

**JOÃO KLEBER DA SILVA**

**Contribuições da assistência técnica para reduzir manifestações  
patológicas em sistemas hidráulico–sanitários de edifícios  
residenciais**

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São  
Paulo para obtenção do título de  
Especialista em Tecnologia e Gestão  
na Produção de Edifícios.

Orientadora:

Profa. Dra. Lúcia Helena de Oliveira

São Paulo

2016

## RESUMO

O elevado número de ocorrências de manifestações patológicas em sistemas prediais hidráulico-sanitários, suas consequências danosas para as construtoras e clientes mostra a necessidade de desenvolvimento de pesquisas para compreender este problema e buscar melhorias para estes sistemas. Assim, o objetivo do trabalho é levantar falhas de execução e manifestações patológicas em sistemas hidráulico-sanitários de empreendimentos residenciais, detectados pelos usuários finais no início da operação do edifício e propor ações para que a equipe de assistência técnica contribua para amenizar essas ocorrências e, conseqüentemente, reduzir as manifestações patológicas nesses sistemas. Para tal, inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema e, em seguida, foram verificadas as ocorrências de falhas em sistemas hidráulico-sanitários em 15 edifícios residenciais de uma construtora de São Paulo e propostas ações advindas da assistência técnica para amenizar o problema. A coleta de dados foi realizada a partir de registros de assistência técnica da construtora, os quais são organizados em tabelas e gráficos. Os resultados indicam que aproximadamente 30% das manifestações patológicas em edifícios residenciais são dos sistemas hidráulico-sanitários e localizam-se principalmente em ralos, com 28% das ocorrências e infiltrações no teto com 37%. O estudo mostra que o problema é maior do que aparenta e resulta de falhas de projeto, execução e de escolhas inadequadas de materiais e componentes, levando a demandas por assistência técnica, após a entrega da unidade habitacional ao cliente. Neste contexto, o trabalho propõe sugestões para a melhoria de projetos e acompanhamento de obras, utilizando a equipe de assistência técnica como consultora durante todo o processo. Ressalta-se a necessidade de mais estudos para a discussão de casos e a obtenção de alternativas para diminuir as manifestações patológicas em sistemas prediais hidráulico-sanitários.

**Palavras-chave:** Sistemas hidráulico-sanitários. Manifestação patológica. Edifícios residenciais. Assistência técnica.

## ABSTRACT

The common occurrence of pathogens in buildings' sanitary-plumbing systems and the harmful consequences for the construction companies and customers indicate the need for studies to better understand this problem and improve these systems. Therefore, the objective of the present study is to identify construction problems and the presence of pathogens in sanitary-plumbing systems of residential buildings detected by the final users at the beginning of the building operations. This study also aims to propose actions so that the technical assistance team can contribute to mitigate this type of problems and consequently reduce the occurrence of pathogens in these systems. A literature review on this topic was conducted, and the existence of problems in sanitary-plumbing systems was verified in 15 residential buildings that were built by a construction company from São Paulo, Brazil. Actions to minimize the problems were proposed by the technical assistance team. Data were collected from the companies' technical assistance logs, which were organized into tables and graphs. The results indicated that approximately 30% of the pathogens detected in the residential buildings were present in the sanitary-plumbing systems, mainly in the drains (28%) and water seepage from the ceilings (37%). It was shown that the problem is bigger than it appears and that it results from errors in the design and construction of sanitary-plumbing systems and inadequate choices of materials and components, leading to increased demands for technical assistance after delivering the housing units to the customers. Accordingly, this study offers suggestions for the improvement of design projects and construction monitoring with the support of the technical assistance team throughout the process. There is a need for further studies addressing this problem to discuss and find alternatives to reduce the occurrence of pathogens in building's sanitary-plumbing systems.

**Keywords:** Sanitary-plumbing systems. Occurrence of pathogens. Residential buildings. Technical assistance.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Código de Construção de Hammurabi .....	12
Figura 2 - Fluxograma de etapa do estudo. ....	18
Figura 3 - Sequência de Funcionamento do CRM. ....	19
Figura 4 - Tubulação apoiada em calços com distância superior a recomendada pelo fabricante de tubos .....	25
Figura 5 - Armazenamento de tubos expostos ao sol .....	26
Figura 6 - Sistema predial de água fria com medição individualizada .....	29
Figura 7 - Exemplos de rompimento de tubulações de metal devido a oxidação.....	31
Figura 8 - Golpe de aríete devido ao fechamento brusco de registro.....	33
Figura 9 - Ar nas tubulações de água fria .....	34
Figura 10 - Penetração de água quente em tubulação de água fria através de misturador de ducha com gatilho .....	35
Figura 11 - Sistema predial de água quente com medição individualizada com aquecedor de passagem a gás .....	36
Figura 12 - Sistema de esgoto sanitário com ventilação secundária.....	39
Figura 13 – Exemplos de desconectores em sifão e caixa sifonada .....	40
Figura 14 – Sequência do fenômeno da auto-sifonagem.....	41
Figura 15 – Exemplo de ocorrência de sifonagem induzida e de sobrepressão .....	42
Figura 16 - Diagrama de pressões entre pavimentos.....	42
Figura 17 – Ralo sifonado entupido.....	44
Figura 18 - Zonas de Sobrepressão.....	44
Figura 19 – Retorno de espumas em tubulações de captação de esgoto de tanque e máquina de lavar .....	45
Figura 20 – Sistema predial de águas pluviais.....	47
Figura 21 – Calha com declividade invertida ao ponto de captação .....	49

Figura 22 – Empoçamento em laje devido ausência de declividade para a captação do ralo.....	49
Figura 23 – Sifão esmagado após a instalação de armário .....	57
Figura 24 – Ducha instalada com prolongador e com vazamento.....	62
Figura 25 – Instalação incorreta de máquina de lavar no ramal de esgoto. ....	64
Figura 26 – Ralo com restos de obra. ....	67
Figura 27 – Sequência de construção e entrega de um edifício da construtora.....	70
Figura 28 – Aranha de captação de esgoto de banheiro com ligação de dreno de ar condicionado .....	73
Figura 29 – Ponto de ligação de dreno de ar condicionado dentro de dormitório .....	73
Figura 30 – Proposta de sequência de concepção do edifício .....	74

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Causas das manifestações patológicas em SPHS .....	15
Gráfico 2 - Porcentagem de ocorrência de manifestações patológicas do conjunto residencial pesquisado .....	27
Gráfico 3 – Problema e manifestações patológicas com respectivos pontos de ocorrência nos edifícios pesquisados.....	54
Gráfico 4 - Falhas e manifestações patológicas e respectivos pontos de ocorrência em cada ponto dos banheiros suíte.....	58
Gráfico 5 - Falhas e manifestações patológicas e respectivos pontos de ocorrência em cada ponto do banheiro suíte .....	60
Gráfico 6 - Falhas e manifestações patológicas e respectivos pontos de ocorrência em cada ponto em lavabos e banheiros sociais .....	63
Gráfico 7 - Falhas e manifestações patológicas e respectivos pontos de ocorrência em cada ponto em áreas de serviço.....	65
Gráfico 8 - Falhas e manifestações patológicas e respectivos pontos de ocorrência em cada ponto em terraços sociais .....	68
Gráfico 9 – Distribuição das falhas e manifestações patológicas nos SPHS dos 15 edifícios .....	69

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Porcentagem de patologias no conjunto residencial .....	27
Tabela 2 – Patologias de SPHS nos edifícios da amostragem .....	54
Tabela 3 - Patologias de SPHS em banheiros suíte .....	55
Tabela 4 - Patologias de SPHS em cozinhas.....	58
Tabela 5 - Patologias de SPHS em lavabos e banheiros sociais. ....	60
Tabela 6 - Patologias de SPHS em áreas de serviço.....	63
Tabela 7 - Patologias de SPHS em terraços sociais .....	66

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1	Objetivo do trabalho .....	16
1.2	Método de pesquisa .....	16
1.2.1	Escolha do tema.....	18
1.2.2	Revisão bibliográfica .....	18
1.2.3	Coleta de dados .....	19
1.2.4	Organização dos dados em tabelas e gráficos.....	21
1.2.5	Análise dos dados .....	22
1.3	Delimitações da pesquisa.....	22
1.4	Estrutura do trabalho .....	22
<b>2.</b>	<b>MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM SISTEMAS PREDIAIS .....</b>	<b>23</b>
2.1	Manifestações patológicas em SPHS e desempenho .....	23
2.2	Origem das manifestações patológicas.....	24
2.3	Análise de pós-ocupação nos SPHS.....	26
2.4	Sistema predial de água fria .....	28
2.4.1	Principais causas e manifestações patológicas no sistema predial de água fria .....	30
2.4.2	Recomendações da norma NBR 5626 para o sistema predial de água fria ....	34
2.5	Sistema predial de água quente .....	35
2.5.1	Principais causas e manifestações patológicas no sistema predial de água quente.....	36
2.5.2	Recomendações da norma NBR 7198 para o sistema predial de água quente .....	37
2.6	Sistema predial de esgoto sanitário.....	38
2.6.1	Principais causas e manifestações patológicas no sistema predial de esgoto sanitário .....	39
2.6.2	Recomendações da norma NBR 8160 para o sistema predial de esgoto sanitário .....	46
2.7	Sistema predial de águas pluviais .....	47
2.7.1	Principais causas e manifestações patológicas no sistema predial de águas pluviais.....	48



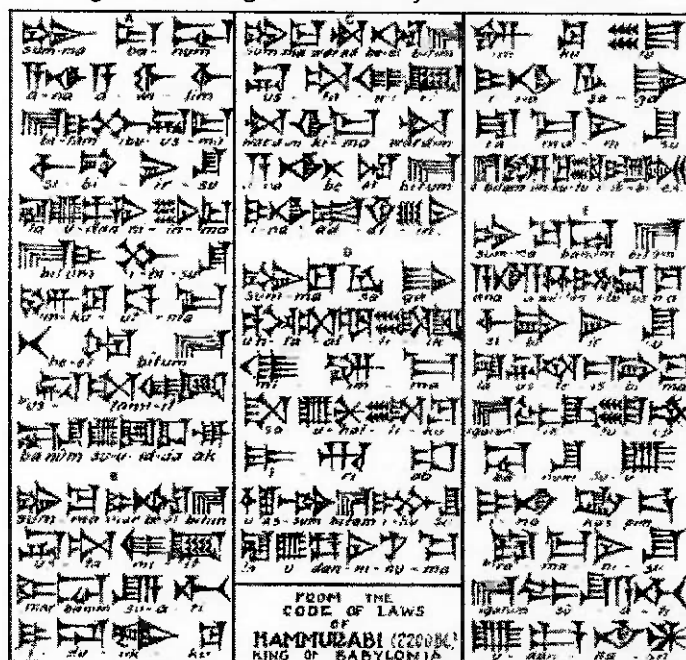
2.7.2	Recomendações da norma NBR 10844 para o sistema predial de águas pluviais.....	50
2.8	<b>Manifestações patológicas mais frequentes atendida pela equipe de assistência técnica.</b> ....	51
2.8.1	Principais chamados de assistência técnica da construtora em SPHS .....	51
	Sistema predial de água fria .....	51
3.	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	53
3.1	Manifestações patológicas em banheiros suíte .....	55
3.2	Falhas e manifestações patológicas em cozinhas.....	58
3.3	Falhas e manifestações patológicas em lavabos e banheiros sociais.....	60
3.4	Falhas e manifestações patológicas em área de serviço .....	63
3.5	Falhas e manifestações patológicas em terraços sociais.....	66
3.6	Distribuição das falhas e manifestações patológicas entre os SPHS.....	68
3.7	Ações para amenizar as falhas e manifestações patológicas em SPHS.....	70
3.7.1	Processo atual de trabalho da construtora .....	70
3.7.2	Proposta de mudança no sistema de trabalho da construtora .....	73
4.	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	75
5.	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	77

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Da Silva (2011) o termo patologia é de origem grega, formado pelas palavras *phátos* e *lógos*, as quais significam doença e estudo. Sendo assim, patologia é o estudo das doenças, área que vem se consolidando na engenharia civil. A área de patologia das edificações se dedica ao estudo dos problemas e anomalias que afetam o edifício e busca identificar suas causas. Assim, as manifestações patológicas podem ocorrer devido a falhas na concepção dos projetos, serem adquiridas durante a execução da obra, devido a problemas relativos a mão de obra, materiais inapropriados e problemas com o método executivo adotado e também durante o uso.

Segundo Lopes (2005) *apud* Palas (2012) as manifestações patológicas em edifícios podem parecer recentes, mas não são. O código de construção de Hammurabi's (Rei da Babilônia) já previa punições para as falhas nas construções. Este código é apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Código de Construção de Hammurabi



A – Se um construtor, ao construir a casa para terceiros, não fizer a construção firme e se a casa cair e causar a morte do dono da casa, esse construtor será condenado à morte.

B – Se causar a morte do filho do dono da casa será condenado à morte o filho do construtor.

C – Se causar a morte de um escravo do dono da casa, o construtor terá de dar um escravo de igual valor ao dono da casa.

D – Se destruir propriedade, o construtor terá de reconstruir o que destruiu à sua própria custa.

E – Se a construção não obedecer aos requisitos e uma parede cair, o construtor terá de reforçar a parede às suas custas.

Fonte: Figura e tradução extraída de <http://www.consultoresdeengenharia.com>. Acesso 21 jun. 2016.

As manifestações patológicas em edificações podem ser exógenas, quando ocorrem devido a causas externas, tais como condições climáticas, ou são endógenas ocorrendo devido a causas da própria construção tais como, projetos, falhas de execução e materiais utilizados (DEUTSCH, 2013).

Para Martins, Hernandez e Amorim (2003) *apud* Gnipper (2010) as manifestações patológicas endógenas ocorrem devido: não atendimento a normas técnicas; inexistência ou precariedade de controle tecnológico; utilização de mão de obra não capacitada; falhas de utilização (ocorre, por exemplo, em alterações de solicitações e uso por parte do usuário) e desgaste natural devido ao esgotamento da vida útil da edificação.

Segundo Deutsch (2013) as principais manifestações patológicas em um edifício são:

- Manifestações patológicas em estruturas – fissuras, corrosão e carbonatação;
- Manifestações patológicas em alvenarias – trincas no encunhamento, trincas no encontro entre alvenaria e estrutura, trincas no encontro de paredes, trincas nos cantos dos vãos de portas e janelas, trincas na base devido a falta de impermeabilização, trincas em muros e peitoris que quando não protegidos com rufos, deslocamentos, eflorescências e criptoefflorescências.
- Manifestações patológicas em acabamentos;
  - Argamassas – manchas de umidade e mofo, descolamento da argamassa, aparecimentos de bolhas, fissuras, retrações e pulverulência.
  - Revestimentos cerâmicos – caimento inadequado, manchas de umidade, deficiente impermeabilização, eflorescências, deslocamentos.
- Manifestações patológicas em pinturas – trincas, bolhas, crateras, eflorescências, desagregação, descascamento, descolamento, descoloração, vesículas, calcinação, manchas, enrugamento e aspereza.

- Manifestações patológicas em esquadrias – deficiências de posicionamento, deficiente estanqueidade, dificuldade de movimentação, folga na fixação dos vidros e ferrugem.
- Manifestações patológicas em instalações elétricas – surto de tensão na rede de distribuição, descargas elétricas, sobrecargas e fios e cabos inadequados para a instalação.
- Manifestações patológicas devido a infiltrações – chuvas, capilaridade, pressão do ar, ação do vento e devido a vazamento em tubulações.

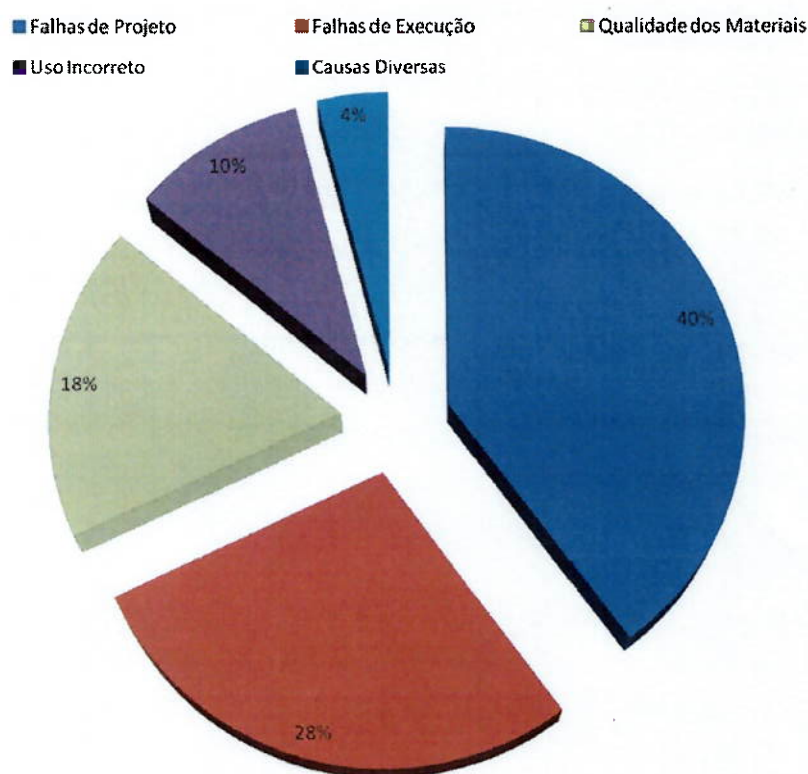
Observa-se que Deutsch (2013) não descreve as manifestações patológicas do sistema predial hidráulico-sanitário (SPHS). Ela considera todas como problemas decorrentes de água, mas não especifica a origem desta água ou o sistema envolvido.

Segundo Deutsch (2013) as manifestações patológicas que provocam as maiores reclamações e que são as mais difíceis de se encontrar são as oriundas de águas.

Para Teixeira *et al.* (2011) é elevado o número de ocorrências de manifestações patológicas em sistemas prediais hidráulico-sanitários (SPHS) devido a diversas razões entre as quais, diversidade de materiais e componentes utilizados, avanços tecnológicos ainda não incorporados, complexidade funcional, risco oculto a saúde e vida dos usuários, manutenção ineficiente ou irregular, falhas nos componentes, envelhecimento natural dos materiais e exposição inapropriada do sistema.

Para Carvalho Junior (2013) o SPHS corresponde a 75% das manifestações patológicas que ocorrem em um edifício, sendo as principais causas apontadas no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Causas das manifestações patológicas em SPHS



Fonte: Autor (2016).

Segundo Carvalho Junior (2013) a ocorrência de manifestações patológicas nas edificações implica em custos adicionais na construção, ações judiciais contra a construtora e a perda da confiança e credibilidade.

Para Amorim, Dias Junior e Souza (2004) com a transparência dos problemas técnicos de pós-ocupação existe um grande receio das empresas do setor de que estes problemas possam prejudicar a imagem da empresa perante os clientes.

Segundo Amorim (1989) ao longo do tempo o edifício entra em equilíbrio com os seus usuários, o SPHS é um dos subsistemas do edifício que mais interage com os usuários e devido a isso o mau funcionamento do SPHS gera graves problemas ao bem-estar físico e psicológico dos moradores.

Neste contexto as manifestações patológicas em SPHS são um dos principais problemas de pós-venda do mercado imobiliário. Como os problemas em SPHS são muito simples de serem percebidos, uma vez que o cliente interage com o sistema todos os dias, este acaba entendendo em parte como o sistema funciona e qualquer mudança no seu desempenho é motivo de insatisfação.

Segundo Ilha (2009) *apud* Teixeira (2011) são características do SPHS a complexidade de funcionamento, a inter-relação dinâmica entre os outros subsistemas a grande variedade de materiais e componentes tais como: tubos, conexões, registros, válvulas, acessórios, reservatórios, bombas, tanques, redutoras de pressão, pressurizadores. Essa grande diversidade de características e componentes pode dar origem a uma grande variedade de patologias em SPHS. Além disso, ao longo do tempo o sistema sofre o processo natural de envelhecimento e obsolescência.

Amorim, Dias Junior e Souza (2004) concluem que existem poucas pesquisas na área de SPHS e que seria fundamental aprofundar os estudos na área a fim de melhorar a qualidade dos projetos, execução e consequentemente a satisfação dos usuários.

Neste contexto, o presente estudo apresenta patologias que acometem os sistemas prediais hidráulico-sanitários de edifícios residenciais.

A questão a ser respondida no presente trabalho é: como a assistência técnica pode contribuir para amenizar falhas e manifestações patológicas que ocorrem em sistemas hidráulico-sanitários de edifícios residenciais?

### **1.1 Objetivo do trabalho**

O objetivo do trabalho é levantar falhas de execução e manifestações patológicas relacionadas aos SPHS detectados pelos clientes de uma construtora, no início da operação e propor ações para a equipe de assistência técnica resolver as ocorrências.

### **1.2 Método de pesquisa**

Esta pesquisa fundamenta-se em abordagem quantitativa e enquadra-se como um estudo de caso, que de acordo com Gil (2002) *apud* Gnipper (2010) é utilizado para aprofundar e ampliar o conhecimento sobre determinado objeto.

Para Creswell (2010) pesquisa quantitativa é um modo de testar teorias por meio do exame da relação entre as diversas variáveis, sendo que estas variáveis podem ser medidas por instrumento a fim de que os dados numéricos possam ser tratados estatisticamente.

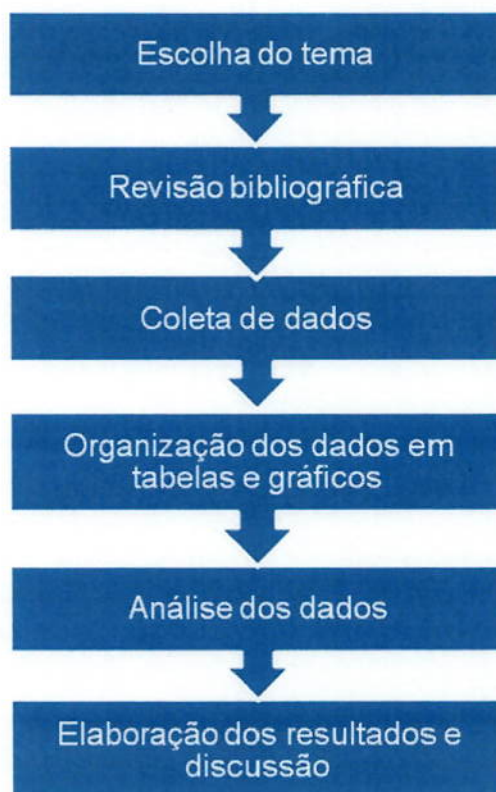
Assim, foi realizado um estudo de caso de falhas de execução e manifestações patológicas em SPHS observados no início da operação em edifícios de uma das maiores construtoras de São Paulo, segundo o ranking Top Imobiliário de 2016.

A empresa tem foco em construções de médio padrão, as unidades variam entre 35 m<sup>2</sup> e 90 m<sup>2</sup> em edifícios com aproximadamente 100 unidades que possuem no mínimo 1 banheiro e no máximo 3, as cozinhas e áreas de serviço são compactas mas os terraços são grandes. Nestes ambientes, as instalações de SPHS são construídas com PVC, CPVC e PPR de marcas populares do mercado e essas tubulações são embutidas em forros, shafts e sancas, distribuídos no apartamento conforme projeto.

A construtora tem atualmente quinze edifícios concluídos, totalizando aproximadamente 1600 unidades habitacionais entregues, sendo todos os edifícios projetados com ampla área de lazer, condomínios clubes.

Na Figura 2 são apresentadas as etapas da pesquisa, que são descritas a seguir.

Figura 2 Fluxograma de etapa do estudo.



Elaborado pelo autor.

### 1.2.1 Escolha do tema

O tema manifestações patológicas em edifícios residenciais é abordado todos os dias no departamento de assistência técnica da empresa. A escolha do tema para o estudo foi com ênfase nas manifestações patológicas que possuem grande quantidade de solicitações para assistência técnica e, em especial, as que ocorrem em SPHS.

### 1.2.2 Revisão bibliográfica

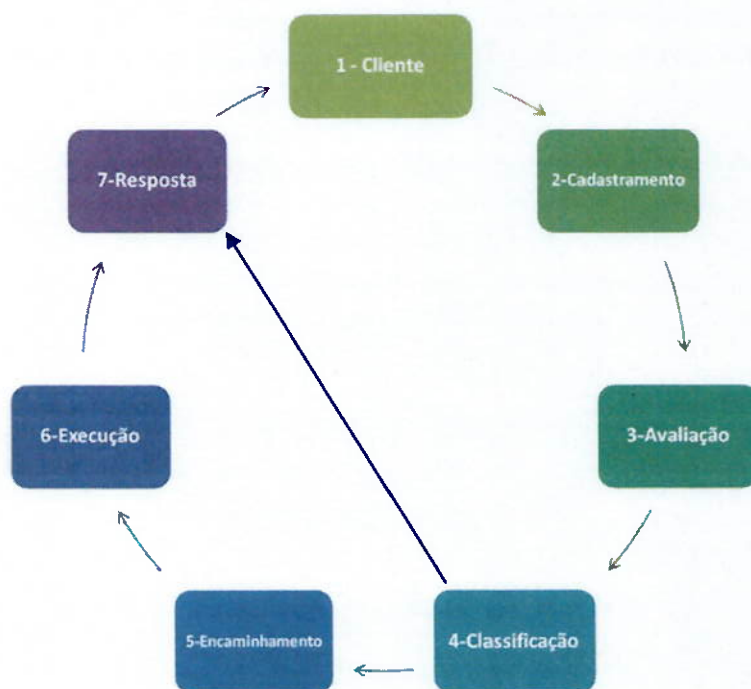
Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre SPHS e as manifestações patológicas destes sistemas. Foram consultadas as principais normas da ABNT que regulamentam os SPHS, além de livros e dissertações que tratam do tema.



### 1.2.3 Coleta de dados

A coleta de dados foi desenvolvida a partir das informações fornecidas pelo programa *Customer Relationship Management* (CRM) que a construtora dos 15 edifícios utilizou para atender todas as solicitações de assistência técnica. O CRM é a gestão de relacionamento com o cliente e faz o atendimento, armazenamento de informações, distribuição das ações e respostas para os chamados de assistência técnica. O esquema de funcionamento do CRM é ilustrado na Figura 3 e os passos são descritos a seguir.

Figura 3– Sequência de Funcionamento do CRM.



Elaborado pelo autor.

#### 1. Cliente

Entra em contato com a empresa, por meio do sistema atendimento ao cliente CRM, e abre a ocorrência. Visando facilitar a compreensão e uso do sistema pelos usuários e clientes da construtora, o programa disponibiliza a planta de cada unidade habitacional e descreve em listas para cada ambiente as características civil, hidráulica e elétrica, conforme o arquivo de assistência técnica. Assim, o cliente pode acessar o portal da assistência *online*, onde escolhe na sua unidade habitacional, o ambiente onde identifica o problema, qual

o tipo de problema e qual a sua origem a partir das listas de patologias que estão cadastradas no CRM.

No momento da abertura da solicitação o cliente também preenche um questionário com perguntas relativas a ocorrências de reformas, vigência das garantias dos itens com patologias e se foram consultadas as informações do manual da unidade sobre a questão. Além destas informações, fotos do local da manifestação patológica também são solicitadas.

## 2. Cadastramento

Os chamados são abertos e seguem para uma fila para aguardarem a avaliação.

## 3. Avaliação

Nesta fase uma equipe faz a triagem dos chamados com base nas informações fornecidas pelo cliente no questionário de abertura do chamado, sendo as principais informações para avaliação a ocorrência de reformas na unidade, o vencimento das garantias contratuais e as fotos da manifestação patológica. Para auxiliar na triagem também são usados os projetos *as built* e o histórico desta patologia no edifício. Com essas informações os técnicos avaliam e enviam um parecer do caso para a fase de classificação, com a indicação de “procedente” ou “improcedente”.

## 4. Classificação

No caso de indicação de procedente pela equipe de avaliação, o chamado segue para o encaminhamento. No entanto, no caso de parecer de improcedência, o caso é reavaliado pela gerência, podendo receber parecer final de procedente ou improcedente, o que define se o cliente será ou não atendido. Somente a gerência da empresa pode negar o atendimento a um cliente.

## 5. Encaminhamento

Agendamento da visita com o cliente e com a equipe de assistência técnica a qual recebe as informações do caso e qual é a orientação técnica que para solução do problema.

## 6. Execução

Na primeira visita a equipe inicia o reparo, mas em alguns casos são necessárias mais de uma visita.

Há casos em que durante a visita para a execução dos reparos, o técnico identifica que a manifestação patológica não ocorreu por culpa da construtora, como por exemplo, má utilização do sistema pelo cliente. Neste caso, é suspenso o atendimento e a informação é enviada para o CRM a fim de fechar a ocorrência com a resposta de improcedente.

## 7. Resposta

Quando a solicitação do cliente é avaliada como improcedente, seja na fase de avaliação ou na visita técnica, o cliente recebe o parecer de que sua demanda não será atendida. Por outro lado, quando a solicitação é procedente e o cliente foi atendido, ele recebe um parecer de que o trabalho foi executado, instruções de manutenção e uma pesquisa de satisfação.

O programa atende a todos os grupos de subsistemas de um edifício, porém neste estudo foram utilizados apenas os dados referentes aos chamados de clientes relativos aos SPHS.

Deste modo, foram coletados registros de assistência técnica de quinze edifícios residenciais, todos na cidade de São Paulo e com menos de cinco anos de operação. Alguns deles, ainda dentro dos prazos de garantia legal e das tabelas de garantias contratuais. Neste estudo consideram-se os dados registrados no período de 01 de abril a 31 de maio de 2016. Os dados são analisados a seguir, descritos e os resultados apresentados em gráficos e tabelas.

### 1.2.4 Organização dos dados em tabelas e gráficos

Os dados coletados precisam ser analisados em um contexto, pois a mesma manifestação patológica pode ter causas completamente diferentes dependendo do sistema envolvido e do ambiente em que está inserido. Assim, todos os dados são tabelados nos respectivos ambientes em que as patologias ocorreram e nas peças de utilização que se manifestaram. Os gráficos foram construídos com os mesmos princípios das tabelas, de modo a comparar todas as manifestações nos respectivos ambientes e peças de utilização.

### 1.2.5 Análise dos dados

Os resultados obtidos foram analisados segundo os problemas e manifestações patológicas descritas na revisão bibliográfica e conforme procedimentos de atendimento da equipe de assistência técnica da construtora.

## 1.3 Delimitações da pesquisa

O trabalho foi feito com dados de chamados de atendimento de assistência técnica de clientes de uma construtora, portanto são patologias sob o ponto de vista dos clientes, desta forma o trabalho é limitado a esta amostra e a rigor não pode ser extrapolado para análise de outras edificações que não as da amostra da construtora.

## 1.4 Estrutura do trabalho

No primeiro capítulo é apresentada a introdução ao tema, objetivo do trabalho e método utilizado. No capítulo 2 é apresentado o referencial teórico sobre as manifestações patológicas em SHPS. No capítulo 3 são apresentados os resultados, a discussão e proposta de melhorias. No capítulo 4 são apresentadas as considerações finais do estudo. As referências bibliográficas são listadas no capítulo 5.

## 2. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM SISTEMAS PREDIAIS

Os sistemas prediais são sistemas físicos, integrados a um empreendimento, e que têm por finalidade dar suporte às atividades dos usuários, suprindo-os com os insumos prediais necessários e propiciando os serviços requeridos (PCC-2465, 2014). Estes sistemas estão em constante uso e operação e tem interface com diversos outros sistemas e subsistemas do edifício.

Assim, neste capítulo são apresentadas as principais manifestações patológicas no sistema predial de água fria, sistema predial de água quente, sistema predial de esgoto sanitário e sistema predial de água pluvial, os quais juntos formam o sistema predial hidráulico-sanitário (SPHS).

### 2.1 Manifestações patológicas em SPHS e desempenho

Segundo Amorim (1989) as manifestações patológicas nos SPHS estão diretamente ligadas ao desempenho de operação do sistema e os principais requisitos são descritos a seguir.

- *estabilidade*  
O sistema não pode entrar em colapso, pelo uso, impactos acidentais ou fadiga.
- *segurança ao fogo*  
O sistema deve limitar o risco de incêndio no edifício.
- *segurança em uso*  
O SPHS deve resguardar a saúde física do usuário.
- *estanqueidade*  
O sistema não pode conter vazamentos e propagação de umidade.
- *conforto higrotérmico*  
O ambiente de uso precisa ser agradável, deve propiciar bem-estar relativamente à humidade e temperatura ambiente.
- *pureza do ar*  
O sistema precisa de ventilação e exaustão adequados.
- *conforto acústico*

O SPHS não deve produzir ruídos acima do aceitável.

- *conforto visual*

O sistema não deve causar desconforto visual ao usuário, sendo este um requisito de teor psicológico, mas que causa muito desconforto no usuário.

- *conforto tátil*

As superfícies principalmente das peças de utilização, não devem causar ferimentos ou desconforto ao usuário.

- *conforto antropodinâmico*

O sistema de SPHS deve ser ergonômico para o usuário.

- *higiene*

O sistema deve fornecer água em quantidade suficiente, qualidade esperada e depois afastar os dejetos.

- *adequabilidade de espaços*

O sistema deve ter as dimensões adequadas para uso.

- *durabilidade*

O sistema deve seguir sua vida útil de projeto.

- *economia*

Os custos globais do sistema precisam atender a disponibilidade de recursos dos usuários.

- *conservação da Natureza*

O Sistema deve preservar os recursos naturais.

## **2.2 Origem das manifestações patológicas**

Gnipper (2010) atribui que a origem das manifestações patológicas em SPHS ocorre devido aos problemas com projetos, execução, materiais e problemas de uso.

São manifestações patológicas decorrentes de projetos (GNIPPER, 2010):

- Falhas de concepção de projetos.

Os projetos não são pensados de acordo com as necessidades dos usuários e desempenho esperado.

- Erros de dimensionamento.
- Falta de especificações de materiais e serviços.

Os projetos não indicam os materiais para os quais o projeto foi concebido.

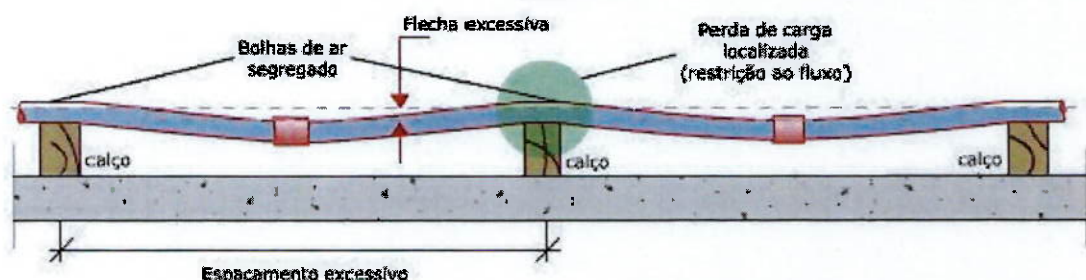
- Insuficiência ou falta de detalhes construtivos para a execução.

Não há um caderno de detalhes ou projeto de execução para facilitar a construção.

Com relação às manifestações patológicas decorrentes de execução, Martins, Hernandez e Amorim (2003) *apud* Gnipper (2010) ressaltam as seguintes causas:

- Falta de domínio do processo construtivo.
- Utilização errada de componentes, tal como apresentado na Figura 4, onde os apoios estão demasiado distantes do recomendado.
- Interpretação equivocada da documentação para execução da obra, ou desconsideração da informação.
- Falha na contratação da mão de obra e na capacitação destes funcionários.

Figura 4 - Tubulação apoiada em calços com distância superior a recomendada pelo fabricante de tubos



Fonte: Extraído de Gnipper, 2010, p.27.

São manifestações patológicas decorrentes dos materiais (GNIPPER, 2010):

- Inadequada aquisição de materiais

Aquisição de materiais em desacordo com as necessidades do projeto ou com componentes diferentes dos especificados, geralmente feitos devido a incapacidade técnica de quem está tratando do processo de aquisição.



- transporte e recebimento incorretos

Durante o transporte, carga e descarga, os materiais são submetidos a esforços aos quais não foram dimensionados.

- armazenamento incorreto

Os materiais são colocados em locais que não protegem a integridade dos produtos. Como exemplo, destaca-se o armazenamento de tubos de PVC expostos a radiação ultravioleta, apresentado na Figura 5, a qual age sobre o estabilizante do polímero provocando a perda do brilho do tubo, redução do tempo de vida útil e da capacidade de suporte a pressões hidráulicas.

Figura 5 - Armazenamento de tubos expostos ao sol



Fonte: Extraído de Gnipper, 2010, p.29.

São manifestações patológicas devido ao uso (GNIPPER, 2010):

- utilização incorreta do sistema

O usuário não respeita os limites do sistema e acaba danificando o SPHS.

- ausência ou incorreta manutenção

O usuário não realiza a manutenção necessária para preservar a vida útil e o desempenho esperados do sistema.

### 2.3 Análise de pós-ocupação nos SPHS

Amorim, Dias Junior e Souza (2004), fizeram uma análise de pós-ocupação a fim de identificar as principais manifestações patológicas nos SPHS. A análise foi feita em um conjunto habitacional de 6 edifícios com 8 pavimentos e 4 apartamentos por andar, edifícios entre 1 e 6 anos de operação, totalizando cento e noventa e duas



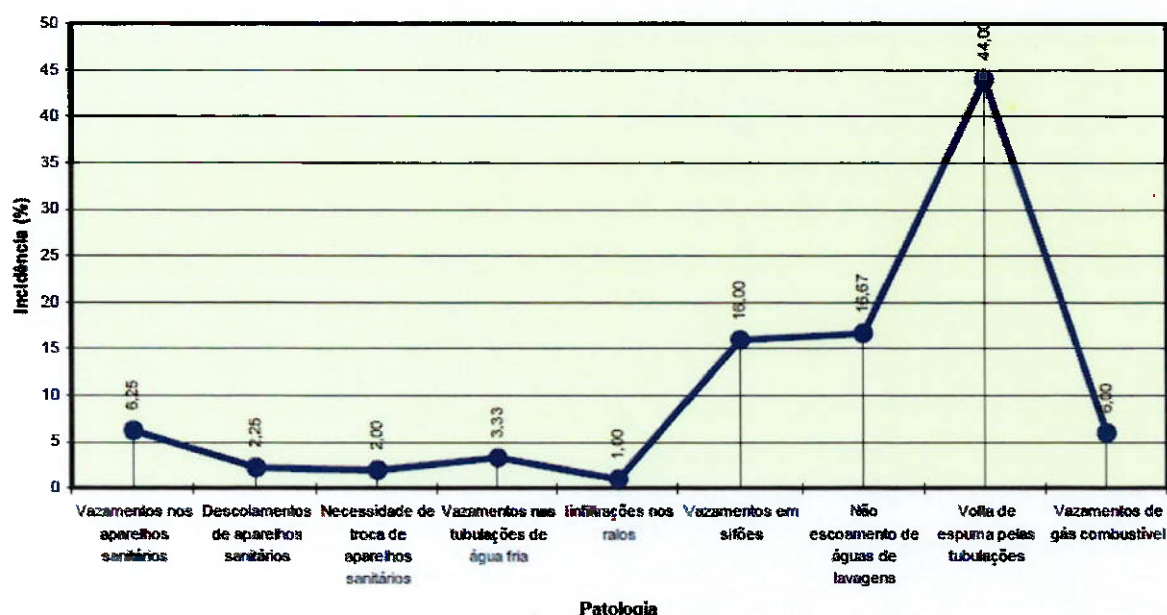
unidades habitacionais, localizadas na cidade de São Carlos, Estado de São Paulo. Foi utilizado questionário respondido por moradores, zeladores, engenheiros e encanadores que trabalharam na obra, além dos síndicos, totalizando cinquenta e sete entrevistados. Na Tabela 1 e no Gráfico 2, estão apresentados os resultados obtidos com a análise.

Tabela 1 - Porcentagem de manifestações patológicas no conjunto residencial

No.PAT.	PATOLOGIA	% DE INCIDÊNCIA
1	Vazamento nos aparelhos sanitários	6,25
7	Deslocamento de peças sanitárias	2,25
8	Necessidade de troca de aparelhos sanitários	2,00
12	Vazamento nas tubulações de água fria	3,33
25	Infiltração nos ralos	1,00
26	Vazamento em sifões	16,00
29	Não escoamento de águas de lavagens	16,67
30	Retorno de espuma pelas tubulações	44,00
34	Vazamento de gás combustível	6,00

Fonte: Extraído de Amorim, Dias Junior e Souza, 2004, p8.

Gráfico 2 - Porcentagem de ocorrência de manifestações patológicas do conjunto residencial pesquisado



Fonte: Extraído de Amorim, Dias Junior e Souza, 2004, p6.

Amorim, Dias Junior e Souza (2004) apontam que as principais manifestações patológicas encontradas no conjunto habitacional estudado são as apresentadas e descritas a seguir.

- *Retorno de espuma pela tubulação*

Esta manifestação patológica decorre da proximidade do ralo da área de serviço em relação ao tanque, causando grande turbilhonamento dentro da tubulação o que faz com que a espuma de lavagem retorne pelo ralo. Ela pode ser solucionada pelo projetista concebendo um ralo mais distante do tanque, ou a prova de retorno (dispositivos antiespuma) (AMORIM, DIAS JUNIOR E SOUZA, 2004).

- *Não escoamento de águas de lavagem*

Não há declividade adequada para escoar as águas de lavagem para os componentes de coleta. Trata-se de um problema de mão de obra na execução de contrapisos que não executa a inclinação correta para o escoamento da água.

- *Vazamento em sifões*

Problema de mão de obra, que não instala o equipamento adequadamente.

## **2.4 Sistema predial de água fria**

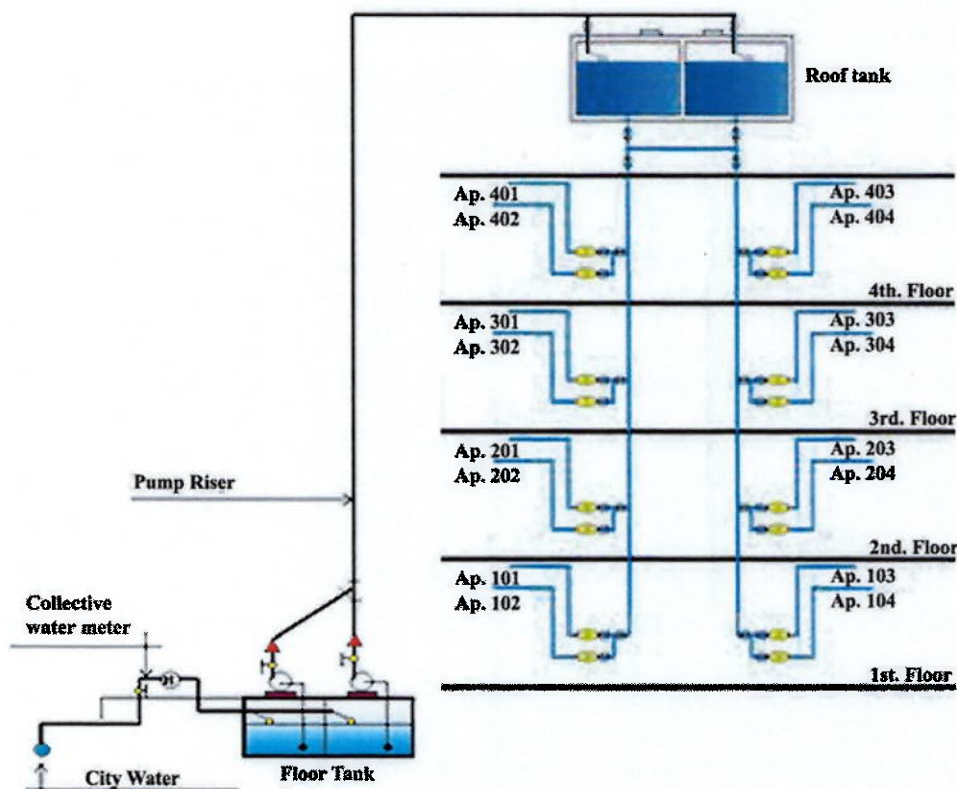
Atualmente a revisão da norma de água fria e água quente está unificando as duas normas, que tratará de todos os temas relativos a esses dois sistemas, água fria e água quente conjuntamente.

O sistema predial de água fria é um conjunto de tubos, reservatórios, peças de utilização, equipamentos e outros componentes destinados a conduzir água fria da fonte de abastecimento aos pontos de utilização, podendo ser direto, quando a água provém diretamente da fonte de abastecimento, ou indireto, quando a água provém de um reservatório do edifício, mantendo o padrão de potabilidade (PROJETO DE REVISÃO DA ABNT NBR 5626, 2016).

O sistema predial de suprimento de água deve prover, quando necessária ao uso, água de boa qualidade, em quantidade e temperatura controláveis pelo usuário, para a sua adequada utilização. Portanto, ele está diretamente ligado à saúde e higiene e, conseqüentemente, afeta todas as funções humanas relacionadas ao uso da água deste sistema. O sistema de água fria é composto pelos seguintes subsistemas: alimentação, reservação e distribuição (PCC-2465, 2014).

O sistema predial de água fria pode ter medição coletiva ou medição individualizada. Na Figura 6 está apresentado um sistema com medição individualizada que, em função da possibilidade do gerenciamento do consumo de água pela unidade habitacional, é o mais executado atualmente.

Figura 6 - Sistema predial de água fria com medição individualizada



Fonte: Extraído de Notas de aula PCC2465, 2014.

A Norma que regulamentará o sistema predial de água fria e quente será o projeto de revisão da ABNT NBR 5626 (2016). Esta norma estabelece os principais requisitos de projetos para atendimento de desempenho esperado, os quais são listados a seguir:

- preservar a potabilidade;
- garantir o fornecimento contínuo de água, em quantidade, pressão e vazão conformes para as peças de utilização e aparelhos sanitários;
- uso racional de água e energia;
- fácil acesso para manutenção;

- setorizar o sistema de distribuição adequadamente;
- peças de utilização adequadamente localizadas e de fácil operação;
- evitar a ocorrência de patologias;
- viabilizar a manutenibilidade das partes e componentes do sistema, isso pode ser entendido, como acesso as partes do sistema para as devidas intervenções ao longo do tempo;
- pressões equilibradas entre água fria e água quente a montante de misturadores.

#### 2.4.1 Principais causas e manifestações patológicas no sistema predial de água fria

Segundo Palas (2013) e Carvalho Júnior (2014) as principais causas e consequentes patologias em sistemas prediais de água fria são:

- *instalação inadequada de reservatórios*

Por vezes os espaços destinados aos reservatórios não possuem as áreas suficientes para instalação e conservação dos mesmos, prejudicando a manutenção do sistema ao longo do tempo (CARVALHO JÚNIOR, 2014).

- *falta de abastecimento do reservatório superior*

Estação elevatória subdimensionada para as necessidades do edifício, ocasionando falta de água nas peças de utilização (CARVALHO JÚNIOR, 2014).

- *rupturas em conexões do sistema, tubulações de distribuição e recalque*

Em alguns casos o sistema projetado não suporta as tensões de trabalho que acabam rompendo (CARVALHO JÚNIOR, 2014).

O rompimento pode ocorrer devido a perfurações acidentais como, por exemplo, tubulações de sub-ramais embutidos na laje, perfurados no momento da instalação de suporte para varal de secagem de roupas. Ocorrem também rompimentos devido a falhas nas conexões entre as tubulações, as quais ao longo do tempo não suportam as pressões de trabalho e rompem. Essas falhas ocorrem principalmente devido a má capacitação profissional somada a má qualidade dos materiais empregados. As tubulações metálicas são susceptíveis a corrosão e ao longo do tempo podem romper devido à oxidação do material da rede, conforme exemplificado na Figura 7.

Há também a ocorrência de rompimento das tubulações devido às dilatações lineares, as quais provocam tensões na rede que não foram previstas em projeto consequentemente, podem levar ao rompimento destas tubulações (PALAS, 2013).

Figura 7 - Exemplos de rompimento de tubulações de metal devido a oxidação



Fonte: Extraído de Palas, 2013, p. 82.

- *não atendimento dos requisitos de pressão mínima e máxima do sistema*

A Norma ABNT NBR 5626 (1998) estabelece que a pressão estática seja de 400 kPa (40 mca metros de coluna de água), a pressão dinâmica seja de 5 kPa (0,5 mca) e que a pressão de serviço não exceda em 200 kPa (20 mca) a pressão estática quando qualquer componente seja fechado.

No entanto, segundo o projeto de revisão ABNT NBR 5626 (2016), a pressão estática está proposta de 300 kPa (30m.c.a), uma diminuição de 25% da pressão exigida em relação a norma de água fria ainda em vigor. Isto contribuirá para a redução de rompimentos de tubulações e, consequentemente, de vazamentos.

- *problemas no sistema de distribuição de água pressurizada*

Em edifício os últimos pavimentos não possuem a altura manométrica suficiente para transmitir energia potencial gravitacional para que o sistema atinja as pressões estática, dinâmica e de serviço indicadas pela norma ABNT NBR 5626 (1998). Para atingir essas pressões uma parte do sistema deve ser pressurizada a fim de distribuir água nos últimos pavimentos e pontos mais distantes (CARVALHO JÚNIOR, 2014).

- *problemas na válvula redutora de pressão*



As válvulas redutoras de pressão são instaladas no sistema para assegurar que a pressão estática, dinâmica e serviço não excedam o recomendado pela norma ABNT NBR 5626 (1998), pois as tubulações e as peças de utilização não suportam pressões acima das especificadas pela norma e podem romper e vaziar nas conexões (CARVALHO JÚNIOR, 2014).

- *vazamentos em tubulações*

Pode ocorrer principalmente devido a falhas nas conexões, pressões excessivas, rompimento das tubulações e manutenção incorreta.

- *mau funcionamento de válvulas de descarga*

Tais como vazão insuficiente para carregar os dejetos e também limpar a louça sanitária, vazão excedente provocando desperdício de água e demora para fechamento e interrupção do fluxo (CARVALHO JÚNIOR, 2014).

- *ruídos e vibrações*

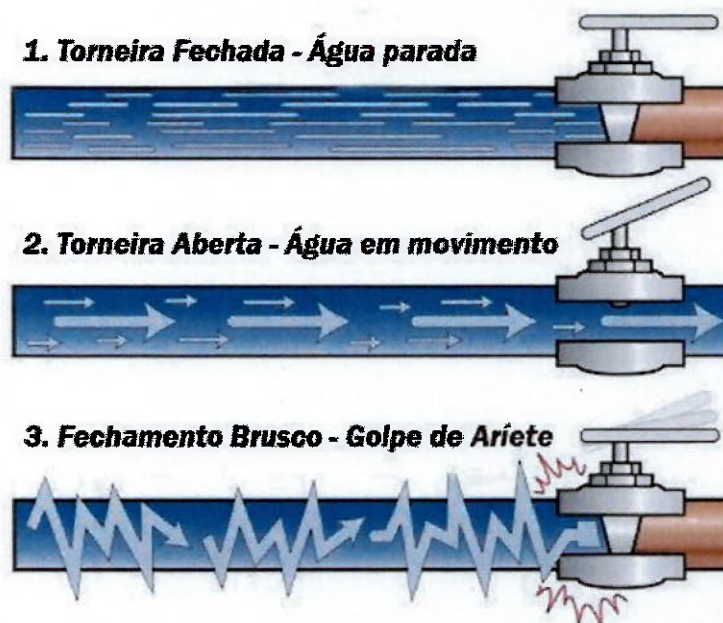
O escoamento no sistema provoca ruídos que se propagam pela via aérea ou através de vibrações que se propagam na estrutura, uma vez que os ramais e sub-ramais são conectados a estrutura. Por esse motivo as ondas se propagam causando incômodo aos usuários (CARVALHO JÚNIOR, 2014).

Há casos de ruídos devido a excessiva velocidade de escoamento da água no interior das tubulações, que também podem ocorrer devido a mudanças nos diâmetros das tubulações e mudanças no traçado das mesmas; golpe de ariete provocado devido a velocidades elevadas e fechamentos bruscos provocados por algumas peças de utilização. Além disso, bombas de recalque, pressurização e redução são fontes de ruídos enquanto estão em operação (PALAS, 2013).

A ABNT NBR 5626 (1998) também descreve a respeito de ruídos nas instalações de água fria, sendo que os principais causadores de ruídos são projetos com velocidades de escoamento altas. A norma recomenda a velocidade da água em 3 m/s, pois quando a velocidade está elevada o choque da água com peças tipo curvas, pode gerar cavitação e, conseqüentemente, ruídos nas tubulações. Há também o caso de peças, como registros e válvulas que cessam o escoamento bruscamente, esta interrupção brusca provoca o fenômeno conhecido como golpe

de aríete e, conseqüentemente, causa ruídos nas tubulações. O recomendado, segundo a ABNT NBR 5626 (1998) é não usar tais peças e se usar, procurar instalar atenuadores para evitar os problemas causados pelo golpe de aríete, ilustrado na Figura 8.

Figura 8 - Golpe de aríete devido ao fechamento brusco de registro



Fonte: <https://multipros.wordpress.com/tag/encanador-conserto-de-cano-furado/>. Acesso 03 jul. 2016.

- *entupimento*

Ao longo do tempo, material particulado dissolvido na água, vai se acumulando em camadas em pontos da tubulação levando ao entupimento (CARVALHO JÚNIOR, 2014).

- *excesso de adesivo nas juntas das tubulações*

As ligações entre os tubos e conexões de PVC são feitas com adesivos plásticos que em excesso atacam o PVC da união e provocam vazamentos (CARVALHO JÚNIOR, 2014).

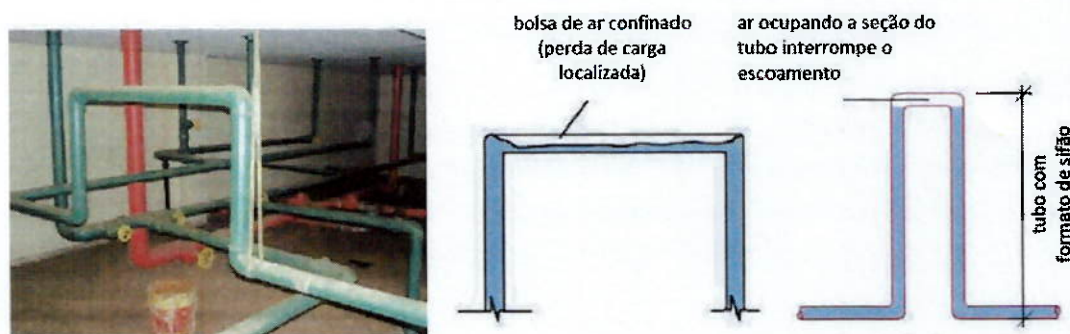
- *refluxo de água*

É o escoamento de água proveniente de qualquer outra fonte, que não a fonte de abastecimento prevista, para o interior da tubulação destinada a conduzir água desta fonte, conforme ABNT NBR 15575-6 (2013).

- *ar nas tubulações de água fria*

O ar disperso na água pode se desprender e acumular em colos altos, podendo provocar a obstrução do sistema, isso ocorre devido a execução incorreta do sistema que cria sifões invertidos no sistema, esses sifões acabam acumulando ar e impedindo a passagem de água (CARVALHO JÚNIOR, 2014), conforme apresentado na Figura 9.

Figura 9 - Ar nas tubulações de água fria



Fonte: Extraído de Gnipper, 2010, p.26

#### 2.4.2 Recomendações da norma NBR 5626 para o sistema predial de água fria

A proposta de revisão da ABNT NBR 5626 (1998) não cita quais são os problemas que causam manifestações patológicas nos sistemas prediais, no entanto estabelece procedimentos de uso e manutenção que evitarão os problemas e consequentes manifestações patológicas. Tais procedimentos de manutenção do sistema devem ser especificados no projeto e fornecidos pelo construtor ao usuário do sistema.

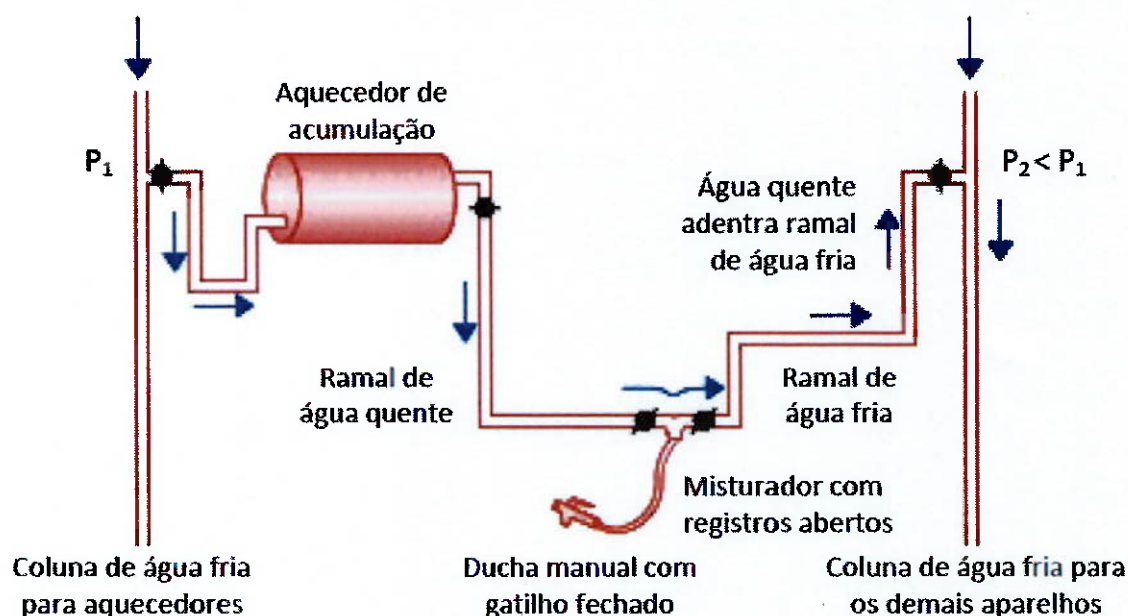
A ABNT NBR 5626 (1998) descreve a degradação das tubulações do sistema, no caso específico do PVC, há os problemas relacionados à utilização de produtos químicos derivados de petróleo que podem entrar em contato com a rede e estes são corrosivos para as tubulações de PVC.

Além disso, há também o problema que as tubulações de PVC não suportam altas temperaturas e em alguns tipos de peças de utilização o registro de água quente acaba deixando passar água quente para a tubulação de água fria. O exemplo



desse fato são duchas higiênicas instaladas em banheiros e operadas somente pelo jato, ficando os registros abertos permitindo o escoamento de água (Figura 10).

Figura 10 - Penetração de água quente em tubulação de água fria através de misturador de ducha com gatilho



Fonte: ALTOQI, 2005, extraído de Gnipper, 2010, p. 3.

## 2.5 Sistema predial de água quente

O sistema de água quente é conjunto de tubos, reservatórios, peças de utilização, equipamentos e outros componentes destinados a produzir, eventualmente armazenar, e a conduzir água quente da fonte geradora aos pontos de utilização mantendo o padrão de potabilidade (PROJETO DE REVISÃO DA ABNT NBR 5626, 2016).

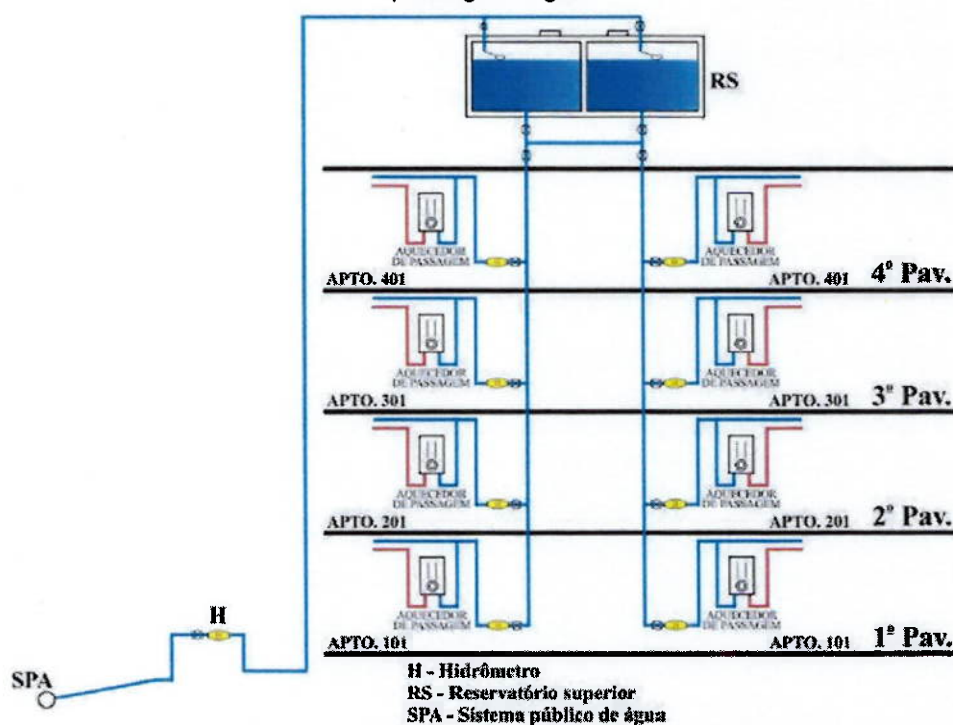
Segundo Carvalho Júnior (2013), o sistema predial de água quente é composto pelos componentes: tubulação fria de abastecimento, geradoras e reservação de água quente, dispositivos de segurança, tubulação de água quente e peças de utilização e o sistema de recirculação. O sistema é regulamentado pela ABNT NBR 7198 (1993) e deve atender aos seguintes requisitos de desempenho:

- fornecer água quente com segurança para o usuário e dentro dos parâmetros de velocidade e temperatura;
- preservar a qualidade da água;

- conforto na utilização;
- baixo consumo de energia;

A Figura 11 ilustra, respectivamente, o sistema predial de água quente com medição individualizada em edifício residencial, dotado de sistema de aquecimento central privado, com aquecedor de passagem a gás.

Figura 11 - Sistema predial de água quente com medição individualizada com aquecedor de passagem a gás



Fonte: Extraído de Notas de aula PCC2465, 2014.

### 2.5.1 Principais causas e manifestações patológicas no sistema predial de água quente

Para Carvalho Júnior (2013) as principais causas e consequentes patologias nos sistemas prediais de água quente são:

- *dimensionamento incorreto dos aquecedores*

O sistema é subdimensionado para o total de números de pontos de utilização.

- *condução de água quente com temperatura e pressão excessivos*

Provoca deformações na tubulação que podem levar a rompimentos.

- *retorno de água quente para a tubulação de água fria*

A tubulação de água fria não suporta as solicitações da água quente na tubulação e provocam a ruptura do sistema.

- *superdimensionamento das tubulações*

A tubulação trabalha como reservatório e demora mais para fornecer água quente nas peças de utilização.

- *perda de temperatura nos pontos de utilização*

Além das manifestações patológicas apresentadas, outras no sistema predial de água quente são mencionadas por Pedroso (1997), Afonso (2004) e Afonso e Rodrigues (2007) *apud* Palas (2013), quais sejam:

- *variação de vazão e temperatura* nos pontos de utilização, provocando desconforto aos usuários;
- *inadequado isolamento térmico da tubulação;*
- *rompimentos devido à elevada dilatação* do sistema, o qual pode não suportar as tensões impostas (AFONSO, RODRIGUES, 2007; *apud* PALAS, 2013).

## 2.5.2 Recomendações da norma NBR 7198 para o sistema predial de água quente

A ABNT NBR 7198 (1993) descreve as características essenciais de projeto, execução e aceitação dos trabalhos relacionados aos sistemas prediais hidráulico de água quente. A norma não faz recomendações de manutenção e não aborda as principais manifestações patológicas do sistema, no entanto ela apresenta alguns parâmetros que necessariamente devem ser seguidos a fim de que o sistema funcione com o desempenho esperado, conforme listado a seguir:

- a velocidade da água dentro da tubulação não deve passar de 3 m/s;
- o projetista no momento de especificar o material deve levar em consideração a necessidade de isolamento térmico das tubulações;
- a dilatação térmica do material deve ser considerada para adoção de sistema de ancoragens necessários para suportar as tensões impostas na rede.

## 2.6 Sistema predial de esgoto sanitário

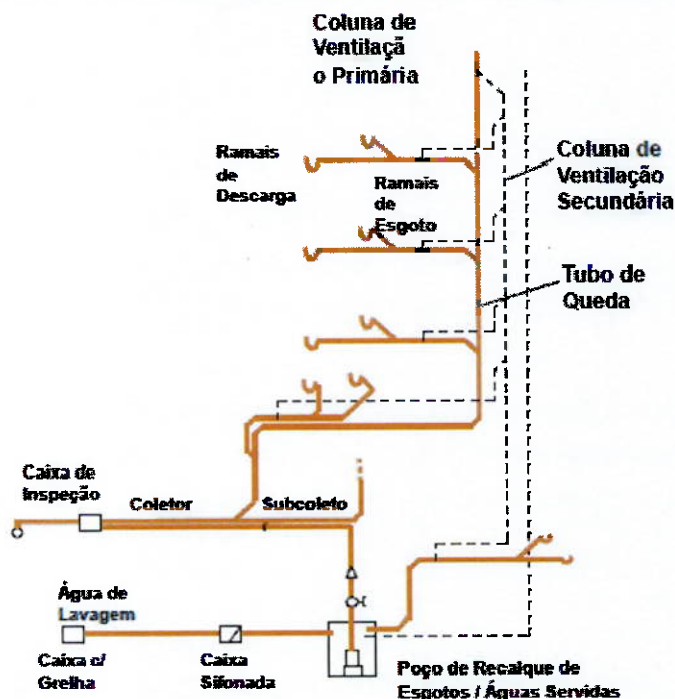
O sistema predial de esgoto sanitário é um conjunto de tubulações e acessórios destinados a coletar, transportar o esgoto sanitário, garantir o encaminhamento dos gases para a atmosfera e evitar o encaminhamento dos mesmos para os ambientes sanitários (ABNT NBR 8160,1999).

A ABNT NBR 8160 (1999) recomenda que o sistema predial de esgoto sanitário deve ser projetado de modo a:

- evitar a contaminação da água garantindo sua qualidade;
- permitir o rápido escoamento das águas utilizadas e despejos sanitários;
- impedir a saída de gases para o interior de áreas de utilização;
- impedir que corpos estranhos entrem no sistema;
- permitir o fácil acesso aos componentes do sistema para inspeção;
- impossibilitar o acesso de esgoto ao subsistema de ventilação;
- permitir a fixação dos aparelhos sanitários somente por componentes que facilitem a sua remoção para possíveis manutenções.

Na Figura 12 está ilustrado o sistema predial de esgoto sanitário do tipo com ventilação secundária. No esquema, além do prolongamento do tubo de queda para a atmosfera, denominado ventilador primário, também é apresentada uma coluna de ventilação secundária que é ligada aos ramais de ventilação que, por sua vez, são conectados aos ramais de esgotos.

Figura 12 - Sistema de esgoto sanitário com ventilação secundária



Fonte: Extraído de Notas de aula PCC2465, 2014.

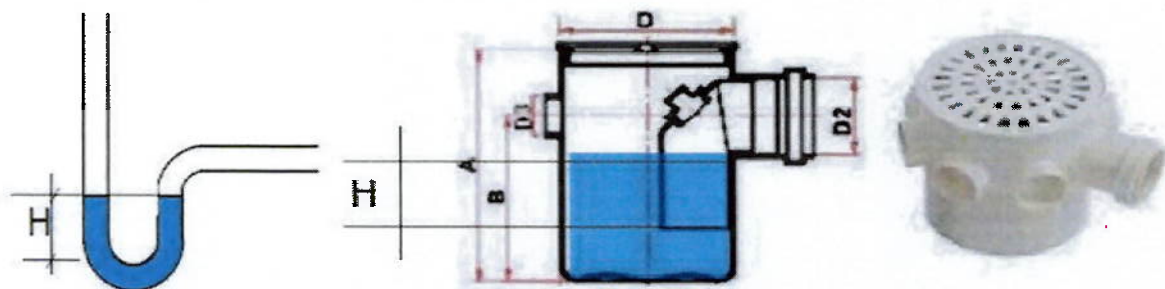
### 2.6.1 Principais causas e manifestações patológicas no sistema predial de esgoto sanitário

Para Carvalho Júnior (2013) as principais causas e consequentes manifestações patológicas nos sistemas prediais de esgoto sanitário são:

- *mau cheiro em ambientes devido aos fenômenos que afetam os fechos hídricos*

O fecho hídrico de sifões e ralos sifonados impedem o retorno de gases e odores para o ambiente. Para isso, a ABNT NBR 8160 (1999) recomenda a altura mínima 5 cm para o fecho hídrico do desconector e, assim, impedir o retorno de gases para o ambiente sanitário. Quando a água seca por evaporação ou o fecho hídrico é rompido por pressões negativas ou positivas na rede, a vedação contra odores é rompida e gases entram no ambiente (CARVALHO JÚNIOR, 2013; PALAS, 2013). Na Figura 13 são ilustrados os exemplos de desconectores que protegem ralos de banheiros, lavatórios e pias de cozinha.

Figura 13 – Exemplos de desconectores em sifão e caixa sifonada



Fonte: Extraído de Notas de aula PCC2465, 2014.

- *mau cheiro devido à ventilação do sistema de esgoto incorreta ou ausente*

Se o sistema de esgoto não possui um sistema de ventilação com a função de manter o equilíbrio das pressões no sistema de modo a evitar o rompimento dos fechos hídricos e, conseqüentemente, permitir a entrada de mau cheiro nos ambientes sanitários.

Segundo a ABNT NBR 8160 (1999) o sistema de ventilação pode ser primário quando o tubo de queda é prolongado para a atmosfera e secundário quando há uma tubulação vertical paralela ao tubo de queda exclusivamente para ventilar o sistema. Os fenômenos relacionados aos rompimentos dos fechos hídricos nos sifões e conseqüente entrada de odores fétidos nos ambientes sanitários. São eles: evaporação, auto-sifonagem, sifonagem induzida e sobrepressão, descritos a seguir.

– *evaporação*

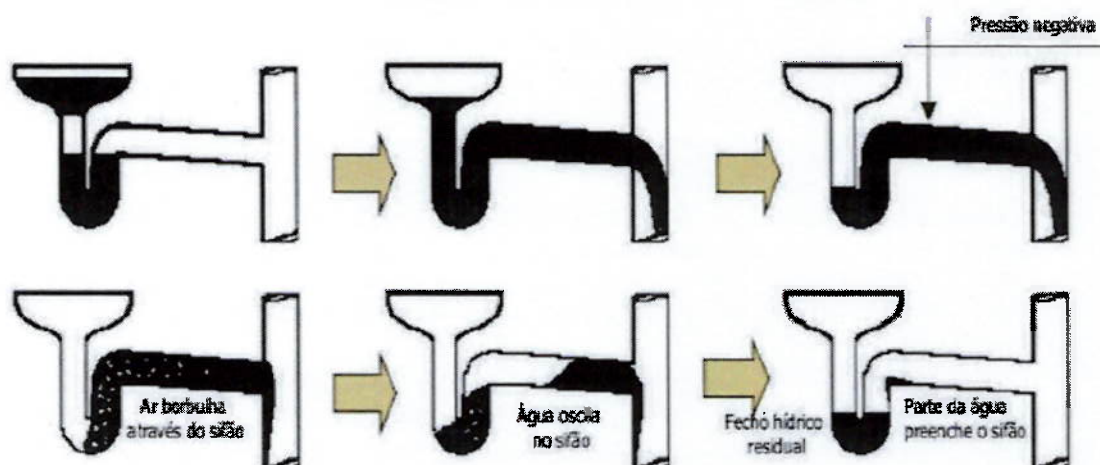
Está diretamente ligada à utilização dos aparelhos sanitários, da velocidade de evaporação da água, das características do local e também da área de exposição. Este conjunto leva ao rompimento do fecho hídrico e conseqüente passagem de gases para o ambiente.

– *auto-sifonagem*

É uma Redução de fecho hídrico pelo escoamento do aparelho sanitário através do sifão. Na Figura 14 está ilustrado o fenômeno.



Figura 14 – Sequência do fenômeno da auto-sifonagem



Fonte: Extraído de Palas 2012 p.86

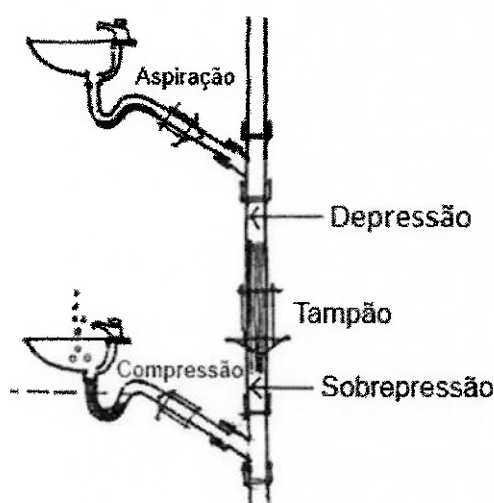
– *sifonagem induzida*

Redução de fecho hídrico devido a ação de descargas simples ou combinadas nos fechos hídricos dos aparelhos não utilizados durante estas descargas. A sifonagem induzida é provocada por pressão negativa e pode ocorrer por escoamento no ramal ou no tubo de queda. Na Figura 15 está ilustrado o fenômeno.

– *sobrepressão*

Ocorre em regiões próximas a conexão entre o tubo de queda e o subcoletor e também próximo a regiões com mudanças de direção na rede. Este fenômeno gera pressão positiva e faz com que os gases borbulhem nos fechos hídricos e entrem no ambiente. Na Figura 15 está ilustrado o fenômeno.

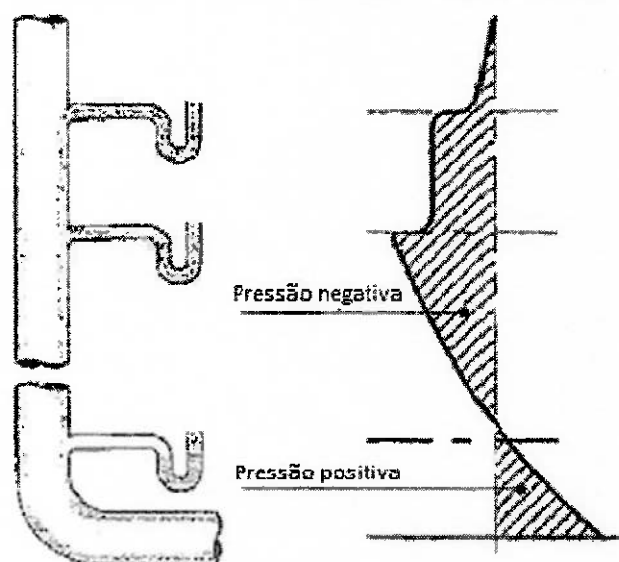
Figura 15 – Exemplo de ocorrência de sifonagem induzida e de sobrepressão



Fonte: Extraído de Palas 2012 p.86

Na Figura 16, as zonas de pressão negativa estão sujeitas à autosifonagem, sifonagem induzida por escoamento no ramal e sifonagem induzida por escoamento no tubo de queda. A zona de pressão positiva ocorre na mudança de direção do escoamento de vertical para horizontal, ou seja, do tubo de queda para o subcoletor.

Figura 16 - Diagrama de pressões entre pavimentos



Fonte: Extraído de Palas, 2013, p. 90.



- *mau cheiro e vazamento devido à instalação incorreta da bacia sanitária*

Ocorre quando a bacia sanitária é instalada sem encaixe perfeito ou mesmo sem o anel de vedação de odores (PALAS, 2013).

- *entrada de esgoto na tubulação de ventilação*

A conexão entre o sistema de esgoto e a ventilação deve ocorrer em um ponto que seja no mínimo 15 cm mais alto que a mais alta das peças de utilização, a bacia sanitária, uma vez que os efluentes dos lavatórios são conduzidos para a caixa sifonada.

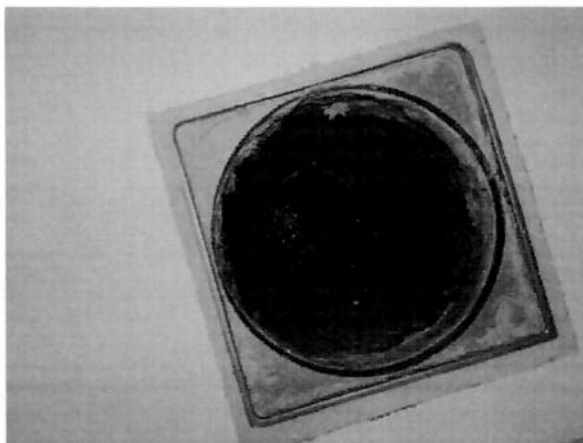
- *vazamento em tubulações ocorre principalmente devido a (CARVALHO JÚNIOR, 2013):*

- incorreta instalação da bacia sanitária, que não é devidamente instalada com o anel de vedação e ligada na tubulação do tubo de queda;
- movimentação da tubulação;
- desentupimento por meio de produtos químicos;
- desentupimento por meio de varetas;
- água fervente dentro da tubulação de PVC;
- incorreta conexão entre ralos e tubulação.

- *entupimento das tubulações*

Ocorre principalmente devido a má utilização do sistema pelo usuário. O entupimento na cozinha ocorre devido a restos de comida e gordura lançados na pia, pois esse material ao longo do tempo obstrui a tubulação. Entupimentos em banheiros, ocorrem na bacia sanitária, lavatório e ralo do box. Na bacia sanitária o ramal de descarga acaba entupindo devido aos usuários utilizarem a bacia sanitária como lixeira. Em ralo de box o entupimento ocorre devido ao acúmulo de cabelo e gordura na tubulação como apresentado na Figura 15. Entupimentos em área de serviço ocorrem devido a fiapos e pequenos objetos que entram na rede (CARVALHO JÚNIOR, 2013).

Figura 17 – Ralo sifonado entupido.

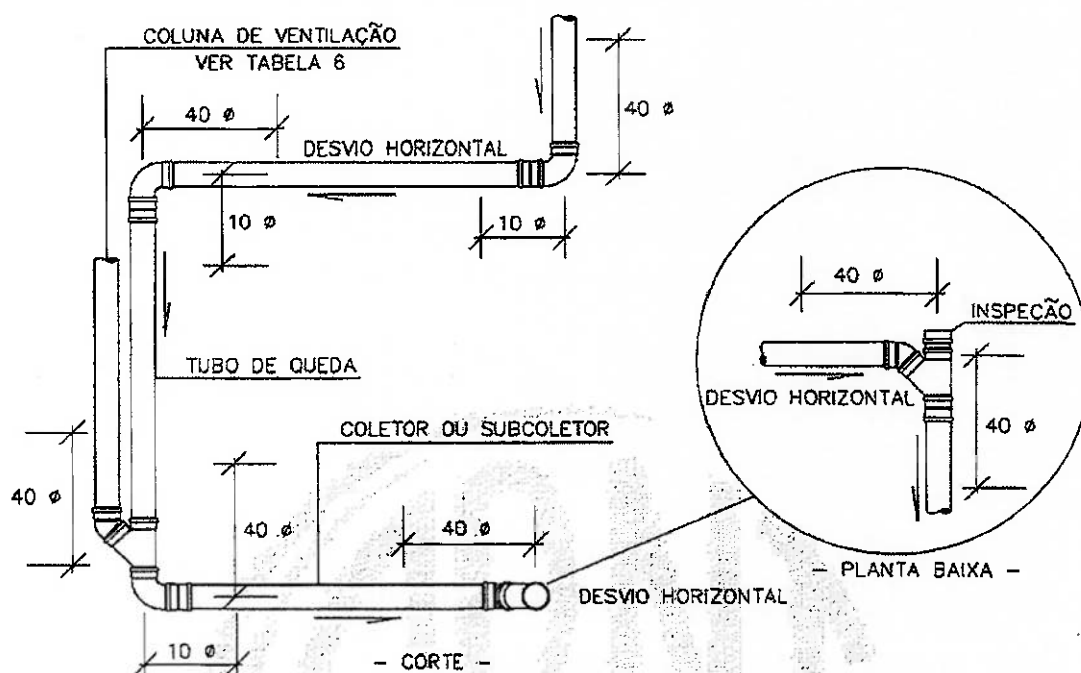


Fonte: Autor (2016).

- *retorno de espuma nas instalações*

Ocorre quando a tubulação de esgoto está conectada em região sujeita a sobrepressão na rede (CARVALHO JÚNIOR, 2013). Na Figura 18 estão apresentadas as zonas de sobrepressão, onde devem ser evitadas ligações de tubulações de esgoto ou de ventilação e na Figura 19 o exemplo da ocorrência da patologia.

Figura 18 - Zonas de Sobrepressão.



Fonte: Extraído de ABNT NBR 8160/1999. p.6

A ABNT NBR 8160 (1999) descreve essas regiões como:

- trecho de comprimento igual a 40 diâmetros logo em seguida do desvio para a horizontal;
- trecho de comprimento de 10 diâmetros logo a jusante do mesmo desvio;
- trecho horizontal de comprimento de 40 diâmetros logo após a montante próximo desvio;
- trecho de comprimento de 40 diâmetros a montante da base do tubo de queda e trecho do coletor ou subcoletor a jusante desta base;
- os trechos a montante e jusante do primeiro desvio na horizontal do coletor de 40 diâmetros ou do subcoletor de 10 diâmetros;
- trecho da coluna de ventilação de 40 diâmetros a partir da ligação com a base do tubo de queda ou ramal de esgoto.

Figura 19 – Retorno de espumas em tubulações de captação de esgoto de tanque e máquina de lavar



Fonte: Extraído de Notas de aula PCC2465, 2014.

Além das manifestações patológicas citadas, Palas (2012) acrescenta os ruídos nas instalações de esgoto sanitário que ocorrem geralmente devido a traçado inadequado, mau isolamento e instalação deficiente. Para a autora os principais problemas que resultam em patologias são sifonagem, erros de projeto e erros de execução.

Segundo Paiva (2006) *apud* Palas (2012), os problemas são:

- *retenção de efluentes sólidos e gorduras na rede coletora*

- *problemas de sifonagem, rompimento do fecho hídrico*
- *deficiente capacidade de arrastamento nas tubulações*
- *imprudência dos usuários ao utilizarem as peças de utilização de modo incompatível com o dimensionamento do sistema*
- *deficientes pontos de inspeção da rede coletora*
- *rompimento das tubulações*

No que refere às juntas, o rompimento ocorre geralmente devido ao envelhecimento dos materiais, dilatação e assentamento da rede.

- *desempenho deficiente dos materiais*

Como por exemplo o uso de PVC em redes coletoras de esgoto que transportara efluentes com temperaturas acima de 40 graus.

- *depressões e sobrepressões*

Ocorrem principalmente devido a falta de ventilação na rede ou mau dimensionamento do sistema. Podem provocar o rompimento da rede devido a golpes de aríete que podem acontecer quando o sistema não possui a ventilação adequada.

### **2.6.2 Recomendações da norma NBR 8160 para o sistema predial de esgoto sanitário**

A ABNT NBR 8160 (1999) não especifica quais são os principais problemas relativos a manifestações patológicas do sistema, mas pontua quais as principais precauções que devem ser tomadas a fim de que o sistema atenda ao desempenho esperado, as quais são descritas a seguir.

- As juntas entre as peças devem ser estanques para água e ar, suas conexões não devem diminuir a seção dos tubos. É vedada a utilização de dilatação para modificar seções ou fazer junção entre conexões.
- As fixações devem ocorrer de maneira que não causem deformações no sistema, garanta a declividade adequada para não ocorrer depósito de dejetos.
- Durante a obra o sistema deve ser protegido, suas tampas devem estar instaladas evitando que material estranho ao sistema entre nas tubulações, também se deve

proteger os tubos de PVC da ação do sol, o qual enfraquece a resistência dos tubos e, conseqüentemente, diminui a vida útil do sistema.

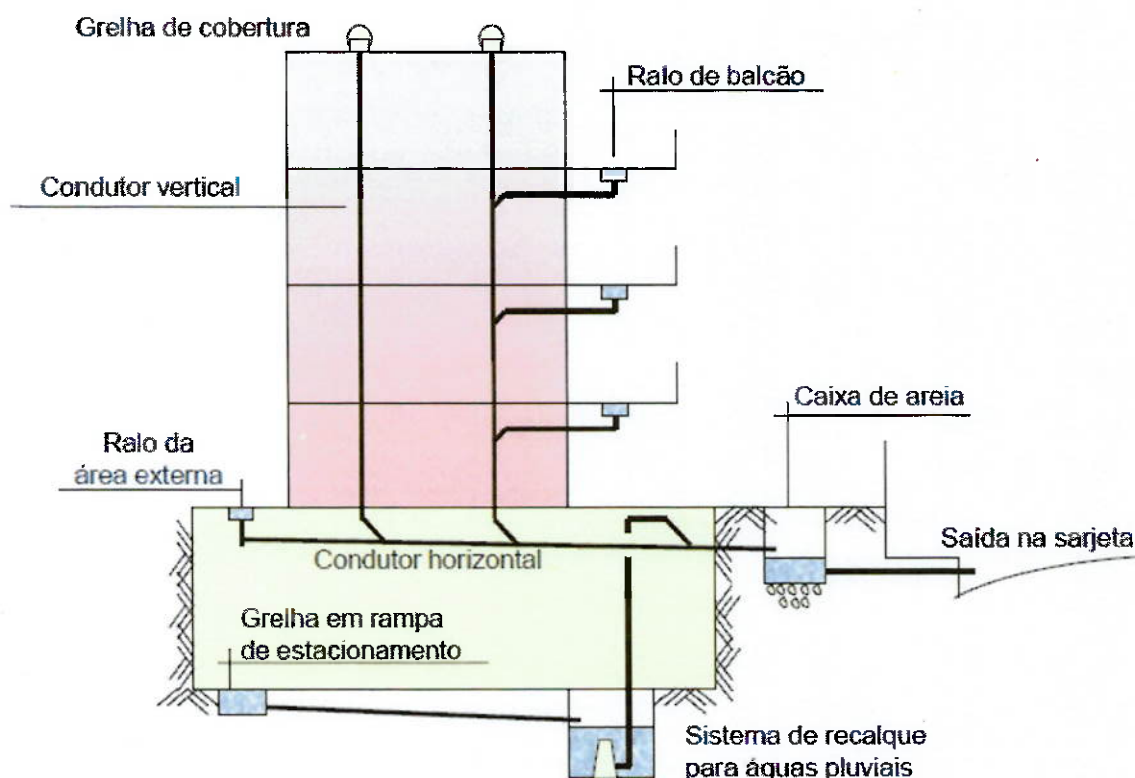
A ABNT NBR 8160 (1999) também recomenda a necessidade de inspeção periódica a fim de atestar sobre a sanidade do sistema relativamente ao seu envelhecimento natural e também devido incorreto uso pelos usuários.

## 2.7 Sistema predial de águas pluviais

O sistema predial de águas pluviais é o conjunto de tubulações, conexões e tanques para captar, armazenar e conduzir para o sistema público de água pluvial as águas provenientes das chuvas, as quais são captadas pelos telhados, lajes, calhas, pátios e quais querem outros locais que possam receber águas provenientes de chuvas.

Este sistema é constituído pelos seguintes componentes segundo a ABNT NBR 10844 (1989) e exemplificado na Figura 20.

Figura 20 – Sistema predial de águas pluviais.



Fonte: Extraído de Notas de aula PCC2465, 2014.

A ABNT NBR 10844 (1989), estabelece que o sistema predial de águas pluviais deve apresentar os seguintes requisitos de desempenho:

- ser estanque;
- coletar e conduzir as águas pluviais;
- permitir limpeza e desobstrução do sistema;
- suportar as variações térmicas;
- resistir a choques mecânicos;
- resistir a intempéries;
- não provocar ruídos excessivos;
- resistir a pressões que pode ser submetido;
- assegurar resistência e durabilidade.

#### 2.7.1 Principais causas e manifestações patológicas no sistema predial de águas pluviais

Segundo Carvalho Júnior (2014) as principais causas e consequentes manifestações patológicas no sistema predial de águas pluviais são:

- *vazamento em condutores verticais*

Pode ocorrer em edifícios com mais de 4 pavimentos e que as tubulações estejam obstruídas. Caso isso ocorra é necessário verificar se não há folhas obstruindo a tubulação, subdimensionamento no número de condutores ou diâmetro, além da declividade das calhas como mostrado na Figura 21.

Figura 21 – Calha com declividade invertida ao ponto de captação

Ponto de  
captação, Ralo



Água empoçada  
devido à  
declividade  
invertida

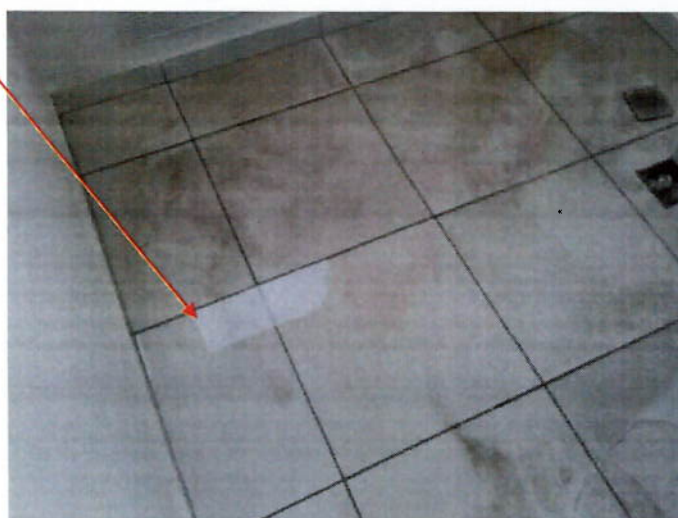
Fonte: Autor (2016).

- *empocamento de águas pluviais em lajes*

Ocorre devido à declividade incorreta das lajes para os pontos de captação. O recomendável é uma inclinação de 0,5% para o ralo de captação. Na Figura 22 é ilustrado um caso ocorrido em área de serviço.

Figura 22 – Empocamento em laje devido ausência de declividade para a captação do ralo

Espelho de água



Ponto de  
captação, Ralo

Fonte: Autor (2016).



- *entupimento*

Ocorre devido a materiais sólidos como folhas, areia e plásticos que podem entrar nas tubulações e provocar as obstruções.

- *ruídos na tubulação*

Ocorre devido aos turbilhões no momento do escoamento da água pluvial.

## 2.7.2 Recomendações da norma NBR 10844 para o sistema predial de águas pluviais

A ABNT NBR 10844 (1998) não especifica quais são os principais problemas relativos a manifestações patológicas do sistema, mas pontua quais as principais precauções que devem ser tomadas a fim de que o sistema atenda ao desempenho esperado, as quais são descritas a seguir.

- *coberturas horizontais de lajes*

- a superfície da laje deve ter declividade mínima de 0,5% para os pontos de captação;
- a drenagem deve ser feita por mais de um ponto de captação;
- fazer mais de um caimento e pontos de captação quando a área for muito grande;
- trechos perimetrais de coberturas que podem receber água devem receber calhas ou platibandas;
- usar ralos hemisféricos onde os ralos planos podem obstruir.

- *calhas*

- declividade mínima de 05%;
- dimensionadas segundo a maior área de contribuição;
- em caso de não poder transbordar, deve se prever extravasadores;
- em calhas de beiral ou platibanda, mudanças de direção de escoamento devem majorar a vazão segundo tabela normativa.

- *condutores vertical e horizontal*



- deve seguir a declividade mínima de 0,5% quando horizontais e o diâmetro mínimo de 70mm e preferencialmente em uma só prumada quando verticais.

## **2.8 Manifestações patológicas mais frequentes atendida pela equipe de assistência técnica.**

Os dados deste trabalho são relativos a edifícios que tem entre um e cinco anos de idade, assim uma infinidade de manifestações patológicas ainda não ocorreu nas edificações, outro dado relevante é que as manifestações patológicas são detectadas a partir da ótica dos clientes. Assim, pode existir uma série de manifestações patológicas que não são percebidas e que podem ou não, no futuro, representar um problema para o usuário do sistema. Deste modo, a literatura pesquisada pode não estar em conformidade com a percepção do usuário e a questão da ocorrência de uma manifestação patológica está diretamente ligada ao desempenho esperado do sistema.

### **2.8.1 Principais chamados de assistência técnica da construtora em SPHS**

- Sistema predial de água fria
  - As falhas ocorrem em peças de utilização com algum desempenho abaixo do esperado, tais como registros e duchas com vazamentos, espanados ou obstruídos e ainda pias mau instaladas, soltas ou danificadas.
- Sistema predial de esgoto sanitário
  - Ocorrem geralmente devido a problemas de mau cheiro devido ao rompimento do fecho hídrico segundo já descrito pela bibliografia. Também temos problemas de obstrução e refluxo por sobre pressão nas peças de utilização.
  - Há também os vazamentos nas tubulações de esgoto que se manifestam dentro de *shafts* e sobre os forros de banheiros.
- Sistema predial de águas pluviais
  - A falha ocorre em forros e lajes devido a infiltrações por águas acumuladas ou por tubulações rompidas.

Os problemas listados são observados de início de operação do sistema. Ressalta-se que essas manifestações patológicas nem sempre possuem relação com a bibliografia levantada no estudo, uma vez que os edifícios são novos, os sistemas ainda não estão em equilíbrio com os usuários.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos na coleta de dados, nos quais é possível identificar as principais falhas de execução e manifestações patológicas, os ambientes em que elas ocorrem e em quais componentes do sistema SPHS.

Os resultados estão apresentados em tabelas e gráficos. Na Tabela 2 e no Gráfico 3 são apresentadas todas as falhas e manifestações patológicas que ocorreram nos 15 edifícios residenciais. Nas Tabelas 3 a 7 e nos Gráficos 4 a 8 são apresentadas as falhas e manifestações patológicas nos respectivos ambientes que ocorreram: banheiro suíte, cozinha, lavabo/banheiro social, área de serviço e terraço social. No Gráfico 8 está apresentada a divisão das ocorrências das falhas e manifestações patológicas entre os SPHS estudados.

Para explicar os resultados são separados os sistemas de água fria, água quente, esgoto sanitário, águas pluviais e identificados que no período não ocorreu patologias segundo, os chamados, nas instalações de água quente. Foram feitas as análises de todas as ocorrências, suas causas prováveis, o procedimento da empresa em relação ao problema e em alguns casos foram propostas ações para resolver as ocorrências.

Para o estudo são analisados dados de chamados de assistência técnica de 15 edifícios residenciais, com idades variando entre 1 a 5 anos. Os SPHS dos edifícios foram projetados seguindo as Normas da ABNT, construídos com PVC, CPVC e PPR com mão de obra própria e utilizando peças de utilização das marcas mais conhecidas do mercado. As tubulações são embutidas em forros, sancas e *shafts* para facilitar o acesso e manutenção recomendado pelas normas. Os chamados analisados são do período de 01/04/2016 a 31/05/2016.

O total de ocorrências no período foi de 603 chamados, destes 315 foram chamados de áreas comuns abertos pelos síndicos. Como o trabalho é sobre as falhas e manifestações patológicas nas unidades residenciais, foram excluídas essas chamadas dos síndicos. Assim, restam 288 chamados referentes às unidades, sendo que 95 são de patologias em SPHS, representando 33% de todas as solicitações de assistência técnica nos apartamentos.

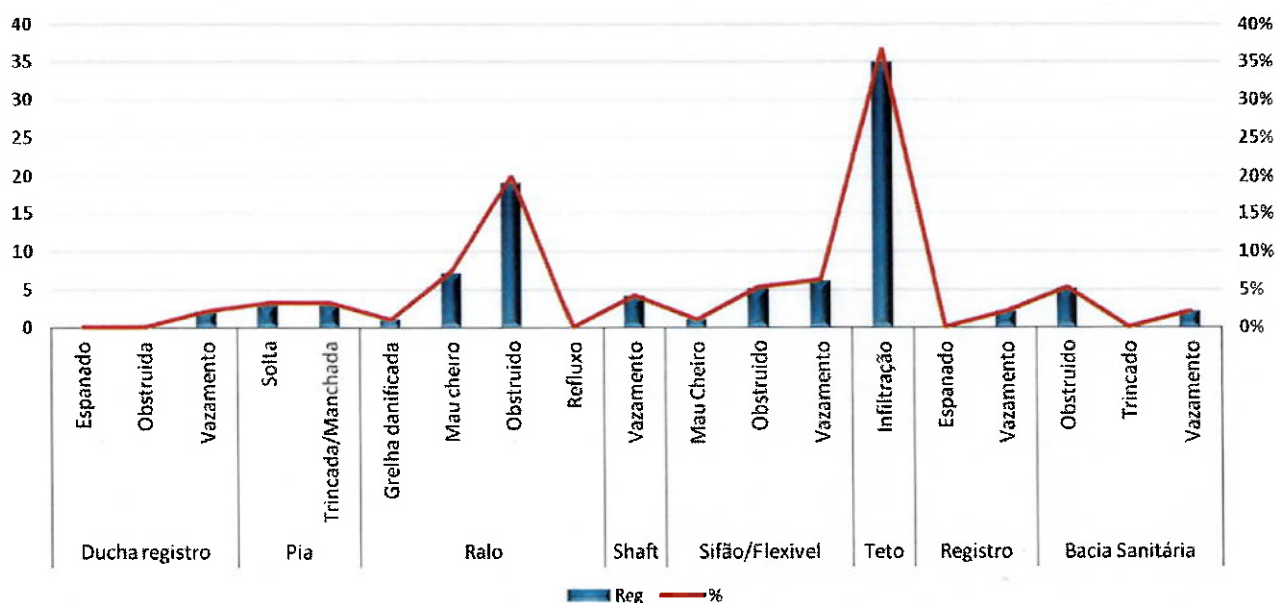
Na Tabela 2 são apresentadas as falhas e manifestações patológicas ocorridas em todos os 15 edifícios, as quais são de 95 ocorrências nos respectivos problemas. No Gráfico 3 está ilustrada a comparação entre as ocorrências.

Tabela 2 – Problema e manifestações patológicas de SPHS nos edifícios da amostragem

Patologias ocorridas nos edifícios					
Peças de Utilização	Patologia	Reg	%	Total	%
Ducha registro	Espanado		0%	2	2%
	Obstruída		0%		
	Vazamento	2	2%		
Pia	Solta	3	3%	6	6%
	Trincada/Manchada	3	3%		
Ralo	Grelha danificada	1	1%	27	28%
	Mau cheiro	7	7%		
	Obstruído	19	20%		
	Refluxo		0%		
Shaft	Vazamento	4	4%	4	4%
Sifão/Flexível	Mau Cheiro	1	1%	12	13%
	Obstruído	5	5%		
	Vazamento	6	6%		
Teto	Infiltração	35	37%	35	37%
Registro	Espanado		0%	2	2%
	Vazamento	2	2%		
Bacia Sanitária	Obstruído	5	5%	7	7%
	Trincado		0%		
	Vazamento	2	2%		
Total			100%	95	100%

Elaborado pelo autor.

Gráfico 3 – Problema e manifestações patológicas com respectivos pontos de ocorrência nos edifícios pesquisados



Elaborado pelo autor.

A Tabela 2 e o Gráfico 3 mostram que as principais ocorrências foram no teto 37% e no ralo 28%, ou seja, problemas de vazamento e de obstrução. Solucionando estes problemas a empresa pode reduzir 65% das ocorrências de falhas e manifestações patológicas em sistemas prediais hidráulico-sanitários.

Os dados da pesquisa foram coletados subdividindo-se as falhas manifestações patológicas entre os ambientes em que elas ocorrem, a fim de facilitar o entendimento dos usuários. Foi usada uma linguagem leiga como, por exemplo: vazamento na tubulação de água e esgoto em cozinhas das unidades superiores foram chamados de “vazamento no teto”.

### 3.1 Manifestações patológicas em banheiros suíte

Na Tabela 3 são apresentadas as ocorrências relativas aos banheiros suíte.

Tabela 3 - Falhas e manifestações patológicas de SPHS em banheiros suíte

Ambiente					
Banheiro Suíte		Reg	%	Total	%
Ducha registro	Espanado		0%		
	Passagem Obstruida		0%		
	Vazamento		0%		
Pia	Solta		0%		
	Trincada/Manchada		0%		
Ralo	Grelha danificada		0%	12	44%
	Mau cheiro	3	11%		
	Obstruido	9	33%		
	Refluxo		0%		
Sifão/Flexível	Mau Cheiro		0%	2	7%
	Obstruido	1	4%		
	Vazamento	1	4%		
Teto	Infiltração	6	22%	6	22%
Registro	Espanado		0%		
	Vazamento		0%		
Vaso Sanitario	Obstruido	5	19%	7	26%
	Trincado		0%		
	Vazamento	2	7%		
Total			100%	27	100%

Elaborado pelo autor.

A partir da Tabela 3, são descritas as falhas e manifestações patológicas em sistemas prediais de esgoto sanitário em banheiros da suíte, mais presentes nos edifícios levantados.

- *ralo com mau cheiro* representa 11% das manifestações patológicas no ambiente

Ocorre pela passagem de gases pela tubulação com o rompimento do selo hídrico no sifão do ralo, devido à falta de reposição de água na peça. Geralmente ocorre esse tipo de chamado de assistência técnica em apartamentos que ficam fechados por longos períodos e a água dos sifões evapora.

Segundo os dados de atendimento da assistência técnica da empresa, a equipe de engenharia não identificou falha de projeto ou instalação que causasse o problema, sendo esta uma questão de manutenção do sistema pelo usuário.

- *ralo obstruído* representa 33% das manifestações patológicas no ambiente

Em geral, ocorre devido a materiais particulados, tais como gesso e cimento, que são lançados nos ralos. A fim de resolver o problema no momento da entrega das unidades para o cliente, no dia da vistoria, é feito teste de escoamento de água nas peças de utilização por 10 minutos. Caso ocorra algum problema, ele é resolvido imediatamente. Caso contrário, mostra-se a sanidade dos sistemas e conclui-se que os chamados referentes a esse tema ocorrem devido à mão de obra desqualificada que executa reformas na unidade e descarta restos de materiais de obra na bacia sanitária. Desta forma, a empresa entende que é um problema de manutenção do usuário.

- *Infiltração no teto* representa 22% das manifestações patológicas no ambiente

Ocorre geralmente devido ao rompimento de tubulações de coleta de esgoto sanitário ou retirada de componentes pelo usuário como, por exemplo, de ralos, que são trocados e a impermeabilização não é refeita. Estes problemas são entendidos pela empresa como falhas na impermeabilização e falta de adaptabilidade no projeto de instalações para permitir as reformas e alterações desejadas pelos clientes.

- *bacia sanitária obstruída* representa 19% das manifestações patológicas no ambiente

Mesmo tratamento do ralo obstruído. Também é testado com água em abundância no momento da vistoria.

- *bacia sanitária com vazamento* representa 7% das manifestações patológicas no ambiente

Problemas construtivos que somente aparecem ao longo do tempo, sendo este um caso de má qualidade de algumas peças.

- *sifão flexível* com vazamento ou obstruído corresponde a 7% do total de problemas

Ocorrem geralmente devido à má instalação de componentes, ou devido a sua reinstalação, conforme ilustrado na Figura 23, onde um sifão foi esmagado depois da instalação de armário. Repara-se o sistema, quando não houve intervenção.

Figura 23 – Sifão esmagado após a instalação de armário

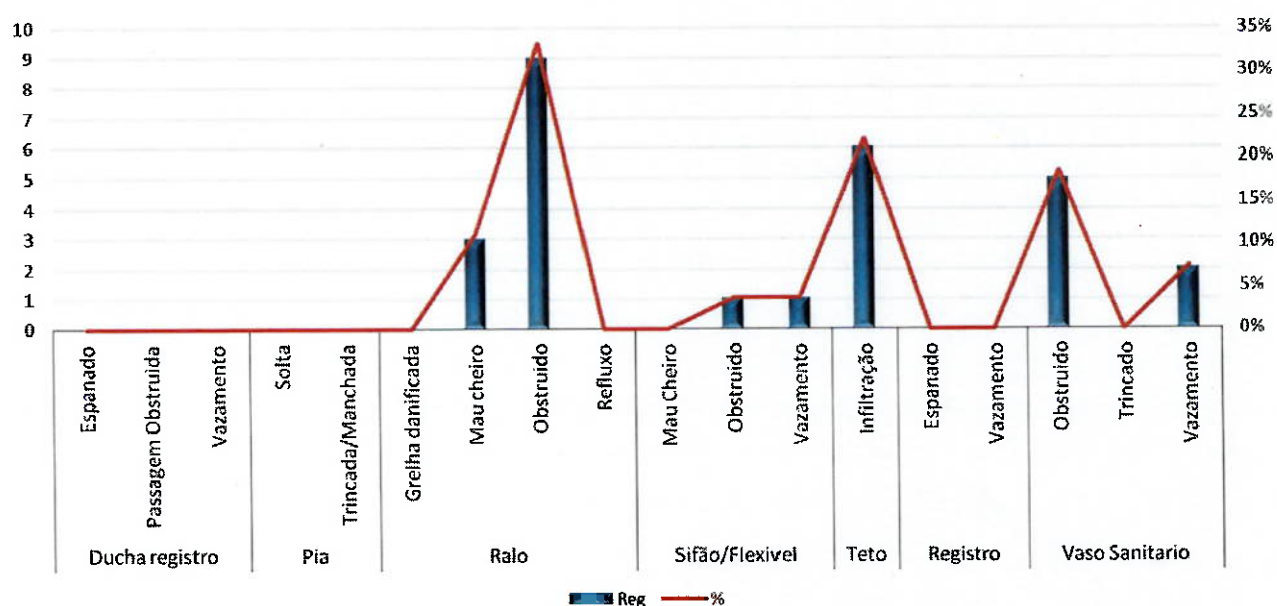


Fonte: Autor (2016).

No Gráfico 4 é apresentada a comparação das falhas e manifestações patológicas ocorridas nas peças e pontos de utilização. Verificam-se que as manifestação patológica “ralo obstruído” e “vazamento no teto” são as principais ocorrências nos banheiros suíte.



Gráfico 4 - Falhas e manifestações patológicas e respectivos pontos de ocorrência em cada ponto dos banheiros suíte



Elaborado pelo autor.

### 3.2 Falhas e manifestações patológicas em cozinhas

Na Tabela 4 são apresentadas as ocorrências relativas a cozinhas.

Tabela 4 - Patologias de SPHS em cozinhas

Ambiente					
Cozinha		Reg	%	Total	%
Pia	Solta	1	11%	3	33%
	Trincada/Manchada	2	22%		
Sifão	Mau cheiro		0%		
	Vazamento		0%		
Teto	Infiltração	6	67%	6	67%
Registro	Espanado		0%		
	Vazamento		0%		
Total			100%	9	100%

Elaborado pelo autor.



A partir da Tabela 4, são descritas as falhas e manifestações patológicas em sistemas prediais de água fria, mais presentes em cozinhas, nos edifícios levantados.

- *pia solta* 11% e trincada e manchada 22% correspondendo a 33% do total de ocorrências

Pia solta, trata-se de defeito construtivo ou de materiais que se manifesta ao longo do tempo, caso ainda não tenha cessado a garantia sobre esse sistema, a pia é reinstalada pela equipe de assistência. No caso de trincada e manchada, trata-se de defeito de fácil constatação e deveria ser notado pelo cliente no momento da vistoria. Sendo assim, não há atendimento para este caso.

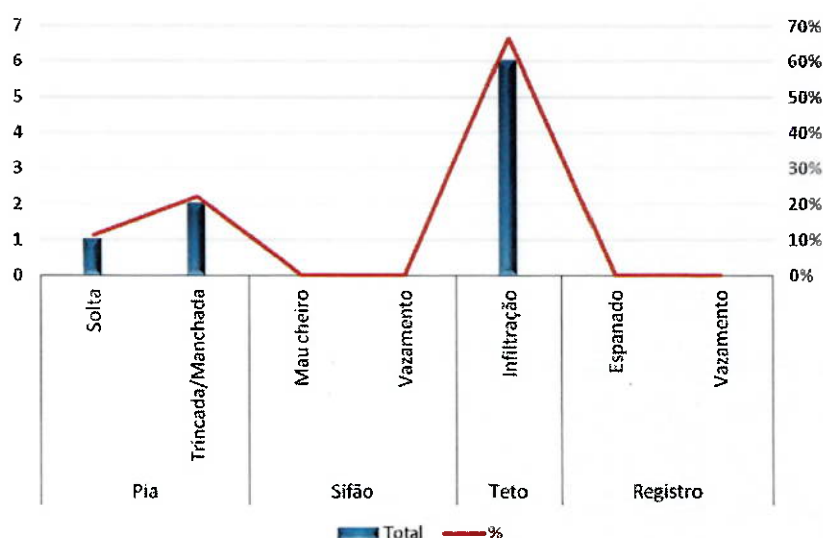
A partir da Tabela 4, são descritas as falhas e manifestações patológicas em sistemas prediais de esgoto sanitário em cozinhas, mais presentes nos edifícios levantados.

- *infiltração no teto* corresponde a 67% das ocorrências

Ocorre principalmente devido a cozinha não ser uma área impermeabilizada e também não possuir ralo, ao longo do tempo com a periodicidade de lavagens, a água percola o revestimento e a laje infiltrando para a unidade do pavimento inferior. Este problema é devido a premissas de projetos, independente de estar descrito no manual, o cliente vai lavar a cozinha. Desta forma, a empresa mudou a premissa de projeto e executará impermeabilização das cozinhas.

O Gráfico 5 apresenta a comparação das patologias ocorridas nas peças e pontos de utilização, fazendo a análise crítica verificam-se que as patologias pia trincada/manchada e vazamento no teto são as principais ocorrências nas cozinhas.

Gráfico 5 - Falhas e manifestações patológicas e respectivos pontos de ocorrência em cada ponto do banheiro suíte



Elaborado pelo autor.

### 3.3 Falhas e manifestações patológicas em lavabos e banheiros sociais

Na Tabela 5 são apresentadas as ocorrências relativas a lavabos e banheiros sociais.

Tabela 5 - Falhas e manifestações patológicas de SPHS em lavabos e banheiros sociais

Ambiente					
Lavabo/Banheiro social		Reg	%	Total	%
Ducha Registro	Espanado		0%	2	6%
	Passagem obstruída		0%		
	Vazamento	2	6%		
Pia	Trincada/Manchada	1	3%	1	3%
Ralo	Grelha danificada	1	3%	9	29%
	Mau cheiro	4	13%		
	Obstruído	4	13%		
	Refluxo		0%		
Sifão Flexível	Mau cheiro		0%	6	19%
	Vazamento	2	6%		
	Obstruído	4	13%		
Teto	Infiltração	12	39%	12	39%
Registro	Espanado		0%	1	3%
	Vazamento	1	3%		
Vaso sanitário	Obstruído		0%		
	Trincado		0%		
	Vazamento		0%		
Total			100%	31	100%

Elaborado pelo autor.

A partir da Tabela 5, são descritas as falhas e manifestações patológicas em sistemas prediais de esgoto sanitário em lavabos e banheiros sociais, mais presentes nos edifícios levantados.

- *ralo com mau cheiro* representa 13% das manifestações patológicas no ambiente  
O tratamento dado pela empresa é o mesmo no caso do banheiro da suíte, apresentado na Tabela 3.
- *ralo obstruído* representa 13% das manifestações patológicas no ambiente  
O tratamento dado pela empresa é o mesmo no caso do banheiro da suíte, apresentado na Tabela 3.
- *ralo com a grelha danificada* representa 3% do total de problemas  
Trata-se vício aparente, que deveria ser detectado no momento da vistoria do imóvel. Desta forma, não é atendida a solicitação de reparo do cliente. Há também a hipótese de reforma no ambiente que tenha causado o problema. Assim, não é identificada pela empresa a necessidade de alguma alteração.
- *vazamento no teto* representa 38% das manifestações patológicas no ambiente  
O tratamento dado pela empresa é o mesmo no caso do banheiro da suíte, apresentado na Tabela 3.
- *sifão flexível com vazamento ou obstruído* representa 19% das ocorrências  
O tratamento dado pela empresa é o mesmo no caso do banheiro da suíte, apresentado na Tabela 3.

A partir da Tabela 5, são descritas as falhas e manifestações patológicas em sistemas prediais de água fria, em lavabos e banheiros sociais, mais presentes nos edifícios levantados.

- *vazamento na torneira/Registro* representa 3% das ocorrências  
Geralmente ocorre devido falha da peça. Neste caso, a empresa providencia a troca.
- *vazamento na ducha ou registro* representa 6% das ocorrências  
Geralmente ocorre devido à má instalação da peça, ou instalação de peça não especificada para o sistema. Um exemplo é apresentado na Figura 24, em que o

morador instalou uma ducha com chuveirinho. Como não havia espaço físico para essa instalação, já que a saída da ducha encostaria na parede, o morador para resolver o problema, usou um prolongador que está provocando um vazamento.

A empresa tem frisado na assembleia de instalação do condomínio a importância de seguir as orientações do manual do apartamento para fazer as reformas na unidade habitacional.

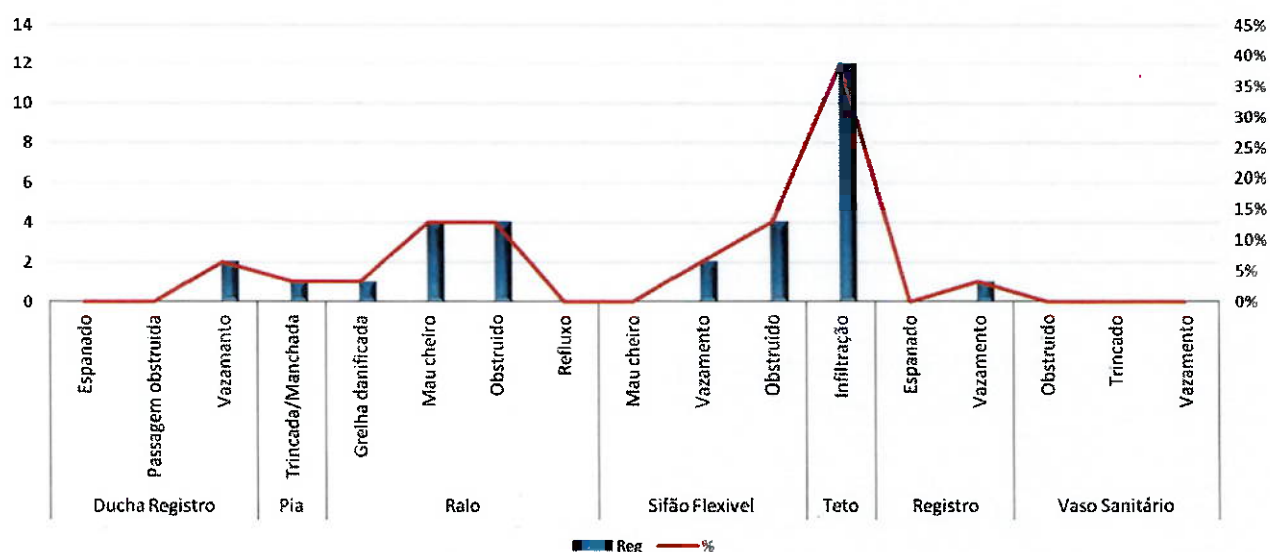
Figura 24 – Ducha instalada com prolongador e com vazamento



Fonte: Autor (2016).

O Gráfico 6 apresenta a comparação das falhas e manifestações patológicas ocorridas nas peças e pontos de utilização. Verificam-se que as patologias ralo obstruído, ralo com mau cheiro e vazamento no teto são as principais ocorrências nos lavabos e banheiros sociais.

Gráfico 6 - Falhas e manifestações patológicas e respectivos pontos de ocorrência em cada ponto em lavabos e banheiros sociais



Elaborado pelo autor.

### 3.4 Falhas e manifestações patológicas em área de serviço

Na Tabela 6 são apresentadas as ocorrências relativas às áreas de serviço.

Tabela 6 - Patologias de SPHS em áreas de serviço

Ambiente					
Área de Serviço		Reg	%	Total	%
Ralo	Grelha danificada		0%	2	14%
	Mau cheiro		0%		
	Obstruído	2	14%		
	Refluxo		0%		
Shaft	Vazamento	4	29%	4	29%
Sifão Tanque/Maquina de lavar	Mau cheiro	1	7%	3	21%
	Vazamento	2	14%		
Tanque	Sem carenagem		0%		
	Trincado		0%		
Teto	Infiltração	4	29%	4	29%
Registro	Espanado		0%	1	7%
	Vazamento	1	7%		
Total			100%	14	100%

Elaborado pelo autor.

A partir da Tabela 6, são descritas as falhas e manifestações patológicas em sistemas prediais de esgoto sanitário em áreas de serviço mais presentes nos edifícios levantados.

- *ralo obstruído* representa 14% das manifestações patológicas no ambiente sanitário

Ocorre geralmente devido a resíduos de obra que são lançados na tubulação durante a obra ou depois nas reformas dos moradores.

A empresa está elaborando uma maneira de testar o ralo da área de serviço no momento da vistoria, para detectar os problemas que são de mão de obra.

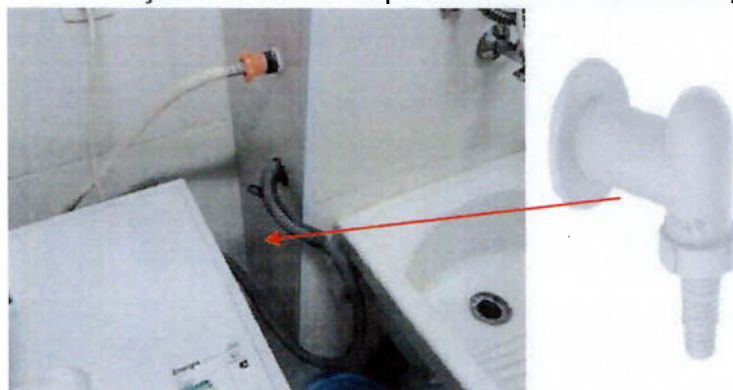
- *vazamento dentro de shaft* representa 29% das ocorrências

O *shaft* é onde toda a tubulação da área de serviço e da cozinha é distribuída e coletada. Sendo assim, é muito complexo determinar falhas, pois são muito variadas, mas as principais são falhas nas conexões, excesso de cola, excesso de termo fusão, esgoto desconectado. Por se tratar de vícios ocultos e de grande complexidade, a empresa sempre atende este tipo de solicitação.

- *vazamento e mau cheiro em sifão de máquina de lavar roupa* representa 21% das ocorrências

Em geral, ocorre devido à falta do conector na conexão da mangueira de esgoto da máquina de lavar roupa com o ramal de esgoto no *shaft*, como mostrado na Figura 25. Trata-se de responsabilidade de instalação do usuário, pois este deveria utilizar o componente para instalação recomendado no manual. Assim, o chamado não é atendido pela assistência técnica.

Figura 25 – Instalação incorreta de máquina de lavar no ramal de esgoto.



Fonte: Autor (2016).



- *infiltração no teto* corresponde a 29% dos chamados

O número desta ocorrência é igual ao de vazamento dentro dos *shafts*, pois são ocasionados pelas mesmas falhas de execução. Quando há um vazamento dentro de um *shaft*, essa água além de se manifestar na unidade onde ocorre esta manifestação patológica, também percola e aparece na unidade abaixo como um problema de infiltração, nas proximidades do *shaft*. Reparado o problema de vazamento no *shaft*, eliminamos a infiltração de água que ocorria no vizinho.

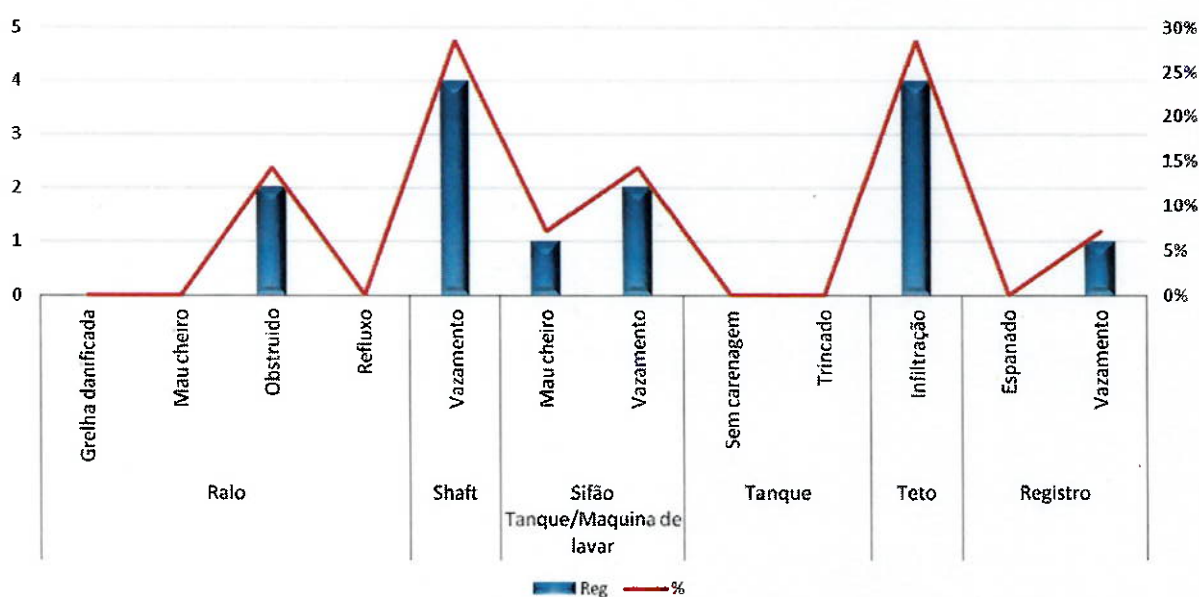
A partir da Tabela 6, são descritas as falhas e manifestações patológicas em sistemas prediais de água fria em áreas de serviço mais presentes nos edifícios levantados.

- *vazamento em torneira ou registro* representa 7% das ocorrências.

Trata-se de vício oculto de um problema na peça e, por isso, é processada a troca para o cliente.

O Gráfico 7 apresenta a comparação das patologias ocorridas nas peças e pontos de utilização. Ao fazer uma análise crítica, verificam-se que as manifestações patológicas vazamento no *shaft* e no teto, são as principais ocorrências nas áreas de serviço.

Gráfico 7 - Falhas e manifestações patológicas e respectivos pontos de ocorrência em cada ponto em áreas de serviço



Elaborado pelo autor.



### 3.5 Falhas e manifestações patológicas em terraços sociais

Na Tabela 7 são apresentadas as ocorrências relativas aos terraços sociais.

Tabela 7 - Falhas e manifestações patológicas de SPHS em terraços sociais

Ambiente					
Terraço Social		Reg	%	Total	%
Pia	Solta	2	14%	2	14%
	Trincada/Manchada		0%		
Ralo	Grelha danificada		0%	4	29%
	Mau cheiro		0%		
	Obstruído	4	29%		
	Refluxo		0%		
Sifão	Mau cheiro		0%	1	7%
	Vazamento	1	7%		
Teto	Infiltração	7	50%	7	50%
Registro	Vazamento		0%		
Total			100%	14	100%

Elaborado pelo autor (2016).

A partir da Tabela 7, são descritas as falhas e manifestações patológicas em sistemas prediais de água fria, em terraços sociais mais presentes nos edifícios levantados.

- *pia solta* representa 14% das ocorrências de falhas

Trata-se de má instalação da bancada. Neste caso, o reparo é executado.

A partir da Tabela 7, são descritas as falhas e manifestações patológicas em sistemas prediais de esgoto sanitário em terraços sociais mais presentes nos edifícios levantados.

- *ralo obstruído* corresponde a 29% das ocorrências de falhas

Ocorre geralmente devido a restos de obra que são lançados na tubulação. A empresa está elaborando uma maneira de testar o ralo do terraço no momento da vistoria, para detectar esses problemas que são de mão de obra.

Ocorre também devido a reformas com descarte indevido de materiais na tubulação como mostra a Figura 26, e com descarte de fezes de animais.

Figura 26 – Ralo com restos de obra.



Fonte: Autor (2016).

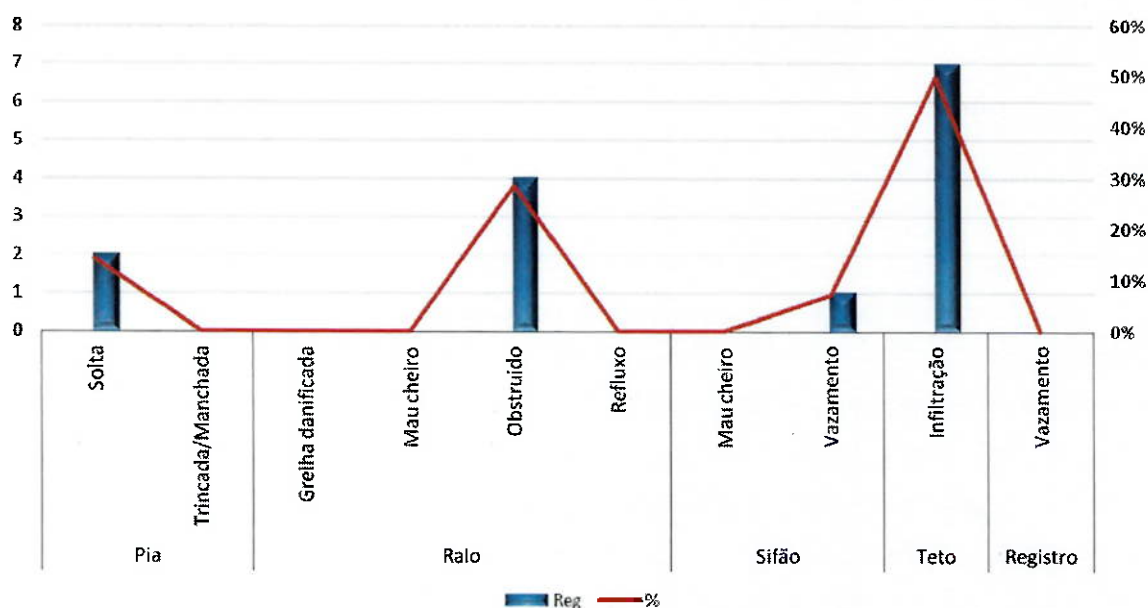
- *vazamento no sifão* corresponde a 7% das ocorrências de falhas no ambiente. Mesmo tratamento dado aos sifões dos banheiros.

A partir da Tabela 7, são descritas as falhas e manifestações patológicas em sistemas prediais de águas pluviais em terraços sociais mais presentes nos edifícios levantados.

- *vazamento no teto* corresponde a 50% das ocorrências de falhas no ambiente. Ocorre, em geral, devido ao sistema de coleta de águas pluviais não estar de acordo com a necessidade do edifício, sendo este um erro de projeto. Também pode ocorrer devido a falhas na instalação. Em alguns casos ocorre devido a reformas dos clientes. Atualmente, a assistência técnica atende a todos os casos desta ocorrência, mesmo quando tem dúvidas da responsabilidade da empresa, mas como é uma patologia frequente, entende-se que o problema é da construtora.

O Gráfico 8 apresenta a comparação das falhas e manifestações patológicas ocorridas nas peças e pontos de utilização. Fazendo a análise crítica identificam-se que as patologias, ralo obstruído e vazamento no teto são as principais ocorrências nos terraços sociais.

Gráfico 8 - Falhas e manifestações patológicas e respectivos pontos de ocorrência em cada ponto em terraços sociais

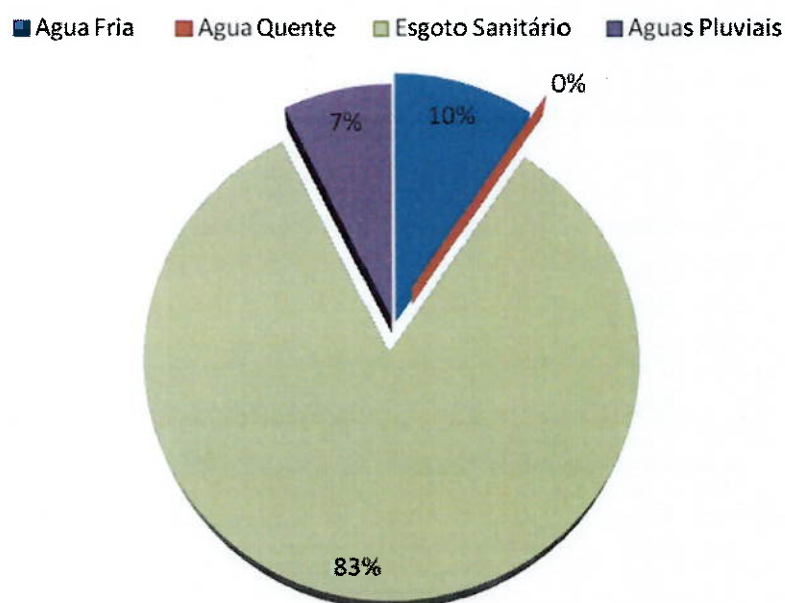


Elaborado pelo autor.

### 3.6 Distribuição das falhas e manifestações patológicas entre os SPHS

No Gráfico 9 estão ilustradas as falhas e manifestações patológicas verificadas nos quatro sistemas prediais sanitários dos quinze edifícios estudados, quais sejam: sistema predial de água fria, sistema predial de água quente, sistema predial de esgoto sanitário e sistema predial de águas pluviais. Observando o Gráfico 9 pode ser verificada a quantidade de ocorrência em cada um dos sistemas hidráulico-sanitários.

Gráfico 9 – Distribuição das falhas e manifestações patológicas nos SPHS dos 15 edifícios



Elaborado pelo autor.

- *sistema predial de água fria* corresponde a 10% de todas as ocorrências de falhas e manifestações patológicas no período e são no geral, patologias simples de serem solucionadas tais como vazamentos em registros, pias e duchas mau instaladas.
- *sistema predial de água quente* não apresentou falhas ou manifestações patológicas no período estudado, segundo o departamento de assistência técnica esse é o sistema que menos apresenta falhas e manifestações patológicas. Isso pode ocorrer devido ao sistema ser muito pequeno em relação aos outros, pois nos edifícios da empresa toda a distribuição é feita em água fria, com aquecimento em aquecedor de passagem a gás. Assim, somente este trecho para o ponto das duchas, faz parte do sistema de água quente entregue pela construtora. Neste caso, o reduzido tamanho do sistema, justifica o baixo índice de patologias.
- *sistema predial de esgoto sanitário* corresponde a 83% de todas as ocorrências de falhas e manifestações patológicas no período. O elevado número de falhas e de manifestações patológicas pode ser explicado em parte devido ao sistema predial de esgoto sanitário ser o maior sistema entre o SPHS e também o mais complexo. Outro fator que contribui são os testes. Este sistema mesmo testado durante a construção com testes de estanqueidade, não conseguem reproduzir a

utilização pelo usuário e somente quando o edifício é ocupado e o sistema busca o equilíbrio de trabalho é que algumas manifestações patológicas ocorrem.

- *sistema predial de águas pluviais* corresponde a 7% de todas as ocorrências falhas e de manifestações patológicas no período. Suas manifestações são devido a obstrução do sistema de captação ou devido a falta de pontos de captação com dimensionamento insuficiente.

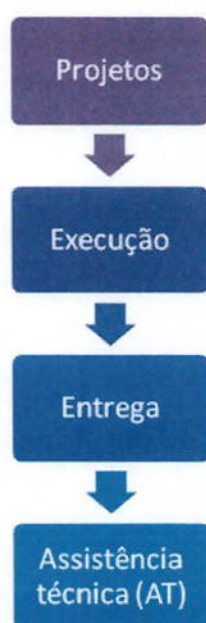
### 3.7 Ações para amenizar as falhas e manifestações patológicas em SPHS

Como sugestão para amenizar manifestações patológicas nos SPHS propõe-se uma mudança no sistema de desenvolvimento de projetos, execução da obra e assistência técnica que a empresa pratica atualmente.

#### 3.7.1 Processo atual de trabalho da construtora

A construção de um edifício é iniciada a partir da elaboração dos projetos e segue basicamente a sequência descrita na Figura 27, até a entrega para os clientes e início dos trabalhos da assistência técnica.

Figura 27 – Sequência de construção e entrega de um edifício da construtora



Elaborado pelo autor.



- *Projetos*

São elaborados os projetos das diversas disciplinas pertinentes para a construção do edifício tais como, arquitetura, fundações, estrutura, elétrica, hidráulica, exaustão, bombeiros, impermeabilização, paisagismo, decoração e outras que se fizerem necessárias. Atualmente, na fase de elaboração dos projetos, ocorre a assessoria da equipe de obra, gerentes e engenheiros a fim de instruir os projetistas para as práticas factíveis em obra e que otimizam a produção, economizam materiais e melhoram a qualidade do produto, indicando produtos e materiais que podem ser usados e que se adaptam melhor a mão de obra disponível para a execução. Em relação a SPHS, indicar se as locações de *shafts*, forros e sancas são suficientes para que todo o sistema de SPHS seja instalada no edifício.

- *Execução*

Nesta fase a partir da finalização dos projetos de fundações e estruturas é elaborada a logística do canteiro, definida a estrutura do canteiro, é feita a contratação dos empreiteiros de mão de obra que trabalharão no edifício, iniciada a compra dos materiais e a construção do edifício. Depois de iniciada a obra, a equipe de execução interage com os projetistas quando ocorrem dúvidas de exequibilidade ou incompatibilidades de disciplinas encontradas *in loco* no momento de executar o projeto.

- *Entrega*

A execução interage minimamente com o cliente no momento da vistoria de entrega da unidade. Nesta vistoria a equipe de obra apresenta a unidade para o cliente e este de acordo com os materiais de venda, memoriais e contrato, dá o aceite na unidade ou solicita alguma modificação. Vale ressaltar que neste momento, somente os problemas de fácil constatação podem ser detectados pelo cliente, uma vez que o edifício ainda não está concluído e com todos os sistemas funcionando em equilíbrio.

A equipe de obra também faz uma vistoria com o síndico, o corpo diretivo e com o zelador em todas as áreas técnicas e áreas comuns do edifício. Todas as solicitações são apontadas em laudo que, após executado, é registrado em cartório e entregue ao condomínio.

- *Assistência técnica*

Inicia os trabalhos nas unidades logo após a entrega das chaves destas e das áreas comuns, após a finalização do laudo de entrega do condomínio. É acionada quando há solicitação de clientes ou síndico, que é o responsável pelas áreas comuns.

Este sistema tem se mostrado falho, uma vez que os diversos envolvidos no processo não interagem no desenvolvimento do edifício como um todo a fim de tomar as melhores decisões técnica a respeito de um problema. Como exemplo tem-se o caso de dreno de ar condicionado, que é projetado para ser conectado no ralo sifonado de banheiros e lavabos.

Como mostrado na Figura 28, a obra executa a instalação de esgoto conforme projeto, quando o ralo fica um longo período sem receber água, o selo hídrico rompe por evaporação e assim ocorre retorno de gases para o ambiente sanitário, antes sem o dreno, esses gases ficavam restritos aos lavabos e banheiros, porém com esta ligação as salas e quartos, como mostrado a Figura 29, também terão retorno de gases e, conseqüente reclamação para a assistência técnica da empresa a respeito de mau cheiro nos ambientes do apartamento.

Em caso extremo, quando há entupimento na tubulação do banheiro, a equipe faz a desobstrução com ar comprimido e pode ocorrer retorno de águas para dentro de salas e quartos pela tubulação do dreno.

Com exceção da assistência técnica os outros profissionais envolvidos não sabem desse tipo de ocorrência, que seria muito fácil de ser solucionada. Para tal, basta projetar uma prumada individual para coletar as águas residuais do uso de aparelhos de ar condicionado tipo Split e destinar essa água para a caixa de areia do edifício.



Figura 28 – Aranha de captação de esgoto de banheiro com ligação de dreno de ar condicionado

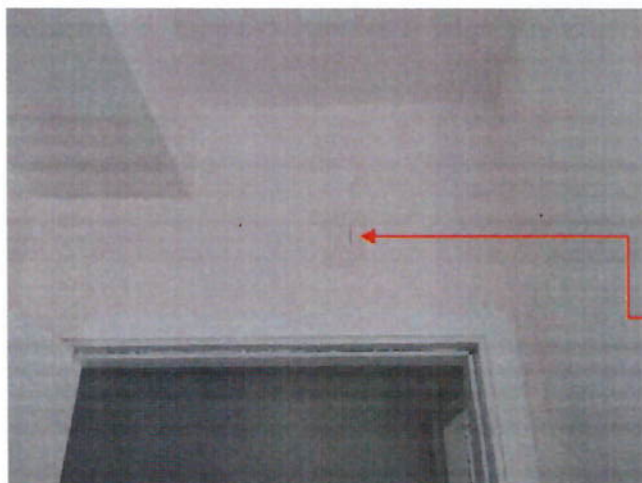
Ralo sifonado  
do banheiro  
recebendo o  
esgoto  
secundário e o  
dreno do ar  
condicionado



Tubulação do dreno  
do ar condicionado  
tipo Split, ligada no  
ralo sifonado

Fonte: Autor (2016).

Figura 29 – Ponto de ligação de dreno de ar condicionado dentro de dormitório



Dreno do ar  
condicionado em  
dormitório

Fonte: Autor (2016).

### 3.7.2 Proposta de mudança no sistema de trabalho da construtora

Para melhorar o processo e, conseqüentemente, diminuir o número de manifestações patológicas o presente trabalho propõe a sequência apresentada na Figura 30 para concepção de projetos, construção e atendimento de AT nos edifícios.

Figura 30 – Proposta de sequência de concepção do edifício



Elaborado pelo autor.

- *Projetos*

A equipe de projetista é assessorada pela equipe de assistência técnica, a fim que esta interação diminua os erros de concepção de projetos que provocam patologias ou mesmo que são incompatíveis com as necessidades e anseios dos usuários.

- *Execução*

A equipe de assistência técnica deve assessorar a equipe de obra, fazer visitas periódicas nas obras e no início de cada etapa de construção dos principais sistemas que apresentam patologias nos edifícios ao longo do tempo.

- *Entrega*

Como a equipe de assistência técnica acompanhou a obra ela fará a entrega da obra para o cliente e será a responsável por cobrar da equipe de obra, a execução do laudo de vistoria do edifício e principalmente, garantir que as observações feitas ao longo do tempo na obra foram cumpridas. Quanto mais a equipe de obra atender a assistência e quanto mais a assistência técnica verificar a obra, menor serão as ocorrências de patologias para serem resolvidas após à entrega aos clientes.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As falhas e manifestações patológicas nos sistemas prediais hidráulico-sanitários segundo a bibliografia e a coleta de dados do trabalho são problemas maiores do que aparentam. A bibliografia científica a respeito do tema é restrita, não há estudos profundos sobre os casos e suas consequências. Os projetistas, apesar de seguirem as normas técnicas, mesmo assim não atendem as necessidades dos clientes e especificam sistemas e materiais passíveis de patologias. A execução da obra falha na construção e a assistência técnica tenta suprir junto ao cliente a sucessão de falhas acumuladas em todo o processo. Assim, ela tem que resolver o problema no pior momento do ciclo do edifício, quando o cliente está de posse da unidade.

Neste momento qualquer intervenção é muito traumática, tanto para o cliente, quanto para a assistência técnica, pois o morador tem por vezes, partes do sistema de sua residência suspensas de utilização e quando não prejudicados ao ponto de ter móveis e pertences danificados. Em relação à assistência técnica, esses trabalhos são complexos, não possuem produtividade, são iniciados, mas o fim é incerto, pois há o risco do proprietário não aceitar o reparo realizado e solicitar mais intervenções.

Devido ao processo ser traumático, ações judiciais são rotineiras. Os proprietários sentem-se prejudicados e acionam a justiça para terem reparação dos prejuízos físicos, psicológicos e financeiros provocados pelas patologias nas suas residências.

Nos quinze edifícios estudados foi detectado que 37% das patologias correspondem a vazamentos no teto e que 28% são problemas relativos a ralo entupido e retorno de gases para o ambiente. Segundo a separação dos sistemas, detectou-se que 83% de todas as patologias são do sistema predial de esgoto sanitário. Essas patologias mostram que o sistema predial de esgoto sanitário é o ponto crítico de manifestações patológicas em SPHS nos edifícios da construtora estudada, demonstrando que é necessária uma intervenção.

Neste contexto, a empresa pode mudar a forma de trabalho da assistência técnica, introduzindo esta equipe como uma consultora do processo de construção. Hoje a assistência técnica é tratada como obrigação imposta pelo código de defesa do consumidor e, por isso, a empresa precisa disponibilizá-la aos clientes. No entanto, para além do atendimento das leis, a empresa poderia aproveitar o conhecimento

técnico e prático da assistência técnica para melhorar todos os processos de concepção do edifício e, conseqüentemente, diminuir o número de chamados após a entrega das unidades.

Assim conclui-se que, neste trabalho, o sistema predial de esgoto sanitário é o sistema em que mais falhas e manifestações patológicas foram detectadas. Neste sentido, a proposta de mudança no método de trabalho da assistência técnica, poderia amenizar os problemas da empresa e contribuir para a obtenção de bons resultados não só no sistema predial de esgoto sanitário, mas também nos demais SPHS e em todos os outros sistemas que compõe o edifício.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, S. V. de. **Instalações hidráulico sanitárias: desempenho e normalização**. 1989. 168 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura), Departamento de Arquitetura e Planejamento, Escola de Engenharia de São Carlos, 1989.
- AMORIM, S. V. de. **Metodologia para estruturação de sistemas de informação para projeto dos sistemas hidráulicos prediais**. 1997. 213 p. Tese (Doutor em Engenharia) – Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo 1997.
- AMORIM, S. V. de; DIAS JUNIOR, R. P; SOUZA, K. E. de. **Melhoria da qualidade dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários através do estudo da incidência de falhas**. In: I Conferencia latino –americana de construção sustentável X Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído, 9. 2004, São Paulo.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998. 41 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7198**: Projeto e execução de instalações prediais de água quente. Rio de Janeiro, 1993. 6 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário – projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999. 74 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989. 13 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575-6**: Edificações habitacionais – Desempenho Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários. Rio de Janeiro, 2013. 32 p.
- BERTOLINI, L. **Materiais de Construção patologia, reabilitação, prevenção** 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. 414 p.
- CARVALHO JÚNIOR, R. de. **Instalações Hidráulicas e o Projeto de Arquitetura**. 7. ed. São Paulo: Blucher, 2013. 342 p.
- CARVALHO, JÚNIOR, R. de. **Patologias em Sistemas Prediais Hidráulico-Sanitários**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2013. 216 p.
- CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: Métodos qualitativa, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 296 p.

DA SILVA, F.B. *et al.* Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil. **Revista Técnica**. Ed. Pini. São Paulo, Ed.174, set/2011. Disponível em: <http://technepini.com.br/engenharia-civil/174/artigo285892-1.aspx>. Acesso em jun/2016.

DEUTSCH, S.F. **Perícias de Engenharia: a apuração dos fatos**. 2. ed. São Paulo: Livraria e editora Universitária de direito, 2013. 222 p.

GNIPPER, S. F. **Diretrizes para formulação de método hierarquizado para investigação de patologias em sistemas prediais hidráulicos e sanitários**. 2010. 283 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Arquitetura e Construção, Universidade de Campinas, Campinas, 2010.

PALAS, J. I. dos. S. **Redes Prediais – Patologias e Reabilitação de Redes de Abastecimento de Água e de Drenagem de Águas Residuais Domésticas**. 2012. 172 p. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil – Especialização em Construções) – Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2013.

PCC-2465. **Sistemas Prediais I: Sistemas prediais de água fria – Tipos de sistemas e componentes**. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2014. 40p. Notas de aula.

PCC-2465. **Sistemas Prediais I: Sistemas Prediais de Água Quente**. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2014. 44 p. Notas de aula.

PCC-2465. **Sistemas Prediais I: Sistemas Prediais de Águas Pluviais**. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2014. 32 p. Notas de aula.

PCC-2465. **Sistemas Prediais I: Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário**. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2014. 48 p. Notas de aula.

TEIXEIRA, P. de C; REIS, R. P. A; GNIPPER, S. F; MONTEIRO, J. V. F. Estudo de patologias nos sistemas prediais hidráulicos e sanitários do prédio do ciclo básico II da Unicamp. **REEC – Revista eletrônica da engenharia civil**, Campinas, v.1, n 2, p. 34-50, jan./jul. 2011.