



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE ENGENHARIAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ALLAN MYCHEL DE SOUZA LEITE

**ANÁLISE DAS PATOLOGIAS RECORRENTES EM INSTALAÇÕES PREDIAIS
HIDROSSANITÁRIAS**

MOSSORÓ-RN

2017

ALLAN MYCHEL DE SOUZA LEITE

**ANÁLISE DAS PATOLOGIAS RECORRENTES EM INSTALAÇÕES PREDIAIS
HIDROSSANITÁRIAS**

Trabalho final de graduação apresentado à
Universidade Federal Rural do Semi-Árido –
UFERSA, Campus Mossoró, para a obtenção
do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Max Weden Pinto Diógenes
Filho – UFERSA.

MOSSORÓ-RN

2017

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

La Leite, Allan Mychel de Souza.
 Análise das Patologias Recorrentes em
 Instalações Prediais Hidrossanitárias / Allan
 Mychel de Souza Leite. - 2017.
 59 f. : il.

 Orientador: Max Weden Pinto Diógenes Filho.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
 2017.

 1. Construção civil. 2. Patologia. 3. Sistemas
 Prediais Hidráulicos e Sanitários. I. Filho, Max
 Weden Pinto Diógenes, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

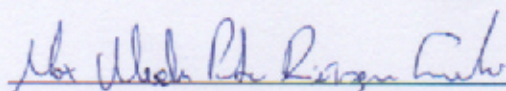
ALLAN MYCHEL DE SOUZA LEITE

**ANÁLISE DAS PATOLOGIAS RECORRENTES EM INSTALAÇÕES
PREDIAIS HIDROSSANITÁRIAS**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido –
UFERSA, Campus Mossoró, para a
obtenção do título de Engenheiro Civil.

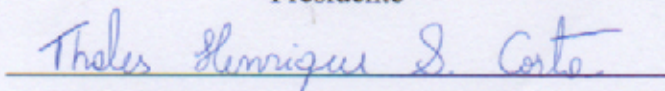
Defendida em: 22 / 05 / 2017

BANCA EXAMINADORA



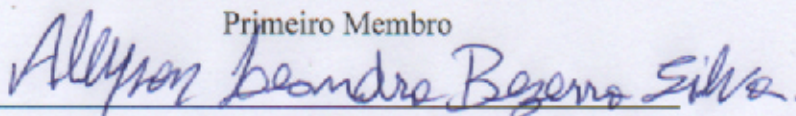
Prof. Max Weden Pinto Diógenes Filho - UFERSA

Presidente



Prof. Esp. Thales Henrique Silva Costa - UFERSA

Primeiro Membro



Me. Allyson Leandro Bezerra Silva - UFERSA

Segundo Membro

A minha avó Laura (*in memoriam*), que deixou
saudades em todos nós.

Aos meus pais, Francisco e Fátima, e a minha
irmã, Fernanda, com todo amor e carinho.

“Um ladrão rouba um tesouro, mas não furta a inteligência. Uma crise destrói uma herança, mas não uma profissão. Não importa se você não tem dinheiro, você é uma pessoa rica, pois possui o maior de todos os capitais: a sua inteligência. Invista nela. Estude!”

(Augusto Cury)

RESUMO

A Indústria da Construção Civil é tradicionalmente um dos setores mais lentos para aceitar inovações, além das técnicas construtivas muito tradicionais que por muitas vezes apresentam falhas. O tema central deste trabalho é sobre a patologia nos sistemas prediais hidráulicos e sanitários (SPHS) que pode ser definida como a ciência que estuda as falhas e defeitos construtivos que aparecem nas edificações. As patologias do SPHS podem se originar na fase de projetos, no material empregado, na etapa de construção ou durante o uso dos sistemas. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo identificar e diagnosticar as manifestações patológicas hidrossanitárias. Pela pesquisa em teses e artigos foi adquirido o conhecimento das principais manifestações patológicas hidrossanitárias. Como resultado pode-se atribuir as principais patologias encontradas à falta de manutenção adequada e o não uso da norma na fase de projeto e execução.

PALAVRAS-CHAVES: Construção civil. Sistemas prediais hidráulicos e sanitários. Patologia das construções.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Causas de patologias nas construções	17
Figura 2 – Distribuição da água para os pontos de consumo	19
Figura 3 – VRP (Válvula Redutora de Pressão)	22
Figura 4 – Braçadeira acoplada na tubulação	23
Figura 5 – Componentes da Instalação de Esgoto doméstico	26
Figura 6 – Funcionamento de um sifão	28
Figura 7 – Anel de vedação do vaso sanitário	29
Figura 8 – Caixa de Gordura convencional de alvenaria	30
Figura 9 – Regiões hachuradas denominadas de sobrepressões na tubulação de esgoto sanitário.	31
Figura 10 – Tubulações sanitárias	31
Figura 11 – Equipamento antiespuma	32
Figura 12 – Níveis diferentes de pressão	36
Figura 13 – Fissura na tubulação	37
Figura 14 – Vaso sanitário com caixa de descarga acoplada	38
Figura 15 – Válvula Transferidora de Pressão	39
Figura 16 – Tubulação em forma de U invertido.....	41
Figura 17 – Tubo de ventilação	42
Figura 18 – Bloqueadores de ar	43
Figura 19 – Anéis de vedação	44
Figura 20 – Sifão inadequado	45
Figura 21 – Sifão instalado corretamente	47
Figura 22 – Terminal de ventilação tipo chaminé	48
Figura 23 – Tampa danificada da caixa de gordura	50
Figura 24 – Funcionamento caixa de gordura	51
Figura 25 – Caixa de Gordura em PVC	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria e Construção
CREA-SP	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de São Paulo
DN	Diâmetro Nominal
IBAPE-SP	Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo
IBDA	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura
IBRAPE- RJ	Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino
NBR	Norma Regulamentadora Brasileira
RN	Rio Grande do Norte
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SANEPAR	Companhia de Saneamento Básico do Estado do Paraná
SPHS	Sistemas Prediais Hidráulicos Sanitários
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UNEMAT	Universidade do Estado do Mato Grosso

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA	13
1.2 OBJETIVOS	14
1.2.1 Objetivo Geral	14
1.2.2 Objetivos Específicos	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 SISTEMAS PREDIAIS HIDRAULICOS SANITÁRIOS	15
2.2 NORMAS TÉCNICAS	19
2.3 INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA	20
2.3.1 Principais Patologias em Instalações de Água Fria	22
2.2.3.1 Reduzir a pressão na rede de distribuição (válvulas redutoras de pressão)	22
2.2.3.2 Ruídos e vibrações nas instalações prediais	24
2.2.3.3 Incidência de ar nas tubulações de água fria	25
2.2.3.4 Contaminação da água em reservatórios	26
2.4 INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ESGOTO	27
2.4.1 Principais Patologias em Instalações Prediais de Esgoto Sanitário	28
2.3.4.1 Entupimento em Tubulações	29
2.3.4.2 Mau cheiro em instalações de esgoto	30
2.3.4.3 Retorno de Espuma	32
3 METODOLOGIA	35
4 RESULTADO E DISCUSSÕES	36
4.1 DISPOSITIVOS CONTROLADORES DE PRESSÃO	37
4.2 INCIDÊNCIA DE AR NAS TUBULAÇÕES	41
4.3 SIFÃO	45
4.4 CAIXA DE GORDURA	50

5 CONCLUSÕES	56
REFERÊNCIAS E RECOMENDAÇÕES	57

1 INTRODUÇÃO

As pressões pela redução dos custos e melhoria da qualidade na construção de edifícios com consumidores cada vez mais exigentes têm feito que as empresas construtoras melhorem seus processos construtivo sendo um caminho ainda lento e gradual. O setor da construção civil é muito tradicional que tem características próprias que precisam ser revistas para promover um melhor produto final.

A água é vital para todos, na edificação esse bem é captado e distribuído pelo Sistema Predial Hidráulico e Sanitário (SPHS). Assim, pode-se considerar que as instalações hidrossanitárias são partes vitais da edificação que segundo Ilha (2009) tem uma complexidade funcional e a relação dinâmica com os outros subsistemas tais como: vedações, revestimentos de paredes e de forro, pintura, acabamentos, impermeabilizações, além da enorme variedade de materiais, componentes e equipamentos constituintes (tubos, conexões, registros, válvulas, acessórios, reservatórios, bombas, tanques, equipamentos de controle e medição, etc.). Tais características podem dar origem a uma enorme diversidade de manifestações patológicas nas edificações.

Mesmo com a exigência cada dia maior da parte do consumidor final os sistemas hidráulicos prediais (SHP) ainda são executados em desacordo com a norma, o uso de materiais de má qualidade e a falta de manutenção devido a esses motivos as instalações hidrossanitárias têm demonstrado ser um dos principais causadores de patologias.

Amorim (1989) ressalta que, depois de colocada em uso na edificação, os sistemas prediais hidráulicos e sanitários entram em equilíbrio com os seus usuários, sendo um dos subsistemas do edifício que com eles mais se relaciona, razão pela qual o seu mau funcionamento costuma causar-lhes problemas sérios ao bem estar físico e psicológico.

Os processos de desgaste e envelhecimento natural dos materiais e condições de exposição inapropriadas também são causas para a ocorrência das patologias nas instalações. Portanto a manutenção é chave para que a instalação tenha o seu desempenho satisfatório e gere o bem estar ao usuário.

As instalações prediais hidráulicas e sanitárias devem ser operadas durante toda a vida útil da edificação adequadamente, afinal, são responsáveis por disponibilizarem a água aos usuários. Assim, a qualidade das mesmas tem implicação no desempenho que atenda as necessidades dos usuários, mas também a racionalização em relação às perdas e desperdícios e uso de insumos adequados (ARAÚJO, 2004).

Inúmeras pesquisas já comprovaram que é mais econômico e também mais seguro, executar corretamente na primeira vez para evitar gasto com reparação e intervenções ou retrabalhos (DÓREA et al, 2010).

É importante ressaltar que o estudo das patologias frequentes em sistemas prediais hidráulico-sanitários não reside somente na atuação corretiva, mas na possibilidade da atuação preventiva, especialmente quando elas têm por causa falhas no processo de produção dos projetos de engenharia.

Conhecer as patologias nas edificações e suas causas e efeitos são elementos indispensáveis para difundir as informações que nortearão ações preventivas e corretivas e adoção de práticas favoráveis ao melhor desempenho das edificações, o que possibilita aos empresários da construção civil e engenheiros e outros profissionais da área perceberem e buscarem processo que tenham como objetivo final, a satisfação plena dos seus clientes.

1.1 JUSTIFICATIVA

Os SPHS são responsáveis pela saúde e higiene dos usuários, deste modo devem ser introduzidos à edificação de tal forma que possam garantir a segurança dos mesmos.

Devido a isso vale salientar que os problemas que surgem nas instalações são evolutivos, ou seja, podem se agravar transformando-se em um problema mais grave com isso minimizamos as patologias nas obras civis diante desse panorama de inovação, redução de custos e otimização de serviços que o nosso país está passando.

Com a introdução de novos conceitos e novas tecnologias, de um lado, e a carência de um maior estudo e até mesmo de profissionais com um melhor entendimento sobre as patologias mais frequentes em sistemas prediais hidráulicos sanitários é de suma importância um maior aprofundamento a cerca do tema.

Portanto, a avaliação correta das patologias relacionadas aos projetos dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários é de fundamental importância por possibilitar o emprego de ações corretivas e preventivas. Ressalta-se ainda que intervenções nessa fase normalmente sejam de baixo custo se comparadas às fases posteriores.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O trabalho a ser desenvolvido possui como principal objetivo a realização de estudos bibliográficos sobre estudar e identificar as causas das patologias no SPHS observados em obras. Para poder compreender melhor as patologias existentes e saber como elas se manifestam através do tempo.

1.2.2 Objetivos específicos

- Verificar a ocorrência de manifestações patológicas mais recorrentes em edificações;
- Identificar as patologias e suas origens;
- Propor soluções conforme normas da ABNT e artigos científicos;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

As patologias nas construções fazem parte a muito tempo da construção civil, podendo ser na forma de trincas, fissuras, rachaduras, entre outros. Hoje, podemos observar que esses tipos de problemas são cada vez mais comuns nas estruturas. Segundo SOUZA E RIPPER (2009) Patologia das estruturas é o “Campo da Engenharia das Construções que se ocupa do estudo das origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas”.

Segundo o Engenheiro Civil, Ercio Thomaz, (2002), patologia das construções é o “campo da ciência que procura, de forma metódica, estudar os defeitos dos materiais, dos elementos ou da edificação como um todo, diagnosticando suas causas e estabelecendo seus mecanismos de evolução, formas de manifestação, medidas de prevenção e recuperação”.

De acordo com Martins ET al. (2003), o estudo das falhas construtivas no campo da Engenharia começou a ser tratado de forma mais sistematizada, com base em princípios científicos, através da divulgação das ocorrências de patologias construtivas e seus reparos.

Isso se deu após o dia 11 de março de 1991, quando entrou em vigor a Lei 8.078/90, que dispõe sobre a Proteção do Consumidor, conhecida como “CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR-CDC”, o CREA/SP apresentou para os profissionais o Manual do Profissional que leva ao conhecimento da classe as modificações que a referida lei impôs às relações de consumo como um todo.

A ocorrência de patologias nas edificações implica em custos adicionais, ações jurídicas e perda de credibilidade da construtora. Segundo dados do PICCHI (1993), 5% do custo total da obra é o valor que a empresa gasta para “reparos em obras entregues a clientes”. Atualmente existem inúmeros tipos de patologias divididas em segmentos da construção civil. Este trabalho se propõe a discutir e mostrar as patologias frequentes em instalações hidrossanitárias.

2.1 SISTEMAS PREDIAIS HIDRAULICOS SANITÁRIOS

Dentre as várias patologias relacionadas à Construção civil a de maior incidência é sobre o SPHS (Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários). Com referência dos dados relativos ao IBAPE-SP (2014) apontam para o índice de 75% de patologias dos edifícios com origens nas instalações prediais de água e esgoto.

Dentre os vários sistemas que compõem a construção civil, o hidrossanitário é aquele que mais entra em contato com os usuários e a falta de inspeção resulta em queda do bem estar físico e psicológico das pessoas (CONCEIÇÃO, 2007).

De acordo com Barros (2004) um sistema predial hidráulico tem como propriedade permitir o uso da água para diversas finalidades. As instalações prediais hidráulicas e sanitárias devem ser operadas na edificação adequadamente, afinal, é responsável por disponibilizarem vários insumos, entre eles a água aos usuários. Assim, pode-se considerar que as instalações hidrossanitárias são partes vitais da edificação.

De acordo com Araújo (2004) os sistemas prediais devem estar aptos a serem operados durante toda a vida útil da edificação a qualidades dos mesmos implica não só no adequado desempenho, atendendo às necessidades dos usuários, mas também na racionalização do uso dos insumos, evitando perdas e desperdícios.

Amorim (1989) ressalta que, depois de colocada em uso na edificação, os sistemas prediais hidráulicos e sanitários entram em equilíbrio com os seus usuários, tendo um contato direto com os mesmos, razão pela qual o seu mau funcionamento costuma ocasionar patologias que comprometem toda a edificação, além de causar-lhes problemas sérios ao bem estar físico e psicológico dos usuários.

Oliveira Benedicto (2009) o desempenho dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários que compõem a edificação está atrelado às condições de uso para qual o mesmo foi projetado, à execução da obra de acordo com as normas técnicas, à utilização de elementos e componentes sem defeito de fabricação e a programas e técnicas de inspeções periódicas e de manutenção prediais.

Segundo Gnipper (2007), uma edificação fica sujeita ao processo natural de envelhecimento em seus sistemas prediais originais desde o início da sua ocupação e/ou utilização, e dentre as causas desses problemas podem ser citadas a manutenção deficiente ou irregular, falhas nos elementos constituintes, processos de desgaste natural dos materiais utilizados, etc.

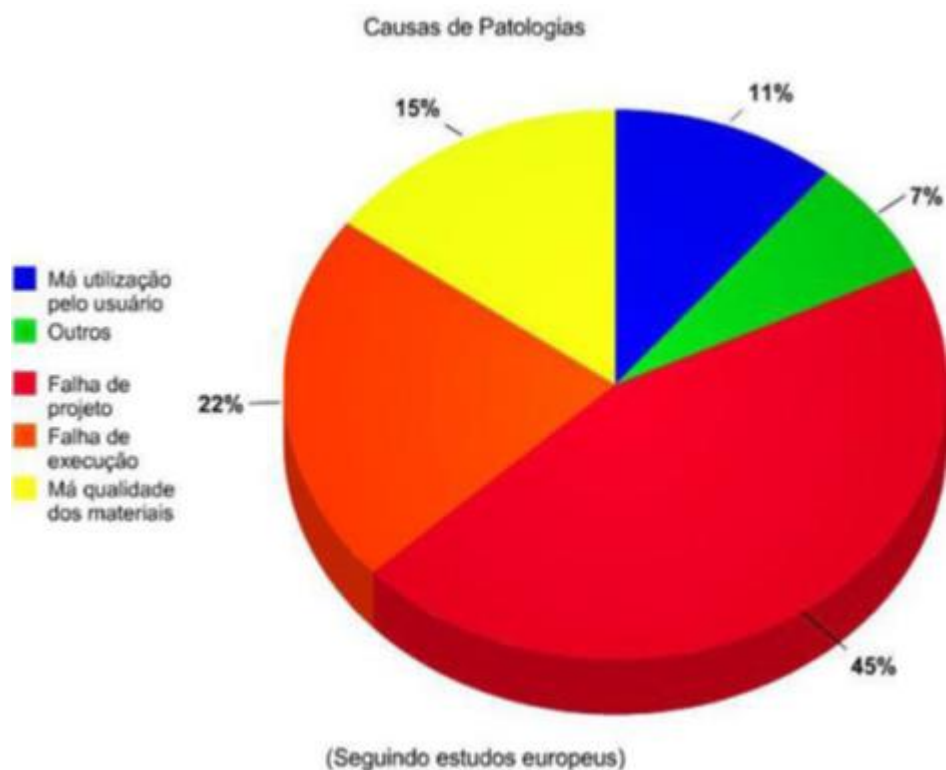
Inúmeras pesquisas já demonstram que é mais econômico e também mais seguro, executar corretamente na primeira vez para evitar gastos com reparação e intervenções ou retrabalhos (DÓREA et al., 2010).

No Brasil, segundo Conceição (2007), o ciclo de um empreendimento se encerra na entrega do mesmo, como se um empreendimento fosse composto apenas de fases da concepção, projeto e execução dos edifícios. Entretanto, ressalta, um dos principais problemas

detectados é a falta da política de manutenção das edificações, seja qual for o uso, desde edifícios públicos até os condomínios residenciais.

Pesquisas realizadas na Europa mostram que as principais origens das falhas (patologias) são: falhas de projetos, execução equivocada, emprego de materiais inadequados ou não seguir as recomendações dos fabricantes e má utilização pelo usuário, conforme gráfico a seguir:

Gráfico 01: Causas de patologias nas construções



Fonte: IBRAPE- RJ (2011)

Nunca se deu muita importância às instalações hidráulicas das edificações, pois elas ficam embutidas (ocultas) sendo, portanto, muito comum à execução de obras sem os projetos complementares como, por exemplo, o projeto hidráulico. Analisar a natureza de patologias frequentes em uma amostra pode contribuir para a prevenção, evitando-se o surgimento dos mesmos problemas em novas obras. É importante que esse tema seja mais difundido e com maior aprofundamento, o que poderá contribuir com projetistas e construtoras na busca por melhoria em projetos (NEVES e MACEDO, 2013).

A sociedade cada vez mais se detém ao conceito de qualidade o que tem impulsionado a indústria da construção civil bem como os fornecedores de insumos com isso obrigaram uma mudança de comportamento em relação aos seus clientes, foram compelidos aos profissionais técnicos e empresários a um esforço no sentido de um maior aprimoramento, qualificação e desenvolvimento, eliminando do mercado aqueles que não se adequaram a nova realidade (BAPTISTA, 2011).

2.2 NORMAS TÉCNICAS

Segundo Carvalho Jr. (2013), a falta de observação às normas pertinentes, além da falta de qualidade dos materiais utilizados na construção do edifício, bem como da mão de obra e eventuais negligências dos construtores, podem ocasionar vícios, defeitos construtivos e, conseqüentemente, danos ao proprietário da edificação.

Atualmente no Brasil existem várias normas referentes aos sistemas prediais hidráulicos e sanitários. Cada uma das instalações que foram objeto desse trabalho possui normatização específica: água fria (NBR 5626 - ABNT, 1998); esgoto sanitário (NBR 8160 - ABNT, 1999)

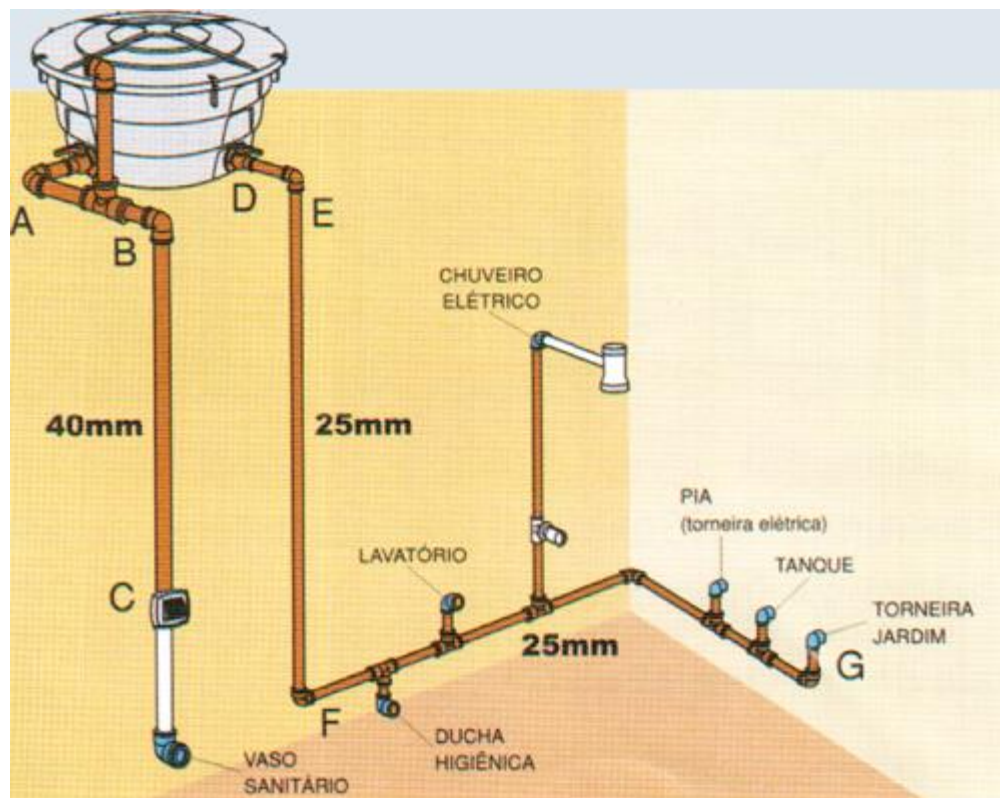
2.3 INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA

Conforme a NBR 5626/1998 – Instalações Prediais de Água Fria corresponde ao conjunto de tubulações, conexões e acessórios que permitem levar a água da rede pública até os pontos de consumo ou utilização dentro da habitação.

Segundo a mesma norma, tanto os tubos como as conexões, constituintes de uma instalação predial de água fria, podem ser de aço galvanizado, cobre, ferro fundido, PVC rígido ou de outros materiais. Esses materiais devem ser próprios para a condução de água potável e devem ter especificações para recebimento, relativo a cada um deles, inclusive métodos de ensaio.

A distribuição possui os elementos que levam a água desde o reservatório ou desde a instalação elevatória (quando esta se faz necessária) até os pontos de consumo como é demonstrado na Figura 02.

Figura 02: Distribuição da água para os pontos de consumo



Fonte: TIGRE (2013)

A referida norma recomenda que as instalações de água fria devam ser projetadas e executadas de modo a:

- Garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade suficiente, com pressões e velocidades adequadas ao perfeito funcionamento das peças de utilização e do sistema de tubulações;
- Preservar rigorosamente a qualidade da água (para ser considerada potável devem atender os seguintes requisitos):
 - Incolor, inodora e insípida;
 - Turbidez máxima = 5,0mg/l de SiO₂;
 - Dureza total = 200mg/l de CaCO₃
 - PH = 6, e isenção de alcalinidade;
 - Sólidos totais, máximo de 1.000 mg/l;
- Promover a economia de água e de energia;
- Possibilitar a manutenção fácil e com economia;

- Proporcionar conforto aos usuários, prevendo peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação, com vazões satisfatórias e atendendo as demais exigências do usuário.

2.3.1 Principais Patologias em Instalações de Água Fria

A construção de uma edificação abrange mais do que simplesmente a concepção, projeto e execução da obra. Têm-se também as etapas de operação e manutenção, compreendendo-se assim toda sua vida útil. Os processos patológicos podem ter origem em quaisquer umas dessas fases (CARVALHO JUNIOR, 2013 e GNIPPER, 2010).

Carvalho Junior (2013) cita que as principais causas de patologias em SPHS é de endógena no qual se origina no interior de um organismo, de um sistema ou se desenvolve pela influência de fatores externos, como: falhas de projeto (40%), falhas de execução (28%), qualidade dos materiais (18%), uso das instalações (10%) e diversos (4%).

Segundo Gnipper, (2010), alertava que o mau funcionamento de vários subsistemas da construção civil, entre os quais os SPHS, era fato constatado rotineiramente pelos profissionais da área, mas a incidência e causas desses problemas patológicos eram pouco pesquisadas, por exigirem recursos vultosos e longos períodos de observação para resultarem dados consistentes.

Isso é uma demonstração de que os sistemas hidráulicos prediais não estão merecendo a atenção necessária sendo este sistema indispensável para quem deseja comprar um imóvel, pois entra em contato direto com o usuário.

Abaixo serão citadas aquelas patologias referentes às de água frias consideradas mais recorrentes.

2.2.3.1 Reduzir a pressão na rede de distribuição (válvulas redutoras de pressão)

Para que a água seja distribuída corretamente aos chuveiros, descargas e torneiras são necessárias uma série de equipamentos como registros, bombas e válvulas. A manutenção deve ser feita regularmente e, ainda assim, acidentes podem ser frequentes – uma variação de pressão muito elevada pode romper a tubulação, causando vazamentos e desperdício de água

e prejuízos. O problema mais comum em sistemas hidráulicos de prédios ocorre justamente devido à alta variação de pressão, o chamado Golpe de Aríete.

Quando a água em uma tubulação tem o seu o seu fluxo bruscamente interrompido, no qual uma saída é fechada repentinamente ocorre um grande impacto na tubulação que pode ocasionar rachaduras e vazamentos que atinge a instalação (CARVALHO JR, 2013).

Pode parecer que o volume de água é o principal responsável pelo aumento da pressão nos encanamentos, mas, na verdade, é a altura do cano. Por isso, a pressão da água é medida em “metros de coluna d’água ou “m.c.a”. Como a distribuição de água em edifícios geralmente ocorre a partir de um reservatório superior (caixa d’água), a pressão dos canos nos andares inferiores é muito grande.

De acordo a legislação brasileira e a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a pressão máxima em qualquer ponto do sistema hidráulico de um edifício não pode ultrapassar 40 m.c.a (metros coluna d’água). Por isso, a diferença entre a altura do reservatório superior (caixa d’água) e o ponto mais baixo da distribuição (subsolo do prédio) não pode ser maior que 40 metros. Se o edifício for muito alto, a pressão pode ultrapassar o limite estabelecido.

Nas edificações, a pressão hidrostática máxima é de 40 mca, recomenda que a velocidade da água, em qualquer trecho da tubulação, não atinja valores superiores a 3,0 m/s. $VMAX = 3,0 \text{ m/s}$; $VMAX$ é a velocidade máxima na tubulação conforme a NBR 5626/1998. Portanto, se o número de pavimentos da edificação conduzir a uma pressão superior a 40mca(400kpa) é necessário o emprego de Válvulas redutoras de pressão (VRP) para evitar o golpe de Ariete.

A utilização desse instrumento num sistema de distribuição de água tem por objetivo a uniformização e o controle da pressão. As válvulas redutoras de pressão (VRP) têm como principal função limitar a pressão a jusante (Covas e Ramos 1998).

As VRP, além de proteger o sistema predial das altas pressões, contribuem para a redução no consumo de água e dos ruídos causados pela alta velocidade na tubulação (BENEDICTO, 2009)

Válvula redutora de pressão é um equipamento hidráulico para reduzir as pressões nas tubulações em edificações acima de 40 metros de altura e também para residências que possuam uma pressão acima das normas da ABNT (40 mca) conforme é demonstrado na figura 03 o local no térreo do edifício e a disposição do equipamento.

Dessa forma, prédios com mais de treze andares considerando um pé direito (distância vertical do piso até a laje) de três metros. Devem adotar as válvulas redutoras de pressão ou VPRs, pois $13 \text{ (pavimentos)} \times 3 \text{ metros (pé-direito)} = 39 \text{ metros}$, uma vez que a máxima pressão estática deve ser 40 mca, acima deste número de andares, é fundamental o uso de VPR.

Figura 03: VPR (Válvula Redutora de Pressão)



Fonte: PINI (2011)

2.2.3.2 Ruídos e vibrações nas instalações prediais

As instalações prediais de água fria devem ser projetadas e executadas de maneira a atender as necessidades do conforto do usuário, com respeito aos níveis de ruído produzidos ou transmitidos pela própria instalação predial de água fria ou as demais partes do edifício (ABNT, 1998).

Independentemente da causa do problema, a forma de chegar ao ouvido dos usuários é basicamente a mesma: a vibração das instalações hidráulicas é transmitida à estrutura ou a paredes que estiverem em contato direto e rígido. Uma das principais fontes de ruídos é a turbulência, pelo excesso de velocidade do fluxo, e as cavitações, provocadas pelas emendas, estrangulamentos, variações de seções e desvios abruptos. Carvalho Junior (2007) afirma que para amenizar esse problema podem ser usados alguns recursos, como registros com fechamento mais suave, limitação da velocidade nas tubulações, vasos sanitários acoplados à

caixa de descarga, em vez de válvulas de descarga etc.

Segundo a CBIC (2013) outra equipamento de transmissão de ruídos são as bombas que sempre emitem ruídos e vibrações ao operarem. Para evitar ou minimizar o efeito, deve-se prever no projeto ou na especificação técnica a localização das bombas e o assentamento sobre uma plataforma de material, que absorva tais vibrações e ruídos. Com isso, além de diminuir o barulho nessas instalações hidráulicas, é possível proteger as tubulações do entorno contra rachaduras e vazamentos nas juntas das conexões.

Os tubos e conexões de PVC série normal utilizados com fixação metálica são causas para a percepção de ruídos nos edifícios. A aplicação de tubos e conexões de PVC mineralizado de alta densidade fixados com braçadeiras específicas e emborrachadas para amortecimento das vibrações causadas pelo regime de escoamento, atendem as necessidades de conforto acústico para os usuários dos edifícios conforme é mostrado na figura a seguir.

Figura 04: Braçadeira acoplada na tubulação



Fonte: AMANCO (2017)

2.2.3.3 Incidência de ar nas tubulações de água fria

Quando ocorre o acúmulo de ar na tubulação, pode haver comprometimento no desempenho da instalação de água fria sempre que houver falta de abastecimento de água. O acúmulo de ar causa redução das vazões nas tubulações (Carvalho Junior. 2013).

O outro problema, é que, nas tubulações, sempre ocorrem bolhas de ar, que normalmente acompanham o fluxo de água, causando a diminuição das vazões das tubulações (POTHOF, 2011). Se existir o tubo ventilador (suspiro), essas bolhas serão expulsas, melhorando o desempenho final das peças de utilização. Também, em caso de esvaziamento da rede por falta de água, pode ocorrer acúmulo de ar e, quando voltar a mesma a encher, o ar

fica “preso”, dificultando a passagem da água. Nesse caso, a ventilação permitirá a expulsão do ar acumulado.

Deve-se sempre ser utilizado um traçado retilíneo que não seja em formato de sifão, pois com essa concepção é gerado bolsas de ar que favorecem as perdas de energia e uma redução de capacidade podendo gerar interrupções no fluxo de água, prejudicando o usuário (TIGRE, 2013).

2.2.3.4 Contaminação da água em reservatórios

Em relação aos sistemas prediais de abastecimento, a reservação ainda tem sido um dos principais fatores para degradação da qualidade da água que chega às torneiras e que, consequentemente, é consumida pela população (Carvalho Junior. 2013).

A norma SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) afirma que a principal falha nesta etapa do projeto de instalações hidráulicas prediais é a previsão de apenas uma câmara para reservatórios e cisternas, sem septo separador. Isso provoca sérios problemas na edificação, como a dificuldade de manutenção, caso ocorra vazamento, ou quando são necessários reparos nas boias ou limpeza.

A segurança sanitária da água potável armazenada em reservatórios e cisternas é fundamental. Para tanto, as tampas que dão acesso às manutenções destas unidades devem ser estanques em seu fechamento, impedindo a entrada de insetos, roedores e sujeiras que venham a comprometer a potabilidade da água. Porém em muitas vezes as tampas não são estanques que se degradam facilmente com a ação da água, possibilitando infiltração e contaminação. (OLIVEIRA, 2004).

Para que não haja o comprometimento da qualidade da água na edificação, segundo a Resolução RDC nº 216 emitida pela ANVISA em 15 de setembro de 2004, o reservatório de água deve ser construído ou revestido com materiais adequados e devem estar livres de rachaduras, infiltrações, descascamentos e outros defeitos, devendo estar hermeticamente fechado. A referida resolução cita que reservatórios em edificações devem ser higienizados em um intervalo de seis meses, devendo ser mantidos os registros da operação.

2.4 INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ESGOTO

Segundo definição da norma brasileira ABNT-NBR 8160 (1999, p. 03) O sistema de esgoto sanitário tem por funções básicas coletar e conduzir os despejos provenientes do uso adequado dos aparelhos sanitários a um destino apropriado.

Conforme a NBR 8160/1999, sistema predial de esgoto sanitário é o conjunto de tubulações e acessórios destinados a coletar e transportar o esgoto sanitário que permite o escoamento dos despejos (águas residuárias) de uma edificação, garantindo o encaminhamento dos gases para a atmosfera e evitar o encaminhamento dos mesmos para os ambientes sanitários.

Os despejos podem ser divididos em duas classes:

- Águas servidas – oriundas dos aparelhos sanitários utilizados para fins de higiene, produção de alimentos e limpeza águas servidas quando provenientes de operações de lavagem e limpeza. (Lavatórios, pias de cozinha, bidês, tanques de lavar roupas, chuveiros, máquinas de lavar pratos).
- Águas imundas – água, material fecal + urina. Uma das suas características é a existência de sólidos. (oriundas dos vasos sanitários e mictórios).

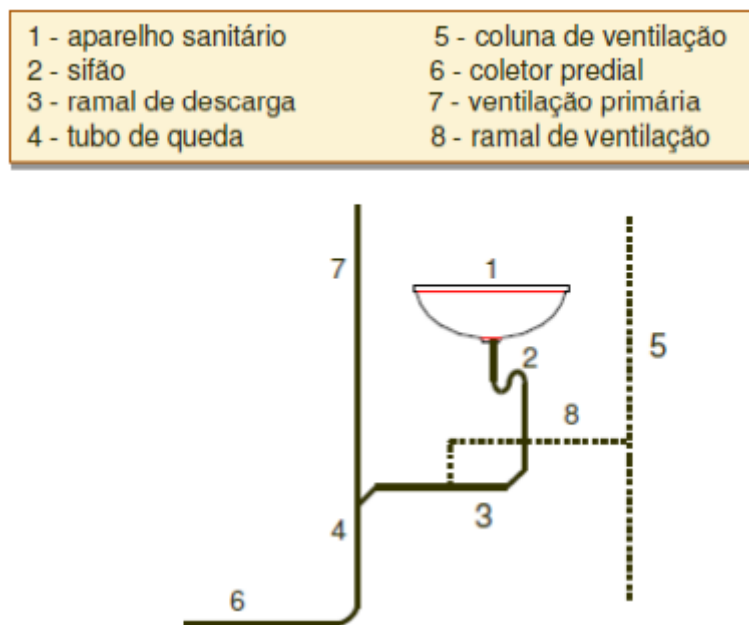
Pontos importantes a serem observados no Sistema de Esgoto de acordo com a referida norma são:

- Deve permitir rápido escoamento dos despejos e facilidade de limpeza e manutenção em caso de obstrução (caixas de passagem).
- Tubulações tenham escoamentos livres, ou seja, sem pressão, apenas pela ação da gravidade.
- Deve haver ventilação adequada e dispositivos que impeçam o ingresso de gases, insetos e pequenos animais no ambiente interno.
- Não permitir vazamentos, escapamentos de gases ou formação de depósitos no interior das canalizações.
- Não permitir contaminação na água de consumo.

A norma 8160/1999 preconiza um fator importante e indispensável em projetos de instalações de esgoto doméstico o seu destino final que poderá ser um sistema particular (fossa / sumidouro) ou poderá ser a rede coletora de esgoto público, acompanhada de uma (ETE) Estação de Tratamento de Esgotos.

A Figura 05 que segue mostra uma visão geral dos elementos do sistema de esgoto:

Figura 05: Componentes da Instalação de Esgoto doméstico



Fonte: Reginaldo Bastos Ramos (2013)

2.4.1 Principais Patologias em Instalações Prediais de Esgoto Sanitário

Sistemas de esgotos sanitários prediais estão sujeitos ao mau cheiro, possibilidade de contaminação da água potável e do ambiente interno, além do externo (CARVALHO JR, 2013).

(LINCHTENSTEIN, 1986) aborda que ações de manutenção e limpeza nos dispositivos hidrossanitários são indispensáveis para que o sistema funcione de forma plena, satisfazendo totalmente as expectativas do usuário em relação à edificação em que habita.

Abaixo serão citadas aquelas patologias referentes ao esgoto sanitários consideradas mais recorrentes.

2.3.4.1 Entupimento em Tubulações

Segundo a NBR 8160-1999, a instalação de esgoto sanitário deve coletar e afastar rapidamente os efluentes, levando-o até um destino final adequado. Para isso, o traçado da instalação deve ser adotado de forma a favorecer o escoamento por gravidade, evitando ou minimizando pontos que se tornem obstáculos ao escoamento que favorecem o acúmulo de dejetos que podem chegar a obstruir totalmente a tubulação.

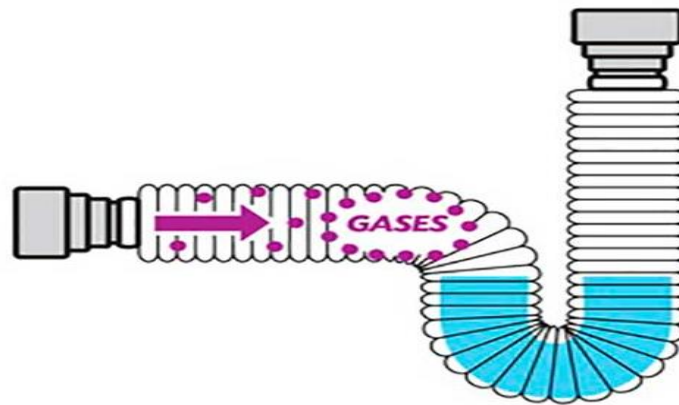
De acordo com o manual técnico da empresa (Esgotecnia) uma tubulação hidráulica pode, eventualmente, entupir por diversos motivos, sendo ocasionados pela falta de manutenção, efeitos do tempo, vazamentos e infiltrações. Mas, o mais comum é pelo descarte incorreto de materiais, que causam inúmeros transtornos. As tubulações precisam periodicamente de manutenção. O efeito do tempo, assim como o uso de materiais sem qualidade nos encanamentos, pode ser nocivo para as instalações hidráulicas, ocasionando vazamentos.

(ILHA, 2002) É elevado o percentual a patologias relacionadas com entupimento de tubulações dos sistemas prediais de esgotos dos edifícios. É uma indicação de que é de grande importância cuidados com manutenção para melhor desempenho da instalação de esgoto.

A prevenção é sempre o melhor método para a saúde das tubulações hidráulicas. Cuidados como evitar jogar quaisquer materiais pelas tubulações para não ocorrer entupimentos nas residências, indústrias ou estabelecimentos comerciais, assim como fazer a revisão periódica é fundamental para evitar problemas com o encanamento.

No fórum da Construção do IBDA (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura) relata que uma situação comum são os fechos hidráulicos ineficientes, assim como o acúmulo de resíduos nas instalações, que com a decomposição colabora na formação de gases, gerando entupimento. O sifão é um dispositivo que contém o “fecho hídrico”, que veda a passagem de gases contidos nos esgotos. O acúmulo de água impede que gases do esgoto possam sair pelo ralo, o mesmo acontece com insetos, que ao subir pela tubulação do esgoto irão se deparar com água tampando completamente o caminho de passagem para o ralo. O formato de instalação ideal se assemelha ao formato de um “U”, conforme ilustra a figura abaixo:

Figura 06: Funcionamento de um sifão



Fonte: IBDA (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura)

2.3.4.2 Mau cheiro em instalações de esgoto

TIGRE (2013) mostra que o mau cheiro pode surgir por diversos motivos entre os principais são:

- Ausência ou sistema de ventilação inadequada:

Os tubos ventiladores possuem a função de proteger os fechos hídricos de romperem e conduzir os gases (odores) dos esgotos para atmosfera. Toda instalação deve ter o tubo ventilador para a entrada de ar da atmosfera para dentro das instalações, como para saída do ar proveniente do esgoto. Em um edifício com mais de um pavimento, esse tubo se denomina “coluna de ventilação”, com sua extremidade superior de no mínimo a 30 cm, aberta à atmosfera. É importante que os tubos ou colunas de ventilação possuam “terminais de ventilação”, para impedir a entrada de água das chuvas, folhas e outros, pois pode ocasionar o entupimento da tubulação de ventilação e, conseqüentemente, o retorno dos gases que provocam o mau cheiro.

- Ausência ou desconector impróprio:

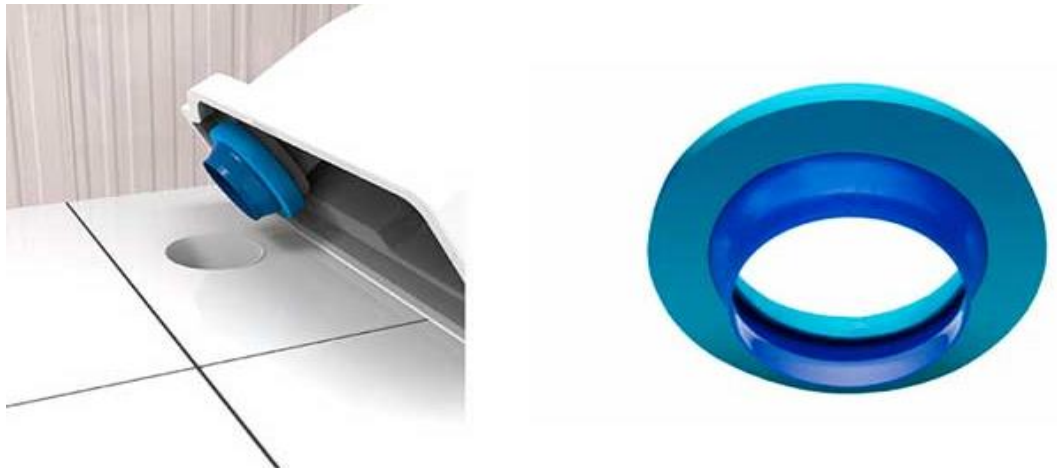
É o dispositivo que recebe os esgotos dos ralos e dos aparelhos sanitários. A caixa sifonada precisa ter uma vedação hídrica maior ou igual a 50 mm. O fecho evita a passagem

de insetos e odores, provenientes do esgoto, para dentro de casa. Se você perceber que o mau cheiro está voltando do ralo, abra a sua tampa da caixa e verifique se está faltando o desconector. Na ausência do dispositivo, basta colocar um novo para sanar o mau cheiro.

- Ausência ou vedação inadequada na saída dos vasos sanitários;

A causa principal do mau cheiro proveniente do vaso sanitário é a ausência ou vedação inadequada na saída da bacia sanitária. A instalação do anel de vedação é importante, pois além de eliminar o mau cheiro, elimina também os vazamentos que são evidenciados na ilustração que segue.

Figura 07: Anel de vedação do vaso sanitário

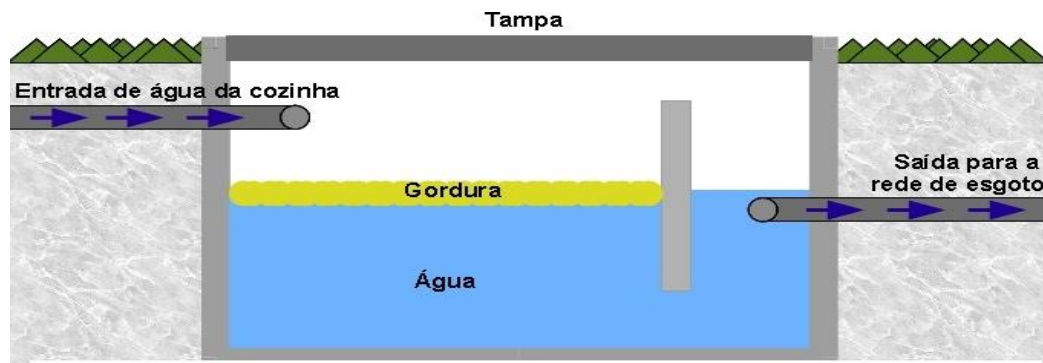


Fonte: TIGRE (2017)

- Caixa de Gordura

São caixas que recebem o esgoto da cozinha. Elas retêm as gorduras, graxas e óleos provenientes do ambiente, para que não escoem diretamente pelas tubulações e gerem obstrução como é verificado na Figura 08. As caixas de gordura de alvenaria com tampas de abertura em concreto simples não se adaptam de forma correta aos tubos de PVC, provocando trincas e infiltrações. A maior causa do mau cheiro é proveniente de problemas de vedação ou da ocorrência de trincas e quebras das tampas.

Figura 08: Caixa de Gordura convencional de alvenaria



Fonte: SANEPAR

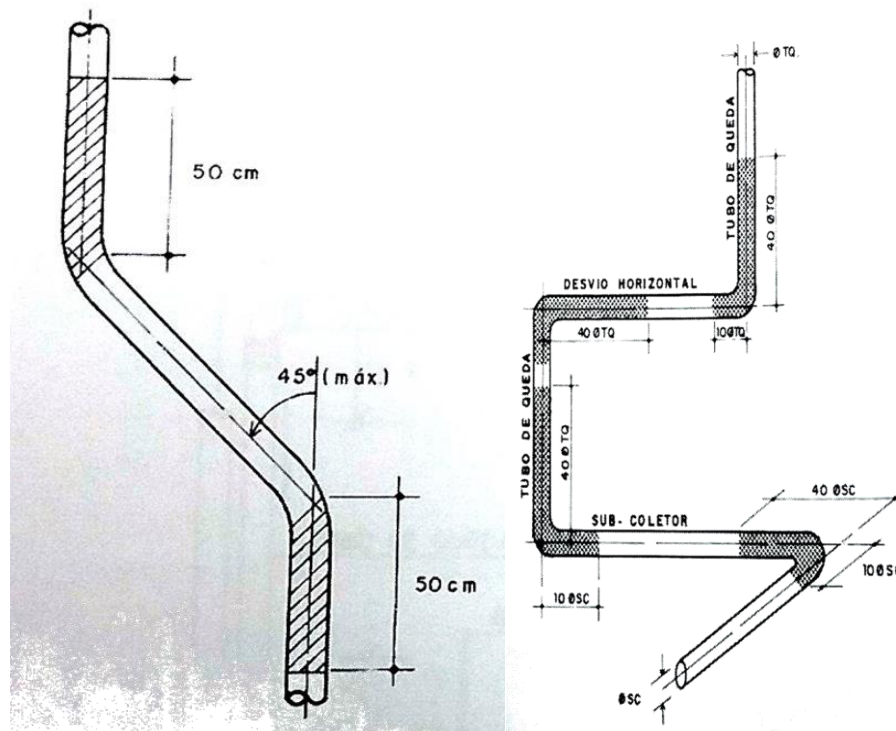
2.3.4.3- Retorno de Espuma

A norma ABNT – NBR 8160/1999 ratifica que para as edificações os tubos de queda que recebam efluentes de aparelhos sanitários tais como pias, tanques, máquinas de lavar e outros similares, onde são utilizados detergentes que provoquem a formação de espuma, devem ser adotadas soluções no sentido de evitar o retorno de espuma de ralos e caixas sifonadas para os ambientes sanitários, tais como:

- Não efetuar ligações de tubulações de esgoto ou de ventilação nas regiões de ocorrência de sobrepressão que são onde ocorrem as mudanças de direção do escoamento no tubo de queda.

São consideradas zonas de sobrepressão as regiões hachuradas no qual pode ser verificado de acordo com a Figura 09 a seguir.

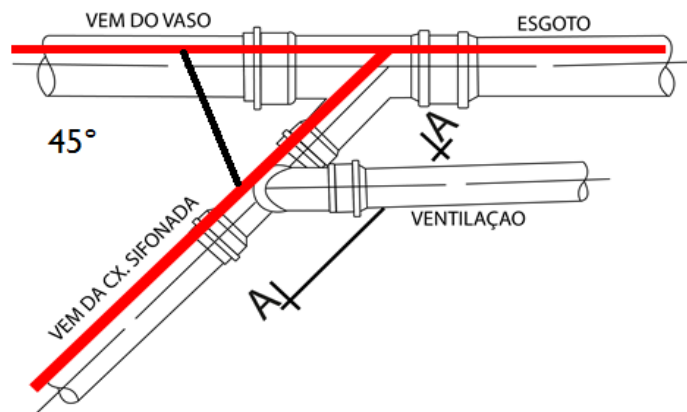
Figura 09: Regiões hachuradas denominadas de sobrepressões na tubulação de esgoto sanitário



Fonte: Ana Elza Dalla Roza (UNEMAT)

- As mudanças de direção nos trechos horizontais devem ser feitas com peças com ângulo central igual ou inferior a 45° conforme a figura 10.

Figura 10: Tubulações sanitárias



Fonte: Ana Elza Dalla Roza (UNEMAT)

- Instalação de dispositivo anti-refluxo na caixa sifonada convencional:

Conforme a publicação MANUAL TÉCNICO AMANCO (2013), recomenda a aplicação de um dispositivo plástico contendo diafragma em borracha, por meio do qual ocorre o bloqueio da saída da espuma pela grelha. Tal dispositivo foi desenvolvido para inserção no ralo ou na caixa sifonada, conforme visualizado na Figura 11.

Figura 11: Equipamento antiespuma



Fonte: AMANCO (2017)

3 METODOLOGIA

A monografia tem como metodologia inicial uma revisão bibliográfica, para fundamentar o tema a ser estudado, a qual será realizada por meios de livros, revistas, jornais, internet e tendo como principal fonte de pesquisa artigos técnicos e teses.

No trabalho em questão será realizado um estudo teórico a partir de pesquisas buscando informações em livros fundamentados em patologia nas construções. Buscando diretriz que apresentem esses problemas, gráficos, tabelas, imagens e definições sobre falhas nas edificações e em sites de internet relacionadas com a construção civil que permitirá o entendimento do tema.

As dificuldades para a realização de trabalhos em relação das patologias em instalações hidrossanitárias em edificações são evidenciadas na tendência que existe, tanto em construtores como em proprietários, em não tornar público eventuais falhas que resultem em problemas que contribuem para a desvalorização do produto.

A pesquisa também terá importância na exposição a construtores e profissionais de engenharia a real necessidade de atenção com as ações de prevenção e correção, indispensáveis para o uso dos edifícios em condição de pleno desempenho, como normalmente é prometido no ato da venda da edificação.

O estudo refere-se à consulta para obter e citar os erros nas instalações hidrossanitárias que geram as patologias no SPHS percebidas nos sistemas de água fria e esgoto.

- Água fria – informações sobre o material da tubulação, localização da válvula redutora de pressão, Incidência de ar nas tubulações.
- Esgoto – Equipamentos empregados na instalação como sifão e caixa de gordura.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O surgimento das patologias referentes ao SPHS (Sistemas Prediais Hidráulicos Sanitários) é devido a algumas causas como:

- Pouca importância (a instalação fica oculta/embutida);
- Obras sem projetos de instalações hidráulicas;
- Busca por máxima economia;
- Uso de materiais de qualidade inferior;
- Especificações inadequadas;
- Execução com improvisações diversas (“Gambiarras”)
- Ausência de qualificação na mão-de-obra;

A ocorrência de patologias hidrossanitárias é uma consequência de erros no projeto, na execução, falha no componente que normalmente é de origem na fabricação, no mau uso ou na manutenção deficiente ou até mesmo inexistente.

A falta de mão de obra qualificada ou até mesmo a negligência dos usuários, que muitas vezes fazem improvisações por conta própria, podem vir a transformar algumas instalações em futuras manifestações patológicas. É necessário o acompanhamento da execução e o domínio das normas pelos profissionais que estão realizando o serviço, sendo isso de suma importância para garantir um bom trabalho.

É necessária a elaboração de um projeto de instalações hidráulicas prediais, pois envolve cálculos técnicos especializados que só um profissional habilitado está capacitado a fazer, havendo garantia legal de sua responsabilidade civil perante o CREA, segundo a legislação vigente, através da emissão de uma ART – Anotação de Responsabilidade Técnica.

É de extrema importância em ratificar o quanto ações de manutenção nas instalações asseguram a sua qualidade e elevam sua vida útil. Com isso ações de manutenção preventiva e corretiva são métodos eficazes em se tratando da área de patologia, sendo a prevenção a melhor alternativa a ser feita durante a execução da obra.

- **Manutenção Preventiva:** Conjunto de ações desenvolvidas sobre Instalações, Equipamentos ou Sistemas com programação antecipada e efetuada dentro de uma periodicidade através de inspeções sistemáticas, detecções e de medidas necessárias para evitar falhas, com o objetivo de mantê-lo em estado de uso ou de operação para o qual foram especificados.
- **Manutenção Corretiva:** Conjunto de serviços mobilizados após ocorrência de defeitos ou falhas no funcionamento de Instalações, Equipamentos e Sistemas, por falhas, ou vencimento da vida útil de componentes, que resultem na recuperação do estado de uso, de operação ou para que o valor do patrimônio seja garantido.

A orientação é sempre contratar profissionais com conhecimentos inerentes e bem capacitados para projetar e executar projetos com responsabilidade e satisfatório para o bem estar do usuário.

A partir dessa premissa serão estabelecidas as relações de causas das recorrentes patologias e propondo soluções técnicas a serem empregadas durante a execução do serviço, a fim de, melhorar os processos construtivos, diminuindo assim, os gastos com ações corretivas na pós-entrega das obras.

Através da revisão bibliográfica, foi possível determinar as principais e recorrentes patologias em instalações hidrossanitárias serão discutidas a seguir.

4.1 DISPOSITIVOS CONTROLADORES DE PRESSÃO

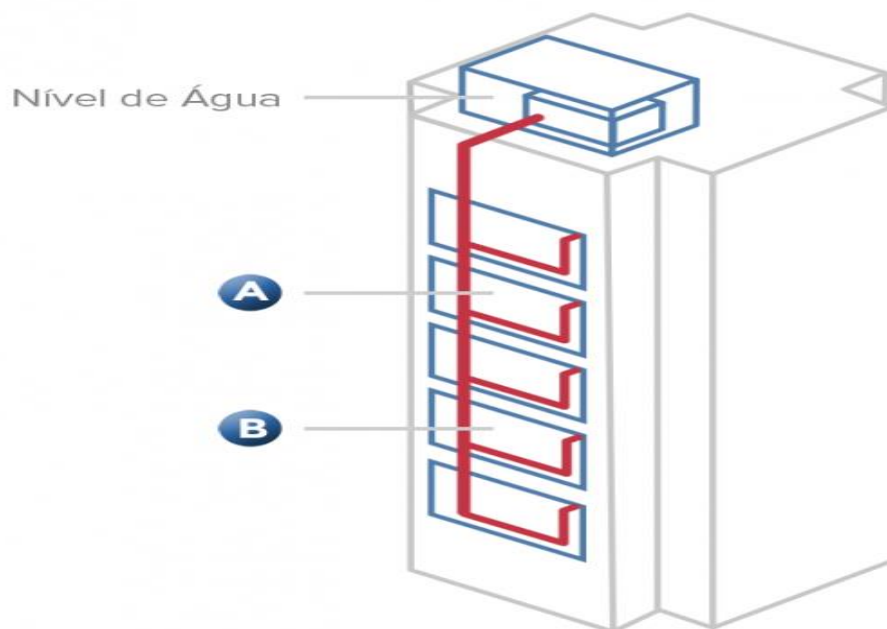
Em edifícios altos, um cuidado importante que se deve ter desde o projeto do sistema hidráulico é com a pressão da água. Segundo a normatização brasileira, a pressão estática, ou seja, aquela que é medida quando todos os registros estão fechados, não pode ultrapassar 40 mca (metros de coluna d'água) nos pontos de consumo dos apartamentos (torneiras, chuveiros etc.).

É comum em edifícios que o abastecimento de água aconteça a partir de um reservatório superior. Com isso, pela força da gravidade, a pressão da água é maior nos andares inferiores e, se o edifício for muito alto, ela pode ultrapassar o limite estabelecido. Altas pressões podem romper a tubulação principal (prumada) e suas ramificações, assim como os tubos ligados aos aparelhos sanitários, gerando vazamentos dentro dos apartamentos.

Para evitar esses problemas, são utilizadas válvulas redutoras de pressão nas redes hidráulicas. No qual o aparelho regula a pressão da água não atinja pressões superiores a 40 m.c.a (metro coluna de água). Elas podem ser instaladas nas áreas acessíveis (comuns do prédio), hall de serviço, térreo. Por isso, a diferença entre a altura do reservatório superior (caixa d'água) e o ponto mais baixo da distribuição (subsolo do prédio) não podem ser maiores que 40 metros. Se o edifício for muito alto, a pressão pode ultrapassar o limite estabelecido.

Como é evidenciado na Figura 12 o ponto B está mais próximo do reservatório superior do que o ponto A, gerando uma pressão maior nesse ponto de distribuição mais afastado do reservatório.

Figura 12: Níveis diferentes de pressão



Fonte: VRP PREMIUM (2015)

As rupturas nas tubulações são ocasionadas pela falta de (Válvulas Redutoras de Pressão) VRP's, pois a pressão principalmente nos andares inferiores do edifício é elevada como é verificado a fissura da tubulação na Figura 13.

Figura 13: Fissura na tubulação



Fonte: Reginaldo Bastos Ramos (2013)

Quando o escoamento de um líquido em condutos fechados é bruscamente interrompido, ocorre o fenômeno conhecido como golpe de aríete. Neste caso, há um choque violento nas paredes internas do conduto, podendo provocar o seu rompimento, além de produzir barulho desagradável.

As medidas para a eliminação do golpe de aríete são as seguintes:

- O aumento do tempo de fechamento das válvulas de descarga:

A válvula desta forma controla o excesso de pressão, mantendo a pressão estabilizada dentro da tubulação.

- Utilizar caixas de descarga ao invés de válvula de descarga:

Substituindo-se as antigas válvulas de descarga por bacias sanitárias com caixas de descarga embutidas ou acopladas, que demandam tubos com diâmetros muito menores que os existentes e este sistema possuem um botão de acionamento para liberar a água dentro do vaso sanitário, e também uma boia, que regula a entrada de água no sistema, preparando-o novamente para uso. Com isso, após o acionamento do botão de descarga, a água é liberada dentro do vaso em um volume limitado pelo máximo de água que cabe dentro da caixa acoplada. De acordo (GNIPPER) sua utilização indica a redução no consumo mensal de água na edificação de até 40%, que ajudará a abater os custos com o passar do tempo.

Figura 14: Vaso sanitário com caixa de descarga acoplada



Fonte: Aatoria Própria (2017)

Muitas vezes o projetista especifica erroneamente em seu projeto o diâmetro da válvula de descarga, desconsiderando as pressões nos pavimentos da edificação o que gera um problema pontual nestas válvulas. A recomendação é válvulas com DN 1 ¼" (uma e um quarto de polegada) em pavimentos mais baixos, onde a pressão é mais elevada. Nos pavimentos mais elevados, aconselha-se o uso de válvulas de descarga com DN de 1 ½" (uma e meia polegada).

Em locais com válvulas de descarga já instaladas, procure antes verificar se é possível regula-las para que fechem lentamente. Caso não seja possível, opte pela troca desta válvula.

- Baixa Pressão da água em chuveiros e torneiras

A baixa pressão de água é algo mais comum de ocorrer em apartamentos de cobertura ou no térreo, casas sem caixa d'água, ou casas com caixas d'água muito baixas. Esse problema de baixa pressão se deve a diferença de altura da coluna da água, ou seja, a distância entre a saída do reservatório e o chuveiro. Se essa distância for menor que o 1 metro, a pressão da água será baixa. A solução a ser tomada é a utilização de Válvula Transferidora de Pressão, este dispositivo funciona usando a pressão da própria rede pública de abastecimento. No qual este é instalado na parte externa do tubo de entrada da caixa d'água, quando há a existência de água na rua o equipamento é acionado e direciona a água da rua diretamente para a tubulação da residência com o aumento de pressão. Quando ocorrer a falta do abastecimento público este liberará a água contida no reservatório superior. Esse sistema permite sempre uma pressão nos tubos além de não consumir energia elétrica.

Figura 15: Válvula Transferidora de Pressão



Fonte: Reforma e Construção (2017)

4.2 INCIDÊNCIA DE AR NAS TUBULAÇÕES

A presença de ar retido no interior das instalações pode prejudicar em muito o funcionamento normal de uma canalização para fins hidráulicos trabalhando sob pressão. Diversas são as razões que provocam a formação de bolsas de ar na tubulação da rede pública de água, mas basicamente isso ocorre quando as canalizações são esvaziadas e por consequência preenchida por ar. Quando ocorre o retorno na vazão de água, esse ar, sem ter por onde evacuar é empurrado para os pontos de saída, ou seja, a torneira dos consumidores, passando, antes e inevitavelmente, pelo hidrômetro.

Situações onde o ar está presente nos canos de água:

- Corte no fornecimento de água por razões de racionamento ou manutenção de rede

A falta de água decorrente do esvaziamento do reservatório, voluntariamente ou não, é um fator que gera a possibilidade de formação de bolsas de ar na tubulação. É frequente em muitas regiões do Brasil a falta de água no abastecimento das residências isso pode provocar um fenômeno que, em alguns casos, contribui para a alta na conta de água das residências. Não é incomum quando abrimos uma torneira e a água sai em jatos interrompidos (bolsas de ar). O problema é que esse ar é cobrado como água, já que ele aciona a medição pelo hidrômetro.

- Não retilinidade das tubulações

É a execução dos ramais de distribuição com sifão formando um “U” invertido. Isso causa um fluxo desfavorável, que forma um vácuo e bolhas de ar, fazendo com que a água saia com fluxo descontínuo nos pontos terminais de torneiras, chuveiros. Sendo mostrado na Figura 16 a seguir que prejudica o fluxo normal da água.

Figura 16: Tubulação em U invertido



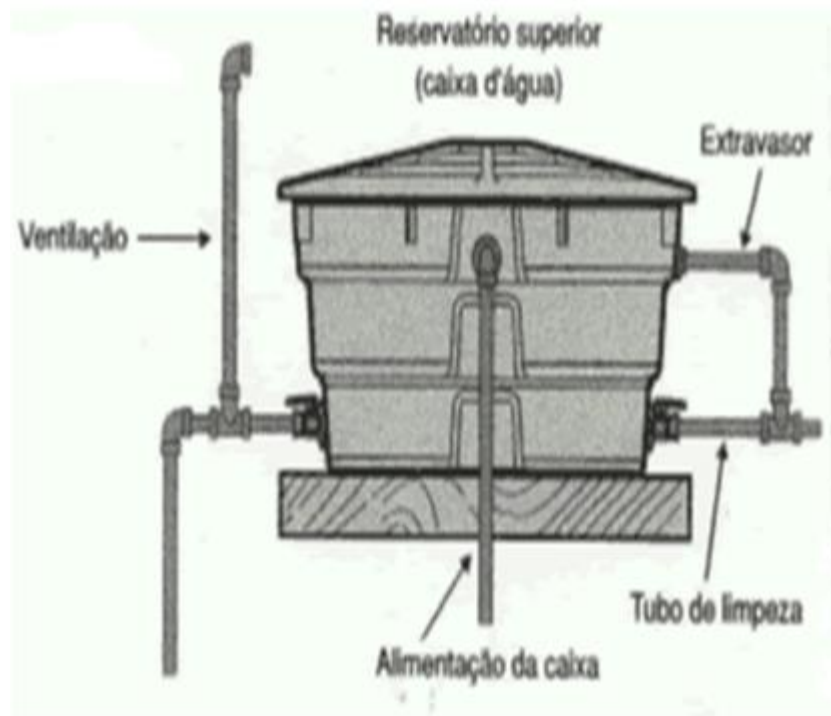
Fonte: Reginaldo Bastos Ramos (2013)

As medidas para minimizar a entrada de ar nas tubulações são as seguintes:

- Tubos ventiladores

A solução que resolva este problema é a instalação de um tubo de ventilação na instalação hidráulica. Os tubos ventiladores também chamados por suspiros tem a função de expulsar as bolhas de ar presas nos barriletes, fato que ocorre sempre que o reservatório superior fica esvaziado e volta a ser cheio. O tubo de ventilação sempre deve ser instalado no barrilete (tubulação que desce). No qual deve ter sua extremidade (final) totalmente livre e estar sempre acima do nível máximo de água do reservatório para expurgar o ar existente no interior das instalações. O diâmetro do tubo de ventilação deve ser no mínimo igual ao diâmetro do tubo que desce se possível ser de um diâmetro maior. Veja Figura 17 o uso correto do tubo de ventilação:

Figura 17: Tubo de ventilação



Fonte: TIGRE (2013)

- Bloqueadores de ar

O bloqueador de ar é um dispositivo instalado na tubulação de entrada de água que inibe a cobrança indevida pelo ar que passa pelo hidrômetro. Seu funcionamento ocorre pelo reconhecimento da pressão da água e a pressão do ar. Na falta de água na rede pública, a válvula fecha o registro, impedindo a passagem do ar. A sua instalação é permitida por órgãos competentes de acordo com os fabricantes, assegurados por laudos de órgãos como o IPT (Instituto de Pesquisas Técnicas) e Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia), pois está localizado após o hidrômetro na rede é particular então fica a cargo do proprietário do imóvel.

Os bloqueadores de ar resultam nas seguintes medidas técnicas:

- Reduzem até 30% nos valores pagos na conta de água
- Não interferem no funcionamento normal dos hidrômetros
- Aumentam a vida útil do hidrômetro e tubulações

- Não têm peças sujeitas ao desgaste e reposição
- Bloqueiam a entrada de contaminações externas

Figura 18: Bloqueadores de ar



Fonte: CBIC (2013)

4.3 SIFÃO

Um dispositivo que recebe as águas servidas conduzindo-as ao esgoto sanitário e ao mesmo tempo impede o retorno de gases, isso devido à (bolsa de água acumulada no sifão que impede a passagem dos gases). O bom funcionamento do sifão é fundamental para inibir odores indesejáveis nos ambientes.

Os sifões são peças fundamentais para impedir a passagem do mau cheiro que são emitidos pelos esgotos. Geralmente são instalados nas pias de cozinha, nos lavatórios dos banheiros ou nos tanques de lavar roupas. Sua geometria cria um acúmulo de água em seu interior, evitando que o mau cheiro retorne, é o chamado fecho hídrico.

Situações que os sifões apresentam problemas:

- Anéis de vedação:

Usualmente nas obras os sifões podem apresentar problemas em relação ao seu sifonamento, como anéis de vedação ressecados e mal fixados possibilitando a passagem dos gases da rede pública como é verificado na figura 19.

Figura 19: Anéis de Vedação



Fonte: TIGRE (2013)

- Fechos Hídricos

E o maior problema com odores em ambientes que é devido ao comprometimento dos fechos hídricos das caixas sifonadas em apartamentos, aliados à falta de manutenção preventiva e corretiva (CANIDO, 2012).

No caso dos sifões articulados de PVC, podem não estar instalados corretamente, pois o sifonamento é feito manualmente, se estiver feito de forma errada ele também possibilita a passagem de gases.

Na figura 20 é indicado um sifão sob lavatório em conformação inadequada sem o formato em U para a finalidade à qual se destina, o fecho hídrico deve estar sempre com água, pois é a água que impede a passagem dos gases.

Figura 20: Sifão inadequado



Fonte: Autoria Própria (2017)

- Ramais de ventilação

E um ponto importante que em muitos casos é negligenciado e não executados nas obras civis nas instalações de esgoto que deve possuir ramais de ventilação para que não haja pressão nos tubos de esgoto e não rompam os fechos hídricos.

As medidas para a eliminação do mau cheiro nos ambientes são as seguintes:

- Anéis de vedação com fixação correta

Para atender seu funcionamento com qualidade os anéis devem ser executados conforme os seguintes passos. Inicialmente o anel de vedação é colocado na parte inferior da bacia sanitária. As superfícies onde será aplicado o anel devem estar bem limpas e secas, para

haver uma boa aderência da peça. Coloque o anel de vedação ao redor da saída de esgoto da bacia. Posicione a bacia sanitária, pressionando no cano de esgoto. Por fim fixe a bacia sanitária com os parafusos de fixação.

- Fecho Hídrico

Limpe periodicamente os ralos e sifões das louças, tanques e pias, retirando todo e qualquer material que cause de entupimento e jogando água, a fim de se manter o fecho hídrico nos ralos sifonados, evitando assim o mau cheiro proveniente da rede de esgoto. A SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná) afirma que a verificação dos ralos e sifões das louças, tanques e pias com uma periodicidade de limpeza a cada 6 meses.

Mas para que este sistema funcione corretamente, é necessário que o sifão tenha uma geometria em curva para acúmulo de água em seu interior. Além disso, o sifão seja limpo periodicamente, até porque pela má utilização dos moradores que costumam deixa cair objetos como fios de cabelo, cotonetes entre outros que com o tempo causam a obstrução da passagem de água, diminuição da vazão do sifão e entupindo a pia.

A NBR 8160/1999, normatiza as instalações prediais de esgoto e recomenda o uso de sifões e exige que o seu fecho hídrico seja de 50 mm. Para que esse aparato funcione perfeitamente ele tem que estar instalado corretamente com o fecho hídrico sempre com água, pois se não estiver devido o não uso dos aparelhos sanitários pode ter sua função comprometida. Se o sifão está a mais de um mês sem utilização é necessária à troca do equipamento.

Figura 21: Sifão instalado corretamente



Fonte: Revista Técnica (2017)

- Ramal de ventilação

Outra medida que contribuir para a eliminação do mau cheiro são os ramais de ventilação, também conhecidos como “respiro”. Os odores bloqueados pelos sifões são eliminados através do dispositivo, que possibilita que o fluxo dos gases e maus odores do esgoto sejam direcionados para fora da residência.

A referida norma preconiza sobre a instalação do ramal de ventilação:

- Deve-se tomar cuidado para que a saída do respiro no telhado não receba água pluvial, para isso o terminal tipo chaminé é o adequado como é mostrado na figura 22.
- Não deve estar situada a menos de 4,00 m de qualquer janela, porta ou vão de ventilação.
- Deve estar localizada a uma altura mínima igual a 2,00 m acima da cobertura, no caso de laje utilizada para outros fins além de cobertura; caso contrário, esta altura deve ser no mínimo igual a 30 cm;

Figura 22: Terminal de ventilação tipo chaminé



Fonte: TIGRE (2017)

4.4 CAIXA DE GORDURA

Atualmente, já estão sendo protocolados projetos de lei em diversos municípios do Brasil, que toda a habitação tem de ter uma caixa de gordura. Este dispositivo fica localizado entre a tubulação que chega da pia da cozinha, máquina de lavar roupas e a fossa ou rede coletora de esgoto, separando as gorduras da água usada na limpeza dos utensílios da cozinha.

A caixa de gordura é uma estrutura retangular ou cilíndrica, feita de diversos materiais e instalada geralmente na parte externa da casa, que recebe a água da pia da cozinha antes de seguir para a rede pública de esgoto. Seu papel é reter a gordura e outros dejetos sólidos, deixando apenas a água passar para o encanamento da rua.

Elas são fundamentais para o bom funcionamento do esgoto das edificações, mas desde que passem por manutenção constante e construídas e dimensionadas com os requisitos previstos pela NBR- 8160 Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução. Segundo especialistas da (SANEPAR) na área de saneamento, as caixas de gordura residenciais precisam ser limpas a cada seis meses para evitar problemas como entupimento dos canos, mau cheiro, escoamento lento da água da pia e invasão de pragas urbanas (baratas e ratos, por exemplo).

Situações que a caixa de gordura apresenta problemas:

- Falta de limpeza na caixa

A equipe da CAERN (Companhia de águas e Esgotos do Rio Grande do Norte) de esgoto da cidade de Mossoró (2016) ocupa mais de 80% do tempo com desobstruções causadas por mau uso, casos de rede de esgoto obstruída por gordura, além de materiais que não devem ser postos nas tubulações de esgoto doméstico. O excesso deste material no ralo da pia pode levar ao escoamento lento da água, a entupimentos da tubulação e ao mau cheiro. Em casos extremos, pode haver transbordamento da caixa de gordura quando a limpeza não é feita no período correto ou a volta do líquido pelo ralo da pia o que ocorre quando a caixa está cheia e a água que chega nela não consegue seguir adiante, ou seja, retorna pelo ralo.

A falta de manutenção é o fator preponderante para a caixa de gordura não atender sua finalidade que é reter a gordura proveniente de ralos de pias e máquinas de lavar roupas, pois sem a devida limpeza periódica a gordura se solidifica nas paredes das tubulações, reduzindo a secção de passagem do esgoto nesta e consequente provocar entupimentos que só geram danos e gastos para o usuário do imóvel.

- Tampas de abertura danificadas

As patologias recorrentes como o mau cheiro se dão pelo uso indevido da caixa principalmente após cada operação de abertura indevida danificando a tampa para manutenção e limpeza, e estas não oferecem as condições de fechamento hermético que bloqueará a saída dos gases para os ambientes.

As caixas mais usuais no Brasil são feitas de alvenaria e com tampa de concreto simples sem a armadura, sendo esta a mais vulnerável a patologias, principalmente pelo peso da tampa de concreto que dificulta um usuário a removê-la para fazer os serviços de manutenção e limpeza.

Com isso pela dificuldade e o não cuidado com a abertura para a manutenção resulta em pequenas trincas e fissuras na tampa de concreto gerando degradação continuada. A Figura 23 mostra a caixa de gordura com tampa em concreto em estado degradado.

Figura 23: Tapa danificada da caixa de gordura



Fonte: Autoria Própria (2017)

As medidas para o bom funcionamento da caixa de gordura são as seguintes:

- Manutenção preventiva e rotineira

A limpeza em residências sendo feitas em períodos de seis em seis meses recomendadas por profissionais da área de saneamento é a manualmente, no qual a gordura deve ser retirada, postas em sacos plásticos e irem para o lixo orgânico. Já em edifícios residenciais, comerciais a limpeza é de três em três meses, e pode ser realizado por empresas especializadas. Outro caso mais evidenciado em restaurantes, lanchonetes são os despejos de óleos de cozinha pois existem transbordamentos nas caixas porque houve entupimento da tubulação por gordura. O óleo despejado vai se alojando nas paredes da tubulação até endurece que impede a passagem normal dos efluentes pelo tubo. Uma medida ambiental e preventiva nos dias atuais é realizar a coleta seletiva desse óleo, colocando-o em garrafas PET e destinando-as à reciclagem para posterior fabricação de sabão com o uso do óleo coletado nas residências e locais de alimentação acima citados.

- Construção e dimensionamento de acordo com os requisitos da norma de esgoto sanitário

Construí-las dentro das definições especificadas pelas normas da ABNT é fator importante para a eficiência do sistema. A água da pia e as gorduras vão juntas para a caixa, os tubos de entrada e de saída convenientemente projetados para possibilitar que o esgoto e a gordura escoem normalmente e, além disso, deve ter uma diferença de cota entre a entrada e a saída suficiente para reter a gordura, evitando-se o arraste do material juntamente com o líquido. A gordura tem uma densidade mais leve, ela flutua, e o líquido fica embaixo. Na qual existe uma parede (divisória) separadora aproximadamente no meio, com uma passagem (abertura) embaixo por onde flui a água que segue para a tubulação de esgoto, como consequência a gordura fica flutuando presa pela parede e não consegue escapar junto com a água. Como é notado na figura 24.

Figura 24: Funcionamento da caixa de Gordura



Fonte: Pini

As caixas de gordura devem ser dimensionadas levando-se em conta o que segue de acordo com a NBR 8160/1999:

As caixas de gordura podem ser dos seguintes tipos:

- Pequena:
 - Diâmetro interno: 30 cm
 - Parte submersa do septo: 20 cm
 - Capacidade de retenção: 18 L
 - Diâmetro nominal da tubulação de saída: DN 75 mm
- Simples:
 - Diâmetro interno: 40 cm
 - Parte submersa do septo: 20 cm
 - Capacidade de retenção: 31 L
 - Diâmetro nominal da tubulação de saída: DN 75 mm
- Dupla:
 - Diâmetro interno: 60 cm
 - Parte submersa do septo: 35 cm
 - Capacidade de retenção: 120 L
 - Diâmetro nominal da tubulação de saída: DN 100 mm
- Especial:
 - Distância mínima entre o septo e a saída: 20 cm
 - Altura molhada: 60 cm
 - Parte submersa do septo: 40 cm
 - Diâmetro nominal mínimo da tubulação de saída: DN 100 mm.
 - Volume da câmara de retenção de gordura obtido pela equação:

$$V = 2 N + 20$$

Onde:

N é o número de pessoas servidas pelas cozinhas que contribuem para a caixa de gordura no turno em que existe maior afluxo;

V é o volume, em litros;

As caixas de gordura devem ser dimensionadas levando-se em conta o que segue:

- Coleta de apenas uma cozinha pode ser usada à caixa de gordura pequena ou a caixa de gordura simples.
- Coleta de duas cozinhas pode ser usada à caixa de gordura simples ou a caixa de gordura dupla.
- Coleta de três até 12 cozinhas deve ser usada à caixa de gordura dupla para a coleta de mais de 12 cozinhas, ou ainda, para cozinhas de restaurantes, escolas, hospitais, quartéis, etc., devem ser previstas caixas de gordura especiais.
- Caixa de Gordura em PVC

Entre outras opções de tampas para caixas de alvenaria são as de chapa de ferro que são submetidas à oxidação em pouco tempo além de pinturas eventuais e a de aço inoxidável tem um custo bem maior do que as demais.

Uma excelente alternativa em relação a custo e funcionalidade é a utilização como é verificada na Figura 25 que segue de caixas/tampas plásticas. Possuem mais vantagens técnicas e a tampa ser mais resistente. Além da garantia quanto à impermeabilidade e o fechamento hermético.

Figura 25: Caixa de Gordura em PVC



Fonte: SANEPAR (2016)

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As patologias são de diversos tipos e origens, sendo que o presente estudo possibilitou a identificação de patologias hidrossanitárias, observadas através de pesquisa na literatura e foram às falhas de projeto a não observância de normas, dimensionamento incorreto, materiais de má qualidade e como sendo motivo principal a falta de manutenção pós a entrega da edificação ao decorrer do tempo o motivo do aparecimento dessas anomalias.

O presente estudo possibilitou analisar algumas patologias hidrossanitárias e suas causas que possibilitaram a aplicação de soluções corretas para cada patologia estudada.

Estas patologias poderiam ser evitadas através de projetos mais consistentes, com profissionais de melhor qualificação na execução durante a construção das edificações.

Constatou-se com os resultados do não uso correto dos fechos hídricos das caixas sifonadas, má vedações de caixa de gordura e incidência de ar nas tubulações que aumentam à taxa de consumo de água nas residências sendo as patologias hidrossanitárias mais recorrentes.

Portanto, como sugestão para trabalhos futuros, é importante realizar estudos aprofundados de patologias ligados às instalações hidrossanitárias. Estes estudos vão trazer benefícios para se evitar patologias e consequentemente, reduzir custos com manutenção e eventuais riscos aos usuários.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160: Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário: Projeto e Execução**, Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Instalação Predial de Água Fria**. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

AMORIM, S. V.; DIAS JR., R. P.; SOUZA, K. E. **Melhoria da qualidade dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários através do estudo da incidência de falhas**. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, I / ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, X, 18-21 jul. 2004, São Paulo.

AMORIM, S.V. **Instalações prediais hidráulicos – sanitário: desempenho e normalização**. São Carlos. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1989.

ARAÚJO, Letícia Santos Machado. **Avaliação durante operação dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários em edifícios escolares**. Campinas. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2004.

BARROS, João Carlos Gomes de. **Avaliação do desempenho dos sistemas prediais de aparelhos sanitários em edifícios escolares da rede municipal de Campinas**. Campinas. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2004.

BAPTISTA, F. **Sistema Predial de Água Fria**, Dissertação de Mestrado, UTL, 2011.

BASTOS RAMOS, Reginaldo. **Patologias em instalações Hidráulicas Prediais**.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto., 2013, **Patologias em sistemas prediais hidráulicos sanitários**. São Paulo, 1ª edição, Editora Blucher.

CATÁLOGO TÉCNICO TIGRE S/A – ÁGUA. Disponível em: <<http://www.tigre.com.br>>. Acessado em março 2017.

CATÁLOGO TÉCNICO AMANCO S/A. Disponível em: <<http://www.amanco.com.br/>>. Acessado em abril 2017.

CBIC - CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2013. **Desempenho de Edifícios Habitacionais: Guia Orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575**, Fortaleza, CE, Brasil.

CONCEIÇÃO, A.P. **Estudo da incidência de falhas visando a melhoria da qualidade dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários**. São Carlos. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, 2007.

COVAS, D.; RAMOS, H. (1998) – “**A Utilização de válvulas redutoras de pressão no controle e redução de fugas em sistemas de distribuição de água**”. 8º Encontro Nacional de Saneamento Básico, Barcelos 27 a 30 de Outubro, 1998.

DÓREA, S.C.; SANTOS, D.G.; SALES, A.; SILVEIRA, P., 2010, “**Avaliação patológica da estrutura de concreto armado e dos componentes de uma edificação construída em 1914**”, *Scientia Plena*, v. 6.

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

GONÇALVES, Orestes M.; ILHA, Marina S. O.; AMORIN, Simar V.; PEDROSO, Luciana P. **Indicadores do uso racional da água para escolas de ensino fundamental e médio**. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 5, n. 3, p. 35-48, 2005.

ILHA, M. S. O., FARINA, H., GONÇALVES, O. M., NETO, J. P. B., 2002, “**Metodologia de avaliação de construtoras na gestão da engenharia de sistemas prediais**”, In: IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 07 – 10, Maio.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções: procedimentos para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações**. São Paulo, 1985. 191 p. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1985.

MANUAL TÉCNICO TIGRE, 2013, Orientações técnicas sobre instalações hidráulicas prediais. 5ª edição, Joinville, SC.

NEVES, J. M., MACEDO, A. P. B. A., 2013, “**Análise de manifestações patológicas em instalações prediais de água fria**”. In: VI Encontro de recursos hídricos em Sergipe, Aracaju, SE, Brasil, 19- 22, Março.

OLIVEIRA BENEDICTO, Sergio Murilo de. **Desempenho de sistema predial de água quente**. São Carlos. Dissertação (Mestrado – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, 2009).

PAULA, Heber Martins; OLIVEIRA, Luciana Helena. **Manifestações patológicas evidenciadas nos sistemas hidros sanitários prediais na cidade de Goiânia**. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2004.

PICCHI, F. A. (Entrevista. Revista Técnica, São Paulo, mar. / abr. 1993)

REIS RAMOS, Helder dos. **Manutenção de sistemas hidráulicos prediais**. Porto. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Porto, 2010.

REIS, R.P.A; TEIXEIRA, P. C; MONTEIRO, J.V., 2011, “**Estudo de Patologias nos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários do Prédio do Ciclo Básico II da UNICAMP**”, REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 1, n. 2, pp. 34-50.

SANEPAR – COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DO PARANÁ, 2013, “**Manual de projeto Hidrossanitário**”, Paraná, PR, Brasil.

SOUZA, V. C.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 2009.

THOMAZ, Ercio. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: PINI, 2002.

VENTURINI, Jamila. Válvulas Redutoras de Pressão. **Pini**, São Paulo, edição 35, maio, 2011