



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS DE CRATEÚS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

AMANDA JÉSSICA ALVES BEZERRA

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM SISTEMAS PREDIAIS
HIDROSSANITÁRIOS: ESTUDO DE CASO EM ESCOLAS DO MUNICÍPIO DE
CRATEÚS - CE**

CRATEÚS

2021

AMANDA JÉSSICA ALVES BEZERRA

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM SISTEMAS PREDIAIS HIDROSSANITÁRIOS:
ESTUDO DE CASO EM ESCOLAS DO MUNICÍPIO DE CRATEÚS - CE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, Campus de Crateús, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.^a Ma. Tatiane Lima Batista.

CRATEÚS

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- B469m Bezerra, Amanda Jéssica Alves.
Manifestações patológicas em sistemas prediais hidrossanitários : Estudo de caso em escolas do município de Crateús - CE / Amanda Jéssica Alves Bezerra. – 2021.
133 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Crateús, Curso de Engenharia Civil, Crateús, 2021.
Orientação: Profª. Ma. Tatiane Lima Batista.
1. Patologia das edificações. 2. Instalações prediais hidrossanitárias. 3. Inspeção predial. I. Título.
CDD 620
-

AMANDA JÉSSICA ALVES BEZERRA

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM SISTEMAS PREDIAIS HIDROSSANITÁRIOS:
ESTUDO DE CASO EM ESCOLAS DO MUNICÍPIO DE CRATEÚS - CE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia Civil da Universidade
Federal do Ceará, Campus de Crateús, como
requisito parcial à obtenção do título de
bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Ma. Tatiane Lima Batista (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Ma. Heloína Nogueira da Costa
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Me. Luis Felipe Cândido
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À minha mãe e heroína, Marta, meus irmãos,
Alana e Luiz Arthur, meu padrasto, Arimatea e
em memória de meu pai, Wellington, dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por ter me dado saúde, força, minha família e amigos para superar as dificuldades enfrentadas.

A Prof.^a Ma. Tatiane Lima, responsável direta pela missão que agora se cumpre, pela confiança, disponibilidade, paciência, apoio e pela excelente orientação. Meu carinho e admiração só cresceram ao longo desses meses.

Aos professores participantes da banca examinadora Prof. Me. Luis Felipe Cândido e Prof.^a Ma. Heloína Nogueira, pelo tempo cedido e pelas valiosas colaborações e sugestões.

A todos os professores por me proporcionarem o conhecimento não apenas racional, mas para construção do caráter no processo de formação profissional. A palavra mestre, nunca fará justiça aos professores aos quais sem nominar terão os meus eternos agradecimentos.

Aos usuários das escolas entrevistados, pelo tempo concedido, especialmente os diretores que sempre se colocaram à disposição para eventuais dúvidas e sempre procuraram saná-las com celeridade.

A Secretaria de Educação e a Secretaria de Infraestrutura do município de Crateús pela disponibilidade.

Aos colegas de turma toda minha gratidão pela convivência durante essa jornada, em especial os amigos Dayanne Oliveira, Douglas Ribeiro, Phablo Caetano e Rafael Nunes pelos momentos de descontração e conversas que de alguma forma foram essenciais na minha formação.

Aos amigos Felipe de Sousa, Gabriela Rodrigues e Nargila Sales, companheiros de trabalhos e irmãos na amizade, pelos momentos compartilhados ao longo dessa caminhada que não seria tão especial sem vocês, e pelas contribuições e reflexões que foram parte fundamental para finalização deste trabalho.

Ao meu parceiro de vida e amigo Levi Andrade, por estar ao meu lado durante toda essa etapa da minha vida, pelo carinho, amor, compreensão nos momentos de ausência e por todo apoio no desenvolvimento deste trabalho que literalmente não poderia ter sido realizado sem sua ajuda.

E por fim, a minha família, pelo amor, incentivo, torcida e apoio incondicional não só durante os meus anos de universitária, mas durante toda minha vida.

“Não adianta ficar sentado se preocupando. O que tiver que ser será, e nós enfrentaremos quando vier.”

(ROWLING, J.K., 2000)

RESUMO

Além de sua importância para suprir as necessidades humanas básicas relacionadas a alimentação e higiene, os Sistemas Prediais Hidrossanitários relacionam-se também com a promoção da sustentabilidade ambiental e com os parâmetros evolutivos de conforto e qualidade de vida. Por essa razão é de fundamental importância que estes sistemas estejam aptos a desempenharem suas funções durante toda a vida útil de uma edificação. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar a ocorrência de manifestações patológicas nos sistemas hidráulicos e sanitários de instituições de ensino. Para tanto, foi feito um estudo de caso, em que a metodologia empregada segue os preceitos da Avaliação Durante Operação (ADO), em três edificações escolares do município de Crateús-CE. Foi possível realizar uma inspeção predial nos sistemas prediais de água fria, esgoto sanitário e águas pluviais dessas escolas utilizando como base um *checklist*. Testes para identificação de vazamentos, como o teste de sucção e teste do corante, também foram feitos. As manifestações patológicas com maior incidência nos sistemas prediais de água fria, esgoto sanitário e águas pluviais foram vazamentos, mau cheiro e vazamentos e infiltrações, respectivamente. Depois de identificadas e diagnosticadas as manifestações mais significativas em cada edificação, foram propostas fichas técnicas com medidas de recuperação e prevenção dessas instalações. Foram realizadas entrevistas através de questionários online para identificar o grau de satisfação dos usuários das escolas (alunos, professores, funcionários da limpeza e diretores). Pôde-se observar que o sistema predial de águas pluviais foi o que apresentou o maior índice de inadequações.

Palavras-chave: Patologia das edificações. Instalações prediais hidrossanitárias. Inspeção predial.

ABSTRACT

Besides their importance in meeting basic human needs related to food and hygiene, the hydraulic and sanitary building systems are also related to the promotion of environmental sustainability and the evolving parameters of comfort and quality of life. For this reason, it is of fundamental importance that they are able to perform their functions throughout the useful life of a building. In this context, the present study aimed to analyze the occurrence of pathological manifestations in the hydraulic and sanitary building systems of educational institutions. To this end, a case study was carried out, in which the methodology employed follows the precepts of the Assessment During Operation (ADO), in three school buildings in the municipality of Crateús-CE. It was possible to perform a building inspection of the cold water, sanitary sewage and rainwater systems of these schools using a checklist as a basis. Some tests to identify leaks were also done. From the results obtained, the most significant manifestations in each building were identified and diagnosed. It was possible to perform a building inspection of the cold water, sanitary sewage and rainwater systems of these schools using a checklist as a basis. Tests to identify leaks, such as the suction test and the dye test, were also performed. The pathological manifestations with the highest incidence in the building systems of cold water, sanitary sewage, and rainwater were leaks, foul odor, and leaks and infiltrations, respectively. After identifying and diagnosing the most significant manifestations in each building, technical sheets were proposed with recovery and prevention measures for these installations. Interviews were conducted through online questionnaires to identify the level of satisfaction of school users (students, teachers, cleaning personnel and principals). It could be observed that the building rainwater system had the highest rate of inadequacies.

Keywords: Pathology of buildings. Hydrosanitary building installations. Building inspection.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Partes constituintes de uma instalação predial de água fria.....	24
Figura 2 - Partes constituintes de uma instalação predial de esgoto sanitário.....	26
Figura 3 - Componentes da Instalação de Águas Pluviais.....	28
Figura 4 - Incrustação em uma tubulação.....	36
Figura 5 - Posicionamento correto do sifão.....	38
Figura 6 - Fluxograma da Metodologia.....	43
Figura 7 - Planta baixa do pavimento térreo da Escola A.....	48
Figura 8 - Planta baixa do pavimento superior da Escola A.....	48
Figura 9 - Pia com sifão mal posicionado.....	56
Figura 10 - Lavatórios com sifão mal posicionado.....	56
Figura 11 - Registro com vazamento.....	61
Figura 12 - Torneira mal fixada e com vazamento.....	61
Figura 13 - Bacia com vazamento.....	62
Figura 14 - Realização do Teste de Sucção.....	63
Figura 15 - Planta baixa do pavimento térreo da Escola B.....	68
Figura 16 - Planta baixa do pavimento superior da Escola B.....	69
Figura 17 - Local de escoamento de águas pluviais para fora da edificação.....	77
Figura 18 - Bacia sanitária sem tampa.....	79
Figura 19 - Flexível com concreto endurecido.....	80
Figura 20 - Caixa de descarga sem puxador.....	80
Figura 21 - Registro com vazamento.....	80
Figura 22 - Lavatório sem coluna.....	81
Figura 23 – Castelo d'água da Escola C.....	87
Figura 24 - Planta baixa da Escola C.....	88
Figura 25 - Sifão desconectado.....	94
Figura 26 - Bacia interdita por ineficiência da válvula de descarga.....	99
Figura 27 - Válvula de descarga quebrada.....	99
Figura 28 - Ducha apresentando orifícios com obstrução.....	100
Figura 29 - Ducha apresentando vazamento na parte superior.....	100
Figura 30 - Torneira com vazamento.....	101
Figura 31 - Bacia antes e depois do tempo de teste.....	102

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Funcionamento dos banheiros na opinião dos alunos - Escola A.....	64
Gráfico 2 - Funcionamento dos banheiros na opinião dos professores - Escola A	64
Gráfico 3 - Presença de odor na opinião dos alunos - Escola A.....	65
Gráfico 4 - Presença de odor na opinião dos professores - Escola A.....	65
Gráfico 5 - Existência de transtornos causados pela chuva na opinião dos alunos - Escola A	66
Gráfico 6 - Existência de transtornos causados pela chuva na opinião dos professores - Escola A	66
Gráfico 7 - escoamento adequado nos banheiros - Escola A.....	67
Gráfico 8 - Funcionamento dos banheiros na opinião dos alunos - Escola B	82
Gráfico 9 - Funcionamento dos banheiros na opinião dos professores - Escola B	83
Gráfico 10 - Presença de odor na opinião dos alunos - Escola B.....	84
Gráfico 11 - Presença de odor na opinião dos professores - Escola B	84
Gráfico 12 - Existência de transtornos causados pela chuva na opinião dos alunos - Escola B	85
Gráfico 13 - Existência de transtornos causados pela chuva na opinião dos professores - Escola B	85
Gráfico 14 - escoamento adequado nos banheiros - Escola B.....	86
Gráfico 15 - Funcionamento dos banheiros na opinião dos professores - Escola C	103
Gráfico 16 - Presença de odor na opinião dos professores - Escola C	104
Gráfico 17 - Existência de transtornos causados pela chuva na opinião dos professores - Escola C	105
Gráfico 18 - escoamento adequado nos banheiros - Escola C.....	105
Gráfico 19 - Índice de inadequações nos Sistemas Prediais Hidrossanitários das escolas.....	106
Gráfico 20 - Índice médio de manifestação patológica em aparelhos sanitários (%)	107
Gráfico 21 - Índice de satisfação dos usuários (%)	108
Gráfico 22 - Manifestações patológicas mais sentidas pelos usuários das escolas	109

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Manifestações patológicas em aparelhos/equipamentos sanitários da Escola A	60
Tabela 2 - Resultados do teste do corante da Escola A	62
Tabela 3 – Resultado do cálculo de amostras.....	63
Tabela 4 - Manifestações patológicas em aparelhos/ equipamentos sanitários da Escola B....	79
Tabela 5 - Resultados do teste do corante da Escola B	81
Tabela 6 – Resultado do cálculo de amostras.....	82
Tabela 7 - Manifestações patológicas em aparelhos/equipamentos sanitários da Escola C.....	98
Tabela 7 - Resultados do teste do corante da Escola C	101
Tabela 9 – Resultado do cálculo de amostras.....	103

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Componentes do subsistema de abastecimento.....	24
Quadro 2 - Componentes do subsistema de distribuição.....	25
Quadro 3 - Componentes do SPES.....	26
Quadro 4 - Componentes do SPAP.....	29
Quadro 5 - Principais vazamentos em SPAF.....	32
Quadro 6 - Principais vazamentos do SPES.....	37
Quadro 7 - Principais causas de entupimentos nas tubulações de esgoto.....	39
Quadro 8 - Inadequações presentes no SPHS da Escola A.....	49
Quadro 9 - Ficha técnica para condições favoráveis para formação de zonas de estagnação e contaminação da água – Escola A.....	50
Quadro 10 - Ficha técnica de tubulações plásticas expostas ao tempo e em estado de conservação inadequado - Escola A.....	52
Quadro 11 - Ficha técnica de condições satisfatórias para incidência de ar nas tubulações - Escola A.....	53
Quadro 12 - Ficha técnica de mau cheiro - Escola A.....	54
Quadro 13 - Ficha de tubulação exposta e em estado de conservação inadequado no SPES - Escola A.....	56
Quadro 14 - Ficha técnica de vazamentos e infiltrações - Escola A.....	58
Quadro 15 - Ficha técnica de condições favoráveis ao empoçamento - Escola A.....	59
Quadro 16 - Inadequações presentes no SPHS da Escola B.....	69
Quadro 17 - Ficha técnica de falha na estanqueidade - Escola B.....	71
Quadro 18 - Ficha técnica de tubulações plásticas expostas ao tempo - Escola B.....	72
Quadro 19 - Ficha técnica de mau cheiro - Escola B.....	73
Quadro 20 - Ficha técnica de possibilidade de entupimento - Escola B.....	75
Quadro 21 - Ficha técnica de condições favoráveis ao empoçamento - Escola B.....	76
Quadro 22 - Ficha técnica de vazamentos e infiltrações - Escola B.....	77
Quadro 23 - Inadequações presentes no SPHS da Escola C.....	88
Quadro 24 - Ficha técnica de entupimentos - Escola C.....	89
Quadro 25 - Ficha técnica de vazamentos no SPAF - Escola C.....	91
Quadro 26 - Ficha técnica de mau cheiro - Escola C.....	92
Quadro 27 - Ficha técnica de vazamentos no SPES - Escola C.....	93
Quadro 28 - Ficha técnica de empoçamento - Escola C.....	95

Quadro 29 - Ficha técnica de vazamentos e infiltrações - Escola C.....	96
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADO	Avaliação Durante Operação
cm	Centímetro
COVID-19	Coronavírus- 2019
IBAPE/SP	Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo
IBAPE/NA	Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia Nacional
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
m	Metro
mm	Milímetro
NBR	Norma Brasileira Regulamentar
PVC	Policloreto de Vinila
POP	Procedimento Operacional Padronizado
Sinduscon	Sindicato da Indústria e da Construção Civil
SPAF	Sistema Predial de Água Fria
SPES	Sistema Predial de Esgoto Sanitário
SPAP	Sistema Predial de Águas Pluviais
SPHS	Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários
STF	Supremo Tribunal Federal
UV	Ultravioleta
Und	Unidade

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	Contextualização	19
1.2	Questão de pesquisa	20
1.3	Objetivos.....	20
1.4	Justificativa	20
1.5	Delimitação do estudo	21
2	REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1	Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários	22
2.1.1	<i>Instalações prediais de água fria</i>	22
2.1.1.1	Componentes	23
2.1.2	<i>Instalações prediais de esgoto sanitário</i>	25
2.1.2.1	Componentes	26
2.1.3	<i>Instalações prediais de águas pluviais.....</i>	27
2.1.3.1	Componentes	28
2.2	Inspeção predial e manutenção das instalações prediais hidrossanitárias.....	29
2.3	Manifestações patológicas nos Sistemas Prediais Hidrossanitários.....	30
2.3.1	<i>Manifestações patológicas nos Sistemas Prediais de Água Fria.....</i>	31
2.3.1.1	Vazamentos.....	31
2.3.1.2	Contaminação da água.....	33
2.3.1.3	Ruídos e vibrações.....	34
2.3.1.4	Desempenho Hidráulico Insatisfatório	34
2.3.1.5	Incidência de Ar nas Tubulações	35
2.3.1.6	Entupimento	35
2.3.2	<i>Manifestações patológicas nos Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário</i>	36
2.3.2.1	Vazamentos.....	37
2.3.2.2	Mau Cheiro	38
2.3.2.3	Entupimento das tubulações	38
2.3.2.4	Retorno de espuma e esgoto	39
2.3.2.5	Interfaces com elementos estruturais	40
2.3.3	<i>Manifestações patológicas nos Sistemas Prediais de Águas Pluviais</i>	40
2.3.3.1	Vazamento e infiltrações	40
2.3.3.2	Ressecamento de condutores.....	41
2.3.3.3	Empoçamento	41

3	METODOLOGIA.....	43
3.1	Seleção de Amostras	43
3.2	Levantamento documental	44
3.3	Inspeção local.....	44
3.3.1	<i>Teste de Sucção.....</i>	<i>45</i>
3.3.2	<i>Teste do Corante</i>	<i>45</i>
3.4	Análise das manifestações patológicas.....	45
3.5	Pesquisa de satisfação	46
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	47
4.1	Escola A	47
4.1.1	<i>Caracterização da escola e dados do levantamento documental.....</i>	<i>47</i>
4.1.2	<i>Inspeção local.....</i>	<i>48</i>
4.1.3	<i>Descrição das principais manifestações patológicas encontradas</i>	<i>50</i>
4.1.4	<i>Resultado dos testes.....</i>	<i>61</i>
4.1.5	<i>Resultado da pesquisa de satisfação dos usuários</i>	<i>63</i>
4.2	Escola B	68
4.2.1	<i>Caracterização da escola e dados do levantamento documental.....</i>	<i>68</i>
4.2.2	<i>Inspeção Predial.....</i>	<i>69</i>
4.2.3	<i>Descrição das principais manifestações patológicas encontradas</i>	<i>71</i>
4.2.4	<i>Resultado dos testes.....</i>	<i>81</i>
4.2.5	<i>Resultado da pesquisa de satisfação dos usuários</i>	<i>82</i>
4.3	Escola C	86
4.3.1	<i>Caracterização da escola e dados do levantamento documental.....</i>	<i>87</i>
4.3.2	<i>Inspeção Predial.....</i>	<i>88</i>
4.3.3	<i>Descrição das principais manifestações patológicas encontradas</i>	<i>89</i>
4.3.4	<i>Resultado dos testes.....</i>	<i>101</i>
4.3.5	<i>Resultado da pesquisa de satisfação dos usuários</i>	<i>102</i>
4.4	Comparação dos resultados das escolas	106
5	CONCLUSÃO	110
	REFERÊNCIAS	112
	APÊNDICE A – CHECKLIST DE ÁGUA FRIA	118
	APÊNDICE B - CHECKLIST DE ESGOTO SANITÁRIO	120
	APÊNDICE C - CHECKLIST DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	122
	APÊNDICE D – CHECKLIST DE APARELHOS/EQUIPAMENTOS	

SANITÁRIOS	123
APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DOS ALUNOS	125
APÊNDICE F - QUESTIONÁRIO DOS PROFESSORES.....	127
APÊNDICE G - QUESTIONÁRIO DOS FUNCIONÁRIOS DA LIMPEZA	130
APÊNDICE H - QUESTIONÁRIO DOS DIRETORES	132

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Ao longo dos últimos anos, devido a vários fatores, entre eles os avanços tecnológicos e consumidores mais exigentes, a indústria da construção tem sofrido diversas alterações em seus parâmetros de qualidade. Logo, a gestão da qualidade tem evoluído, colocando em enfoque a visão da correção e otimização para prevenção de manifestações patológicas. Fica então evidenciada a importância de estudos voltados para manifestações patológicas incidentes em construções e a necessidade de um crescente aprofundamento nos mesmos (ALMEIDA, 2008; PICCHI, 1993).

Segundo Helene (1992), na construção civil, patologia pode ser entendida como a parte da engenharia que estuda os sintomas, causas e origens da ocorrência de diversas falhas que afetam uma edificação, ou seja, é o estudo de todas as partes que constituem o diagnóstico de um problema.

De acordo com dados do Sinduscon-SP (2013 *apud* Carvalho Júnior, 2013) “75% das patologias da construção são decorrentes de problemas relacionados com as instalações hidráulicas prediais”. Ainda segundo Carvalho Júnior (2013), isso ocorre pela pouca importância dada ao projeto hidráulico e sanitário do edifício, a falta de observação às normas pertinentes, além da falta de qualidade dos materiais utilizados e da mão de obra.

Como ressaltam Teixeira et al. (2011), as manifestações patológicas frequentes nos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários (SPHS) de um edifício não apresentam sérios riscos à vida dos seus usuários, porém, elas costumam causar vários transtornos, “stress” e desconfortos. Dentre as principais manifestações patológicas estão vazamentos, mau cheiro, ruídos e outros, abordados com maior detalhe na seção 2.3.

Não obstante, esses problemas não ocorrem somente em edificações residenciais, mas em edificações de uso coletivo, como comércio e edificações públicas, dentre os quais pode-se destacar as escolas. Tendo em vista que os usuários dos espaços das edificações de ensino passam, em média, um terço de seu dia no interior da escola, a qualidade desses ambientes afeta de modo significativo a vida dos mesmos, além de influenciar o projeto político-pedagógico e o processo educacional que são ali desenvolvidos (BRASIL, 2006).

Dentro deste enfoque, este trabalho desenvolve um estudo sobre casos reais de manifestações patológicas nos sistemas hidrossanitários em prédios escolares no município de Crateús, no estado do Ceará.

1.2 Questão de pesquisa

Considerando o contexto apresentado, a presente pesquisa reúne vários exemplos de manifestações patológicas nos sistemas prediais hidrossanitários coletados na cidade de Crateús-CE no intuito de responder à questão de pesquisa:

Quais as principais manifestações patológicas encontradas nos sistemas hidráulico-sanitários de prédios escolares e ainda, esses sistemas atendem adequadamente às necessidades dos usuários?

1.3 Objetivos

Objetivo geral:

Analisar a ocorrência de manifestações patológicas nos sistemas hidrossanitários de instituições de ensino localizadas no município de Crateús – CE.

Objetivos específicos:

1. Identificar as manifestações patológicas nos sistemas hidrossanitários prediais das edificações;
2. Investigar a satisfação dos usuários com os sistemas hidrossanitários prediais das edificações;
3. Caracterizar as principais manifestações patológicas encontradas, apresentando suas prováveis causas, formas de prevenção e de recuperação.
4. Verificar se a metodologia da Avaliação Durante Operação (ADO) é adequada para análise desses sistemas.

1.4 Justificativa

No atual contexto da pandemia causada pela COVID-19, o funcionamento adequado dos SPHS é indispensável no retorno às aulas presenciais. Logo, a importância dada aos mesmos deve ser ainda maior, o que evidencia a relevância deste trabalho.

A inexistência de pesquisas acadêmicas a respeito de manifestações patológicas em instalações hidrossanitárias prediais em escolas da rede pública no estado do Ceará motivou a elaboração de uma pesquisa sobre o tema. De acordo com alguns estudos, citados

anteriormente, as patologias nos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários (SPHS) lideram o ranking de ocorrência de falhas nas edificações.

A pesquisa é relevante, economicamente, visto que correções/reformas são dispendiosas, geram gastos e, se evitadas, podem proporcionar economia na manutenção da edificação.

Socialmente, a pesquisa promove a difusão do tema, o conhecimento sobre as manifestações patológicas e como fazer para evitá-las. Além disso, segundo Conceição (2007), os Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários, entre os vários sistemas que compõem a edificação, são os que mais estão em contato com os usuários, e o seu mau funcionamento gera problemas diversos ao bem-estar físico e psicológico do ser humano. Logo, as manifestações patológicas nas edificações estão diretamente relacionadas a saúde e segurança do usuário.

Ambientalmente, a pesquisa é relevante pois os sistemas prediais hidrossanitários possuem papel fundamental na questão de conservação da água. De acordo com Oliveira (2016) o desperdício de água nesses sistemas, causados por razões diversas como vazamentos, componentes e procedimentos inadequados, gera um volume maior de insumos necessários para tratamento de água e esgoto. Além disso, ressalta-se as perdas ambientais sofridas para a produção desses insumos.

Acredita-se ainda que o pioneirismo possa dar visibilidade ao tema e mostrar quais são as principais manifestações patológicas associadas aos SPHS presentes nas edificações escolares, além de incentivar futuros estudos sobre o tema.

1.5 Delimitação do estudo

O presente estudo delimita-se a investigação de manifestações patológicas de sistemas prediais hidrossanitários em edificações de instituições de ensino localizadas na sede do Município de Crateús-CE.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários

Os Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários (SPHS) compreendem subsistemas de uma edificação para captação, transporte e armazenagem adequada de líquidos. São eles: instalações prediais de água fria, instalações prediais de água quente, instalações prediais de esgoto sanitário, instalações prediais de águas pluviais e combate a incêndio (PEREIRA, 2017).

De acordo com Costa e Ilha (2017), a inter-relação desses subsistemas reforça a importância da consideração de aspectos ligados ao desempenho na especificação dos componentes, de forma a minimizar a ocorrência de patologias futuras, ou seja, esses subsistemas devem ser integrados ao sistema construtivo de forma concordante e tecnicamente correta.

Para o desenvolvimento deste trabalho foram estudadas apenas as manifestações patológicas das instalações prediais de água fria, de esgoto sanitário e de águas pluviais. Esta escolha se sustenta no fato de que no município de Crateús, área de estudo deste trabalho, as instalações prediais de água quente não são comumente utilizadas por conta do clima e dos hábitos locais. Optou-se também por não considerar as instalações de combate a incêndio.

2.1.1 Instalações prediais de água fria

As instalações prediais de água fria operam como parte de um sistema vivo e devem obedecer de forma absoluta a cada comando do usuário disponibilizando água, substância indispensável a vida, para diversos fins no edifício. O correto funcionamento dessas instalações será considerado a garantia de que o desempenho do sistema estará atendendo as expectativas de conforto dos usuários (VIEIRA, 2016).

Para Carvalho Jr. (2018), uma instalação de água fria trata-se de um conjunto de tubulações, equipamentos, reservatórios e dispositivos, com função de abastecer os aparelhos e pontos de utilização de água de uma edificação, com volume suficiente para atendimento dos mesmos e garantido a qualidade da água fornecida.

Segundo a NBR 5626 – Sistemas Prediais de Água Fria e Quente (ABNT, 2020), a correta instalação de água fria deve atender requisitos relacionados a potabilidade, continuidade de abastecimento, acessibilidade, conforto e compatibilidade das características de pressão e velocidade do escoamento com os materiais utilizados.

2.1.1.1 Componentes

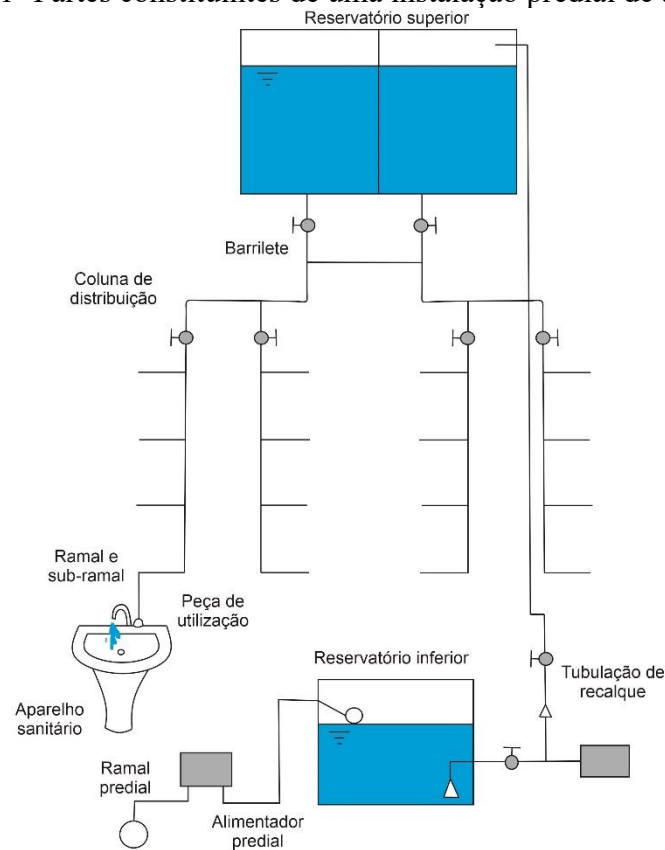
Com base na NBR 5626 (ABNT,2020), é possível dividir os sistemas prediais de água fria em três subsistemas básicos: Abastecimento, Reservação e Distribuição.

O subsistema de abastecimento é constituído pelos elementos situados entre a rede pública e a rede de reservação ou distribuição. Sua função é receber a água da rede urbana e garantir o funcionamento adequado do sistema predial (ILHA; GONÇALVES,1994).

O abastecimento de uma edificação pode ser direto, quando todas as peças de utilização são ligadas diretamente à rede pública, indireto, quando a alimentação dos pontos de utilização é realizada através de reservatórios, ou misto, quando alguns pontos são alimentados diretamente pela rede pública e outros por reservatórios (CREDER, 2006). O último é o mais utilizado no Brasil por garantir o fornecimento de água contínuo mesmo em caso de interrupção temporária do fornecimento de água pela concessionária e por resultar em reservatórios com volume reduzido em comparação com o sistema exclusivamente indireto. Segundo a NBR 5626 (ABNT, 2020), esse sistema constitui, geralmente, a melhor solução por combinar as vantagens dos dois anteriores.

Os elementos constituintes do subsistema de abastecimento são: ramal predial e medição, alimentador predial e cavalete/hidrômetro. Já o subsistema de distribuição compreende um conjunto de tubulações que conduzem a água até os pontos de consumo terminais. São eles: Barrilete, Coluna, ramal e Sub-ramal (ABNT, 2020). A Figura 1 mostra as principais partes constituintes de uma instalação predial de água fria e apresenta também a nomenclatura e terminologia correspondentes.

Figura 1- Partes constituintes de uma instalação predial de água fria



Fonte: Viana (2019).

Cada elemento encontra-se definido abaixo de acordo com o subsistema ao qual pertence.

O Quadro 1 apresenta a definição de cada elemento do subsistema de abastecimento.

Quadro 1 - Componentes do subsistema de abastecimento

Elemento	Definição
Ramal Predial	Tubulação compreendida entre a rede pública de abastecimento de água e extremidade a montante do alimentador predial.
Alimentador Predial	Tubulação que liga o medidor principal a um reservatório de água.
Cavalete/hidrômetro	Interface do ramal predial e alimentador predial.

Fonte: Elaborado pela autora com base na NBR 5626 (ABNT,2020).

O subsistema de reservação tem como funções garantir o fornecimento de água, atender às reservas de incêndio, suprir as deficiências do sistema de abastecimento no que diz respeito à pressão e vazão e em momentos de emergência (VENTURINI, 2003).

Caso a pressão da rede pública de abastecimento não seja suficiente para alimentar o reservatório superior, se faz necessário, também um reservatório inferior. A água terá que ser recalçada do reservatório inferior para o superior através de uma estação elevatória. Esse caso é comum em edifícios altos, acima de 3 pavimentos (CARVALHO JR, 2018).

Portanto, os elementos que compõem esse subsistema são: reservatório inferior, estação elevatória e reservatório superior.

O Quadro 2 apresenta a definição de cada elemento do subsistema de distribuição.

Quadro 2 - Componentes do subsistema de distribuição

Elemento	Definição
Barrilete	Tubulação das quais derivam as colunas de distribuição.
Coluna	Tubulação destinada a alimentar ramais.
Ramal	Tubulação destinada a alimentar sub-ramais.
Sub-ramal	Tubulação que liga o ramal ao ponto de distribuição.

Fonte: Elaborado pela autora com base na NBR 5626 (ABNT,2020).

2.1.2 Instalações prediais de esgoto sanitário

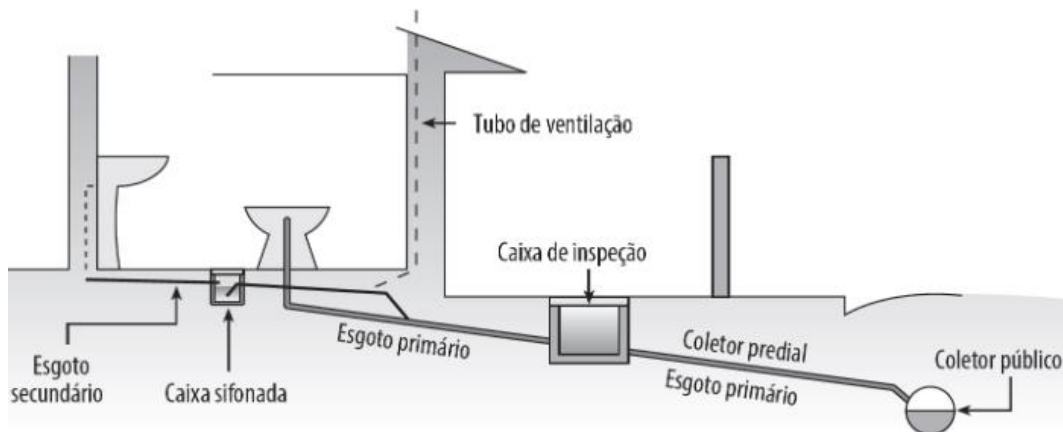
As instalações prediais de esgoto sanitário são destinadas a coletar e conduzir o esgoto sanitário a uma rede pública de coleta ou a um sistema próprio de tratamento. As condições técnicas para planejamento e execução dessas instalações, em atendimento às exigências mínimas de higiene, conforto e segurança das pessoas, são fixadas pela NBR 8160 (ABNT,1999) (GOTO, 2018).

Segundo a NBR 8160 – Instalações Prediais de Esgoto Sanitário (ABNT, 1999), a instalação de esgoto deve ser projetada de modo a atender requisitos relacionados a facilidade de escoamento e inspeção, prevenção de vazamentos, retorno de gases e contaminação da água do sistema de água fria, entre outros.

2.1.2.1 Componentes

A Figura 2 apresenta as principais partes constituintes de uma instalação predial de esgoto sanitário e também a nomenclatura e terminologia correspondentes.

Figura 2 - Partes constituintes de uma instalação predial de esgoto sanitário



Fonte: Carvalho Júnior (2018).

O Quadro 3 apresenta as definições dos principais componentes do Sistema Predial de Esgoto Sanitário (SPES).

Quadro 3 - Componentes do SPES

Elemento	Definição
Coluna de ventilação	Tubo ventilador vertical que se prolonga através de um ou mais andares.
Desconectores	Dispositivo destinado a vedar a passagem de gases no sentido oposto ao deslocamento do esgoto.
Ramal de esgoto	Tubulação primária que recebe os efluentes dos ramais de descarga diretamente ou a partir de um desconector.
Tubo de queda	Tubulação vertical que recebe efluentes de subcoletores, ramais de esgoto e ramais de descarga.
Subcoletores	Tubulação que recebe efluentes de um ou mais tubos de queda ou ramais de esgoto.

Coletor predial	Trecho de tubulação compreendido entre a última inserção de subcoletor, ramal de esgoto ou de descarga, ou caixa de inspeção geral e o coletor público ou sistema particular.
Caixa de gordura	Caixa destinada a reter, na sua parte superior, as gorduras, graxas e óleos contidos no esgoto.
Caixa de inspeção	Caixa destinada a permitir a inspeção, limpeza, desobstrução, junção, mudanças de declividade e/ou direção das tubulações.
Ramal de descarga	Tubulação que recebe diretamente os efluentes de aparelhos sanitários.

Fonte: Elaborado pela autora com base na NBR 8160 (ABNT,1999).

O Sistema Predial de Esgoto Sanitário é dividido de acordo com o tipo de dejetos que recebe e cada um conta com um sistema de canalização e dispositivos próprios (ARAÚJO, 2012). Logo, o esgoto sanitário é dividido em: esgoto primário e esgoto secundário. O esgoto primário é a parte do esgoto que está em contato com os gases provenientes do coletor público ou fossa, ou seja, é a parte da instalação entre o desconector e o coletor público. Já o esgoto secundário é a parte do esgoto que não está em contato com os gases provenientes do coletor público ou fossa, ou seja, são os aparelhos e a canalização que vêm antes dos desconectores (GOTO, 2018).

2.1.3 Instalações prediais de águas pluviais

De acordo com a NBR 10844 (ABNT, 1989), a instalação predial de águas pluviais se destina exclusivamente a coleta e transporte das águas pluviais e não se admite quaisquer interligações com outras instalações prediais. De acordo com a mesma norma, as instalações de águas pluviais devem ser projetadas de modo a obedecer às seguintes exigências:

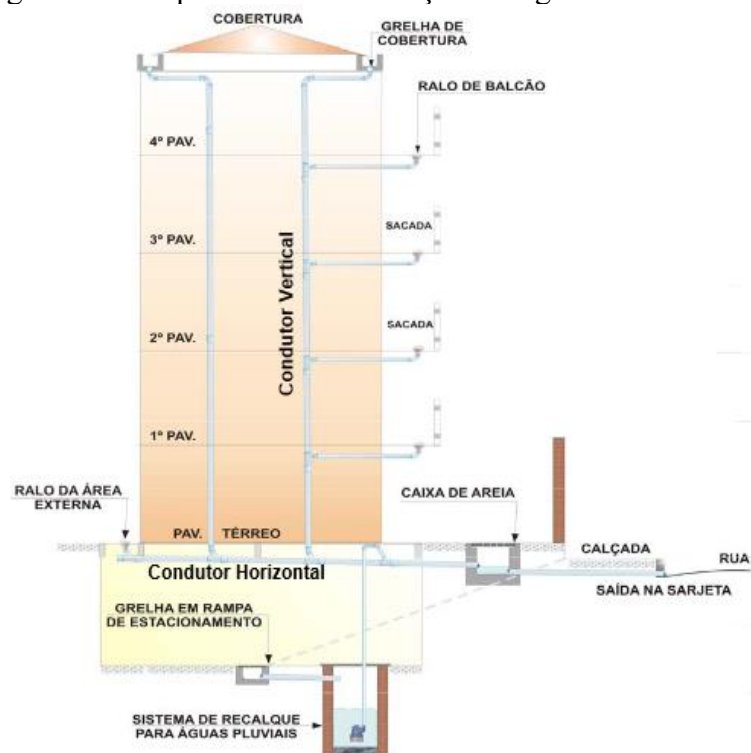
- Coletar e transportar a vazão de projeto até locais permitidos pelos dispositivos legais;
- Ser estanques;
- Permitir a limpeza e desobstrução de qualquer ponto no interior da instalação;
- Absorver os esforços provocados pelas variações térmicas;
- Ser constituída de materiais resistentes a choques mecânicos;
- Utilizar materiais resistentes às intempéries nos componentes externos;

- Utilizar materiais compatíveis com outros materiais de construção que estiverem em contato;
- Não provocar grandes ruídos;
- Resistir às pressões a que podem estar sujeitas;
- Ser fixadas de maneira a assegurar resistência e durabilidade.

2.1.3.1 Componentes

A Figura 3 apresenta as principais partes constituintes de uma instalação predial de águas pluviais e também a nomenclatura e terminologia correspondentes.

Figura 3 - Componentes da Instalação de Águas Pluviais



Fonte: Reis (2007).

O Quadro 4 apresenta as definições, de acordo com a NBR 10844 (ABNT,1989), dos principais componentes do Sistema Predial de Águas Pluviais (SPAP).

Quadro 4 - Componentes do SPAP

Elemento	Definição
Calhas	Possui a função de recolher a água de coberturas, terraços e similares e a conduzir a um ponto de destino.
Ralos	Caixa com grelha destinada a receber águas pluviais
Grelhas	lajes vazadas que permitem o escoamento da água pluvial
Condutores horizontais	tubulação horizontal destinada a recolher e conduzir águas pluviais até locais permitidos pelos dispositivos legais.
Condutores verticais	Tubulação vertical destinada a recolher águas de calhas, coberturas, terraços e outros e conduzi-las até a parte inferior do edifício.
Caixas de areia	Utilizada para drenagem das águas pluviais, destinada a recolher detritos.

Fonte: Elaborado pela autora com base na NBR 10844 (ABNT,1989).

2.2 Inspeção predial e manutenção das instalações prediais hidrossanitárias

A Inspeção predial é definida, de acordo com a NBR 16747 (ABNT, 2020), como um processo que tem como objetivo auxiliar na gestão da edificação por meio de acompanhamento sistêmico das condições de uso, operação e manutenção. Quando feita regularmente, contribui com a diminuição de riscos técnicos e econômicos associados à perda de desempenho da edificação.

A Norma de Inspeção Predial Nacional do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia – IBAPE/NA (2012), classifica a inspeção predial quanto a sua complexidade, por níveis, e elaboração de laudo, consideradas as características técnicas da edificação, manutenção e operação de seus elementos e sistemas construtivos.

Um estudo realizado pela Câmara de Inspeção Predial do IBAPE/SP em 2009 sobre acidentes em edificações residenciais com mais de 30 anos de funcionamento, considerando apenas os que ocorreram na fase de uso, constatou que 66% estavam relacionados a deficiências e falhas no uso e na manutenção das edificações, perda precoce de desempenho e/ou deterioração acentuada. Esses resultados reforçam a importância da inspeção predial e da

manutenção para garantia da qualidade e funcionalidade da edificação além da segurança dos seus usuários (PUJADAS et al., 2015).

De acordo com a NBR 5674 (2012) – Manutenção de Edificações, um serviço de manutenção é uma intervenção realizada na edificação e seus sistemas, elementos ou componentes para conservar ou recuperar a sua capacidade funcional e pode ser dividida nos seguintes tipos:

- a) Manutenção rotineira, com fluxo constante de serviços padronizados;
- b) Manutenção corretiva, com serviços que demandam intervenção imediata para seguir com o uso dos seus sistemas;
- c) Manutenção preventiva, com serviços programados com antecedência.

Os sistemas prediais hidrossanitários sofrem desgaste durante sua vida útil e, por isso, necessitam de inspeção e manutenção periódicas, assim como todos os outros sistemas que compõem a edificação. Segundo Carvalho e Almeida (2017), os principais procedimentos de inspeção relacionados a esses sistemas são: verificação de vazamentos; deterioração/deformação nas tubulações; não conformidade na pintura das tubulações; falta de identificação nos registros do barrilete; tubulações obstruídas; entupimento / extravasamento de calhas / ralos e análise dos reservatórios.

A ausência de manutenção nos edifícios pode gerar a ocorrência de manifestações patológicas que causam danos funcionais aos sistemas, perda de desempenho, redução de vida útil, além de gastos maiores causados por reformas e reparos. O tópico a seguir descreve as principais manifestações patológicas identificadas nos sistemas prediais hidrossanitários.

2.3 Manifestações patológicas nos Sistemas Prediais Hidrossanitários

Ilha (2009) afirma que além da sua complexidade funcional e diversidade de subsistemas, os SPHS possuem uma enorme gama de materiais e componentes. Por consequência, todas essas características podem originar uma grande variedade de manifestações patológicas nas edificações.

Como afirma Carvalho Júnior (2018), além das manifestações patológicas visíveis, existem também as manifestações patológicas ocultas, que são tão ou mais importantes que a primeira, como a contaminação da água potável em reservatórios ou redes, erosões decorrentes de vazamentos, volume excessivo de água de descarga em vasos sanitários etc.

Ainda o mesmo autor explica que as origens dos problemas patológicos nas edificações podem estar em quase todas as fases da obra podendo ser: falhas de projetos, por

exemplo a especificação inadequada e baixa qualidade de materiais; falhas de gerenciamento e execução, como falta de planejamento e mão de obra adequada; falhas de utilização dos sistemas hidráulicos e deterioração natural do sistema causada pelo uso, deterioração dos materiais etc.

A seguir, apresenta-se a descrição das principais manifestações patológicas associadas aos sistemas prediais de água fria (SPAF), esgoto (SPES) e águas pluviais (SPAP), separadamente.

2.3.1 Manifestações patológicas nos Sistemas Prediais de Água Fria

As principais manifestações patológicas encontradas nos SPAF e descritas neste tópico são: vazamentos, contaminação da água, ruídos e vibrações, desempenho hidráulico insatisfatório, incidência de ar nas tubulações e entupimento.

2.3.1.1 Vazamentos

Vazamentos em tubulações costumam trazer diversos danos e prejuízos para os proprietários, usuários e indústrias da construção. Quando um vazamento é constante e prolongado, este pode afetar também a estrutura do prédio com a corrosão da armadura e, em outros casos, a deterioração do emboço e pintura. Por isso é de fundamental importância entender os fatores que causam esse vazamento (BOSCARRIOL, 2013).

As causas principais dos vazamentos em tubulações são falhas na estrutura das tubulações, que têm origem de problemas mecânicos, como vazamentos gerados por pancadas, atritos ou tensões (falhas estruturais, deslocamento por variação de alicerce, estrutura suspensa e mal apoiada); problemas físicos, devido a variações estruturais das tubulações causadas por dilatações e contrações; ou químicos, pelo contato com componentes químicos corrosivos. Aplicando os cuidados necessários, é possível diminuir de forma expressiva os problemas, evitando situações piores (QUIMATIC TAPMATIC, 2017).

O Quadro 5 abaixo apresenta os principais locais onde ocorrem os vazamentos, suas respectivas causas e como os mesmos podem ser identificados.

Quadro 5 - Principais vazamentos em SPAF

Local de vazamento	Principais causas	Como detectar
Tubulações (juntas roscáveis e soldáveis)	Falta ou quantidade insuficiente de vedante; abertura insuficiente de fios de rosca; aplicação de vedante inadequado; roscas deformadas; desbitolamento; encaixe incorreto de roscas; procedimento incorreto de execução da junta; instalação submetida a pressão antes do tempo de cura do adesivo.	Teste de detecção com haste de escuta; teste de geofonia eletrônica em paredes; geofonia eletrônica em pisos; teste por correlação de ruídos.
Reservatórios	Ruptura na superfície de base; vazamento entre a parede da caixa e o flange do adaptador; ruptura na curvatura parede/base; vazamento pela tampa; condensação nas paredes da caixa.	Teste do hidrômetro e caixa d'água.
Bacias sanitárias	Ressecamento do obturador ou flapper, que por sua vez causa a deformação que permite a passagem da água; desgaste do anel de vedação.	Jogar cinza de cigarro ou corante na bacia, caso eles não fiquem depositados no fundo, deve existir vazamento; colocar corante na caixa acoplada, se a água ficar colorida pode haver problemas no mecanismo. (com caixa acoplada)
Registros	Danos no sistema de vedação.	Observar a aparição de manchas amareladas no revestimento da parede.
Torneiras	Danos no sistema de vedação; conexão com rachaduras; falta de manutenção.	Observar se ocorre gotejamento ou escoamento em filete.

Fonte: Elaborado pela autora com base em Carvalho Júnior (2018).

2.3.1.2 Contaminação da água

Os reservatórios de água são bastante utilizados em residências por compensarem a falta de água na rede pública, tornando assim o fornecimento de água constante. Porém, esses reservatórios apresentam diversas inconveniências, dentre elas, a de ordem higiênica, devido a facilidade de contaminação (REALI *et al.*, 2002).

A NBR 5626 (ABNT,2020) estipula uma série de recomendações para que se mantenha a potabilidade da água nos reservatórios, dentre elas: a escolha correta do material (que deve ser resistente à corrosão e não pode liberar substâncias solúveis que possam favorecer a contaminação da água), a estanqueidade, o volume (que deve ser limitado, a fim de não provocar redução da ação do agente desinfetante), o formato do reservatório e o posicionamento das tubulações de entrada e saída de água (de modo a evitar zonas de estagnação).

No que se refere ao tipo de material utilizado na fabricação, a maioria dos reservatórios são de polietileno ou de concreto. Em 2017, o Supremo Tribunal Federal (STF) proibiu também o uso de amianto no Brasil, material utilizado na fabricação de telhas e caixas d'água e cuja exposição está associada a diversas manifestações patológicas.

Os reservatórios inferiores são os que mais precisam de controle de qualidade da água, pois possuem grande potencial de contaminação, uma vez que ficam expostos a vários pontos de poluição como o fato de possuírem superfícies livres que não são completamente vedadas, e de estarem mais sujeitas a depredações (MIRANDA E MONTEIRO,1989).

Outro fator que acarreta em contaminação é a ausência de limpeza e desinfecção. A NBR 5626 (ABNT, 2020) apresenta em seu Anexo F uma recomendação de procedimento de limpeza e desinfecção do sistema predial de água fria e quente. Jesus e Almeida (2019) recomendam a elaboração de um procedimento operacional padronizado (POP) para execução da limpeza e desinfecção de reservatórios com informações como: natureza da superfície a ser higienizada, método de higienização, princípio ativo selecionado e sua concentração, tempo de contato dos agentes químicos e ou físicos utilizados na operação de higienização, temperatura e outras informações que se fizerem necessárias. Os mesmos autores citam a dificuldade de acesso aos reservatórios elevados e enterrados como principal causa da deficiência da manutenção e ressaltam que isso pode resultar em redução da qualidade da água e risco de contaminação.

O fenômeno conhecido como retrossifonagem também é um grande causador de contaminação das águas. Retrossifonagem é o refluxo de água usada, proveniente de um reservatório, aparelho sanitário, lavatório, banheiras ou bidês, para o sistema de consumo

devido a sua pressão ser inferior a pressão atmosférica. A retrossifonagem também pode ocorrer em aparelhos que possuem a entrada de água afogada (abaixo do nível de transbordamento) (TIGRE, entre 2018 e 2020).

Esse fenômeno pode causar diversas doenças devido a contaminação da água potável. De acordo com dados de Tomaz (2010), nos Estados Unidos dezenas de pessoas morrem por ano devido ao efeito da retrossifonagem, como é o caso de Chicago em 1933, em que a água potável foi contaminada e 1409 pessoas contraíram disenteria amébrica e 98 foram a óbito. O Brasil não possui estatísticas.

Outros fatores que podem acarretar a contaminação da água são a conexão cruzada com outros sistemas prediais e o contato com fontes potencialmente poluidoras (sumidouros, depósitos de lixo, tanques sépticos, etc.) (ABNT, 2020).

2.3.1.3 Ruídos e vibrações

Ruídos em tubulações hidráulicas são problemas que atingem os mais diferentes tipos de edificações. A normativa que trata especificamente sobre o ruído associado a sistemas hidrossanitários é a parte 6 da norma de desempenho NBR 15.575 (ABNT, 2013) – Edificações Habitacionais.

A ABNT NBR 15.575-6 tem por objetivo informar os níveis de desempenho acústico associados à operação de equipamentos hidrossanitários de edificações habitacionais, além disso, ela também estabelece os limites de ruído em dormitórios gerado pelo uso das instalações hidrossanitárias.

Os barulhos têm origem na circulação instável de fluidos no interior de tubulações, conexões curvas, escoamento nas louças, entre outros. Esses ruídos são propagados por duas vias: aérea e estrutural. A passagem do fluido faz a parede da tubulação vibrar e irradiar energia sonora ao ar, conhecida como propagação aérea de ruído. Além disso, devido ao impacto do fluido nas paredes internas do tubo, a movimentação é transmitida aos elementos construtivos onde o sistema hidráulico está fixado, caracterizando a propagação do ruído por via estrutural (ROCHA, 2018).

2.3.1.4 Desempenho Hidráulico Insatisfatório

No momento em que a velocidade de um fluido é modificada, acontece uma violenta variação de pressão. Este fenômeno aparece geralmente no momento de uma

intervenção em um aparelho da rede, como por exemplo na abertura ou fechamento de válvulas em tubulações e acionamento de bombas. Estas variações de pressões são denominadas sobrepressões e subpressões, que ocorrem durante o regime transitório e que correspondem, respectivamente, a valores superiores e inferiores aos do regime normal de escoamento (SAINT-GOBAIN, 2018).

As sobrepressões podem acarretar em deformações permanentes ou ruptura de linhas ou componentes que não apresentam coeficientes de segurança suficientes, como em canalizações em plástico. Já as subpressões podem originar cavitações perigosas para as canalizações, aparelhos e válvulas, como também o colapso da parede do conduto por compressão exterior ou deterioração do revestimento interno (SILVA; PAIXÃO, 2016; SAINT-GOBAIN, 2018).

Nos pontos de utilização que ficam próximos ao reservatório, como os chuveiros do último pavimento, pressões insuficientes podem causar desconforto e queda de desempenho da instalação.

2.3.1.5 *Incidência de Ar nas Tubulações*

A incidência de ar nas tubulações, principalmente nos pontos mais altos que tenham formato de sifão, é muito comum nos sistemas hidrossanitários, o que prejudica o desempenho da instalação sempre que houver falta de abastecimento de água. Por esse motivo, deve-se evitar que os desvios das tubulações devido à transposição de portas e janelas tenham o formato de sifão (MANUAL TÉCNICO TIGRE, 2013).

A interrupção no abastecimento, devido a diversos motivos como racionamento, execução de serviços de manutenção no encanamento, limpeza da caixa d'água e outros, permite a entrada de ar pelas tubulações. O ar pode entrar também quando há bombeamento de água sob pressão nas redes (NUNES, 2001). Esse acúmulo de ar causa redução das vazões nas tubulações e, em casos mais graves onde não há ventilação do barrilete para expulsar as bolhas de ar, pode ocorrer o fenômeno chamado de retrorrefonagem (CARVALHO JÚNIOR, 2018).

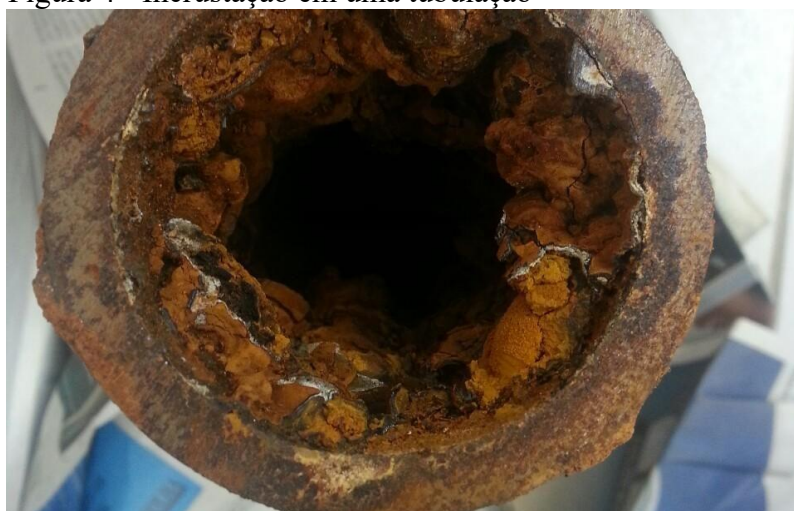
2.3.1.6 *Entupimento*

Uma tubulação hidráulica pode, ocasionalmente, entupir por diversos motivos sendo um dos principais a presença de incrustações nas paredes das tubulações. Gastmans *et al* (2004) define incrustações como acúmulo de materiais, mais ou menos aderentes, nas diversas

partes constituintes da captação como tubulações ou equipamentos. De acordo com o mesmo, os tipos mais comuns de incrustações estão associados a deposições de carbonatos e sulfatos de cálcio e magnésio.

Moruzzi *et al* (2012) afirma que a ocorrência de incrustações se dá pelo depósito de minerais que precipitam na parede da tubulação causando a redução da capacidade de condução hidráulica, entupimento da tubulação, corrosão, danificação dos equipamentos e causando problemas relacionados à alteração da qualidade da água. A Figura 4 abaixo é um exemplo de incrustação.

Figura 4 - Incrustação em uma tubulação



Fonte: Torino Soluzioni Ambientali (2018).

Os entupimentos de chuveiros também são muito comuns e muitas são as causas, por exemplo: falta de limpeza ou limpeza mal feita de reservatórios, canos muito antigos, acúmulo de corrosão e minerais etc. (CARVALHO JÚNIOR, 2018).

2.3.2 Manifestações patológicas nos Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário

As principais manifestações patológicas encontradas nos SPES e que serão tratadas nos tópicos abaixo são: vazamentos, mau cheiro, entupimento das tubulações, retorno de espuma e esgoto e interfaces com elementos estruturais.

2.3.2.1 Vazamentos

Vazamentos em instalações hidráulicas, como já visto anteriormente, são muito preocupantes e os vazamentos em instalações de esgoto sanitário podem ser piores. De acordo com Leak Inspection (2018), empresa que trabalha há mais de 20 anos com detecção de vazamentos em edifícios, esses vazamentos podem comprometer pisos e paredes, gerar erosões no solo, cheiro desagradável, contaminação do solo, lençol freático e até mesmo do ar, além de colocar em risco a saúde dos usuários.

O Quadro 6 abaixo apresenta os principais locais onde podem ocorrer os vazamentos em instalações de esgoto, suas respectivas causas e como os mesmos podem ser identificados.

Quadro 6 - Principais vazamentos do SPES

Local do vazamento	Principais causas	Como detectar
Tubulações	Falha na ligação do aparelho sanitário com a tubulação de piso ou parede; deformação e tricas no tubo.	Em tubulações aparentes podem ser identificados pela aparição de água; em tubulações ocultas podem ser identificados pela presença de manchas de umidade, bolor e bolhas de ar na pintura.
Juntas	Aumento da pressão da água; instalação incorreta.	Manchas de umidade próximas ao local.
Aparelhos sanitários	Deterioração; ausência de vedante; falha na válvula ou sifão.	Presença de umidade na ligação válvula / sifão ou válvula / aparelho.
Ralos	Ausência de impermeabilização; falha na ligação ralo/piso.	Presença de manchas de umidade no forro rebaixado (gesso) abaixo do piso; gotejamento ou escoamento de água.

Fonte: Elaborado pela autora com base em Carvalho Júnior (2018).

2.3.2.2 *Mau Cheiro*

A maioria dos problemas de mau cheiro pelo edifício estão relacionadas às instalações inadequadas de esgoto. São diversos os fatores que causam o mau cheiro nos ambientes da residência e a maioria está ligada ao retorno de gases vindos do esgoto.

Segundo Conceição (2007) as causas do mau cheiro podem estar no sifão (ausência, inadequação ou rompimento), em projetos mal elaborados e em desconformidade com a NBR 8160 (ABNT, 1999), ou ainda em fenômenos como evaporação, autossifonagem e sifonagem induzida. Carvalho Júnior (2018) também cita como causas a vedação inadequada da saída da bacia sanitária, ventilação incorreta ou inexistente e sistema de vedação ineficiente das caixas de passagem e de gordura.

Como já citado, a inadequação do posicionamento do sifão é uma das principais causas do mau cheiro. A NBR 8160 (ABNT, 1999) especifica que todo sifão deve ter fecho hídrico com altura mínima de 50 mm (formato de U), assim sempre estará com água impedindo a passagem de gases. A Figura 5 apresenta o correto posicionamento do sifão de acordo com essa norma.

Figura 5 - Posicionamento correto do sifão



Fonte: Tigre (2016).

2.3.2.3 *Entupimento das tubulações*

As causas principais de entupimentos nas tubulações de esgoto são a falta de manutenção periódica, a falta de informação e conscientização dos usuários, que descartam incorretamente produtos nos vasos e pias, e a falta de vistoria. Também podem ocorrer por declividade insuficiente das tubulações (NAKAMURA, entre 2010 e 2019).

O Quadro 7 abaixo informa as principais causas de entupimentos em ambientes específicos da residência.

Quadro 7 - Principais causas de entupimentos nas tubulações de esgoto

Local	Principais causas
Banheiro	Cabelos e gordura corporal em ralos e lavatórios; Ausência de declividade em ramais de descarga e esgoto; papel higiênico jogado na bacia sanitária.
Cozinha	Restos de comida jogados na pia; excesso de gordura na tubulação.
Área de Serviço	Objetos e fiapos de roupa que vão acidentalmente para a tubulação.

Fonte: Elaborado pela autora com base em Carvalho Júnior (2018).

2.3.2.4 Retorno de espuma e esgoto

Em edificações de vários pavimentos, o retorno da espuma ocorre, geralmente, nos primeiros pavimentos em tubos de queda que recebem o esgoto que contém elementos como detergentes, que provocam a formação da espuma. O retorno da espuma na maioria das vezes é causado pela incapacidade da água de escoar pela tubulação ou pela linha central de esgoto geralmente devido a ligações de tubos feitas em zonas onde ocorrem sobrepressões (GRAÇA; LANDI, 1985).

A NBR 8160 (ABNT, 1999) aponta algumas soluções para evitar essa patologia, como: evitar a ligação de tubulações de esgotos em regiões de sobrepressão, essas regiões são definidas pela mesma, e utilizar dispositivos que evitem o retorno da espuma.

Já o retorno do esgoto pela caixa sifonada, como afirma Carvalho Júnior (2018), ocorre em sua maioria por motivos de declividade inadequada ou entupimento do subcoletor, entupimento no coletor predial ou rede pública coletora subdimensionada ou parcialmente entupida. Uma solução para o retorno de espuma pelo ralo ou caixa sifonada é o Antiespuma Tigre, um dispositivo que também evita a entrada de insetos pelo esgoto.

2.3.2.5 *Interfaces com elementos estruturais*

A necessidade de compatibilização e integração entre projetos é de absoluta importância para detecção e solução de interferências físicas que possam comprometer a qualidade da construção.

Pavitt e Gibb (2003) *apud* BONI (2010), constataram em seus estudos que os SPHS estão entre os que mais apresentam problemas em suas interfaces físicas, cerca de 64% de acordo com a pesquisa feita por eles.

Segundo estudos realizados por Mikaldo Jr e Scheer (2008), um dos maiores problemas que ocorrem em projeto é o conflito de informações entre as tubulações dos sistemas prediais e os elementos estruturais, o que pode gerar eventuais danos na tubulação. Essa patologia pode ocorrer também nos sistemas prediais de água fria e de águas pluviais.

2.3.3 *Manifestações patológicas nos Sistemas Prediais de Águas Pluviais*

As principais manifestações patológicas recorrentes no SPAP e que serão tratadas nos tópicos abaixo são: vazamentos e infiltrações; ressecamento de condutores; e empoçamento.

2.3.3.1 *Vazamento e infiltrações*

Os vazamentos e infiltrações originados dos sistemas de águas pluviais são em sua maioria detectados por goteiras ou manchas nos forros da residência e podem ter diversas causas como: vazão concentrada sobre os telhados, execução inadequada de rufos, falhas de execução do projeto, entre outros.

A maioria dos problemas de vazamento, ou transbordamento de água tem como causa o dimensionamento incorreto da calha. A água da chuva pode infiltrar-se pelas frestas entre telhas entre a telha e a cumeeira e entre telha e calhas, principalmente, devido à má vedação (AECWEB, entre 2010 e 2020).

O transbordamento de água das calhas também pode gerar vazamentos e pode ocorrer por motivos como dimensionamento incorreto da seção da calha, que é insuficiente para o volume de água, seção insuficiente dos condutores, ausência de declividade, entupimento dos condutores e até falhas de execução.

De acordo com Carvalho Júnior (2018), quando se trata de seção insuficiente da calha, a peça inteira terá que ser trocada, por isso é fundamental realizar os cálculos de vazão e tamanho da seção corretamente de acordo com a NBR 10844 (ABNT, 1989), que fornece detalhadamente os critérios de dimensionamento de calhas. A mesma norma também fornece critérios para determinar a área de contribuição de vazão de acordo com a arquitetura do telhado.

Muitas vezes o problema não está na calha em si e sim nos condutores que estão com pouca capacidade. Os condutores, que coletam a água da calha e transportam até a parte inferior da edificação, também podem causar transbordamento nas calhas caso sejam dimensionados incorretamente. A NBR 10844 (ABNT, 1989) apresenta critérios específicos para dimensionamento dos condutores que devem ser seguidos corretamente para evitar tal situação. O entupimento dos condutores também é um fator que causa transbordamento, isso acontece devido ao acúmulo de sujeira como folhas, galhos etc. na entrada do condutor, por isso a importância também da limpeza de calhas e condutores.

2.3.3.2 Ressecamento de condutores

Conforme NBR 10.844, os condutores de água pluviais podem ser aparentes ou internos, dependendo de fatores como considerações de projeto, uso e ocupação do edifício e ainda do material dos tubos de queda.

Os tubos e conexões até podem ser expostos ao sol sem nenhum risco de perder a resistência à pressão hidrostática interna, todavia, os tubos sofrem desordens químicas em sua composição ao longo do tempo, pela exposição ao sol e às diferentes temperaturas ao longo do dia. A superfície externa desses materiais sofre a ação de raios UV e apresenta descoloração. Logo, essa ação provoca o “ressecamento” dos tubos e das conexões, que ficarão mais suscetíveis a rompimentos pois continuam sendo usados sem a mesma resistência de que dispunha originalmente (CARVALHO JÚNIOR, 2018).

2.3.3.3 Empoçamento

A ocorrência de empoçamentos quando cessada a chuva pode estar diretamente ligada à ausência de declividade mínima de projeto no sentido dos coletores. Carvalho Júnior (2018) explica que o posicionamento incorreto de calhas, quando a declividade mínima necessária para

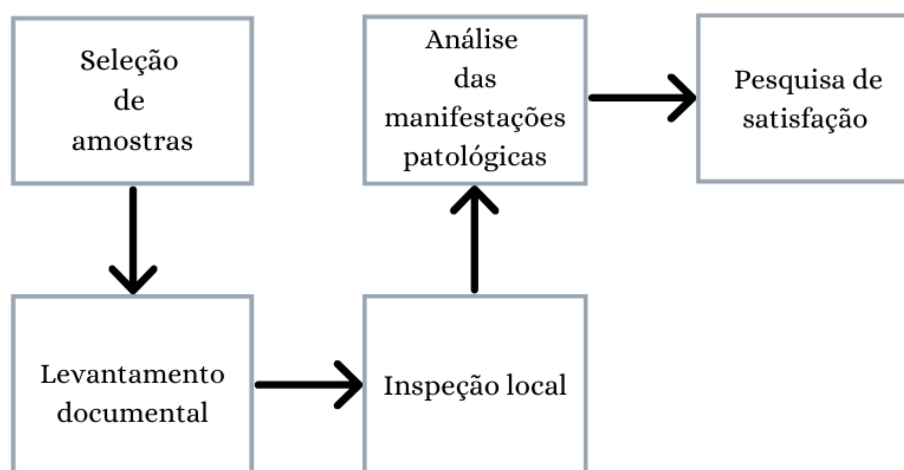
o escoamento das águas pluviais (0,5%) no sentido do condutor vertical não é atendida, pode provocar o empoçamento.

O empoçamento causado pelas águas pluviais pode ocorrer também em coberturas horizontais de laje devido a declividade incorreta da laje e a obstrução ou quantidade insuficiente de ralos.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho consiste em um estudo de caso de natureza quali-quantitativa realizado em 3 escolas do município de Crateús-CE. A metodologia empregada no seu desenvolvimento segue os preceitos da avaliação específica do desempenho dos sistemas prediais em edificações existentes, denominada por Almeida (1994) de "Avaliação Durante Operação"(ADO), tendo como objeto de estudo os sistemas prediais hidráulicos e sanitários de prédios escolares. Essa metodologia busca estabelecer todas as relações entre edifício, seus sistemas e estes com os usuários. O estudo de caso dividiu-se em 5 etapas, como mostra a Figura 6 abaixo.

Figura 6 - Fluxograma da Metodologia



Fonte: Autora.

3.1 Seleção de Amostras

O município de Crateús está localizado no estado do Ceará, situado na região dos Sertões de Crateús e de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2020) possui uma área de 2.981,459 Km² com uma população total estimada de 75.159 habitantes para o ano de 2020.

Segundo dados do Censo Escolar de 2020 (INEP, 2020), o município possui 74 escolas de educação básica. A Prefeitura Municipal de Crateús, segundo dados da Secretaria de Educação do município de Crateús, é responsável por 53 dessas unidades. A amostra a ser estudada nesse trabalho, é composta por três unidades escolares da rede municipal de Crateús, aqui designadas como: Escola A, Escola B e Escola C.

O critério definido para escolha das amostras foi o ano de construção das mesmas, a localização e as características de seus usuários.

A Escola A foi construída em 1987 e possui alunos do 1° ao 9° ano, porém, a escola não possui estrutura para receber todos os alunos, por esse motivo a mesma conta com um anexo em que ficam os alunos do 1° ao 5° ano e no prédio principal ficam apenas os alunos do 6° ao 9° ano. A visita foi realizada apenas no prédio principal. A Escola B foi construída em 2007 e possui alunos do 6° ao 9° ano e a Escola C foi construída em 2013 e possui alunos apenas do ensino infantil. Dessa forma, a amostra foi composta de 3 escolas com idades e públicos distintos.

3.2 Levantamento documental

Para caracterizar as três edificações, foi realizado um levantamento documental com a prefeitura do município responsável pela administração das mesmas.

Os seguintes documentos foram solicitados: projeto executivo, projeto arquitetônico, projetos complementares, projetos de reforma, memorial descritivo e manual de uso e operação. Entretanto, apenas 1 escola cedeu os projetos arquitetônico e complementares, as demais disponibilizaram apenas a planta baixa da edificação por motivos de ausência dos outros projetos.

3.3 Inspeção local

O levantamento em campo consistiu na inspeção visual e realização de testes. Foram realizadas visitas às escolas com duração variando de acordo com o número de ambientes sanitários a serem investigados.

Para auxiliar o levantamento, foi elaborado um *checklist* para cada sistema predial inspecionado e para os aparelhos/equipamentos sanitários, que podem ser encontrados nos apêndices A, B, C e D. Os *checklists* foram baseados no trabalho de Silva e Paixão (2016), que propõe ferramentas de avaliação de projetos hidráulicos e sanitários prediais. Durante a inspeção, foi realizado o registro fotográfico das manifestações patológicas encontradas, cuja análise está descrita na seção 4. Ainda durante a inspeção, foi possível realizar os seguintes testes: de Sucção e do Corante.

3.3.1 *Teste de Sucção*

O teste de sucção é uma forma de verificar se há vazamento no alimentador predial. Ele é indicado quando o reservatório superior tem acessibilidade complicada dificultando a realização do teste do hidrômetro.

O procedimento para realização do Teste de Sucção consiste em: fechar o registro de entrada, verificar qual a torneira alimentada diretamente pela rede pública e que esteja na cota mais alta em relação ao piso, colocar um copo cheio de água na boca dessa torneira e observar se há sucção da água pela torneira. Se houver, existe vazamento no ramal interno. Durante esse processo nenhuma outra torneira pode ser aberta e nenhuma descarga pode ser acionada. (OLIVEIRA,1999).

3.3.2 *Teste do Corante*

O Teste do Corante é um meio para detecção de vazamentos em bacias sanitárias. O corante pode ser em solução ou em pó, se dissolvido bem.

O procedimento consiste em adicionar a solução de corante no poço da bacia até que a cor fique bem escura, retirar com um copo transparente uma amostra padrão, esperar 30 minutos e comparar a água da bacia com a da amostra. Se a água da bacia estiver mais clara, há vazamento (OLIVEIRA,1999).

Outra forma de realizar este teste em bacia sanitária com caixa de descarga é através da adição do corante na água da caixa, esperar de 15 a 20 minutos e verificar se a água do poço da bacia ficou colorida. Se sim, há vazamento (CARVALHO JÚNIOR, 2013). Esse segundo foi o teste realizado nas escolas para este trabalho.

3.4 *Análise das manifestações patológicas*

Nesta etapa, os envolvidos no levantamento trabalharam sobre as informações obtidas, buscando fazer o exame de cada parte do sistema tendo em vista conhecer as manifestações patológicas e determinar suas origens.

Foram elaboradas fichas técnicas para as principais manifestações patológicas encontradas com as seguintes informações: registro fotográfico, aspectos observados, causas prováveis, medidas de prevenção, medidas de recuperação e localização. Foi usado como referência para elaboração das fichas o trabalho de Silva (2020).

3.5 Pesquisa de satisfação

Esta etapa visa obter dados relativos a interação dos usuários com os SPHS. Essas informações serão utilizadas para verificar o nível de atendimento das instalações ao seu determinado fim e também para estabelecer necessidades de alterações nos sistemas.

Foram elaborados questionários, levando em consideração a função de cada usuário na escola, de modo a identificar as necessidades e a satisfação com os sistemas prediais hidráulicos e sanitários. Os questionários foram aplicados por meio de formulários online que foram disponibilizados em grupos de redes sociais acessíveis a todos os usuários. Foi usado como referência para elaboração desses questionários o trabalho de Assunção *et al.* (2011).

As categorias de usuários que responderam aos questionários foram: professores, alunos, funcionários da limpeza e diretor (a).

Primeiramente, foi realizada uma entrevista com o responsável de cada escola, ou seja, o diretor, de modo a saber dados da instituição e informações sobre os usuários. Então, partiu-se para a aplicação dos questionários, dependendo da função que cada usuário exercia na escola. Esses questionários elaborados e aplicados podem ser encontrados nos apêndices E, F, G e H deste trabalho.

Como a amostra é aleatória de universo finito, aplica-se para o cálculo do tamanho da amostra a Equação 1, de acordo com Richardson (2011):

$$n = \frac{\sigma^2 \cdot \rho \cdot q \cdot N}{E^2(N - 1) + \sigma^2 \cdot \rho \cdot q} \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

N é o número total de pessoas;

E é o erro de estimação permitido;

σ é o nível de confiança escolhido em termos de desvio padrão;

ρ é a proporção das características pesquisadas no universo;

q é a proporção do universo que não possui a característica pesquisada (ou seja, $q = 1 - \rho$);

n é o tamanho da amostra de pessoas entrevistadas.

Adotou-se $\rho = q = 0,50$ em virtude de as características da população não serem conhecidas. O intervalo de confiança adotado foi de 95% (para IC=95%, $\sigma = 1,96$) e o erro desejado foi de 10%, o que não foi possível em todas as situações, como pode ser observado nos resultados mostrados nas próximas seções.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As análises aqui apresentadas estão estruturadas da seguinte forma, para cada escola: caracterização, dados do levantamento documental, resultados da inspeção local, descrição das principais manifestações patológicas, resultados dos testes e resultados da pesquisa de satisfação dos usuários.

Para a etapa de descrição das manifestações patológicas encontradas, foram considerados os seguintes grupos:

- sistema predial de água fria;
- sistema predial de esgoto sanitário;
- sistema predial de águas pluviais;
- aparelhos/equipamentos sanitários.

4.1 Escola A

Serão discutidos agora os resultados da inspeção realizada na Escola A.

4.1.1 *Caracterização da escola e dados do levantamento documental*

A Escola A terminou de ser construída no ano de 1987, ou seja, a mesma possuía 33 anos de idade. Em 2020, ano em que a pesquisa foi realizada, a Escola A contava com 382 alunos, do 6º ao 9º ano. O número de professores era 26 (6º ao 9º ano) e contava com 5 funcionários da limpeza. A escola passou por uma reforma no ano de 2008 e, de acordo com o engenheiro civil da Secretaria Municipal de Educação, possui outra planejada para o ano de 2021.

A Escola A possui 1 reservatório, feito em alvenaria com tubulações de Policloreto de Vinila (PVC), e 1 hidrômetro. De acordo com o levantamento documental realizado, foi possível identificar que a Secretaria Municipal de Educação de Crateús dispõe dos projetos arquitetônicos e complementares dos edifícios escolares, o que não se verifica, contudo, para todas as escolas escolhidas, das quais apenas 1 possuía os projetos hidrossanitários. A ausência desses documentos corrobora com Carvalho Júnior (2013) que cita a pouca importância dada ao projeto hidráulico e sanitário dos edifícios e como esse fator é um dos responsáveis pelas manifestações patológicas nesses sistemas. Neste sentido, recomenda-se que a entrega dos

projetos dos SPHS seja um item obrigatório em novas edificações escolares a serem construídas.

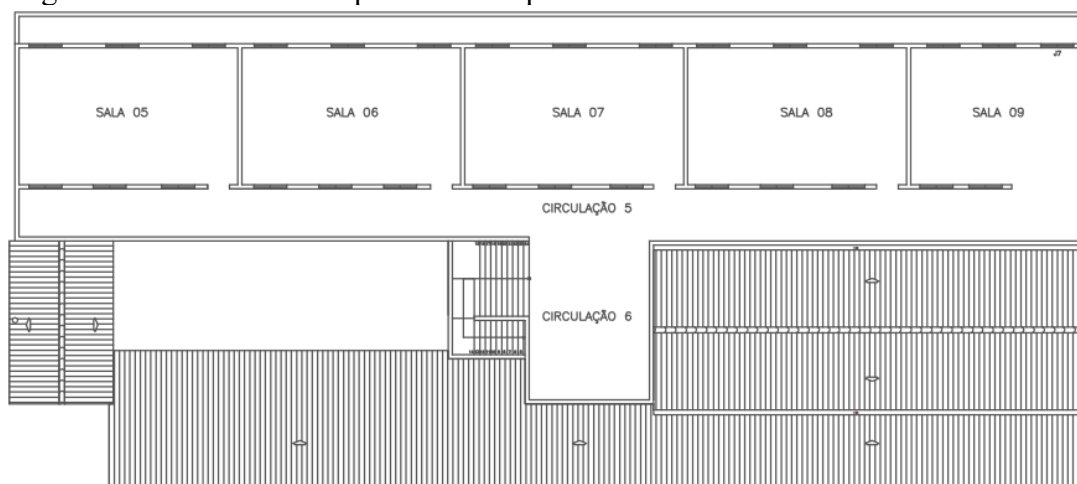
Da Escola A, a mais antiga, foi disponibilizado apenas o projeto arquitetônico. As Figuras 7 e 8 abaixo mostram as plantas baixas da escola:

Figura 7 - Planta baixa do pavimento térreo da Escola A



Fonte: Secretaria de Educação Municipal de Crateús. Adaptado como croqui pela autora. (2021)

Figura 8 - Planta baixa do pavimento superior da Escola A



Fonte: Secretaria de Educação Municipal de Crateús. Adaptado como croqui pela autora. (2021)

4.1.2 Inspeção local

Foi realizada a inspeção do edifício e foram encontradas diversas inadequações nos SPHS. O Quadro 8 especifica melhor todas os problemas encontrados com base também na planilha de levantamento.

Quadro 8 - Inadequações presentes no SPHS da Escola A

ÁGUA FRIA	Reservação
	Posicionamento das tubulações favorecendo a formação de zonas de estagnação e contaminação da água. (Entrada e saída do mesmo lado)
	Dificuldade de acesso
	Tubulações
	Ausência de registros de fechamento para comando individual das colunas de distribuição de água
	Barrilete em espaço inadequado para manobras do sistema e manutenção
	Tubulações plásticas expostas ao tempo
	Ausência de tubo de ventilação em coluna de distribuição de água fria
	Ausência de dispositivo adequado de prevenção contra refluxo na alimentação de torneiras de jardim
	Estado de conservação inadequado (rachaduras, etc.)
	Aparelhos/Equipamentos sanitários
Vazamentos	
ESGOTO SANITÁRIO	Coleta e transporte
	Ausência de dispositivos de inspeção em base de tubos de queda e mudanças de direção de subcoletores e coletores de esgoto
	Material inadequado
	Inexistência da caixa de gordura coletiva
	Posicionamento inadequado dos elementos do sistema
	Mau cheiro
	Ausência e posicionamento inadequado de sifão (formato em U)
	Ventilação
	Ventilação ineficiente do sistema de esgoto
	Ausência de terminal de ventilação na extremidade do tubo de ventilação
ÁGUAS PLUVIAIS	Coleta
	Ausência de declividade das calhas
	Declividade incorreta das áreas de contribuição externas

	Posicionamento inadequado de pontos de drenagem/Inexistência ou quantidade insuficiente de pontos de drenagem
	Ausência ou quantidade insuficiente de condutores horizontais
	Ressecamento de condutores
	Vazamentos e infiltrações
	Ausência de rufos

Fonte: Autora.



4.1.3 Descrição das principais manifestações patológicas encontradas

Para cada uma das principais manifestações patológicas identificadas foi elaborada uma ficha técnica, que sintetiza a descrição das possíveis causas, medidas preventivas e recomendações de intervenção.

Serão apresentadas a seguir as principais manifestações patológicas encontradas no **Sistema Predial de Água Fria**.

O Quadro 9 apresenta a ficha técnica para condições favoráveis para formação de zonas de estagnação e contaminação da água.

Quadro 9 - Ficha técnica para condições favoráveis para formação de zonas de estagnação e contaminação da água – Escola A

Manifestação patológica: Condições favoráveis para formação de zonas de estagnação e contaminação da água	
a	b
	
ASPECTOS OBSERVADOS	Condições propícias a formação de zonas de estagnação e



	contaminação da água.
POSSÍVEIS CAUSAS	Posicionamento inadequado das tubulações de entrada e saída de água do reservatório que se encontravam próximas.
MEDIDAS PREVENTIVAS	De acordo com a NBR 5626 (ABNT, 2020) o posicionamento relativo entre entrada e saída de água deve evitar o risco de ocorrência de zonas de estagnação dentro do reservatório. Logo, no caso de um reservatório comprido, o recomendado é posicionar a entrada e a saída em lados opostos.
RECOMENDAÇÕES	Manutenção corretiva. Reposicionar as tubulações de entrada e saída de modo que evitem a ocorrência de zonas de estagnação.
LOCAL	Reservatório de água

Fonte: Autora.

Também foi observado que o reservatório parece ter apenas o telhado como forma de proteção ao meio externo, o que não é apropriado. A NBR 5626 (ABNT, 2020) afirma que o reservatório deve ser um recipiente com tampa ou abertura com porta de acesso, firmemente presa na sua posição quando fechada, de forma a impedir a entrada de líquidos, poeiras, insetos e outros animais. Logo, o reservatório oferece condições propícias para a contaminação da água.

O Quadro 10 apresenta a ficha técnica para tubulações plásticas expostas ao tempo.

Quadro 10 - Ficha técnica de tubulações plásticas expostas ao tempo e em estado de conservação inadequado - Escola A

Manifestação patológica: Tubulações plásticas expostas ao tempo e em estado de conservação inadequado.	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>a</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>b</p>  </div> </div>	
ASPECTOS OBSERVADOS	Tubulações apresentando ressecamento o que provoca perda de resistência de seu material.
POSSÍVEIS CAUSAS	Exposição prolongada de componentes plásticos à radiação ultravioleta.
MEDIDAS PREVENTIVAS	Não deixar tubulações plásticas expostas diretamente à radiação solar.
RECOMENDAÇÕES	Manutenção corretiva. Recomenda-se mudança no posicionamento das tubulações ou utilização de materiais com aditivos de proteção.
LOCAL	Tubulações do reservatório

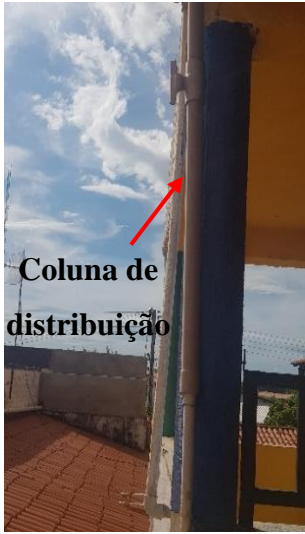

Fonte: Autora.

A NBR 5626 (ABNT, 2020) estabelece que os componentes do SPAF devem ficar abrigados de fontes de calor e que componentes plásticos devem estar protegidos contra a degradação causada pela exposição à radiação UV.

O ressecamento das tubulações também pode influenciar na ocorrência de vazamento, já que tubulações ressecadas são menos resistentes a impactos externos e podem vir a apresentar rachaduras por onde a água escoaria.

O Quadro 11 apresenta a ficha técnica para incidência de ar nas tubulações.

Quadro 11 - Ficha técnica de condições satisfatórias para incidência de ar nas tubulações - Escola A

Manifestação patológica: Condições satisfatórias para incidência de ar nas tubulações	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>a</p>  <p>Coluna de distribuição</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>b</p>  </div> </div>	
ASPECTOS OBSERVADOS	A coluna de distribuição de água não possuía ventilação, logo as bolhas de ar presentes no escoamento não são expulsas, causando diminuição da vazão.
POSSÍVEIS CAUSAS	Ausência de tubos de ventilação nas colunas de distribuição de água
MEDIDAS PREVENTIVAS	A NBR 5626 (ABNT, 2020) recomenda a ventilação da coluna de distribuição para evitar a ocorrência de bolhas de ar.
RECOMENDAÇÕES	Manutenção corretiva, como por exemplo, a inserção de tubo de ventilação.
LOCAL	Tubulações de distribuição de água.

Fonte: Autora.



Em alguns casos, a ausência de tubos de ventilação na coluna de distribuição pode causar até a interrupção da distribuição, como após a suspensão do abastecimento do reservatório por conta de limpezas periódicas ou descontinuidade da alimentação pela concessionária.

Por não haver ventilação, Carvalho Júnior (2018) explica que pode ocorrer também a contaminação da instalação devido ao fenômeno da retransifonagem, abordado na seção 2.3.1.2.

Serão apresentadas a seguir as principais manifestações patológicas encontradas no **Sistema Predial de Esgoto Sanitário**.

O Quadro 12 apresenta a ficha técnica para mau cheiro.

Quadro 12 - Ficha técnica de mau cheiro - Escola A

Manifestação patológica: Mau cheiro	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>a</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>b</p>  </div> </div>	
ASPECTOS OBSERVADOS	Foi observado um mau cheiro vindo de um ralo próximo aos banheiros. Além disso foi observado também um mau cheiro vindo do ralo do lavatório de um dos banheiros.
POSSÍVEIS CAUSAS	No caso do mau cheiro no ralo, a causa provavelmente é o mau posicionamento do sifão mostrado na imagem a. No caso do ralo externo, a causa provável é o retorno de gases provenientes do esgoto através do encanamento por causa da inadequação do sistema de ventilação, mostrado na imagem b.

MEDIDAS PREVENTIVAS	Toda instalação de esgoto deve ter tubulação de ventilação, em acordo com a NBR 8160 (ABNT, 1999), para lançar os gases das tubulações para a atmosfera. No caso de mau cheiro nos ralos de pias, de acordo com a NBR 8160, todo sifão deve ter fecho hídrico com altura mínima de 50 mm.
RECOMENDAÇÕES	Manutenção corretiva, como, por exemplo, inserção de um tubo de ventilação ou se houver, verificar se está adequado. E nos ralos da pia, verificar se o sifão está de acordo com a norma, pois assim ele estará com água e impedirá o retorno de gases.
LOCAL	Ralo próximo aos banheiros e a área de serviço; Banheiro B.

Fonte: Autora.

A ineficiência da ventilação do sistema de esgoto também se deve ao fato do posicionamento inadequado da extremidade do tubo de ventilação. Segundo a NBR 8160 (ABNT, 1999) a extremidade aberta do tubo deve estar situada acima da cobertura da edificação a uma distância mínima que impeça a entrada de águas pluviais que escoam pelo telhado ou pela laje. A altura mínima da abertura do tubo à cobertura é de 0,30m, o que não foi obedecido, visto que o fim do tubo se encontrava muito próximo ao nível do telhado. Foi notado também a ausência de um terminal de ventilação que impeça a entrada direta de águas pluviais, desobedecendo também à NBR 8160 (ABNT, 1999).

Vale destacar que o posicionamento do sifão estava incorreto em todos os lavatórios e pias inspecionados, inclusive em um deles havia vazamento. As Figuras 9 e 10 mostram outros exemplos da instalação desse componente na referida edificação.

Figura 9 - Pia com sifão mal posicionado



Fonte: Autora.



Figura 10 - Lavatórios com sifão mal posicionado



Fonte: Autora.

O Quadro 13 apresenta a ficha técnica para tubulação exposta e em estado de conservação inadequado.

Quadro 13 - Ficha de tubulação exposta e em estado de conservação inadequado no SPES -Escola A

Manifestação patológica: Tubulação exposta e em estado de conservação inadequado	
a	b
	
ASPECTOS OBSERVADOS	Tubulações apresentando ressecamento e descoloração o que provoca perda de resistência de seu material. Trechos do

	sistema compostos por materiais inadequados e visivelmente improvisados (PVC marrom e mangueira utilizada para outros fins) como pode ser observado na imagem a, onde há uma emenda entre um tubo rígido e um tubo flexível.
POSSÍVEIS CAUSAS	Exposição prolongada de componentes plásticos à radiação ultravioleta. Utilização de técnicas e material inadequado para emenda.
MEDIDAS PREVENTIVAS	Não deixar tubulações plásticas expostas diretamente à radiação solar se não estiveram devidamente preparadas. Utilizar materiais que atendam aos requisitos da NBR 8160 para transporte de esgoto sanitário.
RECOMENDAÇÕES	Manutenção corretiva. Troca da tubulação por uma adequada.
LOCAL	Bebedouro

Fonte: Autora.

A forma como a emenda (imagem a) foi realizada também foi inadequada, o aspecto da mangueira exatamente na junção é mais escuro e possui uma mudança no diâmetro local, indicando que foi aquecido para conformação. Esse procedimento não é recomendado e para Carvalho Júnior (2018) é uma prática inaceitável realizada para facilitar o trabalho do encanador.

Não foi possível verificar se existiam entupimentos na instalação, porém algumas inconformidades encontradas como a ausência de caixa de gordura e de dispositivos de inspeção podem provocar esse entupimento e dificultar ações de manutenção e reparo no sistema.

Serão apresentadas a seguir as principais manifestações patológicas encontradas no **Sistema Predial de Águas Pluviais**.

O Quadro 14 apresenta a ficha técnica para vazamentos e infiltrações.


Quadro 14 - Ficha técnica de vazamentos e infiltrações - Escola A

Manifestação patológica: Vazamentos e infiltrações	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>a</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>b</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>c</p>  <p>Calha de água furtada</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>d</p>  </div> </div>	
ASPECTOS OBSERVADOS	Manchas nas paredes adjacentes às calhas. Foi observado também que em algumas juntas entre telhado e parede não havia rufos e quando verificado, nessas juntas, foi observado infiltração.
POSSÍVEIS CAUSAS	Dimensões insuficientes, falhas na execução e ausência de rufos.
MEDIDAS PREVENTIVAS	Os rufos tem como função proteger a alvenaria de uma construção contra infiltrações, por isso sempre deve estar presente nas juntas entre telhado e parede.
RECOMENDAÇÕES	Manutenção Corretiva. Verificação do dimensionamento dos elementos do sistema. E também instalação de rufos nas juntas entre telhados e paredes.
LOCAL	Paredes e forro de salas e lavanderia.

Fonte: Autora.

O Quadro 15 apresenta a ficha técnica de condições favoráveis ao empoçamento.

Quadro 15 - Ficha técnica de condições favoráveis ao empoçamento - Escola A

Manifestação patológica: condições favoráveis ao empoçamento	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>a</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>b</p>  </div> </div>	
ASPECTOS OBSERVADOS	Ausência de declividade do piso do pátio da escola; foi notado também a ausência de condutores horizontais e de calhas em partes do telhado.
POSSÍVEIS CAUSAS	Declividade inadequada do piso, ausência de condutores horizontais e de calhas em algumas partes do telhado.
MEDIDAS PREVENTIVAS	Dimensionar e prever elementos para proteger a edificação contra os efeitos da umidade oriunda da água da chuva, como correta declividade do piso, instalação de condutores horizontais para transporte dessa água e dispositivos de coleta como calhas.
RECOMENDAÇÕES	Manutenção corretiva. Instalar calhas no telhado para reduzir o volume de água que chega até o pátio e inserir dispositivos para coleta e condução da água no pátio.
LOCAL	Pátio.

Fonte: Autora.

Foi observado também que alguns condutores verticais transportam a água da chuva diretamente para o pátio o que, sem a declividade do piso, contribui mais ainda para o empoçamento.

Serão apresentadas a seguir as principais manifestações patológicas encontradas nos **Aparelhos/Equipamentos Sanitários**.

Estão sendo considerados aqui como aparelho/equipamento sanitário:

- Bacia sanitária
- Chuveiro
- Torneira
- Cuba
- Bebedouro

Os resultados apresentados abaixo referem-se ao estado de conservação e condição de operação dos aparelhos/equipamentos sanitários com base em análise visual. Um dos banheiros (WC PNE em planta) não estava disponível para inspeção, logo, os resultados abaixo não o levam em consideração.

A Tabela 1 abaixo apresenta as manifestações patológicas em aparelhos/equipamentos sanitários.

Tabela 1 - Manifestações patológicas em aparelhos/equipamentos sanitários da Escola A

Aparelho/Equipamento sanitário	Quantidade (Und.)	Manifestações detectadas	Descrição
Bacia sanitária (Louça)	5	1	Rachadura
		1	Sem tampa
Bacia sanitária (Flexível)*	5	1	Vazamento
Chuveiro (Ducha)	2	0	-
Chuveiro (Registro)	2	1	Vazamento
Torneira	10	1	Mal fixada
Cuba	9	1	Sem sifão
Bebedouro	2	1	Gotejando; Entupido.

Fonte: Autora.

* Conexão entre a tubulação da parede do banheiro e a entrada de água do vaso sanitário.

Como pode ser observado, o equipamento que apresentou maior índice de manifestações patológicas (60% dos aparelhos) foi a bacia sanitária.

A Figura 11 apresenta o chuveiro com registro apresentando vazamento.

Figura 11 - Registro com vazamento



Fonte: Autora.

A Figura 12 apresenta a torneira em estado insatisfatório e uso e conservação.

Figura 12 - Torneira mal fixada e com vazamento



Fonte: Autora.

4.1.4 Resultado dos testes

Foram realizados ensaios para verificação de vazamentos não visíveis a olho nu, como é o caso de vazamentos em bacias sanitárias e no alimentador predial.

O teste do corante foi feito em todas as bacias sanitárias da escola, que no total eram 5. A Tabela 2 abaixo apresenta o resultado dos testes.

Tabela 2 - Resultados do teste do corante da Escola A

	Banheiro A	Banheiro B	Banheiro C
Quantidade de bacias (UND)	2	2	1
Bacias com vazamento (UND)	0	1	0

Fonte: Autora.

A bacia onde foi encontrado vazamento possuía caixa acoplada e as causas mais frequentes de vazamentos em bacias com caixa de descarga são defeitos nos seguintes componentes: torneira de boia e obturador semiflutuante (OLIVEIRA,1999). Logo, a recomendação é que seja feita uma manutenção corretiva e, se for averiguado que existe defeito nas peças, trocá-las. A Figura 13 abaixo mostra a realização do teste na bacia sanitária que apresentou vazamento.

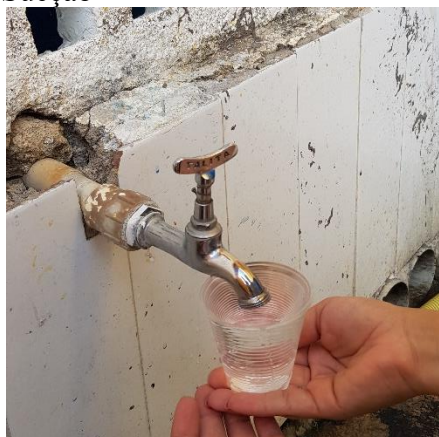
Figura 13 - Bacia com vazamento



Fonte: Autora.

O teste de sucção foi realizado na torneira de jardim da escola e não foi encontrado nenhum vazamento pois o volume de água no copo antes e depois foi o mesmo, ou seja, não houve sucção e, portanto, não existe indícios de vazamento no ramal interno. A Figura 14 mostra a realização do teste.

Figura 14 - Realização do Teste de Sucção



Fonte: Autora.

4.1.5 Resultado da pesquisa de satisfação dos usuários

A Tabela 3 apresenta a quantidade de pessoas a quem foi disponibilizado o questionário, a amostra de pessoas que responderam ao questionário e a porcentagem que essa amostra representa, além do erro pertencente a cada amostra.

Tabela 3 – Resultado do cálculo de amostras

Tipo de respondente	População (N)	Respondentes (n)	Porcentagem da população	Erro (%)
Alunos	382	101	26,4%	8,4%
Professores	26	7	27%	32,3%
Funcionários da limpeza	5	3	60%	40,0%

Fonte: Autora.

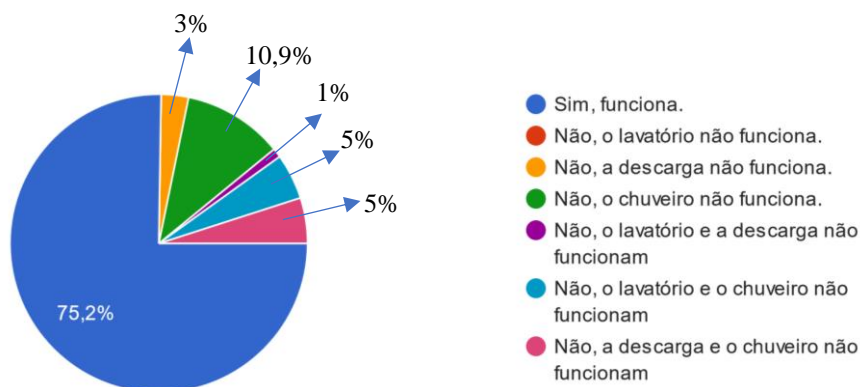
Para um erro amostral de 10% as amostras de professores e funcionários da limpeza deveriam ser 21 e 5, respectivamente. O diretor respondeu prontamente ao questionário.

Serão apresentados os resultados dos principais questionamentos feitos para os usuários.

- a) Funcionamento dos banheiros

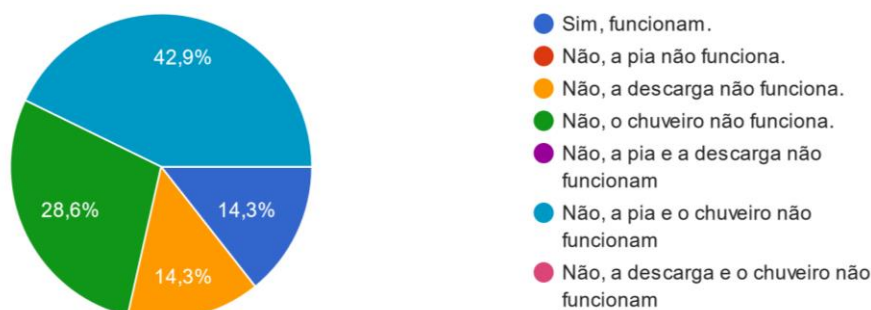
Os alunos e professores foram questionados acerca do funcionamento dos banheiros, se os mesmos funcionam corretamente. O Gráfico 1 e o Gráfico 2 mostram as respostas dadas pelos alunos e professores, respectivamente.

Gráfico 1 - Funcionamento dos banheiros na opinião dos alunos - Escola A



Fonte: Autora.

Gráfico 2 - Funcionamento dos banheiros na opinião dos professores - Escola A



Fonte: Autora.

Como pode ser visto no Gráfico 1, quando questionados se os banheiros funcionam corretamente, a maioria dos alunos (75,2 %) responderam que sim, funcionam. Já os professores, que utilizam inclusive o banheiro dos funcionários, quando questionados, a maioria (42,9%) respondeu que pia e chuveiro não funcionam corretamente, como pode ser visto no Gráfico 2. Os mesmos foram questionados ainda sobre o estado de conservação dos banheiros e 87,5% consideraram insatisfatório.

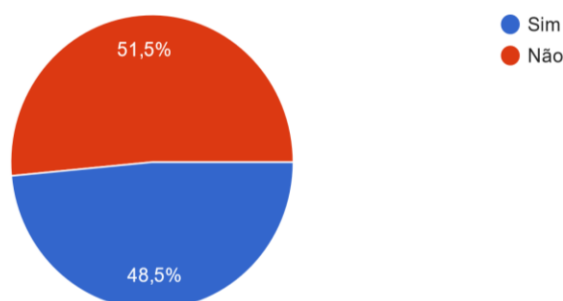
Observa-se que a opinião da maioria dos professores e da maioria dos alunos divergem entre si, entretanto, a opinião dos professores coincide com a análise feita sobre o

estado de conservação e utilização dos aparelhos/equipamentos sanitários onde foram encontrados problemas em lavatórios, chuveiro e bacias sanitárias.

b) Odor no banheiro quando não está sendo utilizado

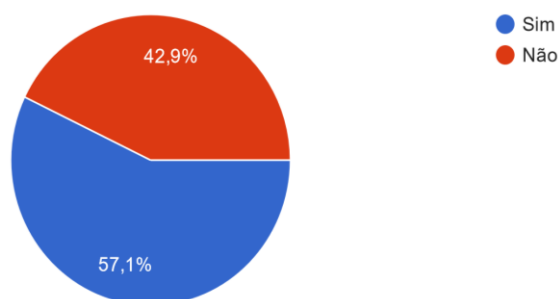
Os alunos e professores foram questionados acerca da presença de odor desagradável nos banheiros quando não estão sendo utilizados. Os Gráficos 3 e 4 mostram as respostas dadas pelos alunos e professores, respectivamente.

Gráfico 3 - Presença de odor na opinião dos alunos - Escola A



Fonte: Autora.

Gráfico 4 - Presença de odor na opinião dos professores - Escola A



Fonte: Autora.

Como pode ser visto no Gráfico 3, a maioria dos alunos (51,5%) responderam que não há odor desagradável. Já os professores, em sua maioria (57,1%) responderam que sim, há odor, como observado no Gráfico 4.

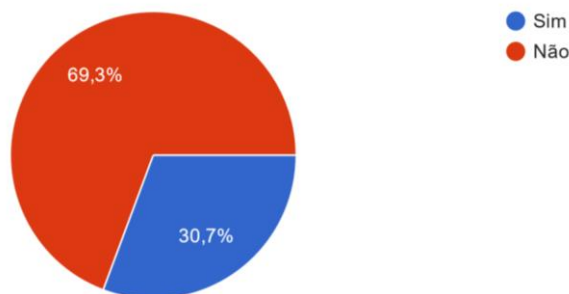
Novamente, a opinião da maioria dos professores e dos alunos divergem entre si, porém neste caso não foi uma grande diferença já que quase metade dos alunos também

considera que há odor. A opinião da maioria dos professores coincide com a análise feita no Sistema Predial de Esgoto Sanitário, onde foram encontrados mau cheiro nos ralos de pias.

c) Transtornos causados pela chuva

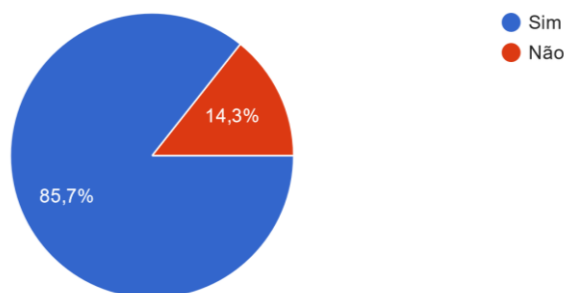
Os alunos, professores e também o diretor, foram questionados acerca da existência de algum problema causado pelas chuvas, como goteiras, entrada de água na edificação, entre outros. O Gráfico 5 e o Gráfico 6 mostram as respostas dadas pelos alunos e professores, respectivamente.

Gráfico 5 - Existência de transtornos causados pela chuva na opinião dos alunos - Escola A



Fonte: Autora.

Gráfico 6 - Existência de transtornos causados pela chuva na opinião dos professores - Escola A



Fonte: Autora.

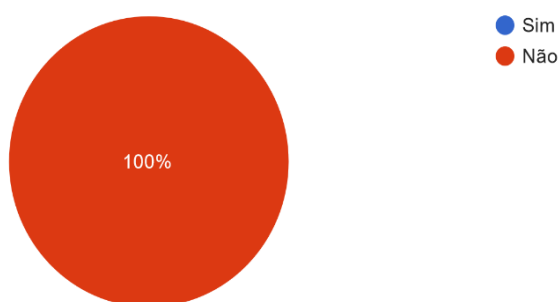
Como pode ser visto no Gráfico 5, a maioria dos alunos (69,3%) responderam que não há nenhum problema causado pelas chuvas. Já os professores, em sua maioria (85,7%) responderam que sim, há transtornos (Gráfico 6). Quando questionado, o diretor da escola também respondeu que existem problemas causados pelas chuvas.

Mais uma vez, a opinião da maioria dos professores e da maioria dos alunos divergem entre si, porém, a opinião dos professores e do diretor coincide com a análise feita no Sistema Predial de Águas Pluviais, onde foram encontrados vários vazamentos na edificação relacionados a problemas nesse sistema.

d) Escoamento das águas

Os funcionários da limpeza foram questionados se o escoamento das águas ao lavar o piso dos banheiros é adequado e facilita a limpeza. O Gráfico 7 mostra as respostas dadas pelos funcionários.

Gráfico 7 - Escoamento adequado nos banheiros - Escola A



Fonte: Autora.

Como pode ser visto, é unanimidade entre os funcionários entrevistados que não há escoamento adequado para limpeza desses ambientes, o que é comprovado pela inspeção feita onde foi notado a ausência de ralos para limpeza em um banheiro.

e) Periodicidade de limpeza do reservatório

O diretor foi questionado sobre a periodicidade de limpeza da caixa d'água e o mesmo respondeu que a limpeza é feita anualmente, o que não é o recomendado pela norma. A NBR 5626 (ABNT, 2020) especifica que a periodicidade máxima para limpeza dos reservatórios é semestral para preservação da qualidade da água, e deve ser feito por profissional capacitado.

4.2 Escola B

Serão discutidos agora os resultados da inspeção realizada na Escola B.

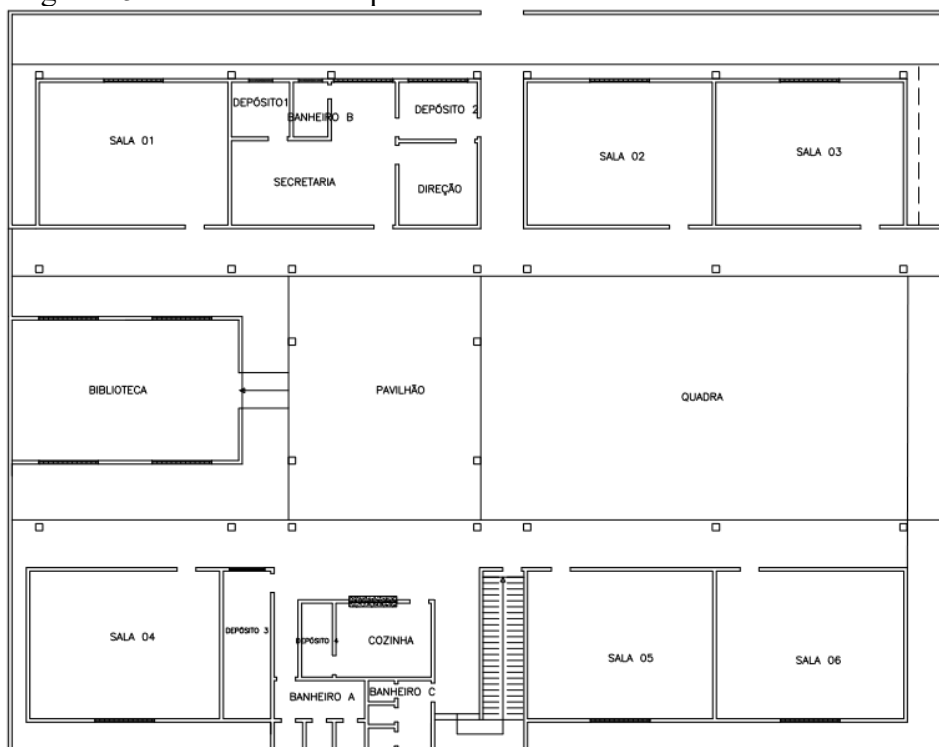
4.2.1 Caracterização da escola e dados do levantamento documental

A Escola B terminou de ser construída no ano de 2007, ou seja, possuía 13 anos de idade. A escola possui alunos do 6º ao 9º ano e em 2020, ano em que a pesquisa foi realizada, contava com 396 alunos. O número de professores era 15 e contava com 3 funcionários da limpeza.

A Escola B, quando visitada, estava passando por uma reforma nas salas de aula, banheiros e cozinha. Todas as salas de aula, 8 no total, já haviam sido reformadas, o banheiro dos funcionários (Banheiro C em planta) estava sendo finalizado e a cozinha estava no meio do processo de reforma. A reforma nos outros ambientes ainda não havia sido iniciada.

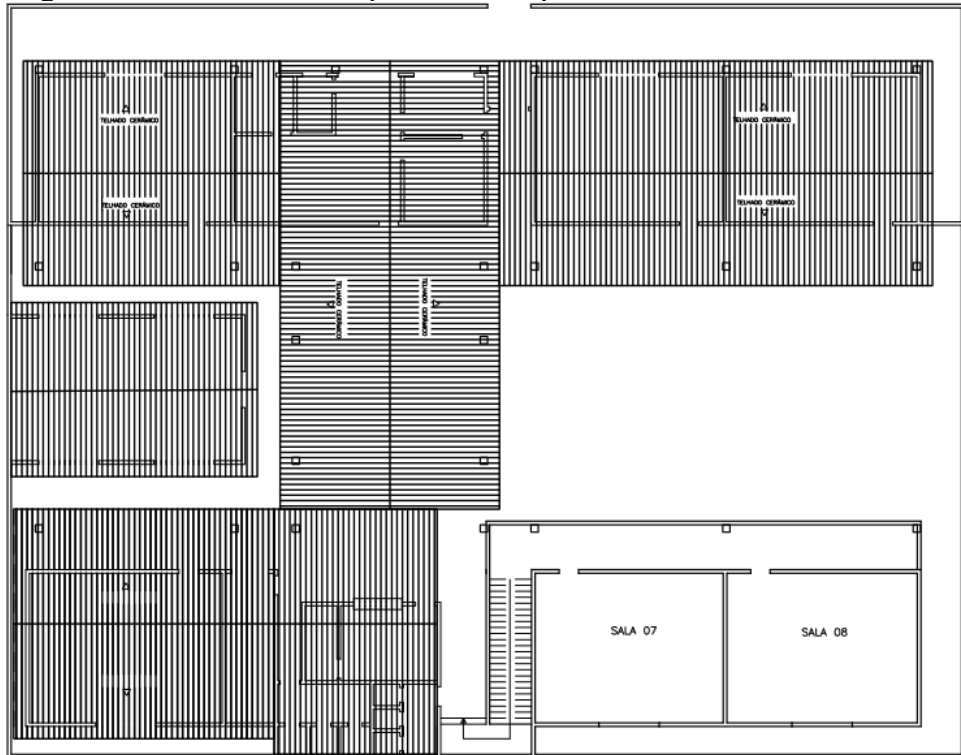
A Escola B possui 1 reservatório, feito em alvenaria com tubulações de PVC, e 1 hidrômetro. Foram disponibilizados pela Secretaria de Educação o projeto arquitetônico e o elétrico da Escola B. As Figuras 15 e 16 abaixo apresentam as plantas baixas da escola.

Figura 15 - Planta baixa do pavimento térreo da Escola B



Fonte: Secretaria de Educação Municipal de Crateús. Adaptado como croqui pela autora. (2021)

Figura 16 - Planta baixa do pavimento superior da Escola B



Fonte: Secretaria de Educação Municipal de Crateús. Adaptado como croqui pela autora. (2021)

4.2.2 Inspeção Predial

Foi realizada a inspeção do edifício e foram encontradas diversas inadequações nos SPHS. O Quadro 16 especifica melhor todas os problemas encontrados com base também na planilha de levantamento já citada.

Quadro 16 - Inadequações presentes no SPHS da Escola B

ÁGUA FRIA	Reservação
	Ausência da tubulação de aviso e extravasão
	Falha na estanqueidade
	Dificuldade de acesso
	Tubulações
	Ausência de registros de fechamento para comando individual das colunas de distribuição de água
	Ausência de tubos de ventilação ou dispositivo quebrador de vácuo em colunas de distribuição de água fria
	Tubulações plásticas expostas ao tempo

	Ausência de dispositivo adequado de prevenção contra refluxo na alimentação de torneiras de jardim
	Estado de conservação inadequado
	Ausência de tubo de ventilação em coluna de distribuição de água fria
	Aparelhos/Equipamentos sanitários
	Vazamentos
ESGOTO SANITÁRIO	Coleta e transporte
	Existência de mudanças de direção em 90° em trechos horizontais de ramais de descarga e de esgoto
	Declividade inadequada do piso gerando empoçamento
	Inexistência de caixa de gordura coletiva
	Posicionamento inadequado dos elementos do sistema
	Mau cheiro
	Vedação inadequada dos aparelhos sanitários
	Ventilação
	Ausência do sistema de ventilação
ÁGUAS PLUVIAIS	Coleta
	Declividade incorreta de lajes
	Ausência de declividade das calhas/Ausência de calhas
	Declividade incorreta das áreas de contribuição externas
	Ausência de condutores verticais e horizontais
	Ausência de ralos em lajes
	Posicionamento inadequado de pontos de drenagem/Inexistência ou quantidade insuficiente de pontos de drenagem
	Infiltrações/goteira
	Ausência de rufos

Fonte: Autora.



4.2.3 Descrição das principais manifestações patológicas encontradas

Para cada uma das principais manifestações patológicas identificadas foi elaborada uma ficha técnica, que sintetiza a descrição das possíveis causas, medidas preventivas e recomendações de intervenção.

Serão apresentadas a seguir as principais manifestações patológicas encontradas no Sistema Predial de Água Fria.

O Quadro 17 apresenta a ficha técnica para falha na estanqueidade.

Quadro 17 - Ficha técnica de falha na estanqueidade - Escola B

Manifestação patológica: Falha na estanqueidade	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>a</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>b</p>  </div> </div>	
ASPECTOS OBSERVADOS	Manchas brancas na parte inferior do reservatório de água e fissuras nas paredes. A estrutura do reservatório também está precária.
POSSÍVEIS CAUSAS	Ausência ou falha na aplicação de impermeabilizantes.
MEDIDAS PREVENTIVAS	Preparar a superfície antes da aplicação dos impermeabilizantes, respeitar o tempo de cura dos materiais, uso de concretos impermeáveis, etc.
RECOMENDAÇÕES	Manutenção corretiva. Realizar o tratamento da eflorescência presente na superfície da estrutura e fazer uma nova impermeabilização. Realizar a reforma e recuperação na estrutura e no revestimento do reservatório.

LOCAL	Reservatório de água
-------	----------------------



Fonte: Autora.

Como explica FiberSals (2017 ou 2018) as manchas brancas ou eflorescências em reservatórios de água acontecem devido à lixiviação do concreto. Durante as reações químicas da água com o cimento são formados vários sais, logo, quando a água se infiltra pelas paredes do reservatório e entra em contato com esses sais, o resultado é o surgimento de manchas brancas do lado de fora. Além de todo aspecto visual negativo, a resistência mecânica do concreto é afetada.

Falha na estanqueidade de reservatórios pode acarretar também na contaminação da água como já foi discorrido na sessão 2.3.1.2.

O Quadro 18 apresenta a ficha técnica para tubulações plásticas expostas ao tempo.

Quadro 18 - Ficha técnica de tubulações plásticas expostas ao tempo - Escola B

Manifestação patológica: tubulações plásticas expostas ao tempo	
a	b
	
ASPECTOS OBSERVADOS	Tubulações apresentando ressecamento e descoloração o que provoca perda de resistência de seu material. Tubulação de alimentação do reservatório em péssimo estado de conservação, cercada por galhos.
POSSÍVEIS CAUSAS	Os tubos de PVC sofrem desordens químicas ao longo do tempo, pela exposição ao sol e diferentes temperaturas.
MEDIDAS	Não deixar tubulações plásticas expostas ao tempo, porém se

PREVENTIVAS	necessário, é importante que sejam preparadas para isso.
RECOMENDAÇÕES	Manutenção corretiva, como por exemplo, substituir a tubulação por uma que seja adequada à exposição e fazer a limpeza externa das tubulações do reservatório.
LOCAL	Área externa.

Fonte: Autora.


O ressecamento das tubulações pode causar também vazamento, já que tubulações ressecadas perdem a resistência e podem vir a apresentar rachaduras por onde a água escoaria.

Na Escola B também não foram encontrados tubos de ventilação nas colunas de distribuição de água fria, conforme é possível observar nas fotos do reservatório do Quadro 17. As mesmas considerações realizadas para a Escola A no Quadro 11 sobre a possibilidade de incidência de ar nas tubulações por conta desse problema, podem ser aplicadas aqui.

Serão apresentadas a seguir as principais manifestações patológicas encontradas no **Sistema Predial de Esgoto Sanitário**.

O Quadro 19 apresenta a ficha técnica para mau cheiro.

Quadro 19 - Ficha técnica de mau cheiro - Escola B

Manifestação patológica: mau cheiro	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>a</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>b</p>  </div> </div>	
ASPECTOS OBSERVADOS	Foi notado um mau cheiro na área externa proveniente das caixas de inspeção de esgoto; parte de uma tubulação que entrava na caixa estava quebrada. Não foi encontrada nenhuma tubulação do sistema de ventilação.
POSSÍVEIS CAUSAS	Vedação inadequada da caixa de esgoto e ausência do sistema


	de ventilação.
MEDIDAS PREVENTIVAS	A tampa dessas caixas deve ficar nivelada ao piso e ter vedação perfeita, impedindo a saída de gases e insetos. Além disso, toda instalação de esgoto deve ter tubulação de ventilação, de acordo com a ABNT NBR 8160/1999, para lançar os gases das tubulações para a atmosfera.
RECOMENDAÇÕES	Manutenção corretiva, como, por exemplo, substituição das tampas de concreto e aplicação de sistema eficiente de vedação; outra solução é dada por Carvalho Júnior (2013) que cita a substituição dessas caixas por uma caixa múltipla, que pode ser usada como caixa de inspeção, de gordura ou de águas pluviais e possui um isolamento eficaz que impede a passagem de odores. É recomendado também a instalação de tubos de ventilação.
LOCAL	Área externa.

Fonte: Autora.

Todas as caixas de esgoto encontradas possuíam problemas na sua vedação, algumas quebradas e outras posicionadas incorretamente, gerando um mau cheiro muito forte na área externa da escola. Algumas caixas foram abertas e foi possível perceber a ausência de declividade no interior delas, causando acúmulo de esgoto e contribuindo com o aumento do mau cheiro.

O Quadro 20 apresenta a ficha técnica de possibilidade de entupimento

Quadro 20 - Ficha técnica de possibilidade de entupimento - Escola B

Manifestação patológica: Possibilidade de entupimento.	
<p>a</p> 	
ASPECTOS OBSERVADOS	<p>Mudanças de direção em 90° em trechos horizontais de ramais de descarga e de esgoto.</p> <p>Também foi notado a inexistência da caixa de gordura.</p>
POSSÍVEIS CAUSAS	<p>O ângulo de 90° faz com que a água escoe bruscamente, podendo causar entupimento da tubulação. Outro fator é o entupimento por dejetos provenientes da cozinha que pode ocorrer devido a ausência da caixa de gordura.</p>
MEDIDAS PREVENTIVAS	<p>De acordo com a NBR 8160 (ABNT, 1999) as mudanças de direção nos trechos horizontais de ramais de descarga e esgoto devem ser feitas com peças com ângulo central igual ou inferior a 45°.</p>
RECOMENDAÇÕES	<p>Manutenção corretiva, como por exemplo, troca da peça por uma de ângulo igual ou inferior a 45°.</p>
LOCAL	Cozinha.



Fonte: Autora.

É importante ressaltar que a verificação da inadequação da imagem (a) do Quadro 20 só foi possível devido a reforma que estava acontecendo no local no momento da inspeção.

Serão apresentadas a seguir as principais manifestações patológicas encontradas no Sistema Predial de Águas Pluviais.

O Quadro 21 apresenta a ficha técnica para condições favoráveis ao empoçamento.

Quadro 21 - Ficha técnica de condições favoráveis ao empoçamento - Escola B

Manifestação patológica: Condições favoráveis ao empoçamento	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>a</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>b</p>  </div> </div>	
ASPECTOS OBSERVADOS	Manchas de infiltração na laje; manchas de empoçamento. Ausência de declividade e ralos na quadra.
POSSÍVEIS CAUSAS	Empoçamento devido a declividade incorreta da laje; ausência de impermeabilização correta; ausência de calhas no telhado e de dispositivos de captação da água pluvial na laje; ausência de declividade e dispositivos de captação de água no piso da quadra.
MEDIDAS PREVENTIVAS	Dimensionar e prever elementos para proteger a edificação contra os efeitos da umidade oriunda da água da chuva, ou seja, dimensionar e executar o sistema predial de águas pluviais.
RECOMENDAÇÕES	Instalar calhas no telhado para reduzir o volume de água que chega até a laje, impermeabilizar a laje e inserir dispositivos para coleta e condução da água na laje e na quadra.
LOCAL	Lajes de alguns corredores e quadra.

Fonte: Autora.

Foi observado que o único local para escoamento da água para fora da edificação era um orifício no muro externo localizado na saída lateral da quadra, como mostra a Figura 17.



Figura 17 - Local de escoamento de águas pluviais para fora da edificação



Fonte: Autora.

O Quadro 22 apresenta a ficha técnica para vazamentos e infiltrações.

Quadro 22 - Ficha técnica de vazamentos e infiltrações - Escola B

Manifestação patológica: Vazamentos e infiltrações	
a	b
	
ASPECTOS OBSERVADOS	Manchas de infiltração em forros.
POSSÍVEIS CAUSAS	Ausência de rufos e goteiras no telhado.

MEDIDAS PREVENTIVAS	Os rufos devem estar sempre presentes nas juntas entre telhado e parede para proteção da alvenaria contra infiltrações. A manutenção periódica do telhado também é importante para prevenir goteiras.
RECOMENDAÇÕES	Manutenção corretiva. Fazer a manutenção no telhado com o intuito de arrumar as telhas e limpar a sujeira acumulada; Instalar rufos nas juntas entre telhado e parede.
LOCAL	Sala de aula 05 e Banheiro A.

Fonte: Autora.

Na escola B foi observado que praticamente não existia um sistema predial de águas pluviais. Não foram encontrados: calhas, condutores verticais, condutores horizontais, ralos nas áreas externas, caixas de areia. A edificação está, portanto, desprotegida de problemas causados pelas águas das chuvas.

Serão apresentadas a seguir as principais manifestações patológicas encontradas nos **Aparelhos/Equipamentos Sanitários**.

Estão sendo considerados aqui como aparelho/equipamento sanitário:

- Bacia sanitária
- Chuveiro
- Torneira
- Cuba
- Bebedouro

Os resultados apresentados abaixo referem-se ao estado de conservação e condição de operação dos aparelhos/equipamentos sanitários com base em análise visual.

A Tabela 4 abaixo apresenta as manifestações patológicas encontradas em aparelhos/equipamentos sanitários.

Tabela 4 - Manifestações patológicas em aparelhos/ equipamentos sanitários da Escola B

Aparelho/Equipamento sanitário	Quantidade (Und.)	Manifestações detectadas (Und.)	Descrição
Bacia sanitária (Louça)	2	1	Sem tampa
Bacia sanitária (Flexível)	2	1	Dobrado; sujo
Bacia sanitária (Caixa acoplada)	1	0	-
Bacia sanitária (Caixa de descarga)	1	1	Faltando o puxador
Chuveiro (Ducha)	3	1	Gotejando
Chuveiro (Registro)	3	1	Vazamento
Torneira	2	0	-
Cuba	1	1	Sem coluna
Bebedouro	1	0	-

Fonte: Autora.

Como pode ser observado, nessa escola o aparelho que apresentou maior índice de manifestações patológicas (100% dos aparelhos/equipamentos) foi a cuba, pois só havia 1 e estava em condições inadequadas. Os outros aparelhos com maior índice foram os chuveiros (66,6%).

A Figura 18 mostra a bacia sanitária sem tampa.

Figura 18 - Bacia sanitária sem tampa



Fonte: Autora.

A Figura 19 mostra as condições de conservação do flexível.

Figura 19 - Flexível com concreto endurecido



Fonte: Autora.

A Figura 20 mostra a caixa de descarga sem o puxador.

Figura 20 - Caixa de descarga sem puxador



Fonte: Autora.

A Figura 21 mostra o chuveiro com registro apresentando vazamento.

Figura 21 - Registro com vazamento



Fonte: Autora.

A Figura 22 mostra o lavatório sem coluna.

Figura 22 - Lavatório sem coluna



Fonte: Autora.

4.2.4 Resultado dos testes

Foram realizados ensaios para verificação de vazamentos não visíveis a olho nu, como é o caso de vazamentos em bacias sanitárias e no alimentador predial.

O teste do corante foi feito em todas as bacias sanitárias da escola, que no total eram 2. A Tabela 5 abaixo apresenta o resultado dos testes.

Tabela 5 - Resultados do teste do corante da Escola B

	Banheiro A	Banheiro B	Banheiro C
Quantidade de bacias (UND)	1	1	0
Bacias com vazamento (UND)	0	0	0

Fonte: Autora.

O teste de sucção foi realizado na torneira de jardim da escola e não foi encontrado nenhum vazamento pois o volume de água no copo antes e depois foi o mesmo, ou seja, não houve sucção e, portanto, não existe vazamento no ramal interno.

4.2.5 Resultado da pesquisa de satisfação dos usuários

A Tabela 6 apresenta a quantidade de pessoas a quem foi disponibilizado o questionário, a amostra de pessoas que responderam ao questionário e a porcentagem que essa amostra representa, além do erro pertencente a cada amostra.

Tabela 6 – Resultado do cálculo de amostras

Tipo de respondente	População (N)	Respondentes (n)	Porcentagem da população	Erro (%)
Alunos	396	93	23,5%	8,9%
Professores	15	6	40%	32%
Funcionários da limpeza	3	1	33%	98%

Fonte: Autora.

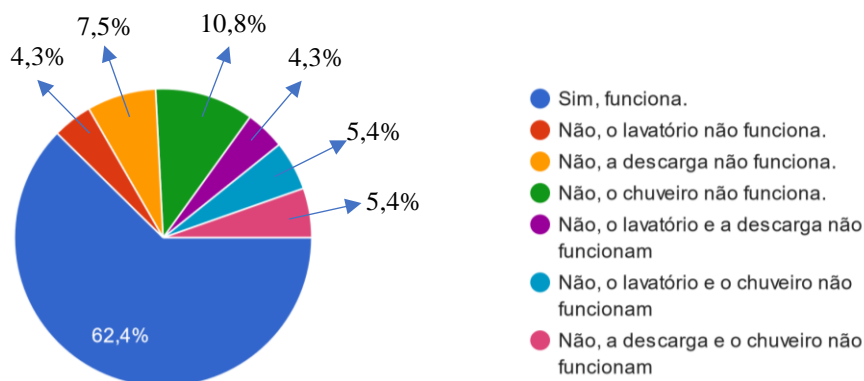
Para um erro amostral de 10% as amostras de professores e funcionários da limpeza deveriam ser 21 e 3, respectivamente. O diretor respondeu prontamente ao questionário.

Serão apresentados os resultados dos principais questionamentos feitos para os usuários.

a) Funcionamento dos banheiros

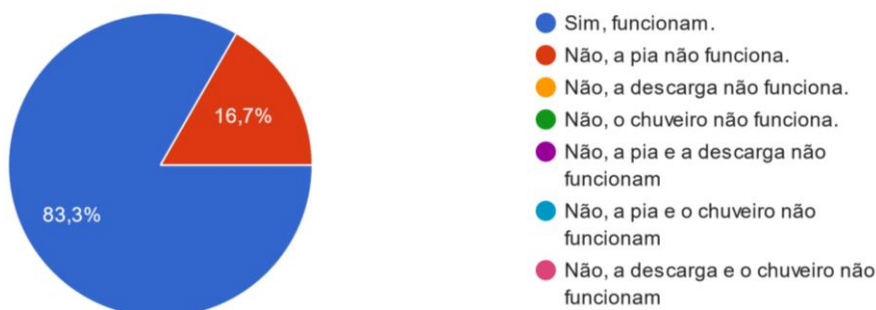
Os alunos e professores foram questionados acerca do funcionamento dos banheiros, se os mesmos funcionam corretamente. Os Gráficos 8 e 9 mostram as respostas dadas pelos alunos e professores, respectivamente.

Gráfico 8 - Funcionamento dos banheiros na opinião dos alunos - Escola B



Fonte: Autora.

Gráfico 9 - Funcionamento dos banheiros na opinião dos professores - Escola B



Fonte: Autora.

Como pode ser visto no Gráfico 8, quando questionados se os banheiros funcionam corretamente, a maioria dos alunos (62,4%) responderam que sim, funcionam. Os professores, quando questionados, a maioria (83,3%) respondeu também que funcionam corretamente, como pode ser visto no Gráfico 9.

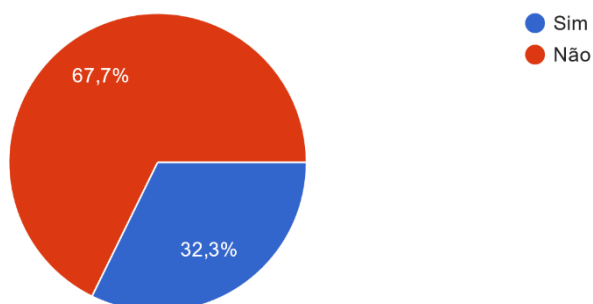
Observa-se que a opinião da maioria dos professores e da maioria dos alunos são equivalentes. A opinião dos mesmos coincide com a análise feita sobre o estado de utilização dos aparelhos/equipamentos sanitários onde foi verificado que funcionam adequadamente.

Os professores também foram questionados sobre o estado de conservação dos banheiros e as respostas divergiram bastante, não chegando a uma opinião da maioria, ou seja, houve um empate. Já a análise feita sobre o estado de conservação dos aparelhos/equipamentos sanitários verificou que algumas bacias sanitárias, um chuveiro e um lavatório encontram-se em estado insatisfatório.

b) Odor no banheiro quando não está sendo utilizado

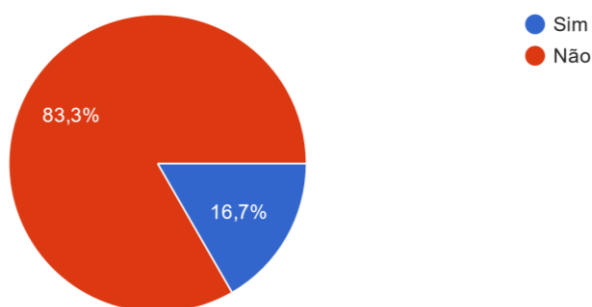
Os alunos e professores foram questionados acerca da presença de odor desagradável nos banheiros quando não estão sendo utilizados. Os Gráficos 10 e 11 mostram as respostas dadas pelos alunos e professores, respectivamente.

Gráfico 10 - Presença de odor na opinião dos alunos - Escola B



Fonte: Autora.

Gráfico 11 - Presença de odor na opinião dos professores - Escola B



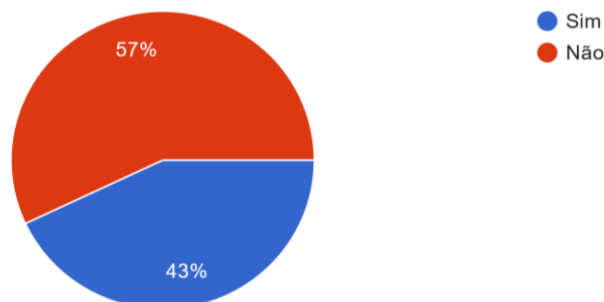
Fonte: Autora.

Como pode ser visto no Gráfico 10, a maioria dos alunos (67,7%) responderam que não há odor desagradável, em concordância com os professores, que em sua maioria (83,3%) responderam que não há odor, como observado no Gráfico 11. A opinião dos usuários condiz com a inspeção feita nos banheiros onde não foi notado mau cheiro proveniente dos mesmos.

c) Transtornos causados pela chuva

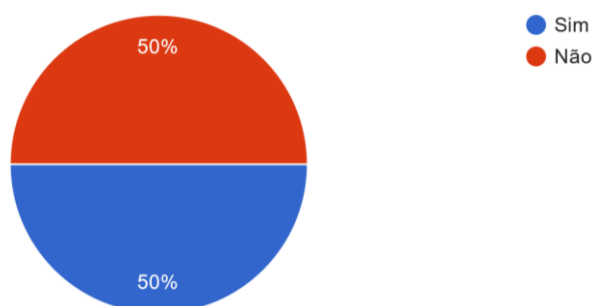
Os alunos, professores e também o diretor, foram questionados acerca da existência de algum problema causado pelas chuvas, como goteiras, entrada de água na edificação, entre outros. O Gráfico 12 e o Gráfico 13 mostram as respostas dadas pelos alunos e professores, respectivamente.

Gráfico 12 - Existência de transtornos causados pela chuva na opinião dos alunos - Escola B



Fonte: Autora.

Gráfico 13 - Existência de transtornos causados pela chuva na opinião dos professores - Escola B



Fonte: Autora.

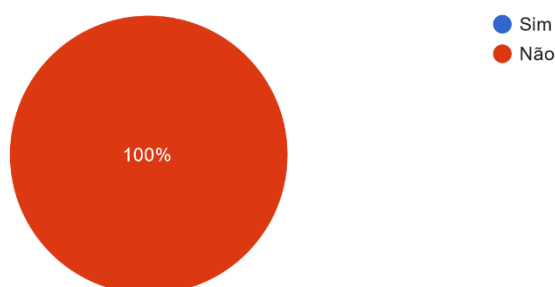
Como pode ser visto no Gráfico 12, a maioria dos alunos (57%) responderam que não há transtornos causados pela chuva, já os professores não chegaram a uma maioria (Gráfico 13). Quando questionado, o diretor da escola respondeu que existem sim problemas causados pelas chuvas.

Como pode ser notado, aproximadamente 50 % de professores e alunos enxergam a existência de transtornos causados pela chuva. A resposta dos usuários coincide com a análise feita no Sistema Predial de Águas Pluviais, onde foram encontradas infiltrações na edificação relacionados a problemas nesse sistema.

d) Escoamento das águas

Os funcionários da limpeza foram questionados se o escoamento das águas ao lavar o piso dos banheiros é adequado e facilita a limpeza. O Gráfico 14 mostra as respostas dadas pelos funcionários.

Gráfico 14 - Escoamento adequado nos banheiros
- Escola B



Fonte: Autora.

Como pode ser visto, é unanimidade entre os funcionários que não há escoamento adequado para limpeza desses ambientes, o que é comprovado pela inspeção feita onde foi notado a declividade inadequada do piso de um dos banheiros causando empoçamento.

e) Periodicidade de limpeza do reservatório

O diretor foi questionado sobre a periodicidade de limpeza da caixa d'água e o mesmo respondeu que a limpeza é feita de 2 em 2 anos, o que não é o recomendado pela norma. A ABNT NBR 5626/2020 especifica que a periodicidade máxima para limpeza dos reservatórios é semestral para preservação da qualidade da água, e deve ser feito por profissional capacitado.

4.3 Escola C

Serão discutidos agora os resultados da inspeção feita na Escola C.

4.3.1 Caracterização da escola e dados do levantamento documental

A Escola C terminou de ser construída no ano de 2013, ou seja, possuía 7 anos de idade. A escola possui alunos do ensino infantil (pré-escola) e creche, com idade entre 2 e 5 anos. Em 2020, ano em que a pesquisa foi realizada, contava com 277 alunos. O número de professores era 20 e contava com 3 funcionários da limpeza. Quando visitada, algumas partes da escola não estavam disponíveis para inspeção, como é o caso da lavanderia, copa dos funcionários e vestiário dos funcionários da limpeza.

De acordo com a Secretaria de Educação do Município, existe um projeto de reforma em andamento para o ano de 2021. A Escola C possui uma estrutura chamada “castelo d’água” (Figura 23) que comporta dois reservatórios de água potável: 1 feito em concreto armado com capacidade para 30.000 litros e outro pré-fabricado com capacidade para 15.000 litros. Ambos possuem tubulações de PVC. A escola possui 1 hidrômetro.

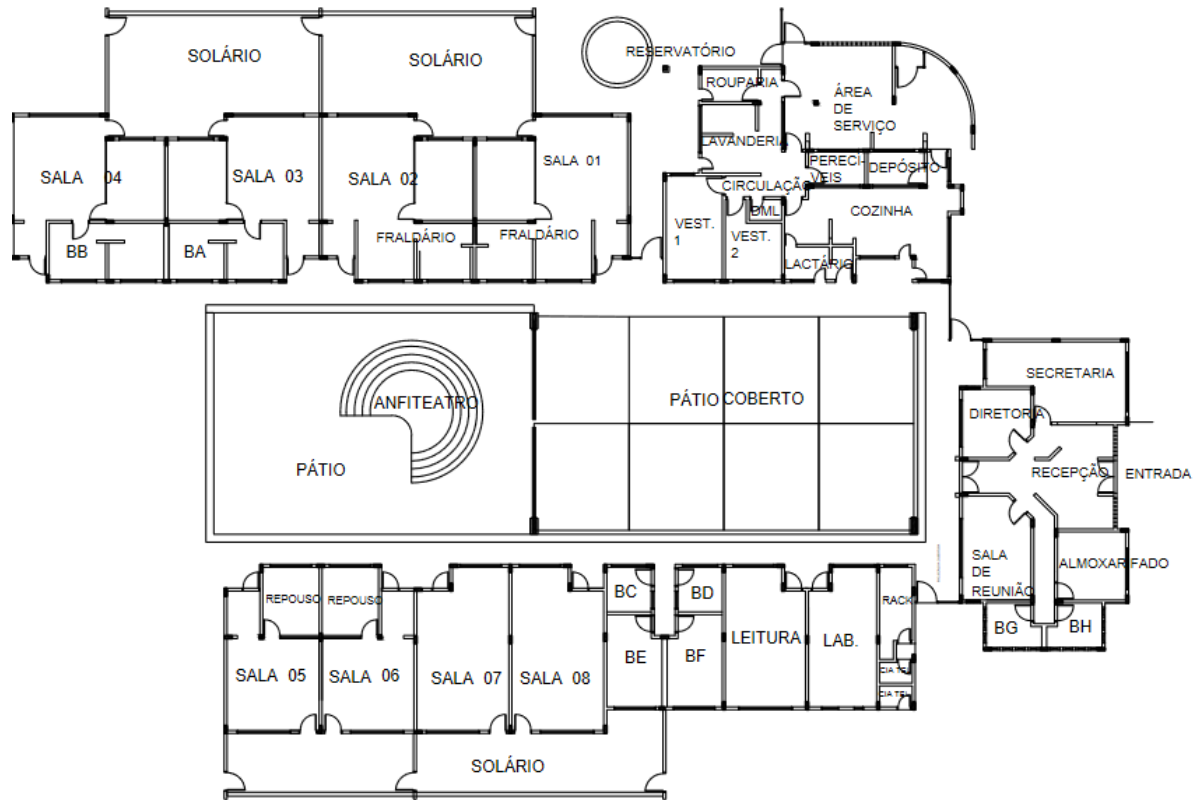
Figura 23 – Castelo d’água da Escola C



Fonte: Autora.

A Escola C, sendo a mais nova, é a que possui mais documentos. Foram disponibilizados pela Secretaria de Educação os seguintes projetos: arquitetônico, estrutural, elétrico e hidrossanitário. A Figura 24 apresenta a planta baixa da escola.

Figura 24 - Planta baixa da Escola C



Fonte: Secretaria de Educação Municipal de Crateús. Adaptado como croqui pela autora. (2021)

4.3.2 Inspeção Predial

Foi realizada a inspeção do edifício e foram encontradas diversas inadequações nos SPHS. O Quadro 23 especifica melhor todos os problemas encontrados com base também no *checklist* de levantamento já citado.

Quadro 23 - Inadequações presentes no SPHS da Escola C

ÁGUA FRIA	Tubulações
	Entupimentos
	Ausência de dispositivo adequado de prevenção contra refluxo na alimentação de torneiras de jardim
	Aparelhos/Equipamentos sanitários
	Vazamentos
ESGOTO SANITÁRIO	Entupimentos
	Coleta e transporte
	Vazamentos em tubulações

	Mau cheiro
	Ausência e posicionamento inadequado de sifão
	Vedação inadequada dos aparelhos sanitários
ÁGUAS PLUVIAIS	Coleta
	Ausência de declividade das calhas
	Declividade incorreta de lajes
	Ausência de condutores verticais
	Quantidade insuficiente de condutores horizontais
	Quantidade insuficiente de ralos em lajes
	Posicionamento inadequado dos pontos de drenagem
	Entupimento de calhas e condutores
	Vazamentos e infiltrações

Fonte: Autora.

4.3.3 Descrição das principais manifestações patológicas encontradas

Para cada uma das principais manifestações patológicas identificadas foi elaborada uma ficha técnica, que sintetiza a descrição das possíveis causas, medidas preventivas e recomendações de intervenção.

Serão apresentadas a seguir as principais manifestações patológicas encontradas no **Sistema Predial de Água Fria**.

O Quadro 24 apresenta a ficha técnica para entupimentos

Quadro 24 - Ficha técnica de entupimentos - Escola C

Manifestação patológica: Entupimentos	
a	b
	



ASPECTOS OBSERVADOS	Torneiras de banheiros não escoam água mesmo quando o registro está aberto. Chuveiros com pouca vazão devido a ducha encontrar-se entupida e em outros casos a água não escoava de maneira alguma.
POSSÍVEIS CAUSAS	Presença de incrustações nas paredes das tubulações de água; no caso dos chuveiros com pouca vazão o motivo pode ser as impurezas da água que vão se acumulando nos orifícios bloqueando os pequenos furos da tampa; nos chuveiros com nenhuma vazão o problema pode ser, além do já citado, o cano do chuveiro que esteja entupido.
MEDIDAS PREVENTIVAS	Para evitar problemas como esses é de grande importância uma limpeza periódica do reservatório de água e do chuveiro.
RECOMENDAÇÕES	Manutenção corretiva. Se for constatado que realmente existe incrustações na tubulação, Carvalho Júnior (2018) cita que a decomposição desses materiais pode ser feita por meio de ácidos, como o ácido clorídrico. No entanto a tubulação deve ser testada pois o PVC apresenta alta resistência a ácidos; Para o chuveiro, na maioria das vezes, uma limpeza poderá resolver o problema.
LOCAL	Banheiros.

Fonte: Autora.

A maioria dos chuveiros da Escola C encontram-se entupidos, o que constata a falta de limpeza e manutenção periódica dos aparelhos/elementos sanitários. Devido a pandemia a escola não estava sendo utilizada, o que também pode ter contribuído para essa situação.

O Quadro 25 apresenta a ficha técnica para vazamentos.

Quadro 25 - Ficha técnica de vazamentos no SPAF - Escola C

Manifestação patológica: vazamentos	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>a</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>b</p>  </div> </div>	
ASPECTOS OBSERVADOS	Torneiras, chuveiros e registros apresentando vazamentos.
POSSÍVEIS CAUSAS	Danos no sistema de vedação de torneiras, registros e chuveiros; falta de manutenção. Mal instalação ou uso incorreto do chuveiro.
MEDIDAS PREVENTIVAS	Não rosquear excessivamente torneiras e registros, pois isso pode danificar as vedações internas; fazer a correta instalação do chuveiro com uso adequado de vedante; fazer manutenção periódica nesses elementos.
RECOMENDAÇÕES	Manutenção corretiva. Se o problema for no sistema de vedação de algum dos elementos, trocá-lo imediatamente. Em torneiras, registros e chuveiros o reparo também pode desgastar e por isso ocorre o vazamento, então a substituição do reparo resolve o problema.
LOCAL	Banheiros e salas.

Fonte: Autora.



Com o tempo e uso excessivo de força ao abrir e fechar registros e torneiras o sistema de obturação desses elementos pode ser danificado, não vedando mais a passagem da água e gerando grande desperdício, por isso a troca do sistema de vedação que apresenta defeito deve ser realizada com celeridade (CARVALHO JÚNIOR, 2018).

No chuveiro que apresenta vazamento foi notado que a água sai pela parte de cima da ducha, um dos problemas que também pode ter acarretado isso é o fato de a ducha estar com os orifícios obstruídos causando pressão interna e assim a água vaza por cima.

Serão apresentadas a seguir as principais manifestações patológicas encontradas no Sistema Predial de Esgoto Sanitário.

O Quadro 26 apresenta a ficha técnica para mau cheiro.

Quadro 26 - Ficha técnica de mau cheiro - Escola C



Manifestação patológica: mau cheiro	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>a</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>b</p>  </div> </div>	
ASPECTOS OBSERVADOS	Foi notado um mau cheiro vindo dos ralos de pia e ralos do chuveiro de alguns banheiros e também das bacias sanitárias.
POSSÍVEIS CAUSAS	Mau posicionamento do sifão (imagem a); retorno de gases devido a ineficiência do sistema de ventilação; ausência da válvula de descarga impossibilitando a evacuação dos dejetos (imagem b).
MEDIDAS PREVENTIVAS	Toda instalação de esgoto deve ter tubulação de ventilação, em acordo com a NBR 8160 (ABNT, 1999), para lançar os

	gases nas tubulações para a atmosfera. No caso de mau cheiro nos ralos de pias, de acordo com a NBR 8160 (ABNT, 1999), todo sifão deve ter fecho hídrico com altura mínima de 50 mm.
RECOMENDAÇÕES	Manutenção corretiva, como, por exemplo, verificar se o tubo de ventilação está adequado. E nos ralos da pia, no caso de apresentar mau cheiro verificar se o sifão está de acordo com a norma, se não, corrigi-lo, pois assim ele estará com água e impedirá o retorno de gases. Na bacia sanitária, deve ser feita a instalação do dispositivo de descarga imediatamente.
LOCAL	Banheiros.

Fonte: Autora.

O Quadro 27 apresenta a ficha técnica para vazamentos.

Quadro 27 - Ficha técnica de vazamentos no SPES - Escola C

Manifestação patológica: vazamentos	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>a</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>b</p>  </div> </div>	
ASPECTOS OBSERVADOS	Vazamentos em sifões; sifões mal posicionados e quebrados.
POSSÍVEIS CAUSAS	Posicionamento inadequado dos sifões; instalação mal executada dos sifões que acabaram por quebrar.
MEDIDAS PREVENTIVAS	Instalar o sifão de acordo com especificações da NBR 8160 (ABNT, 1999), que estabelece um fecho hídrico com altura

	mínima de 50 mm.
RECOMENDAÇÕES	Manutenção corretiva, como por exemplo, fazer a trocas dos sifões quebrados e fazer a correção do posicionamento dos que ainda se encontram em estado de conservação adequado.
LOCAL	Banheiros.

Fonte: Autora.

Inadequações nos sifões de lavatórios foi um dos problemas mais recorrentes no sistema de esgoto sanitário dessa escola. A Figura 25 exemplifica outro sifão desconectado.

Figura 25 - Sifão desconectado





Fonte: Autora.

Serão apresentadas a seguir as principais manifestações patológicas encontradas no **Sistema Predial de Águas Pluviais**.

O Quadro 28 apresenta a ficha técnica para empoçamento

Quadro 28 - Ficha técnica de empoçamento - Escola C



Manifestação patológica: Empoçamento	
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>a</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>b</p>  </div> </div>
ASPECTOS OBSERVADOS	<p>Manchas de infiltração na laje. Olhando a laje por cima ainda se pôde ver algumas poças de água.</p> <p>No pátio também foi notado a ausência de pontos de drenagem o que causa empoçamento.</p>
POSSÍVEIS CAUSAS	Declividade insuficiente da laje e falta de dispositivos de captação da água da chuva na laje e no pátio.
MEDIDAS PREVENTIVAS	Dimensionar e prever elementos para proteger a edificação contra os efeitos da umidade oriunda da água da chuva, ou seja, dimensionar e executar o sistema predial de águas pluviais.
RECOMENDAÇÕES	Manutenção corretiva. Inserir dispositivos de captação das águas da chuva em lajes e no pátio.
LOCAL	Lajes dos corredores e pátio.

Fonte: Autora.

É importante ressaltar que no projeto hidrossanitário da escola essas lajes possuem dispositivos para captação assim como condutores verticais e horizontais para transporte, contudo não é o que se verifica na construção existente, ou seja, houve falha de execução.

O Quadro 29 apresenta a ficha técnica para vazamentos e infiltrações.

Quadro 29 - Ficha técnica de vazamentos e infiltrações - Escola C

Manifestação patológica: vazamentos e infiltrações	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">a </div> <div style="text-align: center;">b </div> </div>	
ASPECTOS OBSERVADOS	Manchas de infiltração em lajes, paredes e forros; pintura descascando.
POSSÍVEIS CAUSAS	Empoçamento nas lajes; falta de impermeabilização na laje.
MEDIDAS PREVENTIVAS	Uma das medidas mais eficazes de prevenção de infiltração é a correta impermeabilização de lajes e paredes.
RECOMENDAÇÕES	Manutenção corretiva. De acordo com a Leak Inspection (2019), quando a infiltração está presente em toda a laje, que é o caso das lajes em questão, será necessário fazer recapeamento na laje, com o uso de produtos específicos.
LOCAL	Lajes e paredes dos corredores e forros de algumas salas.

Fonte: Autora.

Serão apresentadas a seguir as principais manifestações patológicas encontradas nos **Aparelhos/Equipamentos Sanitários**.

Estão sendo considerados aqui como aparelho/equipamento sanitário:

- Bacia sanitária
- Chuveiro
- Torneira

- Cuba
- Bebedouro

Os resultados apresentados abaixo referem-se ao estado de conservação e condição de operação dos aparelhos/equipamentos sanitários com base em análise visual. É importante ressaltar que os números aqui expostos se referem somente aos aparelhos/elementos disponíveis para inspeção, logo, não foram contabilizados os elementos pertencentes as áreas da escola já mencionadas que não estavam disponíveis para análise.

A Tabela 7 abaixo apresenta as manifestações patológicas encontradas em aparelhos/equipamentos sanitários.

Tabela 7 - Manifestações patológicas em aparelhos/equipamentos sanitários da Escola C

Aparelho/Equipamento sanitário	Quantidade (Und.)	Manifestações detectadas (Und.)	Descrição	Método de inspeção
Bacia sanitária (Louça)	18	2	Visualmente desagradável por falta de limpeza;	Visual
Bacia sanitária (Flexível)	18	0	-	-
Bacia sanitária (Válvula de descarga)	18	5	Quebradas.	Visual
		1	Vazando; quebrada	
		1	Ausente; Quebrada	
		3	Não funciona; Quebrada	
Chuveiro (Ducha)	14	1	Não funciona corretamente	Visual
		4	Entupido	
		2	Sem vazão/não funciona	
		1	Ausente	
		1	Vazando	
Chuveiro (Registro)	14	1	Gotejando	Visual
		1	Emperrado	
		1	Ausente	
Torneira	34	6	Vazando	Visual
		3	Gotejando	
		1	Entupida	
		1	Não funciona	
Cuba	17	1	Emperrada	Visual
		5	Sifão mal posicionado	
		2	Sifão desconectado	
Bebedouro	1	1	Bancada solta	-
		0	-	

Fonte: Autora.

Como pode ser observado os equipamentos sanitários que apresentaram maior índice de manifestações patológicas (78,5% dos aparelhos/equipamentos) nessa escola foram os chuveiros.

Algumas bacias sanitárias encontravam-se interditadas, 4 no total, e pelo que pôde ser notado o motivo era a válvula de descarga das mesmas que não funcionava ou estava ausente. A Figura 26 abaixo mostra uma dessas bacias interditadas.

Figura 26 - Bacia interditada por ineficiência da válvula de descarga



Fonte: Autora.

A Figura 27 mostra outra válvula de descarga quebrada.

Figura 27 - Válvula de descarga quebrada



Fonte: Autora.

A Figura 28 mostra o chuveiro com ducha entupida.

Figura 28 - Ducha apresentando orifícios com obstrução com obstrução



Fonte: Autora.

A Figura 29 mostra o chuveiro com ducha vazando.

Figura 29 - Ducha apresentando vazamento na parte superior



Fonte: Autora.

A Figura 30 mostra uma torneira apresentando vazamento, onde se pode notar água acumulando na base da torneira.

Figura 30 - Torneira com vazamento



Fonte: Autora.

4.3.4 Resultado dos testes

Foram realizados ensaios para verificação de vazamentos não visíveis a olho nu, como é o caso de vazamentos em bacias sanitárias e no alimentador predial.

Para a Escola C o teste do corante teve que ser feito de maneira diferente das outras duas escolas pois esta não possuía apenas a válvula de descarga ligada a tubulação. Nas bacias sanitárias o teste foi feito da seguinte forma: o corante foi jogado na água da bacia e uma foto foi tirada como uma forma de amostra padrão, depois de 25 minutos a água na bacia seria comparada com a foto, se houvesse divergência na cor, havia vazamento.

O teste do corante foi feito em 10 bacias sanitárias da escola, pois por diversos motivos, como bacias em estado de conservação precárias, aparelhos interditados e algumas bacias que não tivemos acesso, não foi possível realizar em todas.

A Tabela 7 apresenta o resultado dos testes feitos em 8 banheiros aqui denominados de BA a BH, correspondendo aos banheiros de A a H em planta.

Tabela 8 - Resultados do teste do corante da Escola C

	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH
Quantidade de bacias em que o teste foi realizado (UND)	1	1	1	1	2	2	1	1
Bacias com vazamento (UND)	0	0	1	0	0	1	1	0

Fonte: Autora.

Em algumas bacias o vazamento ficou visível pois quando jogado o corante, depois de algum tempo, os filetes de água ficaram perceptíveis. A Figura 31 mostra o antes e depois de uma dessas bacias.

Figura 31 - Bacia antes e depois do tempo de teste



Fonte: Autora.

O teste de sucção não pôde ser realizado na torneira de jardim da escola pois mesmo após fechado o registro não parava de escoar água da torneira em pequenos filetes. O tempo esperado foi de aproximadamente 20 minutos e a água não cessou, logo, existe algum problema no registro que não é capaz de fazer a vedação completa da água. Foi notado, entretanto, que o hidrômetro continuava parado. Como é um elemento que possui muitas peças, uma manutenção deve ser realizada para descobrir qual apresenta defeito e trocá-la. Se não for possível trocar a peça, fazer a substituição do registro.

4.3.5 Resultado da pesquisa de satisfação dos usuários

Para a Escola C, o questionário A não foi aplicado aos alunos, pois os mesmos não possuíam idade suficiente para compreendê-lo.

A Tabela 9 apresenta a quantidade de pessoas a quem foi disponibilizado o questionário, a amostra de pessoas que responderam ao questionário e a porcentagem que essa amostra representa, além do erro pertencente a cada amostra.

Tabela 9 – Resultado do cálculo de amostras

Tipo de respondente	População (N)	Respondentes (n)	Porcentagem da população	Erro (%)
Professores	20	5	25%	39%
Funcionários da limpeza	3	3	100%	0%

Fonte: Autora.

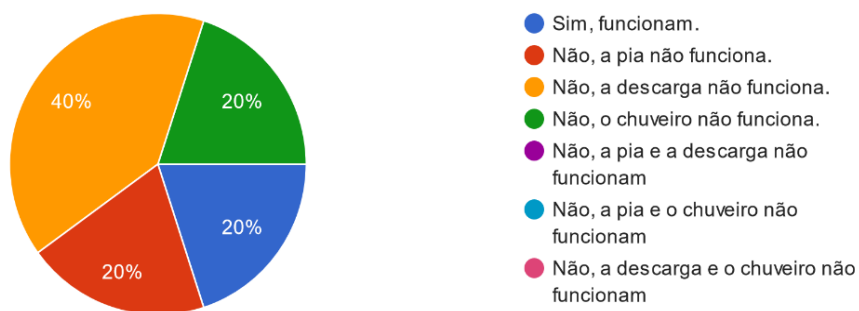
Para um erro amostral de 10% a amostra de professores deveria ser de 17 pessoas. A diretora respondeu prontamente ao questionário.

Serão apresentados os resultados dos principais questionamentos feitos para os usuários.

a) Funcionamento dos banheiros

Os professores foram questionados acerca do funcionamento dos banheiros. O Gráfico 15 mostra as respostas dadas pelos mesmos.

Gráfico 15 - Funcionamento dos banheiros na opinião dos professores - Escola C



Fonte: Autora.

A maioria dos professores (40%) responderam que a descarga dos banheiros não funciona corretamente, como pode ser visto no Gráfico 15. A opinião dos mesmos coincide com a análise feita sobre a condição de operação dos aparelhos/equipamentos sanitários onde foi verificado que 11 bacias sanitárias possuem problemas na sua descarga.

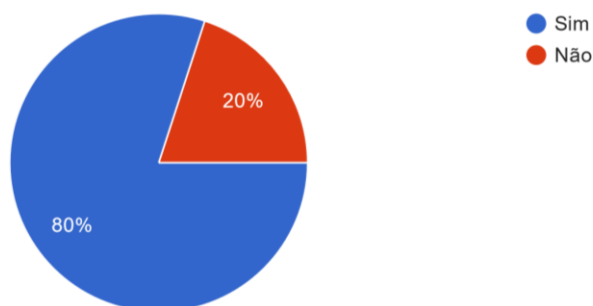
Quando questionados sobre o estado de conservação dos banheiros, a maioria dos professores também responderam que o estado de conservação dos banheiros é insatisfatório, o

que é comprovado pela análise feita sobre o estado de conservação dos aparelhos/equipamentos sanitários.

b) Odor no banheiro quando não está sendo utilizado

Os professores foram questionados acerca da presença de odor desagradável nos banheiros quando não estão sendo utilizados. O Gráfico 16 mostra as respostas dadas pelos professores.

Gráfico 16 - Presença de odor na opinião dos professores
- Escola C



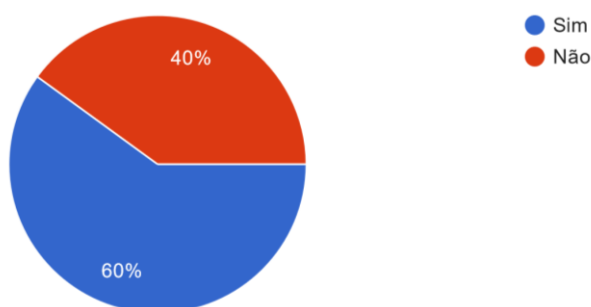
Fonte: Autora.

Como pode ser visto no Gráfico 16, a maioria dos professores responderam que sim, há odor. A opinião dos professores condiz com a inspeção feita nos banheiros onde foi notado mau cheiro.

c) Transtorno causado pelas chuvas

Os professores e também o diretor, foram questionados acerca da existência de algum problema causado pelas chuvas, como goteiras, entrada de água na edificação, entre outros. O Gráfico 17 mostra as respostas dadas pelos professores.

Gráfico 17 - Existência de transtornos causados pela chuva na opinião dos professores - Escola C



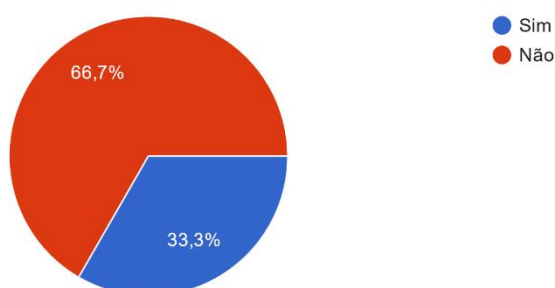
Fonte: Autora.

Como pode ser visto no Gráfico 17, a maioria dos professores responderam que há transtornos causados pela chuva. Quando questionada, a diretora da escola também respondeu que existem problemas causados pelas chuvas. As respostas obtidas coincidem com a análise feita no Sistema Predial de Águas Pluviais, onde foram encontradas infiltrações na edificação relacionados a problemas nesse sistema.

d) escoamento das águas

Os funcionários da limpeza foram questionados se o escoamento das águas ao lavar o piso dos banheiros é adequado e facilita a limpeza. O Gráfico 18 mostra as respostas dadas pelos funcionários.

Gráfico 18 - Escoamento adequado nos banheiros - Escola C



Fonte: Autora.

Como pode ser visto, a opinião da maioria dos funcionários é de que não há escoamento adequado para limpeza desses ambientes.

a) Periodicidade de limpeza do reservatório

A diretora foi questionada sobre a periodicidade de limpeza da caixa d'água e a mesma respondeu que a limpeza é feita de 6 em 6 meses, o que está de acordo com o recomendado pela NBR 5626 (ABNT, 2020) que especifica que a periodicidade máxima para limpeza dos reservatórios é semestral para preservação da qualidade da água, e deve ser feito por profissional capacitado. É importante destacar também que a Escola C foi a única em que, de acordo com o diretor, não ocorriam manutenções preventivas nos sistemas hidrossanitários.

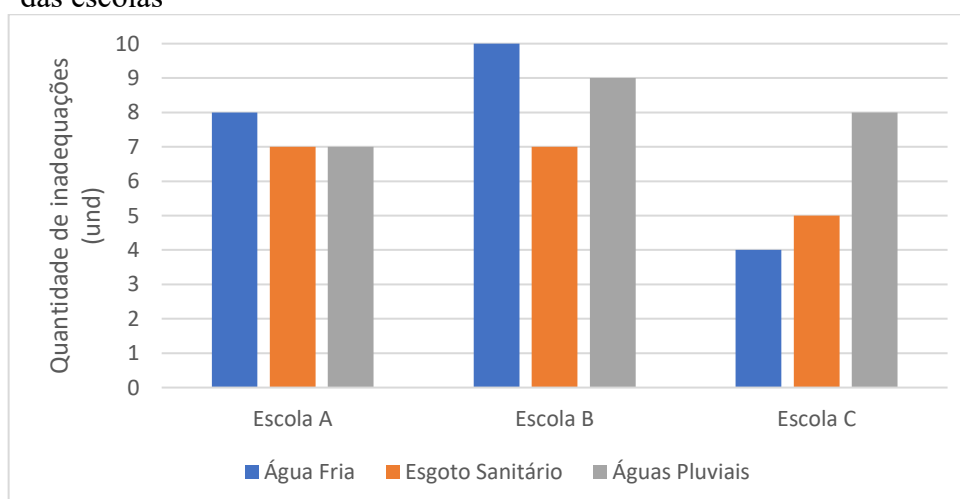
4.4 Comparação dos resultados das escolas

A partir das tabelas A.1, B.1 e C.1, encontradas nos apêndices A, B e C respectivamente, foi realizada a comparação dos resultados obtidos para as três escolas.

Nas instalações de água fria observa-se uma incidência maior de vazamentos. Esse resultado corrobora com Cremonini (1988) que em seu estudo concluiu que a manifestação patológica com maior incidência nos SPHS em unidades escolares foram vazamentos nas instalações hidráulicas. Nas instalações de esgoto sanitário a manifestação patológica com maior incidência foi o mau cheiro. Já nas instalações de águas pluviais observa-se uma incidência maior de vazamentos e infiltrações.

O Gráfico 19 apresenta a quantidade de não conformidades encontradas em cada sistema predial hidrossanitário das escolas, ainda de acordo com dados das tabelas A.1, B.1 e C.1.

Gráfico 19 - Índice de inadequações nos Sistemas Prediais Hidrossanitários das escolas

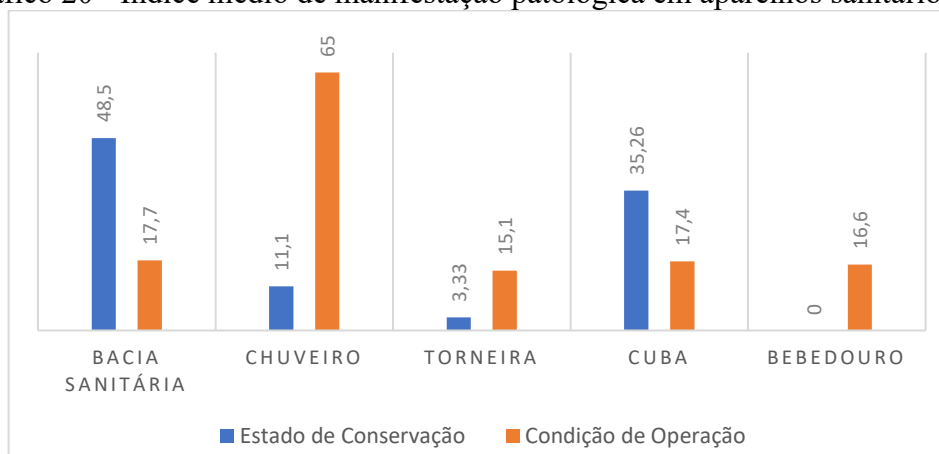


Fonte: Autora.

Observa-se que a escola que possui o maior número de inadequações nos SPHS é a Escola B, e analisando cada sistema separadamente é possível perceber que a que possui maior número de inadequações no SPAF e no SPAP também é a Escola B, o que não era o resultado esperado já que a edificação possuía apenas 13 anos no momento da pesquisa, idade não tão grande se comparada com a Escola A que possuía 33 anos. Além disso, a Escola B passava por uma reforma, não sendo possível investigar todas as áreas da edificação e nem todos os aparelhos sanitários, logo, o esperado era que não apresentasse tantas inadequações como as outras. Contudo, a quantidade de inadequações encontradas nessas escolas foi bastante próxima. Com relação ao SPES, as escolas A e B apresentaram o mesmo número de inadequações no sistema. Sendo a escola mais nova, com apenas 7 anos, era provável que a Escola C apresentasse o menor número de manifestações, o que de fato aconteceu. No entanto, a escola possui um sistema de águas pluviais mais ineficiente que a escola mais antiga.

A partir dos dados coletados pela Tabela D.1 (Apêndice D), o valor médio do índice de manifestações patológicas no estado de conservação e condição de operação dos componentes dos aparelhos/equipamentos sanitários, por tipologia, foi calculado e apresentado no Gráfico 20 abaixo:

Gráfico 20 - Índice médio de manifestação patológica em aparelhos sanitários (%)



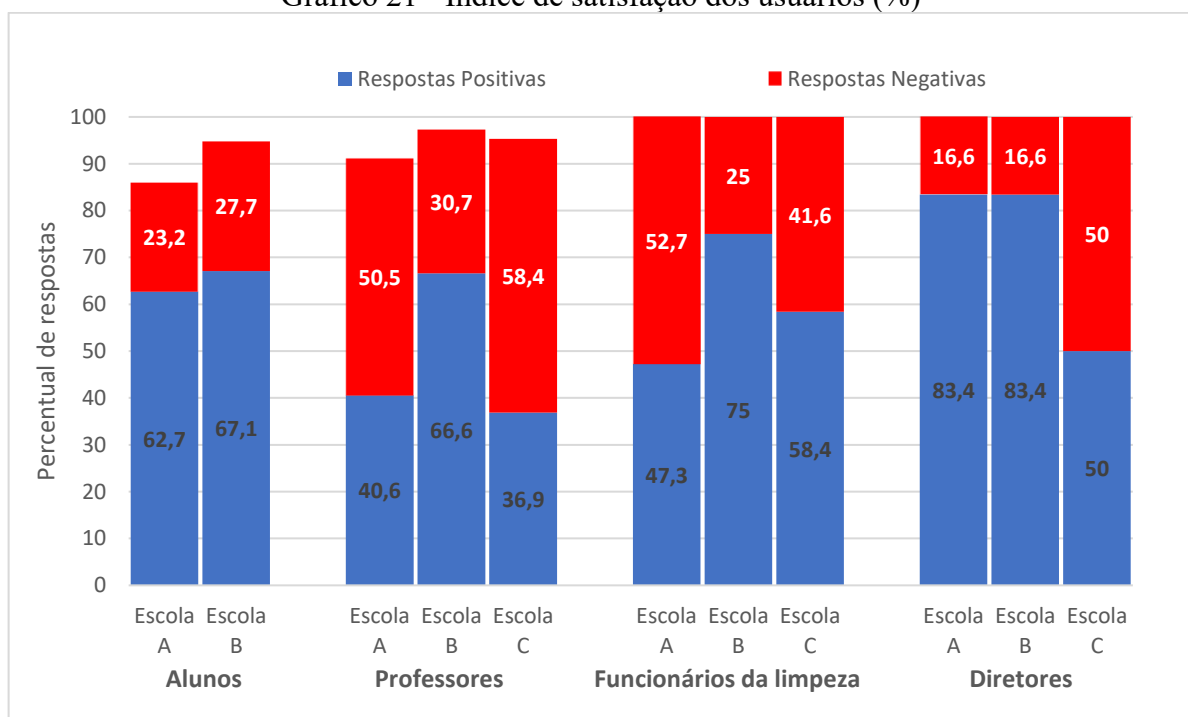
Fonte: Autora.

Verifica-se que os aparelhos das escolas que mais apresentaram estado de conservação inadequados foram as bacias sanitárias. Em relação a condição de operação, foram encontrados os maiores problemas nos chuveiros, o que demonstra a falta de manutenção periódica nesses equipamentos.

O Gráfico 21 apresenta o percentual de respostas positivas e negativas dadas pelos usuários sobre as instalações hidrossanitárias das escolas, com base no questionário respondido pelos mesmos. Os termos positivo e negativo aqui referem-se a satisfação do usuário com essas

instalações, ou seja, se no questionário a resposta possuía um cunho insatisfatório, ela foi considerada uma resposta negativa. É importante ressaltar que algumas respostas não possuíam caráter positivo ou negativo, logo foram descartadas, razão pela qual algumas porcentagens não atingem o limite (100%) no gráfico.

Gráfico 21 - Índice de satisfação dos usuários (%)

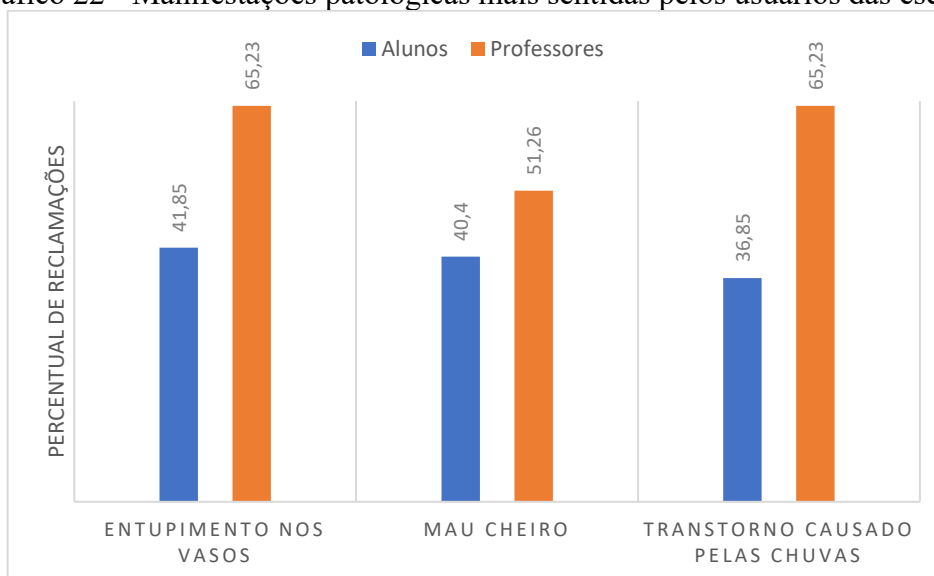


Fonte: Autora.

O índice médio de insatisfação das escolas A, B e C são 35,75%, 25%, 50%, respectivamente. A escola B é a que possui menor índice de reclamações por parte dos usuários, em contraste com a inspeção feita, que verificou que essa é a escola que mais possui inadequações. Já escola que apresentou o maior índice de insatisfação foi a Escola C. A inspeção realizada, por vezes, pode identificar inadequações técnicas que não são sentidas pelo usuário e, portanto, não foram abarcadas pelo questionário, o que pode explicar esse resultado.

O Gráfico 22 abaixo mostra as manifestações patológicas com maior índice de reclamações por parte dos professores e alunos das três escolas.

Gráfico 22 - Manifestações patológicas mais sentidas pelos usuários das escolas



Fonte: Autora.

Nota-se que a manifestação patológica mais sentida por alunos e professores nas escolas é o entupimento dos vasos, o que não era o esperado pois essa manifestação não foi notada na inspeção feita. As reclamações relacionadas ao mau cheiro e transtorno causado pelas chuvas, coincidem com a inspeção feita que identificou o mau cheiro e vazamentos e infiltrações causados pela chuva em toda as escolas.

Analisando as manifestações patológicas pode-se notar que a maioria são devidas a uma ausência de manutenção do sistema como um todo, ou a não adequação do mesmo em relação ao desempenho exigido pelas normas.

5 CONCLUSÃO

A partir das evidências bibliográficas sobre a grande incidência de manifestações patológicas nos sistemas prediais hidrossanitários foi desenvolvida uma avaliação desses sistemas em uma amostra de 3 escolas da rede municipal de Crateús. A investigação realizada consistiu na inspeção para levantamento de manifestações patológicas dos sistemas prediais hidrossanitários e aplicação de questionários aos usuários de quatro tipologias existentes nas escolas selecionadas.

Com relação ao primeiro objetivo específico, foi feito um levantamento de campo com ajuda de um *checklist* onde foi possível identificar manifestações patológicas e não conformidades presentes nesses sistemas. Pôde-se constatar que:

- O Sistema Predial de Águas Pluviais foi o que mais apresentou manifestações patológicas nas escolas e também o mais negligenciado, no que diz respeito a constatação da não existência de alguns de seus elementos;
- As manifestações patológicas mais frequentes nas escolas são vazamentos nas instalações hidráulicas, mau cheiro e presença de vazamentos e infiltrações causados pela chuva;
- O valor médio do índice de inadequações no estado de conservação dos componentes dos aparelhos/equipamentos sanitários, por tipologia, variou de 0 (bebedouros) a 48,5% (bacias sanitárias);
- O valor médio dos índices de inadequações na condição de operação, por tipologia, varia de 15,1 (torneiras) a 65% (chuveiros).

Nesse contexto, com relação ao segundo objetivo específico, pôde-se constatar que as manifestações patológicas com maior índice de reclamações por parte de alunos e professores coincidem com a inspeção feita. Cabe ressaltar que o questionário feito aos usuários também possibilitou o conhecimento de manifestações que não foram descobertas através da inspeção visual feita, como foi o caso de retorno de espuma e esgoto e entupimentos em vasos sanitários. Destaca-se que por conta da atual pandemia da COVID-19 o contato com os usuários só pôde ser feito por meio virtual, o que causou um baixo número de respostas em alguns questionários.

Já para o terceiro objetivo específico, foram criadas fichas técnicas que continham informações, fundamentadas em pesquisas bibliográficas, sobre prováveis fatores que levaram a ocorrência das principais manifestações patológicas encontradas, sua forma de prevenção e meios para tentativa de correção.

Para o quarto objetivo específico e diante do exposto, verifica-se que a metodologia ADO utilizada para desenvolvimento deste trabalho foi adequada, pois possibilitou atingir os demais objetivos propostos. É importante ressaltar ainda que, como limitações para este trabalho pode-se citar a própria característica dos SPHS. O fato de estarem instalados no interior de elementos como pisos, paredes e lajes, dificulta a inspeção de alguns trechos, exigindo metodologias mais sofisticadas para sua realização. Ainda assim, foi possível identificar com a metodologia adotada, muitas inconformidades nas edificações inspecionadas.

O levantamento documental feito possibilitou a comparação dos projetos das escolas com o que foi executado, apenas em 1 caso, sendo possível notar a existência de divergências entre ambos. É importante ressaltar que a demora de entrega dos documentos, que só foram disponibilizados após a inspeção, e a inexistência dos projetos dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários da maioria das escolas, dificultou a inspeção de alguns elementos da instalação.

Vale salientar que a maioria das escolas da sede do município de Crateús estavam passando ou já haviam passado por reformas recentes, o que explica o fato da Escola B, que estava no começo de uma reforma, ser escolhida.

Para o desenvolvimento de trabalhos futuros, recomenda-se:

- Realização de estudo sobre o índice de vazamentos e índice de perdas médios em prédios escolares;
- Desenvolvimento de estudo semelhante a outros tipos de prédios públicos;

Com o presente trabalho, espera-se ter contribuído com o estudo acerca das patologias hidrossanitárias em edificações escolares e também alertado para a importância de um sistema de manutenção. É importante ressaltar que a saúde dos elementos constituintes dos SPHS impacta diretamente no conforto e bem-estar dos usuários das edificações escolares e se faz ainda mais importante no contexto atual de pandemia.

REFERÊNCIAS

AECWEB. Problemas em telhados: entenda quais são e por que acontecem: Transbordamento ou penetração de água, entupimento das calhas ou condutores, envelhecimento das telhas e danos causados pela ação do vento são os mais comuns. **Cobertura, impermeabilização e isolamento**, [s. l.], entre 2010 e 2020. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/problemas-em-telhados-entenda-quais-sao-e-por-que-acontecem/13803>. Acesso em: 13 nov. 2020.

ALMEIDA, G.G. **Avaliação Durante Operação (ADO):** Metodologia aplicada aos Sistemas Prediais. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, (1994).

ALMEIDA, Ricardo de. **Manifestações patológicas em prédio escolar:** uma análise qualitativa e quantitativa. Orientador: José Mario Doleys Soares. 2008. Dissertação (Mestrado em engenharia civil) - Universidade Federal de Santa Maria, [S. l.], 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7717/ALMEIDA%2C%20RICARDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 3 mar. 2020.

ARAÚJO, Eliete de Pinho. **Instalações prediais de esgoto e águas pluviais:** Apostila. Brasília: Centro Universitário de Brasília, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844:** Instalações prediais de águas pluviais - Procedimento. Rio de Janeiro. 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160:** Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução. Rio de Janeiro. 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674:** Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:** Desempenho de edificações habitacionais. Rio de Janeiro. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16747:** Inspeção predial - Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento. Rio de Janeiro. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626:** Sistemas Prediais de Água Fria e Quente - Projeto, execução, operação e manutenção. Rio de Janeiro. 2020

ASSUNÇÃO, Ricardo Silva *et al.* **Levantamento de manifestações patológicas nos sistemas prediais hidráulicos – estudo de caso em uma edificação da UFG.** 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às ciências sociais.** 5. ed. Florianópolis: UFSC, 2002.

BONI, Adriana Cristina. **Interfaces físicas entre os Sistemas Prediais Hidráulicos E Sanitários (Sphs), estruturais e vedações**. 2010. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal de São Carlos, [S. l.], 2010.

BOSCARRIOL, Roberto. **Patologias em sistemas prediais - Hidráulica**. [S. l.]: Direcional Condomínios, 29 jul. 2013. Disponível em: <https://www.direcionalcondominios.com.br/sindicos/roberto-boscarriol-jr/item/73-patologias-em-sistemas-prediais-hidraulica.html>. Acesso em: 4 ago. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de educação básica. **Parâmetros Básicos de Infraestrutura para Instituições de Educação Infantil**. Encarte 1, 2006.

CARVALHO, Emerson Meireles De; ALMEIDA, Levy Santos. Check-list para inspeções prediais residenciais de múltiplos pavimentos: desenvolvimento e aplicação. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS, 2017, Foz do Iguaçu/PR. **Anais...**São Paulo: IBAPE. 2017.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. **Patologias em Sistemas Prediais Hidráulicos-Sanitários**. 1. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2013. 216 p.
CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. **Patologias em Sistemas Prediais Hidráulicos-Sanitários**. 3. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2018. 226 p.

CONCEIÇÃO, Alessandro Pucci da. **Estudo da Incidência de Falhas Visando a Melhoria da Qualidade dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários**. 2007. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

COSTA, Carolina Helena de Almeida; ILHA, Marina Sangoi de Oliveira. Componentes BIM de sistemas prediais hidráulicos e sanitários baseados em critérios de desempenho. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 157-174, abr./jun. 2017.

CREDER, Helio. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. 6. ed. [S. l.]: LTC, 2006. 440 p. ISBN 9788521614890.

CREMONINI, Ruy Alberto. **Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares na região de Porto Alegre: Recomendações para projeto, execução e manutenção**. 1988. Dissertação (Mestrado em engenharia civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.

FIBERSALS. **Impermeabilização em caixas d'água: por que investir?**. [S. l.]: FiberSals, 2017 ou 2018. Disponível em: <https://fibersals.com.br/blog/impermeabilizacao-em-caixas-dagua-por-que-investir/>. Acesso em: 2 mar. 2021.

GASTMANS, D *et al.* (2004). Caracterização De Incrustações Em Equipamentos De Bombeamento E Tubulações Instalados Em Poços Tubulares Profundos –Estudo De Caso. Águas Subterrâneas. *In* XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, São Paulo. **Anais**, 2018.

GOTO, Hugo. **Instalações prediais de esgoto e águas pluviais**. 1. ed. Brasília: NT Editora, 2018.

GRAÇA, Moacyr Eduardo Alves da; LANDI, Francisco Romeu. **Formulação de modelo para avaliação das condições determinantes da necessidade de ventilação secundária em sistemas prediais de coleta de esgotos sanitários**. 1985. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985.

HELENE, P. **Manutenção para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto**. Pini, 2ª ed. São Paulo, 1992.

ILHA, M.S.D.O.; GONÇALVES, O.M. **Sistemas Prediais de Água Fria**. Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1994. 113p.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. **Norma de Inspeção Predial Nacional**. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama**. Brasília, 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/crateus/panorama>. Acesso em: 10 set. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Censo Escolar**, 2020.

JESUS, Djalma Santos de; ALMEIDA, Rosa Alencar Santana de. Condições operacionais de reservatórios em sistemas de abastecimento de água indiretos: Estudo de caso em um Campus Universitário. **Estudos de Caso e Notas Técnicas**, [s. l.], 2019.

LEAK INSPECTION. **Quanto custa um vazamento?** [S. l.], 26 dez. 2018. Disponível em: <https://www.leak.com.br/2018/12/26/vazamento/>. Acesso em: 23 out. 2020.

LEAK INSPECTION. **Como tratar infiltração em lajes e paredes**. [S. l.]: Leak Inspection, 2019. Disponível em: <https://www.leak.com.br/2019/03/08/como-tratar-infiltracao-em-lajes-e-paredes/>. Acesso em: 30 jan. 2021.

MANUAL TÉCNICO TIGRE: **Orientações Técnicas sobre Instalações Hidráulicas Prediais**. 5. ed. [S. l.: s. n.], 2013.

MIKALDO JR, Jorge; SCHEER, Sergio. Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: qual é a melhor solução? **Gestão & Tecnologia de Projetos**, [s. l.], v. 3, n. 1, maio/2008.

MIRANDA, Carlos Alberto Silva; MONTEIRO, Teófilo Carlos do Nascimento. Qualidade de água em sistemas de reservação e distribuição predial na cidade do Rio de Janeiro. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 5, n. 3, p. 284-295, 1989.

MORUZZI, Rodrigo Braga *et al.* Caracterização química e mineralógica da incrustação em rede de ferro fundido e potencial de recuperação da capacidade hidráulica. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 17, ed. 3, julho/setembro 2012.

NAKAMURA, Juliana. Como prevenir o entupimento de tubulações de esgoto? Cuidados no dimensionamento das instalações e orientações para uso e manutenção são eficazes para evitar transtornos causados por obstruções. *In: Instalações hidráulicas*. [S. l.]: AECweb, entre 2010 e 2019. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/como-prevenir-o-entupimento-de-tubulacoes-de-esgoto/20111>. Acesso em: 23 set. 2020.

NUNES, Eunice. Ar em tubulação faz conta de água disparar: Problema, que é reconhecido por empresas de saneamento, ocorre sobretudo em locais onde há racionamento. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 27 ago. 2001. Cotidiano. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff2708200116.htm>. Acesso em: 31 out. 2020

OLIVEIRA, Lucia Helena de. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios**. 1999. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade de São Paulo, [S. l.], 1999.

OLIVEIRA, Lúcia Helena de. Conservação de água em edifícios. **Água e construção sustentável**, [s. l.], 2016.

PEREIRA, Caio. Instalações Hidráulicas. **Escola Engenharia**, 2017. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/instalacoes-hidraulicas/>. Acesso em: 12 de maio de 2020.

PICCHI, Flávio Augusto; AGOPYAN, Vahan. **Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção de edifícios**. 1993. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

PINA, Gregório Lobo de. **Patologia nas habitações populares**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, [S. l.], 2013.

PUJADAS, Flávia Zoéga Andreatta *et al.* **Inspeção Predial: a Saúde dos Edifícios**. 2. ed. São Paulo: IBAPE/SP, 2015. 36 p. Disponível em: https://ibape-sp.org.br/adm/upload/uploads/1541781803-Cartilha-Inspecao_Predial_a_Saude_dos_Edificios.pdf. Acesso em: 24 ago. 2020.

QUIMATIC TAPMATIC (São Paulo). **Entenda o que causa e como evitar vazamentos em tubulações**. [S. l.]: Quimatic Tapmatic, 2017. Disponível em: <https://www.quimatic.com.br/blog/2017/07/entenda-o-que-cause-e-como-evitar-vazamentos-em-tubulacoes/>. Acesso em: 2 set. 2020

REALI, Marco Antônio Penalva et al. **Instalações Prediais de Água Fria**. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (São Paulo). Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos. 2002. Disponível em: <https://organizacaoct.files.wordpress.com/2014/04/c3a1gua-fria-manual-de-instalac3a7c3b5es-prediais.pdf>. Acesso em: 27/02/2020.

REIS, Ricardo Prado Abreu. **Sistemas Prediais de Águas Pluviais (SPAP): Concepção de projeto. Métodos de dimensionamento dos componentes e sistemas**. Goiânia: Escola de Engenharia Civil - UFG, 2007.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

ROCHA, R. R. **Análise e caracterização de soluções acústicas para mitigar os ruídos oriundos de instalações hidrossanitárias prediais**. 110p. Dissertação (Mestre em Ciências) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo 2018.

SAINT GOBAIN. **Transiente hidráulico**. [S. l.]: Pam - Saint Gobain, 8 jun. 2018. Disponível em: <https://www.sgpam.com.br/artigos/transiente-hidraulico>. Acesso em: 22 out. 2020.

SILVA, Marcelo Henrique Apolinario da; PAIXÃO, Thyago César Rodrigues. **Proposição de ferramenta de avaliação de projetos hidráulicos e sanitários prediais**. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás, São Paulo, 2016.

SILVA, Francisco Roniel Soares. **Análise de manifestações patológicas em paredes de alvenaria de blocos cerâmicos em edificações de pequeno porte: um estudo de caso na cidade de Crateús - CE**. Orientador: Heloína Nogueira da Costa. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará, [S. l.], 2020.

TEIXEIRA, Paula de C. *et al.* **Estudo de Patologias nos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários do Prédio do Ciclo Básico II da Unicamp**, Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 1, n. 2, p. 34-50, 2011.

TIGRE. Predial Acessórios. *In*: TIGRE (Brasil). **Catálogo Técnico**. [S. l.: s. n.], 2016. Disponível em: <https://www.tigre.com.br/themes/tigre2016/downloads/catalogos-tecnicos/ct-acessorios.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2021.

TIGRE. **Retrossifonagem**. [S. l.]: Tigre, entre 2018 e 2020. Disponível em: <https://www.tigre.com.br/en/node/2238>. Acesso em: 13 out. 2020.

TOMAZ, Plínio. Retrossifonagem. *In*: TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. [S. l.: s. n.], 2010. cap. 25.

TORINO SOLUZIONI AMBIENTALI. **Incrustação: o que é e como eliminá-la das tubulações?**: O que são incrustações em tubulações?. [S. l.], 14 jan. 2018. Disponível em: <http://www.tsambientali.com.br/incrustacao-o-que-e-e-como-elimina-la-das-tubulacoes/>. Acesso em: 28 out. 2020.

VENTURINI, M.A.A.G. **Metodologia de análise e decisão multicriterial para a reabilitação de sistemas de abastecimento de água**. Orientador: Paulo Sérgio Franco Barbosa. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, [S. l.], 2003.

VIANA, Dandara. **Instalações prediais de água fria: dimensionamento**. [S. l.]: Guia da Engenharia, 11 jun. 2019. Disponível em: <https://www.guiadaengenharia.com/instalacoes-agua-fria/>. Acesso em: 19 out. 2020.

VIEIRA, Paulo César Corrêa. **Patologias em Instalações Hidro - Sanitárias de Edifícios Residenciais na Zona Centro-Sul de Manaus (AM): Diagnóstico e Terapia**. 2016.

Dissertação (Mestre em Engenharia de Processos) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.

APÊNDICE A – CHECKLIST DE ÁGUA FRIA

Na Tabela A.1 são apresentadas as principais inadequações referentes aos requisitos dos projetos do Sistema Predial de Água Fria, além disso é apresentado também o resultado da inspeção nas escolas:

Tabela A.1 – Checklist do SPAF

SISTEMA PREDIAL DE ÁGUA FRIA			
INADEQUAÇÕES	ESCOLA A	ESCOLA B	ESCOLA C
Reservação			
Ausência ou posicionamento inadequado da tubulação de aviso e de extravasão		ID	
Ausência ou insuficiência de folga das paredes laterais de reservatório inferior com paredes limítrofes do subsolo, e da laje de fundo com o piso			
Formato do reservatório e posicionamento das tubulações favorecendo a formação de zonas de estagnação e a contaminação da água	ID		
Ausência de proteção dos pontos de inspeção dos reservatórios contra entrada de água e luminosidade	NPID	NPID	NPID
Reservatório em posição inadequada			
Ausência de dispositivo de proteção contra ingresso de objetos na entrada da tubulação de sucção (item 5.2.5.4 da norma)			
Material inadequado			
Falha na estanqueidade		ID	
Possibilidade de retrossifonagem		ID	
Conexão cruzada (contato com outros sistemas prediais e fontes poluidoras)			
Dificuldade de acesso	ID	ID	
Vazamentos			
Tomada de água no reservatório favorecendo a contaminação da água		NPID	
Tubulações			
Ausência de registros de fechamento para comando individual das colunas de distribuição de água		ID	
Barrilete em espaço inadequado ou insuficiente para manobras do sistema e manutenção	ID		
Ausência de tubulação exclusiva para alimentação de água fria a válvulas de descarga de bacias sanitárias			
Tubulações plásticas expostas ao tempo	ID	ID	
Não cumprimento das pressões mínimas e máximas nas instalações recomendadas por Norma			

Ausência de tubos de ventilação ou dispositivo quebrador de vácuo em colunas de distribuição de água fria	ID	ID	
Ausência de dispositivo adequado de prevenção contra refluxo na alimentação de torneiras de jardins, aspersores, fontes, cascatas, piscinas e/ou chafarizes	ID	ID	ID
Ramais de distribuição de água fria formando sifões invertidos com possibilidade de acúmulo de ar em suas partes altas possibilidade de acúmulo de ar em suas partes altas	NPID	NPID	NPID
Entupimentos			ID
Vazamentos			
Estado de conservação inadequado (rachaduras, ...)	ID	ID	
Aparelhos sanitários			
Vazamentos em aparelhos sanitários	ID	ID	ID
Entupimentos nos aparelhos sanitários			ID

Fonte: Adaptado de Paixão e Silva (2016).

ID: Identificado; NPID: Não foi possível identificar

APÊNDICE B - CHECKLIST DE ESGOTO SANITÁRIO

Na Tabela B.1 são apresentadas as principais inadequações referentes aos requisitos dos projetos do Sistema Predial de Esgoto Sanitário, além disso é apresentado também o resultado da inspeção nas escolas:

Tabela B.1 – Checklist do SPES

SISTEMA PREDIAL DE ESGOTO SANITÁRIO			
INADEQUAÇÕES	ESCOLA A	ESCOLA B	ESCOLA C
Coleta e transporte			
Possibilidade de ocorrência de retrossifonagem em aparelho sanitário			
Declividade insuficiente das tubulações de esgoto			
Existência de mudanças de direção em 90° em trechos horizontais de ramais de descarga e esgoto, subcoletores e coletores prediais		ID	
Travessia incorreta de vigas e paredes			
Material inadequado	ID		
Possibilidade de transmissão inadequada de ruídos devido a configuração das instalações de esgoto			
Inexistência ou subdimensionamento de caixa de gordura coletiva	ID	ID	
Ausência, inadequação e/ou inacessibilidade de dispositivos de inspeção em bases de tubos de queda e mudanças de direção de subcoletores e coletores prediais	ID		
Posicionamento inadequado dos elementos do sistema	ID	ID	
Ausência de válvula de retenção de esgoto em edificação em que possa ocorrer o retorno de esgoto da rede urbana			
Retorno de espuma			ID*
Vazamentos em tubulações, aparelhos sanitários e ralos			ID
Mau cheiro	ID	ID	ID
Declividade inadequada do piso do banheiro favorecendo empoçamento		ID	
Ausência ou posicionamento inadequado do sifão	ID		ID
Vedação inadequada das caixas e aparelhos sanitários		ID	ID
Ventilação			
Ausência ou ineficiência de ventilação do sistema de esgoto: Posicionamento inadequado da extremidade de colunas de ventilação de esgoto e	ID	ID	

tubos ventiladores; Ausência de terminais de ventilação adequados nas extremidades de colunas de ventilação e de tubos ventiladores.			
Travessia incorreta de vigas e paredes			

Fonte: Adaptado de Paixão e Silva (2016).

ID: Identificado; ID*: Como não foi possível verificar por meio de inspeção, foi identificado por meio dos questionários onde a maioria dos usuários relatou presenciar tal manifestação patológica.

APÊNDICE C - CHECKLIST DE ÁGUAS PLUVIAIS

Na Tabela C.1 são apresentadas as principais inadequações referentes aos requisitos dos projetos do Sistema Predial de Águas Pluviais, além disso é apresentado também o resultado da inspeção nas escolas:

Tabela C.1 - Checklist do SPAP

SISTEMA PREDIAL DE ÁGUAS PLUVIAIS			
INADEQUAÇÕES	ESCOLA A	ESCOLA B	ESCOLA C
Coleta e transporte			
Declividade incorreta de lajes		ID	ID
Ausência ou quantidade insuficiente de ralos em lajes		ID	ID
Ausência de declividade das calhas/Ausência de calhas	ID	ID	ID
Declividade incorreta das áreas de contribuição externas	ID	ID	
Posicionamento inadequado de pontos de drenagem/Inexistência ou quantidade insuficiente de pontos de drenagem	ID	ID	ID
Ausência de condutores verticais para transporte das águas pluviais		ID	ID
Ausência ou quantidade insuficiente de condutores horizontais	ID	ID	ID
Existência de mudanças de direção em 90° em condutores horizontais de águas pluviais			
Entupimento das calhas e condutores			ID
Ressecamento de condutores	ID		
Vazamentos e infiltrações	ID	ID	ID
Ausência de rufos	ID	ID	
Material inadequado dos componentes			

Fonte: Adaptado de Paixão e Silva (2016).

ID: Identificado.

**APÊNDICE D – CHECKLIST DE APARELHOS/EQUIPAMENTOS
SANITÁRIOS**

A Tabela D.1 foi utilizada para realização da inspeção dos aparelhos/equipamentos sanitários.

Tabela D.1 – Checklist dos aparelhos sanitários

Aparelhos sanitários		Local				
Bacia sanitária						
Louça						
Estado de conservação	Satisfatório					
	Quebrado/trincado					
Condição de operação	Satisfatório					
	Entupido					
	Vazando					
Fixação	Adequada					
	Não adequada					
Flexível						
Estado de conservação	Satisfatório					
	Quebrado/trincado					
Condição de operação	Satisfatório					
	Vazando					
Caixa acoplada						
Estado de conservação	Satisfatório					
	Sem tampa					
	Quebrado/trincado/rachado					
Condição de operação	Satisfatória					
	danificada					
	Problemas no botão					
Chuveiro						
Estado de conservação	Satisfatório					
	Quebrado/trincado					
Condição de operação	Satisfatório					
	Entupido					

	Vazando/gotejando						
Torneira							
Estado de conservação	Satisfatório						
	Não satisfatório						
Condição de operação	Satisfatória						
	Entupido						
	Vazando/gotejando						
Cuba							
Estado de conservação	Satisfatório						
	Quebrado/trincado						
Fixação	Satisfatória						
	Solta						
Bebedouro							
Estado de conservação	Satisfatório						
	Não satisfatório						
Condição de operação	Satisfatória						
	Entupido						
	Vazando/gotejando						

Fonte: Adaptado de Paixão e Silva (2016).

APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DOS ALUNOS

Prezado(a) aluno(a),

Este questionário tem o objetivo de coletar informações a respeito do comportamento do sistema de água, esgoto e águas pluviais da sua escola. Isso servirá como base para um Trabalho de Conclusão de Curso. Meu nome é Amanda Jéssica Alves Bezerra, estou cursando Engenharia Civil na Universidade Federal do Ceará e o preenchimento deste questionário será de grande importância para meu trabalho, por isso agradeço muito sua participação. Só para lembrar, esse é um questionário totalmente anônimo.

1. O banheiro funciona corretamente (descarga, lavatório, chuveiro)? Se não, o que não funciona?
 - () Sim, funciona.
 - () Não, o lavatório não funciona.
 - () Não, a descarga não funciona.
 - () Não, o chuveiro não funciona.
 - () Não, o lavatório e a descarga não funcionam
 - () Não, o lavatório e o chuveiro não funcionam
 - () Não, a descarga e o chuveiro não funcionam
2. Você já presenciou entupimentos nos vasos sanitários?
 - () Sim
 - () Não
3. Existe algum odor desagradável no banheiro quando ele não está sendo utilizado?
 - () Sim
 - () Não
4. Existe algum problema causado pelas chuvas, como goteiras, entrada de água na edificação, entre outros?
 - () Sim
 - () Não
5. Com relação aos banheiros: Existem infiltrações ou vazamentos visíveis? (paredes ou tetos amarelados, etc)
 - () Sim
 - () Não

6. Aparentemente, como você considera a qualidade da água fornecida? (Água das torneiras, chuveiros etc.)
- Boa
 - Ruim, possui odor
 - Ruim, possui cor escura
 - Regular
7. Há interrupções no fornecimento de água devido problemas nas instalações hidrossanitárias?
- Sim
 - Não
 - Não sei
8. Há interrupções no fornecimento de água devido a falta de água no reservatório/caixa d'água?
- Sim
 - Não
 - Não sei
9. Com relação as salas e laboratórios: Existem infiltrações ou vazamentos visíveis? (paredes ou tetos amarelados, etc)
- Sim
 - Não
10. Você escuta ruídos vindos das tubulações de água e esgoto?
- Sim
 - Não
11. Já presenciou o retorno de espuma e esgoto? (em ralos, pias, etc.)
- Sim
 - Não
12. Você já utilizou o chuveiro para tomar banho na sua escola?
- Sim
 - Não, porque não precisei
 - Não, não sai água suficiente
 - Não, o banheiro não possui estrutura adequada que me deixe confortável para usar o chuveiro
 - Não, por algum outro motivo

APÊNDICE F - QUESTIONÁRIO DOS PROFESSORES

Prezado(a) professor(a),

Este questionário tem o objetivo de coletar informações a respeito do comportamento do sistema de água, esgoto e águas pluviais da sua escola. Isso servirá como base para um trabalho de conclusão de curso. Meu nome é Amanda Jéssica Alves Bezerra, estou cursando engenharia civil na Universidade Federal do Ceará e o preenchimento deste questionário será de grande importância para meu trabalho, por isso agradeço muito sua participação. Só para lembrar, esse é um questionário totalmente anônimo.

1. Sobre o estado de conservação dos banheiros, como você classifica:
 satisfatório
 insatisfatório
1. Ocorrem entupimentos nos vasos sanitários?
 Sim
 Não
2. Você já utilizou o chuveiro para tomar banho na sua escola?
 Sim
 Não, porque não precisei
 Não, não sai água suficiente
 Não, o banheiro não possui estrutura adequada que me deixe confortável para usar o chuveiro
 Não, por algum outro motivo
3. Os banheiros funcionam corretamente (descarga, lavatório, chuveiro)? Se não, o que não funciona?
 Sim, funciona.
 Não, o lavatório não funciona.
 Não, a descarga não funciona.
 Não, o chuveiro não funciona.
 Não, o lavatório e a descarga não funcionam
 Não, o lavatório e o chuveiro não funcionam
 Não, a descarga e o chuveiro não funcionam

4. Existe algum odor desagradável nos banheiros quando eles não estão sendo utilizados?
 Sim
 Não
5. Com relação aos banheiros: Existem infiltrações ou vazamentos visíveis? (paredes ou tetos amarelados, etc.)
 Sim
 Não
6. Existe algum problema causado pelas chuvas, como goteiras, entrada de água na edificação, entre outros?
 Sim
 Não
7. Aparentemente, como você considera a qualidade da água fornecida? (Água das torneiras, chuveiros etc.)
 Boa
 Ruim, possui odor
 Ruim, possui cor escura
 Regular
8. Há interrupções no fornecimento de água devido problemas nas instalações hidrossanitárias?
 Sim
 Não
 Não sei
9. Há interrupções no fornecimento de água devido a falta de água no reservatório/caixa d'água?
 Sim
 Não
 Não sei
10. Com relação as salas e laboratórios: Existem infiltrações ou vazamentos visíveis? (paredes ou tetos amarelados, etc.)
 Sim
 Não
11. Já presenciou o retorno de espuma e esgoto? (em ralos, pias, etc.)
 Sim
 Não

12. Você escuta ruídos vindos das tubulações de água e esgoto?

Sim

Não

APÊNDICE G - QUESTIONÁRIO DOS FUNCIONÁRIOS DA LIMPEZA

Prezado(a) funcionário(a),

Este questionário tem o objetivo de coletar informações a respeito do comportamento do sistema de água, esgoto e águas pluviais da sua escola. Isso servirá como base para um trabalho de conclusão de curso. Meu nome é Amanda Jéssica Alves Bezerra, estou cursando engenharia civil na Universidade Federal do Ceará e o preenchimento deste questionário será de grande importância para meu trabalho, por isso agradeço muito sua participação. Só para lembrar, esse é um questionário totalmente anônimo.

Com relação aos banheiros da escola:

1. O escoamento das águas ao lavar o piso é adequado e facilita a limpeza do chão?
 Sim
 Não
2. Existem ralos suficientes para execução dessa limpeza?
 Sim
 Não
3. Existem infiltrações ou vazamentos aparentes neste ambiente?
 Sim
 Não
4. Aparentemente, como você considera a qualidade da água fornecida nesse ambiente?
(Água das torneiras, chuveiros etc.)
 Boa
 Ruim, possui odor
 Ruim, possui cor escura
 Regular
5. Há interrupções no fornecimento de água devido problemas nas instalações?
 Sim
 Não
 Não sei
6. Há interrupções no fornecimento de água devido a falta de água no reservatório/caixa d'água?
 Sim
 Não

Não sei

Com relação às salas e laboratórios da escola:

1. Existem infiltrações ou vazamentos aparentes nesses ambientes? (paredes ou tetos amarelados, etc.)

Sim

Não

Perguntas gerais:

1. Os restos de comida são jogados na pia?

Sim

Não

2. Os usuários descartam incorretamente produtos em vasos e pias?

Sim

Não

3. Já presenciou o retorno de espuma e esgoto?

Sim

Não

4. Você escuta ruídos vindos das tubulações de água e esgoto?

Sim

Não

5. Onde são descartadas as gorduras?

Na pia da cozinha

No lixo

São armazenadas e depois enviadas para reciclagem

APÊNDICE H - QUESTIONÁRIO DOS DIRETORES

Prezado(a) diretor(a),

Este questionário tem o objetivo de coletar informações a respeito do comportamento do sistema de água e esgoto da escola. Isso servirá como base para um trabalho de conclusão de curso. Meu nome é Amanda Jéssica Alves Bezerra e estou cursando Engenharia Civil na UFC campus Crateús e o preenchimento deste questionário será de grande importância para meu trabalho, por isso agradeceria muito sua participação.

1. Existem reclamações quanto ao funcionamento dos banheiros?
 Sim
 Não
2. Existe algum problema causado pelas chuvas, como goteiras, entrada de água na edificação, entre outros?
 Sim
 Não
3. Há interrupções no fornecimento de água devido problemas nas instalações hidrossanitárias?
 Sim
 Não
4. Há interrupções no fornecimento de água devido falta de água no reservatório?
 Sim
 Não
5. É realizada manutenção preventiva nos sistemas hidrossanitários?
 Sim
 Não
6. A caixa d'água supre a demanda de abastecimento da escola?
 Sim
 Não
7. É realizada a atividade de inspeção predial (avaliação isolada ou combinada das condições técnicas, de uso e de manutenção da edificação)? Se sim, qual a periodicidade?
 Não é realizada a atividade de inspeção predial
 Sim, anualmente

- Sim, a cada 3 anos
- Sim, a cada 5 anos
- Outra frequência
- Se você marcou "outra frequência", especifique-a :

8. Qual a periodicidade de limpeza do reservatório?

- Não é feita limpeza.
- Anual
- A cada 2 anos
- Outro

Se você marcou "Outro" por favor especifique:

9. Como é feita a manutenção das calhas?