PPGEP

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PROCESSOS

MESTRADO PROFISSIONAL

PATOLOGIAS EM INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS NA ZONA CENTRO-SUL DE MANAUS (AM): DIAGNÓSTICO E TERAPIA

Paulo Cézar Corrêa Vieira

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos – Mestrado Profissional, PPGEP/ITEC, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Processos.

Orientadores: José Antonio da Silva Souza

Jorge Laureano Moya Rodríguez

Belém

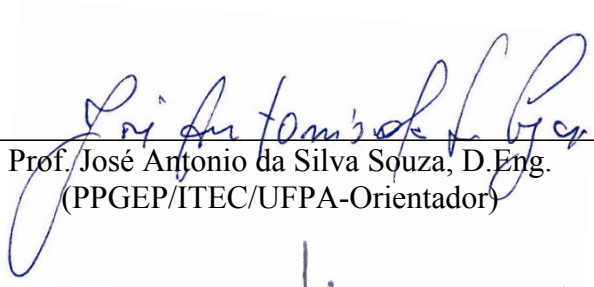
Fevereiro de 2016

PATOLOGIAS EM INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS NA ZONA CENTRO-SUL DE MANAUS (AM): DIAGNÓSTICO E TERAPIA

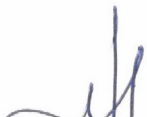
Paulo Cézar Corrêa Vieira

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA PROCESSOS – MESTRADO PROFISSIONAL (PPGEP/ITEC) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA DE PROCESSOS.

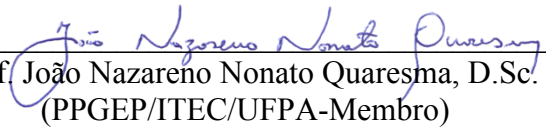
Examinada por:



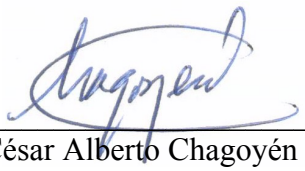
Prof. José Antonio da Silva Souza, D.Eng.
(PPGEP/ITEC/UFPA-Orientador)



Prof. Jorge Laureano Moya Rodríguez, Ph.D.
(PPGEP/ITEC/UFPA-Coorientador)



Prof. João Nazareno Nonato Quaresma, D.Sc.
(PPGEP/ITEC/UFPA-Membro)



Prof. César Alberto Chagoyén Méndez, Ph.D.
(UEA/UCLU-Membro)

BELÉM, PA - BRASIL
FEVEREIRO DE 2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFPA

Vieira, Paulo Cézar Corrêa, 1959-
Patologias em instalações hidro-sanitárias de edifícios na zona centro-sul de Manaus (AM): diagnóstico e terapia / Paulo Cézar Corrêa Vieira. - 2016.

Orientador: José Antônio da Silva Souza;
Coorientador: Jorge Laureano Moya Rodríguez.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, Belém, 2016.

1.Instalações hidráulicas e sanitárias – Manaus (AM),
2. Manaus (AM) – edifícios, estrutura, etc. I. Título.

CDD 23. ed. 696.1

Aos meus pais Murilo (in memorian) e Ana Rosa, fontes de incentivo, apoio e exemplos de uma vida simples, digna, fundamentada no amor, trabalho e honestidade.

À minha esposa Janete, ao meu filho Paulo e à minha filha Renata, razões para enfrentar os desafios na caminhada ao Mestrado.

AGRADECIMENTOS

A DEUS que é a minha Verdade e foi o meu Refúgio nos momentos em que mais precisei.

À minha esposa Janete M. Rebelo Vieira pela compreensão, incentivo e apoio que sempre me dispensou nos momentos de dúvida.

Às minhas irmãs, Célia (*in memorian*), Silma, Iza, Helena e aos irmãos Jean, Murilo Jr., Assis, Marcelo (*in memorian*) e Humberto, pelo incentivo, amizade e convívio fraterno.

Ao Professor José Antônio da Silva Souza pela orientação, incentivo e apoio na elaboração e composição do presente trabalho.

Ao Professor Jorge Moya Rodriguez pela forma sempre amigável com que me incentivou e colaborou para a concretização do presente trabalho.

Aos colegas do Mestrado, especialmente, Iracyanne Retto Uhlmann, Luiz Eduardo Mateus dos Santos e Síntia Maria Pinto Lisboa, pela acolhida e oportunidade que me deram em fazer parte de um grupo vitorioso.

Ao Instituto de Tecnologia Galileo da Amazônia (ITEGAM) e à Universidade Federal do Pará (UFPA), que me proporcionaram a oportunidade de cursar o Mestrado.

Aos síndicos e administradores dos condomínios que colaboraram durante a realização da pesquisa nos edifícios residenciais.

Aos empresários do ramo da construção civil de Manaus e aos amigos que me ajudaram tornando mais fácil o caminho para a coleta das informações necessárias sobre cada edifício pesquisado.

Resumo da Dissertação apresentada ao PPGEP/UFPA como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Processos (M.Eng.)

PATOLOGIAS NAS INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS NA ZONA CENTRO SUL DE MANAUS (AM): DIAGNÓSTICO E TERAPIA

Paulo Cézar Corrêa Vieira

Fevereiro/2016

Orientadores: José Antonio da Silva Souza
Jorge Laureano Moya Rodríguez

Área de Concentração: Engenharia de Processos

Constituído por instalações de água fria, água quente, esgotos e águas pluviais, o sistema predial hidráulico e sanitário é um dos que entram em contato direto com o usuários e seu mau funcionamento é um indicativo de existência de patologias que resultam em queda do bem estar físico e psicológico das pessoas. Esse estudo teve como objetivo, identificar e diagnosticar as manifestações patológicas hidro-sanitárias em edifícios residenciais verticais e propor soluções terapêuticas. Foram realizadas entrevistas com responsáveis pela manutenção preditiva de nove (09) prédios localizados na zona centro-sul de Manaus (AM), seguidas de visitas técnicas em cada um deles. O trabalho possibilitou o conhecimento das principais manifestações patológicas hidro-sanitárias, como o mau cheiro, falta d'água, obstrução em tubulações, ruídos e retorno de espuma, entre outras, possibilitando observar a influência de fatores como projeto, materiais aplicados, execução e manutenção. O conhecimento das principais patologias indicadas pelos entrevistados e avaliadas durante as visitas evidenciou a importância da observação às recomendações normativas de projeto e execução, o que ajudou a expor a necessidade de prevenção de todas as falhas que se tornam problemas, resultando em falta de desempenho e, finalmente, originando as patologias que acometem os edifícios residenciais.

Abstract of Dissertation presented to PPGEP/UFPA as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Process Engineering (M.Eng.)

PATHOLOGIES IN THE HYDRO SANITARY BUILDING SYSTEMS IN RESIDENTIAL BUILDINGS IN THE AREA SOUTH CENTER OF MANAUS (AM) : DIAGNOSIS AND THERAPY

Paulo Cézar Corrêa Vieira

February/2016

Advisors: José Antônio da Silva Souza
Jorge Laureano Moya Rodríguez

Research Area: Process Engineering

The building installations water and sewage constitute one of the most important systems of a residential building. Consisting of cold water installations, hot water, sewage and rainwater, hydraulic and sanitary building system is one of coming into direct contact with the users and their malfunction is indicative of the existence of pathologies that result in loss of well-being physical and psychological people. This study aimed to identify and diagnose plumbing pathological manifestations in vertical residential buildings and propose therapeutic solutions. Maintenance chiefs were interviewed in nine (09) buildings located in the south central area of Manaus (AM), followed by technical visits in each of the buildings. The work enabled the knowledge of the main pathological manifestations plumbing as the smell, lack of water, clogs in pipes, noise, foam return, among others, making it possible to observe the influence of factors such as design, applied materials, execution and maintenance. Knowledge of the main conditions listed by respondents and evaluated during the visits, highlighted the importance of observing the normative design and implementation recommendations, which helped to expose the necessity of prevention of any faults that become problems, resulting missing performance and, ultimately causing the pathologies involving residential buildings.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO..... 1
1.1 – JUSTIFICATIVA..... 4
1.2 – OBJETIVOS..... 4
1.3 – ESTRUTURA DO TRABALHO..... 5

CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA E ESTADO DA ARTE DAS PATOLOGIAS NAS INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS..... 6
2.1 – A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DAS PATOLOGIAS HIDRO-SANITÁRIAS PARA A QUALIDADE DAS EDIFICAÇÕES..... 6
2.2 – INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA..... 8
2.2.1 – Componentes da instalação predial de água fria..... 9
2.2.1.1 – Reservatórios..... 9
2.2.1.2 – Tubulações..... 10
2.2.2 – Principais patologias em instalações prediais de água fria..... 11
2.2.2.1 – Rupturas em tubulações..... 11
2.2.2.2 – Contaminação da água em tubulações e reservatórios..... 13
2.2.2.3 – Vazamentos em tubulações embutidas..... 15
2.2.2.4 – Ruídos e vibrações..... 16
2.2.2.5 – Incidência de ar nas tubulações..... 19
2.2.2.6 – Desacoplamento em juntas de tubulações plásticas..... 20
2.3 – INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA QUENTE..... 20
2.3.1 – Principais patologias em instalações prediais de água quente..... 27
2.3.1.1 – Perda de calor nas tubulações..... 27
2.3.1.2 – Deficiência no aquecimento da água..... 28
2.3.1.3 – Deformação e ruptura em tubulações de plástico..... 28
2.4 – INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ESGOTO SANITÁRIO..... 29
2.4.1 – Principais patologias e instalações prediais de esgoto sanitário..... 31
2.4.1.1 – Mau cheiro..... 32
2.4.1.2 – Retorno de espuma..... 34
2.4.1.3 – Entupimento de tubulações..... 35
2.5 – INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS..... 37
2.5.1 – Principais patologias nas instalações prediais de águas pluviais..... 40
2.5.1.1 – Rompimentos em condutores verticais..... 41
2.5.1.2 – Vazamentos em calhas e condutores..... 42
2.5.1.3 – Entupimentos em calhas e condutores..... 43

CAPÍTULO 3 – MATERIAIS E MÉTODOS..... 46
3.1 – Seleção das unidades para análise..... 48
3.2 – Aplicação dos questionários – entrevistas..... 49

3.3 – Análise estatística..... 50
3.4 – Importância do estudo para o pleno desempenho de Edifícios residenciais.. 50

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 51
4.1 – INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA – PATOLOGIAS..... 56
4.1.1 – Vazamentos em bacias sanitárias..... 57
4.1.2 – Rupturas em engates flexíveis..... 58
4.1.3 – Trincas em conexões..... 60
4.1.4 – Altas pressões..... 61
4.1.5 – Vazamentos em registros de gaveta..... 62
4.1.6 – Acúmulo de ar na tubulação..... 63
4.1.7 – Falta de água..... 63
4.1.8 – Rompimento em tubos..... 64
4.1.9 – Motobombas não escorvadas..... 65
4.1.10 – Vibração na tubulação..... 66
4.1.11 – Vazamentos em chuveiros..... 67
4.1.12 – Análise das patologias na IPAF x Edifícios..... 68
4.2 – INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA QUENTE – PATOLOGIAS..... 71
4.2.1 – Aquecimento insuficiente..... 72
4.2.2 – Rompimento de tubo..... 73
4.2.3 – Análise das patologias na IPAQ x edifícios..... 74
4.3 – INSTALAÇÃO DE ESGOTO PREDIAL – PATOLOGIAS..... 77
4.3.1 – Mau cheiro..... 77
4.3.2 – Retorno de esgotos..... 78
4.3.3 – Ruídos nas tubulações..... 79
4.3.4 – Caixas e ralos sifonados entupidos..... 81
4.3.5 – Caixas de gordura e inspeção obstruídas..... 81
4.3.6 – Retorno de espuma..... 82
4.3.7 – Análise de patologias na IPES x edifícios..... 83
4.4 – INSTALAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS – PATOLOGIAS..... 86
4.4.1 – Infiltrações..... 86
4.4.2 – Retorno de águas pluviais..... 88
4.4.3 – Entupimento de condutores verticais e horizontais..... 89
4.4.4 – Análise das patologias na IPAP x Edifícios..... 90

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES..... 92
5.1 – Conclusões..... 92
5.2 – Sugestões para trabalhos futuros..... 92

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 94

APÊNDICE A..... 101

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Aríete, arma antiga de guerra que representa o impacto nas paredes da tubulação. Fonte: Manual Técnico Tigre..... 12

Figura 2.2 Dispositivos para supressão da transmissão de vibração para estrutura do prédio e paredes. Fonte: Catálogo Técnico Amanco..... 17

Figura 2.3 Calor do ambiente e o conforto da água quente. Fonte: www.buildingsasimplehome.wordpress.com / www.pecsm.blogspot.com.br..... 21

Figura 2.4 Aquecedores de acumulação e de passagem. Fonte: Aquecedores Cumulus S.A / Lorenzetti..... 23

Figura 2.5 Aquecedor solar com posicionamento otimizado de placas. Fonte. Aquecedores Cumulus S.A..... 24

Figura 2.6 Sistema de aquecimento solar por termossifão. Fonte: Aquecedores Cumulus S.A..... 25

Figura 2.7 Sistema de aquecimento solar forçado. Fonte: Aquecedores Cumulus S.A 26

Figura 2.8 Tubo de CPVC rompido com violência causada pela ação do vapor gerado pelo excesso de calor no sistema..... 29

Figura 2.9 Vedações para instalação de bacia sanitária prevenindo o mau cheiro. Fonte: Tigre S.A. – Tubos e Conexões..... 33

Figura 2.10 Caixa sifonada e Terminal de ventilação. Fonte: Amanco; Tigre S.A..... 33

Figura 2.11 Posicionamento de caixa sifonada e desnível entre a entrada e a saída. Fonte: Tigre S.A – Tubos e Conexões..... 34

Figura 2.12 Esquema de ligações de ramais e colunas em áreas de sobrepressões. Fonte: NBR 8160/1999..... 34

Figura 2.13 Dispositivo retentor de espuma no interior de caixas sifonadas. Fonte: Tigre S.A – Tubos e Conexões..... 35

Figura 2.14 Tubo com junta executada ao fogo e conexão Tê de inspeção. Fonte: Tigre S/A – Tubos e Conexões..... 36

Figura 2.15 Válvula de retenção em PVC utilizada para bloqueio do retorno de esgoto. Fonte: Tigre S/A – Tubos e Conexões..... 37

Figura 2.16 Calhas de concreto armado e em PVC rígido. Fonte: www.premoldadositaipu.com.br/Tigre S.A. – Tubos e Conexões..... 39

Figura 2.17 Condutores metálicos e em PVC rígido em formatos variados. Fonte: www.premoldadositaipu.com.br/Tigre S.A. – Tubos e Conexões..... 39

Figura 2.18 Regimes de escoamento semi-afogado e afogado em calhas. Fonte: Manual Técnico Tigre (2013)..... 41

Figura 2.19 Obstrução em calhas e colapso em condutor vertical por pressão negativa. Fonte Tigre S.A – Tubos e Conexões..... 42

Figura 2.20 Ruptura em condutor horizontal submetido a pressão negativa. Fonte: Tigre S.A – Tubos e Conexões..... 43

Figura 2.21 Mecanismo de deposição de bicarbonatos em tubos de PVC por lixiviação. Fonte: NASCIMENTO et al. (2007)..... 44

Figura 2.22 Depósito de material composto de bicarbonato em tubos de águas pluviais. Fonte: NASCIMENTO et al. (2007)..... 45

Figura 3.1 Mapa da cidade de Manaus e divisão em zonas. Fonte: www.skyscrapercity.com..... 46
Figura 4.1 Efeito das intervenções necessárias em prédios que não apresentaram o desempenho esperado. Fonte: CALEJO apud PALAS (2013)..... 53
Figura 4.2 Esquema ilustra a consequência da não-qualidade. Fonte: PALAS (2013)..... 53
Figura 4.3 Gráfico - número de patologias que acometem cada edifício.... 55
Figura 4.4 Gráfico indicativo do da distribuição percentual das origens das patologias verificadas nos edifícios..... 55
Figura 4.5 Gráfico indicativo das patologias em relação aos sistemas hidro-sanitários..... 56
Figura 4.6 Verificação de vazamentos em vasos sanitários. Fonte: www.tubaraosaneamento.com.br..... 58
Figura 4.7 Engate flexível metálico instalado em lavatório..... 58
Figura 4.8 Engate flexível de PVC..... 59
Figura 4.9 Engate flexível metálico. Fonte: www.cec.com.br/metais..... 59
Figura 4.10 Recomendação de aperto manual no engate plástico e ruptura da porca de extremidade com marcas de uso de ferramenta para torque.. 60
Figura 4.11 Pressão verificada no manômetro instalado na Estação Redutora de Pressão..... 61
Figura 4.12 Registros de gaveta localizados no barrilete do edifício IM..... 63
Figura 4.13 Ruptura em tubo soldável de PVC por impacto. Fonte: Tigre S.A. – Tubos e Conexões..... 65
Figura 4.14 Esquema de funcionamento da válvula de pé. Fonte: Docol Metais Sanitários Ltda..... 66
Figura 4.15 Valvulas de pé em PVC. Fonte: Tigre S.A. – Tubos e Conexões..... 66
Figura 4.16 Chuveiros com vazamento e registro de pressão metálico. Fonte: pt.wikihow.com/Deca Metais Sanitários Ltda..... 68
Figura 4.17 Registro chuveiro PVC e mecanismo de reparo disponível. Fonte: Tigre S.A. – Tubos e Conexões..... 68
Figura 4.18 Frequência das patologias em IPAF nos prédios pesquisados..... 70
Figura 4.19 Identificação de geradora de água quente e aquecedor de passagem instalado como apoio..... 72
Figura 4.20 Tubulação em PPR improvisadamente conectada ao aquecedor de passagem no edifício IM..... 73
Figura 4.21 Ilustração de deformações e rupturas em tubos de CPVC. Fonte: Tigre S.A – Tubos e Conexões..... 74
Figura 4.22 Patologias de IPAQ e respectivas frequências nos edifícios..... 76
Figura 4.23 Tubos e conexões de PVC para esgoto série Normal. Fonte: Tigre S.A. – Tubos e Conexões..... 77
Figura 4.24 Tampa de caixa de inspeção danificada e sifão desformado..... 78
Figura 4.25 Válvula de retenção de esgoto. Fonte: Tigre S.A. – Tubos e Conexões..... 79
Figura 4.26 Improvisação na fixação de tubulações de esgoto predial..... 80
Figura 4.27 Limites de ruídos e braçadeiras emborrachadas. Fonte: Amanco/Hidrofix..... 81
Figura 4.28 Caixa de gordura sem vedação e retorno de espuma através da tampa..... 82

Figura 4.29 Caixa de gordura residencial em PVC e tampa/porta tampas de caixas de esgotos. Fonte: Tigre S.A. – Tubos e Conexões; www.geotampas.com.br..... 83
Figura 430 Frequência das patologias em IPES nos prédios pesquisados..... 85
Figura 4.31 Vazamentos e infiltrações na canalização de águas pluviais..... 87
Figura 4.32 Infiltrações de água junto a caixa sifonada em piso molhado ou molhável. Fonte: Tigre S.A. – Tubos e Conexões..... 87
Figura 4.33 Esquema de uso do dispositivo antiinfiltração e fixação na forma da laje. Fonte: Tigre S.A. – Tubos e Conexões..... 88
Figura 4.34 Recomendação para aplicação da solução antiinfiltração. Fonte: Tigre S.A – Tubos e Conexões..... 88
Figura 4.35 Obstruções em tubos e caixas de coleta de águas pluviais em lajes de cobertura..... 89
Figura 4.36 Frequência de patologias em IPAP nos prédios pesquisados..... 90

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Temperatura da água quente adequada em instalações prediais. Fonte: CARVALHO JR (2013).....	23
Tabela 2.2	Comparativo entre aquecedores de passagem e de acumulação. Fonte: Association of Plumbing & Heating Contractors. www.aphc.co.uk.....	24
Tabela 2.3	Rugosidade de diversos materiais para calhas. Fonte: NBR-10844.....	40
Tabela 4.1	Tempo de uso dos prédios em relação à vida útil.....	51
Tabela 4.2	Vida útil dos edifícios. Fonte: ABUNAHMAN (2013).....	52
Tabela 4.3	Consolidação de patologias nos edifícios pesquisados.....	54
Tabela 4.4	Patologias em IPAF nos prédios pesquisados.....	69
Tabela 4.5	Causas e origens das patologias em IPAF.....	71
Tabela 4.6	Patologias em IPAQ nos prédios pesquisados.....	74
Tabela 4.7	Sistemas de Aquecimento e fontes de energia utilizados nos prédios.....	76
Tabela 4.8	Causas e origens das patologias em IPAQ nos prédios pesquisados.....	77
Tabela 4.9	Patologias em IPES e frequência nos prédios pesquisados.....	84
Tabela 4.10	Número de patologias em IPES por edifício.....	85
Tabela 4.11	Causas e origens das patologias de IPES.....	86
Tabela 4.12	Patologias de IPAP nos prédios pesquisados.....	90
Tabela 4.13	Causas e origens das patologias em IPAP.....	91

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
CPVC	POLICLORETO DE VINILA CLORADO
PEX	POLIETILENO RETICULADO
PPR	POLIPROPILENO COPOLÍMERO RANDON
PVC	POLICLORETO DE VINILA
IPAF	INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA
IPAQ	INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA QUENTE
IPES	INSTALAÇÃO PREDIAL DE ESGOTO SANITÁRIO
IPAP	INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUAS PLUVIAIS
IBAPE	INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS
AF	ÁGUA FRIA
AQ	ÁGUA QUENTE
ES	ESGOTO SANITÁRIO
AP	ÁGUA PLUVIAL
NBR	NORMA BRASILEIRA
SABESP	COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DE SÃO PAULO
NTS	NORMA TÉCNICA SABESP
RDC	RESOLUÇÃO DE DIRETORIA COLEGIADA
ANVISA	AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA
MTT	MANUAL TÉCNICO TIGRE
ETE	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS
DN	DIÂMETRO NOMINAL
ADASA	AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO DO DISTRITO FEDERAL.
CBIC	CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO
BIR	*BUREAU INTERNATIONAL REVENUE*
PBQPH	PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT
ASTM	*AMERICAN SOCIETY FOR TESTING & MATERIALS*
IRAM	*INSTITUTO ARGENTINO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN*
GLP	GÁS LIQUIFEITO DE PETRÓLEO
CIA	CENTRAL INDIVIDUAL DE AQUECIMENTO
CII	CENTRAL INDIVIDUAL INSTANTÂNEA
CCA	CENTRAL COLETIVA DE ACUMULAÇÃO
SPHS	SISTEMAS PREDIAIS HIDRO-SANIRÁRIOS

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Inicialmente o homem procurou construir a sua moradia próxima às fontes de água. Mais tarde, a possibilidade de utilizar a água dentro de casa resultou em comodidade e conforto para as pessoas. Atualmente, com um simples toque em uma válvula de descarga ou o giro no volante de um registro, é possível que as instalações prediais garantam água de boa qualidade nos diversos cômodos da moradia para atender as necessidades diárias dos seus usuários.

As edificações não se resumem em fundações, estruturas, vedações, coberturas e pisos. Existem os sistemas prediais de água fria, água quente, esgotos e águas pluviais, entre outros, que possibilitam a utilização plena das edificações pelos seus respectivos moradores ou ocupantes.

O sistema de instalações prediais funciona como se fosse o aparelho circulatório do edifício, de modo que a edificação tenha vida. Por isso é necessário que haja um projeto elaborado por profissional habilitado, com montagem de tubos e conexões de PVC rígido ou outros plásticos como CPVC, PPR, PEX, produzidos de acordo com normas vigentes da ABNT ou normas internacionais, no caso de inexistência de normas.

Uma obra residencial tem vida útil de 50 anos, de acordo com os critérios de avaliação de imóveis urbanos e métodos de depreciação. É sempre um grande risco, a tentativa de obter ganhos tentando economizar nas instalações prediais com o uso de materiais de qualidade inferior e com instalador sem a devida qualificação para uma tarefa tão importante.

Atualmente, com a vigência da Norma de Desempenho NBR -15575, há uma preocupação crescente em toda a cadeia da construção civil por conta das incumbências atribuídas ao incorporador, projetista, construtor, fabricante do material de construção e o próprio usuário. Embora os edifícios considerados nesse estudo estejam desobrigados a atender à atual NBR 15575, é recomendável alertar para as edificações com projetos aprovados a partir da data de sua vigência, ou seja, 14 de julho de 2013.

O grande desafio em abordar o desempenho na construção civil é traduzir em requisitos e critérios as necessidades dos usuários para que sejam mensuradas objetivamente. Os requisitos de desempenho são de caráter qualitativo, enquanto os critérios estão relacionados com as necessidades dos usuários em termos quantitativos,

possibilitando, objetivamente, a verificação se as necessidades dos usuários foram atendidas ou não (BORGES, 2008).

As instalações prediais hidráulicas e sanitárias devem ser operadas durante toda a vida útil da edificação adequadamente, afinal, são responsáveis por disponibilizarem vários insumos, entre eles 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).

Na maioria das vezes, as paredes e os pisos escondem verdadeiras armadilhas que podem levar os proprietários e moradores ao aborrecimento e "stress" com quebras de paredes, pisos e revestimentos.

Os sistemas prediais precisam fazer parte da obra com longa vida útil, afinal a edificação merece "viver" 50 anos com qualidade e o projetista ou instalador devem conceber as instalações hidro-sanitárias para que os usuários obtenham segurança e sossego com a edificação em pleno uso e funcionamento.

Assim, pode-se considerar que as instalações hidro-sanitárias são partes vitais da edificação e podemos considerá-las como se fossem a parte viva da construção predial, pois ao receber um comando do usuário através de um toque ou giro de um registro, o sistema responde com água para os diversos fins no edifício. Esse conjunto de tubos, conexões e dispositivos hidráulicos diversos será considerado o sinal vital da edificação e a garantia de que o desempenho do sistema estará atendendo as expectativas de conforto dos usuários.

Por meio de experiência profissional na área de assessoramento técnico em projetos e execução de instalações hidro sanitárias, é possível presenciar práticas inadequadas em projeto, execução, falhas de fabricação de materiais, uso indevido e manutenção deficiente em edifícios residenciais uni familiares e multifamiliares, horizontais e verticais.

Quando um comprador busca um imóvel para adquirir, há variáveis que influenciam a escolha. Entre elas podem-se citar as características sócio-econômicas dos moradores (idade, sexo, renda, patrimônio familiar), circunstâncias econômicas e do mercado (preços, financiamentos, inflação e nível da atividade de construção civil), além das características do imóvel desejado, tais como área, projeto, equipamentos disponíveis e padrão da construção (BRANDSTETTER, 2004).

O contato direto com proprietários e usuários de edifícios residenciais possibilita presenciar cenas de altíssimo "stress" diante de patologias hidro-sanitárias que comprometem toda a edificação e a plenitude de sua utilização e geram um excepcional desconforto psíquico e físico para as pessoas envolvidas e prejudicadas com a ocorrência das patologias.

Assim como no Brasil, onde dados relativos ao IBAPE-SP apontam para o índice de 75% de patologias dos edifícios com origens nas instalações prediais, em Portugal, as instalações de águas e esgotos constituem uma das principais origens de problemas em edifícios, ainda que em construções recentes, causando enorme desconforto para os seus usuários. Naquele país, a causa básica desses problemas deve-se aos erros e defeitos tanto nas fases de projeto como na fase de construção, ou ainda, à vida útil dos materiais que constituem as instalações (AFONSO apud RAMOS, 2010).

Naturalmente, após alguns anos de uso, as edificações passam por processos de desgaste natural e necessitam de ações de manutenção, fundamentais para que a garantia das construtoras sejam preservadas ao usuário.

Entende-se por manutenção o conjunto das ações que visem as propriedades originais dos edifícios para que possa atender aos critérios e requisitos de desempenho considerados em projeto, ou seja, que seja utilizado sob condições satisfatórias de segurança, saúde e higiene ao longo de toda a sua vida útil (JESUS, 2008).

Entender o que ocorreu nas edificações com mais de cinco anos de uso, pode ser um passo importante para prevenir patologias nas edificações em construção ou nas que vierem a ser construídas, pois se terá aprendido com os erros do passado.

Conhecer as patologias em edifícios residenciais e suas relações de causa e efeito são elementos indispensáveis para a sistematização das 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 projetistas perceberem e buscarem processos e modelos que tenham como objetivo final, a satisfação plena dos seus clientes, na medida em que serão moradores/usuários felizes com o produto que adquiriram e/ou utilizam sob uma das formas mais nobres: a moradia (MALGUEIRO, 2009).

Tais circunstâncias formaram o embasamento para a motivação em realizar o presente estudo especificamente na cidade de Manaus (AM), uma das últimas capitais do Brasil a passar por um processo de verticalização das edificações.

1.1 – JUSTIFICATIVA

Historicamente os sistemas prediais hidráulicos e sanitários sempre despertaram menor interesse dentro do ambiente da construção civil por várias razões, entre as quais, obtenção de redução nos custos e também por não se tratar de sistema que não é percebido pelo usuário, já que seus componentes e elementos ficam predominantemente ocultos.

O usuário / proprietário também contribui para esse menor interesse, na medida em que não valoriza as instalações hidro-sanitárias de forma compatível com a importância que têm no contexto do desempenho pleno da edificação.

Com o processo de verticalização ocorrido nos últimos oito anos na cidade de Manaus, há uma tendência ao agravamento de problemas hidro-sanitários em edifícios residenciais por conta do nível de exigência imposto a esses sistemas, decorrentes do próprio porte das obras, considerando-se áreas construídas e gabaritos que podem chegar a 25 pavimentos na cidade de Manaus, inclusive na zona centro sul da cidade.

Como houve o predomínio das construções horizontais até o início dos anos 90, as patologias hidro-sanitárias se manifestavam em áreas limitadas aos imóveis unifamiliares, não havendo manifestações graves que resultassem em danos de grande monta e representassem grandes prejuízos com medidas corretivas ou indenizações a terceiros.

Portanto, conhecer as patologias hidro-sanitárias, diagnosticando-as corretamente, é uma necessidade básica atualmente para que o conforto dos usuários seja garantido por meio de soluções técnicas especificadas em projeto que as previnam, além das indispensáveis ações corretivas que restabeleçam as condições necessárias para a operação normal dos SPHSs em edifícios residenciais multifamiliares.

1.2 – OBJETIVOS

Esse trabalho tem como objetivo avaliar a ocorrência de patologias nos sistemas hidro-sanitários de edifícios residenciais localizados na zona centro-sul de Manaus (AM).

Especificamente o trabalho se propõe a :

- Verificar a ocorrência de manifestações patológicas nos edifícios residenciais;
- Determinar as causas das patologias
- Propor soluções terapêuticas;
- Estabelecer as origens das patologias.

1.4 – ESTRUTURA DO TRABALHO

No capítulo atual buscou-se apresentar as motivações para a realização do presente trabalho, embasada na realidade do mercado da construção civil da cidade de Manaus (AM) e objetivos que direcionaram ao estudo das manifestações patológicas em Instalações Hidro-sanitárias e suas implicações no desempenho das edificações, além dos objetivos específicos pretendidos no presente trabalho.

A revisão da literatura e o estado da arte sobre as patologias hidro-sanitárias estão contemplados no Capítulo 2. Consta ainda o mecanismo de ocorrência das patologias diversas para cada tipo de instalação e as respectivas soluções técnicas disponibilizadas no mercado brasileiro. O Capítulo 2 apresenta também as relações de causa e efeito para as patologias frequentes nos sistemas hidro-sanitários. A questão da qualidade dos edifícios apresenta-se embasada na bibliografia e apresenta conceitos que possibilitam atribuir a qualidade ou a não qualidade aos edifícios.

O Capítulo 3 trata da metodologia aplicada no presente trabalho que consistiu na aplicação de questionários aos síndicos e/ou administradores dos edifícios previamente selecionados e localizados na zona centro-sul de Manaus (AM)

No Capítulo 4 tratou-se de resultados com base nos dados coletados durante a aplicação dos questionários e a análise, após disposição dos elementos coligidos em tabelas e gráficos para simplificar observações e análises relativas aos edifícios e respectivas patologias.

Ainda no Capítulo 4 foram abordadas soluções terapêuticas para as patologias assinaladas nos levantamentos dos dados, o que proporciona a melhoria da qualidade de vida dos proprietários e moradores.

O Capítulo 5 apresenta as conclusões obtidas durante a realização do presente trabalho, indicando sugestões, práticas e procedimentos para a prevenção e correção das patologias e aferindo a frequência de patologias manifestadas, apontando prédios com melhores níveis de qualidade e tipos de instalações (AF/AQ/ES/AP) mais comprometidos em relação às manifestações patológicas.

CAPÍTULO 2

REVISÃO DA LITERATURA E ESTADO DA ARTE DAS PATOLOGIAS DAS INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS

2.1 - A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DAS PATOLOGIAS NAS INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS PARA A QUALIDADE DAS EDIFICAÇÕES

Segundo AFONSO apud PALAS (2013), os romanos foram os grandes inovadores e responsáveis pelo encanamento da água para disponibilidade e uso no interior das edificações, começando o seu uso pelos famosos “banhos”, criando ainda sistemas de alimentação de água fria e quente, em alguns casos, alguns com uso de torneiras. Porém, no que se refere aos sistemas de esgotos, uma civilização hindu antiga do Paquistão, consta em registros de 2500 a.C., dando conta da existência de tubulações confeccionadas em grês, as quais conduziam águas residuais por meio de canais cobertos dispondo os efluentes diretamente nos campos regando e fertilizando as culturas.

As necessidades físicas e os hábitos de higiene contribuíram para que o abastecimento de água nos edifícios seja indispensável, levando o homem a aperfeiçoar soluções engenhosas para conduzir a água até os pontos de consumo, onde estão os respectivos consumidores. No entanto, pelas condições de escassez da água, agravada pelo crescimento acelerado da população mundial e do parque industrial, torna-se uma ameaça frente ao consumo excessivo desse recurso natural (PALAS, 2013).

Dentre os sistemas que compõem a construção, o hidro-sanitário é aquele que mais entra em contato com os usuários e o seu mau funcionamento resulta em queda do bem estar físico e psicológico das pessoas (CONCEIÇÃO, 2008).

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, consequentemente, danos ao proprietário da edificação (CARVALHO JR., 2013).

A norma ABNT-15575/2013, conhecida como Norma de Desempenho de Edifícios Residenciais**,** estabelece que a falta de desempenho do sistema predial hidro-

sanitário é a percepção que tem o morador/proprietário quando as suas expectativas não são atendidas, considerando-se todas as promessas feitas pelo construtor quando da venda do imóvel, conforme as prescrições normativas e seus requisitos.

Consiste em uma patologia ou uma inconformidade todo sistema ou subsistema que não atende algum requisito de desempenho, particularmente aqueles textualmente exigidos por legislação específica, regulamentação ou normalização técnica (GNIPPER e MIKALDO JR., 2007).

Tem sido elevada a incidência de manifestações patológicas em sistemas prediais hidro-sanitários de edifícios residenciais por razões decorrentes de características de materiais e recentes avanços no setor, ainda não assimilado pelo meio técnico. Os processos de desgaste e envelhecimento natural dos materiais e condições de exposição inapropriadas também são causas para a ocorrência das patologias (TEIXEIRA et al*.,* 2011).

O conceito de desempenho pode ser expresso pelo comportamento de um produto quando submetido ao uso e que os sintomas patológicos podem ser levantados pelos próprios usuários ou por técnicos especialmente encarregados da inspeção periódica das construções (LINCHTENSTEIN, 1986).

A inspeção, avaliação e o diagnóstico das patologias nas construções são tarefas que devem realizar-se sistematicamente e periodicamente, a fim de que os resultados e as ações de manutenção cumpram efetivamente a reabilitação do sistema sempre que for necessário (GRANATO, 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)**.** Os conceitos de valor e satisfação dos usuários das edificações estão muito ligados, uma vez que ambos descrevem o julgamento avaliativo de um bem ou serviço, como os sistemas hidro-sanitários de um edifício, em uma determinada situação de uso ou experiência de uso (BRITO apud GNIPPER, 2010).

A sociedade cada vez mais tem se detido ao conceito de qualidade, o que tem impulsionado igualmente a indústria da construção civil bem como os fornecedores de insumos, como é o caso das indústrias fabricantes de componentes hidro-sanitários, a disponibilizar materiais com melhores características para serem especificados em projetos (BAPTISTA, 2011).

A qualidade é baseada em múltiplos atributos de produtos e serviços para garantir a fidelidade do consumidor hoje, por meio de um diferencial estratégico, face aos produtos e serviços que já estão no mercado PALLADINI (2012).

A qualidade está relacionada com a quantidade de defeitos descobertos e percebidos na propriedade imobiliária (HARRISON apud PAN e THOMAS, 2013).

O número de defeitos é um indicador chave da qualidade que foi utilizada na indústria da construção civil (AUCHTERLOUNIE apud PAN e THOMAS, 2013).

Os sistemas prediais hidráulicos e sanitários apresentam falhas originadas em praticamente todas as etapas relativas à geração (concepção, projeto e execução), uso e operação dos mesmos (ARAÚJO, 2004).

2.2 – INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA

Desde a antiguidade o homem procurou construir a sua moradia próxima das fontes de água. Com o passar do tempo, os avanços obtidos nos processos construtivos residenciais foram incorporando elementos e sistemas que possibilitassem que a água disponível nos mananciais fosse conduzida a cada ponto de utilização, no interior da edificação. A água como substância indispensável à vida das pessoas, passou a jorrar através de torneiras, chuveiros e muitos outros dispositivos que passaram a fazer parte indispensável de uma edificação residencial. Assim, as instalações prediais de água fria operam como parte de um sistema vivo e que deve responder plenamente a cada comando do usuário disponibilizando água para o consumo humano, higiene pessoal, produção de alimentos e limpeza.

Uma instalação predial de água fria constitui-se no conjunto de tubulações, equipamentos, reservatórios e dispositivos destinados ao abastecimento dos aparelhos e pontos de utilização da água da edificação, conforme a NBR 5626/1998 – Instalações Prediais de Água Fria. A referida norma também estabelece exigências e recomendações para elaboração de projetos, execução e manutenção de instalações prediais de água fria, devendo ser observadas pelos projetistas, assim como pelos construtores, instaladores, fabricantes de componentes, concessionárias e pelos próprios usuários.

O mesmo documento normativo recomenda que as instalações prediais de água fria devam ser projetadas a fim de que atendam aos seguintes requisitos, durante a vida útil do edifício que as contém:

a) Preservar a potabilidade da água;

b) Fornecer água de forma contínua em quantidade adequada, com pressões e - velocidades compatíveis com o perfeito funcionamento dos aparelhos sanitários, peças de utilização e demais componentes;

c) Promover a economia de água e de energia;

d) Possibilitar a manutenção fácil e com economia;

e) Evitar níveis de ruídos inadequados à ocupação do ambiente;

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

2.2.1 – Componentes da IPAF

Para que uma instalação predial de água fria cumpra a sua finalidade conforme o que determina a NBR – 5626, é necessário um conjunto de tubos e conexões, dispositivos, válvulas e metais sanitários que conduzam a água e possibilite o seu uso nos pontos de consumo previamente definidos no projeto.

Considerando-se a adoção do sistema de distribuição indireto com bombeamento para todos os edifícios pesquisados, já que todos possuem mais de três (03) pavimentos, há de ser previsto o uso de um sistema de reservatórios composto por uma cisterna (reservatório inferior) e um reservatório elevado, a partir do qual todos os pontos de consumo do edifício serão alimentados pelo conjunto de tubulações divididos em trechos e identificados por barrilete, coluna de distribuição, ramal e sub-ramal.

2.2.1.1 – Reservatórios

Conforme a NBR – 5656, a preservação da potabilidade da água na IPAF tem uma parte crítica relacionada com o uso de reservatórios, devendo ser dada atenção especial para escolha do material, definição da forma e operação desses reservatórios.

A referida norma recomenda ainda que os reservatórios:

a) Não devem transmitir cor, odor ou toxicidade à água e nem possibilitar o crescimento de micro-organismos;

b) Devem ser estanques e possuam tampas ou portas de acesso opacas firmemente presas em posição que garanta vedação e impeça a entrada de líquidos, poeiras, insetos e animais ao seu interior;

c) Sejam objetos de cuidados com condensação nas faces interiores de paredes em partes que não tenham contato com a água, quanto aos materiais utilizados e que possam contaminar a água reservada;

d) Devem ser construídos ou instalados de modo a possibilitar a limpeza e inspeção dos seus interiores com facilidade;

e) Não devem ser apoiados no solo ou ser enterrado totalmente ou parcialmente, sob risco de contaminação proveniente do solo por causa da permeabilidade ou qualquer falha que implique na perda de estanqueidade. Não sendo possível atender essa exigência, deve ser executado em compartimento próprio que permita a manutenção e com distância mínima de 60 cm em relação às faces externas do reservatório.

2.2.1.2 – Tubulações

Os materiais utilizados em instalações prediais de água eram confeccionados com material rígido, metálicos ou não, na primeira metade do século XX. A evolução industrial no período pós-guerra trouxe para as instalações prediais materiais plásticos nas décadas de 60 e 70, principalmente o PVC, considerado mais leve, mais fácil de instalar, baixa rugosidade favorecendo o melhor desempenho hidráulico (RAMOS, 2010).

A utilização dos polímeros apresenta enormes vantagens em relação aos materiais mais tradicionais, como o ferro galvanizado ou o cobre, por sua durabilidade. Este é o caso do PVC, um polímero que apresenta ciclo de vida útil longo e que está associado às suas aplicações diversas. Entre elas, a aplicação na construção civil que representa 64% da demanda pelo produto, obtendo-se um ciclo de vida útil de 15 a 100 anos (HIPÓLITO e LOPES, 2013).

Em período posterior, outros plásticos também foram utilizados para a fabricação de tubos e conexões como o PPR (Polipropileno Copolímero Random), CPVC (Cloreto de Polivinila Clorado) e PEX (Polietileno reticulado).

Entre os diversos fabricantes de tubos e conexões atualmente em atividade no Brasil, há referências sobre os diversos tipos de tubos e conexões, os quais apresentam desempenho satisfatório para uso em aplicações nas instalações de água fria.

2.2.2 – Principais patologias da I P A F

A construção e o uso constituem as duas fases da vida de uma edificação. Enquanto está em execução, o edifício pode ter a sua durabilidade garantida e melhorada por meio de um bom projeto, de uma boa execução e com a utilização de componentes de melhor qualidade. Quando a edificação já está em uso, uma série de problemas começa a aparecer devido ao desgaste e à utilização indevida dos dispositivos empregados (CARVALHO JR., 2013).

Segundo o SINDUSCON-SP, 75% das patologias da construção são decorrentes de problemas relacionados com as instalações hidráulicas prediais. Isso é uma demonstração de que os sistemas hidráulicos prediais não estão merecendo a atenção necessária e indispensável para que tenham o seu desempenho de acordo com a vida útil da edificação. Essa condição é decorrente de algumas evidências, tais como:

a) Instalações hidráulicas e sanitárias estão ocultas;
b) Execução de obras sem os projetos de instalações;
c) Preocupação em reduzir custos nas instalações;
d) Aplicações de componentes / materiais de baixa qualidade;
e) Baixa qualificação na mão de obra utilizada;

Com a entrada em vigor da norma NBR -15575/2013 – Desempenho de Edifícios Residenciais, é necessário reverter imediatamente essa visão pobre e simplista sobre a instalação hidro-sanitária dos edifícios.

Caracterizar 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, bem como com usuários por meio de auxílio no controle e sistematização das manutenções necessárias e ao uso das edificações de forma correta (NEVES e MACEDO, 2013).

Os sintomas patológicos podem ser levantados pelo próprio usuário ou por técnicos especialmente encarregados da inspeção periódica das construções (LICHTENSTEIN, 1986).

2.2.2.1 – Rupturas em tubulações

Rompimentos em tubulações hidráulicas de água fria, entre outras, são sinistros que podem causar danos materiais de grande monta tanto em áreas privativas como em áreas comuns de edifícios residenciais multifamiliares.

As tubulações estão sujeitas às rupturas por causas diversas. A especificação em projeto de uma linha específica de tubos e conexões incompatível com a aplicação a que se destina pode resultar em ruptura.

Diversas causas externas estão associadas à ruptura de encanamentos hidráulicos prediais. Entre eles, o tensionamento que é considerado um grande fator que leva ao colapso de uma tubulação, pois trata-se de um esforço mecânico externo que força a conexão por desalinhamento na tubulação, vibrações transmitidas por equipamentos (motobombas, etc.), dilatação e contração térmica da tubulação e até o recalque em terrenos (CARVALHO JR., 2013).

A água sob pressão liberada após a ruptura de um segmento de tubulação ou em uma conexão específica, atinge com muita frequência partes vitais do edifício, entre elas, os conjuntos de elevadores e outros equipamentos, causando prejuízos expressivos aos condomínios. Os elevadores são equipamentos suscetíveis aos efeitos da água, ocorrendo normalmente danos nos circuitos eletroeletrônicos, não raro responsáveis pela maior quantia empregada para a recuperação dos mesmos.

Nas edificações, a pressão hidrostática máxima é de 40 mca, conforme a NBR-5626/1998, porém quando qualquer dispositivo tiver o seu fechamento acionado, dependendo da rapidez com a qual se fecha, haverá uma sobrepressão na tubulação resultando no fenômeno golpe de Aríete, conforme ilustra a Figura 2.1.

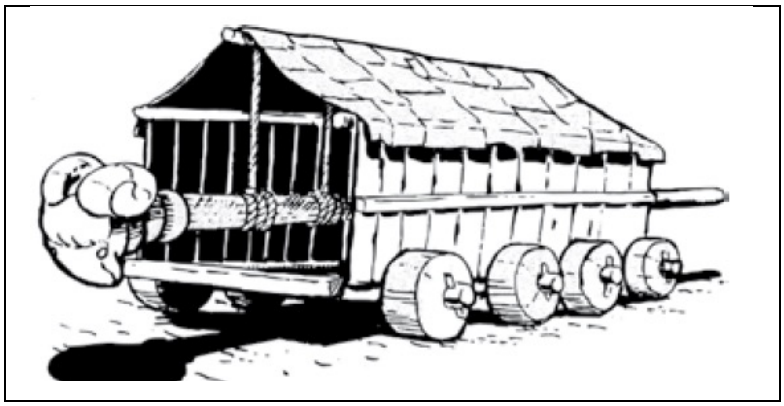


Figura 2.1 – Aríete, arma antiga de guerra que representa o impacto nas paredes da tubulação, decorrentes da sobrepressão. Fonte: MANUAL TÉCNICO TIGRE (2013).

Se a pressão na canalização superar os 60 mca, indispensável será a aplicação de uma válvula redutora de pressão para que os limites previstos em norma não sejam alcançados (LARA et al., 2005).

O golpe de aríete está relacionado diretamente com a velocidade da água e com a pressão na tubulação, enquanto está inversamente proporcional ao tempo de fechamento dos dispositivos de utilização como torneira, registro ou qualquer outro produto que seja utilizado para o controle do fluxo. O golpe de aríete é um fenômeno frequente nas instalações hidráulicas prediais.

Quando a água em elevada velocidade em uma tubulação tem o seu o seu fluxo bruscamente interrompido, há uma sobrepressão que atinge a instalação podendo causar a ruptura em conexões. Devem ser substituídos os equipamentos que estiverem causando as sobrepressões, tais quais, misturadores monocomando, válvulas de descarga, duchas higiênicas entre outros, devendo ser substituídos por dispositivos que tenham fechamento controlável e velocidade de fechamento lenta (CARVALHO JR., (2013).

Na década de 70 houve um acentuado processo de verticalização das edificações e, ao mesmo tempo, uma grande popularização do uso de tubos e conexões de PVC rígido nas instalações prediais de água fria. O uso de válvulas de descarga, até então utilizadas em tubulações de ferro galvanizado que causavam elevados "golpes de aríete", levou os fabricantes de tubos e conexões de PVC a buscarem os fabricantes de válvulas de descargas para que esses dispositivos tivessem alterações em seus mecanismos que resultassem em fechamento lento para possibilitar o uso do PVC em tubulações de edifícios com mais de 04 pavimentos (KAMINSKI, 2000).

2.2.2.2 – Contaminação da água em tubulações e reservatórios

Os reservatórios dos edifícios, além de garantir a continuidade do fornecimento de água, tem função determinante para a garantia da sua potabilidade.

A norma brasileira ABNT – NBR 5626/1998, estabelece que a preservação da potabilidade da água esteja condicionada conforme os critérios seguintes:

- Deve ser dada atenção especial na fase de projeto para a escolha de materiais, definição da forma e dimensões para a definição dos modos de instalação e operação desses reservatórios;
- Em especial, não devem transmitir gosto, odor, ou toxicidade à água, nem promover ou estimular o crescimento de micro-organismos;

- Deve ser um recipiente estanque com tampa ou porta de acesso opaca firmemente presa na sua posição, que impeça a entrada de líquidos, poeira, insetos e outros animais ao seu interior;
- Em princípio, um reservatório enterrado não deve estar apoiado no solo ou ser enterrado total ou parcialmente, face ao risco de contaminação a partir do solo. Se impossível atender essa condição, o reservatório deverá estar em compartimento que permita espaço de, pelo menos, 60 cm nas laterais e no fundo para que haja inspeção e manutenção;

Um dos principais inconvenientes do uso de reservatórios, entre eles o custo adicional, é a questão higiênica pela facilidade de contaminação, mais acentuada para aqueles usuários que se localizam próximos das pontas de rede, onde a concentração de cloro é, em muitos casos, inexistente. A localização imprópria do reservatório e a negligência do usuário em relação à sua conservação, falta de combertura adequada e a falta de limpeza periódica são os principais fatores que contribuem para a alteração da qualidade da água no sistema predial (CARVALHO JR., 2013).

Não é possível instalar tampas que não permitam a isolação do reservatório no que se refere à entrada de águas pluviais, como em coberturas de edifícios, bem como não é adequado que essas tampas sejam fabricadas com materiais que sofrem deterioração precoce por ação da água. Reservatórios apoiados diretamente sobre o solo ou enterrados, muito utilizados antes de 1998, apresentaram problemas como vazamentos, deterioração das paredes e perda da impermeabilidade podendo a água reservada sofrer contaminações devido a presença de lençol freático ou vazamentos em tubulações de esgotos próximas (LARA et al., 2005).

É responsabilidade de todo proprietário ou administrador de condomínio proceder a manutenção e a segurança nas instalações prediais, inclusos os reservatórios de água potável a fim de que seja prevenida qualquer forma de contaminação da água que será utilizada no edifício para usos nobres ou não.

Uma das formas mas comuns de contaminação está relacionada com as condições da tubulação de extravasão. A norma SABESP NTS 023 indica que a tubulação extravasora deve ser prevista para cada câmara e descarregando diretamente em canalizações próprias para tal, as quais, juntamente com os dispositivos de ventilação, devem estar totalmente protegidas para que seja impedida a contaminação do reservatório por meio do refluxo de água contaminada, ou ainda, pela entrada de insetos e animais.

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.

A água do sistema predial pode ser contaminada, quimicamente de fora para dentro da tubulação, por vazamento, lixiviação e permeabilidade através da parede do tubo de plástico. No vazamento, a contaminação ocorre por haver um defeito causado por aspecto mecânico na parede do tubo ou na própria junta entre tubos ou entre tubo e conexão. Quanto à lixiviação, a contaminação ocorre por deterioração própria do material de fabricação do tubo e de componentes utilizados na sua manufatura. Já na questão da permeabilidade, a permeabilidade ocorre quando a parede da tubulação é permeada por contaminantes químicos orgânicos, tais como solventes, entre eles, tolueno, benzinas e acetona (HOLSEN et al., 1991).

2.2.2.3 – Vazamentos em tubulações embutidas

A manifestação de uma patologia no sistema de água fria da edificação pode ser feita por meio de uma mancha de umidade em uma parede de alvenaria.

A corrosão é o principal elemento causador dos rompimentos das tubulações metálicas embutidas, podendo ser do tipo generalizada ou localizada (pite), sendo que tais tubulações possuem vida útil de 10 a 15 anos. Em tubulações de plástico como o PVC, as rupturas que geram vazamentos podem ser consequência de falhas ligadas às deformações excessivas, falhas nas execuções de soldas nos encaixes das conexões, uso de materiais diferentes e impróprios, reparos nas tubulações hidráulicas com o uso de resinas à base de epóxi quando há trincas em tubulações, ou ainda para reforços em emendas não confiáveis e que indicam um vazamento de água (LARA et al., 2005).

Os vazamentos quando ocorrem em tubulações embutidas nem sempre se manifestam em paredes ou pisos, o que dificulta a identificação do ponto exato em que ocorreram as falhas.

Existem métodos acústicos e equipamentos considerados pelos profissionais que os utilizam, como de grande eficiência para investigação em vazamentos em tubos metálicos, o que não acontece na mesma proporção para tubulações plásticas. As

características acústicas dos sinais de vazamentos em tubulações plásticas e metálicas são substancialmente diferentes, uma vez que os tubos plásticos são mais silenciosos e não transmitem sons ou vibrações com a mesma eficiência que as tubulações metálicas o fazem (HUNAIDI, 2000).

O primeiro sinal de vazamento em uma canalização embutida é o aumento inexplicável do consumo de água e os indícios são manchas de umidade nas paredes, sons de escoamento de água quando não há qualquer ponto de consumo aberto, ou ainda a presença de vegetação em juntas de assentamento de pisos externos. As principais causas dos vazamentos em tubulações prediais de água fria estão relacionadas com mão de obra não especializada, tubulação fora do nível, conexões tensionadas por desalinhamento, tubulações envelopadas em concreto, tubulação aquecida para conserto de um defeito, o que deixa a parede mais fina e com seção interna estrangulada (CARVALHO JR., 2013).

As principais causas relacionadas com rupturas em tubulações hidráulicas e os consequentes vazamentos são decorrentes de traçado inadequado, golpe de aríete, movimentações de solos, corrosão interna e externa (se tubulação metálica), defeitos de fabricação e impactos (MORRIS JR., 1967).

Basicamente, defeitos como vazamentos de água em encanamentos são entediantes e muito caros para que sejam aplicadas ações de manutenção corretiva, o que tem levado a estudos intensivos sobre esse tipo de problema, suas causas e medidas preventivas (CHEW e SILVA, 2003)

2.2.2.4 – Ruídos e Vibrações

Segundo o Guia CBIC (2013), os ruídos são produzidos em prumadas coletivas de água ou esgoto, válvulas de descarga ou outros equipamentos acionados em apartamentos vizinhos, portanto não são considerados acionamentos produzidos nas próprias dependências da unidade habitacional. Ainda segundo a mesma publicação, a adoção de *shafts* isolados acusticamente, visitáveis ou não, e o envolvimento de tubulações com isolantes ou absorvedores acústicos são interessantes soluções.

Para as causas principais dos ruídos nas instalações prediais de água fria, há que se considerar a transmissão de vibrações e ruídos pelos materiais sólidos da construção, incluindo alvenarias e revestimentos, bem como elementos das estruturas de concreto ou de aço. Conexões e mangotes flexíveis que absorvem vibrações são elementos que possibilitam a interrupção da propagação dos movimentos vibratórios nas canalizações.

A figura 2.2 possibilita a visualização de dispositivos que proporcionam a redução do ruído para níveis aceitáveis em tubos e caixas sifonadas.

Figura 2.2 – Dispositivos para supressão da transmissão de vibração para estrutura do prédio e paredes. Fonte: CATÁLOGO AMANCO (2015).

Quando a pressão aumenta bruscamente, ocorre o fenômeno hidráulico conhecido como Golpe de Aríete, uma das consequências indesejáveis para o sistema de água fria é o aparecimento de ruídos, além de ocorrer os desgastes excessivos nos materiais constituintes dos tubos e conexões aplicados na instalação (LARA et al., 2005).

Os usuários de edifícios residenciais são muito incomodados pelos ruídos nas instalações hidráulicas, principalmente à noite, quando os níveis de ruídos nas habitações tenderiam a ser menores. A transmissão do ruído e sua propagação no edifício é muito complexa, assim como as vibrações, estando associada com os edifícios mais altos com instalações pressurizadas, pois a movimentação da água sob altas pressões e em bombas de recalque gera ruído decorrente do Golpe de Aríete que se propaga através das paredes e estrutura (CARVALHO JR., 2013) .

Em casos de altas velocidades da água nas tubulações, a turbulência também é um componente importante na geração de ruídos.

Quanto à velocidade, a NBR-5626-1998, entre outras recomendações indica que as tubulações devem ser dimensionadas de modo que a velocidade da água, em qualquer trecho da tubulação não atinja valores superiores a 3 m/s.

Segundo a referida norma, tubos de plástico atenuam significativamente o ruído transmitido via estrutura do edifício, o peso da estrutura e a rigidez do tubo, os fatores mais importantes pois um tubo de material mais resiliente de 15mm de diâmetro

firmemente preso a uma parede de tijolo sólido de 230mm não induzirá vibrações apreciáveis, enquanto um tubo de 25mm de diâmetro que possui maior rigidez pode causar vibrações e transmitir ruído

A escolha de apoios confeccionados com tecnologia e materiais adequados pode, segundo a NBR 5626-1998, reduzir os níveis de ruídos para valores aceitáveis, devendo ficar entendido que o dimensionamento da tubulação assumindo o limite máximo de 3m/s, não vai evitar a ocorrência do golpe de aríete, mas terá a função de limitar a magnitude dos picos de pressão produzidos.

O anexo C da NBR 5626/1998 apresenta diversas circunstâncias em que ocorrem os ruídos nas instalações prediais de água fria:

- Ruídos de escoamento em tubulação – ocorrem quando as suas paredes sofrem vibração pela ação do escoamento da água, não sendo significativo para velocidade da água inferior a 3 m/s. Adicionalmente, mesmo que a cavitação seja frequente em peças de utilização, ela não é comum nas tubulações porque , em pressões normais, é necessária uma velocidade da ordem de 8 m/s. Entretanto, pressões baixas que ocorrem nas partes altas da tubulação podem causar cavitação mesmo em velocidades baixas. Tais tubulações devem ser evitadas para que se mantenham os níveis de ruídos dentro de limites aceitáveis e essencial para que a cavitação seja evitada;
- Ruídos em peças de utilização – a cavitação ocorre em bruscas mudanças de direção e de seção de escoamento, assim como baixos valores de pressão a jusante na região de obturação das peças de utilização. O início da cavitação pode ser impedido através da elevação da pressão nos pontos onde ela ocorreria e pela redução da velocidade da água, o que pode ser obtido através de mudanças no projeto da própria peça, ou pela redução de pressão da água no ponto de alimentação da peça, no projeto de instalação predial de água fria.
- Ruído transiente – Quando uma válvula ou outro dispositivo é fechado muito rapidamente, observa-se muitas vezes um claro ruído originado do transiente de pressão denominado golpe de aríete. Peças e válvulas acionadas por solenoides são frequentemente a causa dos golpes de aríete. Um dispositivo ou componente com função amortecedora pode ser usado para absorver o pico de pressão em um ponto próximo ao local de geração do transiente. O uso de tubos plásticos pode promover uma maior atenuação da onda de pressão, mas para alguns tipos de plásticos uma elevada súbita da pressão deve ser evitada.

- Ruídos de bombas – ocorrem quando a pressão de sucção é insuficiente ou vazão maior que prevista, há o risco da cavitação e turbulência, o que resultará em ruído e vibração. Ruídos oriundos de bombas podem ser reduzidos pelo uso de isoladores de vibração instalados na saída da bomba e a tubulação de recalque. Isolar também a tubulação da estrutura do edifício, com o uso de material resiliente. Mesma técnica também pode ser aplicada na montagem da bomba na base de sustentação.

2.2.2.5 – Incidência de ar nas tubulações

A ocorrência de sifões, invertidos ou não, é fato que ocorre com grande frequência nas instalações prediais de água fria. Situações de improvisação encontradas no decorrer da obra podem levar ao uso de desvios na trajetória da canalização resultando em formação de acúmulo de ar.

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 e, com maior gravidade, a ausência da ventilação do barrilete mesmo que a tubulação que alimenta válvulas seja independente, pode ocorrer o fenômeno conhecido como retrossifonagem que propicia a entrada de germes no sistema através dos sub-ramais que alimentam os vasos sanitários, bidês ou banheiras (CARVALHO JR., 2013).

A transposição de elementos de obra, tais como portas e janelas, exigirá que o traçado da tubulação seja desviado, porém não deverão ter o formato de sifão, pois neste formato poderá ocorrer ar na tubulação, o que prejudica o desempenho da instalação em casos de falta de abastecimento de água, devendo sempre ser utilizado um traçado retilíneo (MANUAL TÉCNICO TIGRE, 2013).

Para TISUTYA (2006), há diversos fatores que proporcionam o acúmulo de ar no interior das tubulações, gerando bolsões que chegam a impedir a passagem da água. Segundo o pesquisador, o acúmulo e a retenção do ar na canalização está ligado a:

- Preenchimento e esvaziamento da tubulação de distribuição;
- Baixo nível no reservatório gerando vórtice na saída da tubulação;
- Ocorrência de pressão negativa em trechos da canalização;
- Cavitação de motobombas.

A bolsa de ar de acumulação na canalização ocasiona as perdas de energia e uma redução de capacidade podendo gerar interrupções no fluxo de água, prejudicando o usuário (POTHOF, 2011).

2.2.2.6 – Desacoplamento em juntas de tubulações plásticas

Os sistemas tubulares são formados por ligações entre tubos ou entre tubos e conexões utilizando-se diversos meios para isso como, juntas soldáveis, roscáveis, mecânicas, consideradas as opções mais aplicadas nas instalações prediais de água fria.

Uma das causas para as rupturas em tubulações de distribuição predial e a perda de estanqueidade se deve à corrosão e/ou ligações inadequadas entre elementos da instalação, as quais são manifestadas por meio de manchas nas paredes em que estão embutidas. Se estiverem aparentes, através de exsudação e escorrimentos nos pavimentos (RAMOS, 2010).

O Manual Técnico Tigre (2013) estabelece a diferenciação entre um simples desacoplamento de uma junta de PVC soldável e uma ruptura da mesma junta. A referida publicação indica que quando em uma junta soldável a frio ocorre o desacoplamento entre os elementos da ligação, trata-se de um indicativo de que o procedimento foi incorreto, não tendo ocorrido efetivamente o processo de soldagem.
Para que uma junta soldável seja desfeita, somente por meio de uma ruptura, o que é indicativo de que o processo recomendado para soldagens químicas a frio, tenha sido bem executado.

A necessidade de haver ruptura para caracterizar que o processo de soldagem foi bem feito, é uma característica inerente às tubulações de PVC, CPVC e PPR, cujas juntas são executadas por meio de soldagem química (PVC e CPVC) e termofusão (PPR).

2.3 – INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA QUENTE

Na Roma antiga, a palavra terma era indicada para banhos com água quente, porém, com o tempo foi utilizada para designar banhos com água quente ou fria.

O aqueduto Aqua Virgo foi construído em Roma. Algum tempo depois foi criada a Termas de Agripa, de grande porte e isoladamente a maior da época em Roma,

já que só havia pequenos banhos para a população, inclusive com a disponibilidade de água quente (LIBERATI, 2005).

Nos dias atuais, embora o Brasil em sua maior parte tenha clima quente, o uso da água quente nas edificações tem se tornado uma prática cada vez mais frequente. Ocorre que o calor do ambiente é causador de desconforto, estresse, irritação e desgaste físico nas pessoas. No entanto, o calor da água quente tem um efeito diametralmente oposto, na medida em que promove o bem estar físico do usuário, uma vez que lhe proporciona conforto, momentos de relachamento, enfim, um banho extremamente prazeroso.

As condições de estresse com o calor do ambiente e o conforto da água quente estão mostradas na Figura 2.3.

Figura 2.3 –Estresse do calor do ambiente e o conforto da água quente. Fonte: Metsul. Acesso em 23/10/2015 / Catálogo Astra S/A. Acesso em 23/10/2015.

Segundo a NBR 7198/1993, as instalações prediais de água quente devem atender aos requisitos seguintes, conforme projeto e execução:

- Garantir o fornecimento de água continuamente em quantidades suficientes e temperatura controlável com segurança, pressões e velocidades compatíveis com o perfeito funcionamento dos aparelhos sanitários;
- Preservar a potabilidade da água;
- Proporcionar o nível de conforto adequado;
- Racionalizar o consumo de energia.

MACINTYRE (1990) afirma que o aquecimento de água pode ser realizado por meio de um dos sistemas seguintes:

- Individual – quando alimenta somente um ponto de consumo, como aqueles localizados no banheiro ou na cozinha, embora alimente mais de um dispositivo, a rigor;

- Central privado – quando o aparelho instalado em uma unidade residencial alimenta vários pontos distribuídos na casa ou apartamento, através de tubulações que dele partem para cada um dos pontos de consumo;

- Central coletivo – Quando o dispositivo de aquecimento alimenta os diversos pontos de consumo existentes em várias unidades, como é o caso de prédios de apartamentos, hospitais, hotéis, quartéis, escolas e outros.

Quanto aos aquecedores de acumulação, a NBR- 7198/1993 determina que:

a) Ramal de alimentação de água fria não deve ser feito permitindo o esvaziamento do aquecedor, exceto pelo dreno;

b) Deve ter seu nível superior abaixo do nível inferior da derivação no reservatório de água fria, quando alimentado por gravidade;

c) Saída de água quente provida de respiro;

d) se o respiro não for executável com praticidade, utilizar dispositivo de idêntico desempenho;

e) É vedado o uso de válvula de retenção no ramal de alimentação de água fria do aquecedor, quando não for protegido por suspiro;

f) A tubulação de alimentação de água fria deve ser executada com material resistente à temperatura máxima admissível da água quente;

g) exigível a existência de drenos;

A referida norma estabelece, ainda, que é obrigatória a instalação de misturadores se houver possibilidade de a água fornecida ao ponto de utilização para uso humano ultrapassar 40º C. Caso instalados os misturadores, há possibilidade de inversão de água quente no sistema de água fria, ou vice – versa, em situações de normalidade na utilização.

CARVALHO JR. (2013) afirma que há diversas fontes de aquecimento no mercado brasileiro, sendo as mais comuns denominadas aquecedores *de passagem* e aquecedores de *acumulação*, de modo que a fonte de calor a empregar pode ser eletricidade, gás (natural ou GLP) e energia solar. O autor indica que nos pontos mais utilizados para água quente, as temperaturas convenientes, são:

Tabela 2.1 – Temperatura da água quente adequada em instalações prediais.

Fonte: CARVALHO JR. (2013).

Tab. Uso de água quente – Temperaturas convenientes	
Uso pessoal em banhos e higiene	35°C a 50°C
Em cozinhas	60° C a 70°C
Em lavanderias	75° C a 85°C
Em finalidades médicas	100° C

A capacidade dos aquecedores a serem adotados depende do tamanho da residência ou da instalação e do número de usuários, o que indica uso de aquecedores de passagem em apartamentos. Para imóveis residenciais para famílias numerosas são mais apropriados para o uso de aquecedores de acumulação, dotados de reservatórios e popularmente conhecidos como *boyler* (CARVALHO JR., 2013).

A Figura 2.4 mostra os aquecedores de acumulação e de passagem, ambos a gás.

Figura 2.4 – Aquecedores de acumulação e de passagem. Fonte. Catálogo Técnico Aquecedores Cumulus S.A (2015); Catálogo Técnico Lorenzetti S.A. (2015).

Conforme a publicação Association of plumbing & Heat Contractors, há vantagens e desvantagens para os aquecedores de acumulação e aquecedores de passagem, estes também conhecidos como instantâneos, conforme se verifica na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 – Comparativo entre aquecedores de passagem e de acumulação. Fonte Fonte: Association of Plumbing & Heating Contractors. www.aphc.co.uk – acessado em 22/11/2015.

Aquecedores de acumulação	Aquecedores instantâneos
Vantagens	
Compatível com maior demanda	Mais barato, aquece quando há demanda
Aquecimento com energia limpa	Maior rapidez no aquecimento da água
Aceita alternativa para apoio eventual	Custo de instalação inferior
Conecta-se a diferentes tipos de aquecimento de água	Evita a contaminação da água por bactérias
Desvantagens	
Custo operacional maior	Dificuldade em atender alta demanda
Tempo de espera pode ser grande	Incompatível com o uso de energia solar
Mais chance de contaminação da água por bactérias nocivas	Dificuldade em conectar-se com outras opções

Os aquecedores solares, devido à escassez de energia e tendência de alta nas tarifas de energia elétrica, estão sendo utilizados em grande escala no segmento de aquecedores de água, porém os coletores solares formam a parte principal do sistema, já que recebem a energia solar e a transmitem para a água circulante na própria placa (CARVALHO JR., 2013). Além disso, há que observar o posicionamento dos coletores, pois irá interferir fortemente no rendimento do sistema, havendo necessidade das placas estarem voltadas para o norte, uma recomendação técnica indispensável para o desempenho esperado no equipamento, de acordo com a Figura 2.5.

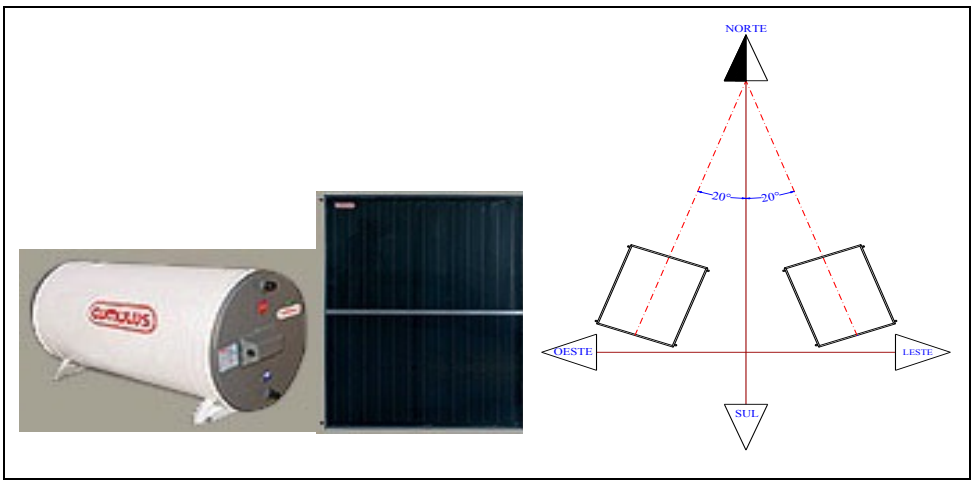


Figura 2.5 – Aquecedor solar com posicionamento otimizado de placas.

Fonte: www.cumulus.com.br – acessado em 30/11/2015.

Os aquecedores solares funcionam adequadamente por meio de termossifão ou por bombeamento. A Figura 2.6 indica os posicionamentos relativos corretos entre reservatório, coletores e reservatório de água quente. Os posicionamentos dependem dos aspectos construtivos da edificação, principalmente em relação à cobertura, altura da cumeeira e inclinação das águas dos telhados.

Para o termossifão é um circuito fechado em que a água aquecida escoa por convecção, devido a diferença de densidade entre a água fria e quente (MACINTYRE, 1990).

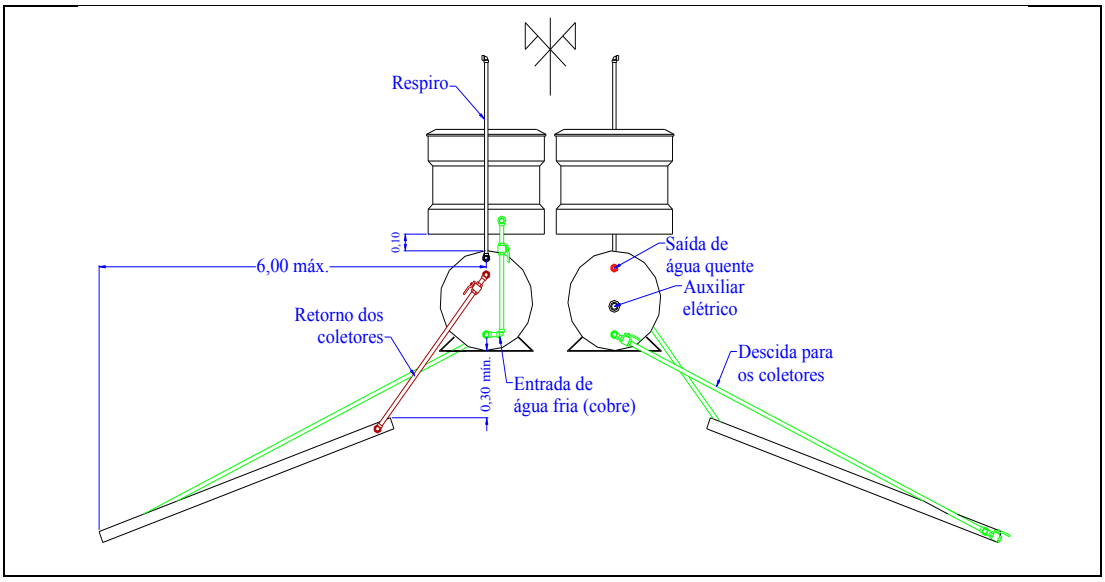


Figura 2.6 - Aquecimento solar por termossifão. Fonte: www.cumulus.com.br - acessado em 30/11/2015.

Na impossibilidade de atendimento aos posicionamentos e às dimensões recomendadas para a montagem do sistema com termossifão, há a alternativa do uso de dispositivo de pressurização do sistema para que seja possível a circulação da água entre o reservatório de água quente e as placas solares, conforme se observa na Figura 2.7:

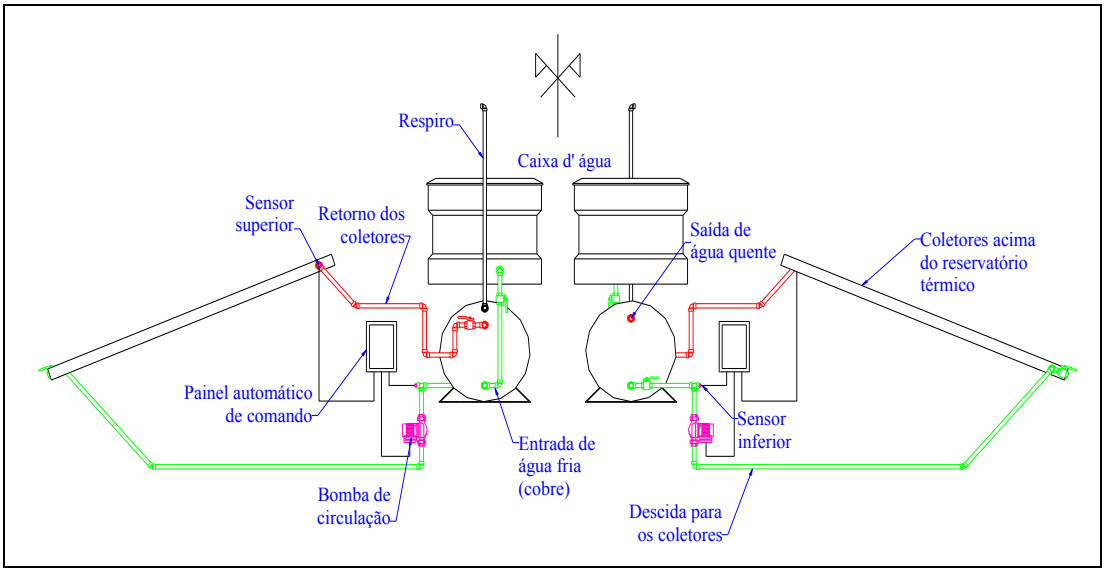


Figura 2.7 - Sistema de aquecimento solar forçado. Fonte: www.cumulus.com.br – acessado em 30/11/2015.

As tubulações de água quente devem ser colocadas, preferencialmente paralelas às tubulações de água fria e acima destas, observando-se distância mínima entre ambas de 50mm. Deve-se evitar localizar os condutos de água quente sob elemento de fundação, embutidas em elementos estruturais, embutidas em pavimentos, exceto se usados em bainhas e em locais de difícil acesso (RAMOS, 2010).

Segundo a publicação DEPARTMENT HEALTH U.K. (2006), os materiais de fabricação dos tubos e conexões para água quente, necessariamente devem ter resistência à corrosão em ambas as faces interna e externa de paredes, sabendo-se que a corrosão pode ser causada pela água devido ao seu estado de escoamento turbulento e também às variações de pressão. O colapso pode ocorrer rapidamente causado por "pites" profundos em tubos metálicos, inclusive os fabricados em cobre.

Conforme a mesma publicação, muitas instalações de água quente operam com pressões modestas e a temperatura não ultrapassa os 70 °C, sendo essas condições muito favoráveis aos tubos de plástico produzidos com material resistente e em diâmetros maiores. Como vantagens, esses materiais apresentam resistência à corrosão, baixo peso e facilidade de manuseio, tendo como desvantagens a menor resistência mecânica, maior dilatação térmica e necessidade de menores distâncias nos suportes da tubulação, baixa temperatura e possível fragilização em longo prazo (20 ou 25 anos).

A NBR-15575/2013/ Parte 6 recomenda que as tubulações de água quente devem ter o seu desempenho de estanqueidade comprovado através de teste de

estanqueidade durante uma hora com temperatura de 70 ° C, com pressão hidrostática 1,5 vezes a pressão prevista de projeto, porém jamais inferior a 100 kPA.

Conforme a mesma norma, também deve ser observado que nas instalações de água quente, a temperatura da água na saída dos pontos de utilização deve ser limitada. O dimensionamento das instalações de água fria e água quente (bitolas, perdas de carga, etc), dispositivos de regulagem de vazão e misturadores devem possibilitar que a temperatura da água na saída do ponto de utilização atinja valores de até 50 ° C.

Os tubos metálicos foram utilizados com exclusividade em instalações de água quente no Brasil, até o final da década de 80, quando chegaram ao mercado brasileiro os primeiros tubos poliméricos compatíveis com aplicação em condução de água quente. O CPVC, como primeiro sistema de tubos e conexões para água quente, passou a ser a opção em plástico mais utilizada no Brasil.

De acordo com o HEALTH TECHNICAL MEMORANDUM04-01 (2006), interrupções no suprimento de água podem atrapalhar as atividades necessárias à saúde dos usuários. O projeto deve prever uma reserva de água suficiente e compatível para minimizar inconveniências e também garantir um volume adequado que evite também a estagnação em reservatórios ou mesmo nos sistemas de distribuição, importantes para o controle da *legionella*, uma bactéria que se reproduz em sistemas de água quente.

2.3.1 – Principais patologias na IPAQ

Operar um sistema de instalação predial de água quente pode influenciar as causas das falhas perante alguns eventos que ocorram como golpe de aríete, sobrepressão, cavitação, mau funcionamento nas válvulas redutoras de pressão, pressões baixas, normalmente geram grandes transtornos aos usuários, assim como as operações necessárias para os devidos reparos (OLIVEIRA, 2014).

2.3.1.1– Perda de calor nas tubulações de água quente

A ausência de isolamento térmico em certos tipos de tubulações potencializa o efeito da troca de calor com o ambiente, de modo que a água não fica aquecida por muito tempo. Diversos materiais estão disponibilizados no mercado para o isolamento térmico, entre eles, o polietileno expandido é o mais comum e evita perda significativa de calor, principalmente em tubulações metálicas como o cobre e ferro galvanizado.

Uma perda de temperatura no sistema de água quente é um indicativo de que o problema está no aquecedor. Se o aquecedor funciona normalmente e o chuveiro

continua frio, embora o registro de água quente esteja aberto, é possível que haja uma obstrução na tubulação, o que exigirá a manutenção corretiva imediatamente para correção adequada do problema sem resultar em danos (CARVALHO JR., 2013).

O MANUAL TÉCNICO TIGRE (2013) indica que o uso de isolamento térmico em tubulações executadas com CPVC só é recomendado para os casos em que a distância entre o aquecedor e o último ponto de consumo for superior a 20 metros, ou ao critério do projetista.

2.3.1.2 – Deficiência no aquecimento de água

O desempenho de um sistema de água quente na edificação é um fator que depende diretamente da fonte de aquecimento.

Conforme citação no Manual Técnico Tigre (2013), o aquecimento insuficiente da água pode ser decorrente de um dimensionamento inadequado do aquecedor, cuja capacidade não atenderá a demanda existente na edificação. O referido manual recomenda verificar o funcionamento do aquecedor medindo a temperatura da água na saída do mesmo, ou ainda verificar se o aquecedor foi dimensionado corretamente para o consumo. Como solução indica substituir o aquecedor por outro compatível com a demanda existente na edificação ou providenciar o isolamento correto da tubulação de acordo com as recomendações dos fabricantes de tubos para água quente.

Deve ser verificado se a chama piloto do aquecedor a gás está acesa. Para o caso de aquecedores solares verificam-se as posições dos aquecedores em relação às placas solares e ao reservatório de água fria (CARVALHO JR., 2013).

2.3.1.3 – Deformação e ruptura em tubulações de plástico

A norma NBR-7198/1993 estabelece que nenhum ponto de consumo da instalação predial de água quente tenha temperatura superior a 70° C, independente do material de fabricação dos tubos e conexões utilizados no sistema.

Até o final da década de 80 as instalações de água quente eram feitas exclusivamente com o uso de tubulações metálicas, notadamente em ferro galvanizado ou cobre.

Quando uma tubulação plástica conduzindo água quente fica submetida à temperatura e pressão excessivas, o pode ocorrer a ruptura e lesões corporais nos usuários. A ruptura pode ser prevenida com a adoção de práticas que controlam a pressão, como no caso de válvulas de alívio localizadas na saída do aquecedor. É

importante a atuação dos dispositivos de comando automático que ligam e desligam o aquecedor, evitando que a água chegue à temperatura do vapor. O suspiro evitará uma série de danos à tubulação e às pessoas, cujo diâmetro deve ser a partir de 19 mm (CARVALHO JR., 2013).

A Figura 2.8 ilustra um processo de ruptura em tubulação de CPVC submetido ao excesso de temperatura.

Figura 2.8 – Tubo de CPVC rompido com violência causada pela ação do vapor.

2.4 – INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ESGOTO SANITÁRIO

A partir do instante em que a água foi disponibilizada nos pontos de uso das edificações por meio das instalações de água fria, tornou-se necessário resolver o problema gerado com o seu uso para fins higiênicos, produção de alimentos e necessidades fisiológicas dos usuários das edificações. Houve a necessidade em desenvolver-se um sistema que coletasse e encaminhasse os efluentes domésticos para uma destinação final.

Entende-se como esgotos domésticos os efluentes resultantes do uso da água para fins de higiene pessoal, limpeza, produção de alimentos e necessidades fisiológicas das pessoas e dividem-se em:

Águas servidas – oriundas dos aparelhos sanitários utilizados para fins de higiene, produção de alimentos e limpeza.

- Lavatórios, pias de cozinha, banheiras, bidês, tanques de lavar roupas, chuveiros, máquinas de lavar pratos.

Águas imundas – oriundas dos vasos sanitários e mictórios. Uma das suas características é a existência de sólidos.

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, garantindo o encaminhamento dos gases para a atmosfera e evitar o encaminhamento dos mesmos para os ambientes sanitários.

Destino final – Poderá ser um sistema particular (fossa / sumidouro) ou poderá ser a rede coletora de esgoto público, acompanhada de uma ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS (ETE).

A NBR-8160/1999 – Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário: Projeto e Execução – entre outras generalidades determina que o sistema seja projetado de modo a:

- Permitir o rápido escoamento da água utilizada e dos despejos introduzidos, evitando a ocorrência de vazamentos e a formação de depósitos no interior das tubulações;
- Impedir que os gases provenientes do interior do sistema predial de esgoto sanitário atinjam áreas de utilização;
- Permitir que os seus componentes sejam facilmente inspecionáveis para eventuais manutenções;

Em relação aos odores, a NBR-8160/1999 indica que todos os aparelhos sanitários devem ser protegidos por desconectores.

O mau cheiro em ambientes nos quais estejam instaladas as caixas de gordura e de esgoto, confeccionadas em concreto ou alvenaria, resultam das deficiências nas condições de vedação das respectivas tampas. Ainda segundo o autor, com o passar do tempo, tais caixas costumam apresentar essa anomalia porque é comum a ocorrência de trincas ou quebras em suas tampas de concreto durante as operações de abertura e fechamento (CARVALHO JR., 2013).

A NBR-8160/1999 determina ainda que as tampas dos dispositivos de inspeção sejam removíveis e ofereça fechamento hermético. Quanto às caixas de gordura, a mesma norma indica que as mesmas tenham vedação adequada para evitar a penetração de insetos, pequenos animais, águas de lavagem de pisos ou de águas pluviais, etc.

A manutenção preditiva consiste em uma técnica em que a manutenção é realizada no período adequado, antes que ocorra uma falha qualquer (TANNOUS apud GENNIPER, 2010).

O item 4.1.3.1 da NBR-8160/1999 estabelece que o sistema predial de esgoto sanitário deva ser separador absoluto em relação ao sistema predial de águas pluviais, ou seja, não deve existir nenhuma ligação entre os dois sistemas.

Para facilitar a execução, manutenção e dimensionamento, a instalação se divide em trechos diversos conforme determina a referida norma.

- Ramal de descarga – É o trecho de tubulação ligado diretamente aos aparelhos sanitários. Normalmente são trechos secundários, exceto aquele referente ao vaso sanitário. Ex. ramal de descarga do lavatório, ramal de descarga da banheira, etc.
- Ramal de esgotos – É o trecho compreendido entre o desconector e a junção com o ramal de descarga do vaso sanitário, ou seja, é o tubo que sai da caixa sifonada. Seu diâmetro dependerá da saída da caixa sifonada. Poderá ser DN 50 ou DN 75.
- Tubo de queda – É o trecho vertical da instalação que coleta os efluentes de cada pavimento, conduzindo-os até o solo. O diâmetro mais utilizado é o DN 100, porém pode chegar a DN 150 ou DN 200.
- Sub-coletor – É o trecho compreendido entre o tubo de queda e a caixa de inspeção, além daqueles demais trechos que interligam as diversas caixas de inspeção existentes.
- Coletor predial – É o trecho compreendido entre a última inserção de subcoletor e a fossa séptica ou rede de esgotos.

2.4.1 – Principais patologias na IPES

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

Entre as diversas patologias recorrentes em instalações de esgotos, merece atenção especial o mau cheiro, ruptura de fecho hídrico, retorno de espuma, vazamento em tubulações, infiltrações e entupimentos nas canalizações (CARVALHO JR., 2013).

2.4.1.1 – Mau cheiro em instalação de esgotos.

O MANUAL TÉCNICO TIGRE (2013) aponta que o mau cheiro nas instalações hidro-sanitárias tem causas prováveis relacionadas com:

- Ausência ou sistema de ventilação inadequada;
- Ausência ou desconector impróprio;
- Ausência ou vedação inadequada na saída dos vasos sanitários;
- Vedações não herméticas em caixas de passagem e caixas de gordura.

A mesma publicação define que o diagnóstico correto pode ser feito a partir de ações conforme segue:

- Observar o nível de líquido no interior das caixas sifonadas ao acionar descarga em vaso sanitário que estiver próximo;
- Verificar se o fecho hídrico é menor que 50mm;
- Confirmar existência de juntas elásticas ou de cera na saída dos vasos sanitários, conforme visualização na Figura 2.9 ;
- Verificar existência de fechamento hermético em caixas de esgotos.
- Observar se o plug do sifão das caixas sifonadas encontra-se posicionado corretamente;
- Verificar se a extremidade superior da tubulação de ventilação encontra-se livre de obstáculos à passagem do ar.

As caixas sifonadas possuem o selo hídrico que garante a barreira contra a passagem dos gases e insetos da tubulação primária para a tubulação secundária e o ambiente.

Normalmente as caixas sifonadas são fabricadas com entradas de 40mm e a saída com diâmetros de 50mm ou 75mm. A Figura 2.10 mostra um modelo de caixa sifonada e o dispositivo conhecido que impede a obstrução da extremidade de tubos ou colunas de ventilação.

Comprometimento dos fechos hídricos das caixas sifonadas em apartamentos são as maiores causas dos odores em ambientes, aliados à falta de manutenção preventiva e corretiva (CANIDO, 2012).

Quando não são feitas as instalações adequadas dos sifões, além dos odores, há possibilidade de entupimentos na tubulação que estiver embutida na parede, gerando um maior trabalho para as ações de manutenção e desobstrução necessárias. Afirma ainda o referido autor que, em edifícios com pavimentos sobrepostos, os ramais de descarga de pias de cozinha devem ser direcionados para tubos de queda independentes, os quais

conduzirão os efluentes para uma caixa de gordura coletiva localizada no pavimento térreo do edifício. Para garantir o funcionamento adequado do sistema, as caixas de gordura devem passar por limpeza semanal (CARVALHO JR., 2013).

Figura 2.9 – Vedações para instalação de bacia sanitária prevenindo o mau cheiro. Fonte: www.tigre.com.br – acessado em 30/11/2015.

Figura 2.10 – Caixa sifonada e Terminal de ventilação. Fonte: www.amanco.br; www.tigre.com.br – acessados em 30/11/2015.

A instalação do tubo de ventilação nos ramais de esgotos que se conectam à saída das caixas sifonadas devem se unir aos demais ramais de esgotos que saem dos vasos sanitários, antes das ligações junto aos tubos de queda, sendo que essa ventilação garante a pressão atmosférica no interior da canalização, impedindo que haja retorno de esgotos para o interior do banheiro (LARA, 2005). A Figura 4.11 ilustra a conexão entre aos ramais de esgotos

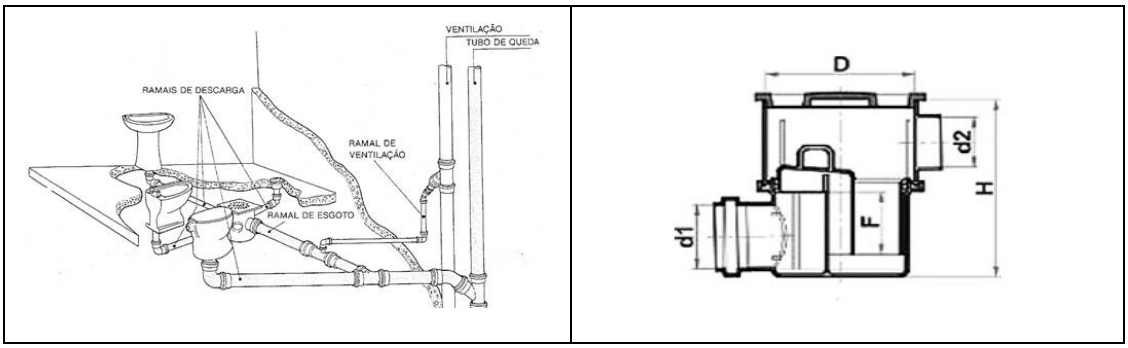


Figura 2.11 – Posicionamento de caixa sifonada e desnível da entrada para saída. Fonte: MANUAL TÉCNICO TIGRE (2013); CATÁLOGO TÉCNICO TIGRE-ESGOTO (2015).

2.4.1.2 – Retorno de espuma

A norma ABNT – NBR 15575/2013 ratifica a importância de que as instalações de esgoto devem ser projetadas e executadas com adequados sistemas de ventilação e selos hídricos, além de correta disposição de caixas de gordura e caixas de inspeção, sem que haja o risco do retorno de espuma.

Em avaliação das instalações de esgotos sanitárias executadas por 07 construtoras, foi verificado que o retorno de espuma ocorreu em 42,9 % das empresas pesquisadas (ILHA, 2002).

Para CARVALHO JR. (2013), o retorno de espuma através das grelhas de ralos e caixas sifonados pode ocorrer em função de ligações dos ramais de esgotos em regiões de sobrepressões, devendo ser verificado se a ligação dos ramais de esgotos da máquina de lavar roupa com as colunas estão em áreas de sobrepressão, conforme conceitua a NBR 8160/1999, e pode ser verificado de acordo com a Figura 2.12.

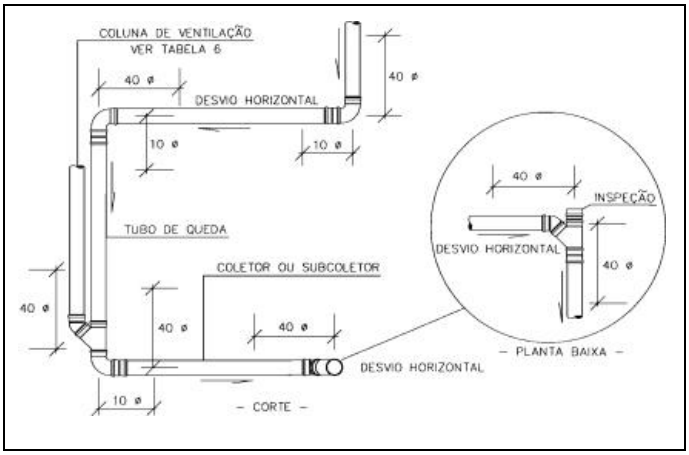


Figura 2.12 - Ligações de ramais e colunas em áreas de sobrepressões. Fonte: NBR-8160/1999.

Conforme a publicação MANUAL TÉCNICO TIGRE (2013), deve ser verificada a ocorrência de retorno de espuma ocorre pelo despejo de águas servidas de máquinas de lavar imediatamente na caixa sifonada, ao mesmo tempo em que 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 na caixa sifonada ou no seu prolongamento, conforme visualizado na Figura 2.13.

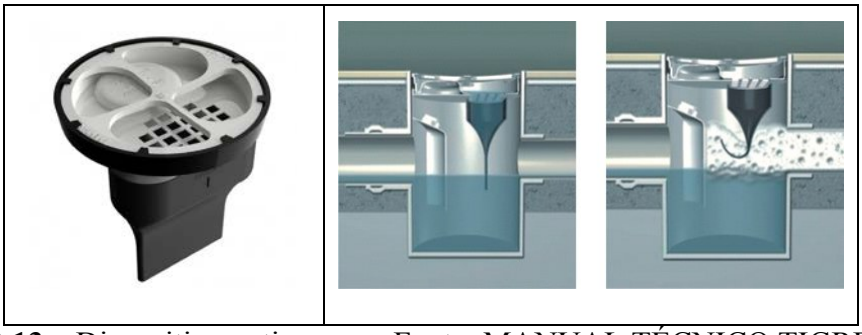


Figura 2.13 – Dispositivo antiespuma. Fonte: MANUAL TÉCNICO TIGRE (2013).

2.4.1.3 – Entupimentos em tubulações

Tubulações de esgoto predial estão sujeitas às obstruções, cujas consequências comprometem a saúde, o conforto e o bem estar das pessoas que habitam a edificação.

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, como é o caso dos esgotos, evitando ou minimizando pontos que se tornem obstáculos ao escoamento que favorecem o acúmulo de dejetos que podem chegar a obstruir totalmente a tubulação.

A falta de informação e conscientização dos moradores e usuários são as causas principais de entupimento de tubulações de esgotos em prédios e em residências, inclusive nos subcoletores que se localizam normalmente em áreas comuns dos edifícios. Nos subcoletores, o acúmulo de materiais sólidos (de natureza inorgânica) continuamente depositados, combinado com a ausência de declividade na canalização, a obstrução total ou parcial é a consequência normal para tais condições. O triturador de alimentos utilizado abaixo da pia de cozinha tem efeito terapêutico de grande importância para a redução dos riscos de entupimentos, tanto em ramais de descarga e esgotos, como em subcoletores e coletores prediais (CARVALHO JR., 2013).

É fato que mudanças de direção produzidas improvisadamente em tubulações de esgotos com o uso de calor ou do contato direto com o próprio fogo, causam redução da seção interna da tubulação por meio de um estrangulamento, como consequência da deformação para obter um encurvamento desejado. A Figura 2.14 mostra o Tê de inspeção, peça recomendável para uso próximo aos pontos críticos ao escoamento.

Figura 2.14 – Tê de inspeção. Fonte: CATÁLOGO TÉCNICO TIGRE (2015).

Os subcoletores exigem uma declividade mínima que proporcione o escoamento dos efluentes, evitando-se a ocorrência de refluxo e/ou entupimento da canalização por causa da inexistência de declividade. O diâmetro mínimo para um sub-coletor é de 100 mm, considerando-se que a declividade seja de 1%, devidamente intercalado por caixas de inspeção, ou conexões dotadas de dispositivos para essa finalidade (CARVALHO JR., 2013).

Entupimentos em sub-coletores em edifícios multifamiliares acumulam efluentes através dos tubos de queda, podendo causar o retorno de esgotos em pontos diversos de uso, resultando em transtorno de grande monta para os usuários moradores da unidade residencial.

Estando a edificação em local que dispõe de rede coletora de esgoto público, há que se tomar precaução quanto ao retorno de esgoto da rede pública para o interior da edificação, no caso de haver obstrução a jusante da ligação domiciliar de esgoto da edificação.

A utilização de uma válvula de retenção para esgoto, conforme disponibilizada peça própria em PVC no mercado brasileiro pelo fabricante Tigre, proporcionará o bloqueio automático ao contrafluxo, o que resulta protegida a edificação. A Figura 2.15 mostra uma das opções de válvulas de retenção plásticas existentes no mercado brasileiro.

Figura 2.15 – Válvula de retenção em PVC utilizada para bloqueio do retorno de esgoto. Fonte: CATÁLOGO TÉCNICO TIGRE – ESGOTO (2015).

O percentual de patologias relacionadas com entupimento de tubulações dos sistemas prediais de esgotos dos edifícios construídos pelas construtoras pesquisadas, alcançou o índice de 71,40% (ILHA, 2002). É uma indicação de que é de grande importância cuidados com manutenção para melhor desempenho da instalação de esgoto.

2.5 – INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS

Instalações de águas pluviais cumprem uma função importante para durabilidade de um edifício, na medida em que coleta e conduz as águas de chuva ao destino adequado além de proporcionar o seu aproveitamento para usos não nobres na edificação.

A norma brasileira ABNT – NBR-10844/1989 e estabelece as condições e procedimentos para a execução de uma instalação de águas pluviais com desempenho satisfatório, devendo ser projetadas para atender as exigências seguintes:

- Recolher e conduzir a vazão de projeto até os locais permitidos pelos dispositivos legais;
- Características estanques;
- Possibilitar limpeza e desobstrução em qualquer ponto da instalação;
- Absorver os esforços provocados pelas variações térmicas;
- Devem ser resistentes aos choques mecânicos e com materiais resistentes aos choques;
- Em componentes expostos, utilizar materiais resistentes às intempéries;
- Em componentes usados com outros materiais usar materiais de construção compatíveis;

- Não produzir ruídos excessivos;
- Resistir às pressões às quais poderá estar sujeita;

MACINTYRE (1990) afirma que a instalação de esgotamento sanitário em edifícios, incluindo os ambientes diversos a saber, pátios e áreas limitadas, pode abranger duas situações distintas:

a) Os elementos que constituem a instalação estão acima da sarjeta e meio fio, portanto o escoamento será obtido por meio da gravidade;
b) Elementos de constituição da instalação de águas pluviais se encontram em nível inferior ao nível da sarjeta e meio fio, sendo necessária a adoção de um poço de águas pluviais que permitirá o bombeamento da água para uma caixa de passagem que esteja localizada em condições de possibilitar o escoamento por gravidade, a partir dali.

Conforme a NBR-10844/1989, a instalação de águas pluviais se destina, exclusivamente, ao recolhimento e condução das águas de chuva, não se admitindo qualquer interligação com outras instalações prediais.

Consta ainda do instrumento normativo que o volume de água que cair sobre telhado deve ser adequadamente coletado e transportado para locais permitidos pelos dispositivos legais.

A ADASA – Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal - estabelece que sistema de drenagem e manejo de águas pluviais é composto por estruturas de engenharia que garantem o transporte, retenção, tratamento e disposição final das águas de chuva.

No sistema de águas pluviais, as águas de chuvas coletadas de jardineiras, telhados, lajes de cobertura, captadas através de calhas, ralos ou grelhas, seguem pelos condutores verticais e horizontais (tubulações) até serem despejadas em caixas de coleta e passagem para posterior ligação com a rede pública (LARA, 2005).

A NBR – 10844/1989 faz referências à necessidade de:

- Haver uma caixa de inspeção nas junções da instalação;
- Haver uma caisa de inspeção, no máximo, a cada 20 metros;
- Havendo risco de obstrução, deve-se prever mais de uma saída;
- Lajes impermeabilizadas devem ter declividade mínima de 0,5%;
- Se possível, usar declividade maior que 0,5% para condutores horizontais;

As Figuras 2.16 e 2.17 ilustram calhas e condutores utilizados nas IPAPs.

Figura 2.16 – Calhas de concreto armado e em PVC rígido. Fonte: PRÉMOLDADOS ITAIPU-PRODUTOS (2015) / CATÁLOGO TÉCNICO TIGRE (2015).

Figura 2.17 – Condutores metálicos e em PVC rígido em formatos variados. Fonte: PRÉMOLDADOS ITAIPU-PRODUTOS (2015) / CATÁLOGO TÉCNICO TIGRE - ESGOTO (2015).

Conforme o Guia CBIC (2013), há recomendações normativas para as tubulações que formam os sistemas prediais de águas pluviais, as quais não podem apresentar vazamento se forem submetidas à pressão estática de 60kPa durante 15 minutos, caso o ensaio seja feito com água, porém se for utilizado o ar, a pressão não deverá ser menor que 35kPa, durante o mesmo período de tempo. Embora se trate de tubulação do sistema de águas pluviais, as mesmas devem ser ensaiadas de acordo com

as prescrições constantes na norma ABNT 8160 – "Projeto e execução de sistemas prediais de esgoto sanitário e na BRR 8160 – "Projeto e execução de sistemas prediais de esgoto sanitário".

Ainda conforme a mesma publicação, para efeitos de vedação e garantia da estanqueidade, as instalações de águas pluviais são mais importantes do que a própria cobertura do prédio, pois com uma instalação deficiente e contendo falhas, os danos ao prédio provocados pela água poderão ser maiores.

Segundo a NBR-15575/2013, as calhas e os demais componentes da instalação de águas pluviais devem ser providas de estanqueidade, sendo previsto a realização de ensaio com a obstrução da saída das calhas e enchê-las com água até que seja atingido o nível de transbordamento, verificando a ocorrência de vazamentos.

A norma NBR-10844/1989 indica as características dos materiais em relação à eficiência do escoamento nas calhas, por meio dos coeficientes de rugosidade atribuídos a cada material de fabricação das calhas, conforme a Tabela 2.3, o que também indica que há uma variedade de opções de materiais para aplicação em componentes, elementos e sistemas de águas pluviais.

Tabela 2.3 – Rugosidade de diversos materiais para calhas. Fonte: NBR-10844.

Material	**Coeficiente n de rugosidade de Manning**
Plástico, fibrocimento, aço, metais não ferrosos	0,011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
Cerâmica, concreto não alisado	0,013
Alvenaria de tijolos não revestida	0,015

Quando for escolher o material para a confecção das calhas, observar se este apresenta características tais como, resistência à corrosão e longa durabilidade, não devendo ser afetada por mudanças de temperatura sofrendo com as variações dimensionais que resultam em danos, além de ter superfície lisa, rigidez e leveza que facilitará o manuseio e processo de montagem (TOMAZ, 2009).

2.5.1 – Principais patologias na IPAP

As patologias típicas das instalações de águas pluviais podem causar danos de grande monta nas edificações. A NBR – 15575/2013 considera que o sistema de águas pluviais é mais importante do que as condições da própria cobertura das edificações.

Os problemas são frequentes em conexões de calhas e condutores, entupimentos, usos de materiais diferentes e impróprios, como a conexão entre tubos de PVC e ferro galvanizado, bem como conexão de peças plásticas em calhas metálicas (LARA, 2005).

2.5.1.1 – Rompimentos em condutores verticais

Os tubos de PVC utilizados como condutores verticais em instalações de águas pluviais podem sofrer ruptura em decorrência dos efeitos da sub-pressão, notadamente quando o seu comprimento corresponde ao de um prédio a partir de 4 pavimentos (CARVALHO JR, 2013).

A garantia de que tal fenômeno não ocorrerá depende da qualidade dos processos construtivos, como, declividade das calhas, número e/ou diâmetros dos condutores e adotar a especificação de uma linha de tubos de PVC específicos para esgotos sanitários com parede reforçada.

No escoamento semi-afogado, a água acumulada durante o escoamento da calha não encobre totalmente a seção transversal do condutor, permitindo a passagem do ar no seu interior e evitando a ocorrência de pressões negativas. Caso contrário, com o bocal de saída da calha para o condutor totalmente afogado, o escoamento ocorre sem a passagem do ar no interior do condutor, gerando pressões negativas capazes de romper os condutores, conforme a Figura 2.18.

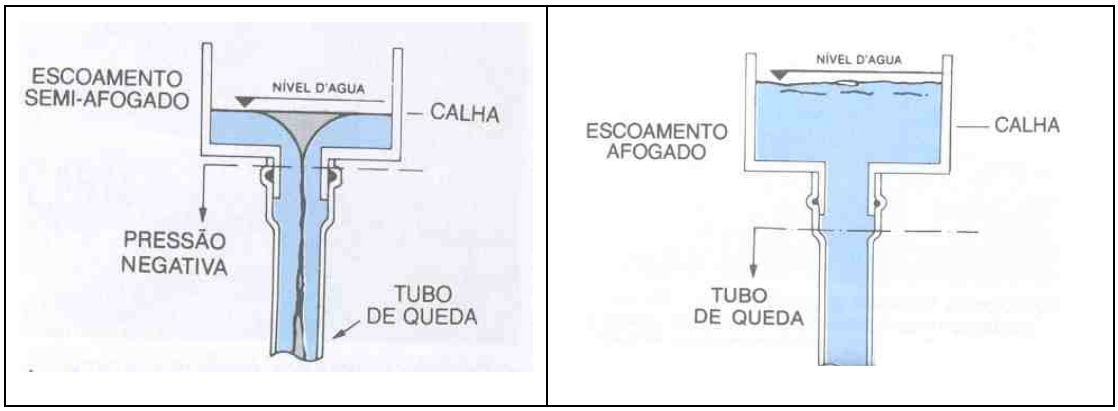


Figura 2.18 – Regimes de escoamento em calhas.
Fonte: MANUAL TÉCNICO TIGRE (2013).

As consequências danosas que podem ser causadas à tubulação de PVC pelo escoamento afogado devem ser consideradas em procedimentos preventivos, como indica o MANUAL TÉCNICO TIGRE (2013). Sendo estas situações acidentais impossíveis de se prever, recomenda utilizar tubulações de PVC especiais, capazes de

suportar condições de vácuo, sem sofrer qualquer dano, como é o caso de linha de tubos e conexões para esgoto, série reforçada.

A mesma publicação cita recomendação da NBR- 5688/2010, para a qual somente devem ser empregados tubos e conexões de PVC reforçados em instalações de águas pluviais. Além disso, aconselha a correção de eventuais erros construtivos, tais como caimentos de calhas, aumento da área de contribuição e análise do projeto de dimensionamento.

2.5.1.2 - Vazamentos em calhas e condutores

Uma das falhas mais frequentes nas instalações de águas pluviais é o vazamento em calhas e / ou condutores, sendo frequente causadas por sub-dimensionamento de condutores e calhas, resultando em transbordamento de calhas, alagamentos no ambiente em torno do imóvel e empoçamentos. É muito comum a falha no acoplamento entre calhas e bocais, grelhas e o próprio condutor vertical, causando o vazamento junto às tubulações da instalação as ligações (LARA, 2005).

A simples extremidade inferior do condutor livre, a poucos centímetros do piso, pode ser resultar em danos à base das paredes e erosões no piso, sendo este solo natural ou em superfície revestida com concreto ou placas cerâmicas.

A Figura 2.19 mostra obstruções em bocais de calhas de PVC e condutor rompido, enquanto a Figura 2.20 apresenta um trecho de condutor horizontal danificado no interior de um edifício.

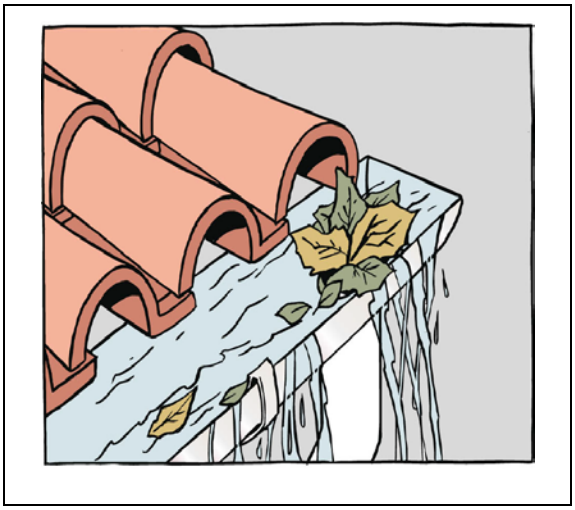


Figura 2.19 – Obstrução em calhas que podem causar colapso em condutor vertical por pressão negativa. Fonte: CATÁLOGO TÉCNICO ÁGUAS PLUVIAIS TIGRE (2008).

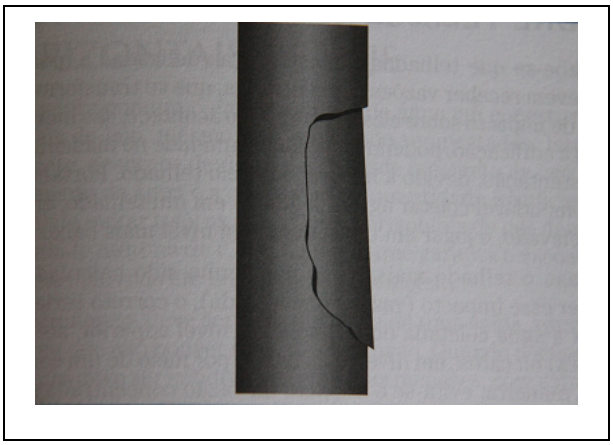


Figura 2.20 – Ruptura em condutor horizontal submetido a pressão negativa.
Fonte: CARVALHO JR. (2013).

2.5.1.3 – Entupimentos em calhas e condutores

São problemas que apresentam transtornos e podem resultar em danos materiais de grande monta, principalmente em se tratando de edifícios multifamiliares com número de pavimentos superior a 4.

Sobre esse risco, a NBR 10844/1989 aconselha que a drenagem (saída para os condutores verticais) deve ser feita em mais de um bocal, a não ser que se trate de casos em que não há riscos de entupimento e/ou obstrução.

Uma das possibilidade de entupimento e obstrução de condutores verticais está relacionado com o acúmulo e incrustação de carbonato de cálcio.

O mecanismo possível para a formação de depósitos em interior de tubos está relacionado com a chuva natural sem poluição e pouco ácida, devido a presença do gás carbônico natural que se dissolve na atmostera gerando o ácido carbônico em reação química específica. O mecanismo de depósito de bicarbonatos originados da lixivação e dissolução de carbonatos das argamassas de rejuntamento e argamassa de proteção nas lajes de cobertura em edifícios (NASCIMENTO et al., 2007). Na Figura 2.21, se visualiza o processo.

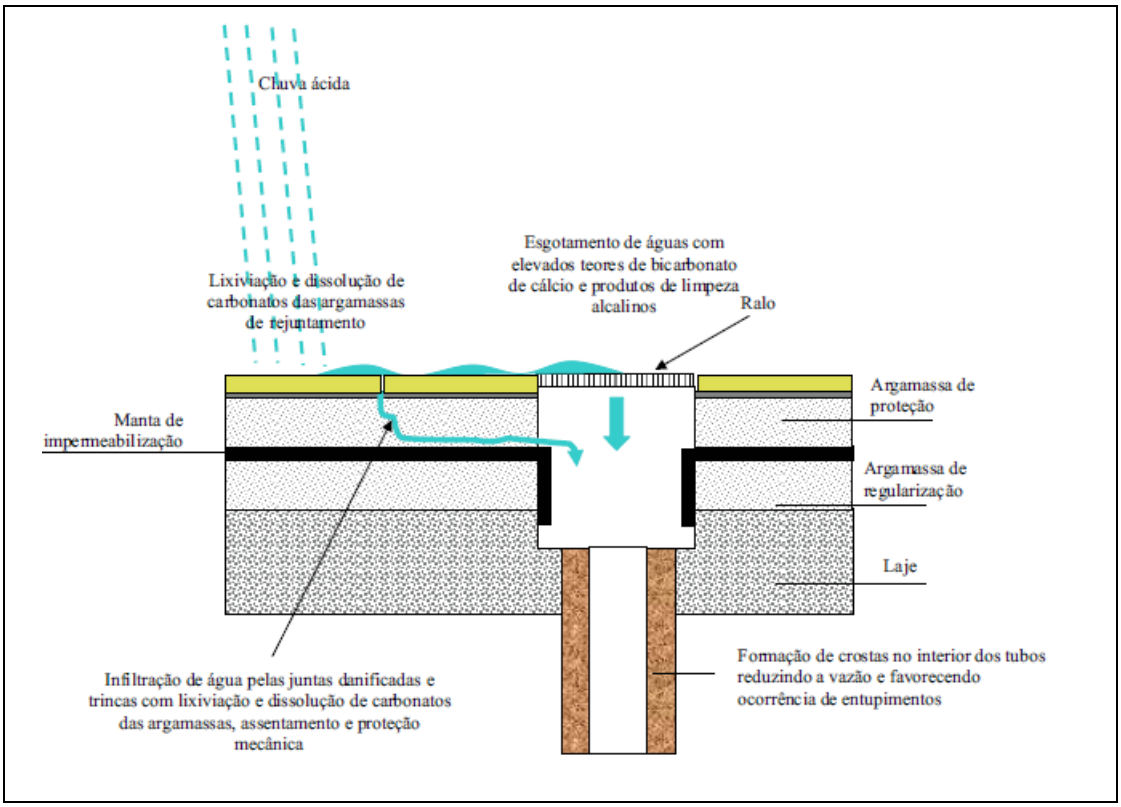


Figura 2.21 – Mecanismo de deposição de bicarbonatos em tubos de PVC por lixiviação. Fonte: NASCIMENTO et al. (2007).

No caso da chuva ácida, a água em contato com materiais que contenham calcário, lixivia os carbonatos promovendo a sua desagregação e dissolução formando o bicarbonato de cálcio. Uma vez formados, os bicarbonatos transportados pela água de chuva para as tubulações são susceptíveis à depositar-se nas paredes das instalações.

Conforme catálogo técnico VULCAN, incrustações são formadas em pontos com mudança de direção da canalização em que o fluxo se torna turbulento pelo obstáculo e válvulas e em pontos de saída, pois a queda brusca de pressão ocasiona o acúmulo de cristais de cálcio, cuja estrutura adere e se deposita em qualquer lugar.

A Figura 2.22 ilustra os níveis de estrangulamento de seções de tubos de PVC rígido que podem levar à obstrução total da tubulação.

Figura 2.22 – Depósito de material composto de bicarbonato em tubos de águas pluviais. Fonte: NASCIMENTO et al. (2007).

CAPÍTULO 3

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização desta pesquisa buscou-se a metodologia baseada em dados qualitativos objetivando o estudo das instalações hidro-sanitárias de edifícios residenciais verticais e suas patologias. A seleção da amostra e o levantamento cadastral das patologias constituem etapas do presente estudo.

Segundo dados obtidos no IBGE, a população estimada do município de Manaus em 2015 é de 2.057.711 habitantes distribuídos em diversas zonas, conforme Figura 3.1, em área de 11.401,09 Km² e o PIB per capta é de R$ 26.760,96 a preços correntes do ano de 2012.

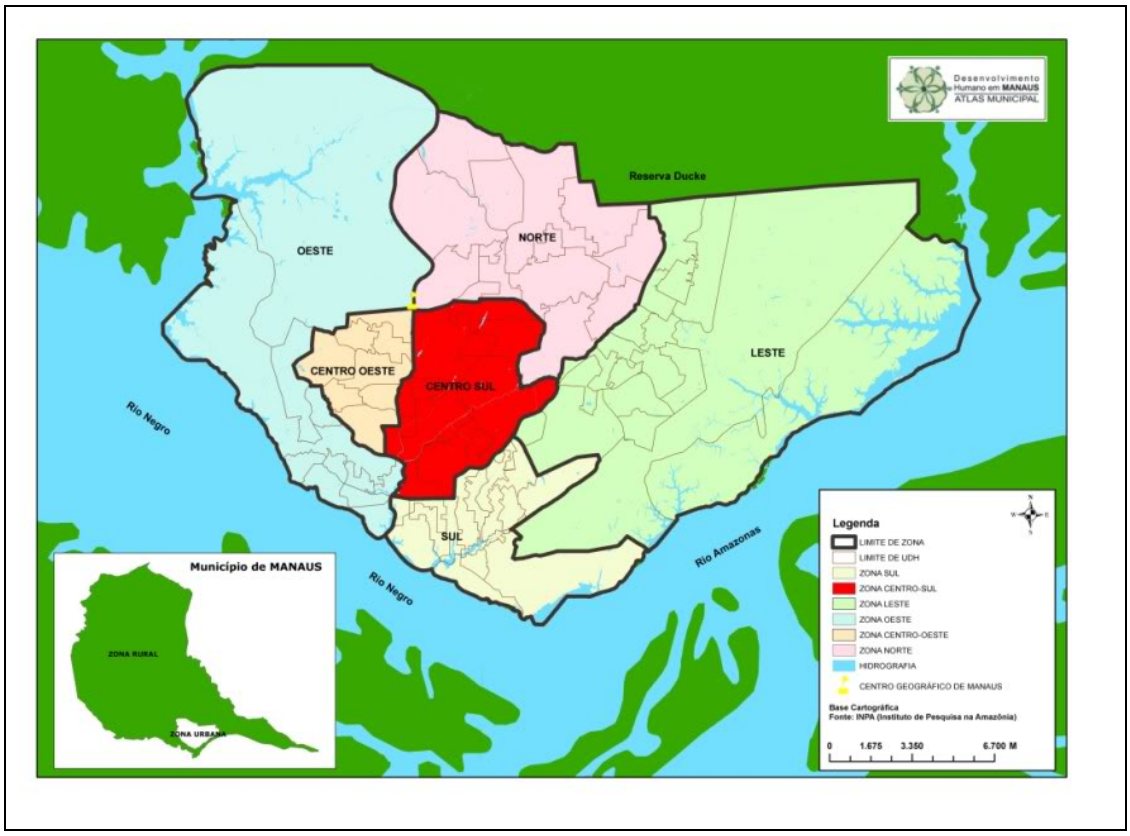


Figura 3.1 - Mapa da cidade de Manaus e divisão em zonas.

Fonte: www.skyscrapercity.com – acesso em 01/12/2015.

A zona centro-sul de Manaus compreende os bairros de Flores, Parque 10 de Novembro, Aleixo, Adrianópolis, N. S. das Graças, São Geraldo e Chapada. No entanto, os edifícios pesquisados estão localizados nos bairros de Adrianópolis, N. S. das Graças e Aleixo, correspondendo àqueles em que estão inseridos os edifícios com maior tempo de uso e enquadrados no objetivo da pesquisa.

A cidade de Manaus é uma das últimas capitais do país a experimentar um processo de verticalização com a construção de dezenas de edifícios residenciais com mais de 06 pavimentos nas suas principais e mais valorizadas zonas, notoriamente a partir de 2005. Esse processo foi impulsionado pelo período favorável à atividade da construção civil decorrente do estímulo do governo federal à construção de moradias, ao mesmo tempo em que injetava recursos nesse setor da indústria, considerado um dos mais importantes na geração de emprego por absorver uma gama de trabalhadores com menor nível de qualificação profissional.

Para o estudo das patologias hidro-sanitárias em edifícios residenciais de Manaus, nesse trabalho foi utilizada a metodologia estabelecida para uma pesquisa de caráter qualitativa, por meio da qual foram aplicados questionários que possibilitassem a identificação dos problemas que afetam os condomínios residenciais verticais localizados na zona centro-sul da capital amazonense, executados por construtoras diversas.

As patologias hidro-sanitárias foram apontadas pelos síndicos e/ou administradores dos condomínios, tendo como base o mau funcionamento de componentes, elementos ou os próprios sistemas de água fria, água quente, esgoto e águas pluviais, observando-se que a pesquisa foi restrita às ocorrências apontadas localizadas em áreas comuns dos edifícios.

A pesquisa qualitativa se preocupa com elementos de natureza subjetiva em nível de realidade que não pode ser quantificado, pois trabalha com universo de significados e valores, entre outros (MYNAIO, 1994).

Para DESLANDES (1994), a pesquisa qualitativa não se baseia no critério numérico para garantir a sua representatividade, sendo importante a reposta para a pergunta “quais os indivíduos têm vinculação mais significativa para o problema ser investigado?”.

Tal afirmativa teve grande importância para respaldar a participação dos síndicos e/ou administradores dos condomínios porque eles são os destinatários de toda

manifestação de insatisfação dos moradores com o edifício e recebem toda a demanda por ações de manutenções preventiva e corretiva.

Segundo NETO (1994), geralmente as entrevistas para aplicação dos questionários podem ser estruturadas, o que pressupõem perguntas previamente formuladas, ou não-estruturadas indicando que o entrevistado poderá abordar livremente o tema da pesquisa.

Nesse contexto, os questionários foram aplicados aos responsáveis pelos condomínios com perguntas abertas sobre os quatro sistemas que compõem a instalação hidro-sanitária, garantindo que todos tivessem a oportunidade necessária para indicar livremente todos os problemas que comprometeram o desempenho de um componente, elemento ou o próprio sistema em evidência. O questionário proposto aos entrevistados consta no Apêndice I desse trabalho.

3.1- Seleção das Unidades para Pesquisa

A amostra não probabilística é uma modalidade de amostra formada sem aplicação de técnicas estatísticas e desconhece-se a probabilidade de cada elemento do universo amostral em ser selecionado. A amostra não probabilística pode ser constituída intencionalmente, por motivos técnicos (PEREIRA, 2012).

As dificuldades para a realização de trabalhos da natureza das patologias em edifícios encontram razões 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, este entendido como a edificação.

O critério de acessibilidade e tipicidade está de acordo com a amostra selecionada de forma intencional, sendo uma opção pelo uso de amostragem não-probabilística. Essa opção é consequência da facilidade e acesso que o entrevistador possui em atingir junto aos informantes e da consideração existentes de que os mesmos são informantes importantes e que detenham conhecimento sobre o tema (VERGARA apud RIZATTI JR., 2006).

Nessa etapa foi delineado que os edifícios pesquisados estivessem localizados na zona centro sul de Manaus e executados por construtoras diversas, com características arquitetônicas variadas. Fatores como número de banheiros por prédio e número de pavimentos diversos foram considerados visando, pela percepção das manifestações patológicas, avaliar também a relação entre as diversas características do edifício e suas patologias hidro-sanitárias. Além disso, utilizou-se como critério para a mostra, a

seleção de prédios que contivessem o número de pavimentos maior ou igual a (06) seis e que já estivessem em uso há, pelo menos, (05) cinco anos.

Por representar uma área de maior concentração de edifícios residenciais em Manaus e em zona da cidade com um dos maiores índices de valorização imobiliária, foi definida a zona centro-sul, onde se encontram os bairros de Adrianópolis, N. S. das Graças e Aleixo, entre outros.

3.2- Aplicação dos Questionários – Entrevistas

Os questionários foram elaborados, inicialmente sob a forma estruturada contendo perguntas abertas buscando dados generalizados sobre a percepção do desempenho da instalação hidro-sanitária e, no segundo momento para a continuação da entrevista, sob a forma de perguntas dirigidas, objetivando-se estimular a percepção dos entrevistados em relação às eventuais manifestações patológicas não citadas ou não percebidas.

Os questionários em forma de planilha para levantamentos nos diversos edifícios pesquisados levou em consideração critérios de desempenho de acordo com AMORIM apud CONCEIÇÃO (2007)

O questionário foi elaborado para obtenção de informações gerais sobre os sistemas hidro-sanitários, inicialmente, e com perguntas abertas sobre as patologias percebidas em cada um dos subsistemas de água fria, água quente, esgoto e águas pluviais.

- Água fria – informações sobre o material da tubulação, problemas encontrados na área comum, localização da válvula redutora de pressão, tipo de descarga no vaso sanitário, além das perguntas abertas sobre as patologias percebidas no condomínio;
- Água quente – informações sobre o material de fabricação da tubulação, fonte de aquecimento utilizada, além das perguntas abertas sobre as patologias percebidas no condomínio;
- Esgoto – informações sobre o material de fabricação do tubo e seu tipo específico, tipo de destinação final para os efluentes sanitários, além das perguntas sobre patologias percebidas no condomínio;
- Águas pluviais – informações sobre o material de fabricação da tubulação de águas pluviais, tipo de calha, além das perguntas sobre patologias percebidas no condomínio.

Após a aplicação de cada questionário ao síndico e/ou administrador do condomínio, seguiu-se visita técnica nas áreas comuns dos edifícios para observação de patologias informadas pelos entrevistados, bem como a busca por eventuais patologias existentes e não percebidas pelos entrevistados. A busca pelas patologias não citadas e eventualmente existentes.

3.3- Análise Estatística

A obtenção dos dados coletados nas entrevistas por meio do questionário possibilitou a montagem de quadro com a descrição das manifestações patológicas, relacionando-as com as diversas características dos edifícios, tais como, número de pavimentos, área construída, quantidade de banheiros. Consequentemente, obteve-se a medição da frequência com que cada uma das patologias foi detectada em relação ao número de prédios pesquisados. Verificou-se ainda a média de ocorrências patológicas por prédio, além daquelas que tiveram maior incidência durante o levantamento efetuado.

Por meio dessa análise estatística será possível também a indicação do edifício com melhor qualidade, dentre aqueles que foram pesquisados, portanto, aquele que apresentará a menor quantidade de defeitos em seu SPHS.

3.4- Importância do Estudo para o Pleno Desempenho de Edifícios Residenciais

O conhecimento sistematizado das ocorrências patológicas nos edifícios residenciais pesquisados na cidade de Manaus pode se tornar um indicador importante para as empresas da construção civil locais. Pode ser utilizado para subsidiar a tomada de providências corretivas nos projetos e processos construtivos para a busca da satisfação plena dos clientes quanto à qualidade dos produtos (moradias), o que vai desde a concepção da obra com especificações corretas de materiais, continuando pela execução com aquisição de insumos/componentes de boa qualidade. Com isso, serão disponibilizados ao mercado cada vez mais criterioso e exigente, edificações residenciais confiáveis, seguras e com pleno desempenho.

A pesquisa também terá importância na exposição aos gestores de condomínios e encarregados de manutenção, a necessidade de especial 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 do apartamento aos respectivos proprietários e condôminos.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados foram coletados durante visitas em 09 (nove) edifícios localizados em condomínios diversos da zona centro sul de Manaus (AM), por meio de entrevistas realizadas com três administradores de condomínios e seis encarregados de manutenção.

Utilizou-se uma amostra de conveniência, pelo conhecimento prévio de eventuais ocorrências patológicas em tais edifícios, corroborada pelo restrito número de prédios residenciais existentes na zona centro sul de Manaus que atendesse as premissas de tempo de uso e número de pavimentos mínimos definidos para a pesquisa.

Os edifícios foram executados por construtoras diversas, identificadas por A, B, C, D e E, enquanto os prédios receberam duas letras para identificação, de acordo com a Tabela 4.1, onde também está a indicação do tempo de uso de cada prédio. Além disso, indica-se na coluna da direita o percentual de uso em relação à vida útil de uma edificação residencial do tipo apartamento que é de 50 anos.

Tabela 4.1 – Tempo de uso dos prédios em relação à vida útil .

Edifício	Construtora	Tempo de uso (anos)	Percentual da vida útil (%)
AN	A	11	22
BM	B	12	24
CC	A	8	16
DE	A	11	22
EW	A	11	22
FM	C	10	20
GB	D	8	16
HB	D	8	16
IM	E	11	22

A Tabela 4.2 indica de forma prática as vidas úteis de diversos tipos de edificações, conforme o *BIR - BUREAU OF INTERNATIONAL REVENUE* e de

acordo com ABUNAHMAN (2006), embora não haja rigidez nesses números, os quais são utilizados para obtenção do fator de obsolescência dos imóveis em processo de avaliação técnica para a determinação do seu valor.

Tabela 4.2 – Vida útil dos edifícios. Fonte: BIR apud ABUNAHMAN (2006)

Tipo	Vida útil (anos)	Tipo	Vida útil (anos)
Apartamentos	50	Hotéis	50
Bancos	67	Paióis	67
Residências	60	Edifícios de escritórios	67
Fábricas	50	Lojas	67
Garagens	60	Teatros	50
Celeiros	75	Armazéns	75

A aplicação do questionário nos edifícios pesquisados revelou situações de anomalias percebidas pelos entrevistados que, a luz do que recomenda a norma NBR-15575-2013 – NORMA DE DESEMPENHO – impedem a utilização plena das edificações pelos seus moradores e / ou usuários, em desacordo com as expectativas criadas pelas construtoras na ocasião das vendas dos imóveis a cada um dos proprietários, as quais deveriam ter sido atendidas.

Ainda que a citada norma não tenha validade para os prédios pesquisados, todos construídos antes de 2013, as normas prescritivas servem como referenciais para procedimentos de projeto e execução das instalações hidro-sanitárias, tais quais:

- NBR-5626 – Instalações Prediais de Água Fria
- NBR-8160 – Instalações Prediais de Esgoto Sanitário
- NBR – 7199 – Instalações Prediais de Água Quente
- NBR – 10844 – Instalações Prediais de Águas Pluviais

A participação dos entrevistados e o grau de insatisfação demonstrado por vários deles ressaltou a importância de uma edificação que apresente desempenho pleno, o que está de acordo com CONCEIÇÃO (2007), quanto aos transtornos causados pelas patologias hidro-sanitárias e os seus efeitos negativos sobre o bem estar físico e psíquico daqueles que utilizam os edifícios residenciais, incluindo as áreas comuns.

A ocorrência de patologias hidro-sanitárias 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.

É oportuno ratificar a importância das ações de manutenção preventiva para o aumento da vida útil das edificações residenciais mantendo-se a qualidade, conforme afirma CALEJO apud PALAS (2013). Mantida a qualidade, o desempenho ocorre normalmente e a edificação pode ser utilizada com satisfação e bem estar físico e psicológico dos proprietários e/ou moradores.

A observação da Figura 4.1 possibilita a constatação de que, ao não apresentar o desempenho esperado pelos usuários, há necessidade de intervenções para que seja obtido um padrão de exigência superior àquele inicialmente entregue pela construtora.

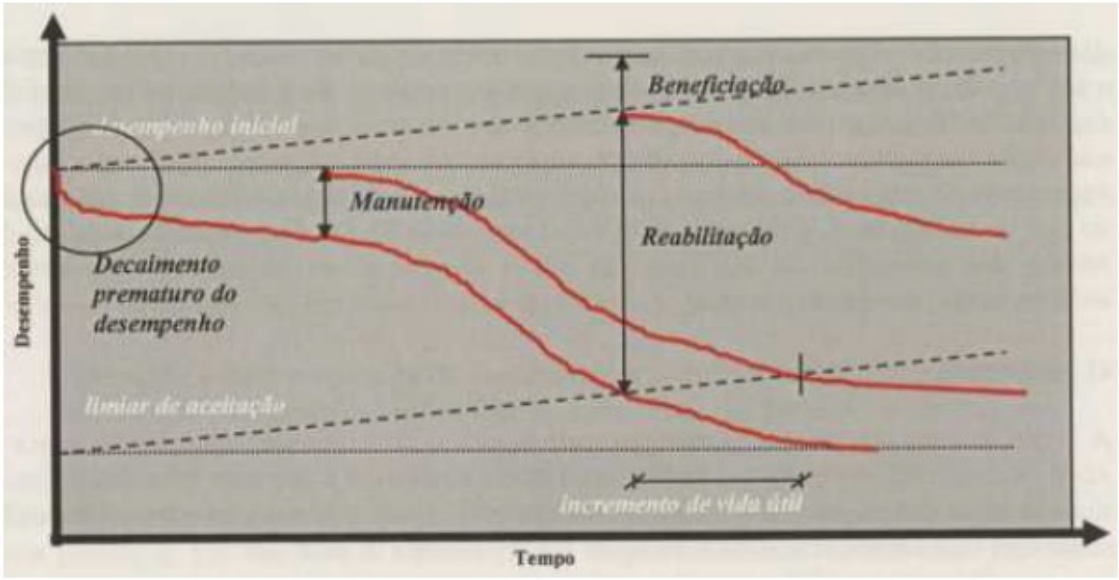


Figura 4.1 – Efeito das intervenções necessárias em prédios que não apresentaram o desempenho esperado. Fonte: CALEJO apud PALAS (2013).

Esquematicamente, quando não houver qualidade, o desempenho do edifício diminui e tornam-se necessárias ações de reabilitação, conforme a Figura 4.2.

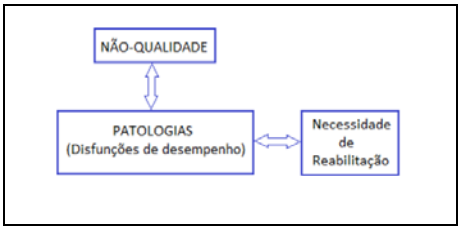


Figura 4.2 – Consequência da não-qualidade. Fonte: PALAS (2013).

A Tabela 4.3 apresenta a consolidação das patologias registradas durante o trabalho, relacionando-as com os edifícios, número de pavimentos e número de banheiros.

Tabela 4.3 – Consolidação de patologias nos edifícios pesquisados.

Anomalias Relatadas e/ou Constatadas		**Edifícios**									**Frequência (%)**
		NA	**BM**	**CC**	**DE**	**EW**	**FM**	**GB**	**HB**	**IM**	
		Pavimentos									
		12	12	12	12	12	13	18	18	18	
		Número de banheiros									
		144	96	144	72	72	130	112	112	90	
AF	Vazamentos – V.S.									X	11,1
AF	Ruptura – E. Flexível									X	11,1
AF	Trincas em conexões			X			X			X	33,3
AF	Alta pressão									X	11,1
AF	Vazamentos – RG					X	X			X	33,3
AF	Acúmulo de ar no tubo						X	X	X		33,3
AF	Falta d' água	X	X		X	X	X	X	X		77,7
AF	Rompimentos – Tubo	X			X	X					22,2
AF	Bomba sem escorva						X				11,1
AF	Vibração na tubulação			X							11,1
AF	Vazamentos CH	X								X	22,2
AQ	Aquecimento baixo	X						X	X	X	50,0
AQ	Rompimento de tubo			X							12,5
ES	Mau cheiro	X	X	X	X	X	X	X	X	X	100
ES	Retorno de esgotos			X	X	X		X	X		55,5
ES	Ruídos na tubulação	X	X	X	X	X	X				66,6
ES	Entupimentos - RS	X									11,1
ES	Entupimentos – C.S	X									11,1
ES	Entupimentos – C.G	X		X	X	X				X	55,5
ES	Entupimentos – C.I.	X		X							22,2
ES	Retorno de espuma			X			X				22,2
ES	Entupimentos – Tubo							X	X		22,2
AP	Infiltrações							X	X		22,2
AP	Retorno de AP							X			11,1
AP	Incrustração									X	11,1
	Total	10	3	9	6	7	8	8	7	10	

A Figura 4.3 indica os prédios e a quantidade de patologias atribuídas a cada um deles, segundo a percepção existente nos responsáveis pelos condomínios.

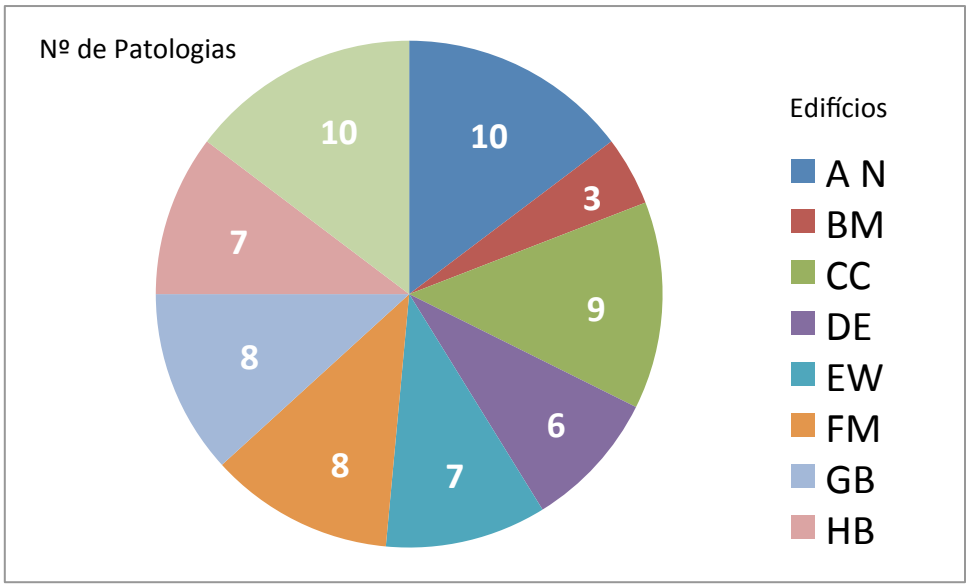


Figura 4.3 - Número de patologias por edifício.

A Figura 4.4 indica as origens patológicas nas instalações hidro-sanitárias dos prédios pesquisados, observando-se que no projeto e na execução estão as principais origens.

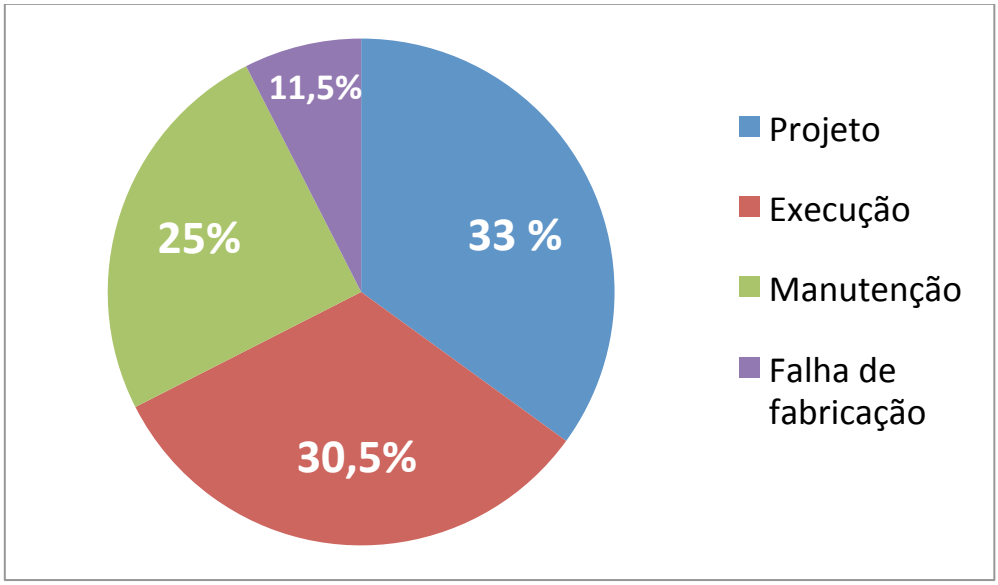


Figura 4.4 - Origens das patologias

A Figura 4.5 indica que as instalações de água fria são as mais acometidas pelas patologias.

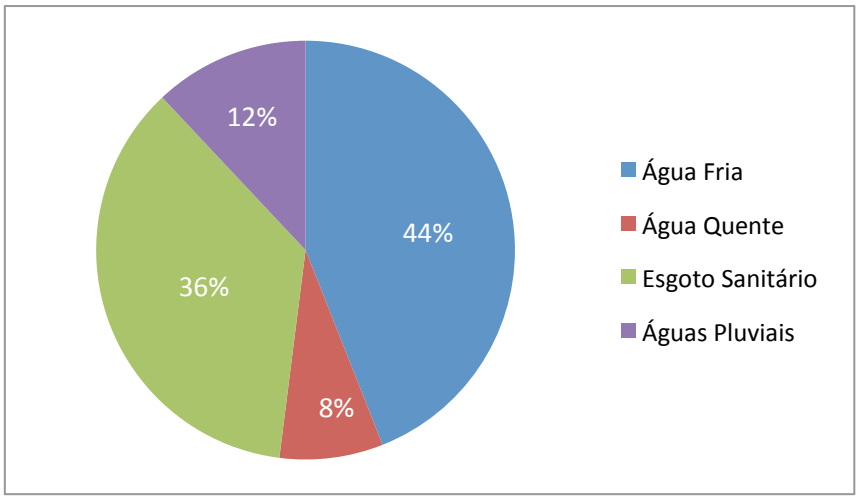


Figura 4.5 - Patologias x Instalações prediais

4.1 – INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA – PATOLOGIAS

As IPAFs dos prédios pesquisados e submetidos às visitas técnicas posteriormente à aplicação dos questionários indicaram que todas foram projetadas e executadas com sistema de distribuição indireto com bombeamento, para o que se faz necessário a existência de um sistema de recalque, também denominado de Estação Elevatória.

A operação desse sistema é feita através da sucção da água a partir de uma cisterna por meio de uma moto-bomba, elevando-a até o reservatório superior, a partir do qual os pontos de consumo dos edifícios são alimentados através dos barriletes, colunas de distribuição, ramais e sub-ramais.

As tubulações de IPAF dos edifícios foram montadas com o uso de tubos e conexões fabricados em PVC rígido com ponta e bolsa soldáveis, produzidos de acordo com a NBR – 5648/2010 e apropriados para uso com pressões máximas de serviço de 7,5 Kgf/cm², considerando-se a água com a temperatura de 20 ºC.

Com número de pavimentos a partir de 12, todos os edifícios estão equipados com estações redutoras de pressão, necessárias para que nenhum ponto de consumo do edifício tenha pressão estática superior a 4,0 Kgf/cm² (0,4 MPa), atendendo ao que dispõe a NBR – 5626/1998.

4.1.1 – Vazamentos em Bacias Sanitárias

O Edifício IM foi o único que apresentou vazamentos em bacias sanitárias percebidas pela administração do condomínio.

Atualmente, a capacidade de dispositivos para descarga em vasos sanitários não devem ser superior a 6,0 litros / fluxo, vindo de encontro ao que preconiza o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade (PBQPH).

O dispositivo utilizado nos prédios é do tipo caixa de descarga acoplada ao vaso sanitário.

Vazamentos em bacias sanitárias equipadas com caixas de descargas acopladas ou mesmo válvulas de descarga, são difíceis de visualização e se a louça for da cor branca a constatação é dificultada ainda mais. Os vazamentos nesses dispositivos, visíveis e invisíveis têm suas origens nos engates flexíveis que alimentam as respectivas peças ou pelo escoamento discreto da água através da parede interna da bacia sanitária, oriunda de vedação inadequada nos mecanismos de acionamento (CARVALHO JR., 2013).

No primeiro caso, a falha pode causar danos materiais e/ou comprometer a estética dos banheiros. O caso de danos materiais seria decorrente de um vazamento eminente que pudesse resultar em alagação do banheiro e podendo atingir até ambientes vizinhos.

Em relação ao vazamento nas bacias sanitárias haveria o súbito aumento do consumo de água, podendo resultar em aumento de custos para o proprietário do apartamento ou ao condomínio, caso a medição de consumo de água não seja individualizada.

Conforme, para facilitar a visualização desses vazamentos, deve-se adicionar à caixa acoplada um corante forte e depois aguardar de 15 a 20 min, verificando se a água do poço da bacia sanitária aparece colorida. Caso ocorra a coloração, é um indicativo de que há alguma falha no mecanismo de vedação no dispositivo. Uma forma popularmente utilizada é o uso de pó de café ou cinza de cigarro no interior do vaso sanitário e observar se há movimento circular vertical das partículas, o que é um indicador do vazamento (CARVALHO JR., 2013). A Figura 4.6 possibilita essa visualização.

Os procedimentos corretivos a serem aplicados nessa patologia são as substituições dos mecanismos de vedação das caixas de descarga e a aplicação de

engates flexíveis apropriados par ao uso em edifícios, os quais são do tipo metálico e compatíveis com pressão de até 7,5 Kgf/cm², conforme a Figura 4.7.

Figura 4.6 – Verificação de vazamentos.
Fonte: www.tubaraosaneamento.com.br – acessado em 01/12/2015.

Figura 4.7 – Engate flexível metálico.

4.1.2 – Rupturas em engates flexíveis

Os engates flexíveis são destinados a fazer a ligação de metais sanitários ao ponto de consumo.

Rupturas em engates flexíveis foram relatadas na coleta de dados realizada no edifício IM apenas.

Há disponibilizado no mercado brasileiro engates flexíveis fabricados em material plástico ou material metálico, conforme as Figuras 4.8 e 4.9. A diferença entre um e outro, além do material de fabricação, consiste na capacidade de suportar pressões.

Enquanto os engates flexíveis plásticos são destinados a aplicações sob pressão de serviço máxima de 4,0 Kgf/cm² (40,0 mca), conforme o Catálogo Técnico Tigre,

os engates metálicos podem são fabricados, entre outros, em malha de aço inox e aplicados para suportar pressões de serviço de até 10,0 Kgf/cm² (100 mca), de acordo com o Catálogo Técnico Amanco.

As rupturas ocorrem normalmente no corpo do flexível e nas porcas de engates plásticos, as quais eventualmente são submetidas ao excesso de torque com o uso de ferramentas como chave de boca, procedimento que vai contra ao que recomenda o fabricante do engate plástico. A Figura 4.10 mostra engate plástico contendo ruptura por excesso de torque com o uso de ferramenta tipo chave de grifo, fato ocorrido no edifício IM, embora conste a gravação referente à forma correta de manuseio na ocasião da montagem.

Medidas corretivas foram tomadas com a recomendação de utilização de engates metálicos, os quais suportam condições de montagens com maior solicitação de aperto e que garantem maior segurança contra novas rupturas, além de maior capacidade de resistência à pressão em prédio de 18 pavimentos sujeito à pressão dinâmica de pressão de serviço até 6,0 Kgf/cm², incluídas as sobrepressões, conforme prescrito na NBR – 5626/1998.

Figura 4.8 – Engate flexível de PVC.

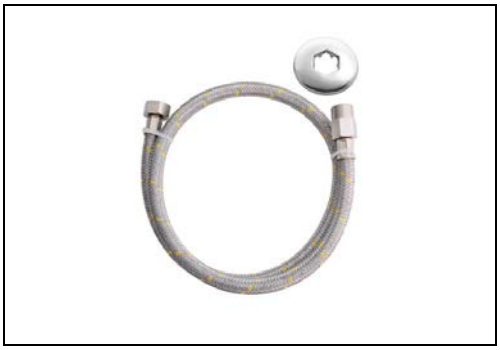


Figura 4.9 – Engate flexível metálico.
Fonte: www.cec.com.br/metais-e-acessorios - acessado em 01/12/2015.

Figura 4.10 – Recomendação de aperto manual no engate plástico e ruptura da porca de extremidade com marcas de uso de ferramenta para torque.

4.1.3 – Trincas em conexões

A aplicação do questionário nos edifícios CC, FM e IM indicou que os mesmos apresentaram patologias em conexões de PVC classificadas como trincas.

Único prédio pesquisado em que foi feita uma vistoria em área privativa por solicitação do próprio entrevistado, o Edifício C teve uma ruptura em conexão de PVC soldável denominada adaptador com bolsa e rosca para registro inserida em uma válvula de esfera localizada na estação redutora de pressão localizada no pavimento 6.

A ruptura foi relacionada com as condições impróprias de ancoragem e fixação do by-pass existente e onde se acha instalada a válvula redutora de pressão do tipo blindada.

A deficiência na ancoragem da tubulação naquele ponto possibilitava o deslocamento do conjunto com pequeno esforço manual, o que se acentua com a ocorrência de sobrepressões quando há o bloqueio de algum dispositivo de uso na instalação do de água fria do edifício. Movimentos cíclicos permitidos pela falta de ancoragem levam à ruptura de conexões.

Ação corretiva com a fixação adequada da tubulação e válvula de retenção com o uso de braçadeiras tipo U de forma que o conjunto em que se realiza o controle das pressões tenha cessado movimentos cíclicos prejudiciais sempre que houver o acionamento e fechamento de dispositivos hidráulicos.

4.1.4 – Altas pressões

O prédio IM foi o único em que o entrevistado fez referências aos sinais de alta pressão, citando funcionamento anormal de torneiras e chuveiros, bem como duchas higiênicas, embora, como os demais prédios, exista a estação redutora de pressão do tipo regulável, porém com pressões próximas a 10,0 Kgf/cm² (Figura 4.11).

Como o edifício mais alto entre os pesquisados nesse trabalho, o IM poderia ter como pressão estática máxima algo próximo a 5,8 Kgf/cm² (58,0 mca), caso houvesse desregulagem na válvula redutora de pressão ou se a mesma ficasse inoperante. Porém, os dispositivos de medição de pressão encontravam-se operantes e registraram, durante a visita técnica, a pressão estática de 4,0 Kgf/cm², na entrada da válvula redutora de pressão. Observam-se válvulas de esfera parcialmente fechadas, utilizadas para produzir perda de carga na canalização, reduzindo os valores da pressão a jusante do ponto considerado. Esse procedimento é o indicativo de que o incômodo causado por pressões excessivas tem sido tratado com o paliativo utilizado em situações semelhantes e prática geralmente adotada por bombeiros hidráulicos, que é o fechamento parcial do registro.

Nesse caso específico, o fechamento parcial da válvula de esfera.

De acordo com a Ficha Técnica Tigre (2015), a aplicação de válvulas de esfera, conhecidas como "fecho rápido" não são recomendadas pelos fabricantes para aplicação em edificações verticais, exceto se forem localizadas nos barriletes.

Tal recomendação é baseada na ocorrência do golpe de aríete com maior magnitude no caso de válvulas ¼ de volta, como também são denominadas as válvulas de esfera.

Figura 4.11 – Pressão verificada no manômetro instalado na estação redutora de pressão do prédio IM.

4.1.5 – Vazamentos em registros de gaveta

Três prédios da amostra pesquisada, a saber, EW, FM e IM tiveram a manifestação de vazamentos em registros de gaveta, os quais são instalados em posições definidas em projeto para o controle de fluxo da água para diversos setores da edificação.

Uma das características dos registros de gaveta, normalmente metálicos e assim denominados pelo dispositivo de vedação (cunha) que desliza em canaleta no corpo do registro, é não vedar 100%. Essa característica é decorrente do contato entre superfícies metálicas que fazem a vedação. Fabricantes de registros metálicos admitem a não vedação de 100%, o que é também admitido pela norma de fabricação de registros de gaveta, NBR 15055/2004.

Se o registro de gaveta for utilizado com fechamento parcial, o registro terá sua vida útil abreviada pelo grande desgaste que a passagem da água causa na extremidade da cunha metálica, aumentando cada vez mais o vazamento.

Recomendações de fabricantes para o seu uso totalmente aberto ou totalmente fechado, garantem maior vida útil e melhores condições de vedação.

A terapia para esse tipo de patologia é a substituição do registro de gaveta integralmente por um novo registro e que seja adotado o procedimento de uso correto e que causará o menor impacto na sua durabilidade.

A falta de vedação leva invariavelmente ao desperdício e aumento nas contas de água do morador proprietário ou do condomínio, caso a medição não seja individualizada.

No momento da vistoria, não foi visualizado vazamentos nos registros de gaveta localizados na área comum, observando-se apenas vazamentos e corrosão bi-metálica e peças diferentes, indicando já ter havido substituição anterior. A Figura 4.12 mostra registros de gaveta com aspecto visual compatível com substituição recente ocorrida.

Figura 4.12 – Registros de gaveta localizados no barrilete do edifício IM.

4.1.6 – Acúmulo de ar na tubulação

A formação de bolsões de ar na canalização de água fria foi relatada por entrevistados dos edifícios FM, GB e HB.

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 e a consequente obstrução da passagem da água para os pontos de consumo diversos.

Se há formação de bolsas de ar nas tubulações de água fria dos edifícios retromencionados, é um indicativo de que os tubos ventiladores não estão cumprindo a finalidade para a qual se destinam, ou seja, expulsar as bolhas de ar presas nos barriletes, fato que ocorre sempre que o reservatório superior fica esvaziado e volta a ser cheio.

Dos três prédios citados com essa anomalia, dois deles tiveram relatos dos entrevistados em relação à ocorrência de falta de água.

4.1.7 – Falta de água

A aplicação dos questionários revelou que 77,7% dos edifícios pesquisados apresentaram descontinuidade na alimentação dos pontos de consumo.

Todos os prédios pesquisados dispõem de sistemas elevatórios compostos por tubulações de recalque e sucção e de conjuntos moto-bombas dispostos em paralelo para garantia de continuidade do fornecimento de água para os pontos de consumo, garantia que consta dos critérios estabelecidos pela NBR-5626/1998.

Entre os edifícios que apresentam falta de água citados acima, três são afetados por situações de acúmulo de ar na tubulação, ou seja, FM, GB e HB. Conforme citado

no item anterior (4.1.6), tal ocorrência pode obstruir a passagem de água para pontos de consumo.

No entanto, todos os prédios tiveram seus reservatórios dimensionados com base na NBR-5626/1998, a qual define que o cálculo deve considerar o volume necessário, no mínimo, para um dia de consumo. É prudente a adoção de um volume compatível para dois dias de consumo, face à fragilidade dos sistemas de distribuição de água no Brasil e, especialmente, no Amazonas em que não raro a interrupção de fornecimento de água ultrapassa o período de 24 horas. Porém, por questões ligadas à busca pela redução de custo, construtoras orientam seus projetistas a adotarem as recomendações mínimas estabelecidas pela norma NBR-5626/1998.

No caso específico dos prédios pesquisados, todos são alimentados por sistemas particulares com o uso de poços artesianos e dotados de bombas submersas, o que impede a utilização de bombas reservas para operações de manutenção. Tal circunstância é citada pelos entrevistados como o maior problema relacionado com a falta de água reclamada.

4.1.8 – Rompimentos em tubos

Em três dos nove prédios pesquisados obtiveram-se relatos de rompimentos em tubos na IPAF (barriletes, colunas de distribuição, ramais e sub-ramais), além do sistema de recalque.

CARVALHO JR. (2013) afirma que as rupturas em tubos, normalmente, são consequências de impactos nas tubulações, sendo necessário verificar se a localização favoreceu ao esforço mecânico, como é o caso daqueles instalados em garagens e sub-solos.

É comum também o aquecimento na tubulação de recalque, trecho correspondente aos primeiros 3 ou 4 metros a partir da saída da moto-bomba, quando a capacidade desse equipamento não é suficiente para vencer a altura geométrica acrescida das perdas de carga no recalque. A água permanecendo parada na tubulação de recalque e estando a bomba em funcionamento, há geração de calor e transmissão à água que transfere parte dele ao tubo, normalmente de PVC, havendo o colapso no trecho anteriormente referido.

Dentre os três prédios que tiveram rompimentos em tubos, um apresentou a falha no sistema de recalque, acima da saída da moto-bomba.

Como não foram visualizadas as configurações das rupturas ocorridas nos edifícios por já terem sido feitas as ações corretivas, a Figura 4.13 ilustra uma ruptura decorrente de impacto mecânico, observando-se as marcas visíveis no corpo do tubo.

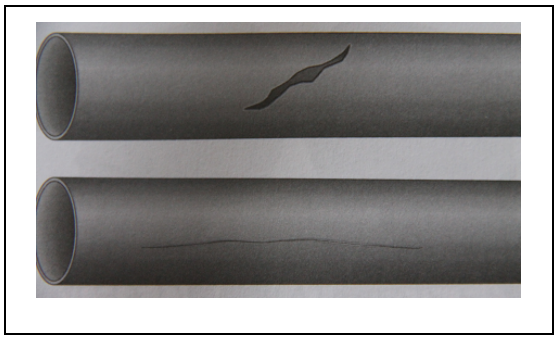


Figura 4.13 – Ruptura em tubo soldável de PVC por impacto.
Fonte: CARVALHO JR. (2013)

4.1.9 – Moto-bombas não escorvadas

Dentre as recomendações constantes no Manual de Instalações Schneider, existe a recomendação para que se faça a escorva da bomba, ou seja, que se mantenha a tubulação de sucção do sistema de recalque totalmente preenchida com água, garantindo que o rotor do equipamento estará em contato com a água.

Após a primeira operação de qualquer bomba centrífuga em que a mesma é escorvada manualmente, as entradas em operações serão escorvadas automaticamente com a garantia de funcionamento da válvula de pé e crivo, instalada na extremidade da tubulação de sucção, conforme mostra a Figura 4.14.

O edifício FM foi o único em que foi citada a queima de moto-bombas por falta de escorva.

Sendo falhas nos mecanismos internos da peça, a solução passa pela substituição do dispositivo, restabelecendo-se a capacidade de retenção necessária para que a escorva da bomba seja mantida automaticamente.

Importante também certificar-se de que não há vazamentos nas juntas entre tubos e conexões e entre estas e os equipamentos.

As válvulas de pé e crivo estão disponíveis no mercado brasileiro na opção metálica em bronze e em plástico PVC, conforme mostram as Figuras 4.14 e 4.15, respectivamente.

No caso de válvulas em PVC rígido, há um diferencial importante em relação às metálicas quanto à característica do plástico e a impossibilidade de sofrer corrosão, estando a mesma ilustrada na Figura 4.15.

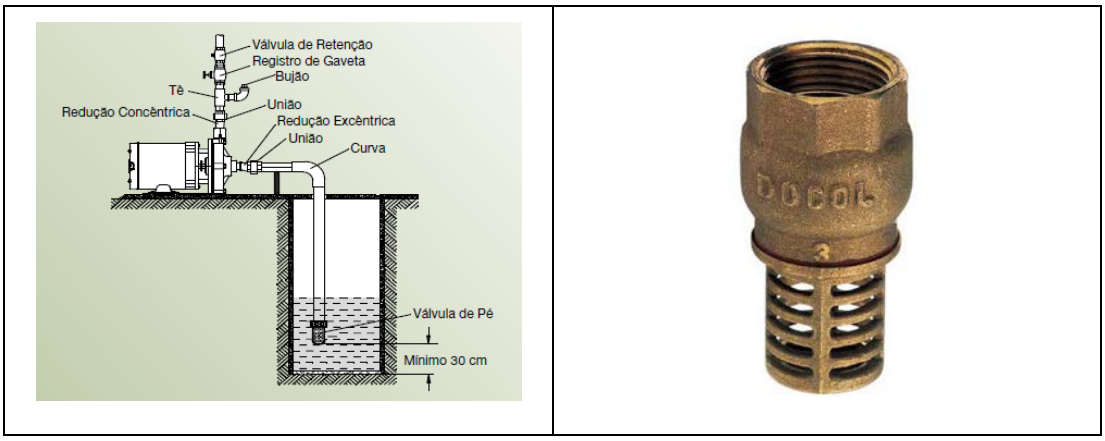


Figura 4.14 – Esquema de funcionamento da válvula de pé.
Fonte: CATÁLOGO TÉCNICO DOCOL (2015).

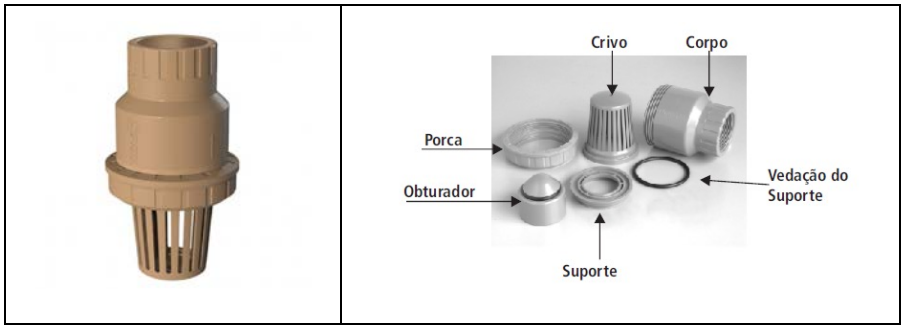


Figura 4.15 – Válvula de pé em PVC e componentes identificados.
Fonte: CATÁLOGO TÉCNICO TIGRE – ÁGUA FRIA (2015).

4.1.10 – Vibração na tubulação

A vibração em tubulação de IPAF foi apontada somente no Edifício CC, sendo uma anomalia de incidência mínima sobre os prédios pesquisados e vistoriados.

A vibração é percebida quando são acionados os metais sanitários diversos do edifício e acentuados com a ocorrência de golpe de aríete causados por dispositivos de fechamento rápido, aliado às altas velocidades e altas pressões.

Constataram-se no edifício CC ancoragens deficientes nas estações redutoras de pressão, estando as mesmas sujeitas aos movimentos cíclicos que ocorrem após o uso dos dispositivos hidráulicos nos pontos de consumo.

A vibração deve ser corrigida com ações de fixações adequadas das tubulações na estrutura e paredes do prédio, inclusive com recomendação de uso de braçadeiras dotadas de material próprio para amortecimento dos efeitos vibratórios, o que é importante para a redução dos níveis de ruídos nas tubulações.

4.1.11 – Vazamentos em chuveiros

Os prédios AN e IM foram apontados pelos respectivos entrevistados como havendo a incidência de vazamentos em chuveiros localizados nas áreas comuns.
São patologias que têm origem, na maioria das vezes, nos registros dos chuveiros, os quais perdem as suas capacidades de vedação com o passar do tempo.
Diferentemente dos registros de gaveta utilizados para controle do fluxo em setores da IPAF, os registros dos chuveiros são do tipo pressão ou fecho rápido, estes nas modalidades ½ volta e ¼ de volta.

Tanto os registros de pressão e fecho rápido possibilitam a substituição de mecanismos internos que eliminam os vazamentos, sendo a solução recomendada para eliminar essa anomalia.

No caso de registros metálicos há a possibilidade de desgaste nos ressaltos que servem como contato (sede) para o elemento de vedação. Há opções do uso de registros de PVC rígido com canoplas e acabamento que estão menos sujeitos ao desgaste por conta dos seus mecanismos de abertura e fechamento, além de imunes à corrosão.

Outra forma de anomalia desse gênero é o vazamento na junta roscável entre o chuveiro e o ponto de consumo, o que deverá ser solucionado com a aplicação correta do único vedante adequado e recomendado pelos fabricantes de tubos e conexões de PVC (fita vedarosca).

Embora a anomalia já estivesse solucionada nos edifícios AN e IM, a Figura 4.16 ilustra vazamentos típicos em chuveiros.

A Figura 4.16 ilustra também o registro de pressão de bronze, enquanto a Figura 4.17 ilustra os registros de fechamento 1/2 volta e o respectivo mecanismo que pode ser substituído após sofrer desgaste, embora reduzido em relação aos registros de pressão.

Figura 4.16 – Chuveiro com vazamento e registro de pressão metálico.
Fonte: pt.wikihow.com. Acesso em 01/12/2015; CATÁLOGO TÉCNICO DECA (2015).

Figura 4.17 – Registro chuveiro PVC e mecanismo de reparo disponível.
Fonte: CATÁLOGO TÉCNICO TIGRE – ÁGUA FRIA (2015).

4.1.12 – Análise das Patologias na IPAF x Edifícios

A Tabela 4.4 apresenta o resultado das informações coletadas na aplicação dos questionários aos entrevistados dos nove prédios elencados para a realização do presente trabalho.

Tabela 4.4 – Patologias em IPAF nos prédios pesquisados.

Anomalias Relatadas e/ou Constatadas		Edifícios Residenciais										Frequência (%)
		NA	BM	CC	DE	EW	FM	GB	HB	IM	J	
		Pavimentos										
		12	12	12	12	12	13	18	18	18		
		Número de banheiros										
		144	96	144	72	72	130	112	112	90		
AF	Vazamentos – V.S.									X		11,1
AF	Ruptura – engate flexível									X		11,1
AF	Trincas em conexões			X			X			X		33,3
AF	Alta pressão									X		11,1
AF	Vazamentos – RG					X	X			X		33,3
AF	Acúmulo de ar no tubo						X	X	X			33,3
AF	Falta d' água	X	X		X	X	X	X	X			77,7
AF	Rompimentos – Tubo	X			X	X						22,2
AF	Bomba sem escorva						X					11,1
AF	Vibração na tubulação			X								11,1
AF	Vazamentos CH	X								X		22,2
Total de Anomalias		3	1	2	2	3	5	2	2	6		

As anomalias relatadas e/ou constatadas estão indicadas para os respectivos prédios e estes relacionados com os números de pavimentos e quantidades de banheiros.

O número de banheiros é uma informação importante porque uma IPAF se torna mais complexa e sujeita à maior solicitação quando o numero de banheiros for maior.

A análise da Tabela 4.4 indica que:

- Todos os prédios apresentaram patologias nas respectivas IPAFs;

- O menor número de anomalias ocorreu no prédio BM, o qual apresentou apenas uma (01) patologia, seguido dos prédios CC DE, GB e HB, os quais apresentaram duas (02) patologias, cada um;

- Os edifícios IM e FM apresentaram os maiores números de patologias, sendo seis (06) e cinco (05) respectivamente;

- A Patologia que mais incidiu nos edifícios pesquisados foi a FALTA DE ÁGUA, ocorrendo em 77,7% dos edifícios pesquisados;

- Vazamentos em bacias sanitárias, rupturas em engates flexíveis, alta pressão, bombas sem escorva e vibração, foram as patologias que tiveram menor

frequência nos edifícios pesquisados, verificando-se apenas uma ocorrência para cada, o que resulta em percentual de 11,1%.

- O prédio que apresentou o maior número de patologias (IM) tem apenas 06 banheiros a mais que aquele que apresentou o menor número de patologias (BM), indicando que prédios com o mesmo nível aproximado de complexidade apresentaram desempenhos bem diferentes.

A Figura 4.18 mostra a escala de patologias e suas respectivas frequências, considerando-se os nove edifícios pesquisados, evidenciando que a *falta de água* manifestou-se em 77,7 % dos prédios pesquisados.

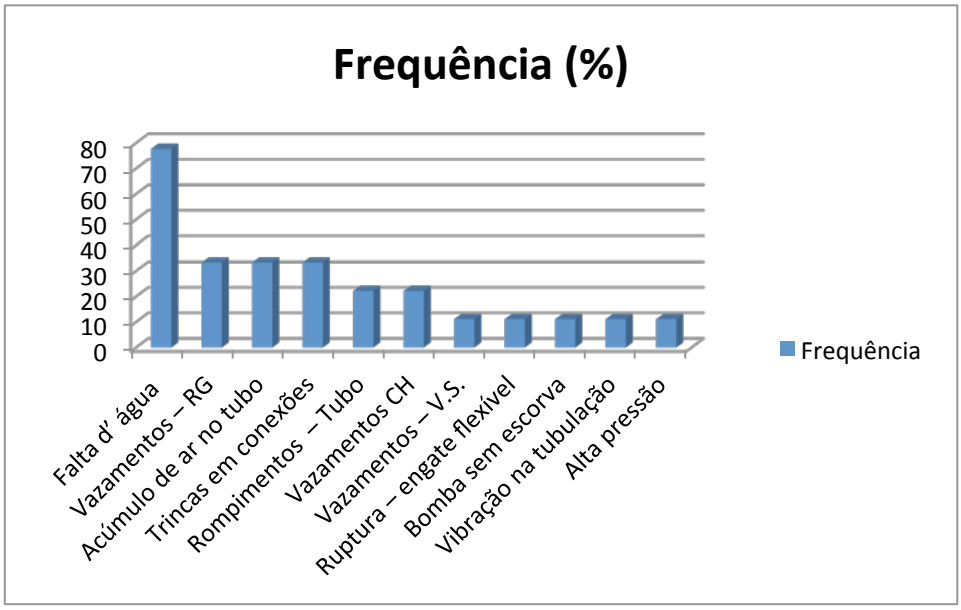


Figura 4.18 – Frequência das patologias em IPAF nos prédios pesquisados.

A Tabela 4.5 indica origens e causas para as patologias assinaladas na aplicação dos questionários aplicados.

Tabela 4.5 – Causas e origens das patologias em IPAF.

Patologia	Causa	Origem
Vazamentos – V.S.	Vedação no mecanismo	Fábrica/Manutenção
Ruptura – E.F	Alta pressão/Alto torque	Fábrica/Projeto/Manutenção
Trincas em conexões	Desalinhamento/Ancoragem	Execução
Alta pressão	Desregulagem na E.R.P	Manutenção
Vazamentos – RG	Operação inadequada	Manutenção
Acúmulo de ar no tubo	Ventilação	Projeto/Execução
Falta d'água	Reservatório insuficiente	Projeto/Execução
Rompimentos – Tubo	Aquecimento no recalque	Projeto/Execução
Bomba sem escorva	Falha na Válvula de Pé	Fábrica/Manutenção
Vibração na tubulação	Fixação inadequada	Projeto/Execução
Vazamentos CH	Vedação em registros de pressão	Manutenção

4.2 – INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA QUENTE - PATOLOGIAS

As IPAQs dos prédios pesquisados e submetidos às visitas técnicas posteriormente à aplicação dos questionários indicaram que há uma diversidade quanto ao material utilizado na instalação e quanto à fonte de calor utilizada para o aquecimento da água.

Os materiais aplicados nas IPAQs dos edifícios foram o CPVC e o PPR, havendo supremacia da aplicação do CPVC em relação ao segundo. Quanto às opções metálicas, não foram relatadas aplicações das mesmas e nem constatadas durante as visitas técnicas.

Em relação ao aquecimento, há prédios equipados com aquecimento central coletivo e aquecimento central individual, além de aquecimento do tipo instantâneo.

As IPAQs constituídas por tubos e conexões em CPVC atendem a norma brasileira NBR-7198 e, segundo o fabricante TIGRE, seguindo as recomendações da norma americana ASTM D-2846, as quais excedem as exigências da NBR. Sistemas em CPVC devem operar na temperatura de serviço de 80º C, conduzindo água sob pressão de 6,0 Kgf/cm² e suportando temperaturas pontuais de 95º C.

Os prédios com IPAQs montadas com tubos e conexões em PPR estão respaldados pela fabricação dos mesmos segundo as recomendações da norma IRAM 13470 e previsto na NBR-7198 como material que não esteja contemplado na mesma, porém devendo atender aos requisitos de normas internacionais, assim também como o CPVC.

Enquanto o CPVC é aplicado por meio de juntas soldáveis a frio com o uso de adesivo sem a necessidade de lixamento das partes a soldar e sem aplicação de uma solução preparadora, o PPR é aplicado por meio de termofusão com o uso de equipamento elétrico para aquecimento das superfícies a serem soldadas.

4.2.1 – Aquecimento insuficiente

Quatro (04) edifícios da amostra pesquisada apresentaram anomalias nos sistemas de aquecimento de água. São eles o AN, GB, GH e IM, os quais possuem sistemas de aquecimento diferentes. Destes, o único que possui aquecimento central coletivo é o IM, enquanto os demais estão equipados com aquecedores centrais individuais. O edifício AN dispõe de aquecimento central individual e os prédios GB e HB possuem aquecedores do tipo instantâneo.

Embora o Amazonas seja um estado de clima predominantemente quente, o uso da água quente, ao contrário do calor ambiente, é um fator de conforto na edificação porque é a água quente é relaxante.

A deficiência no aquecimento dos prédios acima citados encontra respaldo em trabalho da Association of Plumbing & Heating Contractors, de acordo com o qual os aquecedores de acumulação apresentam desvantagem por terem um tempo de recuperação que pode ser grande. No caso do edifício IM, a adoção de medida corretiva inadequada não resolveu a deficiência no aquecimento de água, visto que foi inserido no sistema central coletivo um aquecedor de passagem, o qual tem desempenho totalmente distinto dos aquecedores de acumulação. A Figura 4.19 mostra o selo do fabricante de uma geradora de água quente, observando-se o aquecedor de passagem instalado em série com a geradora com o propósito de melhoria no aquecimento da água.

Figura 4.19 – Identificação de geradora de água quente e aquecedor de passagem instalado como apoio no edifício IM.

A Figura 4.20 mostra em detelhes a improvisação adotada no edifício IM como tentativa de melhoria no desempenho da IPAQ alimentada por meio de geradora central coletiva e o aspecto típico da "gambiarra" utilizada na montagem do aquecedor de passagem, observando-se tubulações em PPR totalmente desalinhadas e desprovidas de ancoragem.

Figura 4.20 – Tubulação em PPR improvisadamente conectada ao aquecedor de passagem no edifício IM.

4.2.2 – Rompimento de tubo

O questionário aplicado em um dos edifícios, o CC, apontou a ocorrência de rompimento de tubulação na IPAQ próximo ao aquecedor de acumulação central individual. Tratando-se de uma patologia manifestada em 11,1% dos edifícios pesquisados, o sobreaquecimento em aquecedor elétrico tendo como causa uma falha na válvula termostática do equipamento gerando temperaturas eventualmente superiores a 100º C.

Consequência dessa patologia é a possibilidade de causar queimadura em usuários e deformação em eventual ruptura da tubulação cuja temperatura de serviço é de 80º C. Como o fato ocorreu anteriormente à pesquisa, não foi possível a visualização, porém a Figura 4.21 ilustra as características de danos típicos de sobreaquecimento da água e rompimento em tubos de CPVC.

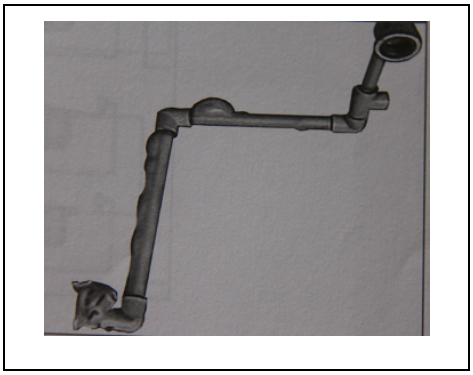


Figura 4.21 – Ilustração de deformações e rupturas em tubos de CPVC. Fonte: CARVALHO JR. (2013).

4.2.3 – Análise das patologias na IPAQ x edifícios

A Tabela 4.6 apresenta o resultado das informações coletadas na aplicação dos questionários aos entrevistados dos 08 (oito) prédios com IPAQ, considerando-se que um dos edifícios não dispõe de instalação de água quente.

Tabela 4.6 – Patologias em IPAQ nos prédios pesquisados.

Anomalias Relatadas e/ou Constatadas		**Edifícios Residenciais**									**Frequência (%)**
		AN	**BM**	**CC**	**DE**	**EW**		**GB**	**HB**	**IM**	
		Pavimentos									
		12	12	12	12	12		18	18	18	
		Número de banheiros									
		144	96	144	72	72		112	112	90	
AQ	Aquecimento insuficiente	X						X	X	X	50
AQ	Rompimento de tubo			X							12,5

As anomalias relatadas e/ou constatadas estão indicadas para 62,5% dos edifícios, indicando que 05 (cinco) prédios apresentaram manifestações patológicas. O número de banheiros também constante na tabela, assim como a altura, é importante porque a IPAQ se torna mais complexa e sujeita ao regime de funcionamento mais rigoroso e mais susceptível à perda de calor.

Observa-se que o prédio FM não dispõe de IPAQ, portanto foi excluído da Tabela 4.5, da qual obteve-se as seguintes informações:

- Os três (03) edifícios mais altos apresentaram deficiência no aquecimento de água, impactando diretamente no conforto dos usuários;
- Um (01) dos dois prédios com o maior número de banheiros (AN) apresentou deficiência no aquecimento de água, impactando diretamente no conforto dos usuários;
- Um (01) dos dois prédios com o maior número de banheiros (CC) apresentou rompimento de tubulação;
- As duas patologias manifestadas nos sistemas de água quente ocorreram nos três (03) prédios mais altos e nos dois (02) prédios com maiores números de banheiros;
- Deficiência no aquecimento de água é uma anomalia preponderante entre os prédios pesquisados, atingindo 50% deles;
- Dos quatro (04) prédios com deficiência no aquecimento de água, três possuem 18 pavimentos, sendo os mais altos entre os pesquisados, havendo uma forte relação com o gabarito do edifício;
- 75% dos prédios com deficiência no aquecimento possuem os dois maiores números de banheiros;
- 75% dos prédios com anomalias no aquecimento de água utilizam o GLP como fonte de energia,
- Prédios com aquecedores centrais individuais representaram 75% das anomalias referentes ao aquecimento;
- Apenas o edifício CC apresenta relato de rompimento na IPAQ em consequência de excesso de calor, sendo a fonte de energia elétrica;
- O rompimento em tubulação de CPVC ocorreu em edifício com o maior número de banheiros, porém com o menor número de pavimentos;
- Em 87,5 % dos prédios, as IPAQs foram executadas com tubos e conexões de CPVC com juntas executadas por soldagem química a frio;
- Apenas um dos prédios (IM) apresentou IPAQ executada com tubos e conexões em PPR com juntas executadas pelo processo de termofusão;

Na Tabela 4.7 verifica-se a distribuição dos diversos tipos de aquecedores existentes nos prédios pesquisados, além das respectivas fontes de energia.

Tabela 4.7 – Sistemas de Aquecimento e fontes de energia utilizados nos prédios.

Prédio	Tipo de Aquecedor	Fonte de energia
NA	Central Individual de Acumulação	Elétrica
BM	Central Individual de Acumulação	Elétrica
CC	Central Individual de Acumulação	Elétrica
DE	Central Individual de Acumulação	Elétrica
EW	Central Individual de Acumulação	Elétrica
GB	Central Individual Instantâneo	Gás – GLP
GH	Central Individual Instantâneo	Gás – GLP
IM	Central Coletiva de Acumulação	Gás – GLP

Os sistemas de aquecimento central de acumulação estão instalados em 75% dos prédios dotados de IPAQ. As percepções de aquecimento insuficiente ocorreram em prédios com sistemas de aquecimento central individual de acumulação (C.I.A), central individual instantâneo (C.I.I) e central coletiva de acumulação (C.C.A).

A Figura 4.22 mostra a escala de patologias e suas respectivas frequências, considerando-se os nove edifícios pesquisados, evidenciando que o *aquecimento insuficiente* manifestou-se em 50% dos oito (08) prédios que dispunham de IPAQ.

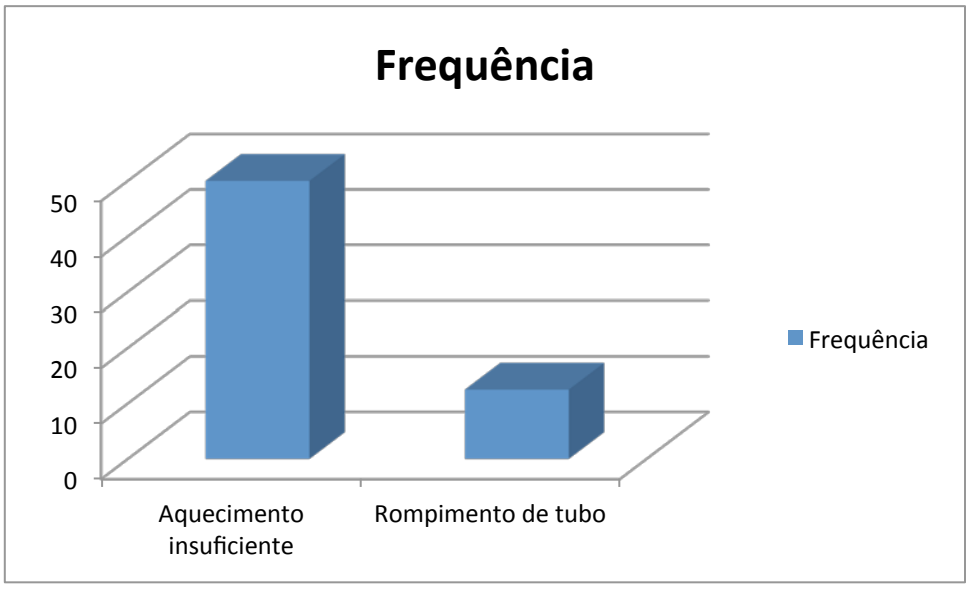


Figura 4.22 – Patologias de IPAQ e respectivas frequências nos edifícios.

A Tabela 4.8 expõe as patologias percebidas nas IPAQs dos prédios pesquisados (09) e suas relações com causas e origens.

Tabela 4.8 – Causas e origens das patologias em IPAQ nos prédios pesquisados.

Patologias - IPAQ	Causa	Origem
Aquecimento insuficiente	Sub-dimensionamento	Projeto/Execução
Rompimento em tubo	Superaquecimento	Fábrica

4.3 – INSTALAÇÃO DE ESGOTO PREDIAL - PATOLOGIAS

O estudo indicou que a patologia "mau cheiro" foi diagnosticada em 100% dos edifícios pesquisados, enquanto entupimentos em caixas de gordura ocorreram em 80% das edificações.

Em todos os edifícios foram aplicados tubos e conexões de PVC rígido série normal nas instalações de esgotos, fabricados conforme a norma NBR- 5688/2010 –

Sistemas Prediais de Água Pluvial, Esgoto Sanitário e Ventilação, os quais podem ser visualizados na Figura 4.23.

Figura 4.23 – Tubos e conexões de PVC para esgoto série Normal. Fonte: CATÁLOGO TÉCNICO TIGRE – ESGOTO PREDIAL (2015).

4.3.1 – Mau Cheiro

Apontado e constatado em 100% dos prédios pesquisados, o mau cheiro é resultado de várias anomalias que podem se manifestar em um edifício residencial, entre elas, as aberturas existentes entre tampas e caixas de inspeção e de gordura, em desacordo com a NBR-8160/1999, a qual ressalta a necessidade de haver fechamento hermético entre tampa e caixa de esgoto. A não observância da norma quanto à facilidade para a manutenção preditiva resultou pequenas fraturas nas peças gerando degradação continuada. Assim, as condições de não integridade das tampas de concreto são decorrentes das operações de abertura das mesmas corroboradas com os processos construtivos aplicados às mesmas.

No caso de caixas/tampas plásticas, há garantia tanto quanto a impermeabilidade quanto ao fechamento hermético que bloqueará a saída dos gases para os ambientes. A Figura 4.24 mostra caixa de esgoto com tampa em concreto em estado degradado, localizada no edifício CC (sub-solo), indicando ainda um sifão sob lavatório em conformação inadequada para a finalidade à qual se destina.

O mau cheiro em banheiros/lavabos das áreas comuns do condomínio teve sua causa na sifonagem inadequada abaixo dos lavatórios, o que possibilitava o acesso de gases ao ambiente.

Figura 4.24 – Tampa de caixa de inspeção danificada e sifão flexível desfeito.

4.3.2 - Retorno de Esgotos

Os três primeiros pavimentos são críticos quando não há separação da instalação em tubos de queda independentes do restante do prédio.

O retorno de esgotos, constatado nos edifícios pesquisados foi consequência de entupimentos na canalização ou nas caixas de esgoto (gordura e inspeção), visto que a possibilidade de retorno da rede pública não existe porque os sistemas de disposição final de efluentes são particulares e constituídos por fossas sépticas e filtros anaeróbios.

Caso houvesse ligações com redes de esgoto público, seria indispensável o uso de válvulas de retenção em PVC dotadas de portinholas que se fecham automaticamente quando ocorre a inversão no sentido do fluxo de esgotos, próprias para uso em instalações prediais de esgotos sanitários, cuja eficiência de bloqueio do refluxo tem a garantia dos fabricantes.

A Figura 4.2.5 mostra que há no mercado brasileiro dispositivos que cumprem essa função, disponibilizados por diversos fabricantes, produzidos em PVC rígido.

Figura 4.25 – Válvula de retenção de esgoto.

Fonte: CATÁLOGO TÉCNICO TIGRE – ESGOTO PREDIAL (2015).

4.3.3 - Ruídos nas tubulações

Trata-se de uma patologia que se manifestou em 66% dos edifícios pesquisados e contribui para a percepção de falta de desempenho na edificação.

Tal anomalia decorre da aplicação dos tubos e conexões de PVC da série normal utilizados com fixação metálica. 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.

A simples utilização de braçadeiras confeccionadas em material plástico, que possuam flexibilidade para o amortecimento dos efeitos vibratórios no escoamento nos condutos, pode reduzir o nível de ruídos para índices aceitáveis, o que pode ser verificado nos testes realizados pelos respectivos fabricantes.

O prédio ED tem um trecho de sua tubulação de esgoto (subcoletor) improvisadamente fixado com braçadeiras inadequadas e calços de madeira, conforme mostra a Figura 4.2.6. Tal prática é a materialização da pouca importância dispensada a um sistema que, se mal cuidado, pode se transformar em episódio de grandes transtornos aos moradores.

Figura 4.26 – Improvisação na fixação de tubulações de esgoto predial.

A Figura 4.27 indica os limites de ruído para que uma instalação de esgoto sanitário tenha alto padrão de conforto acústico. De acordo com a DIRETIVA 4100[1], o nível de conforto para um sistema predial de esgoto sanitário deve ser limitado a 20 dB.

Segundo esse critério, os tubos de esgoto predial em PVC série normal permitem ruídos com níveis até 29,41% superiores àqueles produzidos com PVC mineralizado.

Porém, a solução para o ruído não passa exclusivamente pela aplicação de tubos contendo PVC mineralizado. Depende da especificação e uso de braçadeiras emborrachadas que eliminem a transmissão de vibrações a partir da tubulação, conforme exemplificada também na Figura 4.27.

[1] Publicação da **Veren Deutscher Ingenieure** (Associação de Engenheiros Alemães) que faz referências ao nível de

Figura 4.27 – Limites de ruídos e braçadeiras. Fonte: CATÁLOGO TÉCNICO AMANCO (2015); CATÁLOGO HIDROFIX METAIS-PRODUTOS (2015).

4.3.4 – Caixas e ralos sifonados entupidos

Entupimentos detectados e percebidos pela administração dos prédios são típicos do acúmulo de resíduos diversos no interior dos ralos e caixas sifonadas. Incluído o cabelo, pode haver comprometimento do escoamento dos efluentes através dos septos.

Estes são obstáculos existentes no interior das caixas e ralos sifonados para que haja a sifonagem necessária para proteção dos ambientes em que estão instalados, principalmente banheiros e áreas de serviço em geral. Portanto, as ações de manutenção e limpeza nos dispositivos hidro-sanitários são indispensáveis para que o sistema funcione de forma plena, satisfazendo totalmente as expectativas do usuário em relação à edificação em que habita.

4.3.5 - Caixas de Gordura e de Inspeção Obstruídas

As obstruções ocorreram após acúmulo de detritos no interior das caixas, evidenciando a falta de ações de manutenção e limpeza periódica das mesmas. Transbordamentos de efluentes sanitários após entupimentos têm efeitos devastadores sobre o conforto e bem estar das pessoas que utilizam as edificações, notadamente aquelas que transitam cotidianamente nas áreas em que estão localizadas.

Localizações de caixas de esgoto em áreas eminentes sociais como aquelas constatadas em posições frontais aos elevadores ou próximas dos mesmos causam má impressão e sinais de desconforto, o que poderia ser evitado na fase de projeto com a adoção de local mais apropriado. Ocorrência do retorno de espuma ou de esgoto em pontos frontais aos elevadores é gravíssima e gera transtornos aos usuários.

O registro de relatos sobre o transbordamento de excrementos através de caixas de inspeção localizadas à frente das portas dos elevadores são fatos gravíssimos e inadmissíveis e comprometem o desempenho pleno da edificação.

4.3.6 - Retorno de Espuma

O retorno de espuma foi a patologia que apresentou índice de ocorrência em 22,2% dos prédios. A Figura 4.28 mostra o modelo de tampa de caixa de gordura utilizada no prédio "CC" e o retorno de espuma através de uma caixa de gordura localizada no sub-solo do mesmo edifício.

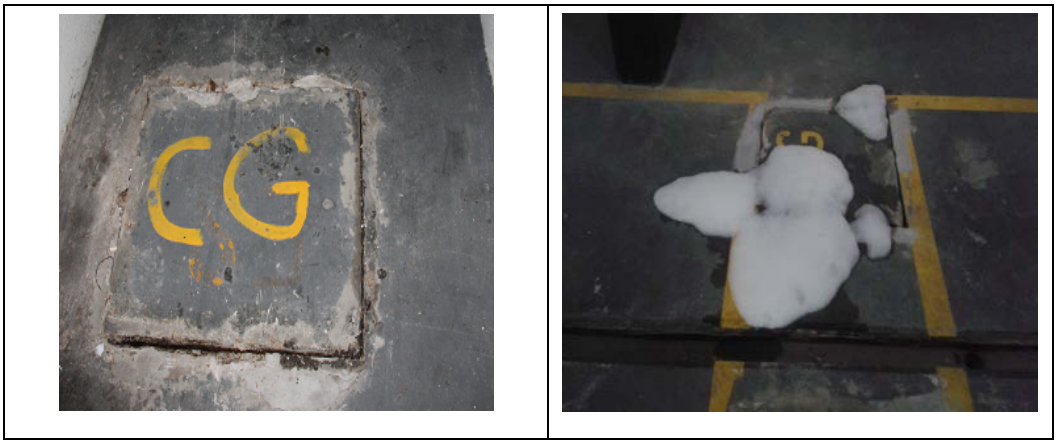


Figura 4.28 – Caixa de gordura sem vedação e retorno de espuma através da tampa.

A tampa, visivelmente danificada após cada operação de abertura para manutenção e limpeza, não oferece o condições de fechamento hermético. O uso de caixas de gordura pré-fabricadas em PVC, disponíveis no mercado brasileiro para imóveis residenciais unifamiliares com tampas de fechamento hermético é uma necessidade que deve ser estendida aos prédios multifamiliares. A adoção de estrutura/cantoneira metálica na tampa e na base de apoio no corpo da caixa, acompanhada de material vedante resultaria em proteção às bordas da placa de concreto e ao fechamento hermético, conforme Figura 4.29.

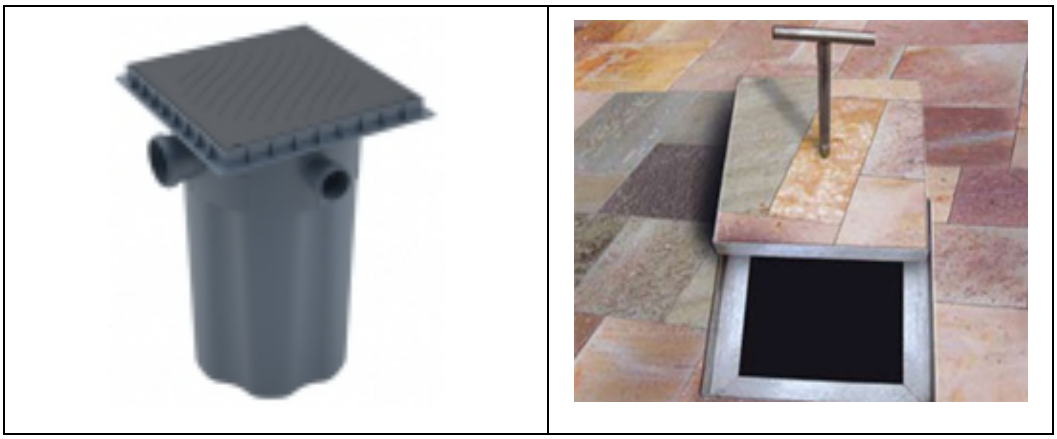


Figura 4.29 – Caixa de gordura em PVC e tampa/porta tampas de caixas de esgotos. Fonte: CATÁLOGO TÉCNICO TIGRE – ESGOTO PREDIAL (2015); GEOMETAL-PRODUTOS (2015).

O dano nas tampas é consequência de processo construtivo inadequado e é uma causa secundária.

4.37 – Análise das patologias na IPES x edifícios

Na Tabela 4.9 constam nove (09) patologias que foram identificadas e/ou constatadas durante a aplicação dos questionários e nas visitas técnicas posteriores. A mesma tabela mostra ainda que as diferentes patologias se distribuem de forma diversa, manifestando-se nos edifícios pesquisados e possibilitando a análise que indique a edificação que apresentou o menor número de patologias identificadas e constatadas em cada edifício residencial pesquisado.

Tabela 4.9 – Patologias em IPES e frequência nos prédios pesquisados.

Anomalias Relatadas e/ou Constatadas		Edifícios Residenciais									Frequência
		AN	BM	CC	DE	EW	FM	GB	HB	IM	
		Pavimentos									
		12	12	12	12	12	13	18	18	18	
		Número de banheiros									
		144	96	144	72	72	130	112	112	90	
ES	Mau cheiro	X	X	X	X	X	X	X	X	X	100
ES	Retorno de esgotos			X	X	X		X	X		55,5
ES	Ruídos na tubulação	X	X	X	X	X	X				66,6
ES	Entupimentos - RS	X									11,1
ES	Entupimentos – C.S	X									11,1
ES	Entupimentos – C.G	X		X	X	X				X	55,5
ES	Entupimentos – C.I.	X		X							22,2
ES	Retorno de espuma			X			X				22,2
ES	Entupimentos – Tubo							X	X		22,2

A Tabela 4.10 mostra a relação entre os edifícios com respectivos números de banheiros e suas respectivas quantidades de patologias.

Tomando como base os edifícios AN e CC que contam com 144 banheiros individualmente e apresentaram 06 manifestações patológicas cada um, observa-se que os edifícios DE e EW não apresentaram redução do número de patologias na mesma proporção do número de banheiros, os quais foram reduzidos em 50%, enquanto as patologias reduziram apenas 33,33%. Quando se analisa o edifício BM, que contém 66,66% do número de banheiros verifica-se uma redução do número de patologias em 66,66%, indicando que no prédio BM houve redução de manifestações patológicas na mesma proporção da redução do seu número de banheiros.

Observando-se o histórico do Condomínio X, verifica-se que o prédio BM, primeiro a ser construído, teve sua execução realizada pela construtora B, distinta daquelas que executaram os demais prédios pesquisados.

Baseado no conceito de qualidade estabelecido por HARRISON apud PAN e THOMAS (2013), o prédio BM apresentou melhor nível de qualidade em IPES por possuir o menor número de manifestações patológicas.

Tabela 4.10 – Número de patologias em IPES por edifício.

Edifício	Pavimentos	Banheiros	Patologias
A N	12	144	6
B M	12	96	2
C C	12	144	6
D E	12	72	4
E W	12	72	4
FM	13	130	3
GB	18	112	3
GH	18	112	3
IM	18	90	2

A Figura 4.30 mostra a escala de patologias e suas respectivas frequências, considerando-se os 09 (nove) edifícios pesquisados, evidenciando que o *mau cheiro* e *ruídos na tubulação* manifestam-se em 100% dos imóveis.

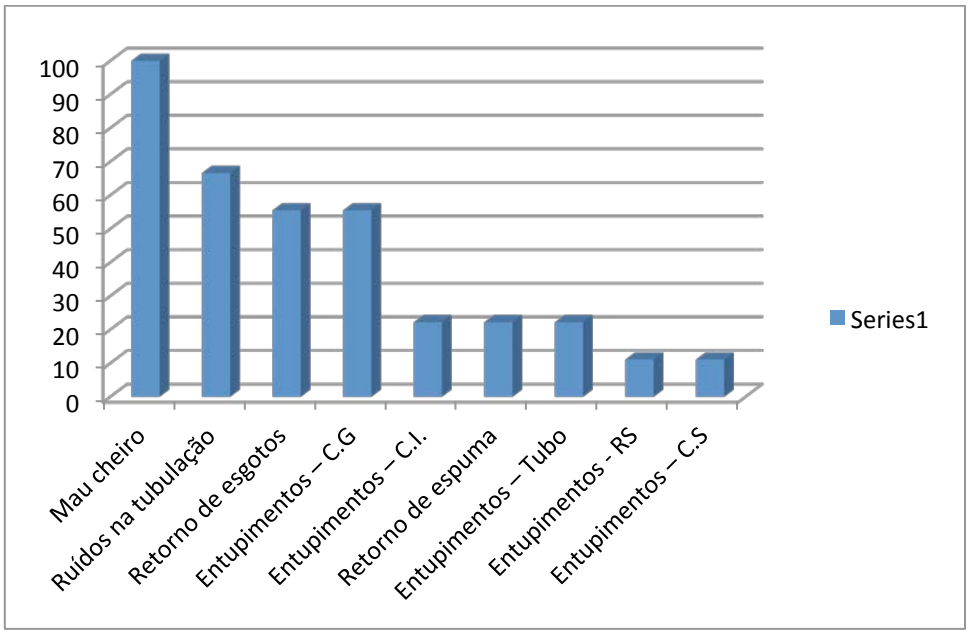


Figura 4.30 – Frequência das Patologias em IPES nos prédios pesquisados.

As causas relacionadas com cada patologia estão indicadas na Tabela 4.11.

Tabela 4.11 – Causas e origens das patologias de IPES.

Patologia	Causa	Origem
Mau cheiro	Sem vedação	Projeto/Execução
Retorno de esgotos	Sem válvula de retenção	Projeto/Execução
Ruídos na tubulação	Sem material isolante acústico	Projeto/Execução
Entupimentos de R.S	Deficiência na limpeza	Manutenção
Entupimentos de C.S	Limpeza inadequada	Manutenção
Entupimentos de C.G	Irregularidade na limpeza	Manutenção
Entupimentos de C.I	Falta de limpeza periódica	Manutenção
Retorno de espuma	Vedação inadequada	Projeto/Execução

4.4 – INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUAS PLUVIAIS - PATOLOGIAS

As habitações precisam ser protegidas das águas de chuva e precisam estar protegidas das águas de chuva evitando-se inundações internas e danos materiais (RAMOS, 2010). Essa condição de proteção aos edifícios com o pleno funcionamento das instalações de águas pluviais, não foi constatada na pesquisa porque foram relatadas em 33,33% dos levantamentos realizados nos nove (09) prédios. Foram relatadas falhas que se tornaram problemas e, finalmente, resultaram em patologias. Tratam-se dos prédios GB, GH e IM.

Três patologias foram indicadas, sendo que o prédio GB foi indicado com duas anomalias.

4.4.1 – Infiltrações

Ocorridas nos prédios GB e GH, infiltrações ocorridas junto às bordas de caixas sifonadas localizadas em pisos de terraços e áreas comuns em pilotis de ambos os prédios, observando-se recursos improvisados utilizados e visualizados na Figura 4.31, de modo que não sejam prejudicados veículos que utilizam a garagem.

Tal fato é decorrente de falhas em impermeabilização junto às caixas sifonadas, sendo atribuído a projeto e/ou execução.

Figura 4.31 – Vazamentos e infiltrações na canalização de águas pluviais.

A terapia para correção de tais anomalias consiste na adoção de dispositivo fabricado em PVC rígido com características que impedem a infiltração junto à borda da caixa sifonada, direcionando a água para o interior da caixa, conforme ilustra a Figura 4.32.

Figura 4.32 – Infiltrações de água junto a caixa sifonada em piso molhado/molhável.
Fonte: CATÁLOGO TÉCNICO TIGRE – ESGOTO PREDIAL (2015).

Durante a execução da obra, os procedimentos para uso do antiinfiltração estão indicados nas Figuras 4.33 e 4.34.

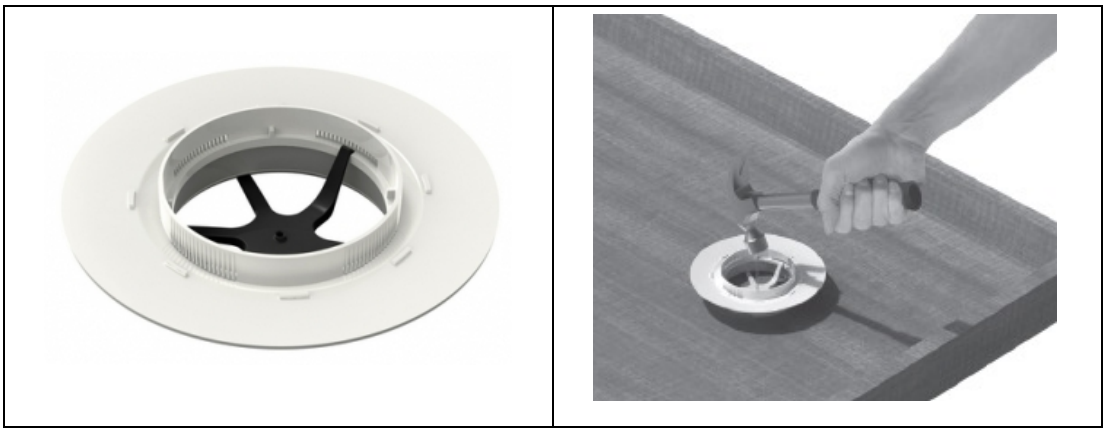


Figura 4.33 – Esquema de uso do dispositivo antiinfiltração e fixação na forma da laje.
Fonte: TIGRE S/A – FICHA TÉCNICA ANTIINFILTRAÇÃO (2015).

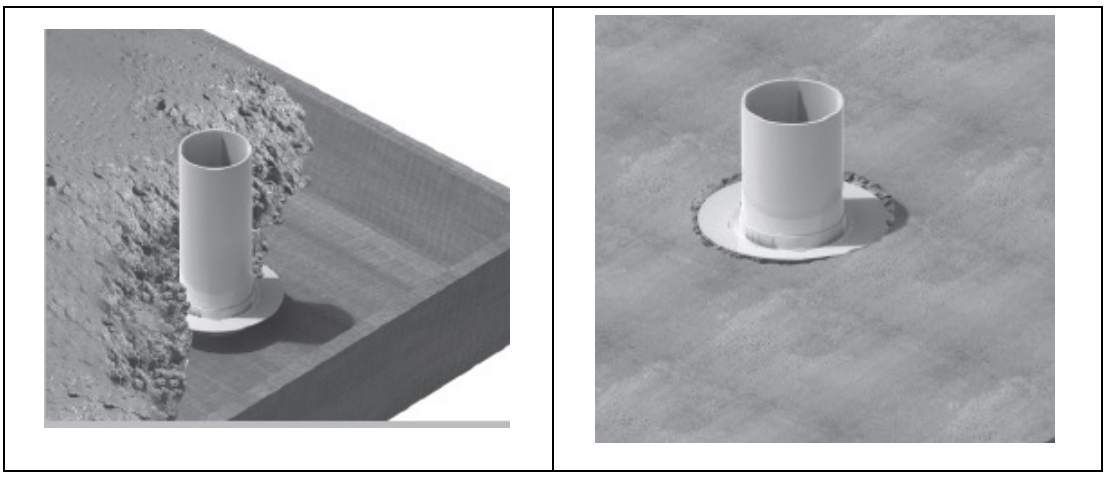


Figura 4.34 – Recomendação para aplicação da solução antiinfiltração.
Fonte: TIGRE S/A – FICHA TÉCNICA ANTIINFILTRAÇÃO (2015).

4.4.2 – Retorno de águas pluviais

O retorno de águas pluviais somente ocorreu no edifício GB causado pela incapacidade da moto-bomba em fazer o recalque para o alcance do nível da rede de águas pluviais e o consequente escoamento.

A solução do problema passa pela adequação da moto-bomba para vazão compatível com a vazão verificada no condutor horizontal.

O retorno de águas pluviais atinge os apartamentos localizados nos primeiros pavimentos atingindo áreas não molhadas e não molháveis também.

Não há ilustrações sobre essa manifestação patológica por ter sido objeto de ações corretivas anteriormente à realização da pesquisa.

4.4.3 – Entupimento de condutores verticais e horizontais

Apenas um prédio apresentou entupimentos nas tubulações de águas pluviais , sendo essa patologia de incidência 11,1% representativa da necessidade de ações específicas na laje de cobertura, onde são coletadas as águas pluviais.

Trincas em revestimentos de lajes de cobertura com sinais de afloramento de bicarbonato de cálcio e consequente deposição ao longo das paredes dos tubos condutores horizontais formando incrustações, podem resultar em obstrução da tubulação, convergindo com relato em questionário aplicado.

Essa condição verificada é compatível com o que afirma NASCIMENTO et al. (2007), em caso real estudado, em que propõe que o mecanismo possível para a formação de depósitos em interior de tubos está relacionado com a chuva natural sem poluição e pouco ácida, devido a presença do gás carbônico natural que se dissolve na atmostera gerando o ácido carbônico em reação química específica.

Não foi possível constatar a manifestação patológica que já havia sido sanada no edifício.

Não havendo a possibilidade de ilustrar o fato relatado na pesquisa, a Figura 4.35 permite visualizar obstrução ocorrida e constatada antes da realização da pesquisa atual, fato ocorrido em prédio que não consta da amostra estudada.

Figura 4.35 – Tubulação de IPAP obstruída parcialmente e acúmulo de material derivado de hidróxido de cálcio no bocal de descida de águas pluviais. Incrustação em caixa para coleta de águas pluviais em lajes de cobertura.

4.4.4 – Análise das Patologias na IPAP x Edifícios

A Tabela 4.12 apresenta o resultado das informações coletadas em relação às IPAPs durante a aplicação dos questionários aos entrevistados dos nove prédios pesquisados para a realização do presente trabalho.

As anomalias relatadas e/ou constatadas estão indicadas para os respectivos prédios e estão relacionadas com os números de pavimentos e quantidades de banheiros.

No entanto, o fator que mais influi para a ocorrência de patologias nas IPAPs é a altura do condutor vertical, sujeitos às pressões negativas eventuais e à incrustração.

Tabela 4.12 – Patologias de IPAP nos prédios pesquisados.

Anomalias Relatadas e/ou Constatadas		**Edifícios Residenciais**									**Frequência (%)**
		NA	**BM**	**CC**	**DE**	**EW**	**FM**	**GB**	**HB**	**IM**	
		Pavimentos									
		12	12	12	12	12	13	18	18	18	
		Número de banheiros									
		144	96	144	72	72	130	112	112	90	
AP	Infiltrações							X	X		22,2
AP	Retorno de AP							X			11,1
AP	Incrustração									X	11,1
Total de patologias por prédio		0	0	0	0	0	0	2	1	1	

A distribuição das patologias está indicada na Figura 4.36.

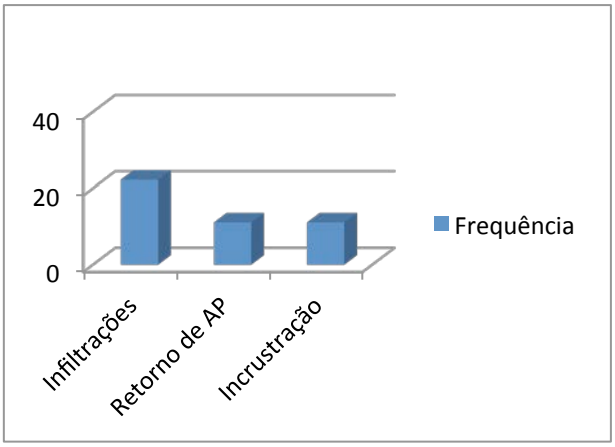


Figura 4.36 – Frequência das patologias em IPAP.

Todas as patologias em IPAPs ocorreram nos edifícios com os maiores números de pavimentos (18), sendo a altura dos condutores verticais um indicador de que o escoamento ocorreu em circunstâncias mais críticas do que nos demais prédios da amostra.

A Tabela 4.13 indica as causas de cada patologia e se as mesmas estão relacionadas com projeto, execução, defeito de fabricação em componentes ou manutenção.

Tabela 4.13 – Causas e origens das patologias em IPAP.

Patologias – IPAP	**Causa**	**Origem**
Infiltrações	Vedação Inadequada	Projeto/Execução
Retorno de AP	Obstrução na rede pública	Projeto
Incrustração	Lixiviação de bicarbonato	Projeto/Execução

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1 – CONCLUSÕES

O presente estudo possibilitou a identificação de patologias hidro-sanitárias e respectivos diagnósticos que possibilitaram a aplicação de medidas terapêuticas corretas para cada manifestação patológica.

Ratificou a necessidade das ações de manutenção preventiva e corretiva por parte dos condomínios, contribuindo para o restabelecimento do pleno desempenho das edificações residenciais.

Os resultados baseados nos dados coletados na aplicação dos questionários nos edifícios e as subsequentes visitas técnicas em cada um deles indicaram que todos os edifícios pesquisados apresentaram manifestações patológicas nos SPHS, sendo a FALTA DE ÁGUA e o MAU CHEIRO as patologias mais frequentes.

Projeto e execução foram considerados como origens das principais patologias hidro-sanitárias apontadas no presente trabalho, indicando a necessidade de melhoria na concepção e construção dos edifícios, em estrita obediência às normas brasileiras de procedimentos (NBR 5626; NBR 7198; NBR 8160; NBR 10844).

Há possibilidades claras de obtenção de condições funcionais normais dos SPHSs dos edifícios com a aplicação de soluções inovadoras disponíveis no mercado brasileiro que previnem e corrigem problemas que geram transtornos aos usuários e proprietários das edificações residenciais.

Fica evidente que o não atendimento às normas para instalações hidro-sanitárias é o principal motivo para a ocorrência de falhas que se transformam em problemas, os quais resultam em patologias nos SPHS.

O Prédio BM, cujo percentual de vida útil atingido foi o maior dentre os pesquisados, apresentou o menor número de patologias.

5.2 – SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A realização do presente trabalho possibilitou a identificação de oportunidades para a continuidade de estudos sobre as patologias hidro-sanitárias em edifícios, entre eles:

- Investigação de patologias hidro-sanitárias em prédios públicos;

- Avaliação do grau de satisfação de usuários de moradias populares em relação aos sistemas hidro-sanitários;
- Impacto das patologias hidro-sanitárias no desperdício de água em prédios públicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, "NBR 15575: Desempenho de Edifícios Residenciais", Rio de Janeiro.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, "NBR 5626: Instalação Predial de Água fria", Rio de Janeiro.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993, "NBR 7198: Projeto e Execução de Instalações Prediais de Água Quente", Rio de Janeiro.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989, "NBR 10844: Instalações Prediais de Águas Pluviais", Rio de Janeiro.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, "NBR 15055: Válvulas-gaveta, globo, angular e de retenção de bronze – Requisitos", Rio de Janeiro.

ABUNAHMAN, S. A., 2006, Curso Básico de Engenharia Legal e de Avaliações. São Paulo, 3ª edição, Editora Pini.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2004, "Resolução RDC nº 216: Regulamento técnico de boas práticas para serviços de alimentação", Brasília.

ARAÚJO, L. S., Avaliação durante operação dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários em edifícios escolares, "**in Conferência Latino – Americana de Construção Sustentável**, 2004.

ARAÚJO, L. S. M., 2004, ***Avaliação durante operação dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários em edifícios escolares***. Dissertação (Mestrado), FE/UNICAMP, Campinas, SP, Brasil.

AUCHTERLOUNIE, T., 2009, "Recurring quality issues in the UK private house building industry, Structural Survey, v. 27, n. 3, pp. 241 – 251.

BAPTISTA. F., 2011, *Sistema Predial de Água Fria*. Dissertação (Mestrado), UTL, Lisboa, Portugal.

BORGES, C. A. M., 2008, ***O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil.*** Dissertação (Mestrado), EP/USP, São Paulo, Brasil.

BRANDSTETTER, M. C. G. O., 2004, ***Análise do comportamento dos clientes do mercado imobiliário com ênfase na mobilidade, escolha e satisfação residenciais***. Tese (Doutorado), PEPU/UFSC, Florianópolis, SC, Brasil.

CANIDO, C. S. R., 2012, *Patologias dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários.* Dissertação (Mestrado), UFSCar, São Carlos, SP, Brasil.

CBIC - CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2013. *Desempenho de Edifícios Habitacionais: Guia Orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575,* pp.169, Fortaleza, CE, Brasil.

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

CATÁLOGO PRÉ-MOLDADOS ITAIPU – PRODUTOS. Disponível em: http://www.premoldadositaipu.com.br. Acesso em 30 dez. 2015.

CATÁLOGO DE PRODUTOS HIDROFIX METAIS. Disponível em:<http://hidrofixmetais.com.br>. Acesso em 05 dez. 2015.

CATÁLOGO TÉCNICO AMANCO S/A. Disponível em: <http://www.amanco.com.br/>. Acesso em: 27 dez. 2015.

CATÁLOGO TÉCNICO AQUECEDORES CUMULUS S/A. Disponível em:<http://www.cumulus.com.br. Acesso em 27 dez. 2015.

CATÁLOGO TÉCNICO ASTRA S/A. Disponível em:<http://www.astra-sa.com.br. Acesso em 27 dez. 2015.

CATÁLOGO TÉCNICO DECA. Disponível em: <http://www.deca.com.br. Acessado em 05/12/2015.

CATÁLOGO TÉCNICO DOCOL. Disponível em <http://www.docol.com.br>. Acesso em 27 dez. 2015.

CATÁLOGO TÉCNICO GEOMETAL CONSTRUÇÕES METÁLICAS LTDA. Disponível em: http://geometal.com.br. Acesso em 05/12/2015.

CATÁLOGO TÉCNICO LORENZETTI S/A. Disponível em: <http://www.lorenzetti.com.br>. Acesso em 27 dez. 2015.

CATÁLOGO TÉCNICO TIGRE S/A – ÁGUA FRIA. Disponível em: <http://www.tigre.com.br>. Acesso em 27 dez. 2015.

CATÁLOGO TÉCNICO TIGRE S/A – ÁGUAS PLUVIAIS, 2008.

CATÁLOGO TÉCNICO TIGRE S/A – ESGOTO PREDIAL. Disponível em: <http://www.tigre.com.br>. Acesso em 27 dez. 2015.

CATÁLOGO TÉCNICO VULCAN – Sistema eletrônico antiinfiltração.

CHEW, M. Y. L., SILVA, N., 2003, "Benchmarks to minimize water leakages in basements", Structural Survey, v. 21, pp. 131 – 145.

CONCEIÇÃO, A. P., 2008, *Estudo da incidência de falhas visando a melhoria da qualidade dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários*. Dissertação (Mestrado), UFSCar, São Carlos, SP, Brasil.

U.K. DEPARTAMENT OF HEALTH, 2006, Water systems Health Technical Memorandum 04-01: “The control of legionella, hygiene, “safe” hot water, cold water and drinking water sys”.

DESLANDES, S. F., 1994, *A construção do projeto de pesquisa," Pesquisa social: teoria, método e criatividade,* v. 9, pp. 31-50.

DH ESTATES AND FACILITIES DIVISION, 2006, “Water systems Health Technical Memorandum04-01: The control of Legionella,hygiene, “safe” hot water, coldwater and drinking water systems”.

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, pp. 201.

GNIPPER, S.; ILHA, M., 2014, “Hierarchized method for the investigation of plumbing and drainage systems pathologies”. In: *40th International Symposium on Water Supply and Drainage For Buildings.* Rotterdam, Netherlands.

GNIPPER, S.F e MIKALDO JR, J., 2007, “Patologias frequentes em Sistemas Prediais Hidráulico-Sanitários e de Gás Combustível decorrentes de falhas no processo de produção do projeto”. In: *Anais do VII Workshop brasileiro de gestão do processo de projetos na construção de edifícios***.** Curitiba, PR, Brasil.

GNIPPER, S. F., 2010, ***Diretrizes para formulação de métodos hierarquizado para investigação de patologias em sistemas prediais hidráulicos e sanitários***. Dissertação (Mestrado), UNICAMP, Campinas, SP, Brasil.

GRANATO, J. E., 2004, *Patologias das Construções*, Associação dos Engenheiros de Jundiaí, SP.

HIPÓLITO, I. S., HIPÓLITO, R. S., LOPES, G. A., 2013, “Gestão e tecnologia para a competitividade”. In: *X Simpósio de Excelência em Gestão e Teconologia*, Rezende, RJ, Brasil, 23 - 25, Outubro.

HUNAIDI, O., CHU, W., WANG, A., GUAN, W., 2000, “Detecting leaks in plastic pipes”, *Journal AWWA*, v. 92, n. 2, pp. 82-94.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2015, População estimada para 2015. Acessado em 27/11/2015 – www.ibge.gov.br.

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.

IRAM – 13470 - Sistemas de tuberías de polipropileno para unión por interfusión. Tubos de polipropileno para el transporte de líquidos a presión. Medidas y presiones nominales.

JESUS, C. R. M., 2008, ***Análise de custos para reabilitação de edifícios para a habitação***. Dissertação (Mestrado), EP/USP, São Paulo, SP, Brasil.

KAMINSKI, P. C., LATERZA, L. B. M., 2000, "Análise e Otimização Estrutural de Conexões T em PVC". In: *Anais do Congresso Nacional de Engenharia Mecânica*, Natal, RN, Brasil.

LARA, A. M. F., ROTH, A.G., SILVA, C. M., ROTTMANN, E., KAHN, F. C., LAURIA, F., et. al., 2005, Inspeção Predial. São Paulo, 1ª edição, Editora Universitária de Direito.

LIBERATI, A. M., BOURBON, F., 2005, ***A Roma Antiga***. Barcelona, Ediciones Folio S.A.

LINCHTENSTEIN, N. B., 1986, *Patologias das Construções*, USP, São Paulo, SP, Brasil.

MACINTYRE, A. J., 1990, ***Manual de instalações hidráulicas e sanitárias***, Rio de Janeiro, 1ª edição, Livros Técnicos e Científicos Editora S/A.

MALGUEIRO, E. R. P., 2009, ***Definição de critérios de avaliação da qualidade de edifícios de habitação em Portugal.*** Dissertação (Mestrado), Universidade de TrásTrás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal.

MANUAL TÉCNICO TIGRE, 2013, *Orientações técnicas sobre instalações hidráulicas prediais*. 5ª edição, pp.182-188, Joinville, SC.

METSUL CLIMATOLOGIA URBANA. Disponível em: <http://www.metsul.com. Acesso em 27 dez. 2016.

MYNAIO, M. C., 1999, *Ciência, técnica e arte: desafio da pesquisa social, Pesquisa social: teoria, método e criatividade*, v. 23, pp. 9-29.

MORRIS Jr, R. E., 1966, "Principal cases and remedies of water main breaks", In: *Southwest section meeting*, Austin, Tx, USA, 19, Outubro.

NASCIMENTO, O. L., 2007, Avaliação de incrustação em tubulação de PVC., pp. 4-6.

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, R. C. T., 2014, *Verificação de rompimentos em instalações prediais de água quente – Um estudo de caso.* Dissertação (Mestrado). UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

OLSEN, T. M., PARK, J. K., JENKINS, D., 1991, "Contamination of Potable Water by Permeation of Plastic Pipe", J*ournal American Water Works Association*, n. 83, pp. 53-56.

OTÁVIO, C. N, 1994, *O trabalho de campo como descoberta e criação,* v.23, pp. 51-66.

PALADINI, E. P., 2012, ***Gestão da qualidade: teoria e prática.*** São Paulo, 3ª edição, Editora Atlas.

PALAS, J. I. S., 2013, "***Redes Prediais – Patologias e Reabilitação de Redes de Abastecimento de Água e de Drenagem de Águas Residuais Domésticas***. Dissertação (Mestrado), FEUP, Porto, Portugal.

PAN, W., THOMAS, R., 2013, "Defects of new-build dwellings constructed to building regulations and to The Code for Sustainable Homes", in: *29th Annual Association of Researchers in Construction Management Conference (ARCOM)*, pp. 1015-1025.

PEREIRA, M. G., 2012, ***Artigos científico:como redigir, publicar e avaliar.*** Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan Ltda.

POTHOF, I. W. M., CLEMENS, F. H. L. R., 2011, "Experimental Study of air - water flow downward sloping pipes". ***International journal of multiphase flow***, v. 37, pp. 278-392.

RAMOS, H. dos R., 2010, ***Manutenção de Sistemas Hidráulicos Prediais***. Dissertação (Mestrado), FEUP, Porto, Portugal.

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.

RIZATTI JR., G., 2006, ***Componentes Estratégicos para Categorias de Análise do Sistema de Gestão Ambiental.*** Tese (Doutorado), UFSC, Florianópolis, SC, Brasil.

SABESP – COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1999, "Norma interna SABESP – NTS 23", São Paulo, SP, Brasil.

SINGAPORE'S NATIONAL WATER AGENCY, 2015, "PUB – General information water storage tank", Singapore, Singapore.

TIGRE S/A TUBOS E CONEXÕES – FICHA TÉCNICA ANTIINFILTRAÇÃO. Disponível em: <http://www.tigre.com.br/pt/produtos. Acesso em 05 dez. 2015.

TISUTYA, M. T., 2006, ***Abastecimento de água***. São Paulo, 3ª edição, EPUSP.

THOMÁS, P., 2009, ***Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis***. São Paulo, Editora Navegar.

www.acquasolo.com.br / Aquasolo Soluções Técnicas, 2015, consulta em 05/12/2015.

www.adasa.df.gov.br / Agência Reguladora De Águas, Energia E Saneamento Básico do Distrito Federal. Acessado em 28/11/2015.

www.amanco.com.br / Mexichem Brasil, 2015. Acessado em 18/07/2015.

www.bir.gov.ph / Bureau International Renevue. 2015. Acessado em 08 dez. 2015.

www.cec.com.br/metais-e-acessorios. Acessado em 01 dez. 2015.

www.ebah.com.br/content/ABAAAAVBEAJ/abnt-nbr-8160-esgoto-predial. Acessado em 25 dez. 2015.

www.schneider.ind.br / Catálogo Schneider Motobombas, 2015. Acessado em 19 set. 2015.

www.seguindopassoshistoria.blogspot.com.br/2014/01/os-banhos-publicos-na-roma-antiga.html. Acessado em 07 dez. 2015.

www.tigre.com.br. Catálogo Técnico, 2015. Acessado em 16 out. 2015.
www.tubarãosaneamento.com.br. Acessado em 01 dez. 2015.

www.pt.wikihow.com. Acessado em 01 dez. 2015.

APÊNDICE A

Questionário – Aplicação ao Condomínio (Síndico ou Resp. Manutenção)
Condomínio:_____ Edifício / Torre:_____ Endereço:_____ Data da entrevista:_____ Hora:_____
1 – Quem é responsável pelo recebimento das ocorrências patológicas no condomínio? Qual a função exercida no condomínio?
2 – Qual o procedimento usado quando do recebimento de uma ocorrência patológica no condomínio.
3 – Quantos prédios possui o condomínio?
4 – Os apartamentos são padronizados em área e planta baixa?
5 – Quantos apartamentos em cada prédio? Qual a área individual dos apartamentos?
6 – Quantos banheiros existem em cada apartamento?
7 – Quanto tempo o prédio está em uso?
8 – Quais os tipos de tubulações utilizadas na água fria, água quente e esgoto sanitário?
9 – Quais os problemas encontrados nas áreas comuns?

9.a – Água fria
9.b – Água quente
9.c – Esgoto
9.d – Águas pluviais
10 – Quais os principais reclamos dos condôminos em suas áreas privativas?
10.a – Água fria
10.b – Água quente
10.c – Esgoto
10.d – Águas pluviais
11 – Existe registro de patologias? Qual é o procedimento adotado?
12 – Qual a solução adotada para a correção das patologias na água fria?
13 – Qual a solução adotada para a correção das patologias na água quente?
14 – Qual a solução adotada para a correção das patologias no esgoto sanitário?
15 – Qual a solução adotada para a correção das patologias em Águas pluviais
16 – Quantos anos de garantia o condomínio recebeu para as instalações hidro-sanitárias?
17 – Qual a destinação final dos efluentes sanitários?
18 – Qual o tipo de aquecimento para o sistema de água quente?

19 – Em que pavimento está instalada a Válvula Redutora de Pressão?
20 – A válvula redutora de pressão é blindada ou regulável?
21 – Dentre os sistemas de água fria, água quente e esgoto, em qual há mais dificuldade para a correção dos problemas patológicos?
22 – Qual a patologia mais difícil para a terapia (correção)?
23 – Qual o tipo de descarga nos vasos sanitários?

Entrevistador:_____