

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

MATEUS JOSÉ KRETZER

**ESTUDO EXPERIMENTAL DAS DISTÂNCIAS MÍNIMAS EM RAMAIS
DE ESGOTO
UMA ANÁLISE APLICADA ÀS ZONAS DE SOBREPRESSÃO
CONFORME A NBR 8160**

FLORIANÓPOLIS, 2025.

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

MATEUS JOSÉ KRETZER

**ESTUDO EXPERIMENTAL DAS DISTÂNCIAS MÍNIMAS EM RAMAIS
DE ESGOTO
UMA ANÁLISE APLICADA ÀS ZONAS DE SOBREPRESSÃO
CONFORME A NBR 8160**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Santa
Catarina como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador:

Prof. Reginaldo Campolino Jaques, Me.

FLORIANÓPOLIS, 2025.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Kretzer, Mateus José

ESTUDO EXPERIMENTAL DAS DISTÂNCIAS MÍNIMAS EM RAMAIS DE ESGOTO / Mateus José Kretzer; orientação de Reginaldo Campolino Jaques. - Florianópolis, SC, 2025.

78 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico de Construção Civil.

Inclui Referências.

1. NBR 8160. 2. Sobrepressão. 3. Espuma. 4. Projeto Hidrossanitário. 5. Protótipo. I. Jaques, Reginaldo Campolino. II. Instituto Federal de Santa Catarina. III. **ESTUDO EXPERIMENTAL DAS DISTÂNCIAS MÍNIMAS EM RAMAIS DE ESGOTO.**

**ESTUDO EXPERIMENTAL DAS DISTÂNCIAS MÍNIMAS EM RAMAIS DE
ESGOTO
UMA ANÁLISE APLICADA ÀS ZONAS DE SOBREPRESSÃO CONFORME A NBR
8160**

MATEUS JOSÉ KRETZER

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro em 2025 e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 05 de dezembro de 2025.

Banca Examinadora:

Reginaldo Campolino Jaques, Me.
Instituto Federal de Santa Catarina

Elivete Carmen Clemente Prim, Dr^a.
Instituto Federal de Santa Catarina

Ricardo Clemente de Lima, Me.
Instituto Federal de Santa Catarina

Guilherme Lena Squizani, Eng.
Trichês Engenharia e Consultoria

Dedico, primeiramente, a Deus, pelo bem maior que é a vida e pela fé na Sua Santa Igreja. À minha família, por todo apoio, paciência e amor demonstrados ao longo de cada etapa desta jornada. Aos meus amigos, pelos bons momentos, pelas risadas sinceras e por tornarem o percurso mais leve. E à minha namorada, por sua chegada no final desse processo e todo amor e carinho, que foram essenciais para que eu chegasse até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, primeiramente, pelo sopro da vida, pela sua bondade e amor infinitos e por sempre perdoar os corações arrependidos. Sou grato ao meu pai, Rubens, por toda a disciplina, pelos ensinamentos que me deu e pelo apoio nos momentos mais difíceis, que com certeza moldaram a forma como sou e foram essenciais para meu amadurecimento como homem. Minha gratidão à minha mãe, Luci (*in memoriam*), por todo amor, carinho e zelo comigo, apesar de todas as suas dificuldades. Agradeço ao meu irmão de sangue, Tiago, por sempre ser uma pessoa parceira, disponível para ajudar, trabalhador, agradeço por influenciar positivamente meus gostos e, em breve, poder dizer que somos colegas de profissão. Reconheço à minha madrasta, Lurdes, e aos seus filhos, Miguel e Emily, que considero como verdadeiros irmãos, por aparecerem na minha vida e serem pessoas incríveis e pelos bons momentos juntos; minha vida não seria a mesma sem vocês. Agradeço à minha namorada, Jéssica, pelo amor e carinho que possui comigo; mesmo tendo chegado na parte final, foi muito significativo para a boa conclusão dessa jornada. Agradeço aos amigos que fiz durante o curso, em especial ao Gabriel, Vitor, Heitor, Antônio, Mariana, Catarina e Conrado. Vocês foram essenciais nessa trajetória, por estarem sempre presentes nos trabalhos, por termos conversas profundas e outras nem tanto, conselhos dados e, principalmente, pelas boas e verdadeiras risadas. Agradeço aos meus colegas de trabalho, pela ótima convivência que possuímos e pelo tanto de saberes compartilhados, em especial ao colega Guilherme, que ao longo desse período provou ser um grande amigo, seja dando muitas risadas, ajudando no trabalho, aconselhando em diversos temas ou tendo aceitado o convite de compor a banca do meu TCC. Agradeço à minha família, por sempre estar por perto, apoiar meus sonhos e estar disposta a ajudar; agradeço especialmente aos meus primos Eduardo e Rodolfo e ao meu padrinho Rubenézio, que não mediram esforços ao ajudar nas visitas técnicas que foram necessárias durante o curso, pelos conhecimentos práticos transmitidos e até na montagem da estrutura construída no presente estudo. Por último, agradeço aos meus professores do IFSC pelos grandes conhecimentos compartilhados, em especial ao meu orientador de estágio, Ricardo Maciel, e ao meu grande orientador do TCC, Reginaldo, por ter aceitado este tema não convencional, prático e desafiador. Sem vocês, nada disso seria possível. Muito obrigado.

“A vitória pertence ao mais perseverante.” — *Napoleão Bonaparte*

“Quis ut Deus?” — *São Miguel Arcanjo*

RESUMO

A norma NBR 8160 estabelece os critérios técnicos que devem ser seguidos no projeto e na execução de instalações sanitárias em edificações, com o objetivo de prevenir o surgimento de patologias no sistema. De acordo com diversas pesquisas e levantamentos técnicos, as patologias hidrossanitárias figuram entre as mais recorrentes no ambiente da construção civil, tanto em edificações novas quanto em reformas. Dentre essas, destaca-se o problema do retorno de espuma em caixas sifonadas, frequentemente causado pela ligação inadequada de ramais de esgoto em zonas de sobrepressão, o que caracteriza uma falha de execução associada ao descumprimento das recomendações normativas. Diante disso, torna-se evidente a importância do cumprimento rigoroso das diretrizes estabelecidas pela NBR 8160 para garantir o desempenho funcional e a salubridade das instalações sanitárias. Contudo, observa-se que a norma, embora estabeleça determinados parâmetros, como distâncias mínimas e zonas críticas de pressão, não explicita, em alguns casos, a origem técnica ou experimental desses valores normatizados. Essa lacuna pode gerar dúvidas e dificuldades para os projetistas, especialmente em situações de maior complexidade ou restrição espacial, abrindo espaço para questionamentos e estudos mais aprofundados sobre a aplicabilidade e fundamentação de tais diretrizes. Considerando esse contexto, o presente trabalho tem como objetivo principal a análise prática dos efeitos provocados por ligações em zonas de sobrepressão, conforme descritas no item 4.2.4.3 da NBR 8160. Para isso, será construído um protótipo experimental que permitirá avaliar, de forma empírica, o comportamento do sistema frente a diferentes configurações de ligação, contribuindo para o entendimento técnico do fenômeno e oferecendo subsídios que possam auxiliar na interpretação e, eventualmente, na revisão dos critérios normativos vigentes.

Palavras-chave: NBR 8160. Sobrepressão. Espuma. Projeto Hidrossanitário. Protótipo.

ABSTRACT

The NBR 8160 standard establishes the technical criteria that must be followed in the design and execution of sanitary installations in buildings, aiming to prevent the occurrence of pathologies within the system. According to various studies and technical surveys, plumbing pathologies are among the most recurrent issues in the construction sector, both in new buildings and in renovation projects. Among these, one of the most notable problems is the return of foam in floor drains, often caused by the improper connection of sewage branches in overpressure zones, a construction flaw associated with noncompliance with the normative recommendations. Given this, the importance of strict adherence to the guidelines established by NBR 8160 becomes evident in ensuring the functional performance and sanitary safety of plumbing systems. However, it is observed that the standard, while defining certain parameters such as minimum distances and critical pressure zones, does not always specify the technical or experimental basis for these standardized values. This gap can create uncertainty and difficulties for designers, especially in cases involving higher complexity or spatial constraints, thus opening the door for further questioning and deeper studies regarding the applicability and rationale of such guidelines. Considering this context, the present study aims primarily to conduct a practical analysis of the effects caused by connections in overpressure zones, as described in item 4.2.4.3 of NBR 8160. To this end, an experimental prototype will be constructed to empirically assess the system's behavior under different connection configurations, contributing to the technical understanding of the phenomenon and providing insights that may assist in the interpretation and, eventually, revision of the current normative criteria.

Keywords: NBR 8160. Overpressure. Foam. Plumbing Design. Prototype.

Lista de Figuras

Figura 01– Divisões do Sistema Hidrossanitário	22
Figura 02 – Esquema de projeto hidrossanitário	24
Figura 03 – Retorno de espuma em caixa sifonada	27
Figura 04 – Corte caixa sifonada	27
Figura 05 – Caixa sifonada 150x150x50	28
Figura 06 – Sugestões de atenuação	30
Figura 07 – Sugestão de aumento de diâmetro	30
Figura 08 – Solução “JUMP”	31
Figura 09 – Dispositivo anti-espuma	31
Figura 10 – Zonas de sobrepressão	33
Figura 11 – Fluxograma	35
Figura 12 – Vista lateral do protótipo	36
Figura 13 – Planta baixa do protótipo	37
Figura 14 – Estrutura completa.....	40
Figura 15 – Perfuração do solo	41
Figura 16 – Assentamento de escoras	41
Figura 17 – Escora assentada.....	41
Figura 18 – Medições das vigas.....	42
Figura 19 – Vigas laterais pavimento de transição	42
Figura 20 – Vigas laterais pavimento superior	43
Figura 21 – Vigas centrais	43
Figura 22 – Assoalho do pavimento superior em construção	44
Figura 23 – Assoalho pavimento superior completo	44
Figura 24 – Assoalho da estrutura completo.....	45
Figura 25 – Parte do simulacro padrão 1	45
Figura 26 – Parte do simulacro padrão 2	46
Figura 27 – Construção da transição de prumada	46
Figura 28 – Flange e registro no barril	47
Figura 29 – Conexão da bomba ao barril	47
Figura 30 – Conector elétrico	48
Figura 31 – Infraestrutura integrada pavimento de transição	48
Figura 32 – Infraestrutura integrada pavimento superior.....	49

Figura 33 – Vista superior do protótipo.....	49
Figura 34 – Infraestrutura integrada	50
Figura 35 – Detergente.....	51
Figura 36 – Sabão líquido concentrado.....	52
Figura 37 – Bomba de drenagem vista lateral	54
Figura 38 – Bomba de drenagem vista frontal.....	54
Figura 39 – Bomba de drenagem vista superior.....	54
Figura 40 – Bomba de drenagem com carapaça plástica	54
Figura 41 – Localização da bomba - pavimento superior	55
Figura 42 – Localização da bomba - pavimento transição	55
Figura 43 – Descrição do método	56
Figura 44 – Distâncias da NBR 8160.....	56
Figura 45 – Pontos de análise	58
Figura 46 – Retorno no ponto de contribuição - Teste 1	62
Figura 47 – Não retorno de espuma no ponto de análise 2	63
Figura 48 – Retorno de espuma por excesso de pressão	64
Figura 49 – Retorno no ponto de contribuição - Teste 3	65
Figura 50 – Espuma na ventilação no ramal	66
Figura 51 – Não retorno na ventilação	68
Figura 52 – Não retorno no ponto de contribuição	68
Figura 53 – Distâncias da NBR 8160.....	69

Lista de Gráficos

Gráfico 01 – Origem das patologias	26
---	-----------

Lista de Tabelas

Tabela 01 – Quantitativo estrutural.....	37
Tabela 02 – Quantitativo protótipo	38
Tabela 03 – Quantitativo elétrica/hidráulica.....	39
Tabela 04 – Exemplo de tabela e preenchimento	59
Tabela 05 – Resultados dos testes	61

Sumário

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Justificativa	17
1.2	Definição do Problema	19
1.3	Objetivo Geral.....	20
1.4	Objetivos Específicos.....	20
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	21
2.1	Sistema Hidrossanitário	21
2.2	Manifestações patológicas no sistema hidrossanitário	24
2.3	Formas de mitigação	28
2.4	Zonas de sobrepressão	32
3	MÉTODO	34
3.1	Métodos aplicados.....	35
4	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	61
4.1	Teste 1.....	62
4.2	Teste 2.....	63
4.3	Teste 3.....	64
4.4	Teste 4.....	65
4.5	Teste 5.....	66
4.6	Análise	67
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
5.1	Sugestão para trabalhos futuros	72

1 INTRODUÇÃO

As instalações sanitárias de um edifício desempenham um papel essencial na garantia da salubridade e do conforto dos usuários durante a ocupação do imóvel. Nesse contexto, é imprescindível que seu projeto e execução sejam realizados de forma adequada, em conformidade com as normas técnicas, visando proporcionar a melhor experiência ao usuário durante o uso de seu imóvel. Conforme afirma a Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 15575 (ABNT, 2021), as instalações hidrossanitárias são responsáveis diretas pelas condições de saúde e higiene requeridas para a habitação.

Diante desse cenário, evidencia-se a relevância de compreender que cerca de 75% das patologias identificadas em edificações estão diretamente relacionadas às instalações hidrossanitárias. Grande parte dessas falhas decorre de deficiências no projeto, execução inadequada e da ausência de acompanhamento técnico qualificado ao longo das etapas construtivas, comprometendo a eficiência e a durabilidade dos sistemas (CLAUDINO et al., 2020).

Entre as manifestações patológicas mais frequentes, destacam-se os retornos, tanto de gases, quanto de esgoto, que representam aproximadamente 41% dos casos observados, impactando negativamente a salubridade dos ambientes internos e o conforto dos usuários (CONCEIÇÃO, 2007).

O retorno de espuma em caixas sifonadas constitui um problema recorrente em edificações, sendo causado, principalmente, pela ligação inadequada de ramais de esgoto em zonas sujeitas à sobrepressão. Por essa razão, é fundamental observar as distâncias mínimas estabelecidas pela norma NBR 8160 (CARVALHO JUNIOR, 2014).

Tal informação ganha ainda mais relevância ao observar que, segundo CORRÊA VIEIRA, MOYA e SOUZA (2015), o retorno de espuma aparece em 20% dos prédios analisados, ocasionados por vedação insuficiente.

A NBR 8160 estabelece distâncias mínimas para a execução de ligações de ramais de esgoto ao ramal principal. Essas regiões são denominadas zonas de sobrepressão. Por outro lado, a norma não apresenta cálculos ou simulações que

fundamentam a escolha das distâncias estabelecidas, o que torna esses valores passíveis de questionamento e estudo.

1.1 Justificativa

Os problemas relacionados ao item 4.2.4.2 e 4.2.4.3 estabelecidos na NBR 8160 (1999), causam grandes prejuízos de tempo a projetistas hidrossanitários e por muitas vezes necessidade de mudança de arquitetura, que por sua vez, afeta o mais interessado: o cliente final.

A maior parte dos problemas relacionados à sobrepressão está associada ao aparecimento de vazamentos ou ao retorno de espuma e esgoto. Essas ocorrências exigem reparos, intervenções corretivas ou até mesmo a instalação de novos dispositivos, gerando custos adicionais tanto para o cliente quanto para a construtora.

O item 4.2.4.2 da NBR 8160 (1999) trata das medidas recomendadas para evitar o retorno de espuma aos ambientes sanitários, fenômeno que pode comprometer tanto o conforto quanto a salubridade dos usuários. Dentre os subitens apresentados, destaca-se o subitem “a” como aquele que impõe maiores desafios ao projetista, pois orienta que não sejam realizadas ligações de tubulações de esgoto em zonas sujeitas à ocorrência de sobrepressão. Essa recomendação, pode limitar significativamente a flexibilidade do projeto, especialmente em edificações com espaço reduzido para a disposição de ramais.

Complementarmente, o item 4.2.4.3 da mesma norma descreve com maior precisão os locais ao longo de um desvio de prumada onde ocorrem zonas de sobrepressão. São indicadas, ao todo, seis regiões críticas, cujas extensões variam conforme a posição no sistema, podendo corresponder a 10 vezes ou até 40 vezes o diâmetro nominal do tubo principal. Essas delimitações têm o objetivo de orientar o posicionamento seguro das conexões, evitando interferências no funcionamento hidráulico do sistema e a geração de efeitos indesejáveis, como o retorno de espuma ou obstruções por turbulência.

Trata-se de um problema de elevada complexidade, cujas sobrepressões geradas no sistema ocorrem em decorrência de um conjunto significativo de variáveis

interdependentes. Dentre os principais fatores que influenciam esse fenômeno, destacam-se as vazões definidas para o tubo de queda, as condições de entrada dos ramais de esgoto nesse tubo, considerando aspectos como o ângulo de inserção, a declividade e o diâmetro dos ramais, bem como as características dimensionais do próprio tubo de queda, tais como seu diâmetro e comprimento. Além disso, as alterações na direção do escoamento dentro do tubo de queda, incluindo o tipo e o diâmetro das conexões utilizadas, também exercem impacto direto na geração de sobrepressões (CONCEIÇÃO, 2007).

Diante desses fatores, torna-se de fundamental importância, no processo de dimensionamento das instalações prediais de esgoto, o conhecimento preciso das zonas em que as sobrepressões exercem influência significativa. Essas regiões críticas podem favorecer o retorno de espuma ou de efluente, comprometendo o desempenho do sistema e ocasionando transtornos aos usuários, além de possíveis manifestações patológicas. A identificação e o estudo dessas zonas permitem ao projetista adotar soluções técnicas adequadas para mitigar os efeitos indesejáveis da pressão interna, como a instalação de dispositivos de ventilação ou a modificação no traçado das tubulações, assegurando assim o correto funcionamento e a durabilidade do sistema hidrossanitário.

Sendo assim, é proposto por meio desta análise, a construção de um protótipo de desvio de prumada em área de serviço simulando a operação e seu uso em situação mais desfavorável, em virtude de ser algo executável e passível de obter resultados comparando diferentes cenários.

Espera-se com este experimento, identificar a solução de engenharia mais adequada, considerando critérios técnicos, de projeto, execução e viabilidade econômica. Os resultados obtidos poderão subsidiar a definição de diretrizes para a tomada de decisões e resolução de problemas. Além disso, caso os dados obtidos contrariem os parâmetros normativos vigentes, poderão servir como base para a revisão de critérios específicos.

A norma, embora amplamente utilizada, não apresenta fundamentação técnica clara para esses parâmetros, o que reforça a necessidade de validação prática. Além da ausência desses dados nas normas técnicas, também se observa uma escassez de estudos que abordem especificamente o tema da sobrepressão,

tanto no Brasil quanto no cenário internacional. A proposta visa gerar dados confiáveis que possam dar suporte a ajustes normativos e aprimorar a qualidade dos sistemas prediais de esgoto sanitário.

Nesse contexto, a contribuição deste trabalho para a Engenharia Civil está diretamente relacionada ao aperfeiçoamento das práticas de projeto e execução das instalações hidrossanitárias, promovendo maior segurança, eficiência e salubridade nas edificações. Ao propor uma abordagem experimental para um problema recorrente e ainda pouco explorado sob uma perspectiva prática, o estudo busca contribuir para o embasamento de futuras atualizações normativas, qualificar a atuação dos profissionais da área e reduzir a incidência de manifestações patológicas nas construções. Dessa forma, o presente trabalho reforça o papel do engenheiro civil como agente fundamental na promoção de ambientes construídos mais saudáveis, sustentáveis e tecnicamente adequados.

1.2 Definição do Problema

Este trabalho tem como base a análise de requisitos mínimos estabelecidos na NBR 8160 (1999) por meio de revisão literária com autores renomados, a fim de reunir informações importantes para o estudo e, construção de um protótipo, para comprovação das exigências da norma ou evidenciar pontos passíveis de alteração.

Espera-se que os resultados obtidos possam possibilitar a discussão e análise de alguns critérios definidos na NBR 8160 (1999), a fim de proporcionar melhoria para projetistas hidrossanitários, construtores e clientes.

1.3 Objetivo Geral

Avaliar experimentalmente as distâncias mínimas prescritas pela NBR 8160 para a execução de ligações de ramais de esgoto em regiões sujeitas à sobrepressão.

1.4 Objetivos Específicos

- a) Construir um protótipo de instalações sanitárias prediais sujeitas a sobrepressão;
- b) Coletar dados sobre ocorrências de retorno de espuma em caixas sifonadas em regiões com sobrepressão.
- c) Analisar os resultados obtidos experimentalmente sobre as distâncias mínimas da NBR 8160 para ligações de esgoto em zonas de sobrepressão.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Sistema Hidrossanitário

O sistema de esgoto sanitário tem por funções básicas, coletar e conduzir os despejos provenientes do uso adequado dos aparelhos sanitários a um destino apropriado (ABNT,1999).

A NBR 15575-6 (2021) estabelece as instalações hidrossanitárias como itens de extrema importância para o bom funcionamento do imóvel e uso do cliente final, como defende Carvalho Júnior (2014), ao afirmar que:

[...]As instalações prediais hidráulico-sanitárias têm como finalidade fazer a distribuição de água, em quantidade suficiente e sob pressão adequada a todos as peças de utilização e aparelhos sanitários da edificação, promover a coleta e o afastamento adequados das águas pluviais e das águas servidas, impedir o retorno de águas poluídas nas canalizações de alimentação dos aparelhos bem como a entrada de gases de esgotos, roedores ou insetos nos edifícios, criando, desta forma, condições favoráveis ao conforto e segurança dos usuários.

Dessa forma, os Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários compreendem um conjunto de subsistemas responsáveis pelas funções de captação, transporte e armazenagem de fluidos nas edificações. Entre os principais subsistemas que os compõem, como pode ser visto na Figura 01, destacam-se: as instalações de água fria, as instalações de água quente, os sistemas de esgotamento sanitário e os sistemas de captação e aproveitamento de águas pluviais (PEREIRA, 2019).

O projeto hidrossanitário predial consiste no planejamento e dimensionamento detalhado de um sistema integrado de tubulações, conexões e equipamentos que compõem as instalações hidráulicas e sanitárias de uma edificação. Este projeto visa atender às demandas diárias de consumo de água fornecida pela concessionária, garantindo o abastecimento adequado aos usuários do imóvel. Além disso, contempla o direcionamento e a destinação dos efluentes sanitários, encaminhando-os para estações de tratamento específicas ou para a rede pública de esgoto, conforme as normas ambientais e regulamentações vigentes. Adicionalmente, o projeto hidrossanitário prevê o dimensionamento e a instalação das tubulações responsáveis pela captação e condução das águas pluviais, provenientes

das chuvas, direcionando-as para galerias de águas pluviais ou infiltração no solo (PIMENTEL, 2022).

Figura 01 – Divisões do Sistema Hidrossanitário



Fonte: O autor (2025)

Por isso, torna-se fundamental compreender a importância da elaboração criteriosa dos projetos de instalações hidráulicas e sanitárias. A precisão e o rigor técnico na fase projetual são essenciais para prevenir a ocorrência de falhas e inconsistências durante a execução de obras de construção ou reforma de edificações. A correta concepção desses projetos contribui significativamente para garantir a funcionalidade, a segurança e a durabilidade das instalações, evitando prejuízos financeiros e retrabalhos futuros, além de assegurar a conformidade com as normas técnicas vigentes.

Para isso devem ser seguidas algumas diretrizes, afim de evitar qualquer transtorno ou risco de saúde para o usuário. As quais, algumas, estão normatizadas na NBR 8160(1999), que preconiza métodos de fazer o projeto e como executa-lo.

É de grande importância salientar que a NBR 8160 não apresenta cálculos ou simulações que justifiquem as distâncias estabelecidas, o que torna esses valores suscetíveis a questionamentos quanto à sua fundamentação técnica.

A norma NBR 5626 (2020), tem como objetivo estabelecer os requisitos técnicos aplicáveis ao projeto, execução, operação e manutenção de Sistemas Prediais de Água Fria e Água Quente (SPAFAQ). A abrangência da norma se restringe a sistemas que utilizam água potável, sendo seu propósito principal garantir o desempenho adequado das instalações, assegurando o fornecimento seguro, eficiente e contínuo de água aos usuários.

Além disso, a norma visa promover o uso racional da água e da energia, contribuindo para a sustentabilidade dos sistemas e para a preservação da potabilidade da água ao longo de todo o percurso, desde o ponto de entrada até os pontos de consumo. Para isso, estabelece critérios de projeto que consideram vazões, pressões, temperaturas, materiais, métodos construtivos e práticas de manutenção.

A NBR 5626 (2020) também define requisitos mínimos de segurança sanitária e desempenho funcional, a fim de evitar contaminações, perdas excessivas e falhas operacionais. Tais diretrizes são recomendadas para serem observadas por todos os agentes envolvidos no processo, incluindo projetistas, construtores, instaladores, fabricantes de componentes, concessionárias de serviços públicos e usuários finais, contribuindo para a qualidade, durabilidade e confiabilidade das instalações prediais de água potável.

O projeto hidrossanitário é um dos projetos complementares mais relevantes dentro do processo de planejamento e execução de uma edificação. Ele não apenas garante o funcionamento adequado dos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, como também cumpre uma exigência legal, sendo obrigatório para a obtenção de licenças e autorizações junto aos órgãos competentes. Sua concepção conjunta com o projeto arquitetônico e demais projetos complementares é vantajosa. Essa integração permite a compatibilização entre sistemas, reduzindo interferências, retrabalhos e economia de tempo e de recursos financeiros. Para assegurar a eficácia do projeto, é fundamental que este esteja em conformidade com as normas técnicas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), com a legislação ambiental, com as diretrizes das concessionárias locais de saneamento, com o plano diretor municipal e com outras regulamentações que disciplinam o uso e ocupação do solo. O não cumprimento desses requisitos pode comprometer a viabilidade legal e técnica da construção, além

de acarretar riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Portanto, a elaboração de um projeto hidrossanitário eficiente, normatizado e compatível com os demais sistemas da edificação não é apenas uma exigência formal, mas um instrumento essencial para a sustentabilidade, funcionalidade e segurança das construções. (ORÇAFACIO,2021)

A Figura 02 apresenta uma representação clara e didática do funcionamento interno de um sistema hidrossanitário em uma residência, desde os reservatórios até a coleta final dos efluentes.

Figura 02 – Esquema de projeto hidrossanitário



Fonte: Engetop (2025)

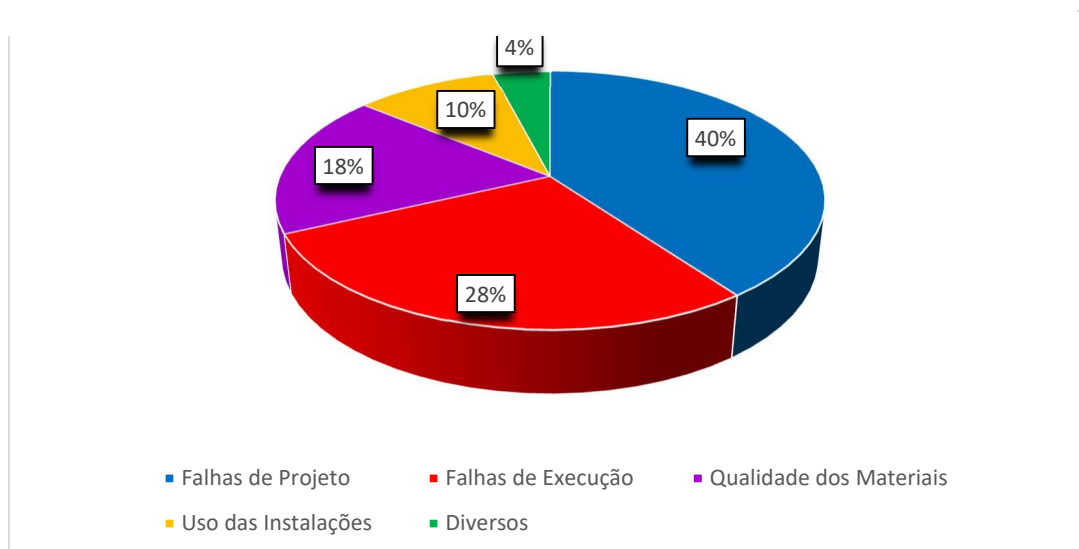
2.2 Manifestações patológicas no sistema hidrossanitário

A patologia é a ciência responsável pelo estudo da origem, dos mecanismos, das manifestações e da natureza das doenças, abrangendo tanto os aspectos causais quanto os efeitos decorrentes das alterações funcionais e estruturais em organismos vivos. O termo "patologia" deriva do grego *pathos*, que significa sofrimento ou doença, e *logia*, que se refere ao estudo ou ciência, sendo assim compreendido como o "estudo das doenças". Essa área do conhecimento dedica-se à investigação dos desvios em relação às condições consideradas normais ou esperadas, identificando anormalidades que comprometem a integridade, o funcionamento ou o comportamento típico de determinado elemento. No contexto da engenharia e da construção civil, a patologia pode ser entendida como o estudo das

manifestações patológicas em edificações, ou seja, das falhas, danos ou degradações que comprometem a durabilidade, o desempenho e a segurança das estruturas. Dessa forma, sua aplicação é fundamental para o diagnóstico preciso das causas dos problemas construtivos, bem como para a proposição de medidas corretivas e preventivas adequadas. (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019)

Os sistemas hidráulicos prediais estão sujeitos a uma variedade de patologias que, em grande parte, têm origem em falhas humanas. Tais falhas podem ocorrer em diferentes etapas do ciclo de vida da edificação, desde a fase inicial de projeto até o período de uso e manutenção do edifício. Na fase de concepção, erros de dimensionamento, incompatibilidades entre os sistemas ou a ausência de detalhamento técnico adequado comprometem o desempenho do sistema ao longo do tempo. Já na fase de utilização, o uso inadequado das instalações hidráulicas, aliado à falta de manutenção preventiva, contribui para o surgimento de anomalias que afetam negativamente a durabilidade e a funcionalidade dos componentes prediais. Dessa forma, torna-se evidente que a prevenção dessas patologias depende de uma abordagem integrada, que contemple tanto a qualidade do projeto quanto a conscientização dos usuários e a gestão eficiente das manutenções (MACEDO, 2015)

Conforme pode ser observado no gráfico 01, a maior parte das patologias construtivas tem origem ainda nas fases iniciais do processo de construção, destacando-se as falhas de projeto e de execução como as principais causas. Tais patologias ocorrem, em grande medida, antes mesmo do início da etapa de uso do imóvel pelo usuário final, evidenciando que os problemas estruturais e funcionais frequentemente não são resultado da utilização indevida, mas sim de deficiências técnicas que poderiam ser evitadas com um planejamento e execução adequados. Esse cenário reforça a importância do rigor técnico nas fases preliminares da construção para assegurar a durabilidade, a eficiência e o desempenho dos sistemas envolvidos.

Gráfico 01 – Origem das patologias

Fonte: Adaptado de Barro Junior (2018)

Tendo em vista o grande número de patologias existentes nos edifícios e maioria delas sendo na parte hidrossanitárias, conforme Claudino, et al (2020) “(...) estima-se que 75% das patologias encontradas nas edificações são provenientes das instalações hidrossanitárias (...)”. Por este motivo é de suma importância a correta observância das normas, principalmente, neste caso, a NBR 8160.

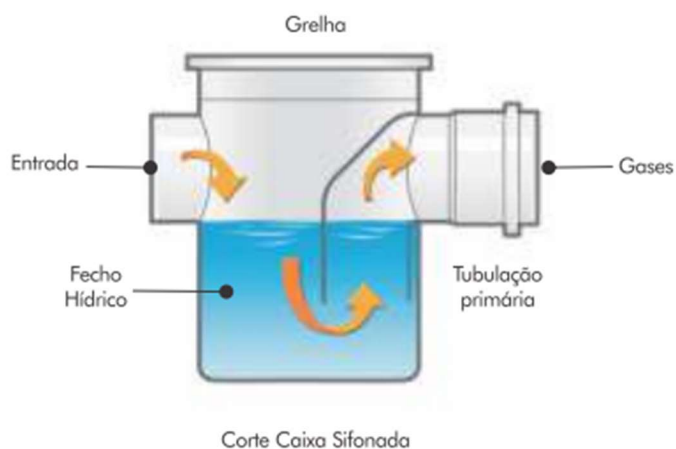
Adquire ainda maior relevância quando se observa que, conforme estudo de Corrêa Vieira, Moya e Souza (2015), o fenômeno do retorno de espuma foi constatado em 20% das edificações avaliadas, sendo atribuído, predominantemente, a deficiências nos sistemas de vedação.

A utilização de caixas sifonadas para o recebimento do efluente proveniente de máquinas de lavar roupas não é recomendada, especialmente em razão da presença de substâncias tensoativas nos produtos utilizados durante o processo de lavagem. Esses componentes favorecem a formação de espuma em excesso, que, ao transbordar pela parte superior da caixa, pode atingir o piso do ambiente, comprometendo a higiene, a segurança e a funcionalidade do sistema de escoamento (PIMENTEL, 2024).

Figura 03 – Retorno de espuma em caixa sifonada

Fonte: Adaptado de Pedro Leite (2024)

De acordo com a NBR 8160 (1999), a caixa sifonada é um componente essencial dos sistemas hidrossanitários, sendo definida como uma caixa provida de desconector. Esse desconector é caracterizado como um dispositivo cuja forma e geometria interna permitem a formação de um fecho hídrico, cuja função é impedir a passagem de gases em sentido contrário ao escoamento do esgoto, conforme pode ser visto na Figura 04. Dessa maneira, contribui para a vedação eficaz de odores indesejáveis, provenientes dos gases gerados pelos efluentes, protegendo assim os ambientes de permanência e uso humano.

Figura 04 – Corte caixa sifonada

Fonte: Fortlev (2025)

A aplicação da caixa sifonada está diretamente relacionada à coleta de esgoto do tipo secundário, ou seja, aquele que não está diretamente exposto aos gases da rede pública ou dos sistemas de tratamento. Como definido pela própria norma técnica NBR 8160 (1999): “Conjunto de tubulações e dispositivos onde não têm acesso os gases provenientes do coletor público ou dos dispositivos de tratamento”.

Figura 05 – Caixa sifonada 150x150x50



Fonte: Fortlev (2025)

2.3 Formas de mitigação

As falhas decorrentes de erros de projeto configuram uma das principais causas de patologias construtivas, especialmente no que se refere aos sistemas hidrossanitários. Tais patologias acarretam elevação dos custos da obra, uma vez que exigem intervenções corretivas para sanar problemas que, em muitos casos, poderiam ter sido evitados por meio de um adequado dimensionamento técnico na fase de concepção. Esse cenário evidencia a importância crítica da etapa de elaboração do projeto, que se consolida como um momento estratégico e determinante para o desempenho global da construção. O desenvolvimento do projeto é, portanto, uma das fases mais relevantes de todo o processo construtivo, pois é nesse estágio que são estabelecidos os parâmetros técnicos e funcionais que irão orientar a execução dos sistemas e garantir a compatibilidade entre os diversos

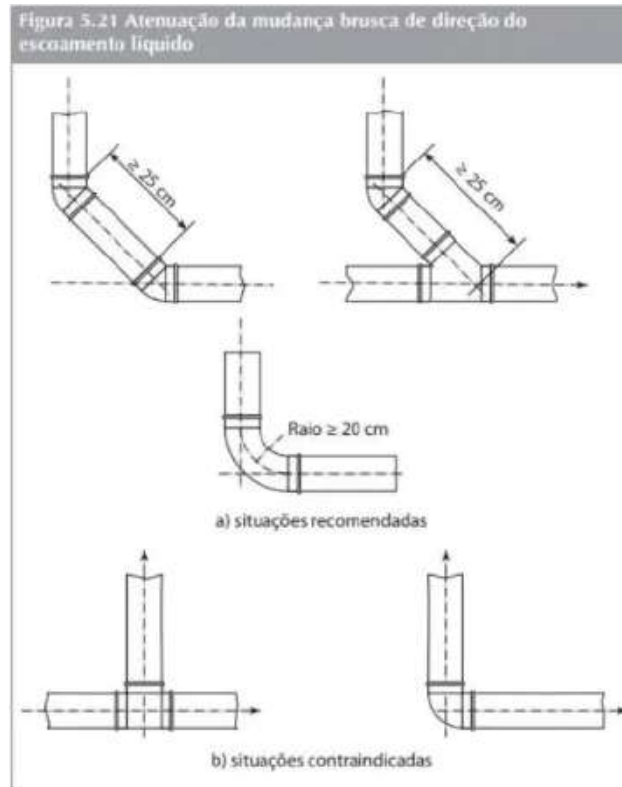
componentes da edificação. Quando essa etapa é conduzida com precisão e embasamento técnico, contribui significativamente para que a instalação dos sistemas hidrossanitários ocorra de forma eficiente, segura e duradoura, assegurando a funcionalidade e a qualidade do empreendimento ao longo de sua vida útil (SILVA, 2021).

O desenvolvimento de um projeto no setor da construção civil não se limita apenas à definição da forma final do produto edificado. Ele abrange, de maneira ampla, diversos aspectos técnicos e operacionais que impactam diretamente a produtividade, a eficiência dos processos construtivos e a qualidade do resultado final. Assim, o projeto deve ser compreendido como um instrumento estratégico essencial para o desempenho global da obra, influenciando desde o uso racional de recursos até a redução de retrabalhos e desperdícios. A qualidade do empreendimento construído está diretamente associada ao grau de atendimento dos requisitos previamente estabelecidos entre as partes envolvidas no processo: o proprietário, os projetistas e a equipe executora. Dessa forma, o planejamento e o projeto não devem ser tratados como etapas secundárias ou meramente formais, mas sim como fases determinantes para o sucesso da construção. Sua adequada elaboração é a base para que os objetivos técnicos, econômicos e funcionais da edificação sejam plenamente alcançados. Portanto, o investimento de tempo e recursos nas etapas de planejamento nunca deve ser interpretado como um desperdício. Pelo contrário, um planejamento detalhado e estruturado em todas as suas fases proporciona não apenas maior agilidade na execução da obra, como também favorece a obtenção de um produto final com elevados padrões de qualidade técnica e construtiva. A antecipação de decisões, a identificação de riscos e a organização eficiente das atividades são fatores que, quando bem conduzidos, refletem-se diretamente na excelência do resultado entregue (ALMEIDA, 2008).

A mitigação da formação e do retorno de espuma em pontos de esgoto e caixas sifonadas pode ser alcançada por meio da aplicação de diversas estratégias técnicas. Dentre as soluções sugeridas, destacam-se o uso de curvas de raio longo ou joelhos de 45° para evitar alterações abruptas na direção do fluxo, o aumento do diâmetro do subcoletor, o dimensionamento adequado da ventilação secundária, a adoção da técnica construtiva denominada *jump* e, especificamente para caixas

sifonadas, a utilização de um dispositivo conhecido como “anti-espuma” (CARVALHO JUNIOR, 2013). Conforme pode ser demonstrado nas Figuras 06, 07, 08 e 09 a seguir.

Figura 06 – Sugestões de atenuação



Fonte: Carvalho Junior (2013)

Figura 07 – Sugestão de aumento de diâmetro

Fonte: Carvalho Junior (2013)

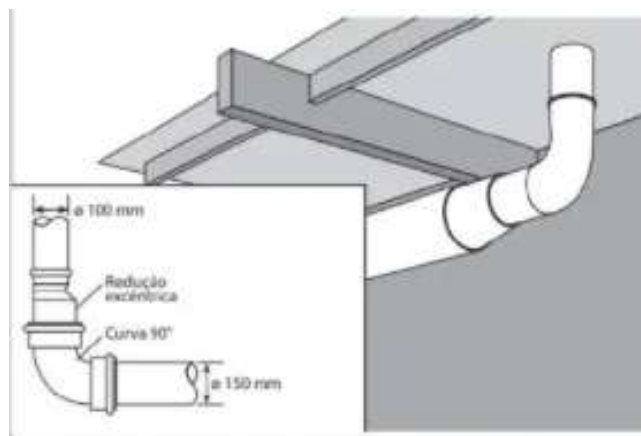
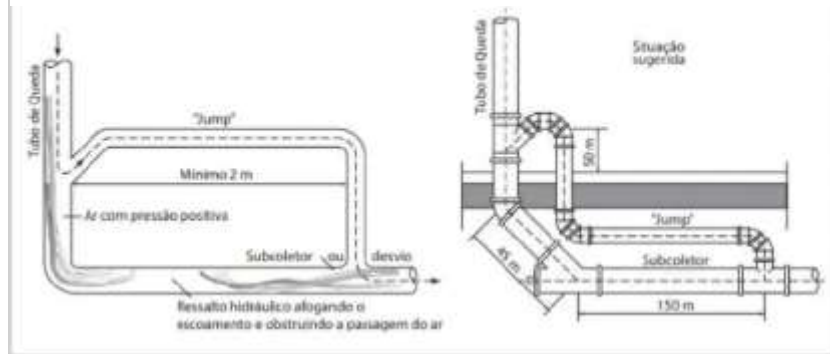


Figura 08 – Solução “JUMP”



Fonte: Carvalho Junior (2013)

Conforme afirmado por Carvalho Júnior (2013), o dispositivo anti-espuma, mostrado na Figura 09, é uma solução aplicada em sistemas de esgoto predial para evitar o retorno de espuma em caixas sifonadas, comum em zonas de sobrepressão. Seu uso permite avaliar, de forma prática, o comportamento hidráulico das ligações conforme a NBR 8160. Assim, contribui para a melhoria da salubridade e do desempenho das instalações.

Figura 09 – Dispositivo anti-espuma



Fonte: Tigre (2025)

Dessa forma, é notável a extrema importância do projeto hidrossanitário bem elaborado e executado. Porém ele consiste em vários projetos e não apenas a dar destino ao esgoto bruto, mas também a distribuição de água fria e quente, coleta pluvial, ventilação, tratamento sanitário e destinação final para águas pluviais e efluentes advindos do tratamento ou diretamente da edificação (ZERBINATTI, 2025).

2.4 Zonas de sobrepressão

A NBR 8160 (1999), em seu item 4.2.4.2, apresenta diretrizes específicas para a correta destinação de esgotos que possuam potencial de formação de espuma, como é o caso de efluentes provenientes de pias, tanques, máquinas de lavar roupas, entre outros equipamentos similares. O objetivo dessas orientações é prevenir o retorno indesejado de espuma para os ambientes de utilização, o que pode comprometer tanto o conforto quanto a higiene dos usuários.

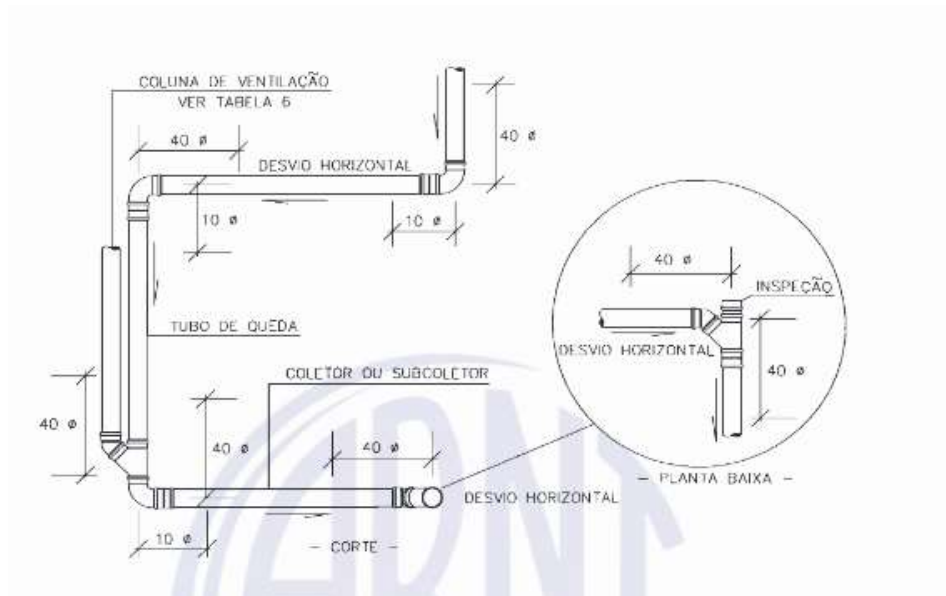
Dentre as soluções normatizadas na NBR 8160 (1999) para mitigar esse problema, destaca-se a possibilidade de instalação de dispositivos anti-espuma, bem como o uso de conexões hidráulicas projetadas para reduzir o impacto do líquido e, conseqüentemente, a formação de espuma. Nesse contexto, a norma recomenda, por exemplo, a utilização de curvas de 90° com raio longo ou a combinação de dois joelhos de 45°, a fim de suavizar a transição do fluxo. Além disso, a norma estabelece distâncias mínimas de segurança para a realização de ligações de ramais às prumadas ou desvios horizontais. Essas distâncias são definidas, no item 4.2.4.3 da NBR 8160, com o intuito de posicionar as conexões fora da zona de sobrepressão do tubo, contribuindo para a redução da turbulência interna e, por conseguinte, para a diminuição da formação de espuma.

Segundo a NBR 8160 (1999) no item 4.2.4.3, são consideradas zonas de pressão:

- a) o trecho, de comprimento igual a 40 diâmetros, imediatamente a montante do desvio para horizontal;
- b) o trecho de comprimento igual a 10 diâmetros, imediatamente a jusante do mesmo desvio;
- c) o trecho horizontal de comprimento igual a 40 diâmetros, imediatamente a montante do próximo desvio;
- d) o trecho de comprimento igual a 40 diâmetros, imediatamente a montante da base do tubo de queda, e o trecho do coletor ou subcoletor imediatamente a jusante da mesma base;

- e) os trechos a montante e a jusante do primeiro desvio na horizontal do coletor com comprimento igual a 40 diâmetros ou subcoletor com comprimento igual a 10 diâmetros;
- f) o trecho da coluna de ventilação, para o caso de sistemas com ventilação secundária, com comprimento igual a 40 diâmetros, a partir da ligação da base da coluna com o tubo de queda ou ramal de esgoto.

Figura 10 – Zonas de sobrepressão



Fonte: ABNT (1999)

É importante destacar que a NBR 8160 (1999), ao estabelecer as distâncias mínimas para a execução de ligações de ramais às prumadas ou desvios horizontais, não apresenta fundamentos técnicos que justifiquem tais valores. A norma limita-se a indicar os pontos de execução das distâncias e suas respectivas dimensões, sem fornecer cálculos, experimentações ou embasamentos adicionais que comprovem a eficácia ou a origem desses parâmetros, ou ainda considerações para possíveis diminuições dessas. Essa ausência de fundamentação técnica pode gerar questionamentos quanto à validade e à aplicabilidade universal dessas distâncias, especialmente em situações específicas que fujam ao padrão considerado pela norma.

Adicionalmente, vale ressaltar que a NBR 8160 possui caráter orientativo e não impositivo, ou seja, trata-se de uma norma de observância recomendada, mas não obrigatória por lei. Ainda assim, sua aplicação é altamente recomendável, uma vez que visa garantir a segurança, funcionalidade e desempenho adequado dos sistemas prediais de esgoto sanitário. Segui-la, portanto, representa uma conduta técnica prudente na maioria das situações projetuais e executivas.

3 MÉTODO

De acordo com Nielsen, Olivo e Morilhas (2017 apud Kretzer, 2023, p.48), o método de pesquisa, também denominado, em algumas circunstâncias, como metodologia de pesquisa, tem como propósito central apresentar, de forma detalhada e estruturada, os meios, técnicas e procedimentos adotados para conduzir a investigação científica. Trata-se de uma etapa fundamental do trabalho acadêmico, pois descreve o caminho metodológico que será seguido na busca por respostas à pergunta de pesquisa. Ainda que nem sempre se alcance uma resposta definitiva, o método visa, no mínimo, direcionar a investigação de maneira lógica e fundamentada, garantindo a coerência entre os objetivos do estudo e os resultados pretendidos.

Conforme ilustra o fluxograma apresentado a seguir, é possível observar, de maneira organizada, a sequência dos processos que compõem o sistema em estudo. Na continuidade deste material, cada etapa será devidamente explanada, com a devida descrição dos procedimentos, dos princípios operacionais e da relevância de cada fase para o funcionamento adequado do processo.

A divisão proposta para a metodologia consiste em quatro etapas principais. A primeira consiste no aprofundamento do tema por meio de pesquisa bibliográfica, com o objetivo de embasar teoricamente o problema estudado e compreender os parâmetros normativos envolvidos, incluindo a necessidade de entrar em contato com a ABNT para esclarecimentos técnicos ou complementares sobre a aplicação das normas pertinentes. A segunda etapa compreende a realização do projeto e a construção de um protótipo de instalações sanitárias, representando de forma prática um sistema de esgoto predial, com foco nas zonas de sobrepressão.

A terceira etapa envolve a operação do protótipo e a coleta de dados experimentais, com variação das distâncias entre os ramais, conforme os limites estabelecidos pela NBR 8160, a fim de observar a ocorrência ou não do retorno de espuma. Por fim, os dados obtidos serão organizados e submetidos à análise técnica e comparativa, buscando avaliar a eficiência dos parâmetros normativos e propor considerações a partir dos resultados observados.

Conforme ilustra o fluxograma apresentado na Figura 11, as etapas da metodologia são organizadas de forma sequencial, permitindo visualizar o desenvolvimento completo do estudo.

Figura 11 – Fluxograma



Fonte: O autor (2025)

3.1 Métodos aplicados

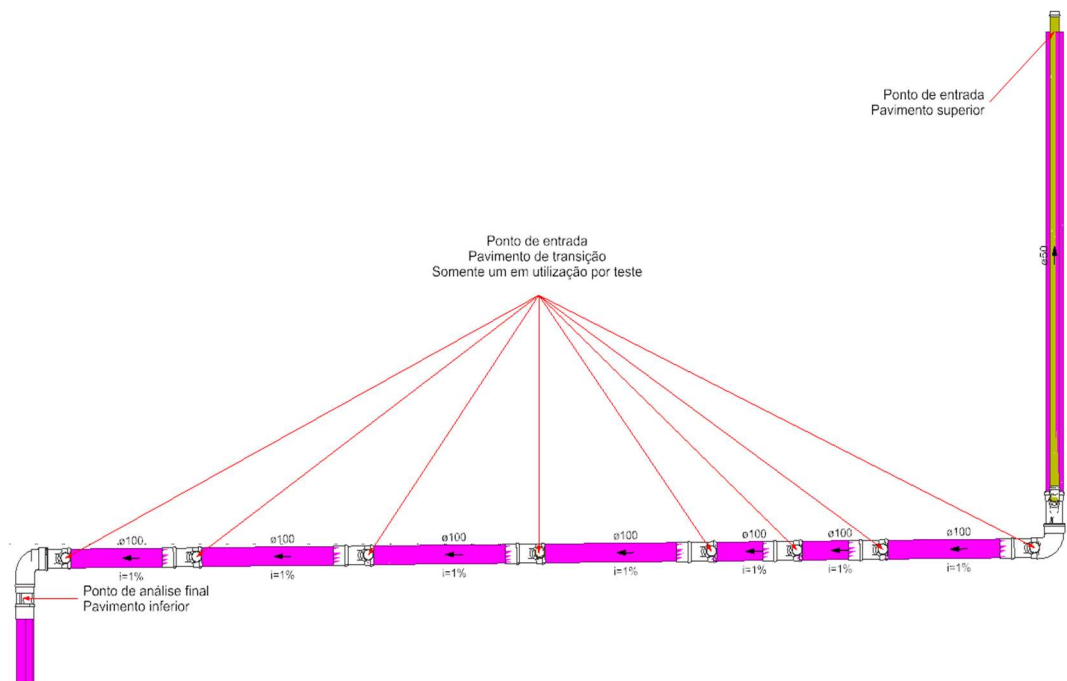
O método de pesquisa adotado neste trabalho consistiu na análise visual de diferentes versões de um protótipo a ser desenvolvido ao longo da investigação. Essa abordagem tem como objetivo observar, comparar e interpretar o comportamento do sistema em condições controladas, possibilitando a identificação de falhas, padrões de funcionamento e eventuais melhorias no desempenho do modelo proposto.

A adoção desse método justifica-se por sua eficácia na avaliação qualitativa de soluções experimentais, sobretudo em contextos em que a observação direta do

objeto de estudo se mostra essencial para a identificação de comportamentos, padrões e possíveis inconsistências. Tal abordagem permite a coleta de subsídios relevantes que contribuem significativamente para a análise crítica e para a validação técnica dos resultados obtidos ao longo do processo investigativo.

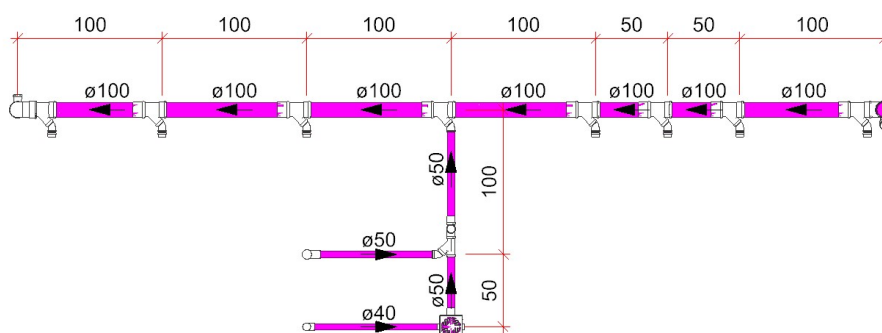
O protótipo foi constituído por um simulacro representativo de ligações de esgoto de natureza de serviço, instalado em um trecho com desvio de prumada horizontal. O modelo tem por finalidade reproduzir, de forma controlada, condições reais de funcionamento hidráulico/sanitário, possibilitando a análise do comportamento do sistema frente à formação de espuma e ao posicionamento das ligações. A configuração física apresenta-se detalhada e esquematizada nas Figuras 12 e 13.

Figura 12 – Vista lateral do protótipo



Fonte: O autor (2025)

Figura 13 – Planta baixa do protótipo



Fonte: O autor (2025)

O protótipo foi construído no município de Antônio Carlos/SC, especificamente na Rua Padre Carlos Guesser, no bairro Rio Farias. A escolha desse local ocorreu tanto por questões de praticidade, por se tratar da residência da madrastra do autor deste estudo, quanto pela disponibilidade de um espaço amplo e adequado para a montagem da estrutura, armazenamento de materiais e realização segura dos ensaios.

Para a construção do protótipo, foi necessária uma infraestrutura complexa, envolvendo tanto a estrutura física de suporte quanto o simulacro em si, composto pelas tubulações e peças sanitárias. Além disso, foi indispensável a implementação das infraestruturas hidráulica e elétrica, que garantiram o pleno funcionamento do sistema durante os ensaios. Todos esses elementos e suas especificações serão melhor visualizados nas tabelas apresentadas a seguir.

Tabela 01 - Quantitativo estrutural

Item	Quantidade	Unidade
Escora de madeira - 6 metros	04	pç
Escora de madeira - 3 metros	10	pç
Caibro 5cmX10cmX3m	10	pç
Sarrafo 2,5cmX9cmX3m	32	pç

Tábua 2,5cmX20cmX3m	40	pç
Prego 19x36	02	maço
Prego 17x27	02	maço
Perfurador de solo	01	aluguel

Fonte: O autor (2025)

Tabela 02 - Quantitativo protótipo

Item	Quantidade	Unidade
Junção simples 100X50 mm	09	pç
Joelho 45° 50 mm	10	pç
Junção simples 50X50 mm	01	pç
Curva curta 40 mm	01	pç
Curva curta 50 mm	01	pç
Curva curta 100 mm	03	pç
Tê sanitário 100X50 mm	01	pç
Tê sanitário 50X50 mm	01	pç
Luva 100 mm	06	pç
Luva 50 mm	01	pç
Caixa sifonada 150X150X50 mm	01	pç
Bomba de drenagem ASKOOL	02	pç
Cap 50 mm	09	pç
Tubo PVC esgoto 100 mm	12	m
Tubo PVC esgoto 50 mm	06	m
Tubo PVC esgoto 40 mm	06	m

Tubo PVC soldável 25 mm	06	m
Joelho 90° 25 mm	04	pç
Registro de esfera 25 1/2"	04	pç
Mangueira Saída Água Máquina De Lavar Universal 2m	02	pç
Lixa madeira 120	20	pç
Adesivo Plástico para PVC 175g Incolor	02	pç
Tubo de silicone incolor	02	pç
Barril 200 litros	04	pç

Fonte: O autor (2025)

Tabela 03 - Quantitativo elétrica/hidráulica

Item	Quantidade	Unidade
Extensão elétrica 15 m	02	pç
Extensão elétrica 6 m	01	pç
Conector elétrico	08	pç
Fio elétrico 2,5 mm	10	m
Fita isolante 20 m X 18 mm	02	pç
Filtro de linha 1,5 m	01	pç
Mangueira de jardim 1/2"	30	m
Balde 18 litros	02	pç

Fonte: O autor (2025)

O primeiro passo tomado para a execução do protótipo, foi a construção da estrutura de suporte. A estrutura de sustentação foi fabricada em madeira, tendo seus pilares formados por escoras e ligados por pregos. A laje teve seu piso formado por tábuas apoiadas em caibros e sarrafos, que por sua vez estão apoiados nas vigas, também, de caibro. A estrutura em seu estado final, pode ser vista na Figura 14.

Figura 14 – Estrutura completa



Fonte: O autor (2025)

Para garantir a estabilidade da estrutura, os pilares foram enterrados aproximadamente 1 metro no solo, permitindo suportar o peso do protótipo e eventuais esforços adicionais. A escavação dos buracos foi realizada com o auxílio de um perfurador de solo alugado, complementado por cavadeiras manuais, conforme ilustrado na Figura 15. Após a abertura dos furos, as estacas foram posicionadas e estabilizadas com camadas de solo, brita e pó de brita, devidamente compactadas, como mostrado nas Figuras 16 e 17.

Figura 15 – Perfuração do solo

Fonte: O autor (2025)

Figura 16 – Assentamento de escoras

Fonte: O autor (2025)

Figura 17 – Escora assentada

Fonte: O autor (2025)

O piso do pavimento superior tem dimensões de 2X3 metros e está em uma cota de elevação de 4,5 metros. O piso do pavimento de transição possui dimensões mínimas de 6X3 metros com uma cota de elevação de 1,5 metros.

Para a execução dos pisos dos pavimentos, foi necessária a instalação das vigas laterais e das vigas centrais, confeccionadas em caibros e sarrafos, conforme ilustrado nas Figuras 18, 19, 20 e 21. Essas vigas foram posicionadas nas cotas de 1,5 m, 3 m e 4,5 m, garantindo a sustentação adequada para os esforços que seriam aplicados posteriormente.

Figura 18 – Medições das vigas



Fonte: O autor (2025)

Figura 19 – Vigas laterais pavimento de transição



Fonte: O autor (2025)

Figura 20 – Vigas laterais pavimento superior



Fonte: O autor (2025)

Figura 21 – Vigas centrais



Fonte: O autor (2025)

Após a fixação das vigas, iniciou-se a montagem do piso, utilizando tábuas de 20 cm por 3 m, que foram dispostas de modo a assoalhar completamente cada pavimento, deixando-os preparados para a continuidade da construção do protótipo. Esse processo pode ser observado nas Figuras 22, 23 e 24.

Figura 22 – Assoalho pavimento superior em construção



Fonte: O autor (2025)

Figura 23 – Assoalho pavimento superior completo



Fonte: O autor (2025)

Figura 24 – Assoalho da estrutura completo



Fonte: O autor (2025)

A execução dessa etapa demandou aproximadamente dois dias para ser concluída, correspondentes aos dias 9 e 16 de agosto.

A etapa seguinte consistiu na construção do protótipo propriamente dito, iniciando pelo simulacro da área de serviço padrão, conforme apresentado nas Figuras 25 e 26. Em seguida, procedeu-se à instalação do tubo principal (trecho de transição), abrangendo tanto a parte vertical quanto a horizontal, como ilustrado na Figura 27.

Figura 25 – Parte do simulacro padrão 1



Fonte: O autor (2025)

Figura 26 – Parte do simulacro padrão 2

Fonte: O autor (2025)

Figura 27 – Construção da transição de prumada

Fonte: O autor (2025)

Para finalizar essa fase e concluir a montagem do protótipo, foi executado o sistema de alimentação dos pontos de contribuição, incluindo a instalação dos flanges e registros nos barris plásticos, conforme Figura 28. Também foram realizados os encaixes e as adaptações necessárias para a conexão da bomba de drenagem aos barris destinados a simular a máquina de lavar, conforme apresentado na Figura 29.

Figura 28 – Flange e registro no barril



Fonte: O autor (2025)

Figura 29 – Conexão da bomba ao barril



Fonte: O autor (2025)

Essa etapa de montagem do protótipo levou três dias para ficar pronta: o fim de semana dos dias 13 e 14 de setembro e também o dia 20 do mesmo mês.

Na parte da infraestrutura elétrico/hidráulica, a maior parte dos itens utilizados já eram possuídos, como as extensões, mangueira e baldes. Com exceção dos conectores elétricos, que pode ser visto na figura 30.

Figura 30 – Conector elétrico



Fonte: Troiagas (2025)

Toda essa infraestrutura foi essencial para a adequada realização do experimento proposto neste estudo, culminando no resultado final apresentado nas figuras 31, 32, 33 e 34, onde é possível observar a integração de todas as etapas e componentes anteriormente descritos.

Figura 31 – Infraestrutura integrada pavimento de transição



Fonte: O autor (2025)

Figura 32 – Infraestrutura integrada pavimento superior



Fonte: O autor (2025)

Figura 33 – Vista superior do protótipo



Fonte: O autor (2025)

Figura 34 – Infraestrutura integrada

Fonte: O autor (2025)

A situação simulada representa um cenário possível em edificações residenciais que não apresentam pavimento tipo, ou seja, possuem arquiteturas distintas entre os andares. Esse tipo de configuração também pode ser encontrado em lajes de garagem, onde ocorra contribuição de esgoto de serviço proveniente do pavimento superior. Essa situação ocorre, principalmente, em edifícios residenciais.

No protótipo desenvolvido, foi considerada a contribuição de esgoto com potencial de formação de espuma no pavimento superior. Esse esgoto foi conduzido diretamente para o tubo principal, com diâmetro nominal de 100 mm. Já no pavimento onde ocorreu o desvio de prumada horizontal, foi inserido um simulacro de área de serviço contendo dois pontos de contribuição: o primeiro representa uma máquina de lavar roupas, por meio de um reservatório contendo água e produtos químicos (detergentes e sabões) que favorecem a formação de espuma.

A adoção da dimensão de 100 mm para o ramal principal foi definida por ser a medida mais comum em prumadas de edifícios residenciais multifamiliares. Além disso, essa escolha acompanha as características do caso real que originou e motivou o desenvolvimento deste estudo.

A escolha por utilizar detergentes de uso comum tem como objetivo simular de maneira realista o comportamento dos sistemas hidrossanitários em situações típicas do cotidiano, especialmente quanto à formação de espuma e seu possível retorno por ramais mal dimensionados ou mal posicionados. Essa abordagem experimental contribui para a obtenção de resultados mais representativos e aplicáveis à realidade prática.

A escolha do produto e da quantidade utilizada variou conforme o tipo de reservatório empregado. Nos recipientes que simularam um tanque de lavar roupas, foram utilizados aproximadamente 300 mL de detergente de uso geral, conforme Figura 35, sendo escolhida a marca Limpol, versão neutro.

Figura 35 – Detergente



Fonte: O autor (2025)

Para os reservatórios destinados a simular o funcionamento de uma máquina de lavar roupas, foram aplicados cerca de 250 mL de sabão líquido concentrado, conforme Figura 36, da marca OMO, modelo Lavanderia Profissional.

Figura 36 – Sabão líquido concentrado



Fonte: O autor (2025)

As quantidades utilizadas foram definidas com base no rendimento total informado nos catálogos online dos fabricantes. No caso do sabão líquido OMO, o rendimento máximo indicado é de 500 kg de roupa suja para 7 litros de produto. Considerando que o teste foi realizado com uma máquina de 16 kg, a quantidade necessária seria de 224 ml; entretanto, para simular um cenário mais crítico, optou-se por utilizar um volume ainda maior. Quanto ao detergente, adotou-se uma dosagem elevada com o objetivo de reproduzir uma situação extrema de formação de espuma, garantindo maior rigor na avaliação do comportamento do sistema.

Os componentes do sabão líquido OMO incluem tensoativos aniônicos, ajustadores de pH, espessantes, coadjuvantes, agentes tamponantes, corantes, enzimas, branqueadores ópticos, fragrâncias, agentes antirredepositantes, conservantes e água. Dentre esses elementos, os tensoativos são os mais relevantes para os testes realizados, pois são diretamente responsáveis pela formação de espuma. No caso específico do sabão líquido OMO, os principais tensoativos presentes são o ácido linear alquilbenzeno sulfônico e o alquil éter sulfato de sódio, ambos conhecidos por seu elevado potencial formador de espuma.

O detergente neutro Limpol possui em sua composição os seguintes componentes: tensoativo aniônico (Linear Alquilbenzeno Sulfonato de Sódio), glicerina, coadjuvantes, conservantes, sequestrante, espessantes, corantes e veículo. Entre esses ingredientes, o tensoativo aniônico destaca-se por ser o principal

responsável pela formação de espuma, característica fundamental para os efeitos observados nos testes.

A vazão desse reservatório foi controlada por uma bomba de drenagem proveniente de uma máquina de lavar real. O segundo ponto de contribuição será um tanque de lavar roupas, simulado por um reservatório com descarga livre, cuja vazão será determinada apenas pela gravidade e pelo diâmetro de saída do tanque, com altura de lâmina de água máxima, ou seja, com o reservatório cheio. No pavimento inferior ao desvio de prumada, não haverá qualquer contribuição de esgoto, de modo a isolar as variáveis envolvidas na análise.

A bomba de drenagem mencionada anteriormente corresponde a um modelo comumente utilizado em máquinas de lavar roupas residenciais da marca Askoll, compatível com marcas como Brastemp e Consul, indo desde modelos menores de 8 kg, até os maiores de 16 kg, com capacidade de bombeamento de 20 litros por minuto, como pode se observar nas Figuras 37, 38, 39 e 40. Na prática, sua principal função é realizar a drenagem da água após o ciclo de lavagem. Trata-se, portanto, de um equipamento de dimensões reduzidas e com vazão compatível às necessidades domésticas. No presente estudo, tal bomba foi selecionada pelo autor com o objetivo de conferir maior realismo aos testes experimentais, sobretudo no que diz respeito à simulação da vazão e da velocidade do escoamento do fluido no interior do conduto. Ressalta-se que essa bomba será aplicada em ambos os simulacros da área de serviço: tanto aquele localizado no pavimento superior quanto aquele situado no pavimento de transição.

Figura 37 – Bomba de drenagem vista lateral



Fonte: O autor (2025)

Figura 38 – Bomba de drenagem vista frontal



Fonte: O autor (2025)

Figura 39 – Bomba de drenagem vista superior



Fonte: O autor (2025)

Figura 40 – Bomba de drenagem com carapaça



Fonte: O autor (2025)

A bomba de drenagem foi posicionada imediatamente após um reservatório com capacidade de 200 litros, conforme ilustrado nas Figuras 41 e 42. A escolha do volume do reservatório baseou-se em dados médios de consumo hídrico de máquinas de lavar roupas convencionais, que utilizam aproximadamente 12,5 litros de água por quilograma de roupa lavada em cada ciclo. Considerando essa média, foi selecionado

um volume compatível com a simulação de uma máquina de lavar com capacidade de 16 kg, resultando, portanto, em um total estimado de 200 litros de água por ciclo.

Figura 41 – Localização da bomba - pavimento superior



Fonte: O autor (2025)

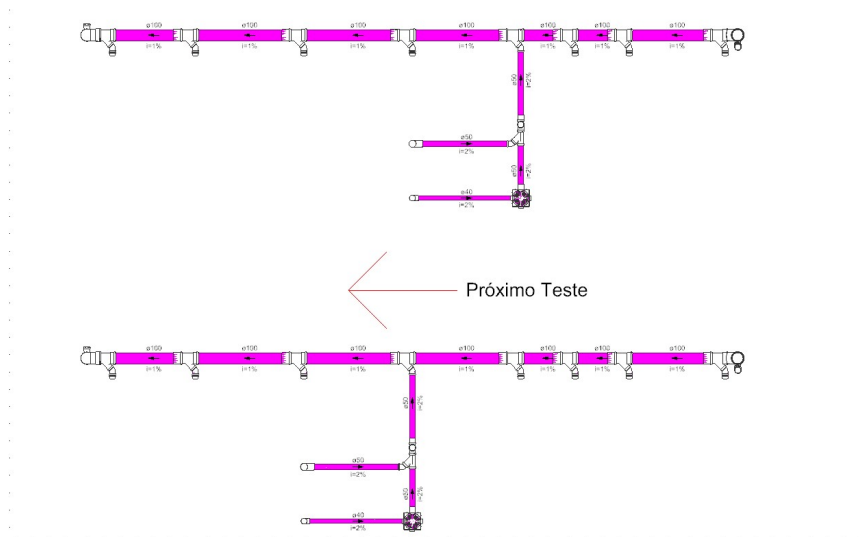
Figura 42 – Localização da bomba - pavimento transição



Fonte: O autor (2025)

No pavimento onde se realiza o desvio da prumada, foram testadas as distâncias mínimas de ligação previstas na NBR 8160, especificamente conforme estabelecido no item 4.2.4.3. O procedimento adotado consistirá na manutenção de um simulacro de área de serviço fixo, alterando-se apenas o ponto de ligação ao tubo principal, conforme ilustrado na Figura 43.

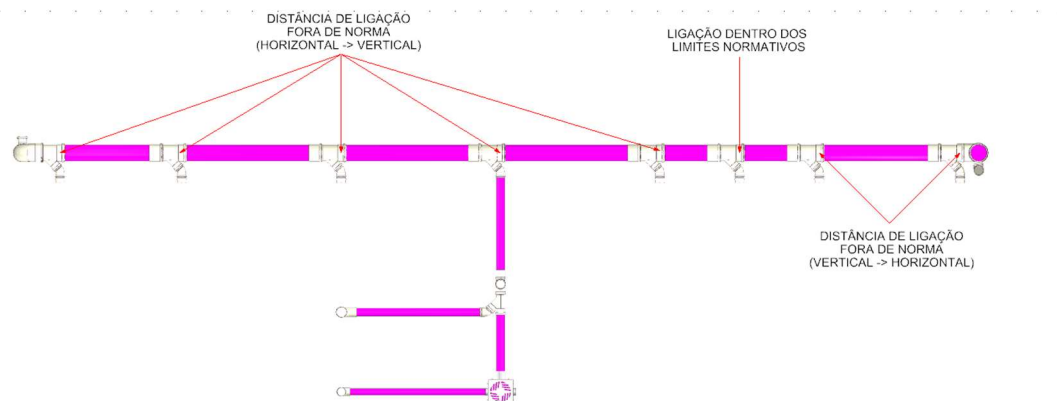
Figura 43 – Descrição do método



Fonte: O autor (2025)

Na Figura 44, é possível visualizar os limites normativos estabelecidos pela NBR 8160 e compará-los aos resultados obtidos nos testes, que podem ser vistos mais a frente nesse estudo.

Figura 44 – Distâncias da NBR 8160



O simulacro de área de serviço teve as dimensões padronizadas. O tanque de lavar roupas (TLR), estará a uma distância de 50 cm da caixa sifonada (CS 150X150X50), logo após a CS será direcionado uma tubulação de diâmetro de 50mm ao tubo principal (transição), nesta tubulação secundária será ligada a máquina de

lavar roupas (MLR) a uma distância de 50 cm do eixo da CS e distante 1 metro do eixo do tubo principal de diâmetro de 100 mm.

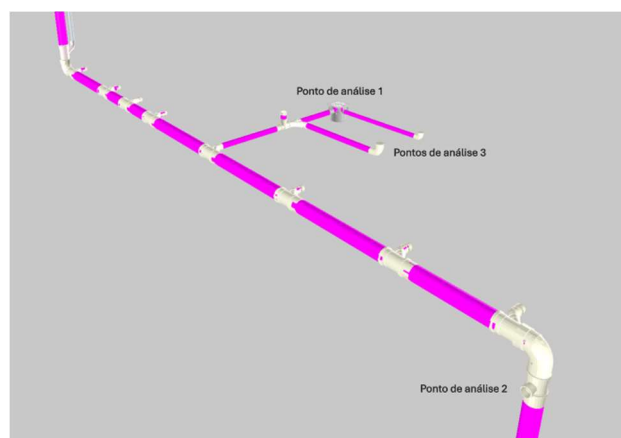
As inclinações aplicadas no protótipo foram definidas com base nas recomendações da NBR 8160 (1999), especificamente no item 4.2.3.2, que trata das “Declividades mínimas para ramais de descarga e de esgoto”. De acordo com a norma, para tubos com diâmetro nominal igual ou inferior a 75 mm, será adotada uma inclinação mínima de 2%. Já para tubos com diâmetro nominal igual ou superior a 100 mm, a declividade aplicada será de 1%. Essas inclinações visam garantir o escoamento adequado dos efluentes, evitando tanto a deposição de sólidos quanto a formação de vácuos ou bloqueios que possam comprometer o desempenho do sistema. A observância rigorosa desses parâmetros é essencial para assegurar a eficiência hidráulica e a conformidade técnica do protótipo em relação às diretrizes normativas.

Para a realização das análises propostas neste trabalho, foram definidos três pontos específicos de observação, devidamente destacados nas Figuras 45. O primeiro ponto de interesse corresponde à caixa sifonada situada no pavimento de transição. Neste local, será monitorada a possível entrada de espuma oriunda da tubulação principal, com o objetivo de verificar se há retorno indesejado proveniente das áreas de serviço superiores.

O segundo ponto analisado encontra-se localizado no pavimento inferior, mais precisamente em um tê sanitário, que tem a função de simular uma ligação não operante de uma área de serviço. Esta simulação visa representar uma situação comum em sistemas prediais, onde certos ramais permanecem inativos.

Além dos pontos de análise definidos 1 e 2, também foi avaliado o possível retorno de espuma nos pontos de contribuição (ponto de análise 3), com atenção especial ao pavimento de transição, onde esse comportamento tende a se manifestar com maior frequência.

A partir dessas observações, foi possível avaliar se as distâncias mínimas prescritas pela norma técnica vigente são de fato eficazes na prevenção da propagação de espuma e gases, tanto para o pavimento de transição quanto para o pavimento inferior. Dessa forma, é possível verificar a adequação e eficiência dos parâmetros normativos no que diz respeito à segurança e ao desempenho do sistema.

Figura 45 – Pontos de análise

Fonte: O autor (2025)

Ao todo, foram realizados, no mínimo, 16 ensaios experimentais de retorno de espuma, distribuídos em diferentes configurações do sistema, conforme ilustrado na Figura 43. Cada um dos oito posicionamentos previstos para o simulacro da área de serviço será testado em duas condições distintas: na primeira, apenas as ligações do pavimento superior estarão ativas; na segunda, as ligações do pavimento de transição serão ativadas conjuntamente com as do pavimento superior.

Caso seja identificado retorno de espuma em algum dos testes, será avaliada também a possibilidade de adicionar um tubo ventilador à coluna, ao ramal ou a ambos. Com essas variações previstas, o experimento poderá atingir um total máximo de 40 testes.

A ventilação no sistema tem como finalidade reduzir a formação de espuma ou direcioná-la para um caminho alternativo, evitando que alcance os pontos de contribuição. A ventilação instalada na coluna foi posicionada próxima ao pé da mesma, utilizando uma junção simples acompanhada de um joelho de 45°. Após esse conjunto, o tubo ventilador é conduzido até o pavimento superior, tendo como principal propósito quebrar a espuma ao longo do fluxo.

Já a ventilação no ramal foi instalada logo após a ligação do ponto de contribuição da máquina de lavar ao ramal que conecta ao tubo principal. Nessa configuração, utiliza-se um tê sanitário ligado a um tubo ventilador, que se conecta a uma coluna de ventilação própria, também conduzida até o pavimento superior.

Diferentemente da ventilação na coluna, essa solução tem como objetivo direcionar a espuma para um percurso alternativo, afastando-a dos pontos de contribuição e dos ralos.

Todos os dispositivos de ventilação utilizados possuem diâmetro de 50 mm, dimensão escolhida por ser amplamente empregada em projetos hidrossanitários e por estar em conformidade com as exigências normativas.

Essa divisão metodológica tem como objetivo identificar a origem da formação da espuma nos pontos de análise, permitindo observar se o fenômeno ocorre exclusivamente a partir das ligações do pavimento superior, do pavimento de transição, ou se resulta da interação entre ambas.

Para o registro sistemático dos resultados obtidos durante os ensaios, foi utilizada uma tabela específica, elaborada com o objetivo de organizar e facilitar a análise comparativa entre os diferentes cenários testados. A referida tabela foi preenchida com base nas observações realizadas nos dois pontos de análise do sistema, conforme as configurações previamente estabelecidas para cada teste experimental.

O modelo de registro a ser adotado encontra-se descrito na Tabela 04, apresentada a seguir. Essa estrutura permite documentar de forma clara a ocorrência ou ausência de retorno de espuma em cada uma das condições avaliadas, fornecendo subsídios para a posterior etapa de análise crítica dos dados.

Tabela 04 – Exemplo de tabela e preenchimento

Testes	Ponto de Análise 01	Ponto de Análise 02
Posição 1 – Pavimento Superior	Houve retorno	Não houve retorno
Posição 1 – Ambos	Não houve retorno	Não houve retorno
Posição 2 – Pavimento Superior	Houve retorno	Não houve retorno
Posição 2 – Ambos	Não houve retorno	Não houve retorno

Posição 3 – Pavimento Superior	Não houve retorno	Não houve retorno
Posição 3 – Ambos	Não houve retorno	Não houve retorno
Posição 4 – Pavimento Superior	Não houve retorno	Não houve retorno
Posição 4 – Ambos	Não houve retorno	Não houve retorno

Fonte: O autor (2025)

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os testes foram executados ao longo de 8 dias, distribuídos em 5 finais de semana, no período compreendido entre 21 de setembro e 18 de outubro.

Após a realização de todos os testes nos pontos previamente especificados, elaborou-se a tabela 05 a seguir, na qual é possível visualizar e comparar o desempenho de cada um dos experimentos. Foram realizados 5 (cinco) tipos de testes.

Teste 1: Apenas ligações do pavimento superior em funcionamento, sem ventilação.

Teste 2: Ligações do pavimento superior e de transição em funcionamento, sem ventilação.

Teste 3: Apenas ligações do pavimento superior em funcionamento, com ventilação apenas na coluna.

Teste 4: Apenas ligações do pavimento superior em funcionamento, com ventilação apenas no ramal.

Teste 5: Apenas ligações do pavimento superior em funcionamento, com ventilação na coluna e no ramal.

Tabela 05 – Resultados dos testes

	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Teste 4	Teste 5
Ponto 1 (0,0 m)	Red	Green	Red	Red	Red
Ponto 2 (1,0 m)	Red	Green	Red	Red	Red
Ponto 3 (1,5 m)	Red	Green	Red	Green	Green
Ponto 4 (2,0 m)	Red	Green	Red	Green	Green
Ponto 5 (3,0 m)	Red	Green	Red	Green	Green
Ponto 6 (4,0 m)	Green	Green	Green	Green	Green
Ponto 7 (5,0 m)	Green	Green	Green	Green	Green
Ponto 8 (6,0 m)	Green	Green	Green	Green	Green

Fonte: O autor (2025)

Legenda:

Retorno	
Sem Retorno	

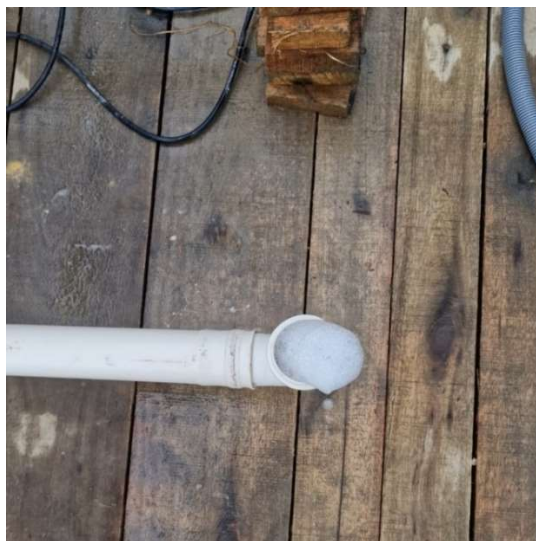
4.1 Teste 1

No Teste 1, foram ativadas apenas as ligações do pavimento superior, resultando em um único simulacro de área de serviço em funcionamento. Durante o ensaio, constatou-se retorno de espuma no ponto de contribuição da máquina de lavar localizado no pavimento de transição, não sendo observados retornos na caixa sifonada (Ponto de Análise 1) nem no tê sanitário pós-transição (Ponto de Análise 2).

O retorno de espuma verificado ultrapassou os limites estabelecidos pela norma, atingindo aproximadamente três metros após a mudança de direção do fluxo de vertical para horizontal e três metros antes da mudança de horizontal para vertical. De acordo com as especificações normativas, os limites aceitáveis são de 1 metro para o trecho vertical–horizontal e 4 metros para o trecho horizontal–vertical.

O retorno ocorreu, em sua maior parte, nos pontos de entrada de esgoto do pavimento de transição, especialmente no ponto correspondente ao simulacro da máquina de lavar, identificado como o terceiro ponto de análise, conforme ilustrado na Figura 46.

Figura 46 – Retorno no ponto de contribuição - Teste 1



Fonte: O autor (2025)

4.2 Teste 2

No Teste 2, foram ativadas as ligações dos pavimentos superior e de transição, resultando em dois simulacros de área de serviço em funcionamento simultâneo. Durante o ensaio, não foi constatado retorno de espuma em nenhum ponto do sistema, independentemente da distância entre as mudanças de direção do fluxo, nem mesmo no pior cenário para esse tipo de configuração, representado pelo ponto 8, por estar mais próximo da mudança de sentido de horizontal para vertical, houve retorno de espuma no Ponto de Análise 2, conforme demonstrado na Figura 47. Foi constatado retorno de espuma apenas na caixa sifonada, conforme ilustrado na Figura 48. Contudo, verificou-se que esse retorno não estava relacionado ao fenômeno de transição de prumada, foco deste estudo, mas sim ao excesso de pressão gerado pela própria descarga do simulacro do tanque conectado ao desconector. Assim, confirmou-se que não se tratava de um retorno proveniente da prumada, mas de um efeito localizado do equipamento utilizado no ensaio.

Figura 47 – Não retorno de espuma no ponto de análise 2



Fonte: O autor (2025)

Figura 48 – Retorno de espuma por excesso de pressão



Fonte: O autor (2025)

4.3 Teste 3

No Teste 3, foram ativadas apenas as ligações do pavimento superior, resultando em um único simulacro de área de serviço em funcionamento. Nesta configuração, foi adicionado um tubo ventilador conectado à coluna entre o pavimento superior e o de transição.

Durante o ensaio, constatou-se retorno de espuma no ponto de contribuição da máquina de lavar localizado no pavimento de transição, não sendo observados retornos na caixa sifonada (Ponto de Análise 1) nem no tê sanitário pós-transição (Ponto de Análise 2).

O retorno de espuma observado ultrapassou os limites estabelecidos pela norma, atingindo aproximadamente três metros após a mudança de direção do fluxo de vertical para horizontal e três metros antes da mudança de horizontal para vertical. Conforme as especificações normativas, os limites aceitáveis são de 1 metro para o trecho vertical–horizontal e 4 metros para o trecho horizontal–vertical.

De forma semelhante ao observado no primeiro teste, o retorno ocorreu, em sua maior parte, nos pontos de entrada de esgoto do pavimento de transição, especialmente no ponto correspondente ao simulacro da máquina de lavar, conforme ilustrado na Figura 49.

Figura 49 – Retorno no ponto de contribuição - Teste 3



Fonte: O autor (2025)

4.4 Teste 4

No Teste 4, foram ativadas apenas as ligações do pavimento superior, resultando em um único simulacro de área de serviço em funcionamento. Nesta configuração, foi adicionado um tubo ventilador conectado ao ramal.

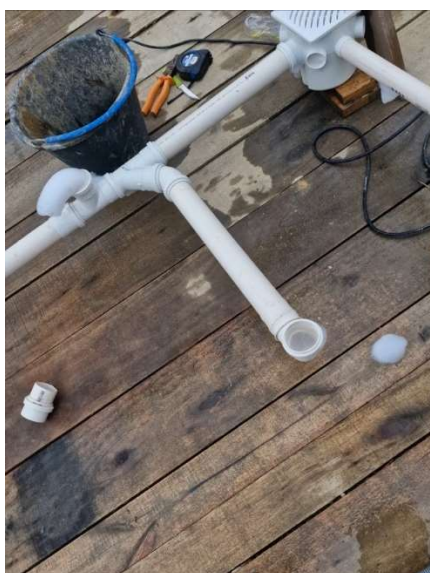
Durante o ensaio, constatou-se retorno de espuma no ponto de contribuição da máquina de lavar localizado no pavimento de transição, não sendo observados retornos na caixa sifonada (Ponto de Análise 1) nem no tê sanitário pós-transição (Ponto de Análise 2).

O retorno de espuma observado não ultrapassou os limites estabelecidos pela norma, atingindo aproximadamente 1 metro após a mudança de direção do fluxo de vertical para horizontal e 5 metros antes da mudança de horizontal para vertical.

De acordo com as especificações normativas, os limites aceitáveis são de 1 metro para o trecho vertical–horizontal e 4 metros para o trecho horizontal–vertical.

Essa melhoria ocorreu porque a espuma passou a seguir um caminho preferencial, direcionando-se para o tubo ventilador. Com isso, o fluxo deixou de exercer pressão significativa sobre o ponto de contribuição, evitando o retorno que havia sido observado em situações anteriores. O tubo ventilador passou a atuar como uma via de alívio, conduzindo a espuma para um percurso alternativo e reduzindo a sobrepressão no trecho crítico da instalação. Esse comportamento pode ser claramente observado na Figura 50, que evidencia a ausência de retorno no ponto de contribuição após a inserção da ventilação.

Figura 50 – Espuma na ventilação no ramal



Fonte: O autor (2025)

Dessa forma, o Teste 4 apresentou desempenho superior em relação ao Teste 1 e ao Teste 3, evidenciando a eficiência da ventilação adicional no ramal para a redução do retorno de espuma.

4.5 Teste 5

No Teste 5, foram ativadas apenas as ligações do pavimento superior, resultando em um único simulacro de área de serviço em funcionamento. Nesta

configuração, foi adicionado um tubo ventilador conectado tanto ao ramal quanto à coluna entre o pavimento superior e o de transição.

Durante o ensaio, constatou-se retorno de espuma no ponto de contribuição da máquina de lavar localizado no pavimento de transição, não sendo observados retornos na caixa sifonada (Ponto de Análise 1) nem no tê sanitário pós-transição (Ponto de Análise 2).

O retorno de espuma observado não ultrapassou os limites estabelecidos pela norma, atingindo aproximadamente 1 metro após a mudança de direção do fluxo de vertical para horizontal e 5 metros antes da mudança de horizontal para vertical. De acordo com as especificações normativas, os limites aceitáveis são de 1 metro para o trecho vertical–horizontal e 4 metros para o trecho horizontal–vertical.

Assim, o Teste 5 apresentou desempenho superior em relação ao Teste 1 e ao Teste 3, e comportamento semelhante ao Teste 4, confirmando a eficiência da ventilação combinada na mitigação do retorno de espuma.

4.6 Análise

Em todos os testes, observou-se que, à medida que o ponto de análise se afasta da mudança de sentido do fluxo, de vertical para horizontal, menor é a ocorrência de retorno de espuma. Esse comportamento fica evidente nos ensaios com melhor desempenho, como o Teste 4, mostrado na Figura 51, no qual não há sequer presença de espuma no sistema de ventilação.

Figura 51 – Não retorno na ventilação



Fonte: O autor (2025)

Mesmo no pior cenário, representado pelo Teste 1, é possível verificar na Figura 52 que, no ponto 8, não ocorreu qualquer retorno de espuma, reforçando a tendência de redução do fenômeno conforme aumenta a distância em relação à mudança de direção do fluxo.

Figura 52 – Não retorno no ponto de contribuição



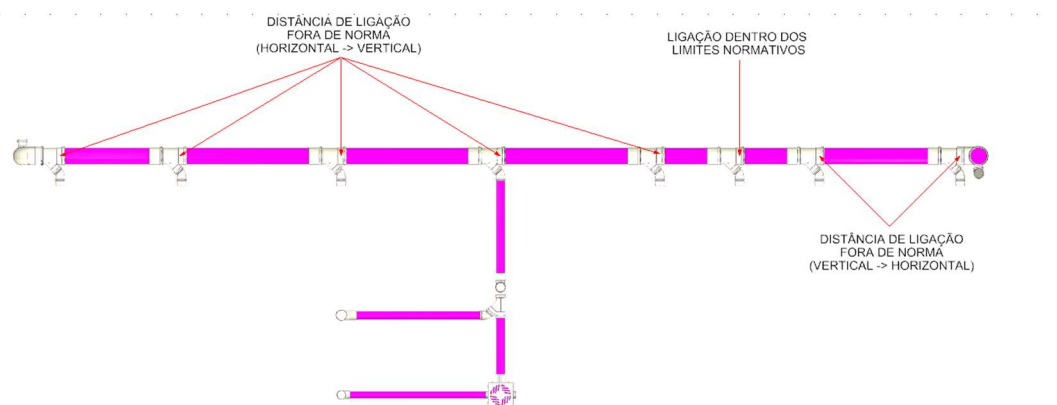
Fonte: O autor (2025)

Os principais fatores de padronização que influenciaram os resultados dos testes foram a manutenção da área de serviço padrão no pavimento de transição e a queda fixa de 3 metros entre o pavimento superior e o seguinte. A adoção de uma área de serviço padrão permitiu analisar e constatar o retorno de espuma de forma semelhante ao que ocorre em situações reais, conferindo maior veracidade ao experimento. Já a queda padronizada de 3 metros garantiu uniformidade na quantidade de espuma gerada na mudança de sentido do fluxo, do trecho vertical para o horizontal, contribuindo para a consistência dos resultados obtidos.

Todos os testes foram executados no mínimo duas vezes, sendo que alguns experimentos específicos foram repetidos ainda mais vezes. Essas repetições adicionais ocorreram tanto para obter dados mais precisos, especialmente em pontos específicos do protótipo, como o desempenho da ventilação no ramal, quanto devido a dificuldades encontradas durante o processo, como quebra de peças, falhas em conexões ou ocorrência de vazamentos.

Na Figura 53, é possível visualizar os limites normativos estabelecidos pela NBR 8160 e compará-los aos resultados obtidos nos testes. A análise evidencia que a norma se mostra adequada e até mesmo subdimensionada em alguns casos relacionados à mudança de sentido do fluxo de vertical para horizontal. Por outro lado, verifica-se que ela se apresenta equivocada e superdimensionada no que diz respeito à mudança de horizontal para vertical.

Figura 53 – Distâncias da NBR 8160



Fonte: O autor (2025)

Durante a montagem da estrutura e do protótipo, diversas dificuldades foram enfrentadas. A primeira delas, inevitável, esteve relacionada às condições climáticas: ao longo da construção e da operação do sistema, ocorreram vários “aguaceiros”, chuvas rápidas e intensas, que atrasaram significativamente o andamento das atividades, sobretudo por se tratar de um experimento a céu aberto e que envolvia equipamentos elétricos. A segunda grande dificuldade surgiu na adaptação das bombas de drenagem aos barris, etapa que exigiu bastante esforço. A vedação adequada só foi alcançada após o uso de grandes quantidades de silicone e cola, garantindo que não houvesse vazamentos. Além disso, os conectores elétricos das bombas apresentaram fragilidade, rachando e quebrando durante o uso, o que interrompia o funcionamento do equipamento e obrigava a repetição de vários testes mais de uma vez.

Por fim, a etapa mais trabalhosa foi, sem dúvida, a logística de abastecimento dos barris do pavimento superior. Como o estudo era realizado apenas nos finais de semana, o uso exclusivo da mangueira demandaria tempo excessivo. Dessa forma, grande parte da água foi transportada manualmente, utilizando baldes que precisavam ser carregados por uma escada de aproximadamente 3 metros até o topo da estrutura, repetidas vezes, até o preenchimento total de cada reservatório. Além desses desafios principais, outras dificuldades menores também ocorreram, como peças sanitárias mal coladas, registros com defeitos de fábrica e pequenos vazamentos que exigiram retrabalho ao longo da montagem.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, os ensaios realizados demonstraram que a ventilação adequada das tubulações é fundamental para controlar o retorno de espuma e manter o equilíbrio de pressões no sistema de esgoto. Observou-se que o ensaio com apenas as ligações do pavimento superior em funcionamento, sem ventilação, apresentou o pior desempenho, com retorno acima dos limites normativos. Já o ensaio com as ligações do pavimento superior e de transição em funcionamento, também sem ventilação, eliminou o retorno de espuma. O ensaio com ventilação apenas na coluna, que também possui somente as ligações do pavimento superior em funcionamento, não apresentou melhora significativa. Por outro lado, os ensaios com ventilação apenas no ramal e com ventilação combinada na coluna e no ramal, ambos com apenas as ligações do pavimento superior em operação, obtiveram os melhores resultados, mantendo os retornos dentro dos limites da norma. Conclui-se, portanto, que a ventilação adicional no ramal é mais eficaz do que a ventilação exclusiva na coluna, proporcionando escoamento mais estável e reduzindo o retorno de espuma.

De modo geral, a NBR 8160 apresenta diretrizes coerentes, embora em alguns trechos possa ser considerada subdimensionada especialmente nas mudanças de direção de fluxo de vertical para horizontal e, em outros, superdimensionada, como na transição de horizontal para vertical. Ainda assim, o experimento mostrou que, na condição mais comum encontrada em edifícios, ou seja, sem ventilação auxiliar e sem funcionamento simultâneo de áreas de serviço, a norma se confirma adequada. Nessa situação, de fato ocorre o fenômeno de sobrepressão e o conseqüente retorno de espuma no pavimento de transição. Porém, ao contrário do que costuma ser relatado na maioria das patologias consultadas na bibliografia, o retorno não se manifestou na caixa sifonada.

A introdução de um tubo ventilador no ramal solucionou o problema no ponto de contribuição, direcionando a espuma para um caminho alternativo. Por outro lado, quando apenas a coluna foi ventilada, observou-se um efeito que merece atenção: além do retorno de espuma no ponto de contribuição, houve acúmulo significativo de “esgoto” no tubo secundário que conduz à tubulação de transição.

Diante desses resultados, conclui-se que é necessário realizar uma análise econômica e técnica para determinar a solução mais adequada ao empreendimento: avaliar se é viável promover o desvio completo da área sujeita à sobrepressão ou optar pela ventilação do ramal. Essa decisão deve considerar o projeto arquitetônico, o estrutural e os demais projetos complementares, bem como a possibilidade real de implantação dos sistemas de ventilação no local.

A forma mais eficaz de evitar esse tipo de problema é por meio do próprio planejamento arquitetônico, preferencialmente mantendo pavimentos-tipo, com as áreas de serviço posicionadas verticalmente umas sobre as outras. Caso haja alterações de layout em algum apartamento, é importante considerar também a manutenção do caminhamento original das tubulações, evitando deslocamentos curtos que possam gerar pontos críticos de sobrepressão.

Na ausência desses cuidados, é possível recorrer a medidas de mitigação, como adoção de mudanças de direção menos abruptas, atenção às técnicas executivas, utilização de dispositivos específicos, como o aparelho anti-espuma, ou ainda a aplicação da solução identificada neste estudo: a ventilação no ramal, instalada a partir de um desvio de, no mínimo, 1 metro. Essas alternativas contribuem para reduzir o risco de retorno de espuma e melhorar o desempenho do sistema.

Vale ressaltar que o presente estudo avaliou apenas uma variação de traçado de tubulação, portanto, os resultados obtidos não devem ser interpretados como totalmente conclusivos. Em outros cenários, com diferentes configurações de traçado ou com a alteração de outras variáveis, os resultados finais podem apresentar comportamentos distintos.

5.1 Sugestão para trabalhos futuros

Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se a investigação de outras alternativas de mitigação da sob

repressão, abrangendo tanto as soluções apresentadas neste estudo quanto possíveis propostas inéditas. Além disso, a ampliação das variáveis experimentais pode enriquecer significativamente a compreensão do fenômeno,

incluindo testes com diferentes quantidades e tipos de produtos formadores de espuma, alterações no traçado da tubulação, variações na configuração das prumadas, combinações distintas de métodos de ventilação e até a análise do funcionamento simultâneo de múltiplas áreas de serviço.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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 maio 2025.

ALMEIDA, Ricardo de. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PRÉDIO ESCOLAR: uma análise qualitativa e quantitativa. 2008. 202 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7717/ALMEIDA%2C%20RICARDO.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5620: Sistemas prediais de água fria e água quente — Projeto, execução, operação e manutenção. 2 ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020. 55 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1999. 74 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-6: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários. 5 ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2021. 33 p.

BARRO Jr., Luiz Henrique. MODOLO, MARCELO R. PATOLOGIA EM INSTALAÇÕES HIDRAULICAS: GUIA PRÁTICO PARA O PROFISSIONAL. Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza, ano MMXVIII, Nº. 000140, 09/11/2018. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/patologia-em-instalacoes-hidraulicas-guia-pratico-para-o-profissional> Acessado em: 08/06/2025

BOLINA, Fabricio Longhi; TUTIKIAN, Bernardo Fonseca; HELENE, Paulo. Patologia de Estruturas. São Paulo: Oficina de Textos, 2019. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=g-bEDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP4&dq=BOLINA,+Fabricio+Longhi%3B+TUTIKIAN,+Bernardo+Fonseca%3B+HELENE,+Paulo+Roberto+do+Lago.+Patologia+de+estruturas.&ots=1HB7y2YXMh&sig=fTC5wZ3K0Raoox2-Y5ecLgg_IFA#v=onepage&q=BOLINA%2C%20Fabricio%20Longhi%3B%20TUTIKIAN%2C%20Bernardo%20Fonseca%3B%20HELENE%2C%20Paulo%20Roberto%20do%20Lago.%20Patologia%20de%20estruturas.&f=false. Acesso em: 13 maio 2025.

BOMBRIL (Brasil). Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos: DETERGENTE LIMPOL. 2025. Disponível em: <https://protelimp.com.br/produto/detergente-neutro-5-litros-limpol/>. Acesso em: 05 dez. 2025.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. PATOLOGIAS EM SISTEMAS PREDIAIS HIDRAÚLICOS-SANITÁRIOS. São Paulo: Edgard Blucher, 2013. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/658888374/Patologias-em-Sistemas-Prediais-Hidraulico-Sanitarios-Roberto-de-Carvalho-Jr>. Acesso em: 20 maio 2025.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias: princípios básicos para elaboração de projetos. 3. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2018.

CONCEIÇÃO, Alessandro Pucci da. Estudo da incidência de falhas visando a melhoria da qualidade dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários. 2007. 143 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

ELETROSUL COMÉRCIO DE PEÇAS (Brasil). Bomba Drenagem Saida De Água Lavadora 220v Askoll Universal 220v. 2025. Disponível em: <https://www.mercadolivre.com.br/bomba-drenagem-saida-de-agua-lavadora-220v->

askolluniversal/up/MLBU2705772071?pdp_filters=item_id%3A5161748826&utm_source. Acesso em: 04 dez. 2025.

ENGETOP (Salvador). PROJETO HIDROSSANITÁRIO. 2025. Disponível em: <https://engetop.org/hidrossanitario/>. Acesso em: 21 jun. 2025.

FORTLEV (Brasil). Caixa Sifonada (com 7 Entradas) 150 x 150 x 50mm. 2025. Disponível em: <https://www.fortlev.com.br/produtos/esgoto/caixa-sifonada-150x150x50/>. Acesso em: 20 jun. 2025.

FRIGELAR (Brasil). Bomba Drenagem Água Lavadora Brastemp Mondial/Clean 220V Sem Parafuso Askoll. 2025. Disponível em: https://www.frigelar.com.br/bomba-drenagem-agua-lavadora-brastemp-mondial-clean-220v-sem-parafuso-askoll/p/kit3963?gad_source=1&gad_campaignid=17336221344&gbraid=0AAAAADi_dD5f3z6SJkvY7MBB8njw7_Wj5&gclid=Cj0KCQjwvajDBhCNARIsAEE29WqWOOZgTHuI_8z0eyWxY2BAAWS0siyOsEsKXsGZckCGoN7n8PmZboQaAlwEEALw_wcB. Acesso em: 05 jul. 2025.

LEITE, Pedro. ESPUMA RETORNANDO PELO RALO? (GRELHA CAIXA SIFONADA). 08 jul. 2023. Youtube: Pedro Leite | Hidráulica | Engenharia Civil. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=A1FcipJs5c0>. Acesso em: 15 jun. 2025.

KRETZER, Tiago José. ESTUDO DE CASO DE PATOLOGIAS IDENTIFICADAS EM EDIFICAÇÃO: avaliação de risco e prioridade pelo método gut. 2023. 94 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2023. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/items/2109411f-4fc4-4b25-8c7a-ae878753a76>. Acesso em: 02 jul. 2025.

MACEDO, Noémia Pereira. ESTUDO DE PATOLOGIAS EM INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS. 2015. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil,

Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, Porto, 2015.

ORÇAFASCIO (Brasil). Projeto hidrossanitário: o que é e por que é tão importante. 2021. Disponível em: <https://www.orcafascio.com/papodeengenheiro/projeto-hidrossanitario>. Acesso em: 04 jul. 2025.

PEREIRA, Caio. Instalações Hidráulicas. 2019. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/instalacoes-hidraulicas/>. Acesso em: 24 jun. 2025.

PIMENTEL, Gustavo Henrique de Carvalho. Análise de manifestações patológicas presentes em instalações prediais sanitárias de residências térreas, identificação das origens e propostas das correções dos erros em cumprimento à normalização vigente. 2024. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2024.

PIMENTEL, Rayanne Kelly Maia de Lima. INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS: ANÁLISE, DIAGNÓSTICO E CORREÇÃO DE PATOLOGIAS. 2022. 65 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/25494>. Acesso em: 30 maio 2025.

REIS, R. P. A.; DE CASTRO TEIXEIRA, P.; F. GNIPPER, S.; V. F. MONTEIRO, J. Estudo de Patologias nos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários do Prédio do Ciclo Básico II da UNICAMP. REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil, Goiânia, v. 2, n. 1, 2011. DOI: 10.5216/reec.v2i1.15124. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/reec/article/view/15124>. Acesso em: 27 jun. 2025.

SILVA, Thayná Caldas. A IMPORTÂNCIA DA ELABORAÇÃO E APROVAÇÃO DE PROJETOS HIDROSSANITÁRIOS PARA O DESEMPENHO DAS EDIFICAÇÕES. 2021. 74 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Estudo de Caso do Bloco

Engenheiro Nelson Ribeiro Porto da Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2021. Disponível em: https://riu.ufam.edu.br/bitstream/prefix/6010/6/TCC_Thayn%C3%A1Caldas.pdf. Acesso em: 02 jun. 2025.

TIGRE (Brasil). Antiespuma. 2025. Disponível em: <https://www.tigre.com.br/produto/antiespuma>. Acesso em: 30 maio 2025.

TROIAGAS. Terminal Fêmea com Trava 6,3 mm Latão. 2025. Disponível em: <https://www.troiagas.com.br/terminal-femea-trava?srsltid=AfmBOooa0uuJ5GeoLsQ8qkrDspBawgaNTJevVdXeREsYccKRHgWIRR7o>. Acesso em: 29 nov. 2025.

UNILEVERPRO (Brasil). OMO Lavagem Perfeita 7L Sabão Líquido. 2025. Disponível em: <https://unileverpro.com.br/omo-lavagem-perfeita-7l.html?srsltid=AfmBOoqu24atS1nj5Ahua1EPoNWXPMqjHJQsjOfYPWA3EUbW6Mmkmd4t>. Acesso em: 05 dez. 2025.

VIEIRA, Paulo César Corrêa; MOYA, Jorge Rodríguez; SOUZA, José Antônio da Silva. PATOLOGIAS NAS INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ESGOTOS SANITÁRIOS: DIAGNÓSTICO E PROPOSTAS TERAPÊUTICAS. In: IV CIRMARE - CONGRESSO INTERNACIONAL NA "RECUPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E RESTAURAÇÃO DE EDIFÍCIOS", -, 2015, Rio de Janeiro. -. [S. l.]: -, 2015. v. 1, p. 1-11. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/49759709/MT09.pdf>. Acesso em: 18 maio 2025.

ZERBINATTI, Andressa. Projeto Hidrossanitário: Para que serve e passo a passo de como fazer. 2025. Disponível em: <https://www.projetou.com.br/posts/projeto-hidrossanitario-para-que-serve-e-passo-a-passo-de-como-fazer/#:~:text=O%20que%20%C3%A9%20o%20projeto,ventila%C3%A7%C3%A3o%20por%20toda%20a%20edifica%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 25 maio 2025.