

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL

**DIRETRIZES PARA LICITAÇÕES DE PROJETOS DE SISTEMAS
PREDIAIS DE ÁGUA FRIA E ESGOTO SANITÁRIO EM CAMPUS
UNIVERSITÁRIOS**

MARCELO PINARELLI COVER

São Carlos - SP
2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL

**DIRETRIZES PARA LICITAÇÕES DE PROJETOS DE SISTEMAS
PREDIAIS DE ÁGUA FRIA E ESGOTO SANITÁRIO EM CAMPI
UNIVERSITÁRIOS**

MARCELO PINARELLI COVER

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Construção Civil.

Área de concentração:

Racionalização, Avaliação e Gestão de Processos e Sistemas Construtivos

Orientador:

Prof. Dr. Simar Vieira de Amorim

São Carlos - SP
2012

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

C873dL

Cover, Marcelo Pinarelli.

Diretrizes para licitações de projetos de sistemas prediais de água fria e esgoto sanitário em campi universitários / Marcelo Pinarelli Cover. -- São Carlos : UFSCar, 2012. 117 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2012.

1. Construção civil. 2. Sistemas prediais. 3. Projeto. 4. Diretrizes - elaboração. 5. Patologia da construção. I. Título.

CDD: 690 (20^a)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil
Rod. Washington Luís, Km 235
13565-905 – São Carlos – SP
Fone: (16) 3351-8261 Fax (16) 3351-8262
e-mail: ppgeciv@ufscar.br site: www.ppgeciv.ufscar.br

**“DIRETRIZES PARA LICITAÇÕES DE PROJETOS DE SISTEMAS PREDIAIS DE ÁGUA FRIA E
ESGOTO SANITÁRIO EM CAMPI UNIVERSITÁRIOS.”**

MARCELO PINARELLI COVER

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada em trinta e um de julho de 2012.

Banca Examinadora constituída pelos membros:

Prof. Dr. Simar Vieira de Amorim
Departamento de Engenharia Civil/PPGECiv/UFSCar
Orientador

Profª Drª Marina Sangoi de Oliveira Ilha
Departamento de Arquitetura e Construção/FEC/UNICAMP
Examinador externo

Prof. Dr. Douglas Barreto
Departamento de Engenharia Civil/UFSCar
Examinador interno

COVER, M. P. **Diretrizes para licitações de projetos de sistemas prediais de água fria e esgoto sanitário em campi universitários.** 117p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

RESUMO

No contexto dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários (SPHS), a etapa projeto pode ser a responsável por considerável parcela de manifestações patológicas que venham a surgir na edificação após sua ocupação. O surgimento de tais problemas impacta negativamente a qualidade do ambiente, gerando uma demanda precoce por manutenções corretivas, tendo como consequência maiores custos, e reduzindo a vida útil do sistema. Neste contexto, a presente dissertação tem como objetivo propor diretrizes que possam ser utilizadas em licitações de projetos de sistemas prediais de água fria (SPAF) e de esgoto sanitário (SPES) em campi universitários. O método utilizado para a obtenção dos resultados foi o estudo de caso. Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico abordando os sistemas estudados, conceitos de desempenho, assim como uma coletânea de estudos sobre manifestações patológicas, que serviram para conceituar o trabalho. As diretrizes, resultado final da pesquisa, foram então desenvolvidas, com base em um levantamento de requisitos e critérios de desempenho para projetos presentes na NBR 15575-6: Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos – Desempenho – Parte 6: Sistemas hidrossanitários (ABNT, 2008) e na experiência do autor na área. A seguir essas diretrizes foram aplicadas em dois projetos no Campus São Carlos da Universidade Federal de São Carlos, e feita a análise dos resultados.

Palavras-chave: Construção Civil. Sistemas Prediais. Projeto. Diretrizes. Patologia das Construções.

Cover, Marcelo P. **Guidelines for bidding for projects of building systems of cold water and sanitary sewage in university campuses.** São Carlos – SP. Civil Engineering Department, Federal University of São Carlos, 2012. 117 pages. Master Dissertation.

ABSTRACT

In the context of the plumbing systems, the design stage may be responsible for considerable parcel of pathological manifestations that may occur after the building occupation. These problems can bring negative impact for the users, considering the built environment, and also demands premature maintenance with respective extra costs, which may decrease the building lifetime. In this context, this dissertation aims to propose guidelines that can be used in the bidding for projects of building systems of cold water and sanitary sewer in university campuses. The method used for the research was the case study. Firstable, a bibliographic survey was carried out by addressing the systems studied, the concepts of performance evaluations, as well as a collection of studies on pathologies, that had served to appraise the work. The guidelines, final result of this research, was developed, based on a survey of criteria and performance requirements present in the NBR 15575: 2008 – Residential buildings of up to five floors – Performance (ABNT, 2008), and based else in the author experience in the area. After that, two projects on Campus Are Carlos from the Federal University of São Carlos were analysed, as practice demonstration of the obtained results.

Key-words: Construction. Plumbing systems. Project. Guidelines. Construction pathology.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – Total de manutenções gerais e em SPAF e SPES, na UFSCar, Campus São Carlos, entre 2007 e 2010.....	4
Tabela 2.1 – Distribuição percentual de defeitos e nº de incidências em 8 Construtoras e 52 Edifícios.....	27
Tabela 2.2 – Incidência de manifestações patológicas em sistemas de água fria em escolas públicas.....	31
Tabela 2.3 – Incidência de manifestações patológicas em sistemas de esgoto sanitário em escolas públicas.....	32
Tabela 2.4– Ocorrências mensais de problemas patológicos em 6 edifícios de construtora da cidade de Ribeirão Preto-SP, no período de agosto de 2004 a outubro de 2006.....	35
Tabela 2.5– Vida útil de projeto (VUP) mínima e superior.....	44
Tabela 4.1 – Tabela de aplicação de diretrizes de SPAF no Projeto A.....	91
Tabela 4.2 – Tabela de aplicação de diretrizes de SPAF no Projeto B.....	93
Tabela 4.3 – Tabela de aplicação de diretrizes de SPES no Projeto A.....	94
Tabela 4.4 – Tabela de aplicação de diretrizes de SPES no Projeto B.....	95
Tabela 4.5 – Resumo de atendimento às diretrizes.....	96

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Sistema de abastecimento indireto RI-RS, na UFSCar.....	9
Figura 2.2 - Configuração geral de um SPAF em um edifício com sistema RI-RS.....	15
Figura 2.3 - Esquema típico de um sistema de medição individualizada com as nomenclaturas sugeridas para um edifício com reservatório superior.....	18
Figura 2.4 – Identificação das causas de um sistema predial inadequado.....	25
Figura 2.5 – Incidência de manifestações patológicas nos edifícios, por sistema predial.....	34
Figura 2.6 – Gráfico da distribuição geral dos índices de patologias por grupo.....	36
Figura 2.7 – Desempenho ao longo do tempo.....	43
Figura 3.1– Fluxograma de método de pesquisa.....	51
Figura 4.1 – Área de alojamentos na UFSCar, Campus São Carlos.....	64
Figura 4.2 – Leiaute de apartamento do Alojamento Estudantil (Projeto A).....	65
Figura 4.3 – Leiaute dos banheiros do Alojamento Estudantil.....	66
Figura 4.4 – Leiaute da cozinha e área de serviço do Alojamento Estudantil.....	66
Figura 4.5: (a) e (b) - Enchimentos executados na lavanderia e banheiro.....	67
Figura 4.6 – Edifício de laboratórios.....	67
Figura 4.7: (a) - Projeto do laboratório de química (b) – Laboratório de química.....	68
Figura 4.8: (a) - Projeto do Laboratório de Física (b) – Laboratório de Física.....	69
Figura 4.9 – Sistema de fixação no Projeto A (a) e Projeto B (b).....	71
Figura 4.10 – Detalhe do projeto de furação do Projeto A.....	72
Figura 4.11: (a) e (b) – Furações para passagens de tubulações.....	72

Figura 4.12: (a) e (b) – Shaft do Projeto B, visto pelo pavimento térreo.....	74
Figura 4.13 – Detalhe executivo de caixas de inspeção no projeto do Edifício de Laboratórios.....	76
Figura 4.14 – Descidas do SPAF em paredes de divisa banheiros/dormitórios.....	79
Figura 4.15 – Tubulações aparentes do SPES no pavimento térreo.....	79
Figura 4.16: (a) – Tubulações embutidas em alvenaria (Projeto A) - (b) – Tubulações dentro de enchimentos (Projeto A).....	82
Figura 4.17: (a) – Tubulações embutidas em alvenaria e aparentes (Projeto B) - (b) – Tubulações em shafts (Projeto B).....	82
Figura 4.18 - Adequação de piso para captação de água do chuveiro lava-olhos (Projeto B).....	84
Figura 4.19 – Detalhamento do terminal de ventilação (Projeto A).....	86
Figura 4.20– Acessibilidade em banheiro do Projeto A.....	88
Figura 4.21 – Acessibilidade em banheiro do Projeto B.....	88
Figura 4.22 – Gráfico de aplicação de diretrizes de SPAF no Projeto A.....	92
Figura 4.23 – Gráfico de aplicação de diretrizes de SPAF no Projeto B.....	93
Figura 4.24 – Gráfico de aplicação de diretrizes de SPES no Projeto A.....	95
Figura 4.25 – Gráfico de aplicação de diretrizes de SPES no Projeto B.....	96

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Principais sistemas prediais de água fria.....	10
Quadro 2.2 – Quadro comparativo entre os diversos tipos de SPAF.....	11
Quadro 2.3 – Origem dos problemas patológicos.....	26
Quadro 2.4 – Parâmetros para verificação de manifestações patológicas em SPHS.....	28
Quadro 2.5 – Recomendações para a prevenção de patologias no sistema de aparelhos sanitários.....	37
Quadro 2.6 – Proposta de requisitos de desempenho para SPHS.....	41
Quadro 2.7 Exigências do usuário segundo NBR-15575.....	45
Quadro 2.8– Exigências do usuário segundo NBR-15575.....	45
Quadro 3.1 – As situações relevantes para os diferentes métodos de pesquisa	50
Quadro 4.1 – Quadro de diretrizes para projetos com base em segurança estrutural.....	53
Quadro 4.2 – Quadro de diretrizes para projetos com base em segurança contra incêndio.....	54
Quadro 4.3 – Quadro de diretrizes para projetos com base em segurança no uso e operação.....	55
Quadro 4.4 – Quadro de diretrizes para projetos com base em estanqueidade.....	56
Quadro 4.5 – Quadro de diretrizes para projetos com base em desempenho acústico...	56
Quadro 4.6 – Quadro de diretrizes para projetos com base em durabilidade e manutenibilidade.....	57
Quadro 4.7 – Quadro de diretrizes para projetos com base em saúde, higiene e qualidade do ar.....	60
Quadro 4.8 – Quadro de diretrizes para projetos com base em segurança no uso e operação.....	61

Quadro 4.9 – Quadro de diretrizes para projetos com base em conforto tátil e antropodinâmico.....	62
Quadro 4.10 – Quadro de diretrizes para projetos com base em adequação ambiental.....	62
Quadro 4.11 – Atendimento às diretrizes para projetos com base em segurança estrutural.....	70
Quadro 4.12 – Atendimento às diretrizes para projetos com base em segurança contra incêndio.....	73
Quadro 4.13 – Atendimento às diretrizes para projetos com base em segurança no uso e operação.....	75
Quadro 4.14 – Atendimento às diretrizes para projetos com base em estanqueidade.....	77
Quadro 4.15 – Atendimento às diretrizes para projetos com base em desempenho acústico.....	78
Quadro 4.16 – Atendimento às diretrizes para projetos com base em durabilidade e manutenibilidade.....	80
Quadro 4.17 – Atendimento às diretrizes para projetos com base em saúde, higiene e qualidade do ar.....	85
Quadro 4.18 – Atendimento às diretrizes para projetos com base em segurança no uso e operação.....	87
Quadro 4.19 – Atendimento às diretrizes para projetos com base em conforto tátil e antropodinâmico.....	89
Quadro 4.20 – Atendimento às diretrizes para projetos com base em adequação ambiental.....	89

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Justificativa	3
1.2. Objetivos	4
1.2.1 Objetivo principal	4
1.2.2 Objetivos específicos	4
1.3. Estrutura do Trabalho	5
2. REVISÃO DA LITERATURA	7
2.1. Caracterização dos sistemas prediais objetos da pesquisa	7
2.1.1. Sistema predial de água fria (SPAF)	7
2.1.2. Sistema predial de esgoto (SPES)	20
2.2. Manifestações patológicas em SPHS	23
2.3. Desempenho	39
2.3.1. Desempenho e os SPHS	39
2.3.2. A norma brasileira de desempenho NBR 15575-2008	42
2.3.3. A lei de licitações (Lei nº 8666/1993) e a aplicabilidade do conceito de desempenho	47
2.3.4. Manual do usuário	48
3. MÉTODO DE PESQUISA	50
4. RESULTADOS	52
4.1. Diretrizes para os projetos de SPAF e SPES	52
4.2. Aplicação das diretrizes propostas em edifício de alojamento estudantil e edifício de laboratórios na UFSCar	63
4.3. Índices de atendimento às diretrizes propostas	91
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
APÊNDICE A - Requisitos e Critérios de desempenho para projetos de SPES e SPAF existentes na NBR 15575	107

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas prediais hidráulicos e sanitários (SPHS), que compreendem os sistemas de água fria, água quente, prevenção e combate a incêndios, esgoto sanitário e água pluvial, por possuírem a característica de serem sistemas em constante funcionamento, por vezes chamado de “parte-viva” da edificação, e também por apresentarem uma gama de interfaces com os outros sistemas e subsistemas, lideram as estatísticas de manutenções realizadas em edificações em geral. Boschetti (2010), em um universo de sessenta e cinco obras, concluiu que os SPHS em conjunto com os sistemas de elétrica, lideram os índices de falhas levantadas. Segundo Ilha (2009), são “características inerentes aos SPHS a complexidade funcional intrínseca e a inter-relação dinâmica dos seus diversos subsistemas, além da enorme variedade de materiais e equipamentos constituintes”. Essa inter-relação com outros sistemas torna as manutenções em SPHS trabalhosas e onerosas. De acordo com Benedicto (2009), tais sistemas são responsáveis diretos pelas condições de saúde e higiene, requeridas para a habitação, além de apoiarem várias funções humanas nela desenvolvidas (cocção de alimentos, higiene pessoal, condução de esgotos, etc.). Gnipper (2010) afirma que ao longo da vida útil da edificação, seus usuários se sujeitam, com maior ou menor frequência, às consequências das manifestações patológicas que nela venham a surgir, destacadamente aquelas relacionadas aos SPHS. Ainda de acordo com o autor:

As manifestações patológicas frequentes nos SPHS do edifício não envolvem sérios riscos à vida ou à saúde de seus usuários, porém, costumam causar transtornos, aborrecimentos e desconfortos, em geral associados aos sintomas comuns de suas manifestações, sejam estas vazamentos, ruídos, obstruções frequentes em tubulações, mau cheiro e refluxos em SPES, insuficiência de pressões, entre outros.

Assim, pode-se afirmar que falhas nesses sistemas podem causar um impacto relativamente grande na qualidade global da edificação, frente aos seus usuários.

Uma manifestação patológica pode ter sua origem em uma ou mais etapas que compõem o processo de produção de uma edificação, podendo ocorrer a partir de omissões na etapa de levantamento de necessidades do usuário, falhas no projeto básico ou executivo, problemas de execução, utilização inadequada, manutenções insuficientes, entre outros.

Algumas pesquisas, citadas ao longo da presente dissertação, apontam que parcela considerável das manifestações patológicas ocorrentes em edificações está ligada às falhas na etapa de projeto. Manifestações essas que resultam em defeitos, retrabalhos, gastos acima do estimado e manutenções frequentes, diminuindo a qualidade frente ao usuário. Gus e Formoso (1995) afirmam que aproximadamente 50% dos defeitos na construção são provenientes de decisões, ou da falta delas, na etapa de projetos. O conceito de “defeitos” adotado pelos autores poderia ser entendido como uma forma de manifestação patológica decorrente de falhas de desempenho, e normalmente são notados no período de pós-ocupação da edificação, obrigando o usuário a recorrer a manutenções e intervenções. De acordo com Almeida (1994), “o acúmulo de intervenções não planejadas pode aumentar a velocidade de degradação dos sistemas prediais, fazendo com que pequenos reparos não mais sejam suficientes, sendo necessárias intervenções de caráter mais profundo e com consequente aumento de custos”.

Atualmente, a construção civil tem alcançado grandes avanços tecnológicos na área de SPHS, com o desenvolvimento de novos materiais e tecnologias, fatos que certamente diminuem a incidência de manifestações patológicas. Entretanto, um projeto deve ir além da aplicação das normas prescritivas respectivas a cada sistema, mas também englobar conceitos como durabilidade, detalhamento executivo, manutenibilidade e atendimento às necessidades do usuário ao longo da vida útil do sistema, sempre englobando uma visão holística da edificação, de modo a considerar as interfaces com os outros subsistemas constituintes. Ao contemplar conceitos de desempenho nas diretrizes propostas no resultado final, a presente dissertação figura como uma alternativa para o desenvolvimento e a aplicação desses conceitos, de modo que possam impactar positivamente na qualidade de um projeto, e, consequentemente, na qualidade final da edificação.

O presente estudo visa o aumento da qualidade dos SPHS, especificamente dos sistemas prediais de água fria (SPAF) e esgoto sanitário (SPES), através do desenvolvimento e proposição de diretrizes que possam ser introduzidas em licitações de projetos destes respectivos sistemas em campi universitários.

1.1. Justificativa

Problemas nos SPHS podem ter diversas origens, como falhas ou omissões de projeto, manutenções insuficientes, emprego de materiais de qualidade inferior, ausência de especificações e detalhamentos adequados em projeto, que acabam por levar a improvisações no momento da execução, abrindo margem para o surgimento de futuros problemas, dificultando a manutenibilidade, e conseqüentemente, diminuindo a qualidade para o usuário do sistema, assim como a vida útil do mesmo e da edificação como um todo.

Uma manifestação patológica pode ter sua origem em apenas uma falha, seja em projeto, execução ou utilização, ou a uma somatória delas. Ao trabalhar-se na etapa projeto, incorporando-se diretrizes baseadas em requisitos e critérios de desempenho, é de se esperar que ocorra um impacto positivo na qualidade final do produto, uma vez que pontos suscetíveis a falhas podem ser reduzidos.

Para Aguilera (2005), “a maior dificuldade, e também necessidade, no que tange aos processos de projeto e produção, é assegurar que sejam aplicados os conhecimentos existentes referentes à qualidade”, afirmando que uma das ferramentas é a comunicação, tanto na etapa projeto, como na execução e posteriormente em sua utilização, operação e manutenção, que não devem somente ser compreendidas, mas efetuadas corretamente. Complementa afirmando que “a participação de engenheiros e arquitetos é essencial na elaboração de detalhes de projeto, bem como na busca de melhores e efetivos controles de qualidade, que se traduzam em durabilidade quanto ao uso e manutenção do edifício de forma adequada”.

A implantação de projetos com melhor nível de detalhamento não somente promove uma melhor execução, mas também facilita os trabalhos por parte das equipes de fiscalização, colaborando para uma provável queda no surgimento de falhas futuras.

Desta forma, este trabalho figura como uma alternativa para o aumento da qualidade do ambiente construído e aumento da satisfação do usuário, e visando uma queda

na ocorrência de manutenções, promovendo a padronização, e a manutenibilidade quando intervenções corretivas forem necessárias. A escolha por restringir a pesquisa aos SPAF e SPES justifica-se pelo fato de que, na bibliografia consultada, estes sistemas lideram as estatísticas de defeitos dentro do universo dos SPHS. De acordo com Cover (2010), em sua pesquisa realizada no campus São Carlos da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), os SPAF e SPES corresponderam a 8,67% do total de manutenções entre 2007 e 2010.

Tabela 1.1 – Total de manutenções gerais e em SPAF e SPES, na UFSCar, Campus São Carlos, entre 2007 e 2010

ANO	Nº TOTAL DE OCORRÊNCIAS	Nº DE OCORRÊNCIAS EM SPAF e SPES	
2007	1.510	151	10,00%
2008	1.658	145	8,75%
2009	2.095	163	7,78%
2010	1.461	124	8,49%
TOTAL	6.724	583	8,67%

As diretrizes propostas neste estudo poderão futuramente modificadas ou mais profundamente desenvolvidas, de acordo com as tipologias particulares dos projetos a serem executados, favorecendo a disseminação do conhecimento relativo a desempenho de projetos, promovendo um aumento da qualidade final da edificação.

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal deste trabalho é a proposição de diretrizes para utilização em licitações de projetos de SPAF e SPES em campi universitários.

1.2.2 Objetivos específicos

São objetivos específicos da presente dissertação:

- levantar requisitos e critérios de desempenho relativos a projetos inseridos na NBR 15575-6 (ABNT, 2008);

- analisar dois projetos de SPAF e SPES em edifícios no Campus São Carlos da UFSCar, para verificação do atendimento às diretrizes desenvolvidas;

1.3. Estrutura do Trabalho

O presente trabalho está dividido em cinco capítulos principais: introdução, revisão da literatura, método, resultados, discussões e conclusões, mais o apêndice. Sua estruturação é feita da seguinte forma:

Capítulo 1 – INTRODUÇÃO

Apresenta os aspectos iniciais que motivaram e delinearão por parte do pesquisador o presente trabalho, justificando-os. A seguir é definido o objetivo principal, assim como os objetivos específicos. Este capítulo finaliza-se com a apresentação da estrutura do trabalho.

Capítulo 2 – REVISÃO DA LITERATURA

Contextualiza os temas relacionados à pesquisa desenvolvida, conforme os subitens abaixo.

2.1 – Caracteriza os sistemas estudados, SPAF e SPES, apresentando as suas principais configurações e materiais.

2.2 – Apresenta estudos relativos a manifestações patológicas em SPHS, dando-se ênfase aos que constituem o foco da presente pesquisa.

2.3 – Conceitua desempenho e sua interação dentro dos SPHS. São apresentados subitens relativos à norma brasileira de desempenho, descrevendo-se suas principais características, e os aspectos da Lei de Licitações nº 8.666 (1993) e o manual do usuário.

Capítulo 3 – MÉTODO DE PESQUISA

3.1 – Apresenta o método de pesquisa utilizado para a proposição das diretrizes de projeto, objetivo final do trabalho.

Capítulo 4 – RESULTADOS

Apresenta os resultados da pesquisa, divididos nos subitens:

4.1 – Apresenta as diretrizes para licitações de projetos de SPAF e SPES para campi universitários, objetivo principal da pesquisa.

4.2 – São apresentados os edifícios cujos projetos dos SPAF e SPES são analisados, e na sequência é feita a análise, com base nas diretrizes propostas no subitem anterior.

4.3 – Apresenta os índices resultantes da aplicação das diretrizes para projetos de SPAF e SPES.

Capítulo 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 - São apresentadas considerações sobre os resultados alcançados e proposições em relação a uma possível continuidade da pesquisa.

Apêndices

Apêndice A - Apresenta os critérios e requisitos de desempenho relativos a projeto do SPES e do SPAF levantados na norma de desempenho NBR 15575-6 (ABNT, 2008).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2. REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo apresenta uma revisão da literatura relativa aos SPAF e SPES, caracterizando-os tecnicamente, descrevendo os principais sistemas e apresentando os materiais e componentes mais utilizados.

Na sequência, são abordados os principais conceitos e dados relativos às manifestações patológicas em SPHS, com foco em SPAF e SPES.

Finalizando o capítulo, são apresentados os principais fundamentos relativos ao desempenho desses sistemas, abordando os critérios e requisitos relativos à etapa projeto existentes na Norma de Desempenho NBR-15575-6 (ABNT, 2008) a “avaliação pós ocupação” (APO), a “avaliação durante a operação” (ADO), a lei de licitações e por fim o manual do usuário.

A contextualização teórica dos itens apresentados neste capítulo é fundamental para permitir a construção do conhecimento sobre o assunto que será desenvolvido na pesquisa.

2.1. Caracterização dos sistemas prediais objetos da pesquisa

As principais normas relativas aos SPAF e SPES são a NBR 5626 (ABNT, 1998) e NBR 8160 (ABNT, 1999), respectivamente. Nos subitens a seguir são abordados os principais conceitos inseridos em tais normas, assim como as principais configurações e materiais de tais sistemas.

2.1.1. Sistema predial de água fria (SPAF)

O sistema predial de água fria é composto por tubos, reservatórios, peças de utilização, equipamentos e outros componentes, e destina-se à condução de água fria da fonte

de abastecimento aos pontos de utilização, em quantidade e qualidade adequadas ao seu uso. Por água fria, entende-se a água à temperatura proporcionada pelas condições do ambiente.

A norma relativa ao sistema predial de água fria é a NBR 5626 (ABNT, 1998) – Instalação predial de água fria, na qual são prescritos os materiais e componentes a serem utilizados, parâmetros de projeto, principais definições e demais referências normativas, além de discorrer sobre execução e manutenção deste sistema. Normas complementares padronizam outros componentes constituintes do sistema.

De acordo com a NBR 5626 (ABNT, 1998), os materiais e componentes empregados na instalação predial de água fria para os quais existem normas brasileiras, devem seguir suas correspondentes normas. A conformidade de tais materiais e componentes deve ser verificada, sendo recomendada a certificação de terceiros.

O SPAF pode ser dividido em direto, indireto e misto, cujas principais características são apontadas a seguir por Ilha e Gonçalves (1994).

No sistema direto, o abastecimento ocorre diretamente da rede pública, sem o uso de subsistema de reservação intermediário. Recomenda-se que somente seja utilizado quando houver garantia de regularidade e atendimento à vazão e pressão simultaneamente, o que torna este sistema pouco comum em nosso país. Ainda que menos utilizado, também pode ocorrer o direto com bombeamento, no qual a água é recalçada diretamente do subsistema de alimentação (público ou não) até as peças de utilização da edificação. Esta tipologia pode ser projetada em casos em que a água disponível na rede pública não apresente pressão suficiente para ser utilizada no sistema, embora seja considerado que o fornecimento não sofra interrupções.

O sistema indireto caracteriza-se por possuir um subsistema de reservação. Os pontos de utilização podem ser abastecidos por gravidade ou por um subsistema de pressurização.

No sistema indireto por gravidade, cabe a um reservatório elevado a alimentação do subsistema de distribuição, sendo de três tipos:

- com reservatório superior (RS);
- com bombeamento;

- com reservatório inferior e superior (RI-RS).

No sistema indireto RS, o sistema de abastecimento deve ocorrer em condições hidráulicas adequadas que permitam a elevação da água até o reservatório superior. Esta configuração é muito difundida apenas em residências térreas e sobrados, devido às variações de pressão na rede pública de acordo com o horário e o consumo na região.

No sistema indireto com bombeamento, o alimentador predial é equipado com válvula de bóia, e conta com um subsistema de recalque que eleva a água até o reservatório superior, de onde abastece a rede de distribuição por gravidade. Trata-se de uma solução indicada para situações onde as condições hidráulicas não forem suficientes para que o sistema de abastecimento consiga promover a elevação da água até o reservatório superior.

O sistema indireto RI-RS caracteriza-se pela presença de um reservatório inferior, de onde a água é bombeada até um reservatório superior, através de um subsistema de recalque. Trata-se de uma configuração muito comum em edifícios de médio e grande porte ou em locais onde o abastecimento da rede pública apresenta variações consideráveis em pressão e descontinuidades no fornecimento.

Em locais como escolas, universidades, clubes, onde existam pontos de abastecimento espalhados em várias edificações relativamente próximas, é comum a configuração de um sistema indireto RI-RS comum às edificações abastecidas, conforme pode ser visto na Figura 2.1.



Figura 2.1 – Sistema de abastecimento indireto RI-RS, na UFSCar

Fonte: Arquivo próprio

Ainda de acordo com Ilha e Gonçalves (1994), tem-se o sistema indireto hidropneumático, no qual o subsistema de distribuição é alimentado através de um tanque de pressão contendo água e ar. Este sistema pode ser sem bombeamento ou com bombeamento e reservatório inferior.

O sistema hidropneumático sem bombeamento é composto por um alimentador predial, um tanque de pressão (TP) e a rede de distribuição, sendo que a pressurização do tanque ocorre através do sistema de abastecimento.

O sistema hidropneumático com bombeamento e reservatório inferior é composto pelo alimentador predial com válvula, um reservatório inferior, uma instalação elevatória e um tanque de pressão. Em seu funcionamento, o tanque de pressão é acionado de acordo com a pressão disponível na rede de distribuição, por meio de um pressostato.

Assim, os sistemas de distribuição de água fria podem ser classificados conforme a Quadro 2.1, enquanto o Quadro 2.2 sintetiza as principais vantagens de cada sistema.

Quadro 2.1 – Principais sistemas prediais de água fria

SISTEMAS PREDIAIS DE ÁGUA FRIA	
1 . SISTEMA DIRETO	
	Sistema direto.
2 . SISTEMAS INDIRETOS	
Por gravidade	Sistema indireto RS (reservatório superior).
	Sistema indireto com bombeamento
	Sistema indireto RI-RS (reservatório inferior, reservatório superior).
	Sistema indireto hidropneumático sem bombeamento.
	Sistema indireto hidropneumático com bombeamento e reservatório inferior.

Quadro 2.2 – Quadro comparativo entre os diversos tipos de SPAF

Sistema de distribuição de água fria	Aspectos positivos	Aspectos negativos
Sistema direto	<ul style="list-style-type: none"> - menor custo (execução, estrutura de suporte); - simplicidade de instalação e operação; - dispensa energia elétrica; - ganho de área útil. 	<ul style="list-style-type: none"> - exposto às falhas de abastecimento e às variações de pressão na rede pública.
Sistema indireto RI-RS	<ul style="list-style-type: none"> - menos exposto às falhas de abastecimento. 	<ul style="list-style-type: none"> - custo de energia elétrica; - maior custo com estrutura, conseqüentemente, maiores prazos de execução; - perda de área para instalação de reservatórios; - possibilidade de contaminação da água nos reservatórios, demandando limpezas periódicas.
Sistema indireto RS	<ul style="list-style-type: none"> - menos exposto às falhas de abastecimento; - dispensa energia elétrica. 	<ul style="list-style-type: none"> - perda de área para instalação de reservatórios; - maior custo com estrutura e com a execução do sistema, que é mais complexo e longo, conseqüentemente, maiores prazos de execução; - possibilidade de contaminação da água nos reservatórios, demandando limpezas periódicas.

Quadro 2.2 – Quadro comparativo entre os diversos tipos de SPAF (continuação)

Sistema hidropneumático bombeamento	indireto sem	<ul style="list-style-type: none"> - possibilidade de fornecer pressão adequada em edifícios de vários pavimentos, sem necessidade de reservatório superior. - dispensa energia elétrica. 	<ul style="list-style-type: none"> - exposto às falhas de abastecimento e às variações de pressão na rede pública; - necessidade de manutenções periódicas no mecanismo hidropneumático.
Sistema hidropneumático bombeamento e reservatório inferior	indireto com	<ul style="list-style-type: none"> - menos exposto às falhas de abastecimento. - conta com sistema de reservação, porém não impacta nos custos estruturais e executivos por não possuir reservatório superior. 	<ul style="list-style-type: none"> - necessidade de manutenções periódicas no mecanismo hidropneumático; - perda de área para instalação de reservatório; - custo de energia elétrica; - possibilidade de contaminação da água no reservatório, demandando limpezas periódicas.

Em relação ao subsistema de distribuição, existem duas configurações atualmente: somente com medição coletiva no edifício e o subsistema com medição coletiva no edifício e com medição individual nos apartamentos.

Em relação aos principais componentes do sistema predial de água fria somente com medição coletiva no edifício, constam reservatório, tubulação e conexões (barrilete, coluna de distribuição, ramal, sub-ramal), aparelhos sanitários e peças de utilização (registros, torneiras, válvulas, etc.).

O reservatório é componente presente em sistemas indiretos. De acordo com Botelho e Ribeiro (2006), sua locação deve favorecer sua proteção sanitária, iluminação, ventilação e espaço, de forma que possa funcionar plenamente e permitir o acesso em eventuais manutenções. Ainda de acordo com o autor, manter tais características é vital para que seja garantida a qualidade do sistema, visto que reservatórios, pela sua natureza, são focos potenciais de problemas de potabilidade de água. Tratando-se de edifícios de muitos pavimentos ou edificações de maior porte, a reservação é de grande importância, tendo em

vista o volume de água necessário e alguns critérios técnicos e econômicos, como o tipo de estrutura necessária para dar suporte ao reservatório, e sua área ocupada. Entre seus principais elementos, estão o extravasor, o dispositivo de controle de nível, a tomada de água, e a tubulação de limpeza.

O extravasor é responsável pelo escoamento de eventuais excessos de água do reservatório, de modo a evitar seu transbordamento, e evidenciando uma eventual falha na torneira de bóia ou dispositivo de interrupção de abastecimento. Para que isto ocorra, o extravasor deve escoar livremente em local visível da edificação, evidenciando rapidamente e existência de alguma eventual falha no sistema.

Usado para o controle de entrada de água no reservatório, tem-se o dispositivo de controle de nível, que também é responsável pela manutenção do nível operacional desejado, além de prevenir contra eventuais contaminações do ramal de alimentação do reservatório. Quando o abastecimento ocorre por gravidade, normalmente é implantada uma torneira de bóia para controle de nível. De acordo com a NBR 14534 (ABNT, 2000), a torneira de bóia para reservatórios é o registro comandado por bóia, para instalação na alimentação do reservatório predial, destinado a interromper a entrada de água quando atingir o nível operacional máximo previsto do reservatório.

Quando é implantado um subsistema de recalque, normalmente são previstos dispositivos de comando automático, acionados pelo próprio nível da água. Tais dispositivos ficam localizados em ambos os reservatórios, inferior e superior, em cotas adequadas, de modo que quando a água chega ao nível mínimo no reservatório superior, o recalque seja acionado, desligando quando o nível atingir a cota máxima.

A tomada de água, responsável pela saída do reservatório para o subsistema de distribuição, deve ser preferencialmente localizada na parede oposta à da alimentação, no caso de reservatórios de maiores dimensões, de modo a evitar a formação de áreas estagnadas. O reservatório conta com uma tubulação de limpeza, que deve ficar em um dos cantos do mesmo, com declividade em sua direção, e deve ser dotada de um registro de fechamento. Além de ser utilizada para limpeza, também é útil no caso de manutenções em que é preciso o esvaziamento total.

O conjunto formado pelas tubulações do subsistema de distribuição presentes no reservatório superior recebe o nome de barrilete, e alimenta as colunas de água fria. Podem

ser de dois tipos, o concentrado e o ramificado. A diferença básica entre ambos é que no tipo concentrado os registros de operação ficam restritos a uma pequena área, promovendo a facilidade de operação. Já no ramificado, existe um maior espaço entre os registros, mas sua configuração permite uma certa economia de tubulações.

Colunas de distribuição são tubulações que se originam no barrilete, e seguem verticalmente através da edificação, interligando-se aos ramais. De acordo com a NBR 5626 (ABNT, 1998), deve haver uma proteção para que não ocorra retrossifonagem, e esta proteção pode ocorrer:

- através da instalação de aparelhos passíveis de retrossifonagem em coluna, barrilete e reservatório independente, com única finalidade de abastecê-los;
- por meio da instalação de aparelhos passíveis de retrossifonagem em coluna comuns a outros aparelhos, desde que seu sub-ramal esteja protegido por dispositivo quebrador de vácuo, ou acrescentando uma tubulação de ventilação.

De acordo com Botelho e Ribeiro (2006), cada coluna deverá conter um registro de fechamento, posicionado à montante do primeiro ramal. Interligando as colunas de distribuição às peças de utilização, estão os ramais e sub-ramais. Os ramais derivam das colunas de distribuição, e conectam-se aos sub-ramais, nos quais estão conectados os pontos de utilização. De modo geral, o sistema de água fria de um edifício configura-se de acordo com a Figura 2.2.

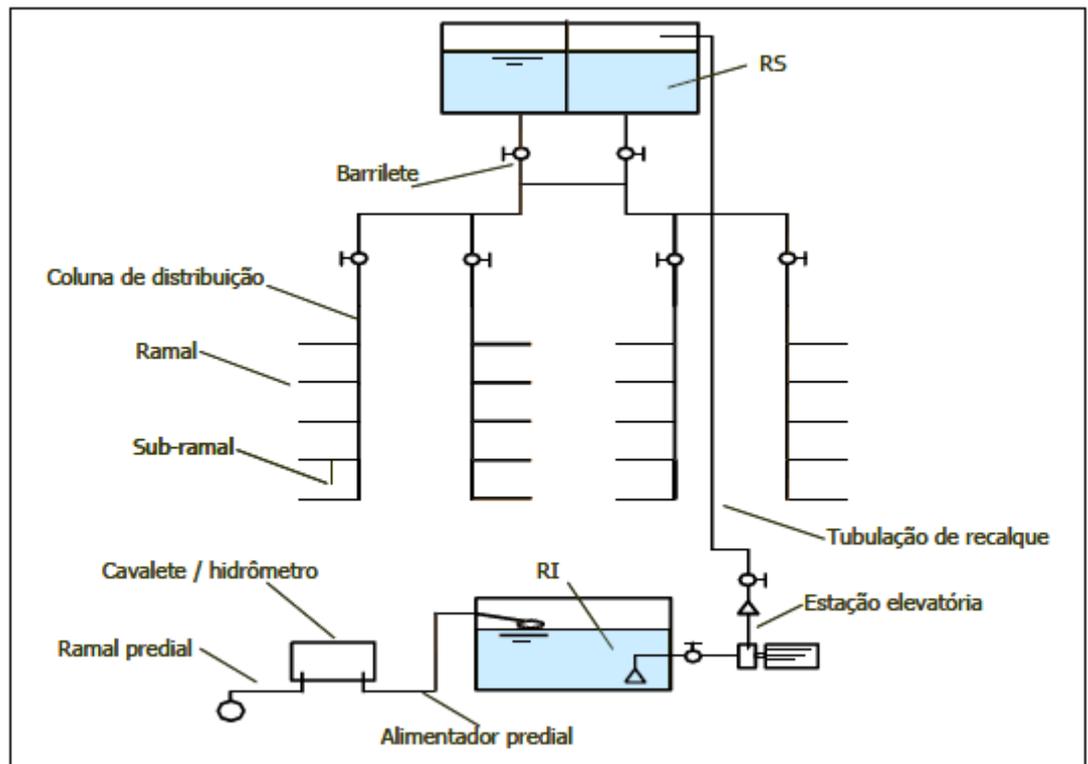


Figura 2.2 – Configuração geral de um SPAF em um edifício com sistema RI-RS

Fonte: Sautchúk. et al. (2008)

Um sistema predial de água fria deve promover a economia de uso, de forma a evitar ou diminuir desperdícios ou consumos excessivos. A NBR 5626 (ABNT 1998) apresenta alguns requisitos, entre os quais a questão relativa à economia de insumos, de modo a promover a economia de água e de energia no sistema.

De forma cada vez mais presente em edifícios de vários apartamentos ou outras tipologias de habitações coletivas, o subsistema com medição coletiva no edifício e com medição individual nos apartamentos apresenta-se como uma alternativa para a redução no consumo de água. De acordo com Sautchúk. et al. (2008), entende-se esse sistema como aquele “que permite a quantificação do consumo de todos os componentes de utilização de água quente e fria de cada unidade autônoma possibilitando o gerenciamento do insumo e a redução de desperdício”. Partindo desta premissa, o autor complementa que o sistema de medição deve ser compreendido como um sistema a ser inserido no sistema predial de água que, por sua vez, é parte integrante do edifício. Portanto, deve-se sempre considerar as interações entre este novo sistema e os existentes, para que não sejam comprometidos o desempenho e a qualidade da água. Outro aspecto importante é o de viabilidade técnica e econômica. O sistema de medição deve apresentar, idealmente, entre outros:

- confiabilidade da medição;
- simplicidade e praticidade de implantação: execução ou reforma necessária;
- simplicidade e praticidade de operação: acesso facilitado e controlado para leitura visual, verificação e manutenção, possibilidade de leitura remota;
- possibilidade de manutenção: existência de suporte técnico para o sistema por parte do fabricante ou prestador de serviço ao longo da vida útil do sistema;
- custos de implantação, operação e manutenção compatíveis com os benefícios econômicos, ambientais e sociais esperados (potencial de economia de água e justiça na atribuição dos consumos a cada unidade autônoma).

Segundo Sautchúk. et al. (2008), sendo adotadas estas premissas, definem-se os equipamentos de medição, os hidrômetros, em virtude de características como:

- capacidade de integração das funções de medição, totalização e armazenamento de dados em dimensões reduzidas;
- facilidade de emprego, pois sistemas complementares como conversor de vazão para volume, totalizador do volume consumido, armazenador de dados, alimentador de energia, entre outros, são dispensáveis;
- robustez dos medidores face às diversas condições de exposição e de uso;
- simplicidade de manutenção considerando-se sua ampla difusão com a existência de diversos fabricantes estabelecidos no país;
- custos reduzidos em relação a outros tipos de medidores como, por exemplo, eletromagnéticos e ultra-sônicos.

Ainda de acordo com a autora, as especificações de louças, metais sanitários e equipamentos hidráulicos são um dos fatores que determinam o maior ou menor consumo de água em uma edificação, ao longo de sua vida útil, de modo que, preferivelmente, sejam especificados equipamentos cujos componentes apresentam maior durabilidade para viabilizar os custos provenientes de manutenção.

O sistema com medição coletiva no edifício baseia-se na divisão do consumo total no período pelo número de apartamentos. Desse modo, todos os usuários do sistema receberão o mesmo valor em sua conta, independente do consumo realizado, e isso acaba por trazer situações injustas, como a mesma cobrança para apartamentos sejam eles compostos por um único morador ou uma família, ou mesmo a cobrança para apartamentos cujos usuários estejam ausentes por longos períodos. Tal política não favorece a implantação de hábitos individuais que promovam a economia de água, além de não permitir que ocorra um rastreamento de eventuais vazamentos dentro de apartamentos, que caso contrário poderiam passar despercebidos durante longos períodos. De acordo com Nunes et al. (2008), essa forma tradicional de rateio é, na maioria das vezes, inadequada e injusta, de modo que a implantação de subsistema com medição coletiva no edifício e com medição individual nos apartamentos nestas tipologias, vem sendo uma exigência da sociedade em geral e também uma estratégia de marketing das construtoras. Ainda de acordo com os autores, esse sistema vem sendo cada vez mais solicitado pela sociedade com o intuito de permitir a justa cobrança de água efetivamente consumida nas unidades habitacionais.

De acordo com Coelho (2002), “com o sistema de medição tradicional, o usuário normalmente não se sente motivado a reduzir o seu consumo, não é motivado para a utilização racional de água e como resultado o consumo do edifício fica 30% maior, chegando este aumento algumas vezes a alcançar até 40% do consumo necessário”. Assim, a medição individual do consumo de água nos apartamentos induz a mudança de hábitos de consumo, favorecendo então a redução do desperdício. Ainda de acordo com o autor, outro fator importante é que o usuário sente-se mais satisfeito já que pagará por seu consumo real.

De acordo com a Figura 2.3, Sautchúk. et al. (2008) descreve os principais elementos do subsistema com medição coletiva no edifício e com medição individual nos apartamentos como sendo:

- alimentador predial – tubulação que liga a fonte de abastecimento a um reservatório de água de uso doméstico;
- coluna de distribuição (CD) – trecho que alimenta os ramais de alimentação quando ela tem origem no reservatório superior;
- ramal de alimentação (RA) – trecho entre a coluna de distribuição e o hidrômetro.

- ramal de distribuição principal (RDP) – trecho a jusante do hidrômetro que alimenta os ramos de distribuição secundários (RDS).
- ramal de distribuição secundário (RDS) – trecho que alimenta dois ou mais pontos de utilização.

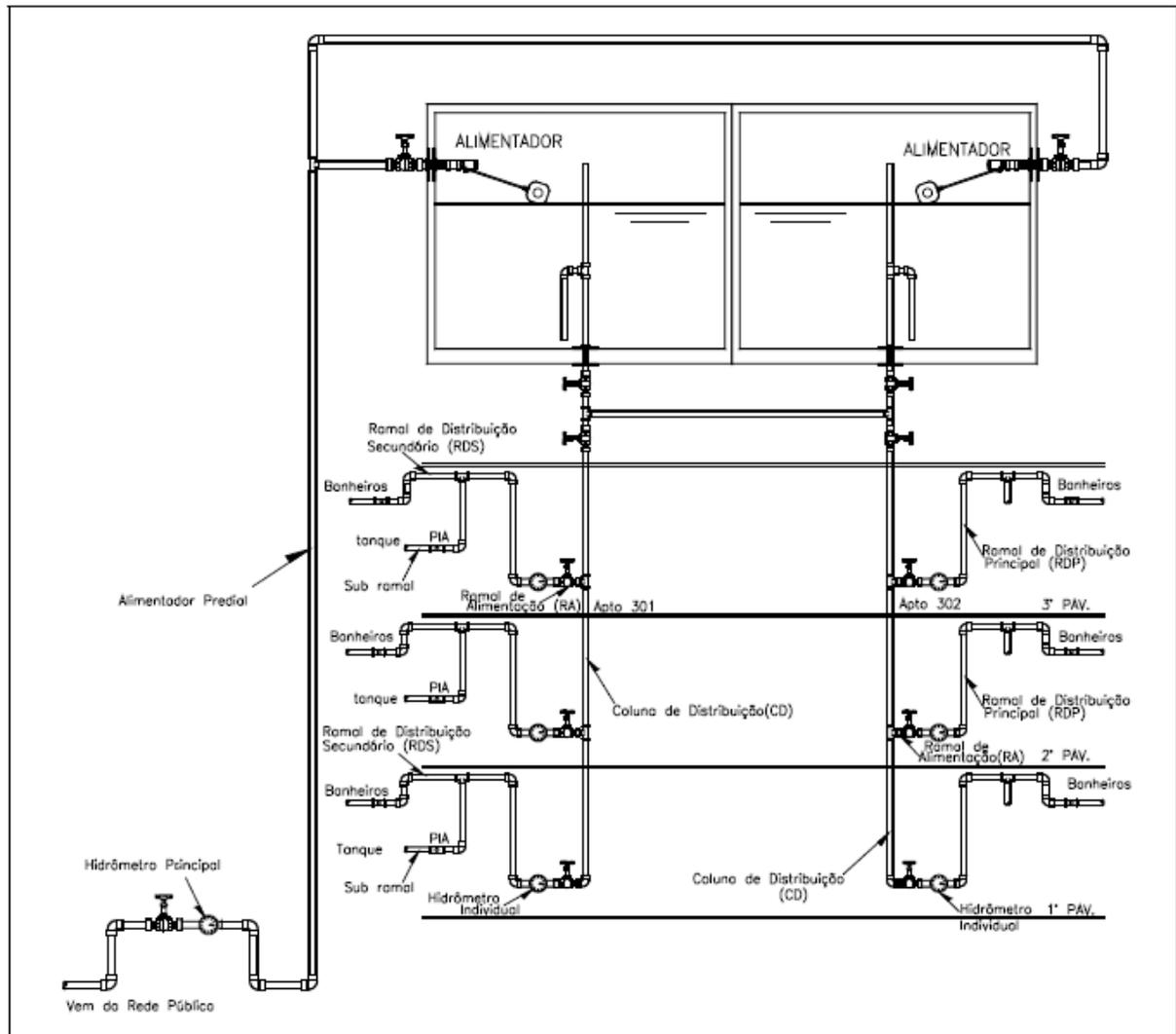


Figura 2.3 – Esquema típico de um sistema de medição individualizada com as nomenclaturas sugeridas para um edifício com reservatório superior
Fonte: Sautchúk. et al. (2008)

De acordo com o sistema de distribuição de água fria projetado, é possível que a central de medição, contendo todos os hidrômetros, seja locada em local de fácil acesso, normalmente no térreo da edificação.

Gonçalves (2006), citado por Ywashima et al. (2008), propõe algumas opções de configuração para o sistema de medição individualizada em função da localização do sistema de aquisição e transmissão dos dados:

- comandos hidráulicos e medidores agrupados no piso térreo ou subsolo;
- comandos hidráulicos e medidores agrupados no piso superior ou barrilete;
- comandos hidráulicos e medidores em cada pavimento;
- comandos hidráulicos e medidores em cada pavimento, com leitura remota e centralizada no térreo; e,
- comandos hidráulicos e medidores em cada pavimento, com leitura remota centralizada no térreo e telemedição.

E complementa destacando, requisitos para a operação desse sistema:

- fidelidade de medição;
- segurança operacional;
- projeto e dimensionamentos adequados;
- atendimento às normas técnicas e regulamentos;
- acessibilidade e flexibilidade das manobras dos componentes das leituras; e,
- uso de tecnologias apropriadas e avaliadas.

Coelho e Maynard (1999), fazem as seguintes recomendações para a execução do subsistema com medição individual em apartamentos em utilização:

- executar as tubulações de acordo com normas da ABNT para o tipo de material empregado;
- executar os furos de paredes com máquinas de corte, de modo a evitar dano à estrutura, como rachaduras nas paredes ou tubulações existentes;

- permitir a localização de tubulações junto a estrutura somente se não houver prejuízos a essas devido a seus esforços ou deformações próprias. As passagens na estrutura devem ser aprovadas por seu projetista.

E, sempre que possível devem ser projetadas de modo a permitir:

- montagem e desmontagem das tubulações e seus acessórios em qualquer ocasião; e,
- localizar as tubulações, quando o projeto arquitetônico permitir, independentes das estruturas e das alvenarias.

2.1.2. Sistema predial de esgoto (SPES)

O sistema predial de esgoto sanitário é composto pelo conjunto de aparelhos sanitários, tubulações e dispositivos destinados a coletar e afastar da edificação as águas servidas para fins higiênicos, encaminhando-as ao destino adequado. A norma que rege este sistema é a NBR 8160 (ABNT, 1999), que estabelece as exigências e recomendações relativas ao projeto, execução, ensaio e manutenção dos sistemas prediais de esgoto sanitário, para atenderem às exigências mínimas quanto à higiene, segurança e conforto dos usuários, tendo em vista a qualidade destes sistemas. Esta norma define que o sistema predial de esgoto sanitário deve ser projetado de modo a:

- a) evitar a contaminação da água, de forma a garantir a sua qualidade de consumo, quer seja no interior dos sistemas de suprimento e de equipamentos sanitários, como nos ambientes receptores;
- b) 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;
- c) impedir que os gases provenientes do interior do sistema predial de esgoto sanitário atinjam áreas de utilização;
- d) impossibilitar o acesso de corpos estranhos ao interior do sistema;
- e) permitir que os seus componentes sejam facilmente inspecionáveis;
- f) impossibilitar o acesso de esgoto ao subsistema de ventilação; e

g) permitir a fixação dos aparelhos sanitários somente por dispositivos que facilitem a sua remoção para eventuais manutenções.

De acordo com Botelho e Ribeiro (2006), um sistema de esgoto sanitário padrão é basicamente formado por aparelhos sanitários, que se interligam em ramais de descarga, os quais seguem para um dispositivo provido de desconector, a partir do qual, a água servida segue para um ramal de esgoto. Finalmente, este ramal interliga-se a uma caixa de inspeção, e então para um coletor, que encaminha o efluente para um coletor público ou outro sistema de disposição individual. No caso de existência de um ramal de descargas de bacias sanitárias, este deve ser interligado diretamente no ramal de esgoto, sendo que tal configuração justifica-se pelas características do material a ser transportado.

O desconector é um dispositivo destinado à vedação da passagem de gases e insetos, através de um fecho hídrico em sua estrutura, sendo os mais comuns os sifões e caixas sifonadas. Estes dispositivos também permitem a limpeza do sistema. O sifão é munido de inspeção que permite sua limpeza, e é empregado diretamente no ponto de utilização de água, usualmente em pias, bancadas e tanques. A caixa sifonada recebe efluentes do ramal de descarga e águas de lavagem de pisos, de onde parte para um ramal de esgoto. Quando não possui fecho hídrico, trata-se de uma caixa seca, e normalmente recebe águas provenientes do piso, devendo interligar-se devidamente a uma caixa sifonada na sequência, como forma de proteção.

Presentes em sistemas de esgoto em edifícios de múltiplos pavimentos, os tubos de queda são tubulações verticais que recebem os efluentes do ramal de esgoto, ramal de descarga e subcoletores. Esta tubulação deve preferencialmente seguir um alinhamento único, evitando-se desvios.

Para Amorim (2008), o sistema predial de esgoto sanitário é basicamente constituído pelos seguintes subsistemas: de coleta, de transporte, de ventilação e de disposição. O subsistema de coleta é composto pelos aparelhos sanitários presentes no sistema, o subsistema de transporte é formado pelas tubulações e acessórios destinados a captar o esgoto sanitário e conduzi-lo a um destino pré-estabelecido, enquanto o subsistema de ventilação compreende as tubulações destinadas a garantir a integridade dos fechos hídricos, de modo a impedir a passagem de gases para o ambiente utilizado, e conduzir tais gases adequadamente para a atmosfera.

O sistema predial de esgoto sanitário considera basicamente o critério de nível de ventilação existente no mesmo, sendo dividido em:

- sistema predial de esgoto sanitário apenas com ventilação primária;
- sistema predial de esgoto sanitário com ventilação primária e secundária;

Quando ocorre apenas a ventilação primária no sistema, esta é feita através do prolongamento do tubo de queda. Existe a necessidade de verificação da magnitude das pressões presentes no sistema, evitando-se que ocorram sobrepressões.

No sistema predial de esgoto sanitário com ventilação primária e secundária, a ventilação ocorre através de tubo ventilador primário, coluna e ramais de ventilação. Tal tipologia é composta pelo subsistema de coleta e transporte de esgoto sanitário, além de um subsistema de ventilação, que visa proteger os fechos hídricos de possíveis rompimentos e consequentes passagens de gases provenientes do esgoto para o interior do edifício.

Esse subsistema de ventilação é composto por ventilação primária e secundária. A primeira basicamente engloba o prolongamento do tubo de queda até uma altura superior ao ramal mais elevado, conectado ao sistema. A esse prolongamento, que segue acima da cobertura da edificação ou em local de modo que dê acesso à atmosfera, dá-se o nome de ventilador. A ventilação secundária é formada por colunas e ramais próprios de ventilação.

De acordo com a NBR 8160 (ABNT, 1999), são apresentadas as seguintes definições relativas aos componentes dos sistemas mais comuns de ventilação de esgoto sanitário:

- tubo ventilador: tubo destinado a possibilitar o escoamento de ar da atmosfera para o sistema de esgoto e vice-versa ou a circulação de ar no interior do mesmo, com a finalidade de proteger o fecho hídrico dos desconectores e encaminhar os gases para a atmosfera;
- ramal de ventilação: tubo ventilador interligando o desconector ou ramal de descarga de um mais aparelhos sanitários a uma coluna de ventilação ou a um tubo ventilador primário;

- tubo de ventilação primária: prolongamento do tubo de queda acima do ramal mais alto a ele ligado e com extremidade superior aberta à atmosfera situada acima da cobertura do prédio.

Em locais onde ocorrem mudanças de direção horizontais nas tubulações do SPES, devem ser previstas caixas de inspeção, que também permitem acesso ao interior do sistema, permitindo manutenções para desobstrução e limpeza.

A disposição final do efluente do sistema de esgoto sanitário pode ocorrer através da interligação ao coletor da rede pública ou de uma disposição em um sistema particular.

De acordo com Botelho e Ribeiro (2006), deve ser dada preferência à disposição final na rede pública de coleta de esgotos. No Brasil, os sistemas públicos de coleta são do tipo separador absoluto, no qual o sistema recebe exclusivamente esgoto sanitário, existindo assim um sistema específico para a coleta e encaminhamento de água pluvial.

Na ausência do coletor público, o sistema particular deve ser preferencialmente composto por tanques sépticos, cuja concepção é regida pela NBR 7229 (ABNT, 1993).

2.2. Manifestações patológicas em SPHS

De acordo com Conceição (2008), após a entrega da edificação, os diversos sistemas que a compõem passam a entrar em equilíbrio com os usuários. Entre eles, os SPHS são os que possuem um contato mais próximo, e seu mau funcionamento gera problemas sérios ao bem estar físico e psicológico do ser humano. E complementa que vários autores concordam que dados sobre os problemas que ocorrem com esses sistemas durante sua utilização seriam fundamentais à melhoria da qualidade do projeto e da execução. Almeida (1994) afirma que os SPHS são responsáveis por custos de implantação, utilização e manutenção consideráveis em relação ao custo global da edificação, e ressalta que é crescente a preocupação com o respeito a insumos relacionados a estes sistemas, em especial a água e energia elétrica.

A ocorrência de manifestações patológicas demanda a necessidade de manutenções após a ocupação da edificação. De acordo com a NBR 15575-1 (ABNT, 2008), durabilidade é definida como a “capacidade do edifício ou de seus sistemas de desempenhar

suas funções, ao longo do tempo e sob condições de uso e manutenção específicas, até um estado limite de utilização”. A norma de Manutenção de Edificações, NBR 5674 (ABNT, 1999), define manutenção predial como “o conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e suas partes constituintes, de modo a atender às necessidades e segurança dos seus usuários”. Usualmente, a manutenção corretiva ainda é o modo mais comum no tratamento de manifestações patológicas que venham a surgir em edificações, em detrimento à manutenção preventiva. Esse quadro agrava-se no setor público, visto que este apresenta maiores entraves para a contratação de serviços, neste caso, de manutenção, podendo o processo se estender por um período de tempo que viria a agravar o defeito, diminuindo a vida útil do sistema e aumentando a frequência de manutenções.

Para Almeida (1994), o acúmulo de intervenções não planejadas pode aumentar a velocidade de degradação dos sistemas prediais, fazendo com que pequenos reparos não sejam mais suficientes, sendo necessárias intervenções de caráter mais profundo e com conseqüente aumento de custos. Aguilera (2005) afirma que “é possível encontrar construções novas que apresentam sinais evidentes de deterioração como infiltrações e vazamentos, problemas que poderiam ser evitados com a melhoria da qualidade de projeto e produção, aliada à manutenção básica e usos adequados”.

Os custos com manutenções excessivas e constantes, isto é, com valores além dos considerados necessários e previstos de acordo com o desgaste natural da edificação com o passar do tempo, poderiam ser diminuídos perante soluções de projeto. Uma alternativa para se chegar a essas soluções seria através de um levantamento de quais são as manifestações patológicas mais comuns em um sistema, propondo-se assim um sistema de retroalimentação de informações, de modo que estas possam ser consideradas em projetos futuros. De acordo com Sautchúk et al. (2008), tendo-se em vista a minimização de manifestações patológicas, o projeto deve ser desenvolvido pensando-se não somente na facilidade de execução, mas também nas fases de uso, operação e manutenção.

Tais problemas podem ter diversas origens, como falhas no momento de execução, uso de materiais de qualidade inferior, ausência de especificação de projeto, que acabem por levar a improvisações, uso inadequado ou carência de manutenções. A Figura 2.4 apresenta um diagrama, elaborado a partir de Ilha (1993), no qual é possível visualizar algumas etapas do projeto que podem vir a apresentar falhas.



Figura 2.4 – Identificação das causas de um sistema predial inadequado
 Fonte: elaborado a partir de Ilha (1993)

De acordo com Ywashima et al. (2008), é grande a incidência de manifestações patológicas nos SPHS, as quais podem ter origem nas etapas de projeto, execução, uso e operação ou, na situação mais crítica, de forma cumulativa em uma ou mais dessas etapas, fato que Sautchúk et al. (2008) reforçam ao afirmar que as falhas que contribuem para um desempenho insatisfatório dos SPHS podem ocorrer nas diferentes fases que compõem o processo de geração desses sistemas ou, ainda, ocorrer de forma cumulativa.

Gonçalves, Ilha e Oliveira (2008) reforçam essa linha de pensamento, mas complementam que diferentes autores destacam a falta de qualidade da mão-de-obra da construção civil nacional como uma das principais causas da má qualidade dos edifícios. De maneira geral, se mais tardiamente as falhas forem sanadas, maior a dificuldade e os custos envolvidos para a sua correção. De acordo com a NBR 15575-1 (ABNT, 2008), a manutenibilidade é definida como:

O grau de facilidade de um sistema, elemento ou componente de ser mantido ou recolocado no estado no qual possa executar suas funções requeridas, sob condições de uso específicas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas, procedimentos e meios prescritos.

Para Lichtenstein (1985), as origens das manifestações patológicas decorrentes da etapa de projeto podem ter diversas origens, como mostra o Quadro 2.3.

Quadro 2.3 – Origem dos problemas patológicos

Fonte: elaborado a partir de Lichtenstein (1985)

ORIGEM DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS													
FALHAS DE PROJETO	Falhas de compatibilização entre os diversos projetos da obra												
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">Falhas nos projetos propriamente ditos</td> <td style="text-align: center;">Qualidade dos materiais</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Especificação dos materiais</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Detalhamento insuficiente</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Detalhe executivo</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Falta de clareza da informação</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Erro de dimensionamento</td> </tr> </tbody> </table>	Falhas nos projetos propriamente ditos	Qualidade dos materiais		Especificação dos materiais		Detalhamento insuficiente		Detalhe executivo		Falta de clareza da informação		Erro de dimensionamento
Falhas nos projetos propriamente ditos	Qualidade dos materiais												
	Especificação dos materiais												
	Detalhamento insuficiente												
	Detalhe executivo												
	Falta de clareza da informação												
	Erro de dimensionamento												

Pavitt e Gibb (2003) descrevem que os problemas de interfaces mais frequentes são atribuídos aos sistemas prediais, sendo 82% correspondentes aos mecânicos (SPM), 67% aos elétricos, (SPE) e 64% aos hidráulicos e sanitários (SPHS). Mikaldo Jr. e Scheer (2008) apresentam um estudo de caso para comparar a compatibilização de projetos e a engenharia simultânea. Nos resultados apresentados, os autores concluem que as interferências entre as tubulações dos SPHS e os elementos estruturais figuram entre as mais recorrentes.

Para Gnipper (2010) os SPHS vêm comparecendo com relevante frequência em resultados de levantamentos de manifestações patológicas, e complementa que as peculiaridades desses sistemas, como a complexidade funcional e a inter-relação com os diversos subsistemas do edifício, podem dar origem a uma enorme diversidade de manifestações patológicas. Ainda de acordo com o autor, estas manifestações vão desde falhas frequentes em certos equipamentos até intrínsecas variações de grandeza hidráulicas, térmicas e pneumáticas associadas ao uso dos aparelhos sanitários, e complementa que a partir do início de sua ocupação ou utilização, uma edificação fica sujeita ao processo natural e progressivo de obsolescência em seus SPHS originais. Isto é causado por múltiplos fatores,

entre os quais constam a manutenção deficiente ou irregular, as falhas nos componentes, os processos de desgaste ou envelhecimento natural dos materiais utilizados e as condições de exposição inadequadas.

Algumas pesquisas apresentadas na presente dissertação apontam para estes sistemas como sendo responsáveis pela maior parcela de manifestações patológicas registradas em pesquisas de pós-ocupação (APO). Para exemplificar o índice de manifestações patológicas que envolvem os SPHS, segundo Bernardes et al. (1998), dentro de oito Construtoras pesquisadas em seu estudo, que somaram 52 obras, 39,51% dos problemas registrados eram relativos ao item denominado hidráulica, o que corresponde a 1324 defeitos levantados, (Tabela 2.1). Esse item foi composto por: tubulações de água quente, água fria, água pluvial, esgoto sanitário, válvulas, metais sanitários, equipamentos hidráulicos e louças. Entre os defeitos mais usuais, estão os vazamentos em: flexíveis, sifões, ralos, prumadas e ramais de distribuição, água pluvial e esgoto.

Tabela 2.1 – Distribuição percentual de defeitos e nº de incidências em 8 Construtoras e 52 Edifícios

Fonte: elaborado a partir de Bernardes (1998)

	MÉDIA (%)	DEFEITOS LEVANTADOS
HIDRÁULICA	39,51	1324
PAREDES	17,46	585
IMPERMEABILIZAÇÃO	8,09	271
ESQUADRIAS ALUMÍNIO	6,95	233
ESQUADRIAS MADEIRA	7,37	247
AZULEJOS	4,18	140
PISO CERÂMICO	3,43	115
ELÉTRICA	5,4	181
FORRO GESSO	0,95	32
MÁRMORES	0,78	26
DIVERSOS	5,88	197
TOTAL	100,00	3351

De acordo com Aro (2004), “os esforços devem ser no sentido de diminuir o custo total durante a vida útil da edificação e não apenas minimizá-lo durante a execução, assim, racionalizar o processo de produção implica em considerar o uso e manutenção da construção”. Logo, o aumento da qualidade dos projetos de SPAF e SPES impacta na qualidade final do produto, diminuindo as manifestações patológicas e, conseqüentemente, as despesas com manutenções e reparos.

A pesquisa de Lima et al. (2007) propõe uma série de parâmetros que foram observados para verificação de manifestações patológicas nos SPHS. Sua pesquisa foi baseada em oito dimensões: adequação ao uso, conforto, segurança, localização, funcionamento (eficácia), estética e outros. Dentro desses itens, o autor propõe uma série de variáveis (Quadro 2.4), que foram adequadamente verificadas em seu levantamento de campo. O intuito de sua pesquisa foi analisar as variáveis técnicas e os aspectos funcionais e estéticos dos SPHS.

Quadro 2.4 – Parâmetros para verificação de manifestações patológicas em SPHS

Fonte: elaborado a partir de Lima et al. (2007)

Variável	Dimensão
Dificuldade de manuseio de peças hidro-sanitárias	Adequação ao uso
Dificuldade de acessibilidade aos deficientes físicos	
Ruídos excessivos nos sistemas, comprometendo seu conforto	Conforto
Odor desagradável proveniente dos sistemas	
Fissuras ou rachaduras nas louças sanitárias	Segurança
Inexistência de grelhas nos ralos ou caixas sifonadas	
Falta de orientação em relação ao seu uso, em caso de interrupção para manutenção dos sistemas surge necessidade de orientação	

Quadro 2.4 (continuação) – Parâmetros para verificação de manifestações patológicas em SPHS

Fonte: elaborado a partir de Lima et al. (2007)

Localização inadequada de pontos de água dos sistemas	Localização
Localização inadequada de pontos de esgoto dos sistemas	
Dificuldade no escoamento da água através de ralos e sifões	
Mau funcionamento dos metais sanitários (torneira/registro)	Funcionamento (eficácia)
Vazamentos em partes dos sistemas	
Tubulações danificadas	
Mau funcionamento dos dispositivos de descarga	
Pressão de água insuficiente (pia/chuveiro)	Funcionamento (eficácia)
Interrupção no fornecimento de água (pia/chuveiro)	
Comprometimento estético de partes dos sistemas	Estética
Outros	Outros

Em sua pesquisa, Araújo (2004) focou sua pesquisa de campo em levantamentos de manifestações patológicas em edifícios públicos escolares. A autora salienta que nos edifícios públicos escolares onde, muitas vezes, os projetos são padronizados, a especificação dos materiais é efetuada pelo menor preço, não existindo um controle adequado da fase de execução (nem mesmo de recebimento) e, sobretudo, os usuários nem sempre estão sensibilizados para a conservação dos insumos, como água e energia elétrica, e nem do patrimônio propriamente dito, fazendo com que ocorram também falhas oriundas da fase de operação dos sistemas prediais.

As instituições públicas, por estarem atreladas a sistemas rígidos de licitação para a contratação de serviços e compra de insumos para reposição em caso de reparos, o que

acaba dificultando a implantação de um sistema adequado para manutenções preventivas, acabam por não executarem intervenções temporárias nos sistemas prediais de seus edifícios, intervenções estas necessárias para manter tais sistemas operando adequadamente. De acordo com Sautchúk. et al. (2008), de maneira geral, se tardiamente as falhas ocorrerem, maior a dificuldade e os custos envolvidos para a sua correção.

De acordo com Campello e Engelberg (1993) citados por Araújo (2004), com base em uma pesquisa realizada dentro de um universo de 13 escolas na região metropolitana de Recife, 44% dos danos encontrados nos prédios escolares eram decorrentes de atos de vandalismo. Os demais danos encontrados nos prédios escolares eram decorrentes de: falta de manutenção (47%), uso excessivo/indevido (34%), má execução (12%), e especificação inadequada (7%).

Em sua pesquisa, Araújo (2004) fornece uma série de dados relativos às manifestações patológicas mais frequentes nos subsistemas de água fria e esgoto sanitário em escolas públicas. O universo de pesquisa foi de 83 escolas públicas. Os dados são apresentados na forma de tabelas, nas quais a coluna da esquerda apresenta a manifestação patológica, e a coluna da direita apresenta a incidência de tais manifestações sobre o total de itens levantados. Exemplo: de todos os cavaletes observados como amostra da pesquisa, 17,5% deles apresentavam vazamento em sua haste quando manuseado. Alguns dados são significativos pela alta incidência, como no caso do estado de conservação das tampas de reservatórios, das quais 31% apresentavam trincas ou rachaduras, 24% apresentavam uma tampa improvisada, além de 23% estarem quebradas, de modo que a grande maioria dos reservatórios podem estar expostos a agentes contaminantes. Os resultados alcançados pela autora são apresentados nas Tabelas 2.2 e 2.3.

Tabela 2.2 – Incidência de manifestações patológicas em sistemas de água fria em escolas públicas

Fonte: elaborado a partir de Araújo (2004)

Manifestação patológica	Incidência
Condição de operação	
Registro de cavalete do hidrômetro vazando na haste quando manuseado	17,5%
Registro do cavalete do hidrômetro sem volante	5,6%
Tubulação do cavalete de metal vazando	4,3%
Torneira de bóia gotejando	4,2%
Registro do cavalete do hidrômetro vazando (filete e/ou gotejando)	2,9%
Torneira de bóia que não veda quando fechada	1,0%
Registro do cavalete do hidrômetro girando em falso	1,0%
Estado de conservação	
Tampa de reservatório superior trincado/rachado	31,0%
Tampa de reservatório superior improvisada	24,0%
Tampa de reservatório superior quebrada	23,0%
Torneira de bóia torta	10,5%
Tampa de reservatório coberta com plástico preto	5,0%
Torneira de bóia corroída	1,5%
Tubulação de cavalete de metal corroída	1,1%

Tabela 2.3 – Incidência de manifestações patológicas em sistemas de esgoto sanitário em escolas públicas

Fonte: elaborado a partir de Araújo (2004)

Patologia	Incidência
Condição de operação	
Caixa de gordura sem sifão	88,5%
Caixa de gordura subdimensionada	77,5%
Canaleta com declividade insuficiente	61,3%
Caixa de passagem/inspeção de águas pluviais com acúmulo de resíduos sólidos	48,0%
Caixa sifonada com lodo no interior	41,3%
Caixa sifonada com lixo no interior	38,7%
Grelha com acúmulo de resíduos sólidos	37,9%
Grelhas entupidas	23,0%
Condutor vertical de PVC com manchas devido a vazamentos	21,0%
Inspeção de esgoto com resíduos sólidos no interior	12,9%
Grelha com acúmulo de água	10,8%
Caixa de gordura entupida	10,3%
Canaleta com acúmulo de resíduos sólidos	8,6%
Calha entupida	8,2%
Caixa sifonada com tampão removido	7,0%
Canaleta com acúmulo de água	6,5%
Condutor vertical desconectado da calha	4,9%
Calha manchada devido ao transbordamento de água	4,8%
Calha com acúmulo de folhas	4,8%
Inspeção de esgoto sanitário entupida	3,2%
Estado de conservação	
Tampa de concreto de caixa de inspeção de esgoto sanitário com vedação inadequada	64,5%
Tampa de concreto de caixa de gordura com vedação inadequada	35,9%
Condutor vertical de PVC com bolsa confeccionada com o aquecimento do tubo	26,7%
Tampa de metal de inspeção de esgoto sanitário lacrada	26,3%
Tampa de concreto de caixa de gordura com as bordas quebradas	17,9%
Tampa de concreto, da caixa de passagem/inspeção de águas pluviais pluviais, sem vedação adequada	16,2%

Tabela 2.3 (continuação) – Incidência de manifestações patológicas em sistemas de esgoto sanitário em escolas públicas

Fonte: elaborado a partir de Araújo (2004)

Tampa de concreto de caixa de inspeção de esgoto sanitário com bordas quebradas	15,8%
Tampa de concreto, da caixa de passagem/inspeção de águas pluviais, quebrada	14,7%
Grelha de metal corroída/danificada	13,7%
Tampa de metal de caixa de gordura com a inspeção central	13,6%
Aberta	
Grelha de caixa sifonada quebrada	12,4%
Tampa de concreto de caixa de inspeção de esgoto sanitário	11,8%
Lacrada	
Grelha de caixa sifonada trincada/rachada	11,3%
Tampa de concreto de caixa de gordura quebrada	10,3%
Tampa de concreto, da caixa de passagem/inspeção de águas pluviais com as bordas quebradas	10,3%
Grelha de concreto danificada	9,0%
Inspeção de esgoto com extremidade quebrada	8,6%
Calha de PVC com conexões improvisadas	8,3%
Tampa de concreto de caixa de inspeção de esgoto sanitário trincada/rachada	8,2%
Tampa de concreto de caixa de inspeção de esgoto sanitário	8,2%
Quebrada	
Grelha de caixa sifonada trincada/rachada	8,1%
Tampa de concreto de caixa de gordura lacrada	7,7%
Tampa de metal de caixa de gordura lacrada	7,6%
Tampa de metal de inspeção de esgoto sanitário com vedação	6,9%
Inadequada	
Condutor vertical de PVC quebrado	6,7%
Calha de latão corroída	6,6%
Tampa de concreto, da caixa de passagem/inspeção de águas pluviais, lacrada	5,9%
Tampa de metal de inspeção de esgoto sanitário com piso ao redor	5,5%
Quebrado	
Condutor vertical de latão amassado	5,1%
Condutor vertical de PVC com desvios confeccionados com o aquecimento do tubo	4,8%
Calha com fixação improvisada	4,8%
Tampa de concreto, da caixa de passagem/inspeção de águas pluviais, trincada/rachada	3,2%

Na mesma linha, a pesquisa de Amorim (1997) abordou 29 edifícios residenciais acima de quatro pavimentos. Conforme pode ser observado na Figura 2.5, do total de manifestações patológicas registradas em SPHS, 83% são relativas à somatória dos defeitos relativos ao SPAF, com 53%, e ao SPES, respondendo por 30%. Os sistemas prediais de água pluvial (SPAP) e sistema predial de água quente (SPAQ) respondem por 17% do total.

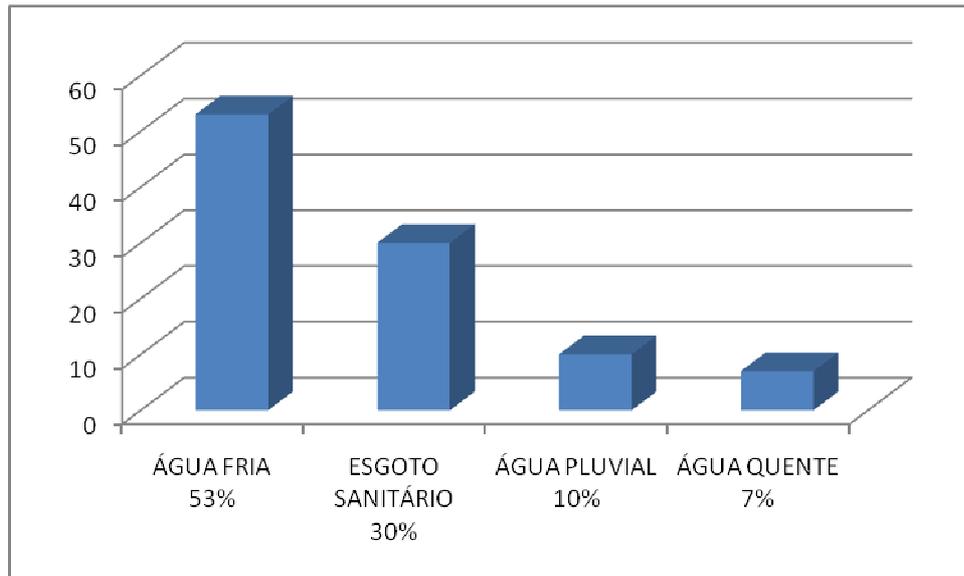


Figura 2.5 – Incidência de manifestações patológicas nos edifícios, por sistema predial

Fonte: Elaborado a partir de Amorim (1997)

Na Tabela 2.6 é possível observar os dados levantados por Benedicto (2009), em seu estudo que compreendeu a observação de manifestações patológicas em seis edifícios durante quatorze meses. Como resultado final, concluiu que 41,04% das manifestações patológicas levantadas ocorreram em SPHS.

Tabela 2.4 – Ocorrências mensais de problemas patológicos em 6 edifícios de construtora da cidade de Ribeirão Preto-SP, no período de agosto de 2004 a outubro de 2006

Fonte: elaborado a partir de Benedicto (2009)

Mês (ref.)	Nº total de ocorrências	Nº de ocorrências em SPHS	% em relação ao nº total
01	41	15	36,59
02	72	36	50,00
03	88	41	46,59
04	131	51	38,93
05	34	16	47,06
06	68	25	36,76
07	87	25	28,73
08	38	17	44,74
09	52	24	46,15
10	41	15	36,59
11	64	16	25,00
12	12	6	50,00
13	22	13	59,06
14	37	23	62,16
Total	787	323	41,04 (média)

Conceição (2008), em seu estudo sobre patologias realizado em edifícios, apresentou a distribuição de manifestações patológicas registradas conforme a Figura 2.6.

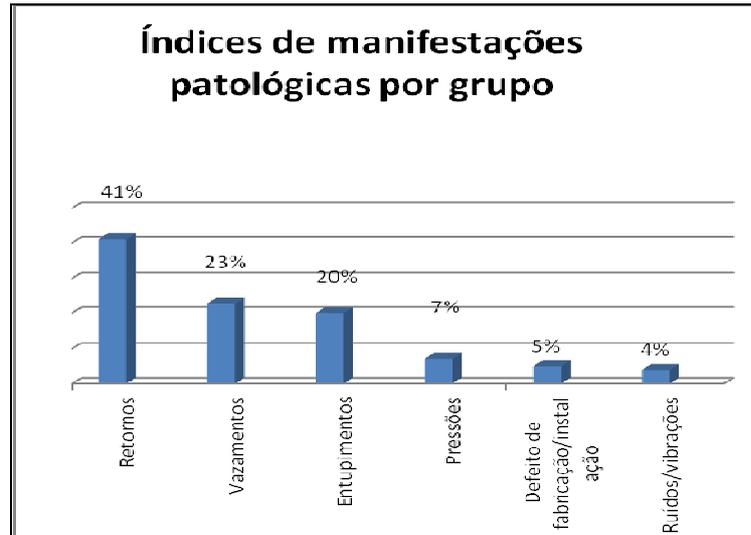


Figura 2.6 – Gráfico da distribuição geral dos índices de patologias por grupo

Fonte: elaborado a partir de Conceição (2008)

Pelo seu levantamento, a ocorrência de retorno aparece como a mais frequente com 41% do total de manifestações patológicas registradas, seguida de vazamentos (23%) e entupimentos (20%). De acordo com o autor:

Vazamentos nos componentes são falhas características que prejudicam a estanqueidade do sistema, e pode ocorrer em diversos dispositivos do sistema hidráulico e sanitário, decorrentes de excesso de pressão no sistema, má concepção de projeto, material de má qualidade, falhas na operação, deficiência de manutenção, mão-de-obra não qualificada, corrosão, entre outros fatores. (...) esta manifestação patológica pode representar perdas significativas de água, dividindo-se em dois grupos: os visíveis, facilmente detectados pelo usuário e os não visíveis, dificilmente detectados, como no caso de sua ocorrência em tubulações enterradas, ressaltando a necessidade de testes de estanqueidade antes da entrega do edifício para garantir o cumprimento deste requisito.

O mesmo autor define entupimento como a “obstrução da passagem de águas, usadas ou não em um equipamento ou em uma tubulação, ocorrendo em diversos equipamentos sanitários”. Assim, o funcionamento das tubulações e componentes é afetado quando se tem obstruções no corpo do ralo, sifão ou outro componente, podendo apresentar,

assim, uma redução de vazão ou mesmo um bloqueio desta, provocando o contato do esgoto com o ambiente, sendo esta manifestação patológica proveniente em grande parte de fatores humanos, como a má qualidade de mão-de-obra durante a execução do sistema, permitindo a deposição de materiais dentro dos mesmos, e da utilização inadequada pelos próprios usuários, aliado à ausência de um programa de manutenção.

Cremonini (1988), citado por Araújo (2004), apresenta em seu estudo um levantamento de incidências de manifestações patológicas realizado em unidades escolares da região de Porto Alegre, no qual se constatou que os SPHS foram responsáveis por 8,95% do total de manifestações patológicas. Dentro dos problemas encontrados com maior frequência, destaca-se o índice de vazamentos em tubulações (36,5%), e vazamentos em metais sanitários, muitas vezes encontrados quebrados (34,2%). O autor propôs recomendações para a prevenção dessas manifestações patológicas frequentes em aparelhos sanitários, conforme Quadro 2.5.

Quadro 2.5 – Recomendações para a prevenção de patologias no sistema de aparelhos sanitários

Fonte: elaborado a partir de Cremonini (1988), citado por Araújo (2004)

Patologia	Causas prováveis	Prevenção
Metais sanitários com vazamentos	Desgaste de elementos de vedação Má qualidade	- Manutenção periódica - Especificações de elementos apropriados a condições severas de fase de uso - fase de projeto.
Metais sanitários quebrados	Vandalismo Má qualidade'	- Especificações de elementos apropriados a condições severas de fase de uso - fase de projeto.
Metais sanitários roubados	Vandalismo	- Prever fechamentos eficientes nos períodos fora de fase de uso - fase de projeto.
Louças sanitárias soltas	Vandalismo Falha na colocação	- Prever meios que impeçam a manipulação das fixações-fase de projeto; - Preenchimento da base com argamassa, nivelamento e colocação das fixações - fase de execução.
Louças sanitárias quebradas	Vandalismo Má qualidade	- Prever fechamentos eficientes nos períodos fora de fase de uso - fase de projeto. - Idem, louças soltas.

Para Boni (2010), durante a execução de edifícios residenciais de múltiplos pavimentos, “os serviços se repetem sistematicamente, podendo assim multiplicar em igual quantidade todos os problemas não antecipados nos projetos”. De acordo com Amorim (1997), o projeto é responsável por cerca de 40% das manifestações patológicas verificadas nas edificações e alta incidência nos SPHS se deve ao elevado grau de interface durante todo o período de execução, desde as marcações de passagens de tubulações por elementos estruturais até a instalação final de louças e metais sanitários. Em relação à fase de projeto dos SPHS, Gnipper (2010) afirma que anomalias posteriores podem surgir por falhas de concepção sistêmica, erros de dimensionamento, ausência ou incorreções de especificações de materiais e serviços, insuficiência ou inexistência de detalhes construtivos, entre outras causas. Para Brito (2009), as manifestações patológicas podem decorrer de falhas no processo de produção do projeto, citando como exemplos as falhas de comunicação entre projetistas de diversas áreas (estrutural, elétrico, telefônico, ar condicionado, etc.) e a inexistência de coordenação ou compatibilização com os diversos outros subsistemas da edificação (vedações, circulação horizontal e vertical, etc). De acordo com Gnipper (2010), “o projeto arquitetônico, num processo convencional de desenvolvimento, não reserva espaço suficiente para os SPHS, fato que dificulta a sua execução, requerendo alterações em relação ao originalmente previsto no respectivo projeto, além de dificultar a sua manutenção, fatores que podem levar ao posterior aparecimento de patologias”.

Martins, Hernandez e Amorim (2003), fazem as seguintes recomendações para reduzir a incidência de manifestações patológicas em SPHS consequentes de falhas na etapa de projeto:

- prévia definição do nível de desempenho desejado dos SPHS a projetar;
- realização de reuniões periódicas de compatibilização dirigidas por um gerenciador experiente, com registro em ata das decisões, competências aos intervenientes, prazos, novas reuniões, etc.;
- padronização das soluções de projeto e meios de comunicação que propiciem a formalização de documentos gerados para posterior consulta;
- contratação de profissionais de projeto também para acompanhamento da fase de execução e para a elaboração dos desenhos conforme construído;
- notificação ao autor do projeto dos problemas ocorridas nas fases de execução e pós ocupação, como forma de retroalimentação para correção de

falhas (sistemáticas ou aleatórias) e melhoria profissional, além do aperfeiçoamento de projetos subsequentes.

2.3. Desempenho

Neste item, são levantadas na literatura definições de desempenho, trazendo sua importância dentro de um sistema de qualidade das edificações, além de sua aplicabilidade aos SPHS. Na sequência, é abordada a norma brasileira de desempenho, a NBR-15575-6 (2008), avaliação pós-ocupação (APO) e a avaliação durante a operação (ADO), que se enquadram como ferramentas aplicadas junto aos usuários para a obtenção de dados que possam vir a fomentar a retroalimentação de um sistema de medição de desempenho, além da questão relativa à lei de licitações 8.666 (1993), e por fim, o manual do usuário.

2.3.1. Desempenho e os SPHS

O conceito de desempenho pode ser definido como a ponte que compatibiliza o sistema às exigências do usuário. Envolve etapas como: definição dos usuários e mensuração de suas necessidades e exigências, condições de uso a que o sistema será exposto, e por fim, definição de critérios de desempenho e métodos de avaliação a serem implantados. Benedicto (2009) sugere como um método básico para uma avaliação de desempenho as seguintes etapas:

1. Identificação das exigências do usuário;
2. Identificação das condições de exposição a que está submetido o edifício;
3. Definição dos requisitos e critérios de desempenho a serem atendidos;
4. Definição dos métodos de avaliação.

Para Barros (2004), “as avaliações de desempenho em edificações representam uma contribuição à especificação de materiais e à definição de espaços previamente definidos para cada tipologia e, uma vez baseadas na opinião dos usuários, podem resultar em maior êxito que o obtido pelas normas prescritivas”.

Quando se tem em foco a questão do atendimento às exigências do usuário do sistema, a análise de desempenho do SPAF e do SPES deve ir além das normas técnicas. As normas NBR 5626 (ABNT, 1998) e NBR 8160 (ABNT, 1999) fixam as exigências técnicas

mínimas quanto à higiene, à segurança, à economia e ao conforto dos usuários, pelas quais devem ser projetados e executados os sistemas prediais de água fria e esgoto. Entretanto, como relata Benedicto (2009), ambas são normas técnicas prescritivas, de modo que fixam as exigências técnicas mínimas na concepção dos sistemas abordados, entretanto não estabelecem requisitos de desempenho ao longo da vida útil da edificação. Elas acabam deixando parcela das decisões, critérios e procedimentos para o desenvolvimento de projeto, somente a cargo da experiência prática de engenheiros projetistas, o que eventualmente, poderá vir a gerar manifestações patológicas ou mesmo falhas de desempenho, a partir do momento em que os sistemas começam a ser utilizados pelo usuário.

Assim, um projeto poderia ser, a princípio, executado de acordo com as normas, mas na prática apresentar um desempenho insatisfatório, prejudicando o usuário ao impactar negativamente nas condições de uso. Boschetti (2010), afirma que “um mau funcionamento, ou uma operação irregular, ou mesmo operações indevidas de diversas naturezas que causem o não atendimento às necessidades dos usuários ou causem danos ao edifício, podem ser caracterizadas como falhas”.

Desse modo, as normas hoje existentes relativas aos SPAF e SPES abordam questões técnicas, construtivas, mas se distanciam de maiores detalhamentos e questões relativas ao desempenho do sistema ao longo de sua vida útil, não considerando diretamente as necessidades do usuário. A própria NBR 15575-1 (ABNT, 2008), em sua introdução, cita que as normas prescritivas estabelecem requisitos com base no uso consagrado de produtos ou procedimentos, buscando as exigências dos usuários de forma indireta, enquanto as normas de desempenho traduzem as exigências dos usuários em requisitos e critérios, e são consideradas como complementares às normas prescritivas, sem substituí-las, de modo que a utilização simultânea de ambas visa atender às exigências do usuário com soluções tecnicamente adequadas. Segundo Ilha (1991), possuir o conhecimento das exigências do usuário é uma das premissas básicas quando se visualiza a implantação adequada de um sistema predial.

Graça (1985), citado por Barros (2004) afirma que:

A aplicação dos conceitos de desempenho aos SPHS representa uma importante ferramenta para a análise e compreensão desses sistemas, para a elaboração de critérios que permitam a realização de projetos e instalações

adequadas, e acrescenta que através do conceito de desempenho, é possível obter critérios adequados das finalidades, requisitos ou propriedades do sistema, sendo que esta abordagem conceitual é útil para:

- desenvolvimento de metodologia de projeto;
- desenvolvimento de novos produtos;
- controle de desempenho de sistemas;
- estabelecimento de regulamentos e normas.

Para Sales (2004), os requisitos de desempenho correspondem à formulação qualitativa das propriedades a serem alcançadas visando ao atendimento de determinadas exigências do usuário. O mesmo autor define critérios de desempenho como o conjunto de valores numéricos para se determinar propriedades físicas, químicas e mecânicas. Os requisitos de desempenho desenvolvidos por ISO 6241 são adaptados para os SPS e relacionados por Amorim (1989), como pode ser visto no Quadro 2.6.

Quadro 2.6 – Proposta de requisitos de desempenho para SPS

Fonte: Amorim (1989) adaptado de ISO 6241

Estabilidade
Segurança ao fogo
Segurança em uso
Estanqueidade
Conforto acústico
Conforto visual
Conforto tátil
Conforto antropodinâmico
Higiene
Adequabilidade de espaços para usos específicos
Durabilidade
Economia
Conservação ambiental

2.3.2. A norma brasileira de desempenho NBR 15575-2008

A norma NBR 15575, que será exigível a partir de março de 2013, sintetizou conceitos relativos ao desempenho das edificações. Seu título é “Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho”, e foi dividida em seis partes:

- Parte 01: Requisitos gerais.
- Parte 02: Requisitos para os sistemas estruturais.
- Parte 03: Requisitos para os sistemas de pisos internos.
- Parte 04: Requisitos para os sistemas de vedação verticais internos e externos.
- Parte 05: Requisitos para os sistemas de cobertura.
- Parte 06: Requisitos para os sistemas hidrossanitários.

De acordo com a própria NBR 15575-1 (ABNT, 2008), seu foco está na exigência dos usuários para o edifício habitacional e seus sistemas, quanto ao seu comportamento em uso, e não na prescrição de como os sistemas são construídos, ressaltando que normas de desempenho são estabelecidas buscando atender a tais exigências independentemente dos materiais e sistemas construtivos adotados. Barros (2004), afirma que o conceito de desempenho de sistemas e de materiais é diferente. Tratando-se de sistemas, o desempenho está diretamente ligado à compatibilização dos mesmos às necessidades dos usuários, independentemente dos materiais usados. Para materiais, entende-se que o conceito de desempenho esteja ligado à sua durabilidade e capacidade de exercer sua função e, conseqüentemente, de contribuir para que permaneçam em funcionamento durante o período de utilização a ser considerado. Esta norma aborda conceitos muitas vezes não considerados em normas prescritivas, como a durabilidade dos sistemas, a manutenibilidade da edificação e o conforto tátil e antropodinâmico dos usuários, sendo tais disposições aplicáveis aos sistemas que compõem edifícios habitacionais de até cinco pavimentos, projetados, construídos, operados e submetidos a intervenções de manutenção que atendam às instruções específicas do respectivo manual de operação, uso e manutenção.

De acordo com Benedicto (2009), o desempenho dos sistemas prediais que compõem o edifício habitacional durante a sua vida útil está atrelado às condições de uso para o qual foi projetado, à execução da obra de acordo com as normas técnicas, à utilização de elementos e componentes sem defeito de fabricação e a programas e técnicas de inspeções

periódicas e de manutenção predial. O autor complementa que a vida útil é considerada em função da agressividade do meio ambiente, das características intrínsecas dos materiais e do uso ao qual o sistema está submetido, e desse modo, os componentes podem apresentar vida útil maior do que as estabelecidas, desde que sejam feitas as manutenções periódicas preventivas necessárias. É possível observar na Figura 2.7 como a execução de manutenções preventivas pode incrementar o desempenho de um sistema e mantê-lo acima de um índice mínimo durante um maior período, aumentando sua vida útil. Pode-se notar também que mesmo com as manutenções preventivas ocorrendo adequadamente durante a vida útil do edifício, nunca seu nível inicial de desempenho será restaurado em sua totalidade, demonstrando que ocorre uma deterioração irreversível ao longo de um período de tempo. Ainda de acordo com o autor, a ocorrência de manifestações patológicas também pode afetar diretamente o desempenho do sistema, de modo que intervenções de manutenção corretiva façam-se necessárias para que níveis mínimos de desempenho sejam recuperados.

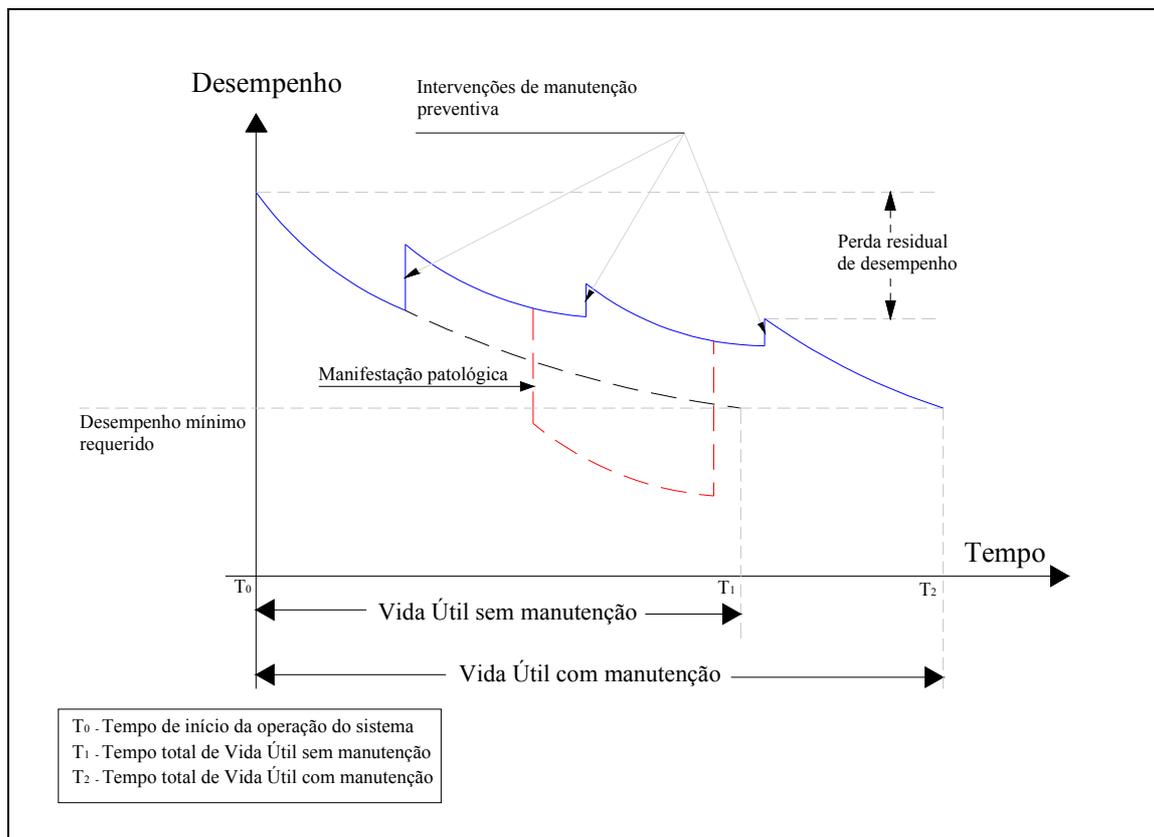


Figura 2.7 – Desempenho ao longo do tempo

Fonte: elaborado a partir de NBR 15575-1 (ABNT, 2008)

A NBR-15575-1 (ABNT, 2008) define vida útil de projeto (VUP) como “uma manifestação do desejo do usuário do quanto ele acha razoável que deva durar o bem que irá usufruir, se adquiri-lo, devendo este ser expresso previamente”. Complementa definindo vida útil (VU) estimada como sendo a durabilidade prevista para um dado produto, inferida a partir de dados históricos de desempenho do produto ou de ensaios de envelhecimento acelerado.

Ainda de acordo com NBR 15575-1 (ABNT, 2008), a definição de VU torna-se especialmente importante para o caso de bens duráveis, como no caso de edificações. Tal observação deve ser especialmente válida quando se trata de edificações subsidiadas pela sociedade, como é o caso de escolas e universidades públicas. Isto porque ao se projetar um sistema, é possível escolher entre uma grande variedade de técnicas e materiais, sendo que alguns podem ter vida útil de vinte anos, em detrimento a outros que podem não passar de cinco anos, o que obviamente levaria a custos e desempenhos muito diferentes ao longo do tempo, ainda que ambas possam ser tecnicamente corretas. Assim, caso não ocorra a definição da VUP, a tendência é de que sejam produzidos bens de menor custo inicial, porém menos duráveis, de maior custo de manutenção e provavelmente de maior custo global. No caso de entidades públicas, nas quais os serviços de manutenção contam com equipes enxutas, isso pode resultar em atrasos para os reparos, trazendo impactos negativos para usuários. A citada norma sugere uma vida útil de projeto mínima e superior, conforme a Tabela 2.5.

Tabela 2.5 – Vida útil de projeto (VUP) mínima e superior

Fonte: elaborado a partir de NBR 15575-1 (ABNT, 2008)

Sistema	VUP (anos)	
	Mínimo	Superior
Estrutura	≥ 40	≥ 60
Pisos internos	≥ 13	≥ 20
Vedação vertical externa	≥ 40	≥ 60
Vedação vertical interna	≥ 20	≥ 30
Cobertura	≥ 20	≥ 30
Hidrossanitário	≥ 20	≥ 30

São estabelecidas na NBR 15575-1 (ABNT, 2008) as exigências do usuário, as quais são usadas como referência para o estabelecimento de requisitos e critérios propostos, conforme o Quadro 2.7.

Quadro 2.7– Exigências do usuário segundo NBR-15575-1 (ABNT, 2008)

Fonte: elaborado a partir de NBR 15575-1 (ABNT, 2008)

Exigências do usuário	
SEGURANÇA	- Segurança estrutural;
	- Segurança contra o fogo;
	- Segurança no uso e na operação;
HABITABILIDADE	- Estanqueidade;
	- Desempenho térmico;
	- Desempenho acústico;
	- Desempenho lumínico;
	- Saúde, higiene e qualidade do ar;
	- Funcionabilidade e acessibilidade;
	- Conforto tátil e antropodinâmico;
SUSTENTABILIDADE	- Durabilidade;
	- Manutenibilidade;
	- Impacto ambiental;

De acordo com Benedicto (2009), que se baseou em critérios de projeto de experiência própria, normas técnicas da ABNT e em Amorim (1989), as exigências listadas anteriormente podem ser definidas como:

- segurança estrutural: os componentes do sistema não devem atingir um estado limite de ruptura, deformação excessiva ou perda de estabilidade ocasionada pelo uso normal das mesmas, por impactos acidentais ou não, por fadiga, etc. bem como os mesmos não provoquem o mesmo estado em outros subsistemas da edificação;
- segurança no uso e operação: os componentes não devem provocar queimaduras, intoxicação, choques elétricos ou ferimentos durante o uso;
- estanqueidade: sistema deve ter estanqueidade quando sujeito às pressões previstas no projeto;
- desempenho acústico: os componentes não devem produzir ruídos com nível sonoro inaceitável ao ambiente em que estejam inseridos;
- durabilidade e manutenibilidade: os componentes do sistema devem manter a capacidade funcional durante a vida útil de projeto, desde que submetidas às intervenções periódicas de manutenção e conservação;
- saúde, higiene e qualidade do ar: os componentes do sistema devem preservar a saúde do usuário, evitem a contaminação da água a partir dos componentes dos sistemas e preservem a qualidade do ar nos locais onde aquecedores à gás estão instalados;
- funcionabilidade e acessibilidade: os componentes devem garantir a capacidade funcional do sistema, com acesso adequado aos equipamentos, acessórios e componentes, e que sejam instalados em ambientes com dimensões compatíveis ao uso;
- conforto tátil e antropodinâmico: a superfície dos componentes não deve ter rugosidade excessiva, não seja cortante, demasiadamente aquecida e que não proporcione manobra desconfortável, esforço excessivo e que seja segura na operação;

- adequação ambiental: deve ser garantida a sustentabilidade no uso e operação do sistema.

2.3.3. A lei de licitações (Lei nº 8666/1993) e a aplicabilidade do conceito de desempenho

Em órgãos públicos em geral, os projetos hidráulicos e sanitários são executados por empresas particulares, contratadas através de processos licitatórios. A aplicação de conceitos de desempenho nesses projetos pode ser viável, a partir da inclusão de diretrizes nos elementos técnicos que compõem os editais de licitação, sendo estes os documentos que balizam o processo licitatório.

Desse modo, existe viabilidade técnica para que os projetos de SPS contratados atendam aos requisitos e critérios preconizados na NBR 15575-6 (ABNT, 2008), além de outras diretrizes a serem propostas pelo corpo técnico responsável pela contratação e análise desses projetos. Tais diretrizes devem estar voltadas especificamente a aspectos técnicos, de modo que sejam justificáveis, e a orçamentação deve considerar os eventuais acréscimos de custos aos serviços necessários.

Ainda assim, é primordial que não ocorra uma dissociação jurídica entre as exigências do edital e o documento básico que rege as licitações, isto é, a Lei 8.666 (1993), além da Lei de Diretrizes Orçamentárias que é publicada anualmente.

Em seu 7º artigo, parágrafo 5º, a Lei 8.666 (1993) define que:

§ 5º É vedada a realização de licitação cujo objeto inclua bens e serviços sem similaridade ou de marcas, características e especificações exclusivas, salvo nos casos em que for tecnicamente justificável, ou ainda quando o fornecimento de tais materiais e serviços for feito sob o regime de administração contratada, previsto e discriminado no ato convocatório.

Com base neste parágrafo, fica impedida para a administração pública a inclusão de marcas nos objetos a serem licitados. No caso de projetos de SPS, essa definição impede que componentes especificados em projeto, como louças e metais sanitários, recebam

indicação de uma única marca em suas especificações. Nesse aspecto, é primordial que o edital contenha uma alternativa técnica juridicamente apropriada que impeça a utilização de produtos de qualidade inferior por parte da empresa contratada para a execução da obra, prezando pela qualidade final da edificação.

Outro ponto a ser considerado é a questão orçamentária. Por força da legislação vigente, os valores de obras públicas federais devem ser baseados nos preços unitários propostos pela Caixa Econômica Federal, através do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). Desse modo, se um projeto tiver alterações em relação a itens apresentados pelo SINAPI, este deve ser adequado. Por exemplo, se tal projeto especificar a execução de caixas de alvenaria com detalhes executivos que não façam parte do item proposto pelo SINAPI, como pintura indicativa na parte superior da tampa, este serviço adicional deve ser considerado no preço final da caixa. O mesmo vale para componentes do sistema que não façam parte do SINAPI, como torneiras ou louças especiais, cujos valores devem ser obtidos através de pesquisa no comércio local.

2.3.4. Manual do usuário

De acordo com NBR 14037 – Manual de operação, uso e manutenção das edificações (ABNT, 1998), historicamente o processo de produção de edificações foi entendido como constituído por duas etapas, o projeto e a execução em canteiro, de modo que a edificação era entendida como sendo a própria realização do objetivo do projeto, não considerando que na verdade seria o serviço para o qual a mesma se presta após sua ocupação o objetivo real de todo o processo. Além de que, existe cada vez mais uma crescente integração entre as etapas de projeto e execução em canteiro. Desse modo, a questão centra-se no desenvolvimento de uma interface eficiente entre esses dois conjuntos de etapas. O manual do usuário é uma ferramenta técnica que deve fazer parte do processo de projeto, de forma a favorecer a implantação de uma abordagem mais ampla entre os intervenientes envolvidos, e estreitando os laços entre projetista, executor e usuário. A qualificação da documentação técnica produzida ao longo das etapas de projeto e execução e seu direcionamento para esclarecer dúvidas relativas às etapas de operação, uso e manutenção, sistematizada na forma de manuais de operação, uso e manutenção das edificações tem sido outro instrumento para melhorar a comunicação no processo.

Aguilera (2005) afirma que:

O manual do usuário é encarado como sendo uma prática comum para transmissão de informações relativas a um produto, necessárias a seu uso, operação e manutenção, e sendo este produto uma edificação, tais informações devem considerar o caráter definitivo do produto, incluindo sua durabilidade, sem nenhum tipo de condicionante (climático, ambiental, etc) que faça referência à sua vida útil.

Para Gnipper (2010), a “inexistência de prévio processo de coordenação futuramente pode acabar por se refletir na manutenção dos SPHS, ao se prescindir de um manual de orientação e de projetos conforme construído, sendo que a ausência destes elementos favorece o desenvolvimento de manifestações patológicas”.

MÉTODO DE PESQUISA

3. MÉTODO DE PESQUISA

De acordo com Vera (1979), entende-se como método o procedimento, ou conjunto deles, que venham a servir de instrumento para alcançar os fins de investigação.

De acordo com a classificação de métodos de pesquisa proposta por Yin (1994), apresentada no Quadro 3.1, a presente pesquisa, de modo geral, enquadra-se como um estudo de caso, pois foca-se na questão de “como” é possível trabalhar-se a favor da qualidade de projetos de SPAF e SPES.

Quadro 3.1 – As situações relevantes para os diferentes métodos de pesquisa

Fonte: Yin (2009)

estratégia de pesquisa	forma de questão de pesquisa	exige controle sobre eventos comportamentais?	focaliza acontecimentos contemporâneos?
experimento	como, por que	sim	sim
levantamento	quem, o que, onde, quantos, quanto	não	sim
análise de arquivos	quem, o que, onde, quantos, quanto	não	sim/não
pesquisa histórica	como, por que	não	não
estudo de caso	como, por que	não	sim

Como parte dos dados de entrada para a proposição das diretrizes, foi feito um levantamento dos requisitos e critérios exclusivamente ligados a projetos de SPAF e SPES dentro da norma brasileira de desempenho, a NBR 15575 (ABNT, 2008). Tal levantamento, de acordo com Yin (1994), teve como estratégia de pesquisa a análise de arquivos.

Com base em critérios e requisitos de desempenho para projetos levantados na NBR-15575-6 (ABNT, 2008), constantes no Apêndice A, em conjunto com a experiência pessoal do autor, foram finalmente propostas as diretrizes para projetos de SPAF e SPES. Tais diretrizes foram desenvolvidas com o propósito de serem utilizadas em licitações de projetos destes sistemas, em campi universitários. Na sequência, dois projetos executados na UFSCar foram analisados com base nestas diretrizes. O fluxograma da Figura 3.1 apresenta o método utilizado.

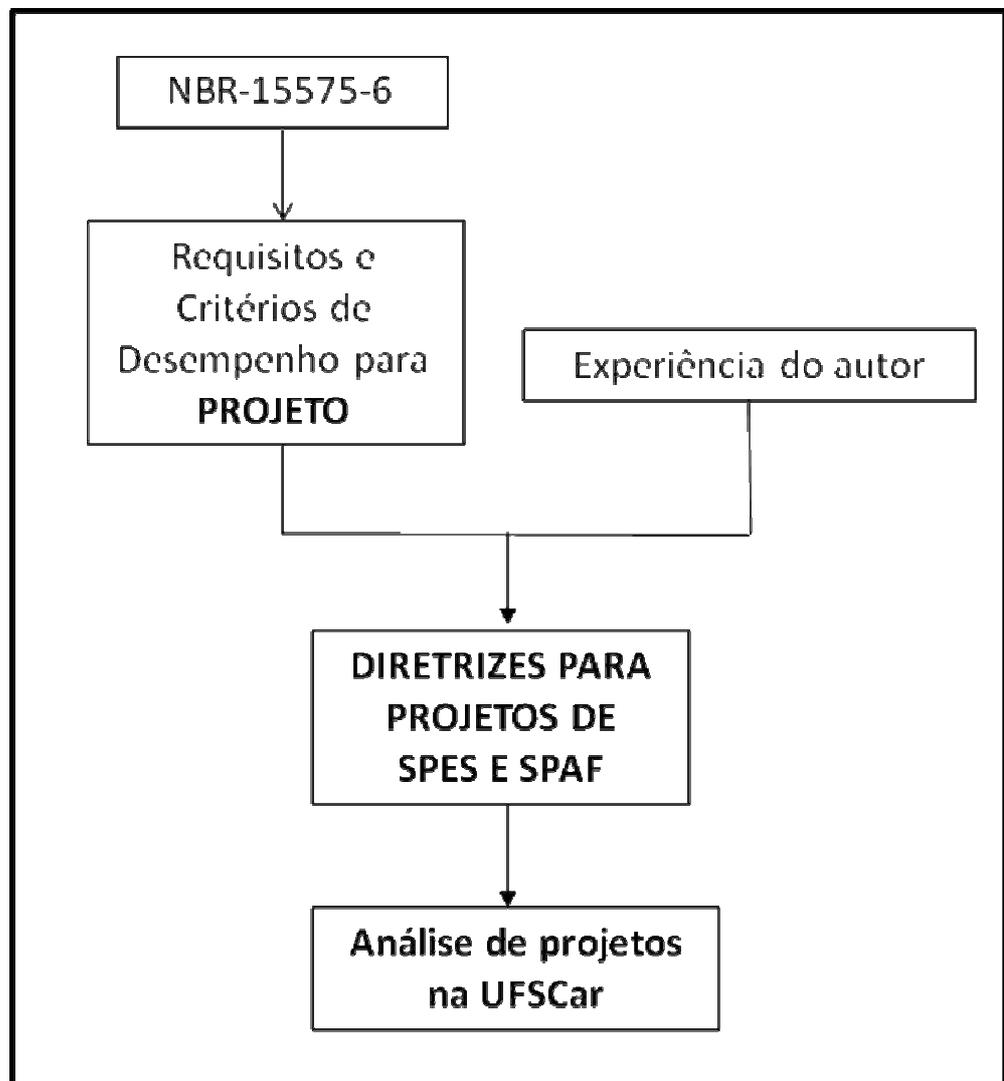


Figura 3.1 – Fluxograma de método de pesquisa

RESULTADOS

4. RESULTADOS

O subitem 4.1, apresenta as diretrizes de projeto para SPAF e SPES, objetivo principal desta pesquisa, enquanto o subitem 4.2 apresenta a aplicação de tais diretrizes na análise de dois projetos. O subitem 4.3 analisa os respectivos índices de atendimento às diretrizes.

4.1. Diretrizes para os projetos de SPAF e SPES

Neste subitem são apresentadas as diretrizes de projeto desenvolvidas para aplicação nos projetos de SPAF e SPES, objetivo principal da presente dissertação.

A elaboração considerou os requisitos e critérios presentes na NBR 15575-6 (ABNT, 2008) relativos a projetos, levantados no Apêndice A, e na experiência do autor em análises de projetos de SPS dentro da UFSCar, também abrangendo normas técnicas complementares.

Importante ressaltar a grande importância da citação em projeto, seja nas pranchas ou no memorial de SPS, das normas às quais um componente ou equipamento do sistema deva atender, permitindo deste modo que no momento da execução, as equipes de fiscalização tenham embasamento legal para exigir das empresas contratadas a utilização de produtos de qualidade certificada.

No total, são propostas quarenta e quatro diretrizes para projetos de SPAF e SPES.

Foi parte dos objetivos desse estudo que as diretrizes propostas contemplassem em sua composição, além do necessário conteúdo teórico, embasado em normas técnicas, a questão da praticidade de uso, visando que sua utilização, seja na íntegra ou incorporando futuras adaptações segundo os propósitos de uso, possa ocorrer adequadamente por parte de empresas projetistas ou por parte dos órgãos ou empresas contratantes, facilitando assim o

diálogo projetista/usuário, e promovendo a padronização no momento da análise dos projetos recebidos, com vistas ao aumento na qualidade do produto final.

Desse modo, para cada exigência do usuário definida em NBR 15575-6 (ABNT, 2008) são apresentadas as respectivas diretrizes.

4.1.1. Diretrizes relativas à segurança estrutural

O Quadro 4.1 apresenta diretrizes propostas para projetos, de acordo com a exigência do usuário relativa à segurança estrutural.

Quadro 4.1 – Quadro de diretrizes para projetos com base em segurança estrutural

1.1 - O projeto de SPHS deve conter detalhamento (em escala 1:25 ou maior) do sistema de fixação das tubulações suspensas do SPAF e SPES, quando estas se fizerem presentes.

1.2 - No caso de tubulações enterradas, o projeto deverá apresentar detalhe típico (escala 1:25 ou maior) contendo detalhes em relação à sessão proposta, incluindo materiais utilizados (areia para berço, e/ou concreto para envelopamento ou proteção) e profundidade, de acordo com o uso na área acima da passagem (vias leves ou pesadas, tráfego de pedestres, canteiros, ou outros)

1.3 - Passagens em elementos estruturais devem ser evitadas e quando necessárias, estarem presentes em projeto de furação adequado. Nos pontos de transição entre elementos (parede x piso, parede x pilar, e outros), o projeto deve considerar e indicar a existência de dispositivos que assegurem a não transmissão de esforços para a tubulação, como a utilização de uma tubulação de maior diâmetro, de modo a não engastar a tubulação, permitindo uma eventual manutenção sem danos à estrutura. Devem ser seguidos critérios de distribuição de dispositivos de fixação (luva guia e luva ponto fixo) e dispositivos para absorção de dilatação, específicos para cada material.

1.4 - As válvulas de descarga, metais sanitários de fechamento rápido e do tipo monocomando não devem provocar sobrepressões no fechamento superiores a 200 kPa. A indicação de válvulas de fabricantes que atendam ao disposto neste item deve constar em projeto e/ou especificações técnicas, sendo que as mesmas devem atender ao disposto nas NBR 15857 (ABNT, 2011).

Quadro 4.1 – Quadro de diretrizes para projetos com base em segurança estrutural
(continuação)

1.5 - Em sistemas de recalque, a velocidade do fluido deve ser inferior a 10m/s, a menos que sejam previstos dispositivos redutores. A velocidade deve ser mencionada em projeto, especificação técnica ou memorial de cálculo, assim como no caso de eventuais dispositivos redutores, estes devem ser especificados adequadamente.

1.6 - Tubulações aparentes expostas a intempéries devem receber pintura para proteção contra radiação solar nociva ao material. A especificação da tinta a ser utilizada e da cor deverão constar em projeto ou especificações.

4.1.2. Diretrizes relativas à segurança contra incêndio

O Quadro 4.2 apresenta diretrizes propostas para projetos, de acordo com a exigência do usuário relativa à segurança contra incêndio.

Quadro 4.2 – Quadro de diretrizes para projetos com base em segurança contra incêndio

2.1 - Quando não houver rede específica para fins de prevenção e combate a incêndios, o sistema deve dispor no reservatório domiciliar de água fria, superior ou inferior, de volume de água necessário para o combate a incêndio, além do volume de água necessário para o consumo dos usuários, aplicável para aqueles casos em que a edificação necessitar hidrante. O volume de água reservado para combate a incêndio deve ser estabelecido segundo a legislação vigente ou, na sua ausência, segundo a NBR 13714 (ABNT, 2000).

2.2 - Quando as prumadas de esgoto sanitário e ventilação estiverem projetadas como aparentes em alvenaria ou no interior de shafts, devem ser fabricadas com material não propagante de chamas. A indicação da classe e categoria de tubos que atende a esta diretriz deve estar indicada em projeto ou no caderno de especificações técnicas.

4.1.3. Diretrizes relativas à segurança no uso e operação

O Quadro 4.3 apresenta diretrizes propostas para projetos, de acordo com a exigência do usuário relativa à segurança no uso e operação.

Quadro 4.3 – Quadro de diretrizes para projetos com base em segurança no uso e operação

3.1 - Metais sanitários, louças, registros, inclusive as partes cobertas por canoplas que são passíveis de contato quando do uso, da manutenção ou troca do componente, e demais componentes do SPAF previstos em projeto não deverão apresentar cantos vivos ou superfícies ásperas. O projeto e/ou o caderno de especificações técnicas fornecido pela empresa projetista deve citar a necessidade de apresentação de um modelo das peças a serem utilizadas por parte da construtora para o órgão fiscalizador, que aprovará ou não sua utilização após inspeção visual.

3.2 - Em caixas de concreto/alvenaria externas, destinadas a abrigar registros do SPAF, e passagens e inspeção de SPES, devem apresentar em projeto detalhamento executivo (escala 1:25 ou maior) de modo que a tampa possua mecanismo adequado para sua retirada por equipes de manutenção, e dimensões propostas de acordo com o peso da peça, devendo ser dividida em mais de uma parte quando forem de grande porte. Deve ser concordante com o acabamento da superfície e resistente aos esforços que irão atuar sobre ela. Havendo frestas laterais, devem ser de no máximo 15 mm, de acordo com NBR 9050 (ABNT, 2004). Na parte superior, deverá ser feita indicação em baixo relevo do sistema à qual pertence (SPAF ou SPES).

3.3 - Para o acesso ao barrilete/reservatório superior, quando sobre a laje de cobertura, deve ser prevista uma portinhola ou alçapão metálico de dimensões mínimas de 70 cm por 70 cm.

4.1.4. Diretrizes relativas à estanqueidade

O Quadro 4.4 apresenta diretrizes propostas para projetos, de acordo com a exigência do usuário relativa à estanqueidade.

Quadro 4.4 – Quadro de diretrizes para projetos com base em estanqueidade

4.1 - As tubulações do SPAF não devem apresentar vazamento quando submetidas à pressão de serviço hidrostática de, no mínimo 1,5 vezes o valor da pressão prevista, em projeto, nesta mesma seção, sob condições estáticas, isto é, sem escoamento e, em, nenhum caso, devem apresentar vazamento quando submetidas a pressões inferiores a 100 kPa. A exigência da realização deste teste, detalhados em NBR 5626 (ABNT, 1998) (item 6.3.3), deve constar em especificação técnica que acompanha o projeto de SPAF, assim como seu custo deve constar em orçamento executivo.

4.2 - As peças de utilização não devem apresentar vazamento quando submetidas à pressão hidrostática prevista em NBR 5626 (ABNT, 1998) (item 6.3.4). A exigência de realização deste teste deve constar em especificação técnica que acompanha o projeto de SPS.

4.3 - Em condições estáticas, a pressão da água em qualquer ponto de utilização do SPAF não deve ser superior a 400 kPa.

4.4 - As tubulações dos SPES não devem apresentar vazamento quando submetidas à pressão estática de 60 kPa, durante 15 min se o ensaio for feito com água, ou de 35 kPa, durante o mesmo período de tempo, caso o ensaio seja feito com ar. A necessidade de realização deste ensaio por parte da empresa contratada para execução dos sistemas, antes da entrega final da obra, deve constar em projeto ou caderno de especificações técnicas.

4.1.5. Diretrizes relativas ao desempenho acústico

O Quadro 4.5 apresenta diretrizes propostas para projetos, de acordo com a exigência do usuário relativa ao desempenho acústico.

Quadro 4.5 – Quadro de diretrizes para projetos com base em desempenho acústico

5.1 - A velocidade de escoamento da água considerada em projeto nas tubulações dos SPAF não deve ser superior a 3 m/s, especificado pela NBR 5626 (ABNT, 1998), de modo que este parâmetro seja mencionado em projeto, memorial de cálculo ou especificação técnica.

Quadro 4.5 – Quadro de diretrizes para projetos com base em desempenho acústico
(continuação)

5.2 - Tubulações, equipamentos e demais componentes sujeitos a esforços dinâmicos devem ser projetados para que não propaguem vibrações aos elementos das edificações. Em caso de necessidade, devem ser previstos dispositivos para eliminação de ruídos, incluindo justificativas técnicas e especificações, devendo constar na lista de materiais.

5.3 - Em edificações destinadas à moradia, salas de aula, ou qualquer local onde ocorra a permanência de usuários, existindo viabilidade técnica, as tubulações dos SPAF e SPES devem ser encaminhadas em paredes não constituintes dos ambientes ocupados.

4.1.6. Diretrizes relativas à durabilidade e manutenibilidade

O Quadro 4.6 apresenta diretrizes propostas para projetos, de acordo com a exigência do usuário relativa à durabilidade e manutenibilidade.

Quadro 4.6 – Quadro de diretrizes para projetos com base em durabilidade e manutenibilidade

6.1 - O projeto executivo de SPAF e SPES deve ser composto pelos seguintes elementos:

- planta de todos os pavimentos com traçado final e discriminação de dutos e tubulações com seus acessórios, trechos embutidos em vedações estruturais, com indicação de diâmetro ou dimensões, níveis, declividades e/ou caimentos, compatibilizados com os demais elementos e sistemas, além de plantas de laje com posicionamento cotado dos aparelhos, equipamentos, componentes, etc.;
- plantas ampliadas, vistas ou esquemas isométricos de ambientes hidráulicos;
- planta de marcação de laje para o pavimento tipo, com indicação das caixas e tubulações e/ou inserts embutidos, furos em lajes (planta de furação), com dimensões e posições cotadas em relação à estrutura;
- esquemas verticais de distribuição de água fria ou coleta de esgoto sanitário, incluindo a discriminação de acessórios, com indicação de diâmetros, dimensões e níveis;

Quadro 4.6 – Quadro de diretrizes para projetos com base em durabilidade e manutenibilidade (continuação)

-
- caderno de especificações, abrangendo materiais, componentes e equipamentos hidráulicos que compõem os SPAF e SPES, com respectivas características e normas técnicas;
 - memorial de parâmetros de dimensionamento dos sistemas abrangidos pelos projetos;
 - manuais de orientação ao usuário e de operação e manutenção dos sistemas, contendo informações referentes ao uso, operação, inspeção e manutenção, em conformidade com NBR 5626 (ABNT, 2008) e NBR 14037 (ABNT, 1998).
 - no caso de shafts, o projeto deve conter plantas, cortes, vistas e detalhes, conforme a necessidade, contendo o detalhamento da montagem de sistemas hidráulicos em shafts verticais, incluindo a indicação e especificação de suportes, fixações, detalhes de vedação, acessórios, e outros, com indicação de dimensões e níveis;

6.2 - O projeto deve dar preferência ao uso de shafts, promovendo o adequado acesso em futuras manutenções.

6.3 - As tubulações e conexões de água fria deverão ser em PVC rígido marrom, com juntas soldáveis, classe 15, pressão de serviço de 7,5 kgf/ cm², (ou de acordo com a pressão necessária para o projeto). Os tubos e conexões deverão ser fabricados e dimensionados conforme NBR 5648 (ABNT, 2010) e NBR 9821 (ABNT, 1988), respectivamente, devendo estas normas serem citadas em projeto ou especificações técnicas. Serão aceitos outros tipos de materiais desde que justificados tecnicamente.

6.4 - As tubulações e conexões esgoto deverão ser em PVC rígido tipo esgoto, com ponta e bolsa para junta elástica com anel de borracha, e a fabricação deverá atender às especificações de NBR 5688 (ABNT, 2010) e NBR 9064 (ABNT, 1985), devendo estas normas serem citadas em projeto ou especificações técnicas. Serão aceitos outros tipos de materiais desde que justificados tecnicamente.

6.5 - Todas as modificações no projeto original devem ser informadas à equipe de fiscalização, para posterior execução de um projeto como construído, devendo esta indicação constar em planta;

Quadro 4.6 – Quadro de diretrizes para projetos com base em durabilidade e manutenibilidade (continuação)

6.6 - As tubulações especificadas em projeto deverão ser de fabricantes participantes do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Governo Federal (PBQP). Tais fabricantes devem estar classificados como empresas qualificadas no Programa Setorial da Qualidade e Produtividade do Habitat e ter seus produtos aprovados pelo programa. Deverá ser observado que o número do lote fornecido tenha data posterior à data de aprovação dos produtos pelo programa. A indicação desta diretriz deverá ser feita no caderno de especificações.

6.7 - O projeto deverá conter um detalhamento (detalhe executivo em escala 1:25) da base de apoio do barrilete/reservatório superior.

6.8 – Em laboratórios, as tubulações deverão ser projetadas:

- embutidas, em ambientes destinados à permanência de usuários;
 - aparentes, sempre que esta alternativa for tecnicamente viável, no caso de ambientes de laboratórios.
-

6.9 – Em caso de chuveiros/lava-olhos de laboratórios, devem ser previstos dois pontos de esgoto: um para o efluente proveniente do sistema lava olho, coletado no respectivo recipiente, e outro no chão (ralo), para a coleta de efluentes provenientes do chuveiro.

6.10 – Vasos sanitários previstos deverão ser dotados de válvula de descarga. Serão aceitos outros tipos de soluções desde que justificados tecnicamente.

6.11 – No caso de edifícios nos quais exista previsão de ampliações, estas devem constar na prancha de implantação do projeto.

4.1.7. Diretrizes relativas à saúde, higiene e qualidade do ar

O Quadro 4.7 apresenta diretrizes propostas para projetos, de acordo com a exigência do usuário relativa à saúde, higiene e qualidade do ar.

Quadro 4.7 – Quadro de diretrizes para projetos com base em saúde, higiene e qualidade do ar

7.1 - O SPAF deve ser separado fisicamente de qualquer outra instalação que conduza água não potável ou fluida de qualidade insatisfatória, desconhecida ou questionável. Seus componentes não devem transmitir substâncias tóxicas à água ou contaminar a água por meio de metais pesados. O projeto deve estar em conformidade com NBR 5626 (ABNT, 1998), NBR 5648 (ABNT, 2010), NBR 13206 (ABNT, 2010) e NBR 7542 (ABNT, 1982). Deve ocorrer a menção em projeto da utilização de componentes que assegurem a não existência de substâncias nocivas ou presença de metais pesados.

7.2 - Todo componente de instalação permanente, proposto pelo projetista, deve ser fabricado de material lavável e impermeável para evitar a impregnação de sujeira ou desenvolvimento de bactérias ou atividades biológicas.

7.3 - O SPES deve possuir sistema de ventilação em concordância com NBR 8160 (ABNT, 1999), com detalhamentos adequados, e compatibilizado com os demais projetos (arquitetônico, projeto de furação, e outros que se fizerem necessários), de modo a manter a ausência de odores provenientes do esgoto sanitário aos ambientes. A saída da tubulação acima da cobertura deverá conter detalhamento em projeto.

7.4 - Os componentes do SPES enterrados devem ser protegidos contra a entrada de animais ou corpos estranhos, em conformidade com a NBR 8160 (ABNT, 1999).

7.5 - O SPES deve ser projetado de forma a não permitir a retrossifonagem ou quebra do selo hídrico, através do uso de recursos adequados (ralos e caixas sifonadas, sistemas de ventilação) nos locais necessários.

4.1.8. Diretrizes relativas à funcionalidade e acessibilidade

O Quadro 4.8 apresenta diretrizes propostas para projetos, de acordo com a exigência do usuário relativa à funcionalidade e acessibilidade.

Quadro 4.8 – Quadro de diretrizes para projetos com base em funcionabilidade e acessibilidade

8.1 - O sistema predial de água fria deve fornecer água na pressão, vazão e volume compatíveis com o uso, associado a cada ponto de utilização, considerando a possibilidade de uso simultâneo, em conformidade com NBR 5626 (ABNT, 1998), fazendo parte do escopo do projeto o respectivo memorial de cálculo considerando tais parâmetros.

8.2 - As válvulas de descarga devem obedecer ao disposto nas NBR 15857 (2011) no que diz respeito à vazão e volume de descarga. A indicação desta norma deve ser feita em projeto ou no caderno de especificações técnicas. (idem 3.3.1)

8.3 - Quando utilizada em sanitário para portadores de necessidades especiais, a altura da válvula de descarga deverá ficar 1,0 m do piso acabado, conforme recomendações da NBR 9050 (ABNT, 2004), devendo a bacia sanitária ser adequada a este uso, assim como o espaço para manobras e a inclusão das barras de apoio.

8.4 - Em sanitários para deficientes físicos, os lavatórios deverão atender aos dispostos na NBR 9050 (ABNT, 2004), em relação à altura e barras de apoio.

4.1.9. Diretrizes relativas ao conforto tátil e antropodinâmico

O Quadro 4.9 apresenta diretrizes propostas para projetos, de acordo com a exigência do usuário relativa ao conforto tátil e antropodinâmico.

Quadro 4.9 – Quadro de diretrizes para projetos com base em conforto tátil e antropodinâmico

9.1 - O SPAF deve permitir manobras confortáveis e seguras aos usuários. Desse modo, as peças de utilização, inclusive registros de manobra, devem possuir volantes ou dispositivos com formato e dimensões que proporcionem torque de acionamento de acordo com as normas de especificação de cada produto, além de serem isentos de rebarbas, asperezas, ou ressaltos que possam causar ferimentos. No caderno de especificações técnicas, deve constar que a empresa construtora, responsável pela execução do sistema, deverá levar amostras de tais peças para a Unidade de Fiscalização de Obras responsável, só podendo proceder à execução após a aprovação por escrito.

4.1.10. Diretrizes relativas à adequação ambiental

O Quadro 4.10 apresenta diretrizes propostas para projetos, de acordo com a exigência do usuário relativa à adequação ambiental.

Quadro 4.10 – Quadro de diretrizes para projetos com base em adequação ambiental

10.1 - Consumo de água em bacias sanitárias: as bacias sanitárias devem ser de volume de descarga reduzido, de acordo com as especificações de NBR 15857 (2011). A indicação de tais normas deve ocorrer em projeto ou caderno de especificações técnicas.

10.2 - Fluxo de água em peças de utilização: recomenda-se que as peças de utilização propostas em projeto possuam vazão em conformidade com a tabela abaixo, devendo constar a indicação das vazões adotadas em memória de cálculo.

Peça de utilização	Vazão máxima L/s
Chuveiros e duchas (dotadas de aquecimento central ou de passagem)	0,10 a 0,25
Mictório	0,07 a 0,15
Torneiras para lavatório, pia de cozinha, uso geral, tanque, aparelho economizador, misturador para lavatório e misturador para pia de cozinha.	0,05 a 0,12
Aparelho economizador (torneira automático).	0,04 a 0,12
Torneiras para jardim	0,10 a 0,25

Quadro 4.10 – Quadro de diretrizes para projetos com base em adequação ambiental
(continuação)

10.3 - Metais e louças sanitárias especificados em projeto deverão ser fabricantes participantes do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Governo Federal, devendo a empresa estar qualificada no Programa Setorial da Qualidade de Aparelhos Economizadores de água e ter seus produtos aprovados pelo programa. Deverá ser observado o número do lote fornecido, de modo que tenha data posterior à data de aprovação dos produtos pelo programa. A indicação desta diretriz deverá ser feita no caderno de especificações.

10.4 – Em lavatórios devem ser adotadas torneiras de fechamento automático de mesa, com arejador, corpo e botão de acionamento em latão cromado, tempo de fechamento de 4 a 10 segundos, volume máximo de água por ciclo de 1,2 L, em conformidade com a NBR 13713 (ABNT, 2009). A proposição de peças recém-lançadas no mercado, contendo novas tecnologias, pode ser aceita desde que haja justificativa técnica.

10.5 – Em mictórios devem ser adotadas válvulas de fechamento automático, corpo e botão de acionamento em latão cromado, tempo de fechamento de ciclo de 4 a 10 segundos, volume máximo de água por ciclo de 1,5 litros, com elemento regulador ou restritor de vazão (incorporado à válvula ou ao conjunto), em conformidade com a NBR 13713 (ABNT, 2009). A proposição de peças recém-lançadas no mercado, contendo novas tecnologias, pode ser aceita desde que haja justificativa técnica.

4.2. Aplicação das diretrizes propostas em edifício de alojamento estudantil e edifício de laboratórios na UFSCar

A seguir é feita a aplicação das diretrizes propostas no subitem anterior na análise de dois projetos que contemplam SPAF e SPES, sendo o primeiro um edifício de alojamento estudantil, denominado Projeto A, e o segundo um edifício de laboratórios, denominado Projeto B.

A escolha das obras para a aplicação das diretrizes foi baseada na repetitividade destas tipologias. Alojamentos estudantis vêm sendo executados com

frequência dentro de universidades públicas, enquanto é cada vez maior a demanda por novos edifícios contendo laboratórios didáticos, devido à expansão universitária dos últimos anos.

Os próximos subitens, 4.2.1 e 4.2.2, apresentam uma caracterização dos projetos utilizados nesta análise. O subitem 4.2.3 apresenta a análise destes projetos.

4.2.1. Alojamento estudantil (Projeto A)

O projeto do alojamento estudantil propõe uma edificação destinada a abrigar 108 alunos de graduação de baixa renda no campus São Carlos da UFSCar. Sua implantação é na Área Sul, em local destinado a abrigar as moradias da Universidade, conforme destaque na Figura 4.1.



Figura 4.1 – Área de alojamentos na UFSCar, Campus São Carlos

Fonte: Google Maps. Disponível em: <<http://maps.google.com.br/>>. Acesso em: 10 abril 2012

Para sua concepção, foi adotado o sistema construtivo em alvenaria estrutural de bloco de concreto, possuindo quatro pavimentos, cada qual constituído por três apartamentos com três dormitórios, três banheiros, uma sala, uma cozinha e uma área de serviço em cada apartamento, conforme a Figura 4.2.



Figura 4.2 – Leiaute de apartamento do Alojamento Estudantil (Projeto A)

Os projetos dos SPHS compreendem os respectivos projetos de água fria, esgoto sanitário, água quente, água pluvial e combate a incêndios. A tubulação do sistema predial de água fria é proposta em PVC soldável, do esgoto sanitário em PVC sanitário, de água quente em PPR e a de combate a incêndios em ferro galvanizado. Nas Figuras 4.3 e 4.4 são apresentados, respectivamente, os leiautes dos banheiros, da cozinha e da área de serviço.

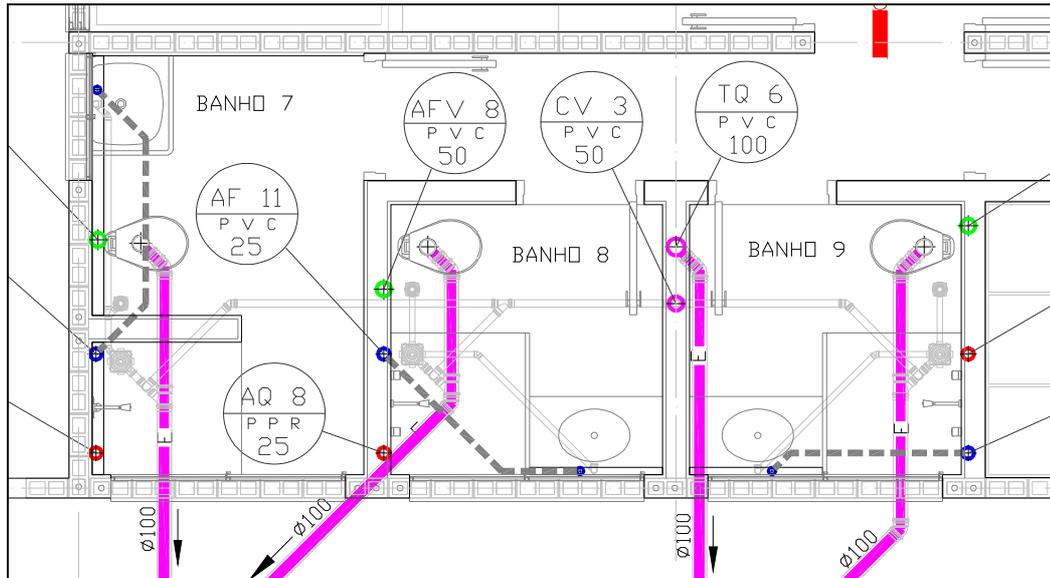


Figura 4.3 – Leiaute dos banheiros do Alojamento Estudantil

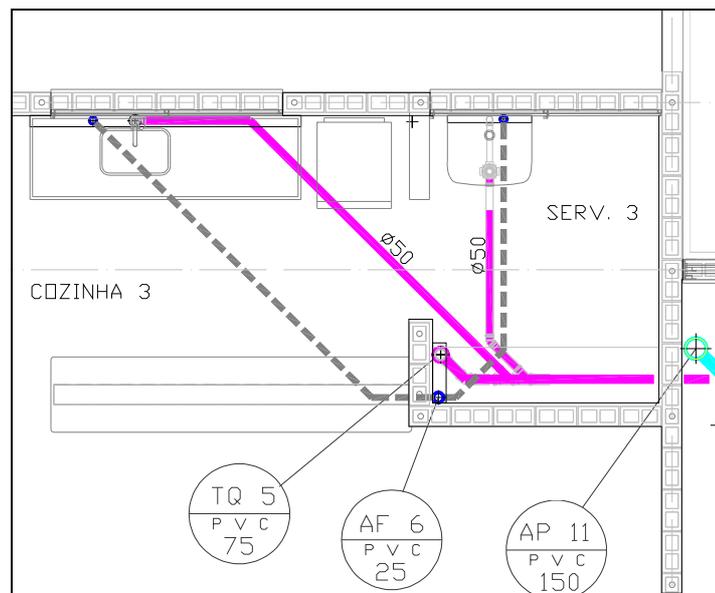


Figura 4.4 – Leiaute da cozinha e área de serviço do Alojamento Estudantil

Atualmente, o edifício do alojamento estudantil encontra-se em fase final de execução. As tubulações dos SPAF e SPEA estão praticamente finalizadas, como pode ser visto nas Figuras 4.5 (a) e 4.5 (b), que mostram os enchimentos, usualmente chamados de “bonecas”, para passagem de tubulações, da lavanderia e do banheiro.



(a)



(b)

Figura 4.5: (a) e (b) - Enchimentos executados na lavanderia e banheiro

O projeto de SPHS do alojamento estudantil é constituído por um jogo de 9 pranchas, não fazendo parte do projeto o memorial de cálculo ou um caderno de especificações técnicas. Também não está incorporado ao projeto nenhum tipo de orientação ou manual direcionado ao usuário após a ocupação da edificação, de modo que todas as informações relativas ao projeto estão contidas nas pranchas.

4.2.2. Edifício de laboratórios (Projeto B)

O edifício de laboratórios analisado é composto por dois pavimentos (Figura 4.6), sendo que no pavimento térreo estão localizados os laboratórios de química e no pavimento superior os laboratórios de física.



Figura 4.6 – Edifício de laboratórios

O edifício foi executado em duas etapas. A primeira contemplou as fundações e estruturas pré-moldadas, e a segunda etapa finalizou a execução do edifício, incluindo fechamentos, acabamentos, sistema elétrico, SPHS, entre outros serviços complementares.

O pavimento térreo possui salas de instrumentação, salas de técnicos, sanitários e quatro laboratórios de química, cada qual com capacidade para vinte e quatro alunos, divididos em três bancadas centrais, providas de GLP, gás comprimido e água fria, conforme Figuras 4.7 (a) e 4.7 (b).

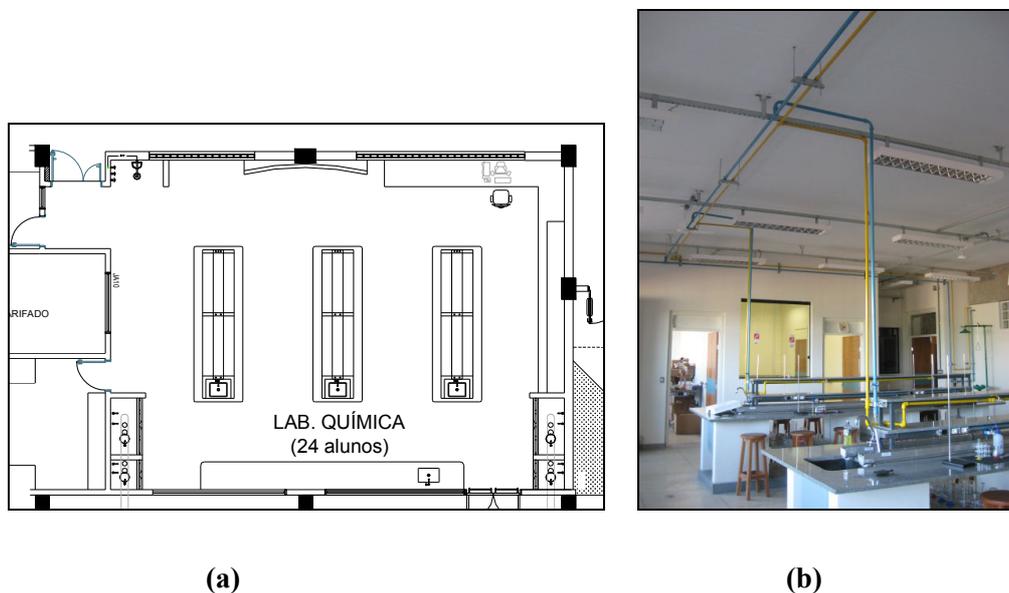


Figura 4.7: (a) - Projeto do laboratório de química (b) – Laboratório de química

O pavimento superior é composto por quatro laboratórios de física, cada qual com capacidade para vinte e quatro alunos, sanitários, salas de técnicos, secretarias, salas de projeto e almoxarifados, conforme Figuras 4.8 (a) e 4.8 (b). Pelos tipos de atividades desenvolvidas nestes laboratórios, as bancadas centrais possuem somente instalações elétricas, ficando nas bancadas laterais pontos de água fria para eventuais experimentos.

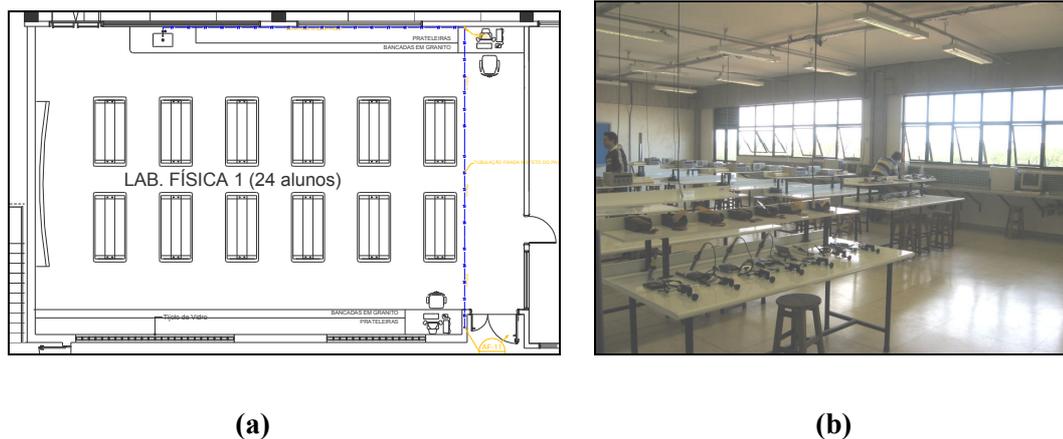


Figura 4.8: (a) - Projeto do Laboratório de Física (b) – Laboratório de Física

O projeto de SPHS do edifício de laboratórios é constituído por um jogo de vinte e duas pranchas. Como no caso do Projeto A, apresentado no subitem 3.2.1, todas as informações disponíveis estão contidas nas pranchas, não sendo fornecido anexo ao Projeto nenhum tipo de especificação complementar, memorial de cálculo ou manual de manutenção e uso, destinado ao usuário dos sistemas.

4.2.3. Análise de projetos segundo diretrizes propostas

Os quadros a seguir apresentam os resultados da aplicação das diretrizes propostas no subitem 4.1. As respectivas análises encontram-se na sequência de cada quadro. Os quadros são compostos sequencialmente através de colunas que apresentam:

- a numeração e a descrição das diretrizes;
- o projeto analisado: edifício de alojamentos (Projeto A) ou edifício de laboratórios (Projeto B);
- a aplicabilidade ou não da diretriz em relação ao sistema predial de água fria ou esgoto sanitário;
- o atendimento à diretriz.

4.2.3.1. Aplicação de diretrizes relativas à segurança estrutural

O Quadro 4.11 apresenta os resultados da aplicação das diretrizes relativas à segurança estrutural. Na sequência, são feitos comentários relativos aos resultados obtidos.

Quadro 4.11 – Atendimento às diretrizes para projetos com base em segurança estrutural

DIRETRIZES		PROJETO	A DIRETRIZ É APLICÁVEL?		ATENDE?
			AF	ES	
1.1	Tubulações suspensas: detalhamento (em escala 1:25 ou maior) do sistema de fixação das tubulações suspensas do SPAF e SPES, e descrição escrita.	A	SIM	SIM	NÃO
		B	SIM	SIM	NÃO
1.2	Tubulações enterradas: o projeto deverá apresentar detalhe típico (em escala 1:25 ou maior) da sessão proposta, incluindo materiais utilizados (areia para berço, e/ou concreto para envelopamento ou proteção) e profundidade	A	SIM	SIM	NÃO
		B	SIM	SIM	NÃO
1.3	Detalhamentos de passagens de tubulações em elementos estruturais.	A	SIM	SIM	SIM
		B	SIM	SIM	PARCIAL
1.4	Citação de normas relativas à válvulas de descarga: ABNT NBR 12905 e ABNT NBR 12903	A	SIM	NÃO	NÃO
		B	SIM	NÃO	NÃO
1.5	Sistemas de recalque: velocidade máxima de 10m/s, ou previsão de dispositivo redutor	A	NÃO	NÃO	-
		B	NÃO	NÃO	-
1.6	Pintura de tubulações expostas à intempérie, com especificação de tinta e cor.	A	NÃO	NÃO	-
		B	NÃO	NÃO	-

A diretriz 1.1 refere-se a tubulações suspensas, não sendo atendida em ambos os projetos, que não apresentaram nenhum detalhamento neste sentido. No Projeto A, foi possível verificar antes da implantação do forro de gesso, a fixação das tubulações suspensas através de arames ligados à viga de forro, como pode ser visto na Figura 4.9 (a), enquanto a Figura 4.9 (b) apresenta o sistema de fixação utilizado no Projeto B para tubulações do SPES. Em ambos os casos, a falta deste detalhe executivo ocasionou improvisos.



(a)



(b)

Figura 4.9 – Sistema de fixação no Projeto A (a) e Projeto B (b)

A diretriz 1.2 solicita um detalhamento das tubulações enterradas dos SPAF e SPES, não sendo atendida em ambos os projetos. A falta deste detalhe executivo pode comprometer a integridade das tubulações em caso de execução incorreta, ocasionando vazamentos de difícil detecção.

O detalhamento de passagens em elementos estruturais é solicitado na diretriz 1.3. O Projeto A possui detalhamento adequado, existindo uma prancha com as indicações de furações em laje, nas quais são utilizados tubos luvas de PVC ou formas de madeira, de acordo com o diâmetro da tubulação, como por ser visto na figura 4.10.

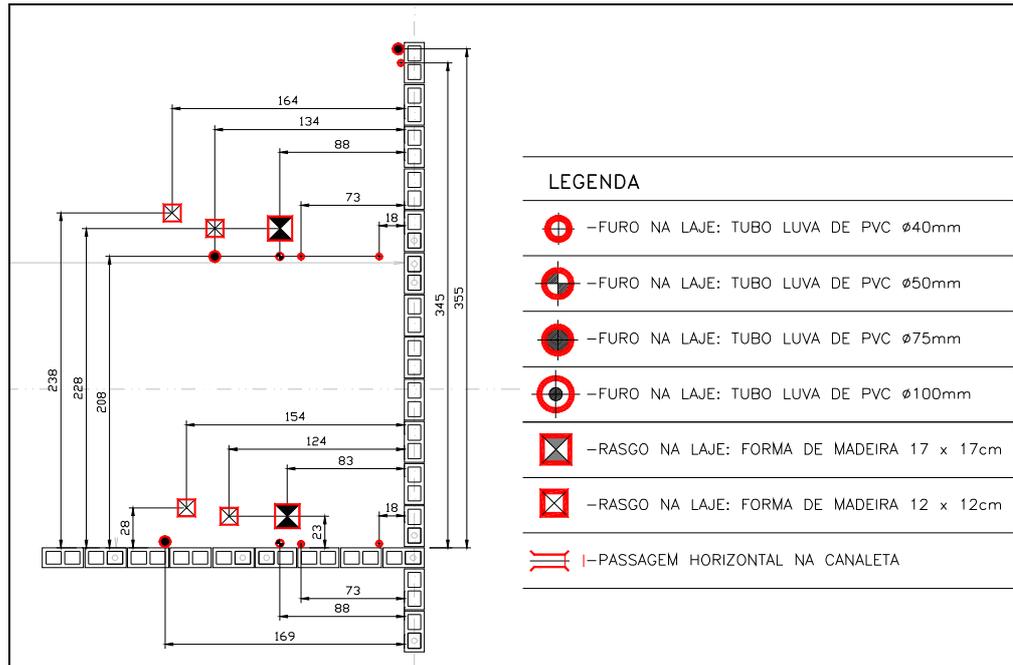


Figura 4.10 – Detalhe do projeto de furação do Projeto A

O projeto B limita-se a indicar em prancha a necessidade de encamisamento de tubulações que cruzem elementos estruturais, utilizando tubos de diâmetro superior. No caso deste Edifício, os projetos dos SPHS foram elaborados após a execução da estrutura do edifício, de modo que não houve a compatibilização necessária, ocasionando problemas executivos quanto à passagem de tubulações dos sistemas prediais, conforme Figura 4.11 (a) e (b).



Figura 4.11: (a) e (b) – Furações para passagens de tubulações

Nos projetos analisados não há citação sobre as normas às quais as válvulas de descarga devem atender para que seja garantida a utilização de peças que não provoquem sobrepressão no fechamento superior a 0,2 MPa, de modo que a diretriz 1.4 não foi atendida.

A diretriz 1.5 não é aplicável aos projetos analisados, já que o abastecimento do reservatório superior do SPAF ocorre por gravidade em ambos os projetos, não existindo um sistema de recalque.

Na parte externa de ambas as edificações, não foram projetadas tubulações aparentes dos SPAF e SPES, não se aplicando a diretriz 1.6.

4.2.3.2. Aplicação de diretrizes relativas à segurança contra incêndio

O Quadro 4.12 apresenta os resultados da aplicação das diretrizes relativas à segurança contra incêndio. Na sequência, são feitos comentários relativos aos resultados obtidos.

Quadro 4.12 – Atendimento às diretrizes para projetos com base em segurança contra incêndio

DIRETRIZES		PROJETO	A DIRETRIZ É APLICÁVEL?		ATENDE?
			AF	ES	
2.1	Existência de reservatório de água para o sistema de prevenção e combate a incêndios ou ligação à rede urbana específica.	A	SIM	NÃO	SIM
		B	SIM	NÃO	SIM
2.2	Indicação de material não propagante a chamas no caso de tubulações aparentes do SPES, ou projetadas no interior de shafts.	A	NÃO	NÃO	-
		B	NÃO	SIM	NÃO

A diretriz 2.1 aborda a questão da necessidade de reserva de incêndio no reservatório da edificação ou a ligação de rede específica para este fim, sendo que ambos os projetos atendem à mesma, já que a UFSCar possui uma rede para este fim, que abrange a maioria dos edifícios que compõem o Campus.

A diretriz 2.2 é aplicável somente ao Projeto B, já que o mesmo possui descidas do SPES no interior de shafts, como pode ser visto na Figura 4.12.



Figura 4.12: (a) e (b) – Shaft do Projeto B, visto pelo pavimento térreo

A diretriz não foi atendida, visto que não existe indicação de utilização de tubulações de material não propagante a chamas. Também é possível visualizar que não existe o fechamento do shaft, já que o mesmo não foi previsto em projeto e consequentemente não executado.

4.2.3.3. Aplicação de diretrizes relativas à segurança no uso e operação

Quadro 4.13 apresenta os resultados da aplicação das diretrizes relativas à segurança no uso e operação. Na sequência, são feitos comentários relativos aos resultados obtidos.

Quadro 4.13 – Atendimento às diretrizes para projetos com base em segurança no uso e operação

DIRETRIZES		PROJETO	A DIRETRIZ É APLICÁVEL?		ATENDE?
			AF	ES	
3.1	Indicação em especificações técnicas da necessidade de apresentação de amostra de componentes que venham a ter contato com o usuário (metais, louças, registros, etc) à unidade fiscalizadora, antes de sua instalação.	A	SIM	NÃO	NÃO
		B	SIM	NÃO	NÃO
3.2	Detalhamento em projeto de caixas de passagem/inspeção (escala 1:25 ou maior) mecanismo de retirada da tampa, indicação em baixo relevo do sistema (SPAF ou SPES).	A	SIM	SIM	PARCIAL
		B	NÃO	SIM	SIM
3.3	Acesso ao barrilete por alçapão metálico ou portinhola, medidas mínimas de 70cm x 70cm.	A	SIM	NÃO	SIM
		B	SIM	NÃO	NÃO

A diretriz 3.1 propõe uma avaliação visual/tátil do material, garantindo a utilização de peças que não tenham cantos vivos ou superfícies ásperas. Esse tipo de procedimento já é adotado dentro da UFSCar, em projetos de arquitetura, de modo que amostras de alguns materiais de acabamento, como pisos e azulejos, são apresentadas para avaliação antes de sua implantação. No presente caso, não existe esta determinação nos projetos analisados, de modo que esta diretriz não foi atendida.

A diretriz 3.2 foi parcialmente atendida no Projeto A, apresentando um detalhamento adequado, mas não mencionando na parte superior uma indicação do tipo de sistema ao qual a caixa pertence. Essa indicação é de grande importância para as equipes de manutenção após a ocupação da edificação. O Projeto B atendeu a esta diretriz, conforme pode ser visto na Figura 4.13, que apresenta o detalhe executivo de caixas de inspeção.

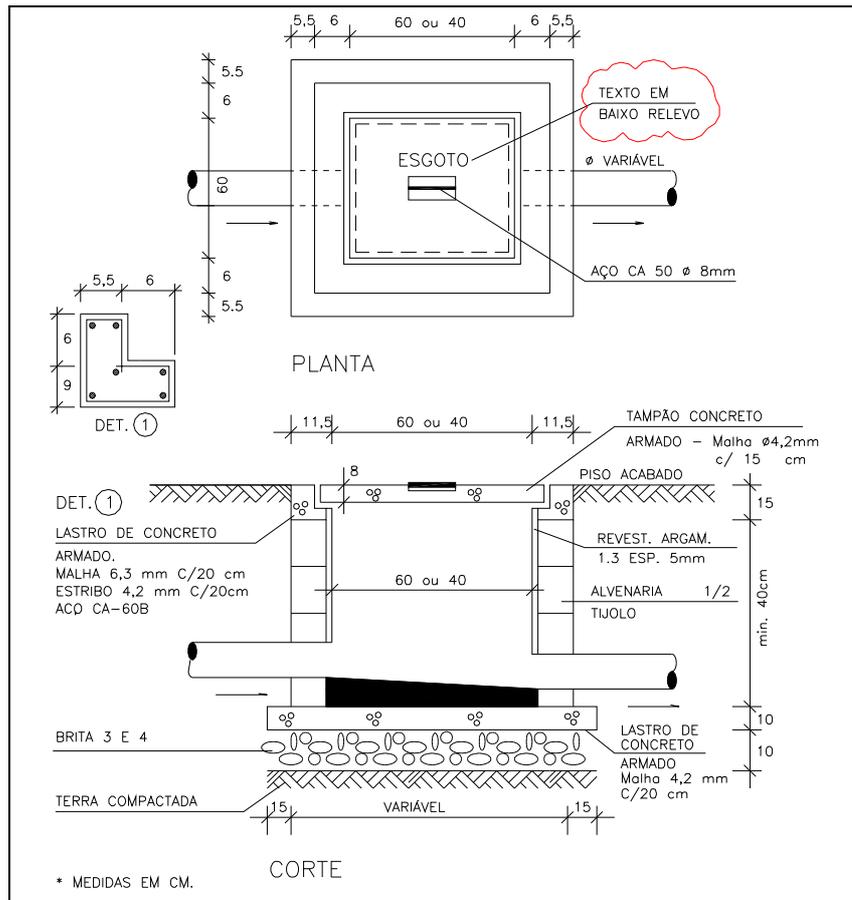


Figura 4.13 – Detalhe executivo de caixas de inspeção no Projeto B

Em relação à diretriz 3.1, o Projeto A atendeu à diretriz, ao contrário do Projeto B, que não apresentou um acesso ao reservatório superior. Essa diretriz promove o acesso ao reservatório em casos de manutenção, de modo que não seja necessária a retirada de telhas. Manutenções em reservatórios são serviços usuais e frequentes, de modo que uma adequada acessibilidade ao local é justificável, com vistas à segurança e praticidade para as equipes de manutenção.

4.2.3.4. Aplicação de diretrizes relativas à estanqueidade

Quadro 4.14 apresenta os resultados da aplicação das diretrizes relativas à estanqueidade. Na sequência, são feitos comentários relativos aos resultados obtidos.

Quadro 4.14 – Atendimento às diretrizes para projetos com base em estanqueidade

DIRETRIZES		PROJETO	A DIRETRIZ É APLICÁVEL?		ATENDE?
			AF	ES	
4.1	Inclusão da necessidade de teste hidrostático na rede de SPAF, em especificação técnica ou prancha.	A	SIM	NÃO	NÃO
		B	SIM	NÃO	SIM
4.2	Inclusão da necessidade de teste hidrostático nas peças sanitárias do SPAF, em especificação técnica ou prancha.	A	SIM	NÃO	NÃO
		B	SIM	NÃO	NÃO
4.3	Inclusão da necessidade de ensaio de vazamento na rede de SPES, em especificação técnica ou prancha.	A	NÃO	SIM	NÃO
		B	NÃO	SIM	NÃO
4.4	Pressão estática máxima na rede deverá ser de 400 kPa.	A	SIM	NÃO	SIM
		B	SIM	NÃO	SIM

No Projeto A, nenhum ensaio, seja nos SPAF ou SPES, é solicitado, de modo que não houve o atendimento às diretrizes 4.1, 4.2 e 4.4. No Projeto B, em prancha é solicitada a realização de testes de estanqueidade nos SPAF, atendendo à diretriz 4.1.

A diretriz 4.3 limita a pressão máxima estática na rede como sendo de 40 kPa, sendo atendida em ambos os projetos.

4.2.3.5. Aplicação de diretrizes relativas ao desempenho acústico

Quadro 4.15 apresenta os resultados da aplicação das diretrizes relativas ao desempenho acústico. Na sequência, são feitos comentários relativos aos resultados obtidos.

Quadro 4.15 – Atendimento às diretrizes para projetos com base em desempenho acústico

DIRETRIZES		PROJETO	A DIRETRIZ É APLICÁVEL?		ATENDE?
			AF	ES	
5.1	Citação em caderno de especificações técnicas, projeto ou memorial de cálculo, do limite de velocidade de água na rede do SPAF (3 m/s).	A	SIM	NÃO	NÃO
		B	SIM	NÃO	NÃO
5.2	Tubulações, equipamentos e demais componentes sujeitos a esforços dinâmicos devem ser projetados para que não propaguem vibrações aos elementos das edificações. Em caso de necessidade, devem ser previstos dispositivos para eliminação de ruídos, incluindo justificativas técnicas e especificações, devendo constar na lista de materiais.	A	NÃO	NÃO	-
		B	NÃO	NÃO	-
5.3	Existindo viabilidade técnica, as tubulações dos SPAF e SPES devem ser encaminhadas em paredes não constituintes dos ambientes ocupados por longos períodos (como quartos, salas de aula, setores administrativos, etc.)	A	SIM	SIM	NÃO
		B	SIM	SIM	SIM

Não foi possível checar a diretriz 5.1 nos projetos, visto que ambos não apresentaram memorial de cálculo, de modo que foi considerada não atendida.

A diretriz 5.2 não é aplicável aos projetos, pois nos SPAF e SPES não são previstos componentes que possam transmitir vibrações às estruturas, como bombas de recalque.

Na diretriz 5.3, propõe-se que tubulações dos SPAF e SPES sejam locadas, se viável tecnicamente, em paredes que não façam divisa com ambientes ocupados por períodos longos ou que requeiram silêncio para o desenvolvimento de atividades, como no caso de salas de aula, dormitórios e setores administrativos. Em relação ao Projeto A, esta diretriz não foi atendida, visto que tubulações do SPAF, incluindo descidas de água para vasos sanitários

com válvulas de descarga, estavam locadas em paredes de dormitórios, como pode ser visto na Figura 4.14.

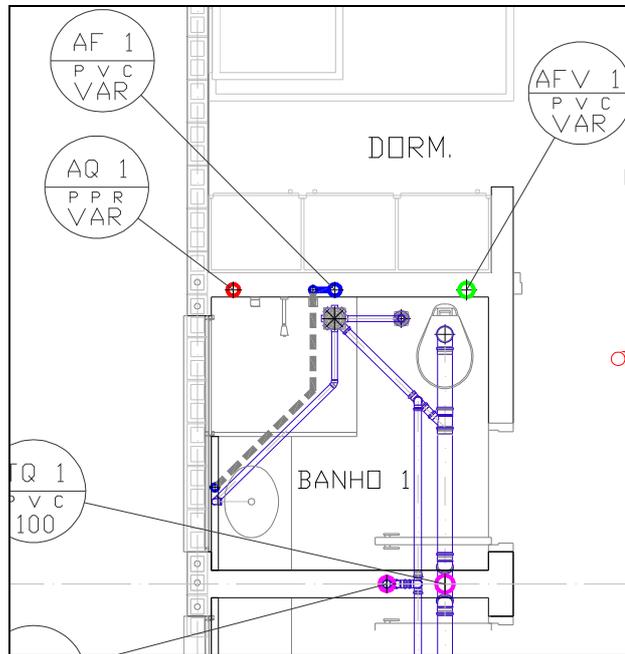


Figura 4.14 – Descidas do SPAF em paredes de divisa banheiros/dormitórios

No Projeto B, a área dos sanitários e copa é isolada dos laboratórios, e as salas de técnicos não possuem passagem de tubulações de SPAF e SPES. Mas o esgoto proveniente das bancadas dos laboratórios do pavimento superior passa por tubulações aparentes nos laboratórios do pavimento térreo, conforme Figura 4.15.



Figura 4.15 – Tubulações aparentes do SPES no pavimento térreo

Desse modo, os laboratórios do pavimento térreo estão expostos diretamente a ruídos provenientes do SPES, considerando-se a diretriz como não atendida.

4.2.3.6. Aplicação de diretrizes relativas à durabilidade e manutenibilidade

Quadro 4.16 apresenta os resultados da aplicação das diretrizes relativas à durabilidade e manutenibilidade. Na sequência, são feitos comentários relativos aos resultados obtidos.

Quadro 4.16 – Atendimento às diretrizes para projetos com base em durabilidade e manutenibilidade

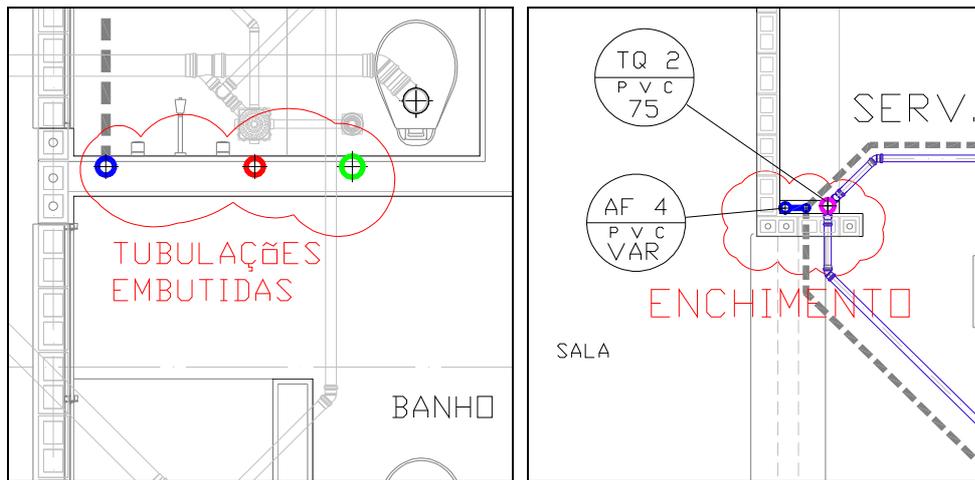
DIRETRIZES		PROJETO	A DIRETRIZ É APLICÁVEL?		ATENDE?
			AF	ES	
6.1	Inclusão de todos elementos necessários para o entendimento do projeto (plantas, ampliações, esquemas isométricos, planta de marcação), assim como caderno de especificações, memorial de parâmetros adotados em projeto e manuais de orientação e de operação e manutenção dos sistemas	A	SIM	SIM	PARCIAL
		B	SIM	SIM	PARCIAL
6.2	O projeto deve dar preferência ao uso de shafts.	A	SIM	SIM	NÃO
		B	SIM	SIM	SIM
6.3	Especificação em projeto ou especificação técnica do material a ser utilizado no SPAF: PVC rígido marrom, com juntas soldáveis, classe 15, pressão de serviço de 7,5 kgf/cm ² , (ou de acordo com a pressão necessária para o projeto). Os tubos e conexões deverão ser fabricados e dimensionados conforme ABNT NBR-5648:2010 e ABNT NBR 9821/88 da ABNT, respectivamente, devendo estas normas serem citadas em projeto ou especificações técnicas.	A	SIM	NÃO	SIM
		B	SIM	NÃO	SIM
6.4	Especificação em projeto ou especificação técnica do material a ser utilizado no SPES: PVC rígido tipo esgoto, com ponta e bolsa para junta elástica com anel de borracha, e a fabricação deverá atender às especificações da norma NBR – 5688/10 e NBR 9064/85 da ABNT, respectivamente, devendo esta norma ser citada em projeto ou especificações técnicas.	A	NÃO	SIM	SIM
		B	NÃO	SIM	SIM
6.5	Todas as modificações no projeto original devem ser informadas à equipe de fiscalização, para posterior execução de um projeto como construído, devendo esta indicação constar em planta	A	SIM	SIM	NÃO
		B	SIM	SIM	NÃO

Quadro 4.16 – Atendimento às diretrizes para projetos com base em durabilidade e manutenibilidade (continuação)

6.6	As tubulações especificadas em projeto deverão ser de fabricantes participantes do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Governo Federal (PBQP). A indicação desta diretriz deverá ser feita no caderno de especificações.	A	SIM	SIM	NÃO
		B	SIM	SIM	NÃO
6.7	Detalhamento em projeto da base de apoio do barrilete/reservatório superior, em escala 1:25	A	SIM	NÃO	NÃO
		B	SIM	NÃO	NÃO
6.8	Em laboratórios, as tubulações deverão ser projetadas: - embutidas, em ambientes destinados à permanência de usuários; - aparentes, sempre que esta alternativa for tecnicamente viável, no caso de ambientes de laboratórios.	A	NÃO	NÃO	-
		B	SIM	SIM	SIM
6.9	Em caso de chuveiros/lava-olhos de laboratórios, devem ser previstos dois pontos de esgoto: um para o efluente proveniente do sistema lava olho, coletado no respectivo recipiente, e outro no chão (ralo), para a coleta de efluentes provenientes do chuveiro	A	NÃO	NÃO	-
		B	NÃO	SIM	-
6.10	Vasos sanitários previstos deverão ser dotados de válvula de descarga. Serão aceitos outros tipos de soluções desde que justificados tecnicamente.	A	SIM	NÃO	SIM
		B	SIM	NÃO	SIM
6.11	No caso de edifícios nos quais exista previsão de ampliações, estas devem constar na prancha de implantação do projeto.	A	NÃO	NÃO	-
		B	SIM	SIM	NÃO

A diretriz 6.1 foi considerada parcialmente atendida em ambos os projetos. As pranchas de projeto apresentavam um conteúdo adequado, mas os projetos não contemplavam um caderno de especificações técnicas, primordial para a obtenção de informações complementares às pranchas, como especificações de componentes e peças. Conseqüentemente, os parâmetros utilizados pelo projetista, que usualmente fazem parte do caderno de especificações ou em memorial de calculo separado, não puderam ser analisados. Também não foi parte do conjunto de projeto qualquer tipo de manual dedicado ao usuário do sistema ou contendo informações relativas à operação e manutenção dos sistemas. No caso do Projeto B, a fixação das tubulações no interior dos shafts não possuía detalhamento.

Em relação à diretriz 6.2, o Projeto A optou por tubulações embutidas na alvenaria de vedação ou em enchimentos, conforme destaques nas Figuras 4.16 (a) e (b), considerando-se a diretriz parcialmente atendida. O Projeto B propôs tubulações aparentes e embutidas no caso dos laboratórios e no interior de shafts no caso dos sanitários, como mostram as Figuras 4.17 (a) e (b), atendendo a diretriz proposta.

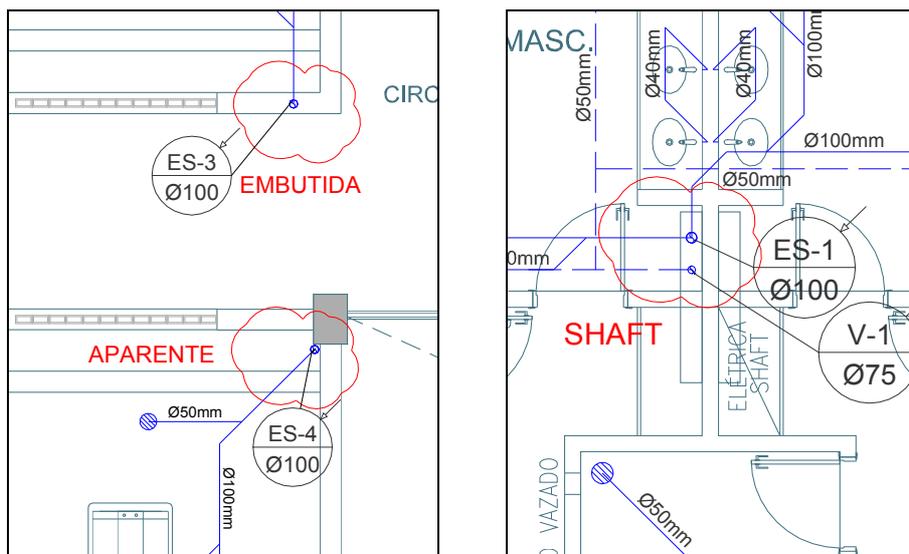


(a)

(b)

Figura 4.16: (a) – Tubulações embutidas em alvenaria (Projeto A)

(b) – Tubulações dentro de enchimentos (Projeto A)



(a)

(b)

Figura 4.17: (a) – Tubulações embutidas em alvenaria e aparentes (Projeto B)

(b) – Tubulações em shafts (Projeto B)

As diretrizes 6.3 e 6.4 determinam a especificação do material a ser utilizado nas tubulações do SPAF e SPES. Ambos os projetos indicam para o SPAF a classe (classe 15) e o tipo, PVC marrom soldável, além de indicar a norma à qual esses componentes devem atender. Em relação ao SPES, determina o tipo, PVC rígido soldável branco, série normal, e a norma pertinente, de modo que estas diretrizes foram atendidas.

A diretriz 6.5 não foi atendida pelos projetos, pois a necessidade de registro de modificações não é indicada. Esta diretriz depende em sua totalidade da participação da equipe fiscalizadora, mas como em várias outras diretrizes, a citação em projeto dá o embasamento para que o fiscal de obra possa exigir essa ação da empresa construtora.

A diretriz 6.6, relativa à utilização de tubulações de fabricantes participantes do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Governo Federal (PBQP), não foi atendida pelos projetos analisados. Essa solicitação, visando a implantação de materiais de qualidade, não é usual em projetos, embora alguns órgãos públicos a utilizem em suas diretrizes de projeto, como é o caso da Coordenadoria do Espaço Físico da Universidade de São Paulo.

A necessidade de detalhamento da base de apoio do reservatório superior definida pela diretriz 6.7, não é atendida nos projetos. Sem este detalhamento em projeto, a empresa executora poderia executar apoios inadequados e improvisados, podendo ocasionar futuros problemas.

A diretriz 6.8 é aplicável ao Projeto B, e foi atendida parcialmente, pois apesar de utilizar tubulações aparentes, tanto para os SPAF como para os SPES, neste último houve o problema de ruído devido à locação das tubulações sob o teto dos laboratórios, conforme mencionado no subitem 4.2.5.

A diretriz 6.9, relativa às saídas de esgoto de chuveiros/lava olhos, é aplicável ao Projeto B, não sendo atendida, já que o projeto não previu um ponto de esgoto na parte inferior, para escoamento da água proveniente de eventual uso do chuveiro. Desse modo, após a instalação do sistema, foi preciso uma adequação no local, conforme Figura 4.18.



Figura 4.18 - Adequação de piso para captação de água do chuveiro lava-olhos (Projeto B)

A diretriz 6.10 padroniza a utilização de vasos sanitários com válvulas de descarga nos sanitários. Atendida por ambos os projetos. Por ser um componente muito suscetível a manutenções, como visto no subitem 3.1, a padronização diminui a variedade de peças necessárias para reparos, facilitando o trabalho das equipes de manutenção.

Pela diretriz 6.11, no caso de edifícios onde existe a previsão ou possibilidade de ampliações, estas devem ser indicadas nas pranchas de implantação dos projetos de SPAF e SPES. No Projeto A, não existe esta previsão. O Projeto B apresentava a possibilidade de futura expansão em seu projeto arquitetônico, fornecido à empresa projetista, mas esta indicação não foi trazida ao projeto de SPHS, não atendendo deste modo à diretriz proposta.

4.2.3.7. Aplicação de diretrizes relativas à saúde, higiene e qualidade do ar

Quadro 4.17 apresenta os resultados da aplicação das diretrizes relativas à saúde, higiene e qualidade do ar. Na sequência, são feitos comentários relativos aos resultados obtidos.

Quadro 4.17 – Atendimento às diretrizes para projetos com base em saúde, higiene e qualidade do ar

DIRETRIZES	PROJETO	A DIRETRIZ É APLICÁVEL?		ATENDE?
		AF	ES	
7.1 O SPAF deve ser separado fisicamente de qualquer outra instalação que conduza água não potável. O projeto deve estar em conformidade com ABNT NBR 5626, ABNT NBR 5648, ABNT NBR 13206 e ABNT NBR 7542, devendo haver a citação em projeto ou caderno de especificações técnicas.	A	SIM	NÃO	SIM
	B	SIM	NÃO	SIM
7.2 Todo componente de instalação permanente, proposto pelo projetista, deve ser fabricado de material lavável e impermeável para evitar a impregnação de sujeira ou desenvolvimento de bactérias ou atividades biológicas.	A	SIM	SIM	SIM
	B	SIM	SIM	SIM
7.3 O SPES deve possuir sistema de ventilação em concordância com ABNT NBR 8160, com detalhes adequados, e compatibilizado com os demais projetos. A saída da tubulação acima da cobertura deverá conter detalhamento em projeto.	A	NÃO	SIM	SIM
	B	NÃO	SIM	NÃO
7.4 Os componentes do SPES enterrados devem ser protegidos contra a entrada de animais ou corpos estranhos, em conformidade com a ABNT NBR 8160.	A	NÃO	SIM	SIM
	B	NÃO	SIM	SIM
7.5 O SPES deve ser projetado de forma a não permitir a retrossifonagem ou quebra do selo hidráulico, através do uso de recursos adequados (ralos e caixas sifonadas, sistemas de ventilação) nos locais necessários.	A	NÃO	SIM	SIM
	B	NÃO	SIM	SIM

A diretriz 7.1 aponta a necessidade de separação física das instalações do SPAF das demais instalações que conduzam água não potável, sendo atendida em ambos os projetos.

A diretriz 7.2, após uma checagem em ambos os projetos, não apontou a presença de materiais que viessem a não atender a esta diretriz.

De acordo com a diretriz 7.3, os SPES devem possuir sistema de ventilação em concordância com NBR 8160 (ABNT, 1999), devendo existir em projeto um detalhamento da saída acima da cobertura. O Projeto A atendeu a diretriz, conforme Figura 4.19. O Projeto B, apesar de indicar as colunas de ventilação, não detalha ou indica a saída na cobertura.

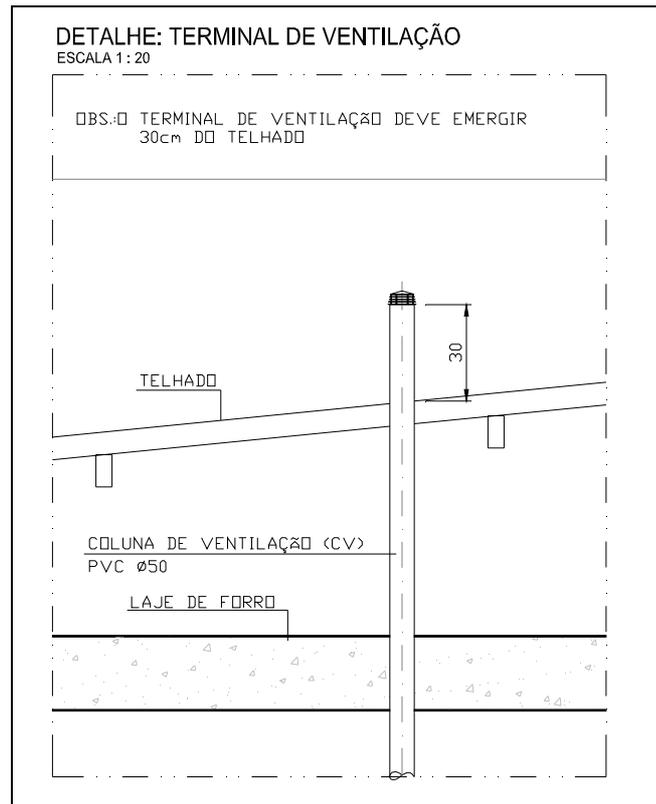


Figura 4.19 – Detalhamento do terminal de ventilação (Projeto A)

A diretriz 7.4, que visa a proteção contra a entrada de corpos estranhos nas tubulações dos SPES, foi atendida em ambos os projetos.

A diretriz 7.5 aponta que os SPES devem ser projetados de forma a não permitir a retrossifonagem ou quebra do selo hídrico. Através da inspeção visual dos projetos verificou-se que ambos estão adequados, sendo a diretriz atendida nos dois casos.

4.2.3.8. Aplicação de diretrizes relativas à funcionabilidade e acessibilidade

Quadro 4.18 apresenta os resultados da aplicação das diretrizes relativas à funcionabilidade e acessibilidade. Na sequência, são feitos comentários relativos aos resultados obtidos.

Quadro 4.18 – Atendimento às diretrizes para projetos com base em funcionabilidade e acessibilidade

DIRETRIZES		PROJETO	A DIRETRIZ É APLICÁVEL?		ATENDE?
			AF	ES	
8.1	Citação em memorial de cálculo dos parâmetros adotados no SPAF, em conformidade com ABNT NBR 5626.	A	SIM	NÃO	NÃO
		B	SIM	NÃO	NÃO
8.2	As válvulas de descarga devem obedecer ao disposto nas ABNT NBR 12904 no que diz respeito à vazão e volume de descarga. A indicação desta norma deve ser feita em projeto ou no caderno de especificações técnicas.	A	SIM	NÃO	NÃO
		B	SIM	NÃO	NÃO
8.3	Quando utilizada em sanitário para portadores de necessidades especiais, a altura da válvula de descarga deverá ficar 1,0 m do piso acabado, conforme recomendações da NBR 9050 (2004), devendo a bacia sanitária ser adequada a este uso, assim como o espaço para manobras e a inclusão das barras de apoio.	A	SIM	NÃO	SIM
		B	SIM	NÃO	SIM
8.4	Em sanitários para deficientes físicos, os lavatórios deverão atender aos dispostos na NBR 9050 (2004), em relação à altura e barras de apoio.	A	SIM	NÃO	SIM
		B	SIM	NÃO	SIM

A diretriz 8.1 solicita a apresentação dos parâmetros de cálculo adotados para os SPAF. Ambos os projetos não atendem, visto que não apresentaram memorial de cálculo, ou no caso do Projeto B, a citação desses parâmetros em seu caderno de especificações. A diretriz 8.2, relativa à normatização de válvulas de descarga, também não foi atendida em ambos os projetos.

As diretrizes 8.3 e 8.4 definem a necessidade de acessibilidade para cadeirantes ao vaso sanitário, através da altura adequada da válvula de descarga, de acordo com NBR 9050 (ABNT, 2004), e da disposição de espaço para manobras e barras de apoio, além da acessibilidade ao lavatório, em relação à altura e barras de apoio. No Projeto A, este quesito foi atendido, já que no pavimento térreo, em cada apartamento um dos três banheiros foi adaptado para garantir a acessibilidade em relação ao chuveiro, lavatório e vaso sanitário, como pode ser observado nas Figuras 4.20 e 4.21.

4.2.3.9. Aplicação de diretrizes relativas ao conforto tátil e antropodinâmico

Quadro 4.19 apresenta os resultados da aplicação das diretrizes relativas ao conforto tátil e antropodinâmico. Na sequência, são feitos comentários relativos aos resultados obtidos.

Quadro 4.19 – Atendimento às diretrizes para projetos com base em conforto tátil e antropodinâmico

DIRETRIZES	PROJETO	A DIRETRIZ É APLICÁVEL?		ATENDE?
		AF	ES	
9.1 Peças de utilização, peças de manobra, devem possuir volantes ou dispositivos de acionamento adequados, devendo uma amostra do material ser apresentada à unidade fiscalizadora antes de sua implantação, constando esta diretriz em especificação técnica.	A	SIM	NÃO	NÃO
	B	SIM	NÃO	NÃO

A diretriz 9.1 propõe a questão da apresentação de amostra de componentes antes de sua implantação, o que deveria constar nos respectivos cadernos de especificações dos projetos, o mesmo sendo ausente, a diretriz não é atendida em ambos os casos.

4.2.3.10. Aplicação de diretrizes relativas à adequação ambiental

Quadro 4.20 apresenta os resultados da aplicação das diretrizes relativas à adequação ambiental. Na sequência, são feitos comentários relativos aos resultados obtidos.

Quadro 4.20 – Atendimento às diretrizes para projetos com base em adequação ambiental

DIRETRIZES	PROJETO	A DIRETRIZ É APLICÁVEL?		ATENDE?
		AF	ES	
10.1 As bacias sanitárias devem ser de volume de descarga reduzido, de acordo com as especificações das ABNT NBR 12904 e ABNT NBR 12905. A indicação de tais normas deve ocorrer em projeto ou caderno de especificações técnicas.	A	SIM	NÃO	NÃO
	B	SIM	NÃO	NÃO

Quadro 4.20 – Atendimento às diretrizes para projetos com base em adequação ambiental (continuação)

10.2	As peças de utilização propostas em projeto possuam vazão em conformidade com a tabela 4 apresentada em ABNT NBR 15575-6, devendo constar a indicação das vazões adotadas em memória de cálculo.	A	SIM	NÃO	NÃO
		B	SIM	NÃO	NÃO
10.3	Metais e louças sanitárias especificados em projeto deverão ser fabricantes participantes do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Governo Federal, devendo a empresa estar qualificada no Programa Setorial da Qualidade de Aparelhos Economizadores de Água, devendo esta indicação ser feita no caderno de especificações técnicas.	A	SIM	NÃO	NÃO
		B	SIM	NÃO	NÃO
10.4	Em lavatórios devem ser adotadas torneiras de fechamento automático de mesa, com arejador, corpo e botão de acionamento em latão cromado, tempo de fechamento de 4 a 10 segundos, volume máximo de água por ciclo de 1,2 L, em conformidade com a ABNT NBR 13713/2009.	A	SIM	NÃO	NÃO
		B	SIM	NÃO	NÃO
10.5	Em mictórios devem ser adotadas válvulas de fechamento automático, corpo e botão de acionamento em latão cromado, tempo de fechamento de ciclo de 4 a 10 segundos, volume máximo de água por ciclo de 1,5 litros, com elemento regulador ou restritor de vazão (incorporado à válvula ou ao conjunto), em conformidade com a NBR 13713/2009.	A	NÃO	NÃO	-
		B	SIM	NÃO	NÃO

Devido à ausência de especificações em relação aos componentes dos sistemas, as diretrizes 10.1, 10.2, 10.4 e 10.5 não foram atendidas em ambos os projetos. Neste caso, a especificação inexistente ou insuficiente pode acabar ocasionando que uma tomada de decisão técnica seja feita posteriormente ao término do projeto, por profissionais não envolvidos inicialmente, normalmente pelos responsáveis pela execução dos respectivos orçamentos, o que abre margem para que tais componentes não sejam especificados adequadamente.

Similarmente à diretriz 6.6, a diretriz 10.3 aponta a utilização de metais e louças de fabricantes participantes do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Governo Federal (PBQP), não sendo atendidas nos projetos analisados.

4.3. Índices de atendimento às diretrizes propostas

A partir dos resultados obtidos no subitem anterior, foi estabelecida uma pontuação de atendimento às diretrizes pelos edifícios, sendo que:

- se a diretriz foi atendida, o edifício recebe a pontuação 1.0;
- se não foi atendida 0.0;
- se foi atendida parcialmente recebe a pontuação 0.50.

Com base nessa premissa foram elaborados gráficos apresentados na sequência.

Em relação às diretrizes dos SPAF no Projeto A, tem-se 31 diretrizes aplicáveis, de modo que 10 diretrizes foram atendidas, 2 parcialmente atendidas e 19 não atendidas. Desse modo, observou-se o atendimento a 35,48% das diretrizes propostas, conforme Tabela 4.1.

Tabela 4.1– Tabela de aplicação de diretrizes de SPAF no Projeto A

Diretrizes - Projeto A (SPAF)			
Exigência do usuário	Diretrizes aplicáveis	Diretrizes atendidas	
Segurança estrutural	4	1	25,00%
Segurança contra incêndio	1	1	100,00%
Segurança no uso e operação	3	1,5	50,00%
Estanqueidade	3	1	33,33%
Desempenho acústico	2	-	-
Durabilidade e manutenibilidade	7	2,5	35,71%
Saúde, higiene e qualidade do ar	2	2	100,00%
Funcionalidade e acessibilidade	4	2	50,00%
Conforto tátil antropodinâmico	1	-	-
Adequação ambiental	4	-	-
TOTAL	31	11	35,48%

A Figura 4.22 apresenta o gráfico de atendimento das diretrizes relativas aos SPAF em relação ao Projeto A.

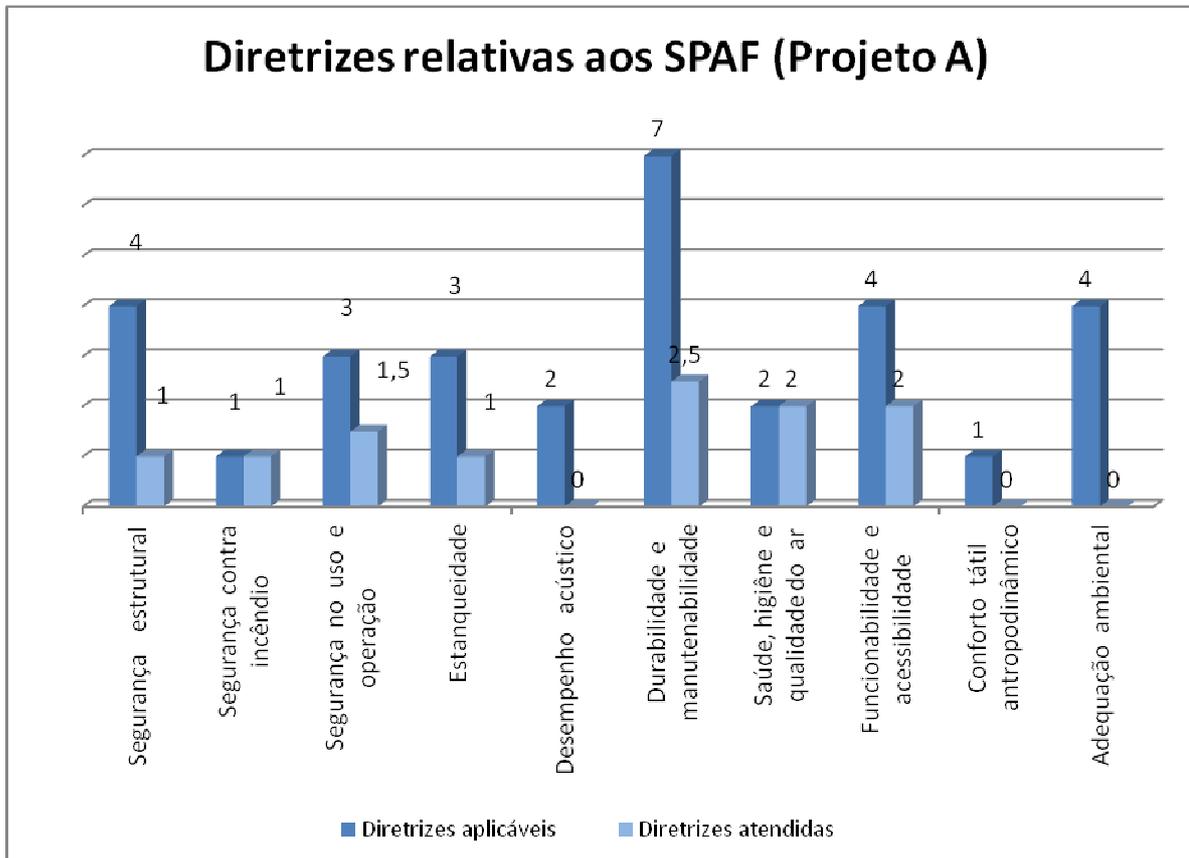


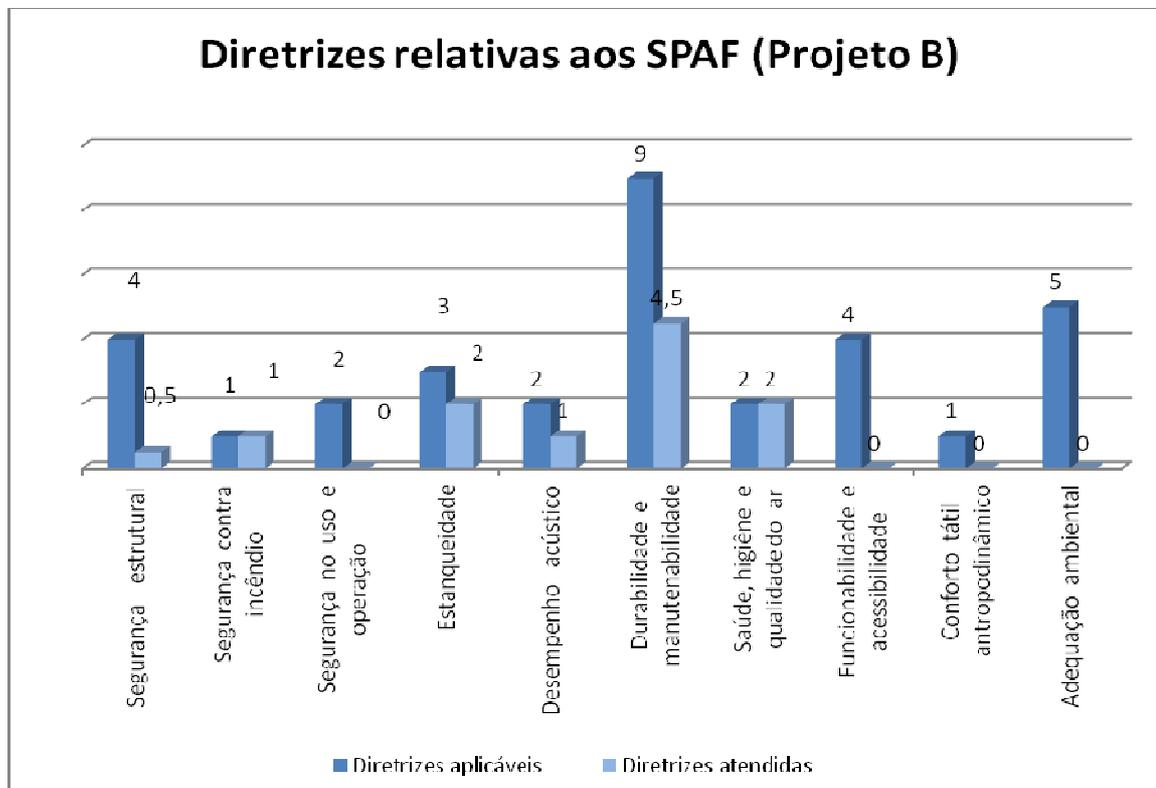
Figura 4.22 – Gráfico de aplicação de diretrizes de SPAF no Projeto A

O Projeto B apresenta 33 diretrizes aplicáveis aos SPAF, sendo que 10 diretrizes foram atendidas, 2 parcialmente atendidas e 21 não atendidas, resultando no atendimento de 33,33% das diretrizes propostas, conforme Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Tabela de aplicação de diretrizes de SPAF no Projeto B

Projeto B SPAF			
Exigência do usuário	Diretrizes aplicáveis	Diretrizes atendidas e porcentagem	
Segurança estrutural	4	0,5	12,50%
Segurança contra incêndio	1	1	100,00%
Segurança no uso e operação	2	-	-
Estanqueidade	3	2	66,67%
Desempenho acústico	2	1	50,00%
Durabilidade e manutenibilidade	9	4,5	50,00%
Saúde, higiene e qualidade do ar	2	2	100,00%
Funcionalidade e acessibilidade	4	-	-
Conforto tátil antropodinâmico	1	-	-
Adequação ambiental	5	-	-
TOTAL	33	11	33,33%

O gráfico com a distribuição das diretrizes e correspondente atendimento é apresentado na Figura 4.23.

**Figura 4.23** – Gráfico de aplicação de diretrizes de SPAF no Projeto B

Em relação às diretrizes dos SPES no Projeto A, tem-se 19 diretrizes aplicáveis, de modo que 7 diretrizes foram atendidas, 3 parcialmente atendidas e 9 não atendidas. Desse modo, observou-se o atendimento a 44,74% das diretrizes propostas, conforme Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Tabela de aplicação de diretrizes de SPES no Projeto A

Projeto A SPES			
Exigência do usuário	Diretrizes aplicáveis	Diretrizes atendidas e porcentagem	
Segurança estrutural	3	0,5	16,67%
Segurança contra incêndio	1	-	-
Segurança no uso e operação	1	1	100,00%
Estanqueidade	1	-	-
Desempenho acústico	1	0,5	50,00%
Durabilidade e manutenibilidade	8	3,5	43,75%
Saúde, higiene e qualidade do ar	4	3	75,00%
Funcionalidade e acessibilidade	0	-	-
Conforto tátil antropodinâmico	0	-	-
Adequação ambiental	0	-	-
TOTAL	19	8,5	44,74%

O gráfico com a distribuição das diretrizes e correspondente atendimento é apresentado na Figura 4.24.

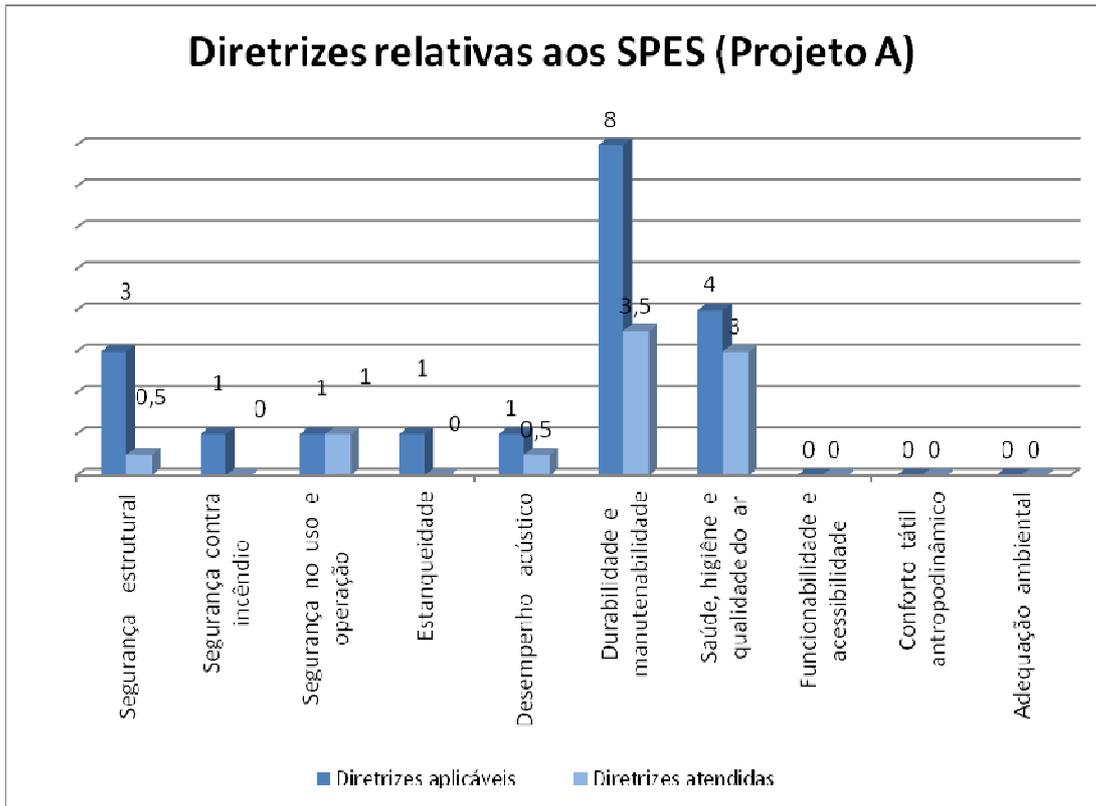


Figura 4.24 – Gráfico de aplicação de diretrizes de SPES no Projeto A

Por fim, o Projeto B apresenta 18 diretrizes aplicáveis aos SPES, sendo que 7 diretrizes foram atendidas, 3 parcialmente atendidas e 8 não atendidas, resultando no atendimento de 47,22% das diretrizes propostas, conforme Tabela 4.4.

Tabela 4.4 – Tabela de aplicação de diretrizes de SPES no Projeto B

Projeto B SPES			
Exigência do usuário	Diretrizes aplicáveis	Diretrizes atendidas e porcentagem	
Segurança estrutural	3	0,5	16,67%
Segurança contra incêndio	1	-	-
Segurança no uso e operação	1	1	100,00%
Estanqueidade	1	-	-
Desempenho acústico	1	0,5	50,00%
Durabilidade e manutenibilidade	7	3,5	50,00%
Saúde, higiene e qualidade do ar	4	3	75,00%
Funcionalidade e acessibilidade	0	-	-
Conforto tátil antropodinâmico	0	-	-
Adequação ambiental	0	-	-
TOTAL	18	8,5	47,22%

A Figura 4.25 apresenta o gráfico com a distribuição das diretrizes e o correspondente atendimento.

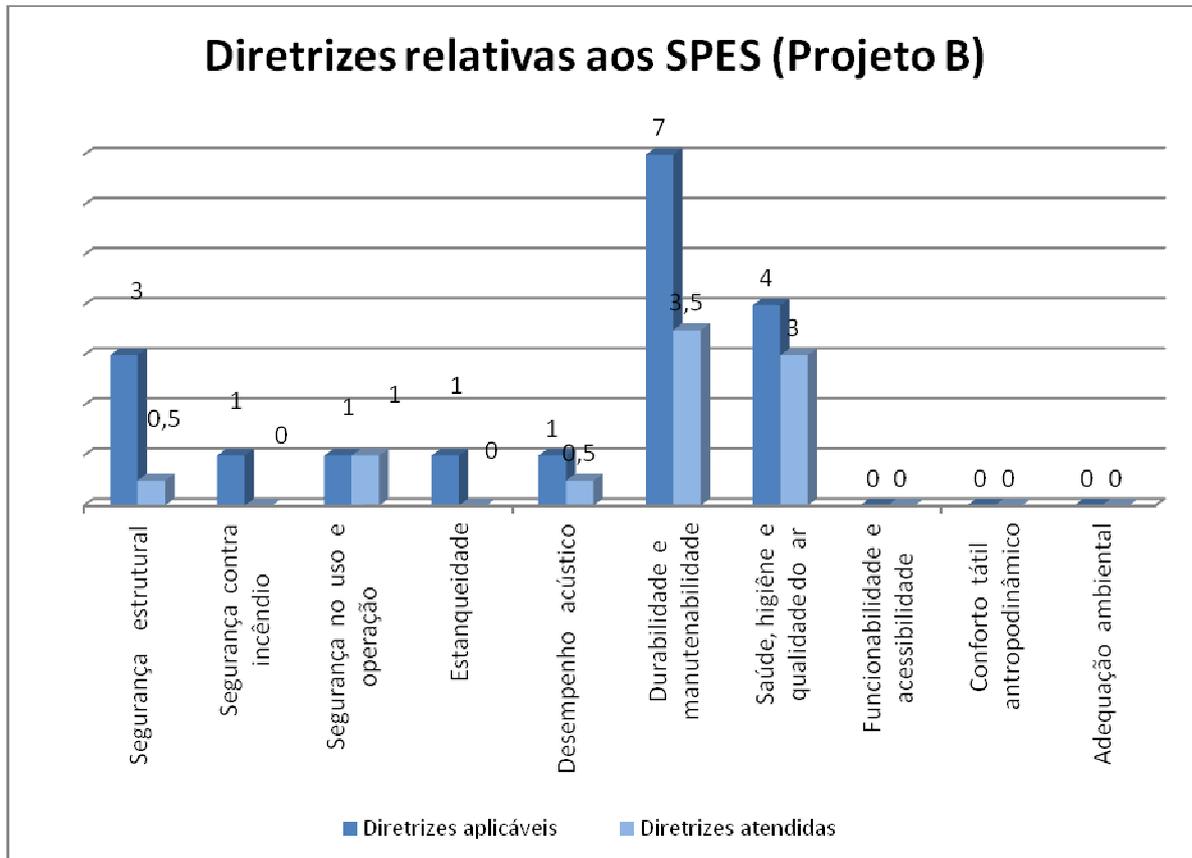


Figura 4.25 – Gráfico de aplicação de diretrizes de SPES no Projeto B

Analisando-se numericamente, é possível observar que em ambos os projetos houve um maior atendimento às diretrizes relativas aos SPES. Isso se deve ao fato de que os SPAF apresentam maior quantidade de diretrizes que demandam de especificações de componentes, em geral omitidas nos projetos analisados.

De modo geral, ambos os projetos apresentaram taxas de atendimento às diretrizes muito próximas, conforme Tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Resumo de atendimento às diretrizes

	SPAF	SPES	Geral
Projeto A	35,48%	44,74%	40,11%
Projeto B	33,33%	47,22%	40,28%

Pelo fato da NBR 15575-6 (ABNT, 2008) possuir uma série de inovações e demandas relativas à aplicação do conceito de Desempenho nos SPHS, esperava-se que os projetos executados sem a consideração de tal norma, aqui analisados, apresentassem um baixo índice de atendimento aos requisitos e critérios ali apresentados, como foi constatado neste estudo.

Entretanto, o fato de ambos os projetos não contemplarem um caderno de especificações técnicas, que viesse a complementar as informações contidas nas pranchas, foi provavelmente o maior fator negativo a ser considerado, independente da aplicação da Norma de Desempenho. A ausência desta peça de projeto acarreta indefinições em relação a importantes componentes a serem utilizados nos projetos. Assim, a definição dos modelos e tipos de torneiras, válvulas, registros, entre outros, acaba sendo feita no momento do orçamento da obra, e se tais definições não forem feitas adequadamente, existe uma grande chance de que peças de menor custo e qualidade sejam implantadas nas edificações, resultando em manifestações patológicas precoces. A ausência de especificações foi, desse modo, responsável por considerável parcela de não atendimento às diretrizes aplicadas, impactando negativamente nos índices finais.

Devido às rígidas legislações que regem os processos licitatórios públicos, caso ocorra após o início de execução da obra a necessidade de alterações nos materiais inicialmente contratados, são necessários termos de aditamentos cujo encaminhamento é trabalhoso e burocrático, mesmo que justificáveis tecnicamente. Esse fato é consideravelmente comum no caso de especificações de projeto insuficientes ou falhas.

O manual do usuário possui Norma específica, mas ainda não é um recurso usualmente utilizado em projetos de SPHS, ainda que seja uma ferramenta de grande utilidade após a ocupação do edifício.

Algumas das diretrizes apresentadas, como as relativas ao emprego de materiais pertencentes ao Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Governo Federal (PBQP) ou à necessidade de apresentação de amostras de materiais antes de sua implantação, entre outras, são sugestões tecnicamente simples, porém focadas na qualidade do produto final. Ainda assim, por serem inovadoras, não era de se esperar que fizessem parte dos projetos analisados.

A previsão de implantação da NBR 155575 (ABNT, 2008), com suas seis partes, é para o ano de 2.013, entretanto, nada impede que os conceitos nela apresentados sejam utilizados antes da mesma passar a vigorar, até mesmo para que profissionais da área dos SPHS tenham um primeiro contato com as especificações que passarão a ser exigidas em seus futuros projetos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao propor a NBR-15575 (ABNT, 2008), a Associação Brasileira de Normas Técnicas caminha na direção da implantação do conceito de Desempenho em futuras edificações. Por se tratar de uma norma cuja aplicabilidade proposta é para edifícios de múltiplos pavimentos, parte do esforço da presente pesquisa foi no sentido de adequar o conteúdo às tipologias de edifícios englobadas, no caso, edifícios de alojamentos estudantis e laboratórios.

A esfera pública é um universo a ser explorado neste sentido, devido à viabilidade técnica para o desenvolvimento e aplicação prática de inovações como a proposta pela Norma, por meio dos setores responsáveis por contratação e gestão de obras. Neste sentido, a presente dissertação propõe uma alternativa prática e viável para a implantação dos conceitos de Desempenho, através da proposta de diretrizes para licitação e análise de projetos executivos de SPAF e SPES.

Além do ganho em qualidade que se espera com a aplicação de tais diretrizes, o uso das mesmas colabora com a divulgação do conceito de Desempenho no meio técnico, através das empresas projetistas que vierem a executar os projetos dentro dos novos parâmetros propostos.

A utilização das diretrizes propostas ocorrerá em futuras licitações de projetos na UFSCar, através do setor responsável pela gestão de projetos, o Escritório de Desenvolvimento Físico, mas poderá se estender a outras instituições públicas e empresas privadas, devendo adequar-se às peculiaridades das tipologias de obras contempladas.

Como sugestão, poderia ser desenvolvido um plano de manutenções preventivas para esses sistemas, de forma que ocorra a continuidade dos propósitos dessa dissertação, focando a redução no índice de manutenções corretivas e um aumento na vida útil dos SPAF e SPES e conseqüentemente das edificações e do ambiente construído. Tal estudo teria o desafio de abranger a questão da funcionalidade e praticidade para que implantação possa ser viabilizada, frente às limitações de recursos e de pessoal que grande parte das

instituições públicas enfrenta em relação aos seus quadros de funcionários responsáveis pelas manutenções.

Uma continuação da presente pesquisa poderia ocorrer através do desenvolvimento de diretrizes para projetos de sistemas não contemplados neste estudo, como os sistemas prediais de água pluvial, água quente, gases e ar comprimido. Também poderiam ser propostas diretrizes para outras tipologias de edificação que compõem um campus universitário, tais como ambientes administrativos, edifícios de salas de aula, anfiteatros, entre outros.

Futuras análises poderiam ser realizadas em projetos de edifícios similares, neste caso com o fornecimento das diretrizes antes da execução do projeto, ou seja, na fase de licitação, checando-se assim qual seria o incremento na taxa de atendimento às diretrizes, podendo contemplar entrevistas com os projetistas, de modo que pontos favoráveis ou desfavoráveis em relação ao uso das diretrizes possam ser determinados.

Por fim, uma sugestão seria uma pesquisa através de uma avaliação pós-ocupação (APO) voltada aos SPHS em alojamentos estudantis e edifícios de laboratórios, de modo a levantar pontos negativos por parte dos usuários desses sistemas, sendo que tais dados poderiam ser utilizados na composição de outras diretrizes de projeto.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILERA, C. G. **Uma contribuição voltada a formulação de diretrizes para elaboração do manual de usuários de edifícios**. 2005. 215p. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-graduação em Construção Civil da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2005.

ALMEIDA, G. G. **Avaliação durante a operação (ADO): metodologia aplicada aos sistemas prediais**. 1994. 185p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

AMORIM, S. V. **Metodologia para estruturação de sistemas de informação para projeto dos sistemas hidráulicos prediais**. 1997. 213 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Departamento de Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

AMORIM, S. V. **Instalações prediais hidráulico-sanitárias: desempenho e normalização**. 1989. 235 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Departamento de Arquitetura e Planejamento, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1989.

_____. **Qualidade nos sistemas prediais hidráulicos e sanitários**. São Carlos: DECiv /UFSCar, 2008. 35p. Apostila do Curso de Graduação em Engenharia Civil.

ARAÚJO, L. S.M. **Avaliação durante operação dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários em edifícios**. 2004. 230p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004

ARO, C. R. **A modernização tecnológica: seu patamar nos sistemas prediais hidráulicos e sanitários**. 2004. 144p. Dissertação. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria, Rio de Janeiro - RJ, 1998. 41 p.

_____. **NBR 5648**: Tubos e conexões de PVC-U com junta soldável para sistemas prediais de água fria — Requisitos, Rio de Janeiro, 2010. 25 p.

- _____. **NBR 5674:** Manutenção de Edificações – Procedimentos, Rio de Janeiro, 1999. 6 p.
- _____. **NBR 5688:** Tubos e conexões de PVC-U para sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação – Requisitos, Rio de Janeiro, 2010. 26 p.
- _____. **NBR 7229:** Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos, Rio de Janeiro, 1997. 15 p.
- _____. **NBR 7542:** Tubo de cobre médio e pesado, sem costura, para condução de água, Rio de Janeiro, 1982. 7 p.
- _____. **NBR 8160:** Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução, Rio de Janeiro - RJ, set. 1999. 74 p.
- _____. **NBR 9050:** Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, Rio de Janeiro - RJ, 2004. 97 p.
- _____. **NBR 9064:** Anel de borracha do tipo toroidal para tubulação de PVC rígido para esgoto predial e ventilação - Dimensões e dureza - Padronização, Rio de Janeiro - RJ, 1985. 2p.
- _____. **NBR 9821:** Conexões de PVC rígido de junta soldável para redes de distribuição de água - Tipos - Padronização, Rio de Janeiro - RJ, 1988. 4 p.
- _____. **NBR 13206:** Tubo de cobre leve, médio e pesado, sem costura, para condução de fluidos – Requisitos, Rio de Janeiro - RJ, 2010. 9 p.
- _____. **NBR 13713:** Instalações hidráulicas prediais - Aparelhos automáticos acionados mecanicamente e com ciclo de fechamento automático - Requisitos e métodos de ensaio, Rio de Janeiro - RJ, 2009. 27 p.
- _____. **NBR 13714:** Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio, Rio de Janeiro - RJ, 2000. 25 p.
- _____. **NBR 14534:** Torneira de bóia para reservatórios prediais de água potável - Requisitos e métodos de ensaio, Rio de Janeiro, 2000. 18 p.
- _____. **NBR 14037:** Manual de operação, uso e manutenção das edificações, Rio de Janeiro, 1998. 8 p.

_____. **NBR-15575-1**: Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos - Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2008. 52 p.

_____. **NBR-15575-6**: Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos – Desempenho - Parte 6: Sistemas hidrossanitários. Rio de Janeiro, 2008. 28 p.

_____. **NBR 15857**: Válvula de descarga para limpeza de bacias sanitárias — Requisitos e métodos de ensaio, Rio de Janeiro - RJ, 2011. 22 p.

BARROS, J. C. G. **Avaliação de desempenho dos sistemas prediais de aparelhos sanitários em edifícios escolares da rede municipal de Campinas**. 2004. 154p. (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

BENEDICTO, S. M. O., **Desempenho de sistema predial de água quente**. 2009. 186p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Construção Civil da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

BERNARDES, C. (Coord.); ARKIE, A.; FALCÃO, C. M.; KNUDSEN, F.; VANOSSI, G.; BERNARDES M.; YAOKITI, T.U. **Qualidade e o custo das não-conformidades em obras de construção civil**. 1ª ed. São Paulo: PINI, SECOVI, 1998. 90p.

BONI, A. C. **Interfaces físicas entre os sistemas prediais hidráulicos e sanitários (SPHS), estruturais e vedações**. 2010. 149p. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-graduação em Construção Civil da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2010.

BOSCHETTI, L. A. **Análise das falhas pós-obra nos sistemas prediais de edifícios residenciais multipavimentos**. 2010. 172p. Dissertação (mestrado). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo. 2010.

BOTELHO, M. H. C.; RIBEIRO, G. A. J. **Instalações hidráulicas prediais, usando tubos de PVC e PPR**. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2006. 344p.

BRITO, J. N. S. **Retroalimentação do processo de desenvolvimento de empreendimentos de habitação de interesse social a partir de reclamações de usuários: estudo no Programa de Arrendamento Residencial**. Porto Alegre, 2009. 157 p. Dissertação (mestrado). Escola de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

COELHO, A.C.; MAYNARD, J.C.B. **Medição individualizada de água em apartamentos**. 1. ed. Recife: Comunicarte, 1999. 174 p.

COVER, M. P. Levantamento de manifestações patológicas em sistemas prediais de água fria e esgoto sanitário no campus São Carlos da Universidade Federal de São Carlos. In: 12º Simpósio Nacional de Sistemas Prediais. 2010, Passo Fundo, **Resumos...**São Carlos: Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Engenharia Civil, 2010, CD-ROM.

_____, A. C. Medição individual de água em apartamentos. In: Seminário de planejamento, projeto e operação de redes de abastecimento de água, 1., 2002, João Pessoa, **Resumos...**Disponível em: <http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/trabalhos/A17_25.pdf>. Acesso em: 08 de fev. 2011.

CONCEIÇÃO, A. P. **Estudo da incidência de falhas visando a melhoria da qualidade dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários**. 2007. 128p. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-graduação em Construção Civil da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2008.

DIAS JÚNIOR, R. **Melhoria da qualidade dos sistemas hidráulicos prediais através do estudo de incidência de falhas**. São Carlos: UFSCar/Departamento de Engenharia Civil, 2002. 58 p. Trabalho de Conclusão de Curso.

GNIPPER, S. F. **Patologias mais frequentes em sistemas hidráulico-sanitários e de gás combustível de edifícios residenciais em Curitiba** 2007. In: X Simpósio Nacional de Sistemas Prediais. Anais, 29-30 agosto de 2007, São Carlos.

GNIPPER, S. F. **Diretrizes para formulação de método hierarquizado para investigação de patologias em sistemas prediais hidráulicos e sanitários**. Campinas, 2010. 287 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas.

GONÇALVES, O. M.; ILHA, M. S. O.; OLIVEIRA, L. H. Proacqua – qualidade e inovação dos sistemas prediais hidráulicos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9, 2008, Fortaleza. **Anais...** ENTAC, 2008, sn.

GUS, M.;FORMOSO, C.T. Método para concepção e implementação de um Sistema de Gerenciamento da etapa de projetos da construção civil: um estudo de caso em empresa de incorporação e construção de edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO: tecnologia e qualidade na habitação. Rio de Janeiro, 1995. **Anais...** Rio de Janeiro, 1995. P.111-117.

ILHA M. S. O. et al. **Sistemas prediais de água quente**. São Paulo: Escola Politécnica da USP/Departamento de Engenharia Civil, 1991. 69 p. Notas de Aula.

_____, M. S. O. A investigação patológica na melhoria dos sistemas prediais hidráulico-sanitários. **Hydro**, Aranda, São Paulo, a. 30, n. 30, p.60-65, abr. 2009.

_____, M. S. O.; GONÇALVES O. M. **Sistemas prediais de água fria**. São Paulo, 1994. 113p. Texto Técnico TT/PCC/08 – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções**. 1985. 191 p. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia da Construção Civil. Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985.

LIMA, M., OLIVEIRA, D., MAGALHÃES, W., MEIRA, A. Avaliação técnica das instalações hidro-sanitárias do CEFET-PB: um estudo de caso. In: Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 2., 2007, João Pessoa, **Resumos...**Disponível em <http://www.redenet.edu.br/publicacoes/arquivos/20080922_095431_CIVI-008.pdf>. Acesso em: 20 de nov. 2010.

MIKALDO JR, J; SCHEER, S. Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: qual é a melhor solução?. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 3, n. 1, p.79-99, maio de 2008. Disponível em: <<http://www.arquitetura.eesc.usp.br/gestaodeprojetos/>>. Acesso: jul 2011.

NUNES, S.; YWASHIMA, L. A.; GONÇALVES, O. M.; ILHA, M. S. O.; PICCHI, F. A. Melhoria da qualidade de projeto de sistemas prediais para a implantação do subsistema de medição individualizada de água em edifícios residenciais. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9, 2008, Fortaleza. **Anais...** ENTAC, 2008, sn.

PEIXOTO, F. M. **Sistemas hidráulicos prediais: proposta de diretrizes para a racionalização do seu processo produtivo**. 2000. 130p. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2000.

PAVITT, T. C.; GIBB, G. F. Interface management within construction: in particular, building facade. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 129, n. 1, p.8-15, Feb. 2003.

SANCHES D. C., PRADO R. T. A. **Caracterização de hábitos de uso da água em edifícios residenciais multifamiliares localizados em São Paulo**. 2007. In: X Simpósio Nacional de Sistemas Prediais. Anais, 2007, São Carlos.

SALES, A. **Tecnologia e durabilidade de sistemas estruturais**. São Carlos: UFSCar; Departamento de Engenharia Civil, 2004. 88p. Apostila do Programa de Pós-graduação em Construção Civil da Universidade Federal de São Carlos.

SAUTCHÚK, C. A. (Coord.). **Sistemas de Medição Individualizada de Água: aquisição e gestão de dados**. São Paulo: Cediaplac Centro de Desenvolvimento e Documentação da Habitação e Infra-estrutura Urbana, 2007. 35p.

VERA, A. A. **Metodologia da pesquisa científica**. 5. ed. Porto Alegre: Editora Globo, 1979. 223 p.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Trad. Daniel Grassi, Porto Alegre: Bookman, 2001. 205 p.

YWASHIMA L. A.; NUNES S. S.; ILHA M. S. O.; GONÇALVES O. M.; PICCHI F. A. Patologias mais frequentes em sistemas hidráulico-sanitários e de gás combustível de edifícios residenciais em Curitiba. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9, 2008, Fortaleza. **Anais...** ENTAC, 2008, sn.

APÊNDICE A - Requisitos e Critérios de desempenho para projetos de SPES e SPAF existentes na NBR 15575

Neste item são apresentados os requisitos e critérios de desempenho a serem atendidos por projetos de SPAF e SPES, levantados junto à NBR 15575-6 (ABNT, 2008). Foram utilizados quadros específicos para cada uma das exigências do usuário propostas em NBR 15575-1 (ABNT, 2008), desde que tivessem conteúdo aplicável aos projetos dos sistemas estudados. A norma remete constantemente à verificação de projeto para avaliação do desempenho para a maioria dos critérios propostos em seu corpo. Os requisitos e critérios relativos a desempenho térmico e desempenho lumínico não se aplicam aos sistemas estudados.

Segurança Estrutural

Quadro A.1 - Requisitos e critérios com base em segurança estrutural

Exigência do usuário: Segurança Estrutural

Requisitos de desempenho

Resistência mecânica dos SPAF e do SPES: resistir às solicitações mecânicas durante o uso.

- Tubulações embutidas: tubulações embutidas não devem sofrer ações externas que possam danificá-las ou comprometer a estanqueidade ou o fluxo. Nos pontos de transição entre elementos (parede x piso, parede x pilar, e outros), deve ser considerada a existência de dispositivos que assegurem a não transmissão de esforços para a tubulação.
- Tubulações enterradas: as tubulações enterradas devem manter sua integridade.
- Resistência a impactos de tubulações aparentes: as tubulações aparentes fixadas até 1,5 m acima do piso devem resistir aos impactos que possam ocorrer durante a vida útil de projeto, sem sofrerem perda de funcionalidade ou ruína.

Solicitações dinâmicas dos SPAF: não provocar golpes e vibrações que impliquem em risco à sua estabilidade estrutural.

Quadro A.1 - Requisitos e critérios com base em segurança estrutural (continuação)**Critérios de desempenho**

Altura estática máxima: os SPAF devem atender à altura estática máxima estabelecida na ABNT NBR 5626.

Tubulações suspensas: os fixadores ou suportes das tubulações suspensas, aparentes ou não, assim como as próprias tubulações, devem resistir, sem entrar em colapso, a cinco vezes o peso próprio das tubulações cheias de água para tubulações fixas no teto ou em outros elementos estruturais, bem como não apresentar deformações que excedam 0,5% do vão. Quando as tubulações estiverem sujeitas a esforços dinâmicos significativos, por exemplo tubulações de recalque, estes esforços devem ser levados em consideração.

O projeto deverá apresentar a existência de berços e/ou envelopamentos consubstanciados em memórias de cálculo constantes no projeto.

Sobreprensão máxima quando da parada de bombas de recalque: a velocidade do fluido deve ser inferior a 10 m/s, a menos que sejam previstos dispositivos redutores.

As válvulas de descarga, metais sanitários de fechamento rápido e do tipo monocomando não devem provocar sobrepressões no fechamento superiores a 200 kPa. As válvulas de descarga utilizadas nos SPAF devem atender ao estabelecido nas ABNT NBR 12905 e ABNT NBR 12904

Segurança contra Incêndio

Quadro A.2 – Quadro de requisitos e critérios com base em segurança contra incêndio

Exigência do usuário: Segurança contra Incêndio

Requisitos de desempenho

Combate a incêndio com água:

- Dispor de reservatório domiciliar de água fria, superior ou inferior, de volume de água necessário para o combate a incêndio, além do volume de água necessário para o consumo dos usuários, aplicável para aqueles casos em que a edificação necessitar de hidrante.
- Evitar propagação de chamas entre pavimentos: evitar a propagação de incêndio entre pavimentos.

Crítérios de desempenho

O volume de água reservado para combate a incêndio deve ser estabelecido segundo a legislação vigente ou, na sua ausência, segundo a ABNT NBR 13714.

Quando as prumadas de esgoto sanitário e ventilação estiverem aparentes em alvenaria ou no interior de shafts, devem ser fabricadas com material não propagante de chamas.

Segurança no Uso e Operação

Quadro A.3 – Quadro de requisitos e critérios para projetos com base em segurança no uso e operação

Exigência do usuário: Segurança no Uso e Operação

Requisitos de desempenho

Permitir a utilização segura aos usuários.

Crítérios de desempenho

Prevenção de ferimentos: as peças de utilização, como metais sanitários, louças, registros, inclusive as partes cobertas por canoplas que são passíveis de contato quando da manutenção ou troca do componente, e demais componentes do SPAF previstos em projeto não deverão apresentar cantos vivos ou superfícies ásperas.

Estanqueidade

Quadro A.4 – Quadro de requisitos e critérios para projetos com base em estanqueidade

Exigência do usuário: Estanqueidade
Requisitos de desempenho
Estanqueidade dos SPAF e SPES: apresentar estanqueidade quando sujeitos às pressões previstas no projeto.
Crítérios de desempenho
As tubulações do SPAF não devem apresentar vazamento quando submetidas à pressão hidrostática de, no mínimo, 1,5 vezes o valor da pressão prevista, em projeto, nessa mesma seção, sob condições estáticas isto é sem escoamento e em nenhum caso devem apresentar vazamento quando submetidas a pressões inferiores a 100 kPa.
As peças de utilização não devem apresentar vazamento quando submetidas à pressão hidrostática previstas nas ABNT NBR 5626 e ABNT NBR 7198. Os reservatórios devem ser estanques conforme as normas brasileiras pertinentes.
As tubulações dos SPES não devem apresentar vazamento quando submetidas à pressão estática de 60 kPa, durante 15 min se o ensaio for feito com água, ou de 35 kPa, durante o mesmo período de tempo, caso o ensaio seja feito com ar.

Desempenho Acústico

Quadro A.5 – Quadro de requisitos e critérios para projetos com base em desempenho acústico

Exigência do usuário: Desempenho Acústico
Requisitos de desempenho
Limitação de ruídos: não provocar ruídos desagradáveis aos seus usuários. <ul style="list-style-type: none">• Ruídos gerados por vibrações: as tubulações, equipamentos e demais componentes sujeitos a esforços dinâmicos, devem ser projetados para que não propaguem vibrações aos elementos das edificações.
Critérios de desempenho
A velocidade de escoamento da água nas tubulações dos SPAF não deve ser superior a 3 m/s, de acordo com o especificado pela NBR 5626 (ABNT, 1998).

Durabilidade e Manutenibilidade

Quadro A.6 – Quadro de requisitos e critérios com base em durabilidade e manutenibilidade

Exigência do usuário: Durabilidade e Manutenibilidade
Requisitos de desempenho para projetos
<p>A qualidade do projeto e da execução dos SPAF e SPES deve assegurar o atendimento às Normas Brasileiras vigentes.</p> <p>Vida útil dos SPAF e SPES: manter a capacidade funcional durante a vida útil de projeto conforme períodos especificados na ABNT NBR 15575-1, desde que os SPAF e SPES sejam submetidos às intervenções periódicas de manutenção e conservação.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durabilidade dos sistemas, elementos, componentes e da instalação: os elementos, componentes e instalação dos SPAF e SPES devem apresentar durabilidade compatível com a vida útil de projeto. <p>Manutenibilidade dos SPAF e SPES: os sistemas devem ser concebidos de modo a permitir inspeções.</p>
Crítérios de desempenho para projetos
<p>A vida útil de projeto (VUP) deve ser adotada como sendo igual ou maior a vinte anos, de acordo com NBR 15575-1 (ABNT, 2008).</p> <p>Inspeções em tubulações do SPES: nas tubulações de esgoto sanitário devem ser previstos dispositivos de inspeção para que qualquer ponto da tubulação possa ser atingido por uma haste flexível, conforme preconizado na ABNT NBR 8160.</p> <p>O fornecedor dos sistemas, elementos ou componentes que compõem o edifício habitacional, deve especificar todas as condições de uso, operação e manutenção, incluindo o “Como Construído”.</p>

Saúde, Higiene e Qualidade do Ar

Quadro A.7 – Quadro de requisitos e critérios para projetos com base em saúde, higiene e qualidade do ar

Exigência do usuário: Saúde, Higiene e Qualidade do Ar

Requisitos de desempenho para projetos

Contaminação da água a partir dos componentes dos sistemas:

- evitar a introdução de substâncias tóxicas ou impurezas;
- não ser passível de contaminação por qualquer fonte de poluição ou agentes externos.

Contaminação biológica da água potável no SPAF:

- não utilizar material ou componente que permita o desenvolvimento de bactérias ou outras atividades biológicas, às quais provocam doenças;
- os componentes do sistema não devem transmitir à água substâncias tóxicas, ou contaminar a água por meio de metais pesados;
- não permitir o refluxo ou retrossifonagem.

Ausência de odores provenientes do esgoto sanitário: o SPES não deve permitir o retorno de gases aos ambientes sanitários.

Crítérios de desempenho para projetos

O SPAF deve ser separado fisicamente de qualquer outra instalação que conduza água não potável ou fluida de qualidade insatisfatória, desconhecida ou questionável.

Todo componente aparente deve ser fabricado de material lavável e impermeável para evitar a impregnação de sujeira ou desenvolvimento de bactérias ou atividades biológicas.

Os componentes do SPAF não devem permitir o empoçamento de água.

Os componentes enterrados devem ser protegidos contra a entrada de animais ou corpos estranhos, bem como de líquidos que possam contaminar a água potável, em conformidade com a ABNT NBR 5626 e a ABNT NBR 8160.

Quadro A.7 – Quadro de requisitos e critérios para projetos com base em saúde, higiene e qualidade do ar (continuação)

O SPES deve ser projetado de forma a não permitir a retrossifonagem ou quebra do selo hídrico.

Funcionalidade e Acessibilidade

Quadro A.8 – Quadro de requisitos e critérios para projetos com base em funcionalidade e acessibilidade

Exigência do usuário: Funcionalidade e Acessibilidade

Requisitos de desempenho para projetos

O SPAF deve satisfazer às necessidades de água fria do usuário.

- o sistema predial de água fria deve fornecer água na pressão, vazão e volume compatíveis com o uso, associado a cada ponto de utilização, considerando a possibilidade de uso simultâneo.

O SPES deve coletar e afastar, até a rede pública ou sistema de tratamento e disposição privados, os efluentes gerados pelo edifício habitacional.

CrITÉrios de desempenho para projetos de SPAF

As caixas e válvulas de descarga devem obedecer ao disposto nas ABNT NBR 15491 e ABNT NBR 12904 no que diz respeito à vazão e volume de descarga.

O SPES deve coletar e afastar nas vazões com que normalmente são descarregados os aparelhos sem que haja transbordamento, acúmulo na instalação, contaminação do solo ou retorno a aparelhos não utilizados.

Conforto Tátil e Antropodinâmico

Quadro A.9 – Quadro de requisitos e critérios para projetos com base em conforto tátil e antropodinâmico

Exigência do usuário: Conforto Tátil e Antropodinâmico

Requisitos de desempenho para projetos

O SPAF deve permitir manobras confortáveis e seguras aos usuários.

Crítérios de desempenho para projetos de SPAF

As peças de utilização, inclusive registros de manobra, devem possuir volantes ou dispositivos com formato e dimensões que proporcionem torque de acionamento de acordo com as normas de especificação de cada produto, além de serem isentos de rebarbas, asperezas, ou ressaltos que possam causar ferimentos.

Adequação Ambiental

Quadro A.10 – Quadro de requisitos e critérios para projetos com base em adequação ambiental

Exigência do usuário: Adequação Ambiental

Requisitos de desempenho para projetos

O SPAF deve ser concebido visando a redução da demanda da água da rede pública de abastecimento, e o volume de esgoto conduzido para tratamento sem aumento da probabilidade de ocorrência de doenças ou da redução da satisfação do usuário representada pelas condições estabelecidas nesta parte da Norma.

O SPES deve estar ligado à rede pública de esgoto ou a um sistema localizado de tratamento e disposição de efluentes, atendendo à ABNT NBR 8160, ABNT NBR 7229 e ABNT NBR 13969. O SPES não deve permitir a contaminação do solo ou do lençol freático.

Crítérios de desempenho para projetos

As bacias sanitárias devem ser de volume de descarga reduzido, de acordo com as especificações das ABNT NBR 12904 e ABNT NBR 12905.

Recomenda-se que as peças de utilização possuam vazão em conformidade com a abaixo.

Vazão nas peças de utilização

Peça de utilização	Vazão máxima L/s
Chuveiros e duchas (dotadas de aquecimento central ou de passagem)	0,10 a 0,25
Mictório	0,07 a 0,15
Torneiras para lavatório, pia de cozinha, uso geral, tanque, aparelho economizador, misturador para lavatório e misturador para pia de cozinha.	0,05 a 0,12
Aparelho economizador (torneira automático).	0,04 a 0,12
Torneiras para jardim	0,10 a 0,25
