peças expostas ao sol usa-se uma pintura prévia

para proteger as tubulações, uma vez que a exposição desses materiais aos raios solares em um período longo ocasiona uma perda de coloração (ABNT, 2020).

### 2.2.2.3 Transposição de tubulações em estruturas de concreto

Em relação a execução desse procedimento executivo, Farias (2019) em seu estudo sobre a influência de furos na resistência de estruturas de concreto armado, constatou que a presença desse detalhe construtivo pode gerar esforços não previstos nas estruturas, pois as tensões de compressão no concreto se apresentam maiores em vigas furadas. Com isso alerta a necessidade de se realizar os furos somente com a previsão em seu projeto. Nesse cenário, é preparada uma camisa de proteção com maior diâmetro, posicionada com o objetivo de impedir o engaste da tubulação à estrutura e permitir a sua movimentação, assim como observamos na Figura 3 (BOTELHO; RIBEIRO JR.,2014).

Figura 3 - Tubos transpondo as estruturas com a presença de uma camisa.



Fonte: Botelho e Ribeiro Jr. (2014)

### 2.2.2.4 Fixação de juntas

Nessa etapa, deve ser impedida a entrada de quaisquer materiais no interior e na superfície das tubulações, assim indica-se limpar os tubos e as outras peças. Para as juntas em tubulações de aço-carbono galvanizado, utiliza-se o processo de rosqueamento. No entanto, como esse material sofre com corrosão, deve-se aplicar um revestimento de proteção para evitar esse problema. Por outro lado, os tubos de cobre requerem procedimentos de cortes e lixamentos adequados das suas extremidades, já que o processo de fixação desses tipos de material é realizado por meio de soldagem (ABNT, 2020).

Em tubulações em PVC as juntas podem ser roscáveis e soldáveis. As juntas roscáveis são usadas com frequência para interligar instalações provisórias, pois são mais fáceis

de serem desmontadas e remanejadas (LACOPO, 2023). Nesse tipo de execução, usa-se fita veda rosca ou outro material vendante, para evitar vazamentos nas juntas (ABNT, 2020). Enquanto isso, nas instalações permanentes, indica-se usar juntas soldadas. Dessa maneira, preocupa-se com o preparo das extremidades que irão receber esse tipo de conexão, assim realizam-se cortes bem acabados da tubulação, uso da solução preparadora e lixamento das extremidades. (KRONA, 2021). É importante também utilizar uma quantidade adequada de adesivo, já que quantidades em excesso podem provocar reações químicas que danificam o PVC, provocando vazamentos.

#### *2.2.2.5 Outras recomendações*

Silva (2018) recomenda que as tubulações sejam instaladas com uma pequena inclinação, pois assim as bolhas geradas nessa parte do sistema teriam uma maior facilidade em voltar ao início da instalação, ou seja, no reservatório superior. No entanto, quando não for possível realizar esse percurso, indica-se direcionar o ar preso para outros pontos de eliminação do ar, como por exemplo, o chuveiro.

A água presente no sistema de reservação deve manter os padrões de potabilidade, portanto o reservatório não deve transmitir cor, odor, sabor ou criar condições que favoreçam o crescimento de fungos, algas, bactérias ou outros microrganismos. (BOSCO; BROERING,2019).

A partir dessas e de outras recomendações da NBR 5626 para execução do sistema predial de água fria e de água quente foi elaborado o Check-list utilizado nesta pesquisa (Apêndice A), descrito na seção 3 que trata do Método de pesquisa.

#### ***2.2.3 Requisitos para a execução das instalações de esgoto sanitário***

Da mesma forma que ocorre nos sistemas prediais condutores de água fria e quente, o sistema predial de esgoto requer uma compatibilidade entre o projeto e a execução. Com isso, realizam-se alterações somente mediante o consentimento do projetista. Os construtores devem se atentar a qualidade dos materiais, assim é preciso exigir produtos que atendam às normas (ABNT, 1999).

Nesse contexto, tem-se os seguintes procedimentos recomendados para a execução do sistema de esgoto sanitário:

### *2.2.3.1 Instalação das tubulações de esgoto*

Segundo a ABNT NBR 8160:1999, tubos de esgoto localizados no interior de paredes e pisos devem apresentar um material que absorva as movimentações. Além disso, nos ramais de descarga, recomenda-se o assentamento das tubulações com uma declividade constante para facilitar o escoamento por gravidade. Nesse contexto é indicado uma inclinação de 1% para tubos com diâmetros nominais iguais ou superiores a 100mm, enquanto nas tubulações com diâmetros nominais de até 75mm, recomenda-se 2%.

Ainda no ramal de descarga, entende-se que se devem evitar problemas relacionados ao acúmulo de materiais como, por exemplo, o entupimento, assim recomenda-se limitar a angulação do percurso das tubulações, dessa maneira usa-se uma angulação máxima de 45° para a horizontal e de 90° para uma mudança da horizontal para vertical (JULIAN SILVA, 2015).

Os trechos dos subcoletores e do coletor predial devem ser retos sem inserções de dispositivos que dificultem o escoamento natural. Além disso é indicado para as curvas e desvios uma angulação abaixo dos 45°. A declividade desses percursos deve ser constante por todo trecho, com uma inclinação máxima inferior a 5%. Por outro lado, no que se relaciona aos componentes complementares, como, por exemplo, poços de visita, caixas sifonadas e caixas de inspeção, preocupa-se com a sua estanqueidade. Logo, é imprescindível verificar a sua impermeabilização, a presença de tampas e a resistência do material a ação do esgoto (ABNT, 1999).

### *2.2.3.2 Execução dos tubos de queda*

Para os tubos de queda, também se limita desvios a ângulos inferiores a 90°, dando preferência ao uso de curvas de raio longos ou duas curvas de 45° (ABNT, 1999). Esse tipo de tubulação pode sofrer com problemas de retorno de espuma em ramais com ligações com máquinas de lavar, já que os andares acima do térreo podem criar uma região de sobrepressão. Desse modo, não se realiza ligações entre tubulações de esgoto e ventilação nas zonas de sobrepressão e instala-se dispositivos que evitem o retorno (MACHADO, 2014).

### *2.2.3.3 Outras recomendações*

Os funcionários responsáveis pela execução devem verificar se o material empregado nas juntas é estanque a entrada de fluidos e se os materiais usados na sua execução penetram o interior das tubulações. Além disso, as juntas devem permitir a flexibilidade das conexões diante da variação da temperatura e da presença de esforços. Também, se nota que as instalações de esgoto sofrem com as movimentações provenientes de estruturas rígidas, logo deve ser instalado dispositivos que absorvam as movimentações presentes em paredes, pisos e nos demais elementos estruturais (ABNT, 1999).

No que se relaciona às tubulações externas, ou seja, aquelas em contato com o sol, indica-se os mesmos cuidados adotados nas tubulações de água fria e quente para evitar a perda de cor causada pela ação do sol.

A partir dessas e de outras recomendações da ABNT NBR 8160 (1999) para execução do sistema predial de esgoto sanitário foi elaborado o Check-list utilizado nesta pesquisa (Apêndice A), descrito na seção 3 que trata do método de pesquisa.

### ***2.2.4 Ensaios realizados nos sistemas prediais hidrossanitários de água potável e esgoto***

Tanto as instalações de abastecimento de água potável como as tubulações do sistema de esgoto sanitário apresentam ensaios detalhados pelas suas normas, para atestar se a execução oferece o desempenho esperado.

A ABNT NBR 5626:2020 apresenta ensaios de estanqueidade para as tubulações, as peças de utilização e os reservatórios. No ensaio de estanqueidade para as tubulações, elas são submetidas a menor pressão entre a pressão mínima de 600 kPa e 1,5 vezes a maior pressão de trabalho. Assim, observa-se se há vazamentos e queda de pressão manométrica após 1 hora de teste. Enquanto isso, para tubulações que transportam água quente, se realiza os testes com uma água aquecida a 80°C. A estanqueidade das peças de utilização é verificada de maneira similar às tubulações, entretanto observa-se os vazamentos nas próprias peças após elas serem manobradas.

No ensaio feito nos reservatórios, preenche-se completamente a caixa d'água e observa-se a presença de vazamentos após um período mínimo de 72h. A ABNT NBR 5626:2020 cita também outros ensaios que devem ser realizados, como por exemplo, o de suportação das tubulações e de verificação da proteção contra refluxo (ABNT, 2020).

Segundo a ABNT NBR 15575-6:2013, os fixadores e suportes das tubulações devem resistir cinco vezes o peso próprio das tubulações cheias d'águas, sem entrar em colapso. Desse modo, indica-se realizar um ensaio de suportaçoão, em laboratório ou em campo, no qual aplica-se cargas no ponto médio entre dois fixadores ancorados, com o propósito de observar a ocorrência de colapso nas tubulações após um período de 30 minutos.

A ABNT NBR 8160:1999 exige que todo sistema de esgoto seja submetido a ensaios de água, ar e fumaça antes de entrar em operação. Nesse sentido, percebe-se que os ensaios com água e ar ocorrem de maneira similar, já que em ambos é deixada aberta somente a abertura do ponto mais elevado e após isso, observa-se se o nível de transbordamento do líquido e se a pressão é mantida constante em um intervalo de 15 min após o seu preenchimento, respectivamente, com água e ar.

Por fim, no ensaio com fumaça, é feito o preenchimento dos fechos hídricos dos desconectores. Em seguida, são fechadas todas as aberturas, com exceção da abertura da tubulação de ventilação primária, para poder observar se a fumaça introduzida por uma abertura previamente preparada vaza para o ambiente externo.

### **2.3 Principais manifestações patológicas presentes nos sistemas prediais hidrossanitários**

Segundo estudos, em torno de 28 % das falhas presentes em uma edificação estão associadas a procedimentos realizados durante a fase de execução (CARVALHO JÚNIOR, 2016). Dessa forma é perceptível que o comportamento gerencial durante os procedimentos executivos, determinam a ocorrência de falhas em uma obra, uma vez que interferem na escolha e no armazenamento dos materiais usados, na qualificação da mão de obra e no cumprimento adequado de todas as etapas construtivas (CARVALHO, 2022).

As falhas na construção civil resultam em uma quebra de desempenho dos sistemas construtivos, pois comprometem o planejamento da obra, além de interferir na viabilidade e no custo final. Nesse sentido, ao observar exclusivamente os problemas gerados nas instalações prediais hidrossanitárias, entende-se que elas contribuem para o aparecimento de manifestações patológicas, responsáveis por comprometer não só a qualidade das atividades desenvolvidas em obra, mas também a saúde e a segurança dos moradores durante o pós-obra (CORREIA *et al.*,2018).

Bosco e Broering (2019), sabendo que grande parte das falhas são geradas na fase de execução, culpam as improvisações como as responsáveis pelos problemas mais recorrentes,

já que muitas vezes as obras não têm o seu projeto concluído ou tem alterações não previstas pelos projetistas. Entretanto, Carvalho Júnior (2016) associa também as falhas e erros a outros critérios, como, por exemplo, a falta de uma organização da sequência de execução, emprego de mão de obra desqualificada, dificuldade em compatibilização do sistema hidrossanitário com os demais sistemas, uso de materiais não adequados às especificações do projeto, além da falta de fiscalização ou acompanhamento técnico.

Da mesma maneira, observa-se que outra ação geradora de interferências na qualidade da obra é o negligenciamento dos processos de transporte, manuseio e armazenamento dos materiais, pois a realização inadequada desses procedimentos gera uma perda da vida útil das peças e dispositivos e torna o sistema mais suscetível a vazamentos e rompimentos, pois os materiais se tornam mais frágeis e têm uma diminuição na sua capacidade de suportar as pressões hidráulicas (GNIPPER, 2010).

Dentre as principais manifestações patológicas que ocorrem nos sistemas prediais hidrossanitários, pode-se destacar: os vazamentos de água e esgoto, os entupimentos, a propagação de ruídos, vibrações e mau cheiro, além dos retornos de esgoto e espuma.

### ***2.3.1 Vazamentos de água***

Em relação aos vazamentos, percebe-se que esse tipo de manifestação compromete o desempenho do sistema, por meio de danos na estanqueidade. Essa manifestação patológica causa vários problemas aos moradores, pois além de gerar danos estruturais e estéticos, ocasionado pelo contato da água com as peças de metal, concreto e alvenaria, contribui para o aumento do custo de vida dos residentes, uma vez que o desperdício de água provoca um acréscimo nas tarifas pagas. Os vazamentos são facilmente reconhecidos por meio de manchas de água nas paredes, sons de escoamentos em regiões sem pontos de uso abertos e crescimento de vegetação e fungos em regiões próximas às tubulações (CARVALHO JÚNIOR, 2016).

Dentre as principais causas dessa anomalia, cita-se a instalação de tubos fora de nível ou sem espaço para dilatar e movimentar, má fixação das conexões e juntas, além de pressões hidráulicas acima das previstas pelo projeto (VERÓL, 2018).



### **2.3.2 Entupimentos**

Essa manifestação acontece por meio da obstrução química ou construtiva da tubulação, impedindo a passagem da água durante seu fluxo (SBROGGIO, 2022). É frequente não só em tubulações, mas também em peças, dispositivos e aparelhos sanitários.

Nas tubulações de abastecimento de água, esse problema pode ocorrer por meio da presença de incrustações, geradas em regiões onde a água apresenta elevada quantidade de compostos químicos orgânicos e inorgânicos como, por exemplo, os carbonatos, sulfatos, compostos de ferro e outros compostos, que se acumulam e precipitam impedindo a passagem da água (SOFIA, 2020). Em outros casos, essa obstrução pode ser gerada pelo próprio acúmulo de restos de materiais usados no processo executivo da instalação, tais como o veda rosca ou outro material usado em conexão e juntas (SBROGGIO, 2022).

No sistema predial de esgoto sanitário, esse processo é gerado por meio do acúmulo de dejetos e resíduos proveniente da própria ação humana, assim em regiões com grandes mudanças de direções e declividades não adequadas se torna comum a presença de interrupções no fluxo do esgoto (SBROGGIO, 2022).

### **2.3.3 Ruídos e vibrações:**

Segundo a NBR 5626:2020, durante o escoamento os ruídos podem ser em tubulação, em peças de utilização, gerados por golpe de aríete ou pelo funcionamento de bombas. Assim, é importante o dimensionamento correto dos elementos, a verificação da velocidade do escoamento nos trechos das tubulações, de forma que não ocorram velocidades muito altas e também o posicionamento estratégico das tubulações nas paredes, pisos e forros.

### **2.3.4 Mau cheiro**

Problemas gerados pelo mau cheiro são comuns no sistema de esgoto sanitário, pois quando esse sistema não é executado corretamente, permite que os gases gerados no interior das tubulações tenham acesso aos cômodos da edificação. Dentre as principais causas do mau cheiro, destaca-se a inexistência ou a execução incorreta das tubulações de ventilação e dos fechos hídricos presentes nos desconectores (CARVALHO JÚNIOR, 2016).

A execução inadequada do sistema de ventilação, impede o acesso dos gases provenientes do sistema de esgoto à atmosfera, contribuindo para que sejam liberados para o interior dos imóveis, através das aberturas presentes nos pontos de uso. Além disso, a carência desse tipo de tubulação permite que ocorram eventos de sifonagem nas tubulações, reduzindo a altura do fecho hídrico dos desconectores (CARVALHO JÚNIOR, 2016).

### ***2.3.5 Retornos de esgoto e espuma***

O retorno de esgoto é uma manifestação patológica comum em regiões com terrenos abaixo do nível do esgoto ou com elevadas incidências pluviométricas. Esse fenômeno contribui para a perda da qualidade de vida, pois acarreta a proliferação de vírus, bactérias e fungos (CASAMINOTA, 2020). Em relação a esse problema, nota-se que é comum em edificações com os sistemas de esgotos sanitários carentes de válvulas de retenção, já que esse equipamento é dotado de um mecanismo de fechamento, no qual limita o fluxo d'água a somente uma direção (ANDRADE *et al.*, 2021).

Da mesma maneira, o retorno de espuma ocorre pela falta de um dimensionamento correto das tubulações de esgoto destinadas às áreas de serviço, onde estão localizados os tanques e as máquinas de lavar roupas. Essa manifestação patológica acontece por meio do fenômeno conhecido como sobrepessão, que é a formação de um salto hidráulico no interior das tubulações, próximas a mudanças de direções. O trecho com vácuo gera uma pressão positiva sobre a espuma, responsável por expulsá-la em direção aos ralos. Dessa maneira, a ABNT NBR 8160:1999 indica dimensões mínimas para as regiões de mudanças de direções, que devem ser seguidas para evitar o retorno de espuma (MACHADO, 2014). Além disso, a ligação do esgoto de tanques e máquinas de lavar roupas em caixas sifonadas pode provocar o problema.

### 3 MÉTODO DE PESQUISA

Esta seção apresenta o método de pesquisa, onde são caracterizadas as estratégias definidas para abordar o problema e apresentados os procedimentos adotados para realização do estudo.

A presente pesquisa consiste em um estudo de caso de objetivo exploratório, já que busca investigar e compreender o objeto de estudo e definir uma conclusão sobre a problemática (D'ANGELO,2022). A escolha do estudo de caso como estratégia de pesquisa foi feita em função da sua capacidade de permitir uma ampla e profunda descrição da realidade encontrada do objeto de estudo, pois envolve uma observação detalhada da conformidade dos procedimentos executivos com as exigências e recomendações presentes nas normas técnicas (YIN, 2015).

O delineamento da pesquisa segue as etapas apresentadas no fluxograma presente na Figura 4.

Figura 4 - Fluxograma das etapas do método de pesquisa.



Fonte: Autor (2023).

### **3.1 Escolha das obras**

Para obter os dados, realizou-se um estudo de caso em 3 obras de edificações residenciais de médio porte, localizadas no Estado do Piauí. Os requisitos adotados para escolha das obras foram: estarem na fase de execução das instalações hidrossanitárias e possuírem projetos aprovados pela CAIXA, de forma a considerar que os projetos possuem qualidade respaldada, reduzindo os riscos de erros de projeto, fazendo com que o foco do trabalho sejam os erros gerados na etapa de execução da obra. Foram considerados neste trabalho somente os subsistemas de abastecimento de água potável e esgoto sanitário.

As obras foram executadas por três empresas distintas, que apresentaram como pontos de semelhança a localidade e área de atuação no mercado, uma vez que todas elas estão localizadas no estado do Piauí e tem como atividade principal a construção de edificações residenciais.

As construtoras são especializadas na execução de residências térreas localizadas em condomínios de médio e alto padrão. Assim, é esperado que seus processos executivos apresentem elevados padrões de desempenho, através da aplicação de um sistema de gerenciamento, responsável pela manutenção da qualidade durante toda obra (BAQUEIRO, 2013). Além disso, outro fator importante para essa expectativa esperada é a consolidação das empresas no mercado, já que todas elas têm mais de 3 anos de atuação no mercado.

### **3.2 Elaboração dos instrumentos de coleta de dados**

A avaliação da execução dos sistemas prediais hidrossanitários ocorreu através do levantamento de informações consultadas ou observadas em campo. Esse levantamento foi realizado com o intuito de avaliar se as empresas seguem as orientações indicadas nos projetos e nas normas técnicas. Com isso, examinou-se de perto as condições encontradas durante a execução das instalações, a possível realização dos ensaios de estanqueidade e suportaç o e o atendimento de outras etapas fundamentais para a constru o de um sistema funcional e seguro.

Os m todos de coleta de dados foram: documenta o, entrevistas e observa es em campo das obras. Na pesquisa em campo o observador   classificado como completo, pois participa do processo de execu o sem interferir diretamente nos procedimentos executivos (CRESWELL, 2013).

Inicialmente, foi elaborado um checklist composto pelos principais tópicos a serem averiguados durante as visitas. O checklist encontra-se no Apêndice A e foi construído com base nas informações levantadas no referencial teórico deste estudo. O checklist foi dividido em três categorias: a primeira buscou verificar as condições de transporte, manuseio e armazenamento dos componentes dos sistemas prediais hidrossanitários; a segunda buscou avaliar os processos relacionados à execução do sistema predial de água fria e quente, a terceira buscou avaliar os processos relacionados à execução do sistema predial de esgoto sanitário.

Em seguida, foi elaborado um questionário com oito perguntas abertas, disponível no Apêndice B. O questionário foi realizado com o profissional responsável por cada obra, com o intuito de complementar as informações obtidas pela observação em campo e pela documentação.

Durante as visitas em campo, foram solicitados os documentos existentes de cada obra aos responsáveis como, por exemplo, os seus projetos arquitetônicos e hidrossanitários. Desse modo, conseguiu-se verificar em campo os projetos hidrossanitários impressos de todas as referidas obras, contudo, com relação ao projeto arquitetônico, foram disponibilizados pelas empresas somente os arquivos digitais das obras A e C, enquanto na obra B, conheceu-se as condições arquitetônicas por meio de observações em campo e pesquisas realizadas no site da empresa. Esses materiais foram estudados com o intuito de proporcionar um conhecimento inicial acerca das características da obra, podendo gerar a identificação de elementos que carecem de maior atenção durante a visita. Além disso, entende-se que a caracterização das obras é um procedimento importante para a análise de resultados, já que possibilita a realização de comparações entre elas.

### **3.3 Realização das visitas**

As visitas às três obras foram realizadas nas seguintes datas presente no Quadro 1:

Quadro 1 - Datas das visitas técnicas realizadas.

<b>Obras</b>	<b>Data das visitas técnicas</b>
Obra A	12/09/2023
Obra B	21/09/2023
Obra C	28/09/2023

Fonte: Autor (2023).

### **3.4 Análise dos resultados**

Os resultados foram analisados qualitativamente. Dessa maneira, foram detectados os principais requisitos que não foram cumpridos nas obras estudadas. Realizou-se, então, uma discussão acerca das manifestações patológicas que poderiam estar futuramente associadas a essas falhas de execução. Além disso, também, foram realizadas comparações entre as três obras analisadas.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Esta seção apresenta os resultados encontrados a partir da aplicação do método de pesquisa descrito anteriormente e também discute esses resultados a partir da literatura. Inicialmente foi apresentada a caracterização das obras estudadas e dos profissionais entrevistados, em seguida, as principais falhas encontradas na execução dos sistemas prediais hidrossanitários nas categorias Manuseio, transporte e armazenamento; Sistema de água e Sistema de esgoto; por último, foi realizada uma comparação entre as obras estudadas e uma análise das principais manifestações patológicas associadas às falhas encontradas.

### **4.1 Caracterização geral das obras**

As três obras residenciais localizam-se na mesma cidade do estado do Piauí e estão distribuídas em dois condomínios diferentes.

O corpo técnico das três obras contou com a disponibilidade dos projetos básicos (arquitetônico, estrutural, elétricos e hidrossanitários) e executivos, projetado por empresas terceirizadas, para realizar a execução das obras. Os projetos, de acordo com os entrevistados, contavam com a presença correta dos desenhos técnicos e as especificações detalhadas de medidas e tipos de materiais utilizados da etapa executiva.

A fim de facilitar a análise dos dados coletados, identificou-se a primeira, a segunda e a terceira obra pesquisadas com as letras A, B, C, respectivamente.

A obra A está sendo executada em um terreno com uma área aproximada de 300 m<sup>2</sup>, em que distribuiu em seus dois pavimentos, uma garagem, uma sala de estar, uma sala de jantar, uma cozinha, quatro quartos, quatro banheiros, dois lavatórios, uma área de serviço e uma despensa.

O gerenciamento da obra A é realizado pelo engenheiro civil, assistente técnico e mestre de obra, que são responsáveis pelo acompanhamento do processo executivo e pelo desenvolvimento de toda logística necessária para o desenvolvimento da obra. Também, observou-se em campo, que o empreendimento conta com uma quantidade de 7 colaboradores, que se distribuem entre bombeiro hidráulico e eletricista, serventes e pedreiros.

A obra B possui dimensões menores, uma vez que está situada em um terreno com aproximadamente 225m<sup>2</sup>. Essa edificação possui uma garagem, uma sala de estar, uma sala de jantar, uma cozinha, três quartos, três banheiros e uma área de serviço.

A edificação B é acompanhada de perto pelos engenheiros civis, mestre de obra e auxiliares de engenharia, que realizam visitas diárias com o propósito de observar o andamento da execução e tirar algumas dúvidas de cinco colaboradores presentes no canteiro de obras. No entanto, foi observado em campo, a ausência de um profissional exclusivo para executar os sistemas prediais de abastecimento de água potável e esgoto sanitário, pois nessa obra, a execução desses sistemas é realizada pelo mesmo funcionário responsável pela realização de outras etapas construtivas.

A obra C, está sendo construída em um lote com 300 m<sup>2</sup>. Essa construção tem a presença de uma garagem, uma sala de estar, uma cozinha, uma sala de apoio, três quartos, dois closets, quatro banheiros, uma despensa, uma varanda e uma área de serviço. A terceira obra visitada, contou com uma quantidade de até 10 funcionários, distribuídos entre mestre de obras, pedreiros, serventes, bombeiros hidráulicos e eletricitista.

Diferente da obra B, essa edificação é realizada por meio do acompanhamento direto do mestre de obra. O engenheiro civil, por outro lado, realiza somente algumas visitas esporádicas, a fim de tirar possíveis dúvidas e observar a compatibilidade da execução com os projetos.

## **4.2 Caracterização dos entrevistados**

Para facilitar a identificação dos responsáveis técnicos pesquisados, classificam-se esses pelos números 1, 2 e 3.

Em razão da pouca disponibilidade de tempo dos dois primeiros respondentes, realizaram-se os questionamentos com os respondentes 1 e 2 por meio de mensagens enviadas de forma digitalizada. De outra maneira, o respondente 3, respondeu suas perguntas de forma presencial. Com isso, baseado na parte 1 do roteiro de questionário presente no apêndice B, foi possível construir o Quadro 2:



Quadro 2 - Caracterização dos respondentes.

Entrevistados	Cargo ocupado na empresa	Tempo de atuação no mercado	Formação/Titulação máxima	Possui registro no Crea
Respondente 1	Gerente de obras	4 anos	Bacharelado em Engenharia Civil	Sim
Respondente 2	Gerente de obras	3 anos	Bacharelado em Engenharia Civil	Sim
Respondente 3	Mestre de obras	20 anos	Ensino Médio completo	Não

Fonte: Autor (2023).

Ao observar o Quadro 2, nota-se que enquanto os respondentes 1 e 2 são engenheiros civis com até quatro anos de atuação nesse mercado, o respondente 3 se diferencia pelo seu elevado tempo de experiência e pela sua formação.

#### 4.3 Verificação do armazenamento, transporte e manuseio de materiais e componentes

Dentre todas as verificações realizadas nessa etapa, é importante lembrar, que não foi possível realizar uma constatação fiel do processo de transporte das tubulações em PVC e das outras peças hidrossanitárias, pois durante as visitas em campo, as três empresas não realizaram o abastecimento ou a troca de materiais.

O Quadro resume os resultados encontrados para esta etapa nas três obras visitadas.

Ao observar as informações presentes no Quadro 3, pode-se compreender que todas as obras apresentaram pelo menos uma inconformidade relacionada ao transporte, armazenamentos e manuseio dos materiais. Além disso, viu-se também que a obra A apresentou duas inconformidades, enquanto as outras obras tiveram somente uma desconformidade.

Quadro 3 - Erros que cada obra apresentou nos processos de armazenamento, transporte e manuseio de materiais e componentes.

Tipos de erros relacionados ao armazenamento, transporte e manuseio de materiais e componentes	Obras analisadas		
	Obra A	Obra B	Obra C
O armazenamento das peças não foi padronizado de acordo com o tipo e o diâmetro.	X	X	X
O armazenamento dos componentes hidrossanitários não foi feito em locais cobertos.	X		

Fonte: Autor (2023).

Conforme o Quadro 3, as três obras tiveram erros atrelados exclusivamente ao armazenamento dos componentes hidrossanitários, em especial das tubulações em PVC, já que, não identificou-se ações com o propósito de padronizar o armazenamento dos materiais e evitar o contato direto desses materiais com o solo. Diante desse cenário, notou-se que a falta de um armazenamento padronizado por tipo de material ou diâmetro, ocasionou a presença de vários materiais com destinações diferentes ocupando o mesmo espaço, conforme é mostrado nas Figuras 5 e 6.

Figura 5- Materiais da obra A armazenados de maneira inadequada.



Fonte: Autor (2023).

Figura 6- Materiais da obra C armazenados de forma aleatória.



Fonte: Autor (2023).

Segundo Botelho e Ribeiro Jr. (2014), os tubos e as conexões de PVC devem ficar armazenados em locais cobertos, em pilhas de até 1,2 m e próxima aos locais de uso. Dessa forma, viu-se que nas edificações, todas as tubulações de PVC seguem as duas primeiras recomendações, pois estão localizadas próximo aos locais de utilização em pilhas com alturas recomendadas. Entretanto, na Obra A, em especial, as tubulações estão armazenadas em locais não cobertos, sujeitas a ação dos raios solares e de outras intempéries.

#### **4.4 Verificação da execução do sistema predial de água fria**

O Quadro 4 resume os resultados encontrados nesta etapa.

De acordo com o Quadro 4, as falhas estão relacionadas de forma geral com o processo de instalação de materiais e componentes, com o isolamento e proteção das

tubulações, além da ausência de identificações adequadas dos componentes hidrossanitários e ensaio de suportaçoão.

Quadro 4 - Erros que cada obra apresentou durante a execuçoão do subsistema de abastecimento de água potável.

Tipos de erros relacionados execuçoão das instalaçoões de abastecimento de água potável:	Obras analisadas		
	Obra A	Obra B	Obra C
<b>Instalaçoão de materiais e componentes:</b>			
A edificaçáo apresentou pontos que não foram executados respeitando o prumo, posicionamento e o alinhamento previstos em projeto.	X		
A edificaçáo apresentou tubulaçoões que não foram posicionadas com as folgas apropriadas.	X		
<b>Isolamento e proteçoão das tubulaçoões:</b>			
A obra não apresentou isolamentos térmicos e acústicos das tubulaçoões conforme o projeto.	X	X	X
Os furos em elementos estruturais não tinham camisas de proteçoão.	X	X	X
<b>Identificaçoão das tubulaçoões:</b>			
As aberturas de verificaçoão das tubulaçoões embutidas não possuem a identificaçoão de cada tubulaçoão.	X	X	X
Os trechos visíveis não receberam pintura de acordo com a ABNT NBR 6493:1994.	X	X	X
<b>Ensaio de suportaçoão:</b>			
As tubulaçoões não foram submetidas ao ensaio de suportaçoão.	X	X	

Fonte: Autor (2023).

Diante disso, conforme pode-se identificar no Quadro 4, todas as obras apresentaram, no mínimo, quatro erros relacionados com a execuçoão do sistema de água fria e quente. A Obra A teve um destaque negativo, no que se refere a execuçoão desse subsistema, pois apresentou uma quantidade maior de desconformidades.

#### ***4.4.1 Atendimento ao projeto***

No que concerne ao atendimento das recomendações dos projetos de água fria e quente, verificou-se que todas as três obras seguem os seus devidos projetos, mas realizam algumas adequações em consulta com os seus responsáveis técnicos. Desse modo, ao questionar se o Respondente 2 costuma realizar algumas modificações do projeto durante a execução e se essas modificações são realizadas em contato com o projetista, foi possível obter a seguinte resposta: “ Sim, algumas modificações mas nada de grande significância. Sim, sempre em contato com o projetista para sua devida aprovação.”

#### ***4.4.2 Processos de instalação de materiais e componentes***

A ABNT NBR 5626:2020 afirma que as tubulações devem ser executadas em conformidade com o projeto, sem comprometer a integridade das peças. Entretanto, foi observado que a Obra A não respeitou os alinhamentos e as folgas indicadas pela norma citada, como é possível observar nas Figuras 7 e 8. Com isso, entende-se que essa edificação em especial é suscetível ao aparecimento futuros problemas, tais como, vazamentos, causados pela baixa flexibilidade em regiões com folgas inapropriadas e pelo aumento esforço nas paredes das tubulações com desalinhamentos excessivos.

Figura 7 - Tubulações desalinhadas na Obra A.



Fonte:Autor (2023)

Figura 8 - Tubulações desalinhadas na Obra A.



Fonte: Autor (2023).

Em consulta com o responsável por essa obra, questionou-se qual era o profissional designado para executar as instalações hidrossanitárias prediais e como ocorria o acompanhamento feito pelo engenheiro civil. Em resposta, o respondente afirmou que a obra é executada por um bombeiro hidráulico de uma empresa terceirizada e que a edificação é acompanhada diariamente pelo engenheiro civil em visitas de pelo menos duas horas.

#### ***4.4.3 Isolamento e proteção das tubulações***

A ABNT NBR 5626:2020 recomenda que as tubulações de abastecimento de água fria sejam projetadas e executadas em um sistema de isolamento térmico-acústico, com o propósito de isolar as tubulações da variação de temperatura proveniente de regiões próximas



a fonte de calor e evitar a propagação dos ruídos emitidos pela circulação da água no interior dos componentes hidráulicos. No entanto, ao estudar a condição das três edificações, identificou-se por meio de observações diretas a ausência de qualquer mecanismo que permita isolar os tubos e as conexões de água fria da propagação excessiva de calor e ruídos.

No que se refere à passagem de tubulações por elementos estruturais, era esperado que as obras utilizassem nesses tipos de tubulações, uma camisa de proteção com o diâmetro maior, entretanto todos empreendimentos acompanhados não usaram elementos de proteção em tubulações que atravessam estruturas de concreto armado, assim como indicado na Figura 9 (BOTELHO; RIBEIRO JR.,2014).

Figura 9- Tubulação de água fria de Obra A atravessando uma viga sem proteção.



Fonte: Autor (2023).

#### ***4.4.4 Identificação das tubulações***

Da mesma forma que observamos na Figura 10, notou-se também que as três obras careciam de métodos de identificação, assim como aqueles indicados pelas ABNT NBR 5626:2020 e ABNT NBR 6493:1994. A ABNT NBR 5626 de 2020 determina que as tubulações embutidas ou recobertas contenham as identificações de cada tubulação e a informações necessárias para futuros procedimentos de operação e manutenção, enquanto que a ABNT NBR 6493 de 1994 indica a necessidade de diferenciar as tubulações em colorações específicas, de acordo com suas utilizações (SECAMAQ, 2018). Dessa forma, entende-se que nas três edificações o aparecimento de falhas e erros pode ser facilitado pela ausência de sistemas de sinalização e orientação adequados.

Figura 10 - Tubulação de esgoto sanitários próxima a tubulações de águas pluviais da Obra C sem métodos de identificação.



Fonte: Autor (2023).

#### 4.4.5 Ensaio de suportação

Outro aspecto preocupante, foi a não realização de todos os ensaios indicados pela ABNT NBR 5626:2020, pois, em entrevista, constatou-se que somente uma empresa inclui nos seus procedimentos de verificação a realização do ensaio de suportação, enquanto as demais empresas realizam somente o ensaio de verificação da estanqueidade de tubulações, peças e reservatório.

#### 4.5 Verificação da execução das instalações de esgoto sanitário

O Quadro 5 mostra a quantidade de erros observados na execução do sistema predial de esgoto sanitário para as três obras pesquisadas.

De acordo com o Quadro 5, notou-se que as incompatibilidades encontradas nas três obras estão distribuídas entre atividades de assentamento das valas, procedimentos de fixação e proteção dos componentes e na realização de ensaios e verificações do sistema.

Quadro 5 - Erros que cada obra apresentou na execução do esgoto sanitário.

Tipos de erros relacionados execução das instalações de esgoto sanitário:	Obras analisadas		
	Obra A	Obra B	Obra C
<b>Assentamento em valas:</b>			
Durante o reaterro em valas, as tubulações não estão cercadas de material adequado.		X	
As valas não estão projetadas com ancoragens para resistir às movimentações do solo e tráfego externo.		X	
<b>Proteção e fixação dos componentes:</b>			
As tubulações que atravessam paredes e pisos não são envoltas por material que absorva as movimentações.	X	X	X
As tubulações e aparelhos sanitários não estão protegidos adequadamente contra a entrada de materiais estranhos no seu interior.	X	X	X
<b>Ensaio realizado após a conclusão da execução:</b>			
A empresa não realizou o ensaio dos aparelhos com fumaça, conforme descreve a norma NBR 8160.	X	X	X

Fonte: Autor (2023).

A partir da análise do Quadro acima, pode-se constatar que as três obras tiveram um número considerável de desconformidades executivas, uma vez que apresentaram pelo menos três erros. Outro ponto observado é o destaque negativo para obra B, pois diferente de como ocorreu nas etapas anteriores, essa construção apresentou dois erros a mais que as outras edificações.

#### ***4.5.1 Atendimento ao projeto***

Semelhante às instalações de abastecimento de água, os três responsáveis técnicos afirmaram que as obras seguem seus respectivos projetos de esgoto sanitário, entretanto, realizam modificações na etapa de execução, após o contato com os projetistas.

#### ***4.5.2 Assentamento das valas***

A análise do assentamento das valas foi realizada somente com a Obra B, pois os outros dois empreendimentos não estavam realizando a execução dessa atividade. Isso pode ter contribuído para que o número de erros encontrados na Obra B tenha sido superior aos das obras A e C. Sobre esse procedimento, a ABNT NBR 8160:1999 exige que as valas responsáveis pela acomodação das tubulações, sejam estáveis e firmes, assim deve-se usar no aterro das valas, um material capaz de absorver as movimentações provenientes do tráfego externo ou projetar um sistema de ancoragem que possa oferecer o mesmo desempenho.

Entretanto ao olhar a situação da edificação pesquisada, percebeu-se que a empresa responsável por sua execução, não utilizou materiais adequados para o preenchimento da vala, nem sistemas de ancoragem, já que em campo, foi observado somente o reaproveitamento do solo escavado da própria região de corte, assim como pode-se observar na Figura 11.

Figura 11 - Assentamento de uma vala na Obra B.



Fonte: Autor (2023).

#### ***4.5.3 Proteção e fixação dos componentes***

Outro ponto analisado, foi a inexistência de sistemas de proteção contra as movimentações causadas em tubulações embutidas em paredes e pisos. Nos pavimentos superiores das três obras, as empresas evitaram posicionar a maioria das tubulações de esgoto sobre os pisos e paredes, pois instalaram esses dispositivos nos espaços vazios presentes em forros e shafts. Todavia, quando foi necessário posicionar os tubos diretamente nos pisos e paredes, as três construtoras não utilizaram materiais ou métodos construtivos que evitem danos e rupturas ocasionados por vibrações e deslocamentos. Essas tubulações contaram somente com a presença das folgas cortadas em paredes e valas comuns preenchidas com o próprio material escavado, assim como está apresentado nas Figuras 12 e 13.

Figura 12 - Tubulação de esgoto da Obra B instalada sem a presença de elementos que absorvam as movimentações e vibrações.



Fonte: Autor (2023).

Figura 13 - Tubulações de esgoto da obra A aterradas sem a presença de elementos que absorvam as movimentações e vibrações.



Fonte: Autor (2023).

Ademais, foi verificado em campo, que algumas tubulações de esgoto das construções carecem de aparelhos adequados de proteção contra a entrada de materiais estranhos no seu interior, como, por exemplo, o CAP. Todavia, viu-se que as três edificações deixaram a maioria das aberturas dos tubos de esgoto expostas, fechadas com materiais inadequados, tais como plásticos e papéis, ou dobradas manualmente com o auxílio do processo de queima, conforme observamos na Figura 14.



Figura 14 - Tubulações de esgoto da obra B com as aberturas fechadas de maneira inadequada.



Fonte: Autor (2023).

Sobre esse último método citado de obstrução das aberturas, entende-se que ele é ineficiente, pois além de ocasionar uma diminuição da resistência das tubulações de PVC, a queima gera uma eliminação de substâncias tóxicas no ar, tais como dioxinas e furanos, que podem causar alterações nas funções hormonais dos trabalhadores e contaminar o leite materno de lactantes que possam estar em contato com a obra (GERBASE; OLIVEIRA, 2012).

#### ***4.5.4 Ensaios realizados após a conclusão da execução***

No que se refere aos procedimentos de testes e verificações das tubulações de esgoto, depreende-se que as três empresas não realizaram as instruções indicadas na norma técnica. Isso porque, as três empresas não incluíram em seus procedimentos de avaliação o ensaio com fumaça, conforme estabelece a ABNT NBR 8160:1999.

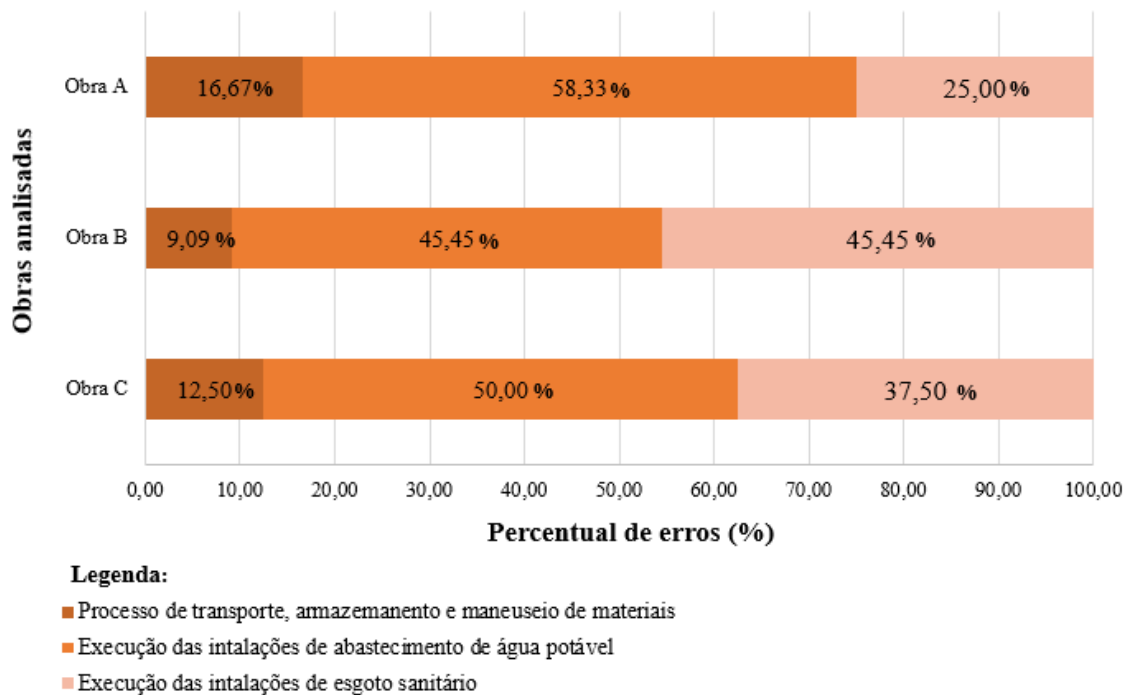


#### 4.6 Comparação entre as três obras analisadas

Após analisar de maneira geral todos os erros, verificou-se que 57,14 % das inconformidades identificadas foram vistas nas três obras.

O gráfico da Figura 15 resume as porcentagens em relação à quantidade total de falhas encontradas nas três obras (A, B e C) para as três categorias analisadas. Enquanto a Tabela 1, mostra a porcentagem entre a quantidade de erros em relação a quantidade de itens verificados nas mesmas obras para as três categorias analisadas.

Figura 15 - Percentual de erros encontrados nas três obras.



Fonte: Autor (2023).

Tabela 1 – Tabela com quantidade de itens verificações, quantidade de erros encontrados em cada verificação e porcentagem.

<b>Etapas</b>	<b>Obras</b>	<b>Quantidade de itens verificados</b>	<b>Quantidade de erros para cada obra</b>	<b>Relação em percentual entre a quantidade de erros encontrados e o total de verificações</b>
<b>Processo de transporte, armazenamento e manuseio de materiais</b>	<b>Obra A</b>	6	2	33,33%
	<b>Obra B</b>	6	1	16,67%
	<b>Obra C</b>	6	1	16,67%
<b>Execução das instalações de abastecimento de água potável</b>	<b>Obra A</b>	22	7	31,82%
	<b>Obra B</b>	22	5	22,73%
	<b>Obra C</b>	22	3	13,64%
<b>Execução das instalações de esgoto sanitário</b>	<b>Obra A</b>	28	3	10,71%
	<b>Obra B</b>	28	5	17,86%
	<b>Obra C</b>	28	3	10,71%

Fonte: Autor (2023).

De acordo com o que pode ser visto na Figura 15 e Tabela 1, a Obra A apresentou nas duas primeiras categorias um maior percentual de falhas em comparação às outras duas construções. Esse destaque negativo, se deve ao fato dessa obra não ter armazenados os materiais em locais cobertos e ter apresentado tubulações executadas de maneira desalinhada.

As falhas nos sistemas de esgoto sanitário foram predominantes nas Obras B, enquanto que na Obra A, a categoria com mais falhas foi a do sistema de água.

Com a análise desses dados comparativos, verificou-se que a Obra C apresentou um destaque positivo, já que possuiu nas três verificações a menor quantidade de erros. Esse fato pode ser explicado pela presença direta do mestre de obra, pois essa construção destacou-se pela maior presença desse profissional em relação às demais.

#### **4.7 Manifestações patológicas associadas às falhas encontradas**

Após análise dos resultados a partir da literatura pesquisada foi possível construir o Quadro 7 que mostra a relação entre e as falhas encontradas neste estudo e as potenciais manifestações patológicas, no sentido de que possíveis manifestações patológicas podem ser geradas por conta desses erros de execução dos sistemas prediais hidrossanitários.

Quadro 6 - Principais manifestações patológicas associadas às falhas observadas em campo.

Manifestações patológicas	Falhas observadas em campo
<b>Processo de armazenamento, transporte e manuseio de materiais e componentes</b>	
Vazamentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>● O armazenamento dos componentes hidrossanitários não foi feito em locais cobertos;</li> </ul>
<b>Execução das tubulações de abastecimento de água</b>	
Vazamentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>● A execução dos componentes não foi feita respeitando o prumo, posicionamento e o alinhamento previstos em projeto;</li> <li>● As tubulações não foram posicionadas com as folgas apropriadas;</li> <li>● Os furos em elementos estruturais não tiveram camisas de proteção;</li> <li>● A obra não apresentou isolamentos térmicos e acústicos das tubulações conforme o projeto;</li> <li>● As tubulações não foram submetidas ao ensaio de suportaço.</li> </ul>
Propagação de ruídos e vibrações	<ul style="list-style-type: none"> <li>● A obra não apresentou isolamentos térmicos e acústicos das tubulações conforme o projeto;</li> </ul>
<b>Execução das tubulações de esgoto sanitário</b>	
Vazamentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Durante o reaterro em valas, as tubulações não estão cercadas de material adequado;</li> <li>● As valas não estão projetadas com ancoragens para resistir às movimentações do solo e tráfego externo;</li> <li>● As tubulações que atravessam paredes e pisos não são envoltas por material que absorva as movimentações;</li> <li>● A empresa não realizou o ensaio dos aparelhos com fumaça, conforme descreve a norma NBR 8160.</li> </ul>
Entupimentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>● As tubulações e aparelhos sanitários não estão protegidos adequadamente contra a entrada de materiais estranhos no seu interior;</li> </ul>
Propagação de odor	<ul style="list-style-type: none"> <li>● A empresa não realizou o ensaio dos aparelhos com fumaça, conforme descreve a norma NBR 8160.</li> </ul>

Fonte: Autor (2023).

Por meio da observação do Quadro acima, constatou-se que as obras apresentam erros que contribuem para a presença de vazamentos, geração excessiva de ruídos e vibrações, aparecimento de entupimentos e propagação de odores.

Além disso, verificou-se que o aparecimento de vazamentos é uma manifestação patológica que se repete por todas as três categorias. Dessa maneira, conforme citado no referencial teórico deste trabalho, as três obras (A, B e C) estão suscetíveis a problemas futuros, relacionados a gastos excessivos gerados pelo desperdício de água, aparecimento de mofo e camadas vegetais na superfície de pisos, paredes e teto, além da queda de desempenho do sistema estrutural, potencializados pelo contato da água com os elementos de concreto armado.

## 5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve a finalidade de avaliar o processo de execução dos sistemas prediais hidrossanitários em residências de médio porte, identificando os principais erros que favorecem o aparecimento de manifestações patológicas nestes sistemas a partir de um estudo de caso em três obras. Especificamente, avaliou-se três categorias: manuseio, transporte e armazenamento de materiais, execução do sistema predial de água fria e quente e execução do sistema predial de esgoto sanitário.

Em relação às falhas da primeira categoria, percebeu-se problemas relacionados à forma de armazenamento dos materiais nas três obras avaliadas. Ressalta-se que não foi possível a avaliação do processo de transporte dos materiais.

Para a segunda categoria, os principais problemas estavam associados ao isolamento, proteção e identificação das tubulações de água, além da ausência de realização de ensaios.

Para a terceira categoria, os principais problemas encontrados estão relacionados à proteção das tubulações de esgoto na passagem por elementos estruturais e contra a entrada de corpos estranhos em seu interior, além da ausência da realização de ensaios. Foi atestado que somente a Obra B apresentou desconformidades relacionadas com o assentamento dos encanamentos em valas, porém ressalta-se que não foi possível avaliar esse requisito nas outras obras, uma vez que elas não estavam executando essa atividade.

De forma geral, quase 57,14 % dos erros foram observados em todas as obras visitadas. Esse resultado sugere uma possibilidade de recorrência de alguns erros em obras desse tipo e a necessidade de aprimorar os processos executivos dos sistemas prediais de obras residenciais para reduzir riscos de manifestações patológicas futuras, aumentando o desempenho dos sistemas.

Não obedecer às recomendações técnicas presentes nas ABNT NBR 5626: 2020 e ABNT NBR 8160:1999, corrobora para a diminuição da eficiência dos sistemas prediais hidrossanitários e contribui para o aparecimento de manifestações patológicas. Dessa forma, considera-se que as obras são propícias ao aparecimento de vazamentos, propagação exageradas de ruídos e vibrações, entupimentos e propagação de odores indesejados.

Nesse sentido, ao analisar a proposta inicial do trabalho, detectou-se que, apesar das três obras apresentarem vários pontos em conformidades com os requisitos levantados pelo

checklist, as falhas encontradas durante os estudos de caso, podem ocasionar o aparecimento de manifestações que possuem o potencial de gerar prejuízos técnicos, financeiros e jurídicos para as empresas estudadas. Ao identificar essas falhas, a maioria recorrentes, este estudo contribui cientificamente e tecnicamente com o estudo da execução dos sistemas prediais hidrossanitários em edificações residenciais de médio porte, ressaltando sua relação direta com as possíveis manifestações patológicas. Ao evidenciar e analisar a ocorrência dessas falhas, este trabalho fornece informações que ampliam a compreensão sobre o tema e oferece base para trabalhos futuros que possam sugerir e implementar melhorias e intervenções nos processos executivos desses sistemas visando mitigar possíveis problemas em residências desse tipo.

**REFERÊNCIAS:**

AIRTON DE OLIVEIRA CLAUDINO; FELIPE CRUZ DE SOUZA; GUILHERME PIRES VIEIRA; BRUNO MATOS DE FARIAS; RACHEL CRISTINA SANTOS PIRES. **Impactos e transtornos gerados através da má execução das instalações hidros-sanitárias**. Epitaya E-books, [S. l.], v. 1, n. 15, p. 145-162, 2020. Disponível em: <https://portal.epitaya.com.br/index.php/ebooks/article/view/101>. Acesso em: 10 de maio de 2023.

ANDRADE, L. M., MENDES, D. S., ROCHA JÚNIOR, R. R., OLIVEIRA, M. B. & TANNUS, V. R. D. P. (2021). **Análise de patologias em instalações hidráulicas e sanitárias de edificações residenciais e comerciais**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, 7(11), 109639-109658. DOI: 10.34117/bjdv7n11-541.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-6: **Edificações habitacionais-Desempenho Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários**. ABNT, 15575-6.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário-projeto e execução**. ABNT, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7198: **Projeto e execução de instalações prediais de água quente**. ABNT, 1993.

AUGUSTO. **Inspeção de sistemas hidrossanirários**. São Paulo, 2018. Disponível em: <https://guideengenharia.com.br/inspecao-de-sistemas-hidrossanitarios/> . Acesso em 10 de abril de 2023.

BAQUEIRO, Anderson. **Gerenciamento de obras: planejamento, qualidade e resultados em obras residenciais**. TCC (Pós-Graduação) – Programa de Pós-graduação Lato Sensu da Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2013.

BOSCO, Amabile de Sousa; BROERING, Carolina. **Desenvolvimento do projeto hidrossanitário predial e o seu respectivo processo de execução – estudo de caso para obra local**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça. 2019. 101f.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos; JUNIOR, Geraldo de Andrade Ribeiro. **Instalações hidráulicas prediais: utilizando tubos plásticos**. Editora Blucher, 2014.

CARVALHO JÚNIOR, R. (2018). **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura** (11ªEd). São Paulo: Blucher.

CARVALHO, Mateus. **Patologias na Construção Civil – Tipos e Causas**. Disponível em: <https://carluc.com.br/manutencao-predial/patologias-na-construcao-civil/> Acesso em 23 de maio de 2023.

CASAMINOTA. **Saiba como consertar o retorno de esgoto com válvula de retenção**. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://blog.casamimosa.com.br/retorno-de-esgoto/> Acesso em 23 de maio de 2023.

COELHO, Beatriz. **Método dedutivo: um guia sobre esse método de abordagem**. Mettzer, 2021. Disponível em [:https://blog.mettzer.com/metododedutivo/#:~:text=Em%20linhas%20gerais%2C%20o%20m%C3%A9todo,de%20princ%C3%ADpios%20e%20preposi%C3%A7%C3%B5es%20gerais.](https://blog.mettzer.com/metododedutivo/#:~:text=Em%20linhas%20gerais%2C%20o%20m%C3%A9todo,de%20princ%C3%ADpios%20e%20preposi%C3%A7%C3%B5es%20gerais.) Acesso em 06/26/2023.

CORREIA. **Sistema predial de água quente: conceito e normas**. Santa Catarina, 2016. Disponível em: <https://maisengenharia.altoqi.com.br/hidrossanitario/sistema-predial-de-agua-quente-conceito-e-normas/> . Acesso em 23 de maio de 2023.

CORREIA, Flaviana Silva Moraes et al. **Análise dos principais problemas construtivos decorrentes de falhas de projeto – Estudo de caso em Maceio-AL**. Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNITALAGOAS, v. 4, n. 2, p. 57, 2018.

CRESWELL, John W. **Qualitative inquiry & research design: choosing among five approaches**. 3. ed. Thousand Oaks: Sage, 2013.

DAN. **Principais patologias causadas por infiltrações e umidade**. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://dansolucao.com.br/principais-patologias-causadas-por-infiltracoes-e-umidade/>. Acesso em 10 de abril de 2023.

D'ANGELO, Pedro. **O que é pesquisa exploratória e como fazer a sua**. Opinionbox, 2022. Disponível em: <https://blog.opinionbox.com/pesquisa-exploratoria/> . Acesso em: 06/26/2023

DESENTUPIDORA. **Esgoto entupido saiba como lidar com esse problema**. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://www.desentupidora.srv.br/esgoto-entupido-saiba-como-lidar-com-esse-problema/>. Acesso em 24 de maio de 2023.

FARIAS, L. K. M. G. **Influência de furos e aberturas em estruturas de concreto armado - Análise de furos horizontais para passagem de tubulações em vigas convencionais**. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2019

FIGUEIRÔA NETO, Antão Gonçalves. **Patologias nos sistemas prediais hidráulicos de Água Fria**. 2020. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Engenharia Civil da Universidade Federal, Recife, 2020.

GERBASE, Annelise Engel; OLIVEIRA, Camila Reis de. **Reciclagem do lixo de informática: uma oportunidade para a química**. *Química Nova*, v. 35, p. 1486-1492, 2012.



GNIPPER, Sérgio Frederico. **Diretrizes para formulação de método hierarquizado para investigação de patologias em sistemas prediais hidráulicos e sanitários**. Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, 2010.

GONÇALVES, Eduardo Albuquerque Buys. **Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificação**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - UFRJ, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: Acesso em: 22 de maio de 2023.

KRONA. **Principais diferenças entre tubos e conexões de esgoto serie normal e reforçada**. Disponível em: <https://www.krona.com.br/blog/principais-diferencas-entre-tubos-e-conexoes-de-esgoto-serie-normal-e-reforcada/>. Acesso em 24 de maio de 2023.

KRONA. **Conexões roscáveis, soldáveis, junta elástica: qual a diferença?** Joinville, 2021. Disponível em: <https://www.krona.com.br/blog/conexoes-qual-diferenca/>. Acesso em: 9 de maio de 2023.

LACOPO, Amanda Faria et al. **Sistema Hidráulico em Obras de Edificações de Parede de Concreto: A Utilização do PEX na Construção Civil**. Epitaya E-books, v. 1, n. 32, p. 64-79, 2023.

MACHADO, João Vitor Hayashi Almeida. **Patologias mais comuns em sistemas prediais hidráulico sanitário**. Londrina, 2014. Disponível: <https://www.aegrupo.com.br/single-post/patologias-mais-comuns-em-sistemas-prediais-hidraulico-sanitario>. Acesso em 9 de maio de 2023.

OLIVEIRA, D. F.. **Levantamento de causas de patologias na construção civil**. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Rio de Janeiro, 2013.

SECAMAQ. **NBR 6493 – A NORMA PARA CORES DE TUBULAÇÕES INDUSTRIAIS**. Disponível em: <https://www.secamaq.com.br/entenda-a-nbr-6493/>. Acesso em 31/10/2023.

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO. **SAAE da dicas para você identificar vazamentos de água em seu imóvel**. São Paulo, 2019. Disponível em: <https://saesalto.sp.gov.br/2019/05/02/saae-da-dicas-para-voce-identificar-vazamentos-de-agua-em-seu-imovel/>. Acesso em 24 de maio de 2023.

SILVA, Juliana. **Instalações hidrossanitárias: dicas sobre declividade**. Santa Catarina, 2015. Disponível em: <https://maisengenharia.altoqi.com.br/hidrossanitario/instalacoes-hidrossanitarias-dicas-sobre-declividades/>. Acesso em 9 de maio de 2023.

SOFIA. Marcucci. **Incrustações em tubulações: O que é e como evita-la na indústria?** Campinas, 2020. Disponível em: <https://propeq.com/incrustacao-tubulacoes/> Acesso em 23 de maio de 2023.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1999.

VERÓL, Aline. **Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários - Projetos Práticos e Sustentáveis**. [Digite o Local da Editora]: Grupo GEN, 2018. 9788595152069. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595152069/>. Acesso em 22 maio 2023.

VIANA. **Instalações prediais de água fria: dimensionamento**. Disponível em: <https://www.guiadaengenharia.com/instalacoes-agua-fria/> . Acesso em 24 de maio de 2023.

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

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Tradução: Daniel Grassi. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

Zuchetti, P. A. B. (2016). **Patologias da construção civil: investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no Vale do Taquari/RS**. (Monografia de Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Vale do Taquari).

## APÊNDICE A- CHECKLIST USADO NA COLETA DE DADOS:

1. Verificação dos processos de armazenamento, transporte e manuseio de materiais e componentes:

Requisitos	Referência	Método de coleta de dados		Atende ao requisito?			
		Observação	Entrevista	Sim	Não	Parcialmente	Observações
A- Verificação, armazenamento, transporte e manuseio de materiais e componentes							
O manuseio dos materiais deve obedecer às recomendações das normas pertinentes a cada material. Quando não existirem normas, deve obedecer às recomendações do fabricante.	NBR 8160 Anexo E e NBR 5626						
Todos os materiais empregados no sistema devem ser submetidos à uma inspeção visual antes de serem instalados	NBR 5626						
Os processos de transporte e manuseio dos componentes hidrossanitários deve ser feito de forma que não cause danos à integridade das peças	BOTELHO; RIBEIRO JR.,2014						
O transporte de tubulações em PVC deve ser feito de forma ordenada, de maneira que organize sem balanços longos e contato com outros objetos que possam danificá-las, como outras peças metálicas salientes.	BOTELHO; RIBEIRO JR.,2015						
O armazenamento dos componentes hidrossanitários deve ser feito em locais cobertos, em pilhas não altas e próximos aos pontos de uso.	BOTELHO; RIBEIRO JR.,2016						
O armazenamento das peças deve ser padronizado de acordo com o tipo e o diâmetro.	BORSATO; BACK,2015						

Fonte: Autor (2023).

## 2. Verificação da execução das instalações de abastecimento de água potável:

Requisitos	Referência	Método de coleta de dados		Atende ao requisito?			
		Observação	Entrevista	Sim	Não	Parcialmente	Observações
<b>A- Atendimento ao projeto</b>							
O sistema de água fria e quente deve ser executado de acordo com o projeto.	NBR 5626						
A execução deve ser realizada sob supervisão de um profissional habilitado.	NBR 5626						
<b>B- Instalação de materiais e componentes</b>							
O processo de montagem deve ser realizado de forma a não danificar os componentes das instalações.	NBR 5626						
A execução dos componentes deve ser feita respeitando o prumo, posicionamento e o alinhamento previstos em projeto.	NBR 5626						
<b>C-Acoplamentos</b>							
Devem ser observadas as normas de cada produto para execução dos acoplamentos e as recomendações dos fabricantes.	NBR 5626						
Na fixação de tubulações, por meio de juntas rosqueáveis, deve ser feito o emprego de fita veda rosca ou material vedante.	NBR 5626						
Na fixação de tubulações, por meio de juntas soldáveis é realizado o corte e o lixamento adequado das extremidades das tubulações.	KRONA, 2021						
As ferramentas necessárias para realização dos acoplamentos devem ser calibradas e conservadas de acordo com as normas correspondentes.	NBR 5626						
<b>D- Isolamento e proteção das tubulações</b>							
Devem ser realizados os isolamentos térmicos e acústicos das tubulações conforme o projeto.	NBR 5626						
As tubulações devem ser posicionadas com as folgas apropriadas.	NBR 5626						
Se houver presença de sistema de água quente, não deve haver contato entre esse sistema com as tubulações de água fria.	BOTELHO ; RIBEIRO JR.,2015						
As tubulações em exposição ao sol devem apresentar pintura para proteção diante dos raios solares.	NBR 5626 Anexo D						
Em componentes estruturais os furos devem ser previstos no projeto estrutural.	BOTELHO ; RIBEIRO JR.,2015						
Nos furos em elementos estruturais devem ser previstas camisas de proteção.	BOTELHO ; RIBEIRO JR.,2015						
<b>E-Suportação mecânica</b>							
Todos os componentes devem ser montados para evitar a ocorrência de flambagem, vibração, instabilidade e tensionamento excessivo.	NBR 5626						
<b>F- Ensaio de verificação da estanqueidade</b>							
Deve ser realizado o ensaio de estanqueidade das tubulações conforme a NBR 5626.	NBR 5626						
Deve ser realizado o ensaio de estanqueidade das peças de utilização, conforme a NBR 5626.	NBR 5626						
Deve ser realizado o ensaio de estanqueidade do reservatório, conforme a NBR 5626.	NBR 5626						
<b>G- Identificação</b>							

Requisitos	Referência	Método de coleta de dados		Atende ao requisito?			
		Observação	Entrevista	Sim	Não	Parcialmente	Observações
As aberturas de verificação das tubulações embutidas devem possuir a identificação de cada tubulação.	NBR 5626						
Os trechos visíveis devem receber pintura de acordo com a NBR 6493.	NBR 5626						
<b>H- Ensaio de suportação</b>							
As tubulações devem ser submetidas ao ensaio de suportação de acordo com 15575-6.	NBR 5626						
<b>I- Registros de execução</b>							
Ao final da obra, deve ser elaborado o as built.	NBR 5626						

Fonte: Autor (2023).



Requisitos	Referência	Método de coleta de dados		Atende ao requisito?			
		Observação	Entrevista	Sim	Não	Parcialmente	Observações
As tubulações devem ser fixadas de forma a garantir a sua declividade prevista em projeto	NBR 8160 Anexo E						
O intervalo entre os fixadores deve ser estabelecido de forma a não provocar acúmulo de esgoto ou contradclividades.	NBR 8160 Anexo E						
Nos ramais de descarga as mudanças de percursos devem ter angulações máximas de 45° para trechos horizontais e de 90° para uma mudança da horizontal para vertical.	NBR 8160						
A execução dos componentes deve ser feita respeitando o prumo e o alinhamento previstos em projeto.	NBR 8161						
<b>E- Proteção durante a obra</b>							
As tubulações e aparelhos sanitários devem ser protegidos durante a execução da obra contra a entrada de materiais estranhos no seu interior.	NBR 8160 Anexo E						
As juntas elásticas devem ser executadas de forma a prevenir a ocorrência de deflexão.	NBR 8160 Anexo E						
É recomendável que as tubulações não sejam submetidas à cargas externas durante ou após a obra.	NBR 8160 Anexo E						
Todas as tampas dos acessos devem estar posicionadas nos respectivos elementos de inspeção.	NBR 8160 Anexo E						
<b>F- Ensaios realizados após a conclusão da execução</b>							
Todo o sistema deve ser inspecionado para verificar se está adequadamente fixado e se existe algum material estranho no seu interior.	NBR 8160 Anexo G						
Antes da instalação dos aparelhos sanitários, as tubulações devem ser ensaiadas com água ou ar, conforme procedimento descrito na norma NBR 8160.	NBR 8160 Anexo G						
Após a instalação dos aparelhos sanitários, o sistema deve ser submetido ao ensaio com fumaça, conforme procedimento descrito na norma NBR 8160.	NBR 8160 Anexo G						

Fonte: Autor (2023).

## APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO:

### Parte 1: Caracterização do respondente:

**Empresa:**

**Cargo:**

**Tempo de atuação no mercado:**

**Formação/ Titulação Máxima:**

**Registro no Crea: ( ) Sim ( ) Não**

### Parte 2: Caracterização da execução dos sistemas prediais hidrossanitários

1. Quem é o profissional responsável pela execução das instalações hidrossanitárias prediais? A execução das instalações hidrossanitárias da obra é acompanhada por um engenheiro civil? Qual a frequência das visitas?
2. Os projetos dos sistemas de água e esgoto estão acessíveis aos profissionais no momento da execução? Se sim, de forma impressa ou digital? Há alguma dificuldade no momento da execução da obra em relação à leitura dos projetos?
3. A empresa costuma realizar algumas modificações do projeto durante a execução? Essas modificações são realizadas em contato com o projetista?
4. O projetista costuma realizar o acompanhamento da execução das instalações? Em caso de afirmativo, qual é a frequência dessas visitas?
5. A empresa realiza um controle da qualidade durante a execução das instalações? Em caso de afirmativo, como é realizado esse controle?
6. A construtora costuma realizar regularmente treinamentos com o propósito de qualificar a mão de obra?
7. A empresa considera as recomendações dos fabricantes dos materiais usados para realizar as atividades de manuseio e instalação desses materiais? De que forma essas informações são repassadas aos profissionais que executam esses sistemas?
8. Após o encerramento da obra, todos os elementos das instalações de água e esgoto são inspecionados para verificar se estão adequadamente fixados e se existe algum material estranho no seu interior?



## APÊNDICE C- CHECKLISTS PREENCHIDOS COM OS DADOS COLETADOS:

### Obra A:

1. Verificação dos processos de armazenamento, transporte e manuseio de materiais e componentes:

Requisitos	Referência	Método de coleta de dados		Atende ao requisito?			
		Observação	Entrevista	Sim	Não	Parcialmente	Observações
<b>A- Verificação, armazenamento, transporte e manuseio de materiais e componentes</b>							
O manuseio dos materiais deve obedecer às recomendações das normas pertinentes a cada material. Quando não existirem normas, deve obedecer às recomendações do fabricante.	NBR 8160 Anexo E e NBR 5626		X	X			
Todos os materiais empregados no sistema devem ser submetidos à uma inspeção visual antes de serem instalados.	NBR 5626		X	X			
Os processos de transporte e manuseio dos componentes hidrossanitários devem ser feito de forma que não cause danos à integridade das peças	BOTELHO ; RIBEIRO JR.,2014	X		X			Verificou-se que o manuseio dos componentes é adequado, mas não foi possível verificar o transporte.
O transporte de tubulações em PVC deve ser feito de forma ordenada, de maneira que organize sem balanços longos e contato com outros objetos que possam danificá-las, como outras peças metálicas salientes.	BOTELHO ; RIBEIRO JR.,2015						Não foi possível constatar.
O armazenamento dos componentes hidrossanitários devem ser feito em locais cobertos, em pilhas não altas e próximos aos pontos de uso.	BOTELHO ; RIBEIRO JR.,2016	X			X		As tubulações estavam organizadas em pilhas não cobertas, em contato com o solo.
O armazenamento das peças deve ser padronizado de acordo com o tipo e o diâmetro.	BORSATO ; BACK,2015	X			X		Não há padronização dos diâmetros.

Fonte: Autor (2023).

## 2. Verificação da execução das instalações de abastecimento de água potável:

Requisitos	Referência	Método de coleta de dados		Atende ao requisito?			
		Observação	Entrevista	Sim	Não	Parcialmente	Observações
<b>A- Atendimento ao projeto</b>							
O sistema de água fria e quente deve ser executado de acordo com o projeto.	NBR 5626		X			X	Feito de acordo com o projeto, mas realizou adequações.
A execução deve ser realizada sob supervisão de um profissional habilitado.	NBR 5626	X		X			Tem a supervisão do mestre de obras e do engenheiro civil.
<b>B- Instalação de materiais e componentes</b>							
O processo de montagem deve ser realizado de forma a não danificar os componentes das instalações.	NBR 5626	X		X			Não foi observado a presença excessiva de perdas ou peças danificadas.
A execução dos componentes deve ser feita respeitando o prumo, posicionamento e o alinhamento previstos em projeto.	NBR 5626	X			X		Não foi respeitado o alinhamento em alguns pontos.
<b>C-Acoplamentos</b>							
Devem ser observadas as normas de cada produto para execução dos acoplamentos e as recomendações dos fabricantes.	NBR 5626		X	X			
Na fixação de tubulações, por meio de juntas rosqueáveis, deve ser feito o emprego de fita veda rosca ou material vedante.	NBR 5626	X		X			
Na fixação de tubulações, por meio de juntas soldáveis é realizado o corte e o lixamento adequado das extremidades tubulações.	KRONA, 2021		X	X			
As ferramentas necessárias para realização dos acoplamentos devem ser calibradas e conservadas de acordo com as normas correspondentes.	NBR 5626		X	X			
<b>D- Isolamento e proteção das tubulações</b>							
Devem ser realizados os isolamentos térmicos e acústicos das tubulações conforme o projeto.	NBR 5626				X		
As tubulações devem ser posicionadas com as folgas apropriadas.	NBR 5626	X			X		
Se houver presença de sistema de água quente, não deve haver contato entre esse sistema com as tubulações de água fria.	BOTELHO; RIBEIRO JR.,2015	X		X			
As tubulações em exposição ao sol devem apresentar pintura para proteção diante dos raios solares.	NBR 5626 Anexo D						Não há tubulações expostas.

Requisitos	Referência	Método de coleta de dados		Atende ao requisito?			
		Observação	Entrevista	Sim	Não	Parcialmente	Observações
Em componentes estruturais os furos devem ser previstos no projeto estrutural.	BOTELHO; RIBEIRO JR.,2015		X	X			Com a consulta do engenheiro responsável e do projetista, há nas tubulações de água, há um desvio vertical em vigas e pilares.
Nos furos em elementos estruturais devem ser previstas camisas de proteção.	BOTELHO; RIBEIRO JR.,2015	X			X		
<b>E-Suportação mecânica</b>							
Todos os componentes devem ser montados para evitar a ocorrência de flambagem, vibração, instabilidade e tensionamento excessivo.	NBR 5626	X		X			Foi observado somente que algumas tubulações não estavam alinhadas, no prumo ou com o espaçamento adequado.
<b>F- Ensaio de verificação da estanqueidade</b>							
Deve ser realizado o ensaio de estanqueidade das tubulações conforme a NBR 5626.	NBR 5626		X	X			
Deve ser realizado o ensaio de estanqueidade das peças de utilização, conforme a NBR5626.	NBR 5626		X	X			
Deve ser realizado o ensaio de estanqueidade do reservatório, conforme a NBR 5626.	NBR 5626		X	X			
<b>G- Identificação</b>							
As aberturas de verificação das tubulações embutidas devem possuir a identificação de cada tubulação.	NBR 5626	X			X		
Os trechos visíveis devem receber pintura de acordo com a NBR 6493.	NBR 5626	X			X		
<b>H- Ensaio de suportação</b>							
As tubulações devem ser submetidas ao ensaio de suportação de acordo com 15575-6.	NBR 5626		X		X		
<b>I- Registros de execução</b>							
Ao final da obra, deve ser elaborado o as built.	NBR 5626		X	X			

Fonte: Autor (2023).

## 3. Verificação da execução das instalações de esgoto sanitário:

Requisitos	Referência	Método de coleta de dados		Atende ao requisito?			
		Observação	Entrevista	Sim	Não	Parcialmente	Observações
<b>A- Atendimento ao projeto</b>							
O sistema de esgoto deve ser executado de acordo com o projeto.	NBR 8160		X			X	Feito de acordo com o projeto, mas realizou adequações.
<b>B- Juntas</b>							
Devem ser estanques ao ar e água.	NBR 8160 Anexo E		X	X			
Devem obedecer às recomendações dos fabricantes.	NBR 8160 Anexo E		X	X			
Os materiais usados nas juntas não podem reduzir a seção da tubulação.	NBR 8160 Anexo E	X		X			
Devem permitir a acomodação das movimentações oriundas da dilatação térmica dos materiais da estrutura da obra e das tubulações.	NBR 8160 Anexo E	X		X			
A execução das juntas não pode deformar as tubulações ou aparelhos sanitários.	NBR 8160 Anexo E	X		X			
<b>C- Assentamento em valas</b>							
O fundo da vala deve ser preparado de forma que fique firme para suportar as tubulações.	NBR 8160 Anexo E						Não foi possível verificar a execução de valas, pois já estavam concluídas.
Materiais pontiagudos e lama devem ser removido e substituídos por material de enchimento.	NBR 8160 Anexo E						
Prever uma largura adequada da vala para permitir a montagem das tubulações.	NBR 8160 Anexo E						
Durante o reaterro, as tubulações devem estar cercadas de material adequado de forma a resistir aos movimentos.	NBR 8160 Anexo E						
Devem ser projetadas ancoragens para resistir às movimentações do solo e tráfego externo.	NBR 8160 Anexo E						

Requisitos	Referência	Método de coleta de dados		Atende ao requisito?			
		Observação	Entrevista	Sim	Não	Parcialmente	Observações
<b>D- Proteção e fixação</b>							
Componentes aparentes que requeiram proteção contra corrosão devem ser instalados de forma que tenham um espaço livre de, no mínimo, 30mm ao seu redor para possibilitar a aplicação do revestimento protetor.	NBR 8160 Anexo E	X		X			
Os fixadores dos componentes externos devem estar rigidamente fixados na edificação e alinhados.	NBR 8160 Anexo E	X		X			
Devem ser levados em consideração os movimentos causados pela variação de temperatura para definir o método de fixação adequado.	NBR 8160 Anexo E	X		X			
Tubos de esgoto em paredes, pisos apresentam material que absorva as movimentações.	NBR 8160 Anexo E	X			X		
As tubulações que atravessam paredes e pisos no sentido transversal, as mesmas devem ser protegidas com material inerte.	NBR 8160 Anexo E	X		X			
As tubulações devem ser instaladas de forma que a movimentação da estrutura do prédio e de outras solicitações mecânicas não cause danos para elas.	NBR 8160 Anexo E	X		X			Nas tubulações de esgoto, apresentam as folgas adequadas.
As tubulações devem ser fixadas de forma a garantir a sua declividade prevista em projeto.	NBR 8160 Anexo E	X		X			Há um respeito às declividades.
O intervalo entre os fixadores deve ser estabelecido de forma a não provocar acúmulo de esgoto ou contraddeclividades.	NBR 8160 Anexo E	X		X			Há um intervalo aproximado de 2 metros.
Nos ramais de descarga as mudanças de percursos devem ter angulações máximas de 45° para trechos horizontais e de 90° para uma mudança da horizontal para vertical.	NBR 8160	X		X			Há angulações horizontais acima de 45° e verticais respeitam os 90° máximos.
A execução dos componentes deve ser feita respeitando o prumo e o alinhamento previstos em projeto.	NBR 8161	X		X			

Requisitos	Referência	Método de coleta de dados		Atende ao requisito?			
		Observação	Entrevista	Sim	Não	Parcialmente	Observações
<b>E- Proteção durante a obra</b>							
As tubulações e aparelhos sanitários devem ser protegidos durante a execução da obra contra a entrada de materiais estranhos no seu interior.	NBR 8160 Anexo E	X			X		Algumas peças não apresentaram as proteções corretas.
As juntas elásticas devem ser executadas de forma a prevenir a ocorrência de deflexão.	NBR 8160 Anexo E	X		X			Não foi verificada a presença de deflexão.
É recomendável que as tubulações não sejam submetidas à cargas externas durante ou após a obra.	NBR 8160 Anexo E	X		X			Não tubulações executadas em áreas com possível acúmulo de carga.
Todas as tampas dos acessos devem estar posicionadas nos respectivos elementos de inspeção.	NBR 8160 Anexo E		X	X			
<b>F- Ensaio realizados após a conclusão da execução</b>							
Todo o sistema deve ser inspecionado para verificar se está adequadamente fixado e se existe algum material estranho no seu interior.	NBR 8160 Anexo G		X	X			
Antes da instalação dos aparelhos sanitários, as tubulações devem ser ensaiadas com água ou ar, conforme procedimento descrito na norma NBR 8160.	NBR 8160 Anexo G		X	X			
Após a instalação dos aparelhos sanitários, o sistema deve ser submetido ao ensaio com fumaça, conforme procedimento descrito na norma NBR 8160.	NBR 8160 Anexo G		X		X		

Fonte: Autor (2023).

### Obra B:

#### 1. Verificação dos processos de armazenamento, transporte e manuseio de materiais e componentes:

Requisitos	Referência	Método de coleta de dados		Atende ao requisito?			
		Observação	Entrevista	Sim	Não	Parcialmente	Observações
<b>A- Verificação, armazenamento, transporte e manuseio de materiais e componentes</b>							
O manuseio dos materiais deve obedecer às recomendações das normas pertinentes a cada material. Quando não existirem normas, deve obedecer às recomendações do fabricante.	NBR 8160 Anexo E e NBR 5626		X	X			
Todos os materiais empregados no sistema devem ser submetidos à uma inspeção visual antes de serem instalados.	NBR 5626						Não foi possível constatar.
Os processos de transporte e manuseio dos componentes hidrossanitários devem ser feito de forma que não cause danos à integridade das peças.	BOTELHO ; RIBEIRO JR.,2014						Não foi possível constatar..
O transporte de tubulações em PVC deve feito de forma ordenada, de maneira que organize sem balanços longos e contato com outros objetos que possam danificá-las, como outras peças metálicas salientes.	BOTELHO ; RIBEIRO JR.,2015						Não foi possível constatar.
O armazenamento dos componentes hidrossanitários devem ser feito em locais cobertos, em pilhas não altas e próximos aos pontos de uso.	BOTELHO ; RIBEIRO JR.,2016	X		X			
O armazenamento das peças deve padronizado de acordo com o tipo e o diâmetro.	BORSATO ; BACK,2015	X			X		

Fonte: Autor (2023).

## 2. Verificação da execução das instalações de abastecimento de água potável:

Requisitos	Referência	Método de coleta de dados		Atende ao requisito?			
		Observação	Entrevista	Sim	Não	Parcialmente	Observações
<b>A- Atendimento ao projeto</b>							
O sistema de água fria e quente deve ser executado de acordo com o projeto	NBR 5626		X			X	Feito de acordo com o projeto, mas realizou adequações.
A execução deve ser realizada sob supervisão de um profissional habilitado <sup>1</sup>	NBR 5626	X		X			
<b>B- Instalação de materiais e componentes</b>							
O processo de montagem deve ser realizado de forma a não danificar os componentes das instalações	NBR 5626	X		X			Não foi observado a presença excessiva de perdas ou peças danificadas.
A execução dos componentes deve ser feita respeitando o prumo, posicionamento e o alinhamento previstos em projeto.	NBR 5626	X		X			Não foi respeitado o alinhamento em alguns pontos.
<b>C-Acoplamentos</b>							
Devem ser observadas as normas de cada produto para execução dos acoplamentos e as recomendações dos fabricantes	NBR 5626						Não foi possível constatar.
Na fixação de tubulações, por meio de juntas rosqueáveis, deve ser feito o emprego de fita veda rosca ou material vedante	NBR 5626						Não foi possível constatar.
Na fixação de tubulações, por meio de juntas soldáveis é realizado o corte e o lixamento adequado das extremidades tubulações	KRONA, 2021						Não foi possível constatar.
As ferramentas necessárias para realização dos acoplamentos devem ser calibradas e conservadas de acordo com as normas correspondentes	NBR 5626		X	X			
<b>D- Isolamento e proteção das tubulações</b>							
Devem ser realizados os isolamentos térmicos e acústicos das tubulações conforme o projeto	NBR 5626	X			X		
As tubulações devem ser posicionadas com as folgas apropriadas	NBR 5626	X		X			
Se houver presença de sistema de água quente, não deve haver contato entre esse sistema com as tubulações de água fria	BOTELHO; RIBEIRO JR.,2015						Há somente a presença de um chuveiro elétrico.



Requisitos	Referência	Método de coleta de dados		Atende ao requisito?			
		Observação	Entrevista	Sim	Não	Parcialmente	Observações
As tubulações em exposição ao sol devem apresentar pintura para proteção diante dos raios solares	NBR 5626 Anexo D						Não há tubulações expostas.
Em componentes estruturais os furos devem ser previstos no projeto estrutural	BOTELHO; RIBEIRO JR.,2015		X	X			Com a consulta do engenheiro responsável e do projetista, há nas tubulações de água, há um desvio vertical em vigas e pilares.
Nos furos em elementos estruturais devem ser previstas camisas de proteção	BOTELHO; RIBEIRO JR.,2015	X			X		
<b>E-Suportação mecânica</b>							
Todos os componentes devem ser montados para evitar a ocorrência de flambagem, vibração, instabilidade e tensionamento excessivo	NBR 5626	X		X			
<b>F- Ensaios de verificação da estanqueidade</b>							
Deve ser realizado o ensaio de estanqueidade das tubulações conforme a NBR 5626	NBR 5626		X	X			
Deve ser realizado o ensaio de estanqueidade das peças de utilização, conforme a NBR 5626	NBR 5626		X	X			
Deve ser realizado o ensaio de estanqueidade do reservatório, conforme a NBR 5626	NBR 5626		X	X			
<b>G- Identificação</b>							
As aberturas de verificação das tubulações embutidas devem possuir a identificação de cada tubulação	NBR 5626	X			X		
Os trechos visíveis devem receber pintura de acordo com a NBR 6493	NBR 5626	X			X		
<b>H- Ensaio de suportação</b>							
As tubulações devem ser submetidas ao ensaio de suportação de acordo com 15575-6	NBR 5626		X		X		
<b>I- Registros de execução</b>							
Ao final da obra, deve ser elaborado o as built	NBR 5626		X	X			

Fonte: Autor (2023).

## 3. Verificação da execução das instalações de esgoto sanitário:

Requisitos	Referência	Método de coleta de dados		Atende ao requisito?			
		Observação	Entrevista	Sim	Não	Parcialmente	Observações
<b>A- Atendimento ao projeto</b>							
O sistema de esgoto deve ser executado de acordo com o projeto	NBR 8160		X			X	Feito de acordo com o projeto, mas realizou adequações.
<b>B- Juntas</b>							
Devem ser estanques ao ar e água	NBR 8160 Anexo E		X	X			
Devem obedecer às recomendações dos fabricantes	NBR 8160 Anexo E		X	X			
Os materiais usados nas juntas não podem reduzir a seção da tubulação	NBR 8160 Anexo E	X		X			
Devem permitir a acomodação das movimentações oriundas da dilatação térmica dos materiais da estrutura da obra e das tubulações.	NBR 8160 Anexo E	X		X			
A execução das juntas não pode deformar as tubulações ou aparelhos sanitários	NBR 8160 Anexo E	X		X			
<b>C- Assentamento em valas</b>							
O fundo da vala deve ser preparado de forma que fique firme para suportar as tubulações	NBR 8160 Anexo E	X		X			
Materiais pontiagudos e lama devem ser removido e substituídos por material de enchimento	NBR 8160 Anexo E	X		X			
Prever uma largura adequada da vala para permitir a montagem das tubulações	NBR 8160 Anexo E	X		X			
Durante o reaterro, as tubulações devem estar cercadas de material adequado de forma a resistir aos movimentos	NBR 8160 Anexo E	X			X		
Devem ser projetadas ancoragens para resistir às movimentações do solo e tráfego externo	NBR 8160 Anexo E	X			X		
<b>D- Proteção e fixação</b>							
Componentes aparentes que requeiram proteção contra corrosão devem ser instalados de forma que tenham um espaço livre de, no mínimo, 30mm ao seu redor para possibilitar a aplicação do revestimento protetor.	NBR 8160 Anexo E	X		X			

Requisitos	Referência	Método de coleta de dados		Atende ao requisito?			
		Observação	Entrevista	Sim	Não	Parcialmente	Observações
Os fixadores dos componentes externos devem estar rigidamente fixados na edificação e alinhados	NBR 8160 Anexo E						Durante a visita em campo não tinha a presença de fixadores.
Devem ser levados em consideração os movimentos causados pela variação de temperatura para definir o método de fixação adequado	NBR 8160 Anexo E						Durante a visita em campo não tinha a presença de fixadores.
Tubos de esgoto em paredes, piso apresentam material que absorva as movimentações	NBR 8160 Anexo E	X			X		Em tubulações enterradas, o aterro é feito com o próprio material escavado. Não há presença de materiais que absorvam as deformações em paredes e pisos.
As tubulações que atravessam paredes e pisos no sentido transversal, as mesmas devem ser protegidas com material inerte.	NBR 8160 Anexo E	X		X			Não há presença de materiais que absorvam as deformações em paredes e pisos.
As tubulações devem ser instaladas de forma que a movimentação da estrutura do prédio e de outras solicitações mecânicas não cause danos para elas.	NBR 8160 Anexo E	X		X			As tubulações de esgoto, tem as folgas adequadas.
As tubulações devem ser fixadas de forma a garantir a sua declividade prevista em projeto	NBR 8160 Anexo E	X		X			Há um respeito às declividades.
O intervalo entre os fixadores deve ser estabelecido de forma a não provocar acúmulo de esgoto ou contradividades.	NBR 8160 Anexo E						Durante a visita em campo não tinha a presença de fixadores.
Nos ramais de descarga as mudanças de percursos devem ter angulações máximas de 45° para trechos horizontais e de 90° para uma mudança da horizontal para vertical	NBR 8160		X	X			
A execução dos componentes deve ser feita respeitando o prumo e o alinhamento previstos em projeto.	NBR 8161	X		X			

Requisitos	Referência	Método de coleta de dados		Atende ao requisito?			
		Observação	Entrevista	Sim	Não	Parcialmente	Observações
<b>E- Proteção durante a obra</b>							
As tubulações e aparelhos sanitários devem ser protegidos durante a execução da obra contra a entrada de materiais estranhos no seu interior.	NBR 8160 Anexo E	X			X		As tubulações estão fechadas, mas o fechamento é feito de forma errada.
As juntas elásticas devem ser executadas de forma a prevenir a ocorrência de deflexão.	NBR 8160 Anexo E	X		X			
É recomendável que as tubulações não sejam submetidas à cargas externas durante ou após a obra.	NBR 8160 Anexo E	X		X			Não há acúmulo de carga nas regiões executadas.
Todas as tampas dos acessos devem estar posicionadas nos respectivos elementos de inspeção.	NBR 8160 Anexo E	X		X			
<b>F- Ensaio realizados após a conclusão da execução</b>							
Todo o sistema deve ser inspecionado para verificar se está adequadamente fixado e se existe algum material estranho no seu interior	NBR 8160 Anexo G		X	X			É realizado somente os ensaios de estanqueidade.
Antes da instalação dos aparelhos sanitários, as tubulações devem ser ensaiadas com água ou ar, conforme procedimento descrito na norma NBR 8160.	NBR 8160 Anexo G		X	X			
Após a instalação dos aparelhos sanitários, o sistema deve ser submetido ao ensaio com fumaça, conforme procedimento descrito na norma NBR 8160	NBR 8160 Anexo G		X		X		

Fonte: Autor (2023).

### Obra C:

#### 1. Verificação dos processos de armazenamento, transporte e manuseio de materiais e componentes:

Requisitos	Referência	Método de coleta de dados		Atende ao requisito?			
		Observação	Entrevista	Sim	Não	Parcialmente	Observações
<b>A- Verificação, armazenamento, transporte e manuseio de materiais e componentes</b>							
O manuseio dos materiais deve obedecer às recomendações das normas pertinentes a cada material. Quando não existirem normas, deve obedecer às recomendações do fabricante.	NBR 8160 Anexo E e NBR 5626		X	X			
Todos os materiais empregados no sistema devem ser submetidos a uma inspeção visual antes de serem instalados	NBR 5626		X	X			
Os processos de transporte e manuseio dos componentes hidrossanitários devem ser feito de forma que não cause danos à integridade das peças	BOTELHO ; RIBEIRO JR.,2014	X		X			
O transporte de tubulações em PVC deve ser feito de forma ordenada, de maneira que organize sem balanços longos e contato com outros objetos que possam danificá-las, como outras peças metálicas salientes.	BOTELHO ; RIBEIRO JR.,2015						Não foi possível constatar.
O armazenamento dos componentes hidrossanitários deve ser feito em locais cobertos, em pilhas não altas e próximos aos pontos de uso.	BOTELHO RIBEIRO JR.,2016	X		X			
O armazenamento das peças deve ser padronizado de acordo com o tipo e o diâmetro.	BORSATO ; BACK,2015	X			X		

Fonte: Autor (2023).

## 2. Verificação da execução das instalações de abastecimento de água potável:

Requisitos	Referência	Método de coleta de dados		Atende ao requisito?			
		Observação	Entrevista	Sim	Não	Parcialmente	Observações
<b>A- Atendimento ao projeto</b>							
O sistema de água fria e quente deve ser executado de acordo com o projeto	NBR 5626		X			X	Feito de acordo com o projeto, mas realizou alterações.
A execução deve ser realizada sob supervisão de um profissional habilitado <sup>1</sup>	NBR 5626	X		X			Feita sobre as instruções do mestre de obra.
<b>B- Instalação de materiais e componentes</b>							
O processo de montagem deve ser realizado de forma a não danificar os componentes das instalações	NBR 5626	X		X			
A execução dos componentes deve ser feita respeitando o prumo, posicionamento e alinhamento previstos em projeto.	NBR 5626	X		X			
<b>C-Acoplamentos</b>							
Devem ser observadas as normas de cada produto para execução dos acoplamentos e as recomendações dos fabricantes	NBR 5626		X	X			
Na fixação de tubulações, por meio de juntas rosqueáveis deve ser feito o emprego de fita vedadora ou material vedante	NBR 5626	X		X			
Na fixação de tubulações, por meio de juntas soldáveis deve ser realizado o corte e o lixamento adequados das extremidades das tubulações	KRONA, 2021						Não foi possível constatar.
As ferramentas necessárias para a realização dos acoplamentos devem ser calibradas e conservadas de acordo com as normas correspondentes	NBR 5626		X	X			
<b>D- Isolamento e proteção das tubulações</b>							
Devem ser realizados os isolamentos térmicos e acústicos das tubulações conforme o projeto	NBR 5626	X			X		
As tubulações devem ser posicionadas com as folgas apropriadas	NBR 5626	X		X			
Se houver presença de sistema de água quente, não deve haver contato entre esse sistema com as tubulações de água fria	BOTELHO; RIBEIRO JR.,2015						Não há sistema de água quente.
As tubulações em exposição ao sol devem apresentar pintura para proteção contra os raios solares	NBR 5626 Anexo D						Não tem tubulações expostas.

Requisitos	Referência	Método de coleta de dados		Atende ao requisito?			
		Observação	Entrevista	Sim	Não	Parcialmente	Observações
<b>A- Atendimento ao projeto</b>	BOTELHO; RIBEIRO JR.,2015	X		X			
Nos furos em elementos estruturais devem ser previstas camisas de proteção	BOTELHO; RIBEIRO JR.,2015	X			X		
<b>E-Suportação mecânica</b>							
Todos os componentes devem ser montados para evitar a ocorrência de flambagem, vibração, instabilidade e tensionamento excessivo	NBR 5626	X		X			
<b>F- Ensaio de verificação da estanqueidade</b>							
Deve ser realizado o ensaio de estanqueidade das tubulações conforme a NBR 5626	NBR 5626		X	X			
Deve ser realizado o ensaio de estanqueidade das peças de utilização, conforme a NBR 5626	NBR 5626		X	X			
Deve ser realizado o ensaio de estanqueidade do reservatório conforme a NBR 5626	NBR 5626		X	X			
<b>G- Identificação</b>							
As aberturas de verificação das tubulações embutidas devem possuir a identificação de cada tubulação	NBR 5626	X			X		
Os trechos visíveis devem receber pintura de acordo com a NBR 6493	NBR 5626	X			X		
<b>H- Ensaio de suportação</b>							
As tubulações devem ser submetidas ao ensaio de suportação de acordo com 15575-6	NBR 5626		X	X			
<b>I- Registros de execução</b>							
Ao final da obra, deve ser elaborado o as built	NBR 5626		X	X			

Fonte: Autor (2023).

## 3. Verificação da execução das instalações de esgoto sanitário:

Requisitos	Referência	Método de coleta de dados		Atende ao requisito?			
		Observação	Entrevista	Sim	Não	Parcialmente	Observações
<b>A- Atendimento ao projeto</b>							
O sistema de esgoto deve ser executado de acordo com o projeto	NBR 8160		X			X	Segue o projeto, mas realiza mudanças.
<b>B- Juntas</b>							
Devem ser estanques ao ar e água	NBR 8160 Anexo E		X	X			
Devem obedecer às recomendações dos fabricantes	NBR 8160 Anexo E		X	X			
Os materiais usados nas juntas não podem reduzir a seção da tubulação	NBR 8160 Anexo E	X		X			
Devem permitir a acomodação das movimentações oriundas da dilatação térmica dos materiais da estrutura da obra e das tubulações	NBR 8160 Anexo E	X		X			
A execução das juntas não pode deformar as tubulações ou aparelhos sanitários	NBR 8160 Anexo E	X		X			
<b>C- Assentamento em valas</b>							
O fundo da vala deve ser preparado de forma que fique firme para suportar as tubulações	NBR 8160 Anexo E						Não foi possível verificar a execução de valas, pois já estavam concluídas.
Materiais pontiagudos e lama devem ser removido e substituídos por material de enchimento	NBR 8160 Anexo E						
Prever uma largura adequada da vala para permitir a montagem das tubulações	NBR 8160 Anexo E						
Durante o reaterro, as tubulações devem estar cercadas de material adequado de forma a resistir aos movimentos	NBR 8160 Anexo E						



Requisitos	Referência	Método de coleta de dados		Atende ao requisito?			
		Observação	Entrevista	Sim	Não	Parcialmente	Observações
Devem ser projetadas ancoragens para resistir às movimentações do solo e tráfego externo	NBR 8160 Anexo E						
<b>D- Proteção e fixação</b>							
Componentes aparentes que requeiram proteção contra corrosão devem ser instalados de forma que tenham um espaço livre de, no mínimo, 30mm ao seu redor para possibilitar a aplicação do revestimento protetor.	NBR 8160 Anexo E	X		X			
Os fixadores dos componentes externos devem estar rigidamente fixados na edificação e alinhados	NBR 8160 Anexo E	X		X			
Devem ser levados em consideração os movimentos causados pela variação de temperatura para definir o método de fixação adequado	NBR 8160 Anexo E	X		X			
Tubos de esgoto em paredes, pisos apresentam material que absorva as movimentações	NBR 8160 Anexo E	X			X		
As tubulações que atravessam paredes e pisos no sentido transversal, as mesmas devem ser protegidas com material inerte.	NBR 8160 Anexo E	X		X			
As tubulações devem ser instaladas de forma que a movimentação da estrutura do prédio e de outras solicitações mecânicas não cause danos para elas.	NBR 8160 Anexo E	X		X			
As tubulações devem ser fixadas de forma a garantir a sua declividade prevista em projeto	NBR 8160 Anexo E	X		X			
O intervalo entre os fixadores deve ser estabelecido de forma a não provocar acúmulo de esgoto ou contradclividades.	NBR 8160 Anexo E	X		X			
Nos ramais de descarga as mudanças de percursos devem ter angulações máximas de 45° para trechos horizontais e de 90° para uma mudança da horizontal para vertical	NBR 8160	X		X			

Requisitos	Referência	Método de coleta de dados		Atende ao requisito?			
		Observação	Entrevista	Sim	Não	Parcialmente	Observações
A execução dos componentes deve ser feita respeitando o prumo e o alinhamento previstos em projeto.	NBR 8161	X		X			
<b>E- Proteção durante a obra</b>							
As tubulações e aparelhos sanitários devem ser protegidos durante a execução da obra contra a entrada de materiais estranhos no seu interior.	NBR 8160 Anexo E	X			X		As tubulações estão fechadas, mas o fechamento é feito somente através de um preenchimento com material não adequado.
As juntas elásticas devem ser executadas de forma a prevenir a ocorrência de deflexão.	NBR 8160 Anexo E	X		X			
É recomendável que as tubulações não sejam submetidas à cargas externas durante ou após a obra.	NBR 8160 Anexo E	X		X			Não há acúmulo de carga nas regiões executadas.
Todas as tampas dos acessos devem estar posicionadas nos respectivos elementos de inspeção	NBR 8160 Anexo E	X		X			
<b>F- Ensaios realizados após a conclusão da execução</b>							
Todo o sistema deve ser inspecionado para verificar se está adequadamente fixado e se existe algum material estranho no seu interior	NBR 8160 Anexo G		X	X			
Antes da instalação dos aparelhos sanitários, as tubulações devem ser ensaiadas com água ou ar, conforme procedimento descrito na norma NBR 8160.	NBR 8160 Anexo G		X			X	Realiza-se somente o ensaio com água.
Após a instalação dos aparelhos sanitários, o sistema deve ser submetido ao ensaio com fumaça, conforme procedimento descrito na norma NBR 8160	NBR 8160 Anexo G		X		X		

Fonte: Autor (2023).