

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**JÉSSICA RODRIGUES GRIEBELER  
LAÍS MARIANA WOSNIACK**

**ANÁLISE DE PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS DE UNIDADES  
BÁSICAS DE SAÚDE DA CIDADE DE CURITIBA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**CURITIBA  
2017**

JÉSSICA RODRIGUES GRIEBELER  
LAÍS MARIANA WOSNIACK

**ANÁLISE DE PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS DE UNIDADES  
BÁSICAS DE SAÚDE DA CIDADE DE CURITIBA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Engenheiro Civil, do Departamento de Construção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Wellington Mazer  
Co-orientador: Prof. Dr. Aduino Lima

CURITIBA  
2017



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Campus Curitiba – Sede Ecoville

Departamento Acadêmico de Construção Civil  
Curso de Engenharia Civil



---

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

# **ANÁLISE DE PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS DE UNIDADES BÁSICAS DE SAÚDE DA CIDADE DE CURITIBA**

por

**JÉSSICA RODRIGUES GRIEBELER**

**LAIS MARIANA WOSNIACK**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi defendido às 17h30 do dia 05 de Dezembro de 2017 como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, o trabalho foi considerado aprovado pela seguinte Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Wellington Mazer  
UTFPR  
Orientador

---

Prof. Dr. Aduino José Miranda de Lima  
UTFPR  
Co-orientador

---

Prof. Me. Marcelo Queiroz Varisco  
UTFPR

OBS.: O documento assinado encontra-se em posse da coordenação do Curso.

Dedicamos este trabalho às nossas famílias, por sempre acreditar e investir em nós. Aos nossos amigos e companheiros de vida, pelo incentivo e apoio constantes.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus pelo Seu amor, cuidado e provisão em minha vida.

Aos meus pais, Marcos e Sidinéia, e irmãs, Bárbara e Lais, por me encorajarem a buscar meus sonhos e por serem minha base de tudo.

Ao querido Pablo, que mesmo de tão longe sempre alegra o meu dia com seu carinho e cuidado.

Aos amigos que enchem meus dias de alegria.

Ao Professor Orientador Dr. Wellington Mazer e ao Professor Co-Orientador Dr. Aduino Lima pela orientação e apoio.

Ao Engenheiro Marcos José dos Santos, da Secretaria Municipal de Saúde, pelo apoio imprescindível para o desenvolvimento deste trabalho.

Às Professoras Dra. Elisabeth Penner e Dra. Janine Correa pelo auxílio e disponibilidade.

Ao Professor Dr. José Carlos Coninck do Departamento Acadêmico de Matemática pelo esclarecimento de dúvidas.

À minha amiga e dupla de TCC Laís Wosniack pelo confiança, companheirismo e amizade.

*Jéssica Rodrigues Griebeler*

## AGRADECIMENTOS

Ao meu pai Edilton, por todo incentivo para que eu seguisse meus sonhos.

À minha mãe Susana, pela paciência e apoio nos momentos em que precisei.

À minha *nonna* Iolanda, que com seu bom humor me ajudou a continuar nessa jornada.

Aos meus demais familiares e amigos, que tornam meus dias melhores.

Ao Professor Orientador Dr. Wellington Mazer, por todos conhecimentos e experiências transmitidos, além da disponibilidade para a orientação.

Ao Professor Co-Orientador Dr. Adauto Lima pelas sugestões e orientações que enriqueceram o aprendizado.

À Professora Dra. Janine Correa, pelo auxílio e recomendações valiosas.

Ao Professor Dr. José Carlos Coninck, pela disposição em esclarecer dúvidas.

Ao Engenheiro Marcos José dos Santos, da Secretaria Municipal de Saúde, pela disponibilidade em auxiliar no desenvolvimento das atividades deste trabalho e pela paciência para esclarecer dúvidas.

À minha amiga e dupla de TCC, Jéssica Rodrigues Griebeler, pela amizade, tranquilidade e perseverança no desenvolvimento deste trabalho.

*Laís Mariana Wosniack*

*“Aim for the moon. If you miss,  
you may hit a star”.*

W. Clement Stone

## RESUMO

GRIEBELER, J.; WOSNIACK, L. Análise de Patologias em Estruturas de Unidades Básicas de Saúde da Cidade de Curitiba. 2017. 133 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

Manifestações patológicas são comumente encontradas em edifícios públicos brasileiros. Isso reflete um problema generalizado no setor de projetos, construção e manutenção que, por sua vez, impactam negativamente sobre o conforto, a saúde e a segurança dos usuários. Em se tratando de estruturas destinadas à área da saúde, essa particularidade se torna altamente desfavorável. Este trabalho apresenta uma análise da situação atual das estruturas de prédios públicos da cidade de Curitiba, com enfoque nas Unidades Básicas de Saúde (UBS). Primeiramente, foi calculado e definido um número estatisticamente adequado de UBSs a serem vistoriadas, e na sequência foram realizadas as visitas técnicas com o levantamento de dados *in loco*. Por fim, foram estabelecidos critérios para a avaliação das anomalias. As análises demonstraram um provável vício construtivo dos prédios das UBSs pela impermeabilização inadequada e ausência de construção de vergas e contra-vergas, que respectivamente provocaram o desenvolvimento de patologias por umidade ascendente e fissuração na maioria das UBSs. Somado aos vícios construtivos também foram encontradas anomalias causadas por falhas de projeto e negligência na manutenção. Após a definição de parâmetros para dar notas que pudessem representar o estado de conservação das estruturas das UBSs vistoriadas, chegou-se em uma nota geral conferida a todas as estruturas das UBSs de Curitiba de  $7 \pm 3$ , com grau de confiabilidade de 95% sobre essa afirmação, classificando as unidades em risco de criticidade Mínimo. A partir desses resultados foi possível concluir que embora as estruturas das UBSs de Curitiba apresentem uma análise positiva, não se pode ignorar os casos detectados de patologias em situações críticas que necessitam de manutenção para que tenham um desempenho adequado em seu propósito de servir à área da saúde.

**Palavras chave:** Patologias. Anomalias. Unidades Básicas de Saúde (UBS). Manutenção. Criticidade.



## ABSTRACT

GRIEBELER, J.; WOSNIACK, L. Building Pathologies Analysis in Basic Health Units Structures of the City of Curitiba. 2017. 133 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

Building pathologies are commonly found in Brazilian public buildings. This reflects a widespread problem within the design, construction and maintenance sectors, which in turn, negatively impacts the comfort, health and safety of users. This is of particular importance for public health infrastructure. This work presents an analysis of the current situation of public buildings structures of the city of Curitiba, focusing on Basic Health Units (UBS). Firstly, a statistically adequate number of UBSs to be inspected was estimated and defined. Afterwards the technical inspections with the *in loco* data collection were made. Lastly the criteria for the building pathology evaluation was established. The analyzes showed a probable constructive defect of UBS buildings due to inadequate waterproofing and lack of lintels structures, which respectively led to the development of dampness and cracking associated pathologies in most UBSs. In addition, many anomalies were also caused by design failures and maintenance neglect. After the definition of parameters to rate the UBSs conservation state, an overall grade was given to the Curitiba's UBSs of  $7 \pm 3$ , with 95% reliability on this assertion, classifying the structures as Minimum criticality risk. Based on these results, it is possible to conclude that although the UBS's structures were awarded a positive grade, the detected cases of building pathologies in critical situations cannot be ignored, they need adequate maintenance work so they can keep fulfilling their purpose of servicing the health public sector.

**Keywords:** Building pathologies. Defects. Basic Health Units (UBS). Maintenance. Criticality.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Influência da manutenção sobre o desempenho e a vida útil de uma estrutura .....	23
Figura 2 - Lei de Sitter.....	24
Figura 3 - Desempenhos de uma estrutura devido a fenômenos patológicos.....	28
Figura 4 - Conceituação de vida útil das estruturas de concreto tomando por referência o fenômeno de corrosão de armaduras .....	32
Figura 5 - Inter-relacionamento entre conceitos de durabilidade e desempenho .....	35
Figura 6 - Fissura em elemento de concreto.....	37
Figura 7 - Fissuras de origem não estrutural .....	39
Figura 8 - Desagregação do concreto .....	41
Figura 9 - Concreto submetido ao desgaste por erosão .....	43
Figura 10 - Formação de estalactites no concreto .....	44
Figura 11 - Elemento de fundação com eflorescência severa .....	46
Figura 12 - Ensaio de carbonatação no concreto .....	47
Figura 13 - Ruína da estrutura de um estacionamento contaminada por sal de degelo.....	49
Figura 14 - Risco de corrosão em relação à ocorrência de cloretos e carbonatação .....	50
Figura 15 - Lâmina oxidada se despreendendo do aço .....	52
Figura 16 - Mecanismo de corrosão .....	53
Figura 17 - Fluxograma genérico para o diagnóstico de uma estrutura .....	57
Figura 18 - Estratégia de ação <i>versus</i> criticidade .....	60
Figura 19 - Distribuição das UBSs inspecionadas por região da cidade de Curitiba.....	68
Figura 20 - Fissuração por ausência de verga e contra-verga.....	78
Figura 21 - Fissuração por variação térmica .....	78
Figura 22 - Fissuração por retração da argamassa de revestimento .....	79
Figura 23 – Fissuração por recalque de fundação: (A) fissura paralela ao rodapé, (B) fissura em 45°, (C) fissura paralela ao rodapé e (D) desnivelamento do piso.....	80
Figura 24 - Fissuração por esforços solicitantes excessivos: (A) fissuras de cisalhamento na platibanda e (B) fissura na viga causada por sobrecarga.....	81
Figura 25 - Fissuração por umidade .....	81
Figura 26 - Desagregação por falha construtiva.....	82
Figura 27 - Desagregação acidental.....	83
Figura 28 - Eflorescência.....	83

Figura 29 - Umidade ascendente: (A) e (B) bolhas de umidade, (C) e (D) manchas e bolor, (E) e (F) umidade próxima à tomadas .....	85
Figura 30 - Infiltração por impermeabilização inadequada.....	85
Figura 31 - Infiltração por vazamento acidental: (A) bolhas no teto e (B) vazamento da pia .	86
Figura 32 - Deterioração do revestimento interno e externo .....	87
Figura 33 - Deterioração de portas e janelas .....	87
Figura 34 - Deterioração do forro.....	88
Figura 35 - Fiação exposta.....	89
Figura 36 - Falha de projeto: (A) deslocamento do piso e (B) modelo de platibanda.....	90
Figura 37 - Falha construtiva: (A) trincas no batente da porta, (B) e (C) calçadas deterioradas, (D) e (E) compactação insuficiente do solo, (F) má execução de cano na parede	91
Figura 38 - Descaso com a acessibilidade .....	97
Figura 39 - Instalação de para-raios incompleta.....	98

## LISTAS DE QUADROS

Quadro 1 - Critérios de desempenho .....	30
Quadro 2 - Vida útil de projeto mínima para várias normas .....	31
Quadro 3 - Nomenclatura de caracterização de aberturas .....	37
Quadro 4 - Fissuras de origem não estrutural.....	39
Quadro 5 - Fissuras de origem estrutural .....	41
Quadro 6 - Principais ensaios realizados no concreto armado .....	58
Quadro 7 - Anomalias, causas prováveis e configurações .....	74
Quadro 8 - Anomalia <i>versus</i> UBS .....	75
Quadro 9 - Anomalia <i>versus</i> criticidade .....	92

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Amostragem <i>versus</i> erro .....	67
Gráfico 2 - Histograma de anomalia <i>versus</i> UBS.....	76
Gráfico 3 - Médias ponderadas das UBSs .....	93
Gráfico 4 – Histograma de frequência <i>versus</i> criticidade.....	95

## LISTA DE SIGLAS

ABECE	Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACI	Instituto Americano de Concreto
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BRE	Estabelecimento de Pesquisa de Construção
BS	Norma Britânica
CEB	Comitê Euro-Internacional do Concreto
ES	Espaço Saúde
FIB	Federação Internacional do Concreto
IBAPE	Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRACON	Instituto Brasileiro de Concreto
ISO	Organização Internacional de Normalização
MS	Ministério da Saúde
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
PCA	Associação de Cimento Portland
RILEM	Reunião Internacional de Laboratórios e Especialistas em Materiais
SMS	Secretaria Municipal da Saúde
SUS	Sistema Único de Saúde
UBS	Unidade Básica de Saúde

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
1.1	OBJETIVO GERAL .....	19
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
1.3	JUSTIFICATIVAS .....	20
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>21</b>
2.1	GESTÃO MUNICIPAL DA SAÚDE .....	21
2.2	A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO EM ESTRUTURAS.....	22
2.3	CONTEXTUALIZAÇÃO DAS PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	25
2.4	CONCEITO DE PATOLOGIA .....	26
2.5	DESEMPENHO, VIDA ÚTIL E DURABILIDADE.....	27
2.5.1	Desempenho .....	27
2.5.2	Vida Útil.....	30
2.5.3	Durabilidade .....	33
2.6	PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.....	36
2.6.1	Fissuração.....	37
2.6.2	Desagregação do Concreto .....	41
2.6.3	Desgaste Superficial do Concreto .....	42
2.6.4	Corrosão do Concreto.....	44
2.6.5	Eflorescências no Concreto .....	45
2.6.6	Carbonatação do Concreto .....	47
2.6.7	Ataques de Cloretos no Concreto.....	49
2.6.8	Corrosão das Armaduras .....	52
2.7	DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO.....	54
2.8	GRAU DE RISCO/CRITICIDADE .....	59
2.9	TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO .....	60
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>62</b>
3.1	DIMENSIONAMENTO AMOSTRAL.....	62
3.2	PADRONIZAÇÃO DAS VISTORIAS PREDIAIS .....	63
3.3	CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DAS ANOMALIAS .....	64
<b>4</b>	<b>ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>67</b>
4.1	DESCRIÇÃO DOS EDIFÍCIOS .....	68
4.1.1	UBS A .....	69
4.1.2	UBS B.....	69
4.1.3	UBS C.....	70

4.1.4	UBS D .....	70
4.1.5	UBS E.....	71
4.1.6	UBS F.....	71
4.1.7	UBS G .....	72
4.1.8	UBS H .....	72
4.1.9	UBS I.....	72
4.1.10	UBS J.....	73
4.2	ANOMALIA <i>versus</i> UBS.....	73
4.3	ANOMALIA <i>versus</i> CRITICIDADE.....	77
4.3.1	Definição de parâmetros.....	77
4.3.2	Análise genérica por UBS .....	93
4.3.3	Análise genérica por patologia.....	95
4.4	ANÁLISE COMPLEMENTAR .....	96
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>99</b>
5.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	101
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>103</b>
	<b>ANEXO A.....</b>	<b>110</b>
	<b>ANEXO B.....</b>	<b>113</b>
	<b>ANEXO C.....</b>	<b>114</b>
	<b>ANEXO D.....</b>	<b>129</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A história do emprego do concreto na construção civil acompanha a evolução do homem desde épocas remotas, onde seu primeiro uso ocorreu por volta de 700 a.C. na Roma Antiga. Entretanto, a sua combinação com o aço para criar o que reconhecemos atualmente como concreto armado só foi possível em 1890, após tentativas de reforçar o concreto com bronze, ferro e outros metais fracassarem principalmente pelas diferenças entre os coeficientes de expansibilidade térmica dos materiais (MCDONALD, 2003).

No último século, os avanços da indústria e acúmulo na experiência de arquitetos e engenheiros possibilitaram uma mudança drástica na maneira de empregar o concreto. Novos métodos e materiais de construção surgiram, designs mais versáteis foram requisitados e a necessidade constante de executar estruturas com maior rapidez afetaram substancialmente a durabilidade das estruturas.

Com a durabilidade de edifícios estando comprometida, criou-se a demanda para o reparo desses danos, propiciando o desenvolvimento da indústria de manutenção e reparo de estruturas. Durante esse desenvolvimento, foi observado que era preciso compreender as patologias que se manifestaram para poder avaliar qual solução de reparo teria melhor resposta. McDonald (2003) afirma que o entendimento das características de uma estrutura também é crucial para a escolha do método de reparo com melhor desempenho, o que inclui investigações quanto a sua história e períodos de execução e utilização.

Na construção civil, o termo patologia significa o estudo das manifestações que representam danos em edificações, como as fissuras, os recalques ou as infiltrações, que frequentemente são o resultado da atuação conjunta de diferentes fatores causadores de deterioração.

Por agentes causadores de deterioração podem ser entendidas as ocorrências naturais de intempéries, variações climáticas ou movimentações de solos, por exemplo. Entretanto, as ações humanas exercem grande impacto sobre o desgaste nas estruturas, pois a elaboração de projetos levianos, a utilização de materiais inadequados, a ausência de fiscalização durante a execução ou a negligência na manutenção também propiciam o desenvolvimento acentuado das patologias.

Quando os prédios são geridos por órgãos públicos torna-se mais corrente a observação de patologias em suas estruturas, porque segundo a lei de Slosson “a qualidade de um trabalho profissional cairá para o menor nível que o governo possa aceitar”. Em outras

palavras, por se tratar de um serviço prestado ao governo ocorre redução na qualidade do trabalho que poderia ser realizado (SLOSSON & SHURMAN, 2014).

Apesar desse conceito ter sido apresentado nos Estados Unidos, também pode ser aplicado para o cenário brasileiro, onde Silva (1998) acrescenta que em prédios públicos nacionais só são realizadas manutenções quando é estritamente necessário, desprezando-se a importância de reparos preventivos. Os autores Karman et al. (1994) apud Amorim et al. (2013) complementam esse fato observando que a ausência de parâmetros dentro da legislação pertinente também dificulta o controle sobre a execução de manutenções prediais preventivas, justificando a ocorrência majoritária de obras corretivas.

E, embora o trabalho de Karman et al. tenha sido publicado há mais de duas décadas sua observação continua atual, visto que a mais recente normativa da Agência Nacional de Vigilância Sanitária que aborda esse tema apenas orienta de maneira superficial que sejam realizadas ações de manutenção preventiva e corretiva nos edifícios destinados à saúde da população (ANVISA, 2011).

Estes imóveis que são destinados à área da saúde incorporam um valor social que vai além do fundamental objetivo de servir como suporte físico para a realização de todas as atividades produtivas, eles são locais construídos para receber e acomodar a população que carece de cuidados médicos. Durante o período de tempo que estiverem exercendo esta função, necessariamente precisam apresentar condições adequadas de desempenho, seja por questões de segurança, higiene ou conforto dos usuários (FORNASIER, 2016).

Todavia, mesmo com o acréscimo da importância sanitária facilmente podem ser encontrados edifícios que ainda são utilizados quando os níveis de desempenho são inferiores ao mínimo recomendado. A ausência de alternativas tornou essa situação tolerável para a sociedade, gerando um custo social que não é contabilizado, mas que reflete diretamente sobre a qualidade de vida das pessoas (ABNT NBR 5674:1999).

Outra consideração oportuna para o caso dos prédios públicos destinados à área da saúde é a de que manutenções corretivas obrigatoriamente causam paradas no sistema, ou seja, mesmo que ocorra de maneira pontual dentro de um edifício estará resultando em uma restrição ou interrupção do direito dos cidadãos de ter acesso à saúde pública, direito este resguardado pela Constituição de 1988 que deu origem ao Sistema Único de Saúde (SUS).

O SUS pode ser definido como o conjunto de ações e serviços de saúde prestados por órgãos públicos, sob administração e financiamento de todos os entes federados. À União cabe coordenar os sistemas de saúde de alta complexidade e, através do Ministério da Saúde (MS), realizar o planejamento e a fiscalização do SUS. Aos Estados é pertinente a criação de

suas próprias políticas de saúde, auxiliar na execução das políticas nacionais e gerenciar os hospitais de referência para atendimentos complexos na região. Quanto aos municípios, estes ficam responsáveis por garantir a prestação de serviços de atenção básica à saúde, administrar todos os serviços de saúde da localidade, criar políticas de saúde e colaborar com a aplicação das políticas estaduais e nacionais (BRASIL, 2014).

Assim sendo, a Secretaria Municipal da Saúde (SMS) de Curitiba é o órgão público responsável por administrar a prestação de serviços sanitários na cidade, incluindo a responsabilidade pela gestão das estruturas físicas das unidades.

De acordo com informações da própria SMS, Curitiba possui 109 Unidades Básicas de Saúde (UBSs) estruturando sua rede de serviços. Evidentemente o estado de conservação das estruturas dessas unidades é variável, pois foram construídas em anos diferentes, com níveis de investimento distintos, são de portes desiguais e estão sob a responsabilidade de diferentes profissionais. Como essas estruturas estão sob a influência de tantas variáveis sobre a qualidade do seu desempenho, é necessária a realização de uma análise para verificar qual a condição desses edifícios das Unidades Básicas de Saúde na cidade de Curitiba.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a presença de manifestações patológicas em estruturas de Unidades Básicas de Saúde de Curitiba.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Vistoriar uma amostragem representativa de Unidades Básicas de Saúde;
- Identificar manifestações patológicas estruturais e de revestimento;
- Detectar/apontar causa das patologias, e;
- Analisar o panorama das condições das estruturas das Unidades Básicas de Saúde de Curitiba.

### 1.3 JUSTIFICATIVAS

Estruturas de concreto, aço ou madeira, quando bem projetadas e executadas, podem passar décadas sem a intervenção de manutenção. Contudo, a vida útil dessas estruturas depende diretamente das condições de agressividade do meio, da sua utilização e manutenção.

Entre engenheiros civis e arquitetos, é de conhecimento técnico que inspeções periódicas dos elementos construtivos são altamente recomendáveis para garantir a segurança, o bem estar dos usuários e o bom desempenho da estrutura, além de evitar prejuízos financeiros. Embora não exista uma legislação que defina exatamente a periodicidade da inspeção predial, há recomendações de boas práticas desenvolvidas por entidades como o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (Ibape), orientando vistorias nos edifícios ao menos a cada dois anos (CASTRO, 2016).

No entanto, “manutenção rima com despesas quando o correto seria com investimento” o que leva proprietários de imóveis, usuários e gestores prediais a negligenciarem ou até mesmo ignorarem essa prática (IBAPE, 2012a).

A deficiência na manutenção dos prédios públicos, como unidades e postos de saúde, escolas e creches, é comumente encontrada nas cidades brasileiras. Segundo Silva (1998), existe uma tendência por parte das prefeituras a corrigir os problemas na medida em que aparecem, sendo assim uma manutenção emergencial. O autor ainda realça que um ambiente fisicamente corrompido pode causar a queda de rendimento dos funcionários e usuários que ali convivem. Por isso a importância de manter um prédio público conservado, aumentando os padrões de prestações de serviço público e gerando um sentimento de reciprocidade entre o poder público e a comunidade.

Diante desse problema, o presente trabalho se justifica para alertar os leitores quanto ao risco de manifestações patológicas causadas por falhas durante a etapa de projeto e construção, bem como a falta de manutenção ou uso incorreto dos ambientes em UBSs na cidade de Curitiba.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 GESTÃO MUNICIPAL DA SAÚDE

Após a promulgação da Constituição Brasileira de 1988 reconhecendo que “a saúde é um direito de todos e dever do Estado”, foi implementado em 1990 o SUS. O SUS é um conjunto de ações e serviços de saúde prestado por órgãos públicos, privados e por organizações não-governamentais visando promover a justiça social, superar as desigualdades na assistência à saúde da população e ampliar a cidadania (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

Segundo informações da SMS (2014), o SUS-Curitiba possui uma rede consolidada de serviços de saúde contando com 139 serviços próprios, responsáveis por atender uma população estimada de 1.908.359 habitantes, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2017). Dentre estes, 109 são UBSs, com 42 Unidades Tradicionais, 65 Unidades com estratégia Saúde na Família e 2 Unidades Básicas vinculadas a Centros de Especialidades.

A Unidade Básica de Saúde, objeto de estudo do presente trabalho, tem a função de promover e proteger a saúde, a prevenção de agravos, o diagnóstico, o tratamento, a reabilitação, a redução de danos e a manutenção da saúde com o objetivo de desenvolver uma atenção integral que impacte na situação de saúde e autonomia das pessoas através do atendimento primário, sendo assim a porta de entrada e centro de comunicação com toda a Rede de Atenção à Saúde. Nas UBSs são oferecidos serviços básicos e gratuitos em Pediatria, Ginecologia, Clínica Geral, Enfermagem e Odontologia (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, 2017). Estão distribuídas nos bairros da cidade e são divididas em 10 distritos sanitários: Bairro Novo, Boqueirão, Boa Vista, Cajuru, CIC, Matriz, Pinheirinho, Portão, Santa Felicidade e Tatuquara (SECRETARIA MUNICIPAL DA SAÚDE, 2017). A lista completa das unidades pertencentes a cada distrito está exposta no Anexo A.

Em 2001, foi instituído pelo MS o Programa Requalifica UBS, uma estratégia para promover a estruturação e o fortalecimento da Atenção Primária no país. Por meio deste programa, é criado incentivo financeiro para a realização de reformas, ampliações e construções de UBSs, promovendo melhorias no acesso e na qualidade da atenção básica (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2016). Em 2016, das 109 unidades da cidade de Curitiba 98

foram cadastradas junto ao Programa Requalifica UBS, sendo que destas 74 foram reformadas e entregues.

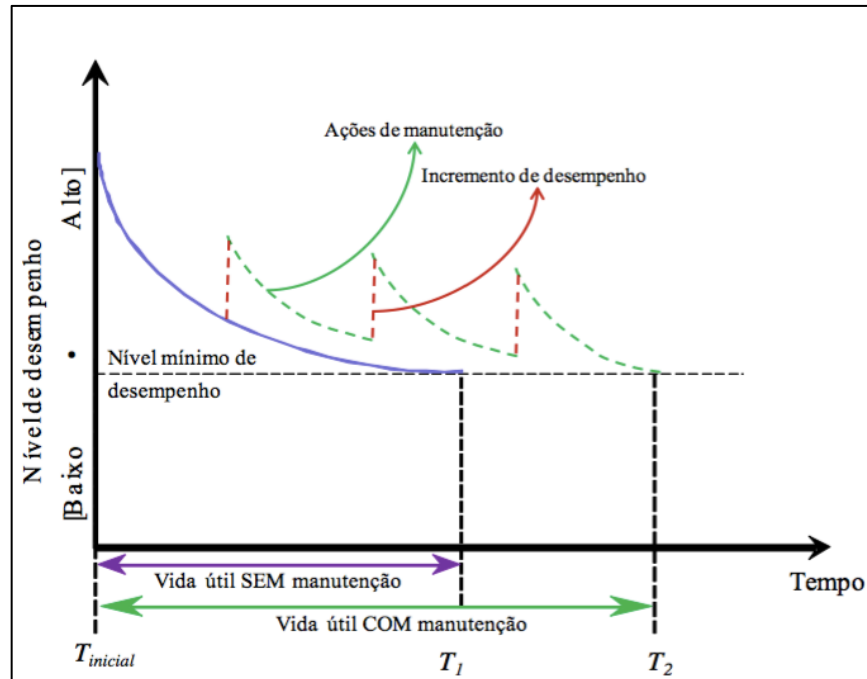
## 2.2 A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO EM ESTRUTURAS

A ABNT NBR 14037 (1998) traz em seu escopo o conceito de que a realização do objetivo final de uma edificação ocorre durante a fase em que a estrutura é colocada a serviço dos seus usuários. Assim sendo, o objetivo do processo de edificar inclui não só o projeto e a execução, mas também as fases de operação, uso e manutenção.

Por manutenção, segundo a ABNT NBR 5674 (1999), pode-se entender como sendo o “conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes de atender as necessidades e segurança dos seus usuários”.

Para realizar a avaliação da capacidade funcional de uma estrutura, conforme o Ibape (2016), são necessários exames visuais por profissionais multidisciplinares, onde a qualidade da avaliação será diretamente proporcional à experiência do profissional. Este processo de vistoria da edificação para determinar suas condições funcionais, técnicas e de conservação denomina-se inspeção predial, cuja execução irá direcionar o plano de manutenção. A motivação da vistoria técnica consiste na verificação das condições de desempenho, que irão definir as medidas preventivas ou corretivas necessárias para garantir a qualidade do imóvel.

A manutenção predial possui importância social e econômica, pois assegura a segurança do edifício, melhora a autoestima dos usuários e valoriza o imóvel, além de evitar a ocorrência de falhas, anomalias, sinistros ou desabamentos (IBAPE, 2016). Outro fator para justificar a sua importância reside em ser um processo necessário para atender o parâmetro de vida útil mínima de 50 anos estabelecido na ABNT NBR 15575 (2013). Na Figura 1, é possível verificar a situação do desempenho e da vida útil de uma estrutura com e sem a realização de manutenção.

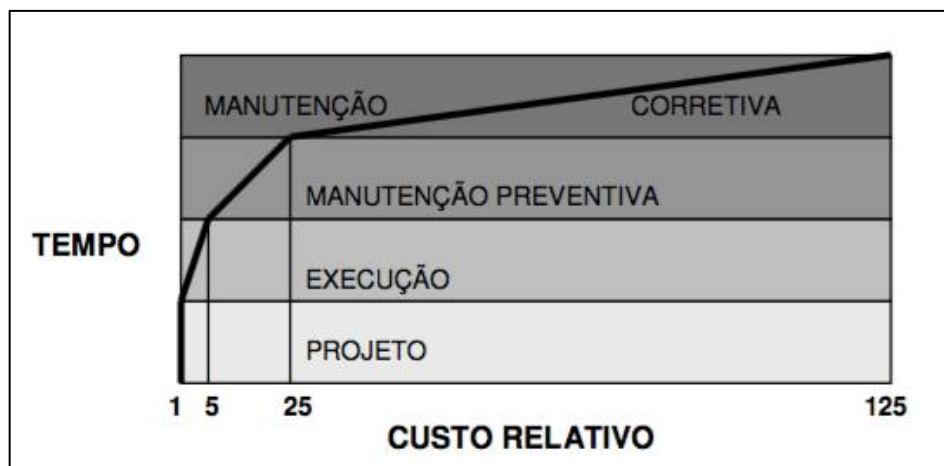


**Figura 1 - Influência da manutenção sobre o desempenho e a vida útil de uma estrutura**

Fonte: POSSAN & DEMOLNER (2013).

De acordo com o Ibape (2016), a manutenção pode ser dividida conforme as estratégias de ação em quatro modalidades: preditiva, preventiva, corretiva e detectiva. A manutenção preditiva analisa o desempenho em uso, visando prever e apontar eventuais anomalias. A manutenção preventiva, por sua vez, obedece a critérios técnicos para que ocorra de forma programada, em datas preestabelecidas, de forma a atuar de maneira antecipada e sem a necessidade de reparação. Quanto à manutenção corretiva, esta objetiva reparar as falhas e implica na paralização do sistema. Por fim, a manutenção detectiva diz respeito a análise das causas das falhas para sanar o problema na sua origem, ao invés de apenas tratar o sintoma.

Além da diferença técnica entre os termos de manutenção, ocorre também uma grande variação nos custos para a adoção de cada modalidade. A demora na realização da manutenção significa mais tempo para as patologias se desenvolverem, tornando a sua recuperação mais trabalhosa e conseqüentemente mais onerosa. A lei de Sitter demonstra justamente esse conceito, pois defende que os custos de intervenção crescem em função do tempo e segundo uma progressão geométrica de razão cinco (IANTAS, 2010), conforme exposto na Figura 2.



**Figura 2 - Lei de Sitter**  
**Fonte: SITTER (1984) apud IANTAS (2010).**

Ainda segundo Iantas (2010), a interpretação da lei de Sitter pode ser feita através da subdivisão dos períodos de tempo demonstrados na Figura 2, onde os custos necessários para a correção de problemas são comparados com o que seria necessário durante a fase de projeto, de valor unitário de referência. No período de execução os custos de alteração se tornam 5 vezes superiores, pois as opções e o tempo ficam limitados. A partir do início da utilização da estrutura, o que for detectado em manutenções preventivas se torna 25 vezes mais oneroso para corrigir. Caso a patologia só seja observada após ter se desenvolvido, a manutenção corretiva poderá implicar em custos 125 vezes superiores aos da fase de projeto, porque serão necessários os trabalhos de diagnóstico, prognóstico, reparo, proteção e paralização do edifício.

No que diz respeito à legislação na rede pública de saúde, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária apresenta em sua Resolução nº 63, Seção VI, Art. 42 que “o serviço de saúde deve realizar ações de manutenção preventiva e corretiva das instalações prediais, de forma própria ou terceirizada” (ANVISA, 2011). Segundo Karman et al. (1994) apud Amorim (2013), as manutenções corretivas prevalecem por causa da ausência ou deficiência nas programações das demais manutenções. Entretanto, a ausência de parâmetros específicos na legislação também propicia a negligência quanto à realização de manutenções preventivas.



## 2.3 CONTEXTUALIZAÇÃO DAS PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo Andrade & Silva (2005) a arte da construção vem sendo aperfeiçoada pelo homem ao longo do tempo por uma simples questão de sobrevivência.

Desde os primórdios da civilização que o homem tem se preocupado com a construção de estruturas adaptadas às suas necessidades, sejam elas habitacionais (casas e edifícios), laborais (escritórios, indústrias, silos, galpões, etc.), ou de infraestrutura (pontes, cais, barragens, metrô, aquedutos, etc.). Com isto, a humanidade acumulou um grande acervo científico ao longo dos séculos, o que permitiu o desenvolvimento da tecnologia da construção, abrangendo a concepção, o cálculo, a análise e o detalhamento das estruturas, a tecnologia de materiais e as respectivas técnicas construtivas (SOUZA & RIPPER, 1998).

Neste contexto de inovação criaram-se novos materiais, como o vidro, o ferro fundido, o aço e, posteriormente, o concreto, elementos definitivamente presentes nas construções atuais (ANDRADE & SILVA, 2005).

Helene (1988) afirma que o concreto tem demonstrado ser o material mais adequado para a construção de elementos estruturais, superando a madeira, o aço e a alvenaria, ainda mais após a combinação das propriedades do concreto com a do aço, formando o concreto armado. Por suas características de durabilidade, resistência e plasticidade, economicamente o concreto continua sendo a melhor opção, destacando-se como material construtivo, complementa Diniz (2009).

Isso explica o fato de que em nenhum outro país do mundo a tecnologia do concreto armado foi tão predominante quanto no Brasil, sendo o principal material utilizado nas construções das cidades brasileiras (SANTOS, 2006).

Embora por muito tempo o concreto foi considerado um material de extrema durabilidade, observou-se manifestações patológicas decorrentes da deterioração precoce de estruturas recentes e incluso os acontecimentos de sinistros como desabamentos e colapsos de estruturas ou de suas partes. Esses casos fomentaram questionamentos sobre os porquês das patologias nas construções de concreto (BRANDÃO, 1998).

Tendo em vista a importância e predominância do concreto no meio construtivo e os altos custos para manutenção e reparo das estruturas, houve um estímulo à realização de pesquisas sobre o tema Patologia das Estruturas.

No Brasil, debates técnicos sobre o tema foram incentivados pelo Instituto Brasileiro de Concreto (Ibracon), Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural (Abece)

e Associação Brasileira de Avaliações e Perícias de Engenharia (Ibape), além da criação e revisão de normas técnicas. Em 2013, por exemplo, foi lançada a norma regulamentadora de desempenho NBR 15575 (POSSAN & DEMOLINER, 2013).

No âmbito internacional, órgãos como a Organização Internacional de Normalização (ISO), o Instituto Americano de Concreto (ACI), a Federação Internacional do Concreto (FIB), a Reunião Internacional de Laboratórios e Especialistas em Materiais (RILEM), entre outras, já contribuem há anos para melhorias no setor em benefício da durabilidade e aumento da vida útil das construções (POSSAN & DEMOLINER, 2013).

## 2.4 CONCEITO DE PATOLOGIA

Segundo o dicionário Michaelis (2017) a palavra “patologia” é de origem grega (*páthos* – doença e *lógos* – ciência ou estudo) e é utilizada na medicina para definir a ciência que estuda os aspectos de uma doença, tal como a origem, os sintomas, a natureza e as consequências. Semelhantemente, na engenharia civil, esse mesmo termo é empregado para caracterizar estruturas que apresentam perda ou queda de desempenho (ANDRADE & SILVA, 2005).

Assim como há pessoas sadias e enfermas, o mesmo ocorre com as estruturas, explica Cánovas (1988). As características de resistência e durabilidade dependem diretamente dos cuidados na gestação ou projeto, crescimento ou construção e durante o resto de sua vida ou manutenção. Ademais, como o ser vivo, a obra está exposta às ações externas de calor, umidade, ventos, ações mecânicas, entre outros, que podem fatigar as estruturas e, incluso, feri-las. A essas estruturas enfermas visa-se analisar as possíveis causas da enfermidade, buscando encontrar qual a terapia mais apropriada a ser aplicada.

Portanto, entende-se por Patologia das Estruturas como “a parte da Engenharia que estuda os sintomas, o mecanismo, as causas e as origens dos defeitos das construções civis, ou seja, é o estudo das partes que compõem o diagnóstico do problema” (HELENE, 1988).

Analogamente, Machado (2002) considera que o estudo das manifestações patológicas tem o objetivo de determinar as consequências em relação à segurança e à confiabilidade da construção, definindo de forma mais conveniente e segura os métodos para a recuperação e reforço das estruturas, bem como a necessidade de condenação, ou seja, a demolição dos elementos danificados.

A reabilitação e manutenção de estruturas se faz necessária por diferentes motivos que podem ser de âmbito econômico, social, patrimonial ou histórico. Atualmente, reconhece-se a relevância de uma boa concepção estrutural e da avaliação daquilo que já existe, sabendo que estes influenciam a capacidade de desempenho futuro da estrutura no que diz respeito à segurança, servicibilidade e vida útil (SOUZA & RIPPER, 1998).

Os autores ainda acrescentam que este é um campo de estudo multidisciplinar, que envolve diversas áreas de conhecimento da engenharia para obter o entendimento das origens do problema.

## 2.5 DESEMPENHO, VIDA ÚTIL E DURABILIDADE

O entendimento dos conceitos de desempenho, vida útil e durabilidade são fundamentais ao estudo das patologias na construção civil. Conforme Andrade & Silva (2005), para ser considerado patológico, um sintoma de uma estrutura deve comprometer certas exigências de construção, como a capacidade mecânica, funcional ou estética. Sendo assim, entende-se que existe uma forte relação entre patologia e o desempenho da edificação, já que a sua avaliação depende diretamente do comportamento da estrutura em uso. Similarmente, a análise da patologia é função também de dois aspectos essenciais: tempo e condições de exposição, tornando-a associada aos conceitos de durabilidade, vida útil e desempenho.

### 2.5.1 Desempenho

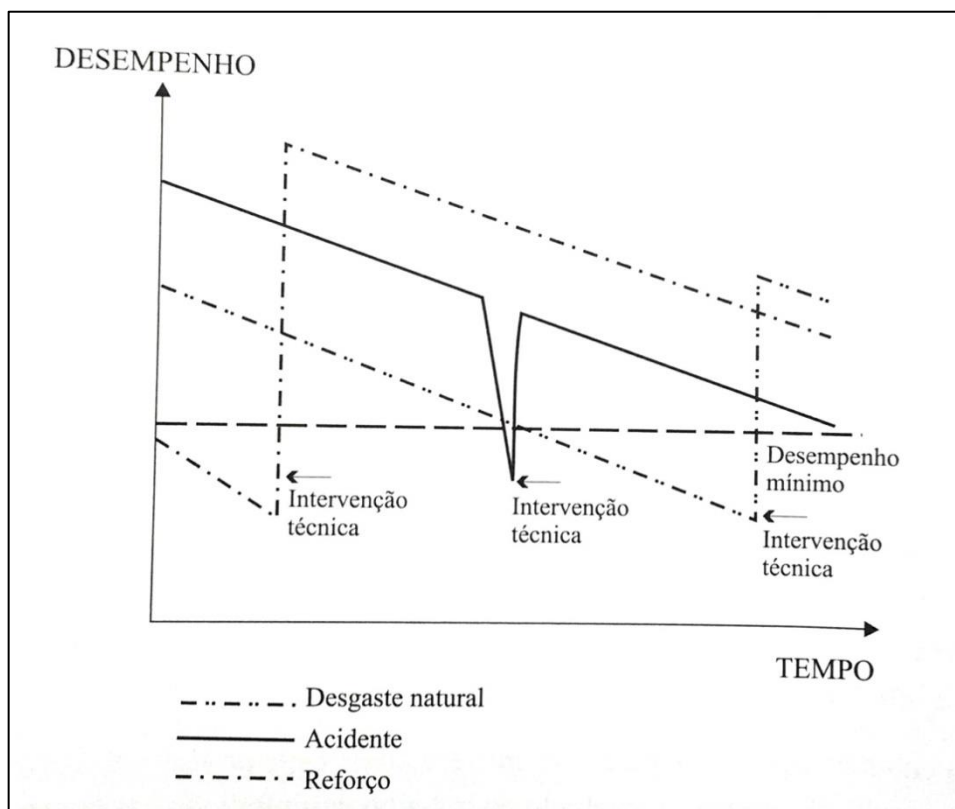
Entende-se por desempenho o comportamento relacionado ao uso no que diz respeito à resistência mecânica, estabilidade, segurança, propriedades térmicas e acústicas, aparência visual, entre outras (POSSAN & DEMOLINER, 2013).

Outra definição é dada por Ferreira (2000) que considera desempenho como a capacidade de um material de satisfazer os requisitos para o qual foi projetado, sob a ótica da segurança, funcionalidade e estética.

Este conceito está sempre ligado ao tempo, explicam Sarja & Vesikari (1996). Quando o tempo é considerado na avaliação do desempenho vários fatores externos, chamados fatores de degradação ou deterioração, assumem grande importância. Por definição, degradação é justamente o oposto do desempenho, exprimindo a diminuição gradual do desempenho ao longo do tempo.

Mesmo com a existência de um programa de manutenção bem definido, estruturas e materiais seguem se deteriorando. As causas deste fenômeno são diversas, como o envelhecimento natural da estrutura, acidentes e até mesmo a irresponsabilidade por parte de alguns profissionais (SOUZA & RIPPER, 1998).

Na Figura 3 Souza & Ripper (1998) representam de forma genérica três trajetórias diferentes de desempenhos estruturais, cujas intervenções ao longo de suas vidas ocorrem em função de fenômenos patológicos diversos.



**Figura 3 - Desempenhos de uma estrutura devido a fenômenos patológicos**  
**Fonte: SOUZA & RIPPER (1998).**

Representado pela curva traço-ponto-duplo está o primeiro caso. Este ilustra o fenômeno natural de desgaste da estrutura. Após intervenção técnica a estrutura se recupera, restituindo suas características de desempenho acima do mínimo exigido para sua utilização.

O segundo caso, retratado pela linha cheia, refere-se a uma estrutura sujeita a um problema súbito, como um acidente, necessitando intervenção corretiva imediata para que retorne a se comportar satisfatoriamente.

Por fim, no terceiro caso, representado pela linha traço-monoponto, trata-se de uma estrutura com erros logo no início de sua vida, isto é, que apresenta falhas de projeto ou de execução, ou ainda uma estrutura que necessitou alterar seus propósitos funcionais. Essas situações caracterizam a necessidade de reforço.

Visto isso, entende-se que os níveis de degradação e a conseqüente queda do desempenho variam de acordo com o tipo de estrutura, como foi projetada e executada e as condições de exposição ao meio ambiente.

No entanto, quais são os métodos para o estabelecimento do desempenho de uma edificação? A NBR 15575:2013 sugere que o desempenho é estabelecido a partir de critérios qualitativos, quantitativos e métodos de avaliação, chamados de critérios de desempenho. Estes requisitos são expressos em termos de quantidades mensuráveis, para que possam ser determinados de forma objetiva. A norma supõe a existência de doze critérios de desempenho para edifícios habitacionais, cujas particularidades foram baseadas na norma de desempenho ISO 6241:1984 e adaptados para a realidade brasileira, conforme exposto no Quadro 1 (POSSAN & DEMOLINER, 2013).

Itens	ISO 6241:1984	NBR 15575:2013
1	Estabilidade estrutural e resistência a cargas estáticas, dinâmicas e cíclicas	Desempenho estrutural
2	Resistência ao fogo	Segurança contra incêndio
3	Resistência à utilização	Segurança no uso e na operação
4	Estanqueidade	Estanqueidade
5	Conforto higrotérmico	Desempenho térmico
6	Conforto acústico	Desempenho acústico
7	Conforto visual	Desempenho lumínico
8	Durabilidade	Durabilidade e manutenibilidade
9	Higiene	Saúde, higiene e qualidade do ar
10	Conforto tátil	Funcionalidade e acessibilidade
11	Conforto antropométrico	Conforto tátil e antropodinâmico

Itens	ISO 6241:1984	NBR 15575:2013
12	Qualidade do ar	Adequação ambiental
13	Custos	

**Quadro 1 - Critérios de desempenho**

Fonte: POSSAN & DEMOLINER (2013).

Possan & Demoliner (2013) completam que para a avaliação e comprovação de desempenho a NBR 15575:2013 aconselha a execução de testes em laboratórios especializados e também o uso de modelagem matemática como ferramenta para as estimativas de vida útil e análise de desempenho.

### 2.5.2 Vida Útil

O conceito de vida útil é definido pela ISO 13823:2008 como sendo o período efetivo de tempo durante o qual uma estrutura ou qualquer de seus componentes satisfazem os requisitos de desempenho do projeto, sem ações imprevistas de manutenção ou reparo.

Para Medeiros et al. (2011) “vida útil deve ser sempre analisada de um ponto de vista amplo que envolve o projeto, a execução, os materiais, o uso, a operação e a manutenção sob um enfoque de desempenho, qualidade e sustentabilidade”.

Apesar do conceito de vida útil das estruturas já ser bem definido, sua aplicação na prática é dificultada pelas carências de normatização nacional em vigor, ficando em várias situações sujeita ao subjetivismo dos engenheiros. Todavia, no exterior há países que se mostram mais adiantados no assunto, especificando modelos matemáticos para a previsão da vida útil ou definindo claramente esse período para cada tipo de obra. Como exemplos é possível citar a norma americana ACI 365.1R:2000 – Previsão de vida útil e a norma britânica BS 7543:2015 – Guia de durabilidade de edifícios e elementos de construção, produtos e componentes (MEDEIROS et al., 2011).

No Quadro 2, Possan & Demoliner (2013) comparam os diferentes valores de vida útil de projeto estabelecida pela maioria dos códigos e normas. Essa comparação evidencia a deficiência de especificações sobre vida útil na norma nacional.

Tipo de estrutura	Vida útil de projeto mínima				
	BS 7543 (1992)	ISO 2394 (1998)	FIB 34 (2006)	NBR 15575 (2013)	FIB 53 (2010)
Temporárias	≥ 10 anos	1 a 5 anos	≥ 10 anos	-	-
Partes estruturais substituíveis (Ex.: apoios)	≥ 10 anos	≥ 25 anos	10 a 25 anos	20 a 23 anos	25 a 30 anos
Estruturas para agricultura e semelhantes	-	-	15 a 30 anos	-	-
Estruturas <i>offshore</i>	-	-	-	-	≥ 35 anos
Edifícios industriais e reformas	≥ 30 anos	-	-	-	-
Edifícios e outras estruturas comuns	-	≥ 50 anos	≥ 50 anos	50 anos	≥ 50 anos
Edifícios novos e reformas de edifícios públicos	≥ 60 anos	-	-	-	-
Edifícios monumentais, pontes outras estruturas de engenharia civil	≥ 120 anos	≥ 100 anos	≥ 100 anos	-	≥ 100 anos
Edifícios monumentais	-	-	-	-	≥ 200 anos

**Quadro 2 - Vida útil de projeto mínima para várias normas**

Fonte: Adaptado de POSSAN & DEMOLINER (2013).

No Brasil, a introdução dos conceitos de vida útil começou a ser difundida e discutida com a publicação da Tese de Livre Docência do Professor Paulo Helene em 1993, na qual cita modelos de previsão da vida útil limitada à corrosão de armaduras, conforme esquematizado na Figura 4 (MEDEIROS et al., 2011).

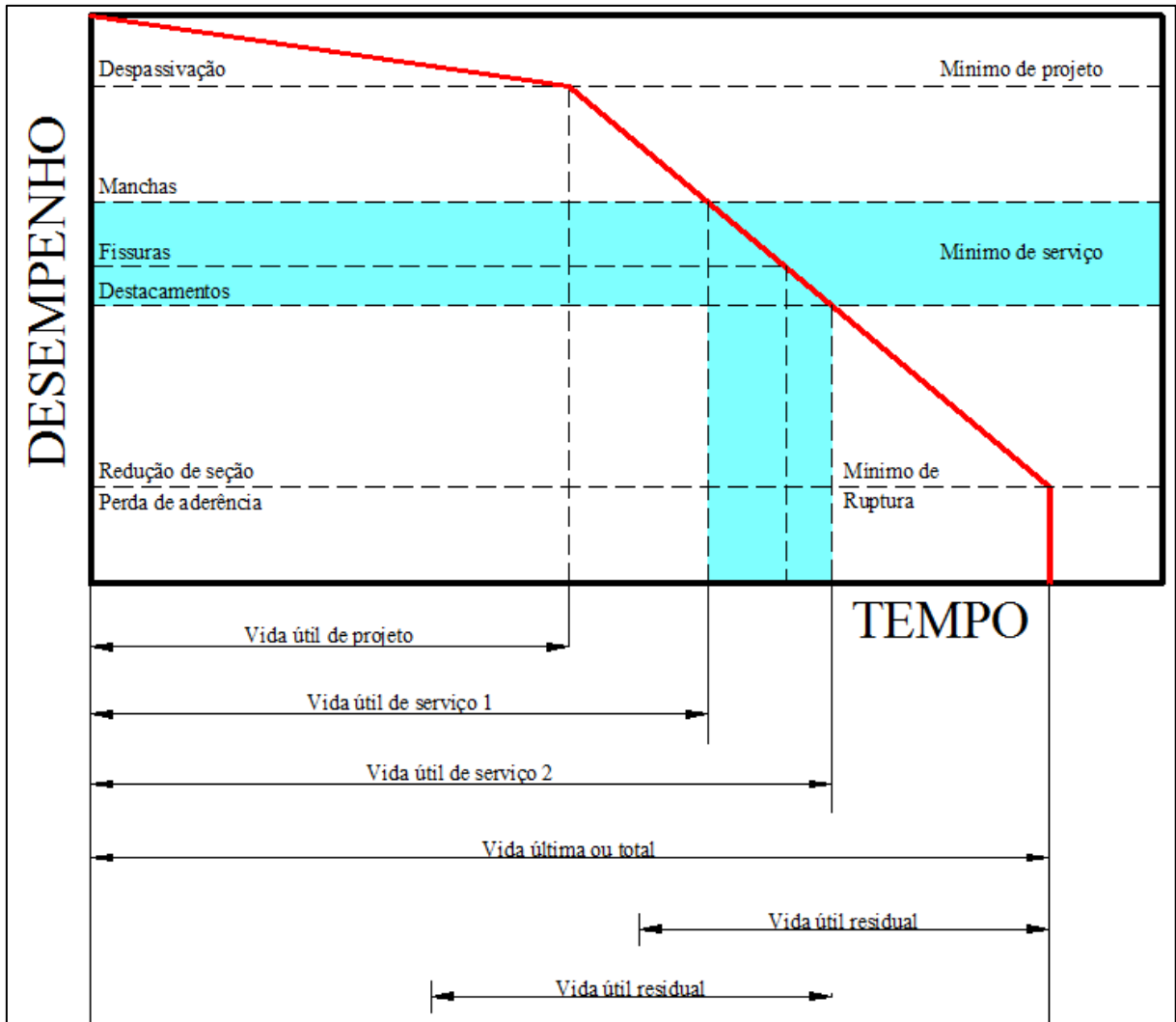


Figura 4 - Conceituação de vida útil das estruturas de concreto tomando por referência o fenômeno de corrosão de armaduras

Fonte: Adaptado de HELENE (1997) apud MEDEIROS et al. (2011).

Interpretando a Figura 4, temos as definições especificadas a seguir:

- Vida útil de projeto: período de tempo até a despassivação da armadura. Corresponde ao tempo necessário para que a frente de carbonatação ou a frente de cloretos atinja a armadura. É o período que deve ser adotado no projeto da estrutura, a favor da segurança;
- Vida útil de serviço: período de tempo até o aparecimento de manchas de superfície, fissuras ou destacamento do concreto de cobrimento. Varia segundo o uso da estrutura, pois em certos casos pode ser inadmissível a presença de manchas de corrosão ou fissura, enquanto que em outros casos o momento que se considera terminada a vida útil de serviço de uma estrutura se inicia somente após



a queda de pedaços de concreto, colocando em risco a integridade de pessoas e bens;

- Vida útil última ou total: período de tempo até a ruptura ou colapso parcial ou total da estrutura, corresponde a uma redução significativa da seção resistente da armadura ou uma perda importante da aderência armadura/concreto, podendo acarretar o colapso parcial ou total da estrutura, e;
- Vida útil residual: período de tempo em que a estrutura ainda será capaz de desempenhar suas funções a partir de uma data qualquer, correspondente a uma vistoria. Neste caso, o prazo final pode ser o limite de projeto, o limite das condições de serviço, o limite de ruptura ou seu eventual colapso.

Diante disso, começaram a ser formados núcleos de pesquisas voltados para o estudo da durabilidade e vida útil do concreto e das estruturas de concreto armado, podendo ser citados a Escola Politécnica de São Paulo e várias Universidades Federais e outros Centros Politécnicos de Pesquisa brasileiros (ANDRADE, 2005).

### 2.5.3 Durabilidade

Segundo a ISO 13823:2008, durabilidade pode ser definida como a capacidade de um edifício, estrutura ou componentes de manter um desempenho mínimo ao longo de sua vida útil sob a influência de agentes agressivos ou devido ao processo de envelhecimento natural.

Por agentes agressivos ou de deterioração entende-se como um grupo de fatores responsáveis pela perda de desempenho de um edifício ou estrutura e, conseqüentemente, da sua durabilidade. Esses fatores normalmente são de caráter climático, ou seja, referem-se à radiação solar, variações de temperatura, umidade, chuva e contaminação do ar e do vento, elementos que variam conforme a localização geográfica (FERREIRA, 2000).

Dentre os agentes agressivos descritos, sabe-se que a água é a causadora de diversos processos de degradação. “A água, que é agente fundamental tanto da criação quanto da destruição de muitos materiais naturais, costuma ser o fator central para a maioria dos problemas de durabilidade no concreto”, explicam Mehta & Monteiro (2008). Analogamente, Helene (2001) assegura que houve uma evolução no estudo da durabilidade das estruturas de

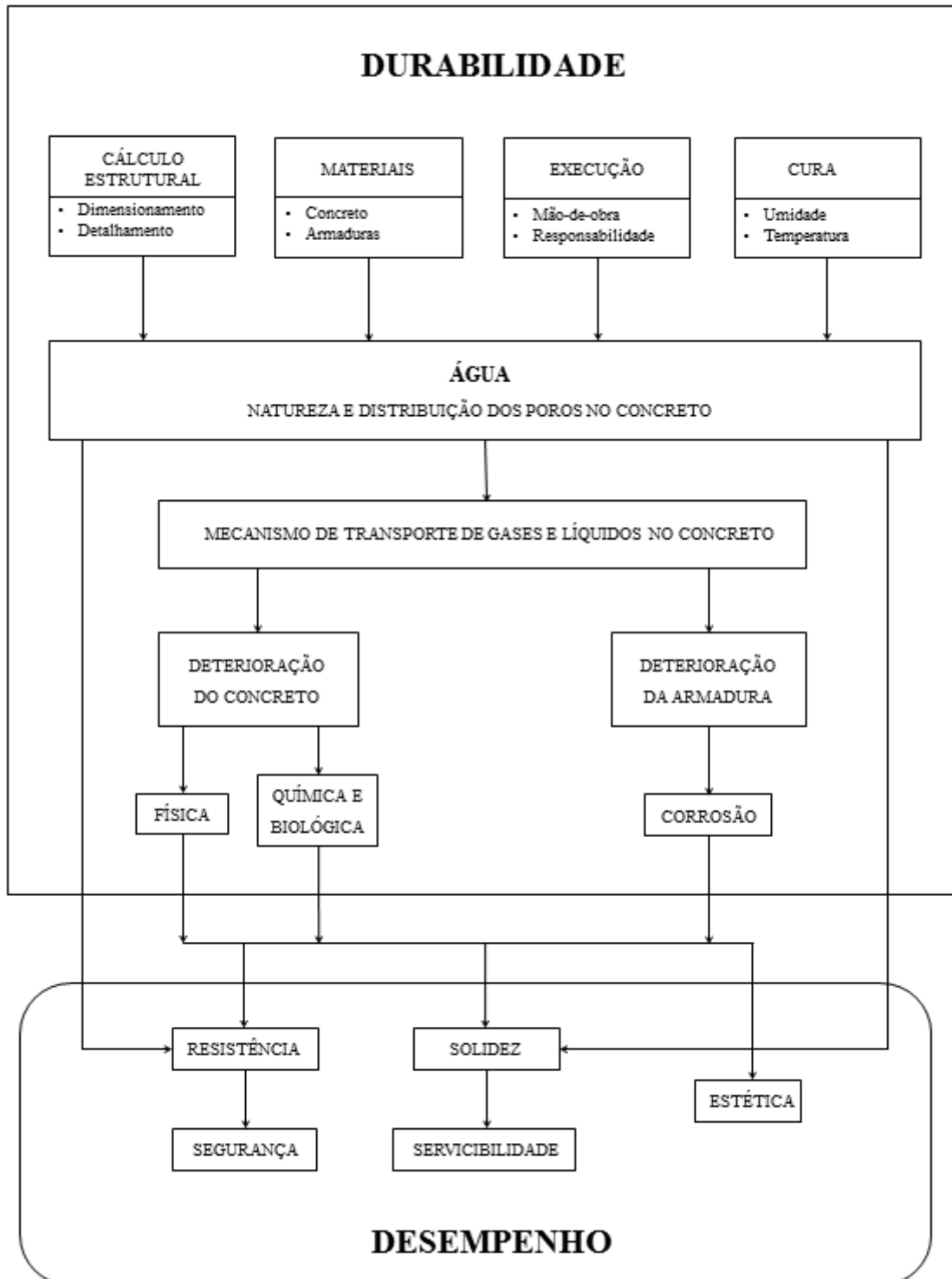
concreto em virtude do estudo dos mecanismos de transporte de líquidos e de gases agressivos nos poros do concreto, viabilizando uma melhor avaliação da vida útil das estruturas para certo grau de exposição.

A associação dos conceitos durabilidade e vida útil são inevitáveis, pois as características dos materiais e componentes, as condições de exposição e as condições de utilização impostas durante a vida útil de uma estrutura influenciam diretamente na concepção de uma construção durável (SOUZA & RIPPER, 1998; POSSAN & DEMONILER, 2013). Mehta & Monteiro (2008) enfatizam que “uma vida longa é considerada sinônimo de durabilidade”.

Os conhecimentos sobre durabilidade e vida útil são relevantes para:

- o entendimento do comportamento do concreto a longo prazo;
- prevenir manifestações patológicas precoces nas estruturas como a redução de riscos de fissuras, corrosão, expansão, entre outros, e;
- colaborar para a economia, sustentabilidade e durabilidade das estruturas (MEDEIROS et al., 2011).

Há também uma relação íntima de durabilidade com o desempenho. Para avaliar se um concreto é durável ou não é necessário conhecer os desempenhos dos materiais, bem como os processos de deterioração suscetíveis na estrutura (ANDRADE, 2005; POSSAN & DEMOLINER, 2013). Um estudo realizado no Guia para Projeto de Estruturas de Concreto Duráveis, editado pelo Comitê Euro-Internacional do Concreto (CEB) em 1989 (Boletim nº 183), estabelece relações entre diversos fatores que influem na durabilidade e no resultante desempenho de uma estrutura, como esquematizado na Figura 5 (SOUZA & RIPPER, 1998).



**Figura 5 - Inter-relacionamento entre conceitos de durabilidade e desempenho**  
**Fonte: CEB - Boletim nº 183, 1989 apud SOUZA & RIPPER (1998).**

Medeiros et al. (2011) ainda ressaltam a existência de uma diretriz geral encontrada na literatura salientando que a durabilidade da estrutura de concreto depende de quatro fatores, denominado regra dos 4C:

- Composição ou traço do concreto;

- Compactação ou adensamento efetivo do concreto na estrutura;
- Cura efetiva do concreto na estrutura, e;
- Cobrimento das armaduras.

## 2.6 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

As estruturas, quando expostas à presença de agentes anormais, respondem de formas distintas. Pode-se entender essas respostas como sintomas, cujas manifestações propiciam a investigação de quais fatores levaram às suas aparições. Cánovas (1988) cita que as patologias estruturais podem se manifestar, dentre outros modos, por meio de mudanças na coloração, esfoliações, fissuras, trincas, rachaduras ou expansões.

A importância da detecção precoce de manifestações patológicas é salientada por Lichtenstein (1986), pois com o tratamento rápido a queda no desempenho do edifício é menor, o que resulta em custos reduzidos.

Por vezes, o diagnóstico pode ser alcançado por um técnico através da simples visualização da enfermidade estrutural. Todavia, algumas manifestações patológicas são mais complexas e requerem um estudo detalhado do problema, que pode ser realizado mediante a análise do projeto e da forma de execução da obra, investigação das cargas às quais a estrutura foi submetida, ou até mesmo por meio de avaliação comportamental dessa estrutura frente a determinados estímulos (CÁNOVAS, 1988).

Normalmente as patologias são desenvolvidas pela combinação de diversos fatores, dentre os quais podem ser citados como principais agentes nocivos a negligência na manutenção das estruturas, falhas de projeto e no detalhamento, problemas na execução e ataques por agentes agressivos. Independentemente da combinação que tenha originado a patologia, Gjorv (2009) disserta que quando elas afetam o concreto armado, o maior desafio à manutenção da durabilidade nas estruturas não será em relação à desintegração do concreto em si, mas sim por seu avanço acometer o aço à corrosão, diminuindo substancialmente a resistência do conjunto.

### 2.6.1 Fissuração

Segundo Souza & Ripper (1998), as fissuras, ilustradas na Figura 6, são o dano de ocorrência mais comum nos edifícios, podendo ser consideradas como a manifestação patológica característica das estruturas de concreto. Entretanto, a designação das fissuras como deficiência estrutural dependerá exclusivamente da origem, magnitude e intensidade do quadro de fissuração observado, visto que o concreto irá fissurar naturalmente quando exposto a tensões trativas que superem a sua resistência última à tração, que é intrinsecamente baixa.



**Figura 6 - Fissura em elemento de concreto**  
**Fonte: International Association of Certified Home Inspectors (2017).**

De acordo com o Ibape (2012b), a diferenciação de nomenclatura entre fissuras, trinca, rachadura e fenda se caracteriza conforme as suas espessuras de aberturas, conforme exposto no Quadro 3.

Nomenclatura	Abertura (mm)
Fissura	$x < 0,5$
Trinca	$0,5 \leq x < 1,0$
Rachadura	$1,0 \leq x < 1,5$
Fenda	$x \geq 1,5$

**Quadro 3 - Nomenclatura de caracterização de aberturas**  
**Fonte: Adaptado de Ibape (2012b).**

Conforme Cánovas (1988), o tempo necessário para que as fissuras se manifestem nas construções é variável, podendo levar anos, semanas ou apenas algumas horas. Essa diferença no tempo de manifestação, assim como as divergentes configurações de fissuras,

está atrelada ao fato de que as fissuras provêm de diversas causas, e o conhecimento dessas motivações é crucial para a aplicação de uma terapêutica adequada.

Por via de regra e ainda segundo Cánovas (1988), as mesmas causas geram tipos de fissuras idênticas. Desta forma, ao conhecer uma causa pode-se prever o quadro de fissuras que irá esquematizar a ocorrência e estabelecer suas possíveis implicações.

Para Souza & Ripper (1998), é necessária muita cautela e competência durante a determinação das causas de uma fissura, visto que uma análise malfeita pode acarretar em métodos de recuperação ou reforço inadequados que, por sua vez, além de não sanarem o problema, podem ocasionar que seu retorno se dê de maneira agravada.

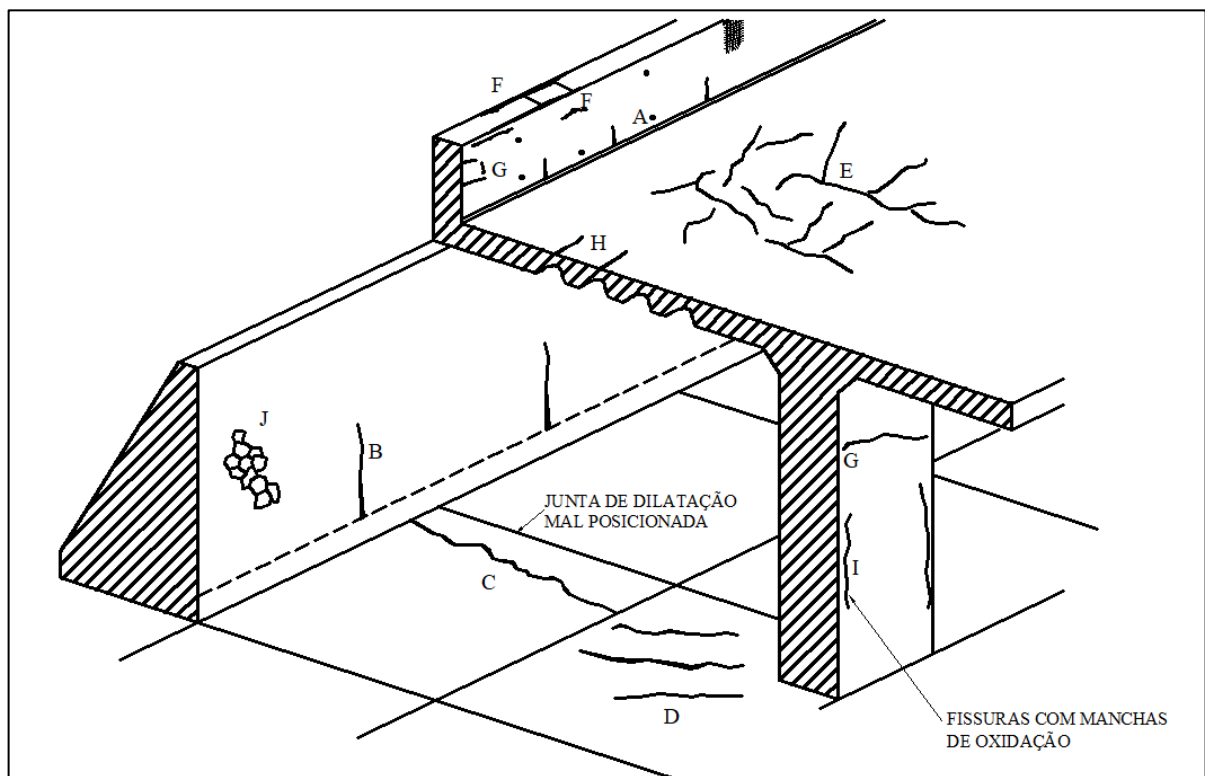
As fissuras podem ser divididas de acordo com as suas origens, estruturais ou não estruturais. No Quadro 4 são expostas as fissuras de origem não-estrutural, que estão ilustradas na Figura 7. Na sequência, no Quadro 5 estão listadas e exemplificadas as fissuras de origens estruturais.

<b>Causa da Fissura</b>	<b>Identificação na Figura 5</b>	<b>Localização</b>	<b>Peças mais Sujeitas</b>	<b>Tempo de Manifestação</b>
Variação de temperatura externa	A	Junto à restrição à deformação	Lajes / Paredes delgadas / Pavimentos de concreto	Semanas a meses, conforme a estação do ano e as dimensões da peça
Retração térmica	B	Junto à restrição à deformação	Elementos espessos	Semanas a meses, conforme a estação do ano e as dimensões da peça
Retração hidráulica	C	Locais de juntas de dilatação potenciais	Lajes / Paredes delgadas / Pavimentos de concreto	Várias semanas ou meses
Retração por secagem	D	Na superfície, em direção diagonal	Peças com grandes superfícies de concreto fresco exposto como lajes e pavimentos de concreto	Final de pega a semanas
	E	Na superfície, em direção aleatória		
Assentamento plástico	F	Sobre armaduras	Peças de dimensão vertical considerável	Final de pega a semanas

Causa da Fissura	Identificação na Figura 5	Localização	Peças mais Sujeitas	Tempo de Manifestação
Assentamento plástico	G	No topo de camadas de concretagem, arqueada	Pilares / Paredes	Final de pega a semanas
	H	Mudança de profundidade	Lajes com espessura variável	
Corrosão de armaduras	I	Ao longo das barras ou bainhas	Qualquer elemento armado ou protendido	Mais de dois anos
Reação álcali-agregado	J	Contornando os agregados graúdos	Lajes / Paredes delgadas	Mais de cinco anos

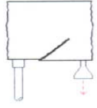
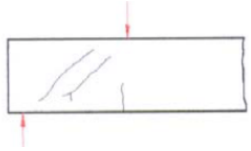
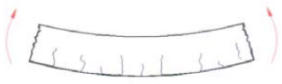
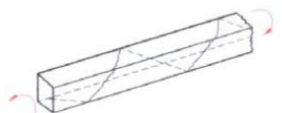

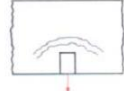
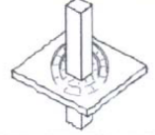
**Quadro 4 - Fissuras de origem não estrutural**

Fonte: Adaptado de Documento - Metrô SP (1999) apud Ambrosio (2004).

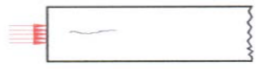


**Figura 7 - Fissuras de origem não estrutural**

Fonte: Adaptado de Documento - Metrô SP (1999) apud Ambrosio (2004).

Tipo de Fissura	Peças mais Sujeitas	Configuração Típica	Exemplo
Recalque diferencial da fundação	Paredes / Vigas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclinação, se afastando da região que menos recalçou;</li> <li>• Abertura variável</li> </ul>	
Cisalhamento	Qualquer elemento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mais inclinadas junto ao apoio, verticalizando-se em direção ao meio do vão;</li> <li>• Abertura variável, desaparecendo ao atingir a região comprimida da peça</li> </ul>	
Flexão	Qualquer elemento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mais concentradas junto às regiões de máximo momento fletor e aumentando gradativamente o espaçamento ao se afastarem dessa região;</li> <li>• Abertura variável, desaparecendo ao atingirem a região comprimida da peça</li> </ul>	
	Lajes, junto aos cantos (momentos volventes)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagonal, formando um triângulo aproximadamente isósceles com os cantos</li> </ul>	
Torção	Peças lineares, com cargas não coincidentes com seu eixo longitudinal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Em forma de hélice ao longo do eixo longitudinal</li> </ul>	
Tração	Qualquer elemento tracionado longitudinalmente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perpendiculares à direção da carga de tração, seccionando a seção transversal;</li> <li>• Mais fechadas junto às armaduras</li> </ul>	 
	Peças de suporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perpendiculares à direção da reação de apoio das peças apoiadas indiretamente</li> </ul>	
Punção	Lajes / Sapatas / Paredes com cargas perpendiculares a seu plano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tronco-cônicas, contornando a carga concentrada em forma de “teia de aranha”, em planta</li> </ul>	



Fendilhamento	Qualquer peça protendida junto a ancoragens / Pilares / Paredes com cargas concentradas aplicadas segundo seu plano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paralelas à direção de aplicação da carga;</li> <li>• Abertura variável, mais abertas aproximadamente à metade da maior dimensão da seção transversal da peça, a partir da face carregada</li> </ul>	
---------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

**Quadro 5 - Fissuras de origem estrutural**

Fonte: Adaptado de Documento - Metrô SP (1999) apud Ambrosio (2004).

### 2.6.2 Desagregação do Concreto

O fenômeno da desagregação do material, representado na Figura 8, pode ser observado no concreto com certa frequência, e na maioria dos casos ocorre em conjunto com a fissuração. Essa manifestação patológica se inicia na superfície dos elementos do concreto provocando uma mudança de coloração, seguida pelo surgimento e conseguinte aumento das fissuras cruzadas entre si, que são acondicionadas nas camadas externas do concreto que, em detrimento desse aumento de volume, termina com sua massa sendo desintegrada (SOUZA & RIPPER, 1998; CÁNOVAS, 1988).



**Figura 8 - Desagregação do concreto**

Fonte: *The Institution of Structural Engineers* (2010).

A desagregação do concreto pode ser entendida como a própria separação física das placas do concreto, que provocam a perda da função aglomerante do cimento, liberando os agregados na pasta. Em decorrência desse evento, o elemento acometido de desagregação perderá a sua capacidade de resistir aos esforços que o solicitam, de maneira global ou localizada (SOUZA & RIPPER, 1998).

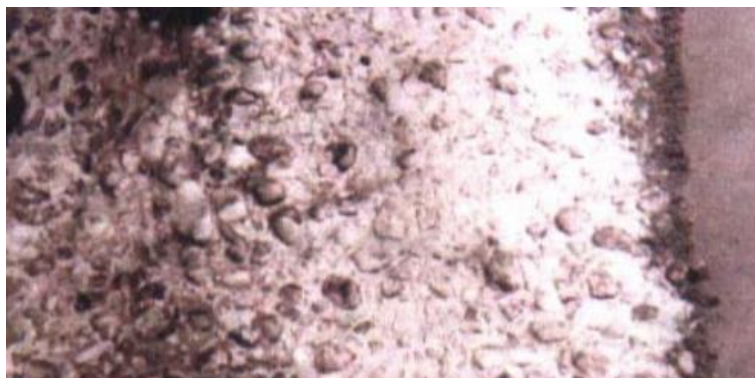
A perda da resistência mecânica do concreto é um fator alarmante, complementa Cánovas (1988), visto os graves efeitos que essa situação provoca sobre os elementos estruturais, em especial sobre as fundações.

Ainda segundo Cánovas (1988), provavelmente a principal causa da desagregação seja o ataque químico dos sulfatos e dos cloretos. Bertolini (2010) explica que o produto da reação entre os sulfatos e os componentes da matriz do cimento é expansivo e, portanto, as dilatações que se propagam nas arestas dos elementos instauram fissuras e desagregações. Os cloretos, por sua vez, podem induzir à corrosão por cavidades nas armaduras através do rompimento pontual do filme de passividade do aço.

Outros fatores responsáveis pela manifestação de desagregações devido aos seus produtos expansivos são a reação álcali-agregado, a corrosão de armaduras e a corrosão do concreto, por meio da lixiviação. A movimentação das fôrmas também pode gerar essa mesma patologia por meio da criação de juntas de concretagens não previstas, quando há movimento lateral das fôrmas, ou pela fuga da nata do cimento entre as fendas nas juntas das caixarias (BERTOLINI, 2010; SOUZA & RIPPER, 1998).

### 2.6.3 Desgaste Superficial do Concreto

A superfície do elemento de concreto pode ser lentamente perdida por ação da cavitação, erosão e abrasão (MEHTA & MONTEIRO, 2008). Para o segundo caso, respectivamente, é mostrado na Figura 9 a sua caracterização típica.



**Figura 9 - Concreto submetido ao desgaste por erosão**  
**Fonte: Documento - Metrô SP (1999) apud Ambrosio (2004).**

A cavitação é uma patologia de estruturas hidráulicas, onde a massa se perde através da formação de bolhas de vapor, provocando mudança súbita de direção em águas que fluem velozmente, podendo levar ao colapso das estruturas (MEHTA & MONTEIRO, 2008). Souza & Ripper (1998) complementam, afirmando que a cavitação consiste na formação de pequenas cavidades, pela ação de águas correntes, oriundas de vazios que surgem e desaparecem quando a água se movimentada rapidamente. Para identificação dessa patologia observa-se a superfície do concreto, que estará danificada de maneira irregular, riscada e com muitas cavidades.

A erosão também ocorre em estruturas hidráulicas, e pode ser entendida como desgaste por ação abrasiva de fluídos que contêm partículas sólidas em suspensão, ao escorregarem, rolarem ou colidirem contra a superfície do concreto. A intensidade da erosão depende da forma, tamanho, dureza, densidade, quantidade e velocidade das partículas suspensas, aliados à qualidade do concreto. Essa patologia geralmente afeta os revestimentos de canais, vertedouros e tubulações de concreto para transporte de água ou esgoto. A erosão é caracterizada por tornar a superfície do elemento lisa através do desgaste uniforme (MEHTA & MONTEIRO, 2008).

Quanto à abrasão, ela ocorre pelo atrito seco que o tráfego de pessoas e veículos provoca na superfície de pisos e pavimentos (SOUZA & RIPPER, 1998).

Relações de água/cimento menores, escolha de granulometria adequada, lançamento e adensamento coerentes do concreto diminuem a susceptibilidade do elemento ao desgaste superficial, conforme defendido por Mehta & Monteiro (2008).

#### 2.6.4 Corrosão do Concreto

A corrosão do concreto é um processo químico que tem origem na reação da pasta de cimento com determinados elementos químicos, e que tem por consequência a formação de compostos expansivos ou a dissolução do ligante, que libera os agregados da pasta (SOUZA & RIPPER, 1998; CÁNOVAS, 1988).

Os concretos de má qualidade estão mais sujeitos aos ataques de agentes nocivos em detrimento de características como alta porosidade e permeabilidade, segregação do material e confecção com a utilização de materiais impuros ou de qualidade duvidosa. As propriedades do meio no qual o concreto está inserido, como a presença concentrada de sais, bases e ácidos também são importantes para o desenvolvimento da corrosão. De maneira geral, é possível classificar a corrosão do concreto como sendo química, lixiviada ou expansiva (SOUZA & RIPPER, 1998). Na Figura 10 é exposto um elemento de concreto que desenvolveu estalactites pela ação da corrosão por lixiviação.



**Figura 10 - Formação de estalactites no concreto**  
Fonte: *Building Enclosure Consulting* (2017).

Os agentes químicos que originam a corrosão, segundo Cánovas (1988), são os ácidos carbônico e sulfúrico que nascem na reação da umidade do ambiente com os gases carbônico e sulfúrico presentes na atmosfera devido à poluição. Souza & Ripper (1998), apontam os íons de magnésio, amônio, cloro e nitrato como os principais reagentes produtores de compostos solúveis quando em contato com o cimento endurecido.

Quanto à corrosão por lixiviação, tem-se como principal causadora a água. Sendo pura ou transportando impurezas, a água dissolve e transporta o hidróxido de cálcio do cimento Portland endurecido, ocasionando a diminuição do pH do concreto. Esse é o processo de corrosão mais comum, e possivelmente um dos mais alarmantes, visto que o concreto pode ser desintegrado com o aumento na sua porosidade causada pela decomposição de hidratos onde ocorreu dissolução, transporte e deposição de hidróxido de cálcio, com formação de estalagmites e estalactites nessas regiões (SOUZA & RIPPER, 1998).

A corrosão por expansão se origina quando as águas que contém determinados sulfatos atacam o concreto, produzindo sais expansivos que são depositados nos poros e capilares do material atacado. O concreto, sofrendo a ação da pressão dos sais expansivos, acaba desenvolvendo fissuras e desagregação, diminuindo a sua resistência mecânica. Os sulfatos mais nocivos para o concreto são o de sódio, o de magnésio, o cálcico e o amoníaco (CÁNOVAS, 1988; SOUZA & RIPPER, 1998).

Broomfield (2003) complementa que os sulfatos de potássio, cálcio e alumínio podem ser encontrados nas águas subterrâneas e nos solos, e causam a degradação da matriz do concreto pelo ataque expansivo do hidróxido de cálcio e dos aluminatos de cálcio no concreto. Outro motivo para o concreto se degradar está no acúmulo de sais em sua superfície, quando o elemento fica sujeito a oscilações no nível da água. A formação tardia da etringita, aliada ao recém descoberto ataque de thurmasita no concreto também são exemplos do ataque de sulfatos no concreto.

#### 2.6.5 Eflorescências no Concreto

Segundo Granato (2002), a eflorescência é o resultado da exposição do concreto, argamassas ou alvenarias às águas de infiltrações ou intempéries, que formam depósitos salinos na superfície dos elementos, caracterizados pela coloração esbranquiçada. Na Figura 11 é possível verificar um elemento de fundação com formação severa de eflorescência, exemplificando a caracterização desta patologia.



**Figura 11 - Elemento de fundação com eflorescência severa**  
**Fonte: *International Association of Certified Home Inspectors* (2017).**

De acordo com a PCA - Associação de Cimento Portland (2004), a formação de eflorescências está atrelada a três causas: compostos solúveis nos materiais de construção, água em quantidade suficiente para carrear esses compostos até a superfície dos elementos, e evaporação ou pressão hidrostática que cause a movimentação da solução.

Todos os materiais de construção são suscetíveis ao desenvolvimento das eflorescências. Apesar de darem um efeito estético ruim às estruturas, geralmente elas são inofensivas. Todavia, algumas formações podem causar descolamento das pinturas, ou romper os poros superficiais por expansão dos depósitos salinos (PCA, 2004).

Durante o percurso de elevação da água dentro dos materiais, ela carrega consigo determinados sais e os deposita sob a forma de eflorescências na superfície da qual evapora. Se a evaporação da água ocorre de maneira acelerada, enquanto ela não atingiu a superfície externa, os depósitos de cristais salinos ocorrem no interior do elemento, formando as subeflorescências. A pressão entre o cristal e a superfície do poro pode superar a resistência à tração dos materiais, descamando sua camada externa (BERTOLINI, 2010).

Os sais podem ser introduzidos nos elementos através da água, por contaminação dos materiais utilizados durante a execução, serem criados pela atividade metabólica de microorganismos, formarem-se por reação com os poluentes atmosféricos ou serem trazidos por operações de limpeza ou recuperação inadequadas. Os sais que provocam o aparecimento dessa patologia são os sais de metais alcalinos (sódio e potássio) e sais alcalino ferrosos (cálcio e magnésio) (BERTOLINI, 2010; PCA, 2004; GRANATO, 2002).



Fatores ambientais como temperatura, umidade e vento afetam as eflorescências. No clima frio é mais comum a sua observação, pois a água tem maior facilidade para alcançar a superfície externa dos elementos (PCA, 2004). Bertolini (2010) acrescenta que a alternância de condições secas e úmidas provoca um fenômeno cíclico de hidratação dos sais, aumentando progressivamente a degradação do material afetado.

#### 2.6.6 Carbonatação do Concreto

A carbonatação do concreto é o resultado da ação dissolvente do gás carbônico, presente na atmosfera, com o cimento hidratado, produzindo carbonato de cálcio que, por sua vez, provoca a redução do pH alcalino do concreto de próximo a 12 até valores de pH inferiores a 9 (SOUZA & RIPPER, 1998). Helene (1993) complementa afirmando que outros gases ácidos como o dióxido de enxofre e o gás sulfídrico podem contribuir conjuntamente para a redução do pH da solução presente nos poros do concreto. Na Figura 12 é mostrada a espessura do concreto carbonatado através do ensaio com fenolftaleína.



**Figura 12 - Ensaio de carbonatação no concreto**  
**Fonte: IPT (2017).**

Segundo Broomfield (2003), a carbonatação é um processo inevitável que neutraliza a alcalinidade do concreto. Além disso, é um processo que ocorre de maneira progressiva, onde a carbonatação avança pelo concreto até atingir o aço que, por ter perdido a sua camada passiva com a diminuição do pH do concreto, propicia o desenvolvimento da corrosão.

Portanto, o problema da carbonatação não é em relação ao concreto em si, mas sim por seu avanço provocar a corrosão das armaduras (HELENE, 1993; SOUZA & RIPPER, 1998).

Apesar de se manifestar em regime gradativo, a taxa de carbonatação diminui com o passar do tempo. Essa afirmação é validada pelo Estabelecimento de Pesquisa de Construção - BRE (2000) apud Broomfield (2003), dado que o concreto típico de cimento Portland apresenta uma profundidade de carbonatação média de 5-8 mm após 10 anos, que evolui para 10-15 mm depois de 50 anos.

Para os autores Helene (1993) e Souza e Ripper (1998), caso a carbonatação ficasse restrita a uma espessura inferior a da camada de cobrimento das armaduras, ela teria um efeito benéfico no concreto por aumentar as suas resistências químicas e mecânicas, tornando-o mais impermeável à penetração de agentes agressivos.

Entretanto, com o avanço nas pesquisas sobre os efeitos da carbonatação, Ware (2013) contradiz a ocorrência de uma resultante impermeável, porque defende que o concreto carbonatado desenvolve fissuras, que provocam o efeito contrário no material; aumento de permeabilidade. Estas fissuras ainda podem ser caracterizadas com o escorrimento de manchas esbranquiçadas na sua superfície, pois a reação entre o dióxido de carbono com o hidróxido de cálcio do concreto produz o carbonato de cálcio e sulfato de cálcio (gipsita).

Concretos mais porosos, produzidos com alta relação entre água e cimento, são mais suscetíveis a um avanço acelerado da carbonatação porque possuem menores reservas alcalinas para resistir ao processo de neutralização. Regiões com fissuras, compactação insuficiente ou de pequenas espessuras de cobrimento de armaduras facilitam que a corrosão no aço proveniente da carbonatação também se manifeste mais rapidamente (BROOMFIELD, 2003).

Ainda de acordo com Broomfield (2003), condições ambientais também afetam a taxa de carbonatação, que avança de maneira acelerada em locais secos ou com elementos que sofrem com variações de nível d'água. Exemplos de locais que manifestam a carbonatação mais rapidamente são os ambientes da cozinha, banheiro e estacionamentos de múltiplos andares, visto que a combustão dos veículos provoca um aumento nos níveis de dióxido de carbono. Souza & Ripper (1998) fundamentam o exemplo de estruturas de estacionamento, pois afirmam que quanto maior a concentração do gás carbônico, mais espessa será a camada de concreto carbonatada.



### 2.6.7 Ataques de Cloretos no Concreto

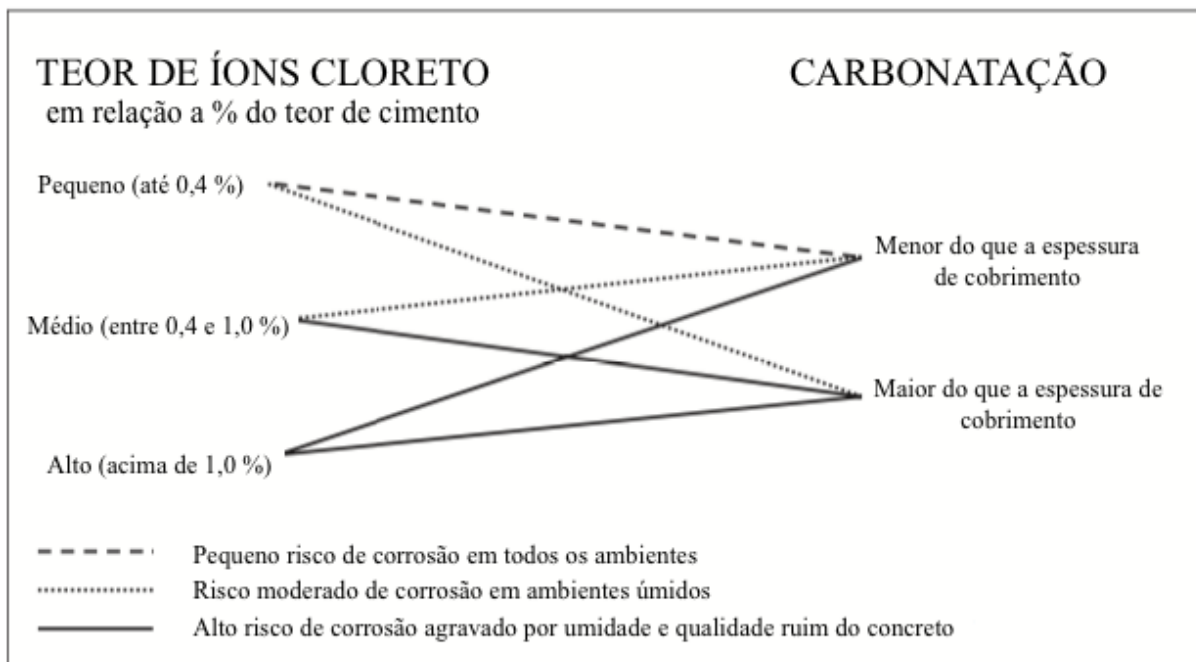
O ingresso de íons cloretos em estruturas de concreto armado tem como consequência a perda localizada da camada passiva do aço, levando a barra a sofrer corrosão por cavidades (BERTOLINI, 2010). A negligência na proteção do concreto em ambientes agressivos, como no caso de estruturas construídas em regiões marítimas ou na presença de contaminação por sais de degelo, pode levar o conjunto à ruína, como exemplificado na Figura 13.



**Figura 13 - Ruína da estrutura de um estacionamento contaminada por sal de degelo**

**Fonte: GJØRV (2009).**

A manifestação patológica motivada pelo ataque de cloretos no concreto, assim como quando o elemento estiver exposto à carbonatação, tem seu principal efeito nocivo recaindo sobre as armaduras, dado que seu avanço implica na aceleração da corrosão do aço. E, ainda segundo Broomfield (2003), vale a observação de que ambas as motivações patológicas não causam necessariamente danos ao concreto em si, desta forma ele não carece de degradação para que a corrosão se propague nas armaduras. A relação entre os cloretos e a carbonatação frente à possibilidade corrosão é apresentada na Figura 14.



**Figura 14 - Risco de corrosão em relação à ocorrência de cloretos e carbonatação**  
 Fonte: Adaptado de BROOMFIELD (2003).

A corrosão apenas será instaurada no aço caso uma porcentagem mínima de 0,4% de íons cloretos em relação à massa de cimento seja alcançada. Como pode ser observado na Figura 14, quanto maior a presença de cloretos e espessura carbonatada, mais alto será o risco do desenvolvimento da corrosão (BROOMFIELD, 2003).

Majoritariamente, são os cloretos de cálcio e de sódio que agredem o concreto armado. O cloreto de cálcio foi amplamente utilizado como acelerador de pega do cimento a partir da década de 60, especialmente em regiões de clima frio. Entretanto, passou a ter seu uso efetivamente banido no Reino Unido nas estruturas de concreto armado em 1977, após pesquisas estreitarem seus limites quando descobriram que seu emprego acarretava no desenvolvimento da corrosão das armaduras. O cloreto de sódio, por sua vez, pode ser encontrado nos sais de degelo, em agregados contaminados com água salgada e nos ventos que carregarem essas águas. O ambiente marinho, portanto, é considerado extremamente agressivo para as estruturas (ADDIS & BUSSEL, 2003).

O processo de ingresso dos cloretos depende da geometria, do ambiente, da exposição e da composição do concreto. Em estruturas de boa qualidade, sem a presença de rachaduras, os cloretos ingressam principalmente por difusão. Nos elementos porosos e expostos aos ambientes agressivos, como nas regiões de intermitente secagem e umedecimento, os cloretos são transportados rapidamente no elemento por absorção, ou pela capilaridade cuja ação atrai a água carregada com os cloretos para o concreto. Após a

evaporação da água, o sal da mistura é deixado para trás, proporcionando altas concentrações de sal no concreto (BERTOLINI, 2010; GJØRV, 2009; BROOMFIELD, 2003).

Alguns fatores são determinantes na cinemática da difusão dos cloretos no concreto. Concretos concebidos com maior relação entre água e cimento, em situações gerais, apresentam mais poros, facilitando o ingresso dos cloretos. O transporte dos cloretos pelo interior da massa do concreto requer a presença de água, por isso ambientes saturados ou de umidade relativa alta são mais agressivos. Temperaturas mais baixas produzem aumento na mobilidade dos íons de cloreto dentro da estrutura (GJØRV, 2009).

Devido a essa maior facilidade do ingresso de cloretos e de outros agentes agressivos ocorrer em concretos porosos e em situações com maior presença de água, pode-se concluir que estas estruturas sofrerão maior risco de deterioração conforme a agressividade do meio ambiente. Desta forma, no escopo da ABNT NBR 6118:2003 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento no que diz respeito à agressividade do ambiente no qual a estrutura de concreto será executada, quanto maior a classe de agressividade ambiental, mais alta deve ser a classe do cimento e menor a relação água/cimento para serem empregadas no concreto.

A composição do cimento também tem grande importância na sua capacidade de fixação e interação com os cloretos. Esses agentes agressivos se combinam com os aluminatos para formarem cloroaluminato de cálcio, retardando a sua difusão na massa de concreto. Assim sendo, cimentos cujo *clinker* contém maior teor de aluminato tricálcico são mais resistentes à entrada dos cloretos. Adições de pozolana, escória de alto forno e sílica na constituição do cimento também têm resultado benéfico em relação ao ingresso dos cloretos, porque o produto de hidratação nesses casos tem geração substancialmente maior do gel CSH, que apresenta efeito adsorvente devido a quantidade elevada de pequenos poros de gel, inferiores a 30 nm, e menor criação de poros capilares longos, quando em comparação com o cimento Portland puro (GJØRV, 2009; BERTOLINI, 2010).

A difusão dos cloretos também pode ser dificultada por redução de cal livre na constituição química nos poros da pasta de cimento endurecido. Todavia, a redução de cal livre implica em redução da alcalinidade da solução, o que reduz a taxa de concentração crítica de cloretos para que a camada passiva do aço seja quebrada (GJØRV, 2009).

A composição química dos cloretos também afeta a sua penetração no concreto. Soluções que contém cálcio são mais nocivas, pois avançam mais no concreto do que em comparação com as soluções de sódio, para uma mesma taxa de concentração de cloretos (GJØRV, 2009).

Ressalta-se que apesar dos vários estudos e investigações realizados na temática de absorção de cloretos pelo concreto, ainda é um assunto complexo para ser demonstrado matematicamente. Embora as equações que descrevem os diversos fenômenos sejam relativamente simples, todos os parâmetros que descrevem a cinética do transporte dos cloretos são dependentes da microestrutura do concreto (GJØRV, 2009; BERTOLINI, 2010).

Como principal sintoma de contaminação por cloretos nas estruturas de concreto, tem-se a ocorrência de corrosão por cavidades nas armaduras (BERTOLINI, 2010).

#### 2.6.8 Corrosão das Armaduras

Helene (1993) entende por corrosão a interação danosa de um material com o meio ambiente, que pode ou não ser associada à degradação física ou mecânica. Segundo Gjorv (2009), normalmente o aço envolto pelo concreto está bem protegido contra a corrosão, e isso se deve primariamente à passividade eletroquímica do aço no meio da solução porosa e altamente alcalina do concreto. Entretanto, caso a passividade do aço seja parcialmente ou completamente perdida, o processo da corrosão é desencadeado. Na Figura 15 está exposta uma dessas configurações danosas de quando a corrosão é desencadeada no aço.

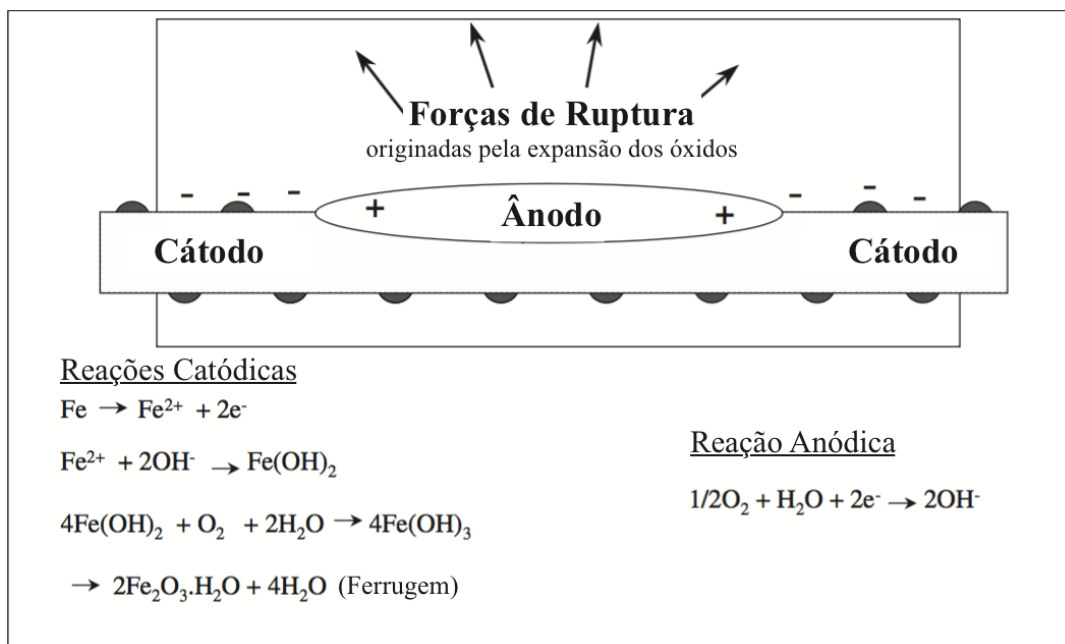


**Figura 15 - Lâmina oxidada se desprendendo do aço**  
Fonte: *The Institution of Structural Engineers* (2010).

Quando a corrosão é iniciada, o potencial elétrico do aço se torna mais negativo e forma áreas anódicas na região afetada, enquanto outras porções do aço com o seu potencial

passivo intacto irão atrair o oxigênio para formar áreas catódicas. Caso a resistividade elétrica do concreto seja suficientemente baixa, propaga-se no aço um sistema complexo de atividade das células galvânicas (GJØRV, 2009).

Broomfield (2003) complementa GjØrv (2009) com a demonstração do mecanismo do desenvolvimento da corrosão apresentado na Figura 16, que se manterá o mesmo independentemente do processo que o tenha originado.



**Figura 16 - Mecanismo de corrosão**  
**Fonte: Adaptado de BROOMFIELD (2003).**

A taxa de corrosão, segundo GjØrv (2009), é definida pelo montante de corrente que passa a fluir em todas as células galvânicas que foram ativadas no desenvolvimento da corrosão. Essa taxa é controlada principalmente pela resistividade elétrica do concreto e a disponibilidade de oxigênio, embora o tamanho e a geometria das áreas catódicas e anódicas nas células galvânicas também sejam fatores importantes.

De acordo com Broomfield (2003), as armaduras são mais suscetíveis à corrosão quando a camada de cobertura do concreto tem espessura insuficiente para protegê-las do ambiente. A motivação da espessura insuficiente pode vir de falha no projeto, que pode ser decorrência da utilização de normas antigas que não especificam uma espessura mínima adequada de cobrimento, ou de falha na execução por falta de detalhamento construtivo.

Na fase da execução, outro problema importante que pode levar à corrosão é o aparecimento de ninhos de concretagem, também conhecidos por “bicheiras”, caracterizadas pela consolidação precária do concreto durante o enchimento das fôrmas. Normalmente elas

aparecem nas arestas e nas bases dos pilares, onde a pasta de cimento não consegue envolver completamente os agregados graúdos. O excesso de aço nos elementos também prejudica que o concreto flua pelos espaços intersticiais (BROOMFIELD, 2003).

Ainda segundo Broomfield (2003), o traço do concreto utilizado na construção tem papel importante no desenvolvimento da corrosão. Quando a relação entre água e cimento é alta, induz-se a um concreto mais poroso, mais vulnerável à carbonatação e ao ingresso de cloretos. Entretanto, o extremo oposto também é problemático, visto que *slump* alto resulta em concretos difíceis de serem manipulados, propiciando o aparecimento dos ninhos de concretagem.

A corrosão pode ser iniciada por praticamente todos os fatores que causem a degradação do concreto de tal forma que o aço das armaduras fique exposto. Mehta & Monteiro (2008) acrescentam que as células de corrosão também podem ser geradas quando materiais metálicos diferentes são embutidos no concreto, pois um deles torna-se catódico e o outro, anódico.

Os sintomas de que as armaduras manifestaram a corrosão são vários, dentre os quais enquadram-se a diminuição da área resistente de aço, perda de aderência entre o aço e o concreto, desagregação do concreto proveniente da expansão volumétrica de até dez vezes o volume inicial das barras de aço, fissuras que surgem paralelamente ao comprimento das armaduras como continuação do processo da desagregação e manchas superficiais de óxido com coloração marrom-avermelhada nas bordas das fissuras, com posterior escorrimento sobre a superfície do concreto (HELENE, 1993; SOUZA & RIPPER, 1998; CÁNOVAS, 1988).

## 2.7 DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO

A correção das patologias e reabilitação das estruturas de concreto armado é uma atividade complexa que demanda a compreensão dos comportamentos de materiais e das técnicas construtivas. É fundamental conhecer as diferentes manifestações patológicas para poder adotar a terapia mais adequada, visto que em muitas situações as causas dos problemas não são facilmente detectadas, ou estão atreladas a outras patologias, podendo induzir a um diagnóstico errado ou impreciso (MONTEIRO, 2005; GRANATO, 2002).

Sendo assim, é vital a realização de um estudo aprofundado dos defeitos encontrados. A este estudo dá-se o nome de diagnóstico, como define Helene (1993):

Por diagnóstico entende-se a identificação e descrição precisa do mecanismo, das origens e das causas efetivamente responsáveis pelo problema patológico, a partir da existência de uma ou mais manifestações patológicas numa dada estrutura de concreto. A constatação de uma manifestação patológica tanto pode decorrer do aparecimento de um sintoma externo evidente, do tipo manchas de produtos da corrosão, fissuras, lascamento, deflexões excessivas, quanto decorrer de uma inspeção ou vistoria cuidadosa efetuada dentro de um programa rotineiro de manutenção, observação e monitoramento da estrutura.

Segundo Souza & Ripper (1998), ao averiguar a existência de manifestações patológicas em uma estrutura, elemento ou edificação, se faz necessária a realização de uma avaliação estrutural detalhada e cuidadosa para que possam ser determinadas as reais condições da estrutura, das anomalias existentes, os motivos, providências a serem tomadas e métodos a serem adotados para a recuperação ou reforço. A avaliação se dá em três etapas: levantamento de dados, análise dos dados e diagnóstico.

A primeira etapa, levantamento de dados, é responsável por fornecer os subsídios para que a análise e, posteriormente, o diagnóstico seja feito corretamente. Bussell (2003) esclarece que é preciso ter planejamento, além de que o trabalho deve ser considerado na sua totalidade, incluindo todos os tipos de investigação, seja física ou documental, para a obtenção das informações. É recomendado que o levantamento de dados compreenda as seguintes fases:

- 1) Avaliação e inspeção inicial: consiste em uma primeira observação da estrutura e de suas condições, inclui tomar notas, fazer rascunhos e tirar fotos. Também é uma oportunidade de familiarizar-se com os usuários do edifício, realizar perguntas que possam levantar mais informações;
- 2) Medidas urgentes: quando revelada que a estrutura está em risco podendo causar dano às pessoas e à propriedade, exigindo uma ação imediata (evacuação, escoramento, entre outros);
- 3) Coleta de dados, pesquisa e revisão de documentos e projetos: análise dos projetos originais, de modificações ou ampliações, caso exista;
- 4) Inspeção detalhada: identificação, localização e detalhamento das patologias encontradas, definição de hipótese das prováveis causas e realização de ensaios;

- 5) Avaliação ou análise estrutural: verificação da estrutura levando em consideração seu projeto, execução, utilização (condição atual e futura) e manutenção, e;
- 6) Relatórios ou laudos e recomendações.

A próxima etapa, análise dos dados coletados, é a responsável por conduzir o engenheiro ou analista a um perfeito entendimento do comportamento estrutural, do surgimento e desenvolvimento dos sintomas patológicos. E finalmente a última etapa, o diagnóstico, nada mais é que o entendimento adequado da questão, em outras palavras, os motivos, origens e causas do aparecimento da patologia. Vale lembrar que o diagnóstico terá conclusões diversas dependendo de fatores econômicos, técnicos, de segurança e de conforto (SOUZA & RIPPER, 1998).

Um bom diagnóstico se completa com algumas considerações do problema no comportamento geral da estrutura, ou seja, um prognóstico da questão conforme Monteiro (2005). Um prognóstico é uma estimativa da evolução do problema que vai servir de base para a definição da terapia ou correção do problema (Helene, 1993).

Na Figura 17 está apresentado um esquema exemplificando os passos para a diagnose de uma estrutura convencional como realizado pelo autor Granato (2002), em concordância com o que foi apresentado.



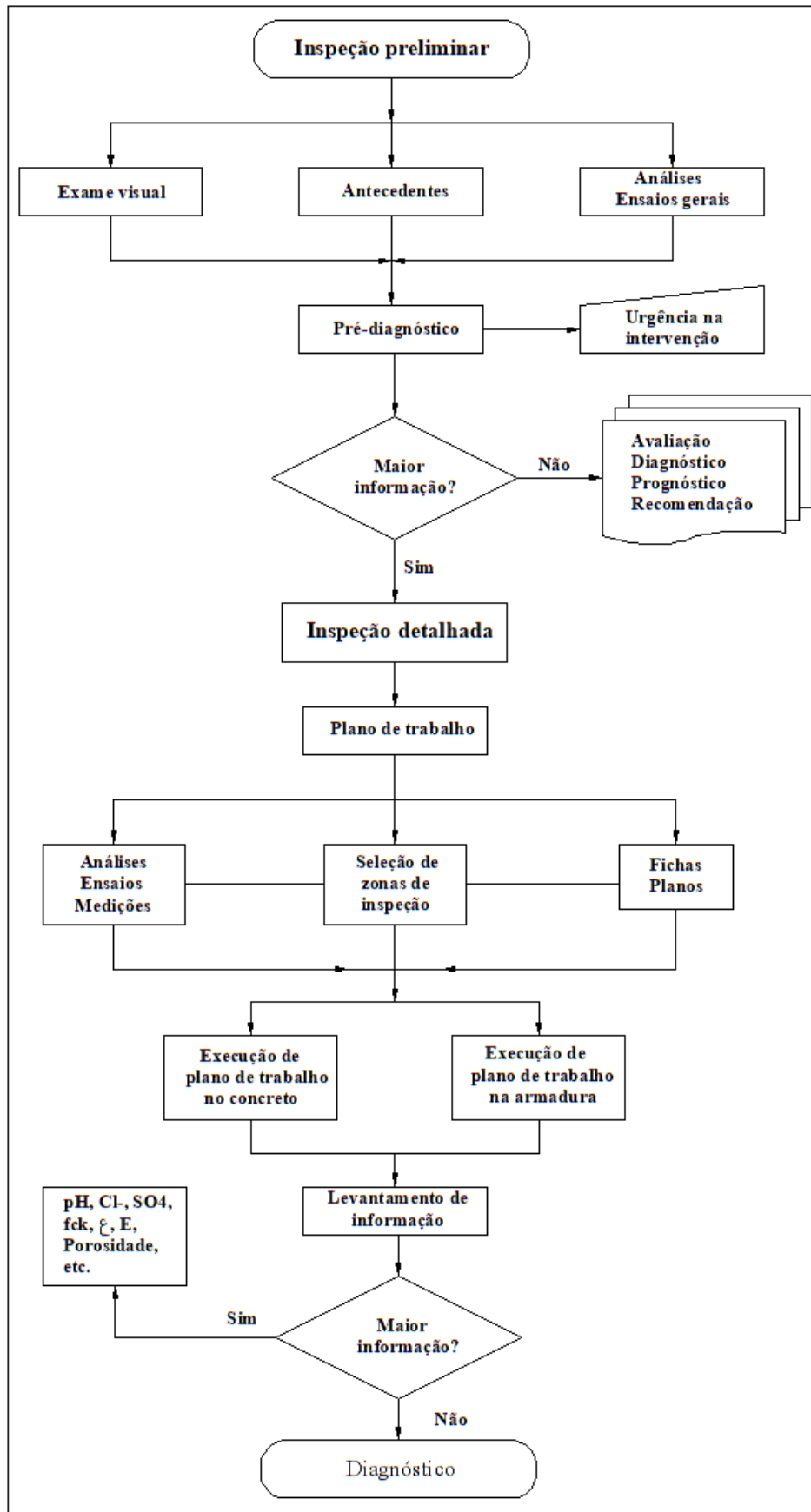


Figura 17 - Fluxograma genérico para o diagnóstico de uma estrutura  
 Fonte: GRANATO (2002).

Normalmente, a realização de ensaios não destrutivos é necessária para a confirmação do diagnóstico do engenheiro, para quantificação da extensão da deterioração e auxílio na decisão das medidas de reparação (BROOMFIELD, 2003). No Quadro 6 a seguir estão descritos brevemente os ensaios normalmente realizados nas estruturas, baseado nas informações coletadas dos autores Broomfield (2003) e Granato (2002).

<b>Patologia</b>	<b>Ensaio, técnicas e equipamentos</b>	<b>Utilização</b>
Fissuras	Fissurômetro	Caracterização de fissuras, trincas e fendas
	Preenchimento da fissura com gesso ou placas de vidro	Fissuras ativas ou passivas
Baixa resistência do concreto	Esclerômetro de reflexão	Dureza superficial do concreto
	Prova de carga	Resistência do concreto
Carbonatação	Indicadores de carbonatação – solução de fenolftaleína	Profundidade de carbonatação
Ninhos ou vazios no concreto	Ultrassom	Homogeneidade do concreto, presença de ninhos ou vazios
Cloretos	Análise de corpo de prova em laboratório	Determinação de cloretos
Porosidade do concreto	Análise da porosidade e da absorção	Porosidade e permeabilidade do concreto
Cobrimento das armaduras	Ensaio de pacometria, com pacômetro	Localização da posição e profundidade da armadura, cobrimento
Corrosão das armaduras	Verificação do diâmetro da barra	Perda de diâmetro por corrosão
	Resistividade elétrica do concreto	Corrosão das armaduras
	Medição das diferenças de potencial	Corrosão das armaduras
	Potenciômetros e galvanômetros	Taxa de corrosão ou velocidade de perda da seção da armadura

**Quadro 6 - Principais ensaios realizados no concreto armado**

Fonte: Adaptado de BROOMFIELD (2003); GRANATO (2002).

## 2.8 GRAU DE RISCO/CRITICIDADE

Segundo o Ibape (2012c), durante uma análise de patologias em edifícios é imperativo realizar a classificação das anomalias e falhas diagnosticadas segundo seu respectivo grau de risco ou criticidade. Esta classificação deve ser sempre fundamentada, considerando o risco oferecido aos usuários, ao meio ambiente e ao patrimônio, assim como os fatores de conservação, rotinas de manutenção previstas, agentes de deterioração precoce, depreciação, funcionalidade e comprometimento de vida útil. As anomalias e falhas são categorizadas em três diferentes níveis de criticidade: crítico, regular e mínimo.

O nível crítico é o mais grave, podendo provocar danos irrecuperáveis contra a saúde e segurança das pessoas e do meio ambiente. Há uma perda excessiva de desempenho e funcionalidade da estrutura, causando possíveis paralizações, aumento no custo de manutenção e recuperação, e comprometimento da vida útil.

As patologias classificadas como regulares causam um impacto parcialmente recuperável. São definidas como aquelas capazes de provocar deterioração precoce e perda parcial de desempenho e funcionalidade de uma edificação, mas sem oferecer prejuízo à operação direta dos sistemas.

Finalmente, no nível menos crítico, estão as patologias de criticidade mínima. Estas causam um impacto recuperável, ou seja, pequenos prejuízos à estética ou atividade programável e planejada, sem incidência de ocorrência dos riscos críticos e regulares, além de baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário.

Pereira et al. (2011) acrescentam que o conhecimento do grau de criticidade das patologias encontradas auxilia na elaboração de uma proposta de manutenção com estratégia de ação, assim como está exposto na Figura 18.



Figura 18 - Estratégia de ação *versus* criticidade  
 Fonte: Adaptado de PEREIRA et al., 2011.

## 2.9 TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO

A qualidade dos serviços de recuperação ou de reforço de estruturas de concreto armado depende diretamente da análise precisa das causas que os tornaram necessários e dos efeitos produzidos. Uma vez realizados o diagnóstico e o prognóstico, passa-se então à escolha da técnica adequada de reparação (SOUZA & RIPPER, 1998).

Conforme apresentado por Broomfield & McDonald (2003), a norma europeia DD ENV 1504-9:1997 sugere uma categorização dos diferentes princípios e métodos para reparação das estruturas:

- 1) Proteção contra a entrada de agentes agressivos, tais como água e outros líquidos, vapor, gás, agentes químicos ou biológicos pela impregnação (aplicação de produtos que penetram no concreto e bloqueiam o sistema poroso), selagem localizada ou preenchimento das fissuras, revestimento ou aplicação de membrana;
- 2) Controle da umidade através da impregnação, pintura superficial, proteção externa ou tratamento eletroquímico;

- 3) Reposição da estrutura danificada pela aplicação de argamassa, recolocação do concreto, projeção de argamassa ou concreto ou substituição de elementos;
- 4) Reforço estrutural para aumentar a capacidade resistente de uma estrutura de concreto pela adição de armaduras, colagens de elementos de reforço como chapas, adição de concreto ou argamassa, injeção de fissuras ou vazios, entre outros;
- 5) Aumento da resistência do concreto a ataques físicos e mecânicos por pinturas, impregnação ou adição de argamassa ou concreto;
- 6) Aumento da resistência química da superfície do concreto a deteriorações e ataques químicos por pinturas, impregnação ou adição de argamassa ou concreto;
- 7) Manutenção ou reposição da passividade das armaduras pelo aumento do cobrimento, substituição do concreto carbonatado, realcalinização eletroquímica do concreto carbonatado, realcalinização por difusão do concreto carbonatado ou extração eletroquímica de cloretos;
- 8) Aumento da resistividade elétrica do concreto limitando o teor de umidade por tratamentos superficiais, pintura, proteção ou revestimentos;
- 9) Controle catódico das armaduras para que fiquem incapazes de conduzir uma reação anódica através da limitação do acesso ao oxigênio por saturação ou pintura;
- 10) Proteção catódica através da aplicação de um potencial elétrico, e;
- 11) Controle de zonas anódicas para a prevenção de reações anódicas das armaduras através da pintura das mesmas ou aplicação de inibidores de corrosão.

Contudo, Granado (2002) ressalta a importância da escolha do material para garantir um bom resultado final na reparação das manifestações patológica. É necessário o entendimento de suas propriedades, avaliações das vantagens e desvantagens, detalhes de preparação da estrutura, técnicas de aplicação e custos.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1 DIMENSIONAMENTO AMOSTRAL

Primeiramente, foi necessário viabilizar a execução deste trabalho através da definição de um número estatisticamente adequado de Unidades Básicas de Saúde que precisariam ser vistoriadas para que as conclusões fossem extrapoladas para todas as 109 UBS que compõem a rede municipal de atendimento ao cidadão.

As variáveis desta pesquisa eram as modalidades de manifestações patológicas, onde seriam atribuídas ou não as suas presenças nos edifícios, de maneira a posteriormente avaliar a proporção da incidência de patologias nas UBSs. O número total de UBSs representava o tamanho da população, que por ser finita e de pequeno tamanho sugeria uma amostragem reduzida e com grande variabilidade sobre os dados, por isso foi adotada a distribuição *t* de Student para a obtenção do grau de confiabilidade de 95% nos resultados. A escolha das UBSs para compor a amostragem foi realizada de maneira aleatória pela própria SMS, portanto tratava-se uma amostragem aleatória simples.

Para calcular o tamanho da amostra, foi utilizada a equação de determinação de margem de erro (TRIOLA, 2013) e isolada em relação ao número de amostras, chegando-se na Equação 1 demonstrada a seguir:

$$n' = \frac{t_{\alpha/2}^2 \cdot p \cdot (1-p)}{E^2} \quad (1)$$

Onde:

$n'$  = número da amostragem com reposição;

$t_{\alpha/2}$  = valor correspondente ao intervalo de confiança desejado;

$p$  = proporção amostral, e;

$E$  = erro máximo da estimativa.

Como a proporção amostral da presença de patologias era um valor desconhecido, foi optado pelo valor que resultaria no maior tamanho amostral, o de 50% (TRIOLA, 2013). Todavia, a Equação 1 matematicamente possibilita que uma amostra seja escolhida novamente, sendo necessário adequar o dimensionamento para que uma UBS não pudesse ser

vistoriada repetidamente. Assim sendo, conforme Cochran (1977) pode-se corrigir o tamanho amostral para uma população finita e sem reposição através da Equação 2, exposta a seguir:

$$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}} \quad (2)$$

Em que:

$n$  = número da amostragem sem reposição;

$n'$  = número da amostragem com reposição obtido na Equação 1, e;

$N$  = número da população.

Na Equação 1 pode ser observado que o tamanho da amostra é inversamente proporcional à margem de erro, e buscando otimizar essa relação foi desenvolvido um programa no *software R Project*. Dentro do *software*, inicialmente foram nomeadas e listadas as variáveis das Equações 1 e 2 juntamente com seus respectivos valores:

$t_{\alpha/2} = 5\%$  (para uma confiabilidade de 95%);

$N = 109$ ;

$E_{min} = 1\%$ , e;

$E_{max} = 50\%$ ;

Como  $t_{\alpha/2}$  é um valor obtido da curva de distribuição  $t$  de *Student*, foi inserido o código necessário para que o próprio *software* calculasse o valor de  $t_{\alpha/2}$ . Após esse procedimento foram adicionadas as Equações 1 e 2 de forma que fossem calculadas as amostras necessárias dentro da faixa de margem de erro de 1 a 50%.

### 3.2 PADRONIZAÇÃO DAS VISTORIAS PREDIAIS

Depois de delimitar quantas UBSs seriam vistoriadas, foi discutida a necessidade da adoção de um procedimento padronizado para realizar o levantamento de dados em todos os locais. Para alcançar essa padronização, inicialmente foi elaborado um roteiro que continha três etapas principais:

- Inspeção visual: realizar o caminhamento no interior e ao redor dos edifícios buscando pela presença de anomalias;

- Coleta de dados: tirar fotografias das anomalias que forem observadas, anotar suas respectivas localizações e prováveis causas, investigar mais informações com os usuários das UBSs e, se possível, obter maiores informações com os engenheiros da SMS responsáveis pelos reparos das patologias, e;
- Elaboração de croquis: rascunhar a planta do edifício e identificar onde foram encontradas anomalias, e na sequência refazer a planta no *software AutoCAD*.

Após a realização da vistoria piloto foi observada a necessidade da criação de um Roteiro de Inspeção para organizar a etapa de coleta de dados. Nesse roteiro foram listadas as manifestações patológicas e as outras anomalias que foram encontradas durante a primeira vistoria, chegando-se no documento exposto no Anexo B.

Durante a vistoria piloto também foi avaliado que não era coerente realizar a inspeção visual dentro de todas as salas dos edifícios, porque isso afetaria o desempenho dos procedimentos médicos e/ou odontológicos aos usuários das UBSs. Além disso, foi compreendido que não seria possível realizar duas visitas separadas para inspeção preliminar e inspeção detalhada nos edifícios conforme a sugestão na Figura 17 da Revisão Bibliográfica, dadas limitações de permissões de acesso concedidas pela SMS.

Depois de realizar o preenchimento dos Roteiros de Inspeção, foram reunidas todas as anomalias que possuíam as mesmas causas prováveis e configurações dentro de um novo quadro para organizar os dados coletados.

### 3.3 CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DAS ANOMALIAS

Para melhor avaliar as anomalias que foram observadas, foi optado por desenvolver um método que permitisse atribuir notas entre 0 e 10 que representassem a importância e a frequência de cada patologia. Para tanto, foi realizada uma adaptação da Norma Eslovena de Método de Condições para Classificação de Estruturas de Concreto (CEB,1998).

Essa normativa expõe métodos para avaliar o nível dos danos em estruturas de concreto, dando notas conforme o tipo de patologia e seu impacto na segurança e durabilidade do elemento estrutural, o efeito que o elemento acometido pela patologia representa sobre toda a estrutura, a intensidade da manifestação patológica, sua extensão e projeção de propagação de danos. A nota final é composta por uma somatória envolvendo esses critérios, que vão de 0 a 1 e valores próximos a 1 correspondem às situações mais severas.



Esses limites das notas foram readequados para se ajustarem entre 0 e 10, de maneira que possibilitasse a associação com os níveis de criticidade do Ibape. Assim sendo, foram estipuladas faixas para cada categoria do Ibape onde 0 a 3 representam notas do nível Crítico, 4 a 6 o nível Regular e 7 a 9 o nível Mínimo. Foi preciso adicionar uma classe extra para os casos em que não fossem encontradas patologias, denominada de classe de Inexistência para atribuição de nota 10.

Foi optado por inverter o sentido dos limites da Norma Eslovena para que notas menores representassem os casos de anomalias mais severas e notas maiores fossem atribuídas para o melhor estado das estruturas, porque foi discutido que normalmente existe associação entre notas altas e melhor desempenho.

O critério para definir a variação da nota dentro dos limites de cada classe de risco do Ibape respeitou a frequência com que dada patologia foi encontrada dentro das UBSs, da seguinte maneira:

- Patologia encontrada pontualmente, ou cuja extensão de poucas aparições foi avaliada como de pequena relevância: notas no limite superior das categorias;
- Patologia recorrente, acima de 8 locais pontuais ou com manifestação encontrada expressivamente nos elementos: notas no limite inferior das categorias, e;
- Patologia observada dentro desses intervalos: notas intermediárias.

Cada modalidade de anomalia encontrada foi classificada dentro dos níveis de criticidade do Ibape conforme os seguintes critérios:

**Crítico (0 a 3):** neste nível foram compreendidas as anomalias que podem comprometer a segurança física dos usuários. Entendem-se nesse caso situações que envolvam risco de algum elemento cair, calçamento ou piso que forneça possibilidade de queda, infiltração que possa atingir a rede elétrica, locais com materiais pontiagudos/cortantes expostos, cabeamento elétrico exposto, presença de mofo, entre outros.

**Regular (4 a 6):** esta faixa intermediária abrange as anomalias que podem provocar deterioração precoce da edificação e/ou alto nível de desconforto para os usuários. Enquadram-se nesses critérios pintura externa demasiadamente desgastada, infiltração ou umidade que provoque desgaste no revestimento ou que apresente mofo, elementos com fissuração importante que não indique danos estruturais, placas de piso descolado, entre outros.

**Mínimo (7 a 9):** as anomalias classificadas dentro da faixa de criticidade mínima causam desconforto estético aos usuários. Nesta faixa foram incluídas pinturas pouco

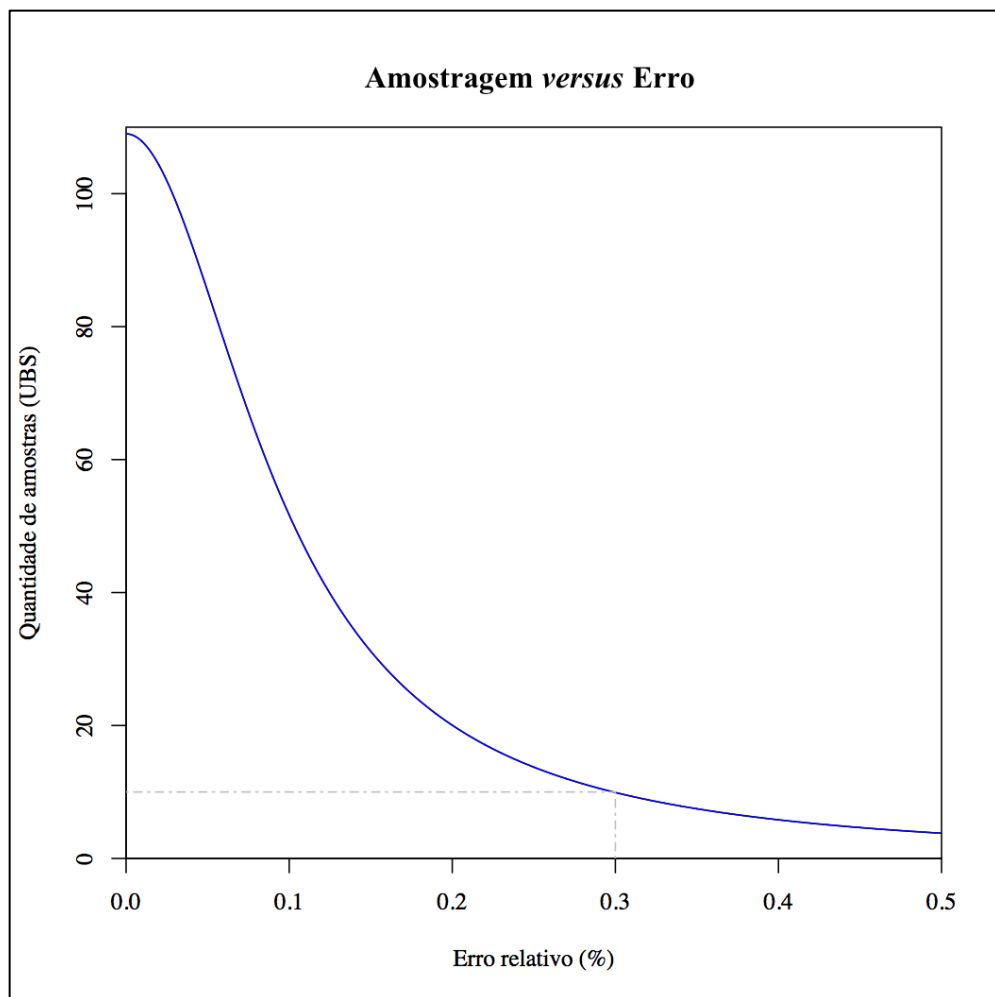
danificadas, fissuras ocasionadas pela falta de vergas/contra vergas, desagregação de parcela de revestimento por atrito com mobiliário, presença de eflorescência, portas e janelas desgastadas, dentre outros.

Inexistente (10): nesta categoria foram compreendidos os casos onde não foi detectada a presença de determinada anomalia.

A partir desses critérios foram atribuídas notas para todas as modalidades de anomalias encontradas na etapa de coleta de dados.

#### 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O dimensionamento do tamanho da amostra necessária foi realizado no *software R Project*, conforme os procedimentos especificados na metodologia. Através desse *software* foi possível obter o Gráfico 1, mostrado a seguir, que correlaciona o tamanho da amostra sem reposição com o erro da estimativa para uma confiabilidade de 95% sobre os dados.



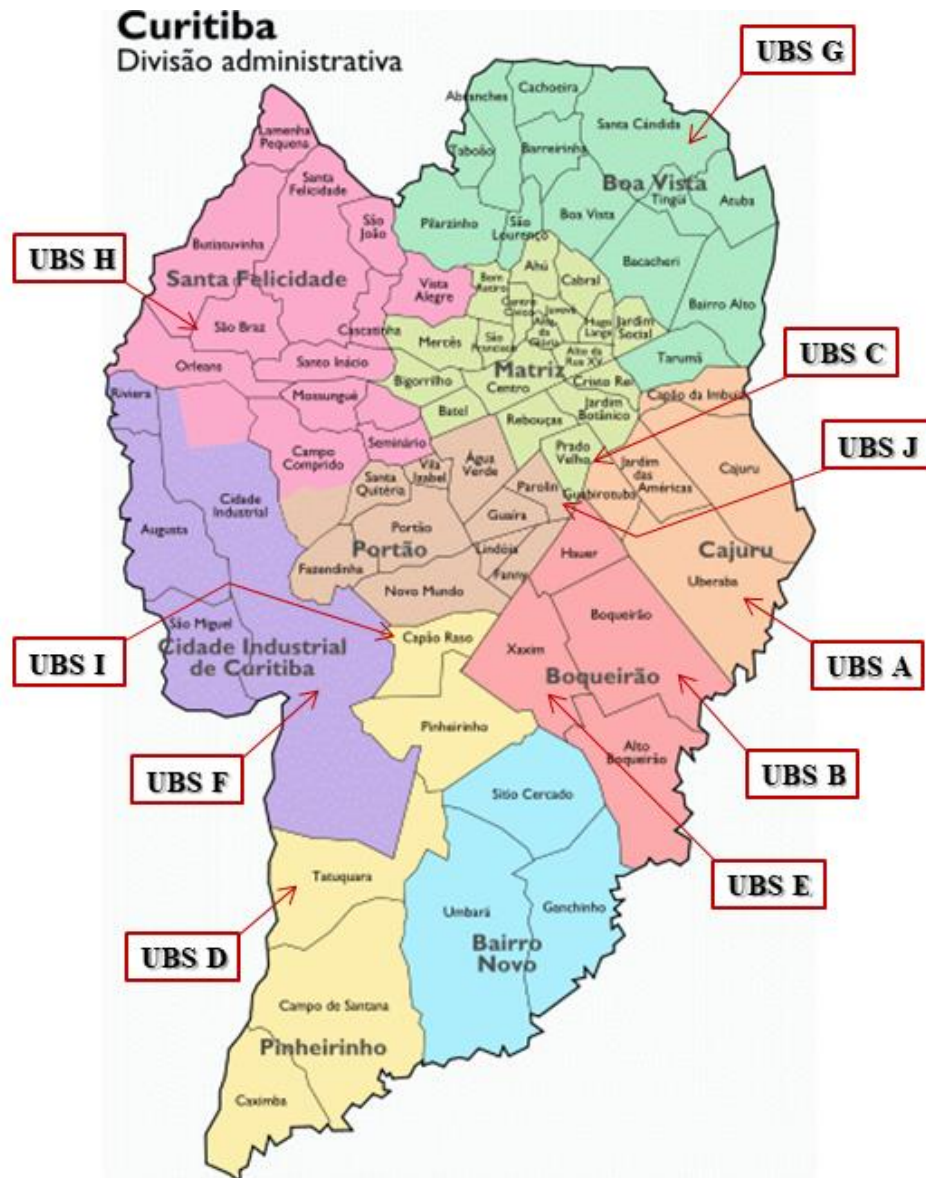
**Gráfico 1 - Amostragem versus erro**

**Fonte: Autoras.**

No Gráfico 1 é possível verificar que quanto maior a dimensão da amostra, menor o tamanho do erro associado na estimativa. Dada à limitação de recursos, foi preciso optar por uma amostra com 10 UBSs e prosseguir a análise estatística com 30% de erro relativo nas inferências sobre o estado atual das 109 UBSs que integram a rede de serviços de saúde da cidade de Curitiba, com grau de confiabilidade de 95%.

#### 4.1 DESCRIÇÃO DOS EDIFÍCIOS

As 10 UBSs vistoriadas estão distribuídas na cidade de Curitiba conforme mostrado na Figura 19, compreendendo 9 Distritos Sanitários distintos.



**Figura 19 - Distribuição das UBSs inspecionadas por região da cidade de Curitiba**  
 Fonte: Autoras.

A partir das informações obtidas na SMS em entrevistas informais, na sequência será descrito as características de cada UBS vistoriada, juntamente com o histórico de manutenção e a data em que foi realizada a visita técnica. Também foram elaborados croquis esquematizando a planta baixa dos imóveis e contendo as informações da localização e da tipologia das patologias observadas, expostos no Anexo C.

#### 4.1.1 UBS A

A UBS A pertence ao Distrito Sanitário do Cajuru e está localizada na região leste da cidade de Curitiba. O edifício principal onde funciona a unidade foi construído em 1992 e atende aproximadamente 10 mil pessoas. No ano de 2008 foi construído o Espaço Saúde, um anexo ao lado da unidade para servir como Sala de Reuniões para a comunidade.

Sobre o histórico de manutenções que ocorreram no local, cerca de 10 anos atrás foi realizada a última reforma da unidade. Foi feito um reparo estrutural na região aos fundos da cozinha, com substituição do piso e reforço na fundação em razão de um vazamento de tubulação que carregou o solo que servia de suporte deste trecho da estrutura. Reparo recorrente que ocorre no edifício é a substituição de vidros das janelas, devido ao material das esquadrias ser de ferro fundido que se oxida e degrada com muita facilidade, ocasionando a quebra dos vidros. Pinturas externas foram executadas quando houve troca na gestão da prefeitura.

A vistoria foi realizada no dia 28 de setembro de 2017 durante o período da tarde, e foi possível vistoriar diversas salas além de toda a parte externa da estrutura.

#### 4.1.2 UBS B

A UBS B faz parte do Distrito Sanitário do Boqueirão, também situada na região leste da cidade de Curitiba. O imóvel foi construído e inaugurado em 1985 e atende um total de 10 mil pessoas, aproximadamente.

A última manutenção corretiva pela qual este imóvel passou foi em 2016, para corrigir os danos e a origem de uma infiltração por umidade ascendente que ocorria na lateral esquerda do edifício principal. Em 2015, a pintura interna foi refeita e todo o piso da estrutura foi substituído, como resultado da participação no programa Requalifica UBS. Segundo informações da responsável pela UBS B, frequentemente é preciso substituir as telhas por causa da ação de vândalos no local.

A vistoria predial ocorreu no dia 16 de outubro de 2017 no período matutino, quando praticamente todas as salas da unidade estavam sendo utilizadas, de maneira que foi vistoriada toda a parte externa da estrutura e apenas a parte interna de uma sala.

#### 4.1.3 UBS C

A UBS C está inserida no Distrito Sanitário da Matriz, localizada próxima à região central da cidade de Curitiba. O edifício foi construído no ano de 1992 e atende um total de aproximadamente 4 mil pessoas.

Em 2016 a unidade passou por uma grande reforma, recebendo novos pisos e forros do telhado, pintura externa e interna, reparo nas conexões hidráulicas e elétricas, correção dos problemas relacionados ao recalque diferencial do terreno, além de reparos no muro ao redor do terreno. A revitalização do imóvel fez parte do programa federal Requalifica UBS.

A vistoria técnica foi feita no dia 16 de outubro de 2017 no período matutino, parte das salas estavam sendo utilizadas, no entanto foi possível vistoriar algumas delas e a parte externa da estrutura.

#### 4.1.4 UBS D

A UBS D pertence ao Distrito Sanitário do Tatuquara, localizada na região sul da cidade de Curitiba. O imóvel foi construído no ano de 1996 e possui 10.896 usuários cadastrados no sistema.

Sobre o histórico de manutenções, segundo os funcionários da UBS, pouco tempo após a construção o imóvel passou uma grande reforma que envolveu a construção de um anexo para a cozinha, além da renovação da pintura do edifício. Todavia, depois disso a UBS não passou por novas reformas. A UBS está atualmente sendo reformada, para corrigir danos causados pela umidade ascendente que ocorre principalmente no consultório odontológico. Existe também a perspectiva de reconstrução do edifício para o ano de 2018.

A vistoria foi realizada no dia 27 de outubro de 2017 no período matutino, e foi possível vistoriar diversas salas além de toda a parte externa da estrutura.

#### 4.1.5 UBS E

A UBS E faz parte do Distrito Sanitário do Boqueirão, situada na região leste de Curitiba. Foi inaugurada em 1974 e teve o edifício reconstruído em 2003. Possui 16.871 pessoas fazendo parte do cadastro de usuários da UBS. No ano de 2011 foi construído o Espaço Saúde, um anexo ao lado da unidade para servir como Sala de Reuniões para a comunidade.

Em 2015 a unidade passou pelo programa Requalifica UBS onde foi reformada e revitalizada, corrigindo principalmente falhas causadas por recalque diferencial do solo. Segundo relato dos usuários, antes da reforma uma árvore do terreno vizinho havia caído sobre o Espaço Saúde, danificando parte do telhado da estrutura. Mesmo após o imóvel passar por uma manutenção corretiva na cobertura, foi relatada e conferida a ocorrência de infiltrações na laje quando tem intempéries.

A vistoria técnica foi realizada no dia 27 de outubro de 2017 no período matutino. Parte das salas estavam sendo utilizadas, no entanto foi possível vistoriar algumas delas e a parte externa da estrutura.

#### 4.1.6 UBS F

A UBS F pertence ao Distrito Sanitário do CIC, e está localizada na região oeste da cidade. O imóvel foi construído em 1985 e atende um montante de 21.661 pessoas, conforme números do cadastro de usuários da unidade.

Sobre o histórico de manutenções que ocorreram no local, a última manutenção corretiva pela qual este imóvel passou foi em 2015, como resultado da participação no programa Requalifica UBS, sendo refeito o piso e a pintura do edifício. A UBS também passou pelo mesmo programa no ano de 2013.

A vistoria predial foi realizada no dia 06 de novembro de 2017 no período matutino, e foi possível vistoriar diversas salas além de toda a parte externa da estrutura.

#### 4.1.7 UBS G

A UBS G faz parte do Distrito Sanitário de Boa Vista, situada na região norte de Curitiba. O edifício original foi construído no ano de 1975, mas foi reconstruído em um novo local e inaugurado em 2011. A unidade possui 11.935 pessoas cadastradas no seu sistema.

Sobre o histórico de manutenções, a unidade fez parte do programa Requalifica UBS no ano de 2015, onde passou por reformas no piso e na pintura externa e interna.

A vistoria ocorreu no dia 07 de novembro de 2017 no período da manhã, quando parte das salas estavam sendo utilizadas para consultas, de modo que foi possível a inspeção de apenas alguns consultórios, as salas administrativas do segundo andar e toda a parte externa da estrutura.

#### 4.1.8 UBS H

A UBS H pertence ao Distrito Sanitário de Santa Felicidade, localizada na região noroeste da cidade de Curitiba. A unidade foi construída no ano de 1975, no entanto foi reconstruída em outro endereço e inaugurada em 2012. A UBS atende o montante de 22.612 pessoas, segundo cadastro de usuários.

Em 2015 o edifício passou por ações de manutenção corretiva como resultado da participação no programa Requalifica UBS.

A inspeção do imóvel foi realizada no dia 07 de novembro de 2017 no período vespertino. Mesmo com grande parte dos consultórios sendo utilizados, foi possível a visita de todas as salas e também de toda a parte externa.

#### 4.1.9 UBS I

A UBS I está inserida no Distrito Sanitário do Capão Raso, localizada na região central de Curitiba. O edifício foi construído em 2003 e possui capacidade para atender por volta de 2 mil pessoas.



Em 2007, a unidade passou por uma pequena ação de manutenção corretiva devido aos danos nas paredes causados pela infiltração de água e umidade ascendente, em que apenas foi aplicada massa corrida e refeita a pintura nas regiões deterioradas.

A visita técnica aconteceu no dia 08 de novembro de 2017, no período matutino. Foi possível a realização da inspeção em toda a estrutura do imóvel, incluindo consultórios, salas administrativas e toda a parte externa da estrutura.

#### 4.1.10 UBS J

A UBS J faz parte do Distrito Sanitário do Portão, situada na região central da cidade. O imóvel original foi construído no ano de 1988, mas foi reconstruído e inaugurado em 2012 e possui 17.952 pessoas cadastradas no sistema na unidade.

Em 2015 o edifício passou por ações de manutenção corretiva como resultado da participação no programa Requalifica UBS.

A visita predial foi realizada no dia 08 de novembro de 2017, durante o período da manhã. Foi possível a realização da inspeção em toda a estrutura do imóvel, incluindo consultórios, salas administrativas e toda a parte externa da estrutura.

## 4.2 ANOMALIA *VERSUS* UBS

Durante a fase das inspeções prediais dos edifícios das UBSs e da coleta de dados foi possível constatar diferentes tipologias de patologias, tais como fissurações de diferentes origens (englobando fissuras, trincas, rachaduras e fendas), desagregação do concreto, eflorescência, umidade ascendente, infiltração, anomalias oriundas da falta de manutenção, falha de projeto e falha construtiva.

A fim de organizar e sintetizar melhor os dados foi elaborado o Quadro 7 contendo as anomalias identificadas nas 10 UBSs vistoriadas, suas respectivas causas prováveis e configurações. As causas e configurações foram apontadas segundo a literatura exposta no trabalho e as condições dos locais investigados.

ANOMALIAS	CAUSAS PROVÁVEIS	CONFIGURAÇÃO
Fissuração (fissura, trinca, rachadura e/ou fenda)	Ausência de verga e contra-verga	Fissuras próximas às janelas e portas
	Variação térmica	Fissuras perpendiculares ao eixo do elemento, próximas à elementos com alguma restrição ou a elementos composto de materiais com diferentes coeficientes de dilatação térmica
	Retração da argamassa de revestimento	Fissuras com formato de “malha”, “teia de aranha” ou “escama de peixe”
	Recalque de fundação	Fissuras à 45°
	Esforços solicitantes excessivos (Ex.: cisalhamento)	Cisalhamento: Fissuras normalmente inclinadas junto aos apoios e verticalizando-se próximas ao meio do vão
	Umidade	Fissuras horizontais próximas rodapé
Desagregação	Falha construtiva	Danificação do elemento pelo uso de materiais inadequados ou técnicas construtivas equivocadas
	Acidental	Danificação do elemento devido à choques com equipamentos, por exemplo
Eflorescência	Infiltração	Coloração esbranquiçada da peça de concreto
Umidade ascendente	Má ou falta de impermeabilização	Formação de bolhas, manchas e mofo, além do descascamento da pintura
Infiltração	Impermeabilização inadequada	Formação de bolhas, mofo e manchas escuras, além do descascamento da pintura
	Vazamento acidental	
Falta de manutenção	Demora na realização de reparos e restauros ou negligência	Deterioração do revestimento interno e externo
		Deterioração de portas e janelas
		Deterioração do forro
		Fiação exposta
Falha de projeto	Uso de materiais inadequados	Deterioração do piso vinílico (cola)
		Deterioração de janelas de ferro fundido
Falha construtiva	Uso de técnicas construtivas equivocadas	Deterioração de azulejos mal executados
		Deterioração de calçadas externas mal executadas
		Batente de portas quebrado

**Quadro 7 - Anomalias, causas prováveis e configurações**

Fonte: Adaptado de PEREIRA, 2011.

No Quadro 8 está exposta a relação das anomalias encontradas em cada uma das UBSs vistoriadas. A partir dessas informações foi possível a elaboração do Gráfico 2, um histograma de anomalias em que o eixo horizontal representa as distintas anomalias

diagnosticadas e o eixo vertical o número de UBSs que manifestaram a determinada patologia.

ANOMALIAS		UBS									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Fissuração (fissura, trinca, rachadura e/ou fenda)	Ausência de verga e contra-verga	X	X		X	X		X		X	X
	Varição térmica	X					X			X	
	Retração da argamassa de revestimento	X									
	Recalque de fundação	X			X	X		X			
	Esforços solicitantes excessivos (Ex.: Cisalhamento)	X								X	
	Umidade	X	X		X		X			X	
Desagregação	Falha construtiva				X	X				X	
	Acidental (choque com equipamentos)	X					X				
Eflorescência	Infiltração/umidade		X		X	X				X	
Umidade ascendente	Má ou falta de impermeabilização	X	X		X		X		X	X	X
Infiltração	Impermeabilização inadequada	X							X	X	X
	Vazamento acidental					X				X	
Falta de manutenção	Deterioração do revestimento interno e externo	X			X		X			X	
	Deterioração de portas e janelas	X	X		X		X			X	
	Deterioração do forro		X		X		X			X	
	Fiação exposta				X		X				X
Falha de projeto	Projeto ineficiente ou uso de materiais inadequados	X					X	X	X		X
Falha construtiva	Uso de técnicas construtivas equivocadas	X	X		X	X		X	X		

**Quadro 8 - Anomalia versus UBS**

Fonte: Adaptado de PEREIRA, 2011.

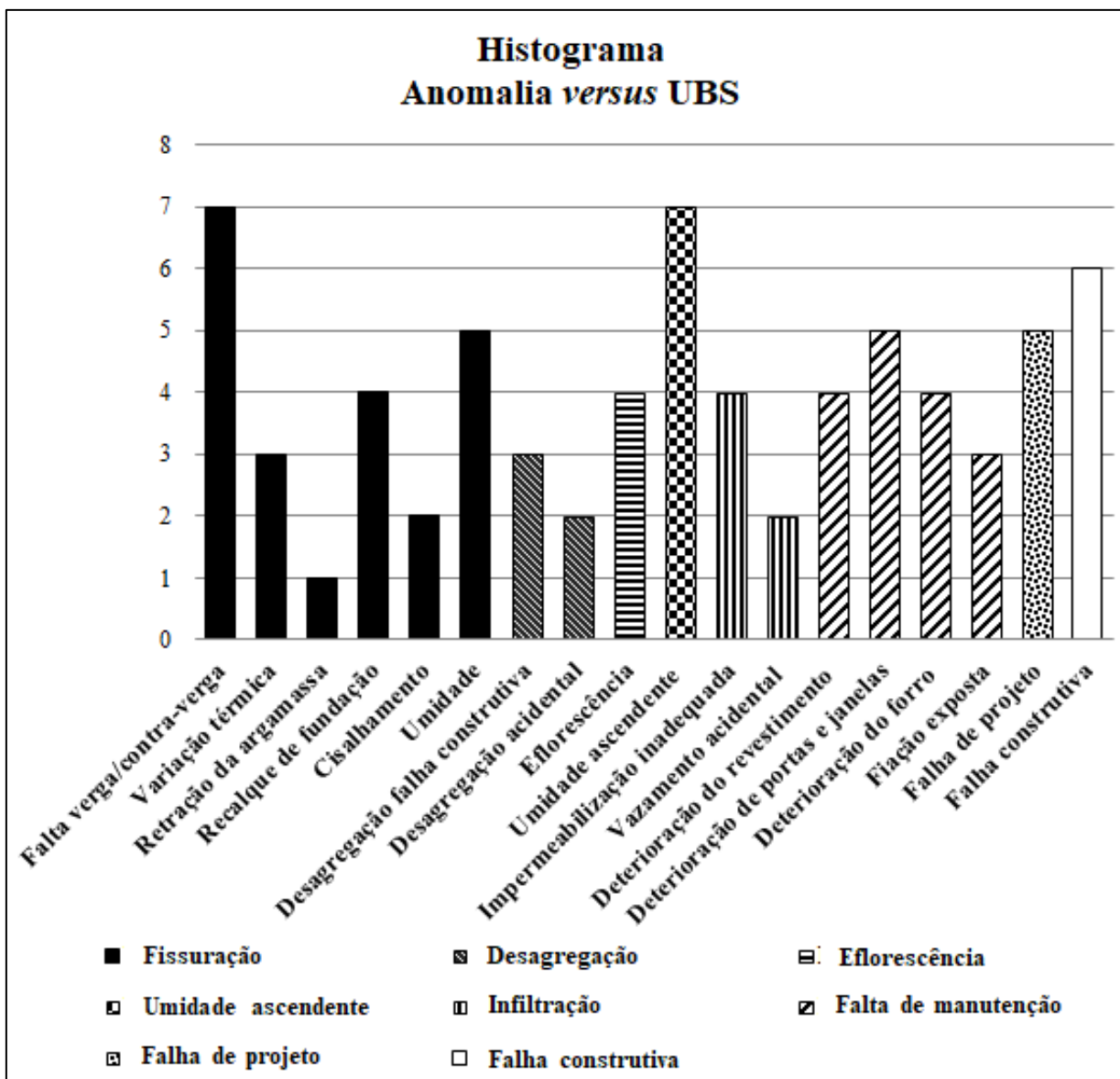


Gráfico 2 - Histograma de anomalia versus UBS  
Fonte: Autoras.

Com base na análise do histograma verifica-se que as anomalias fissuração por ausência de verga e contra-verga e umidade ascendente são as mais recorrentes nas UBSs vistoriadas, representando 70% de frequência nos edifícios. Isso evidencia uma mazela na construção dos prédios públicos das unidades, pois é devido a não execução ou execução inadequada de simples técnicas construtivas que levam ao surgimento das patologias citadas. As referidas técnicas construtivas seriam a execução de vergas e contra-vergas nas portas e janelas para combater a fissuração desse tipo, e impermeabilização das paredes e drenagem correta do solo para evitar o aparecimento de manchas, bolhas e mofo por umidade ascendente. A adoção dessas técnicas aumenta a vida útil do estabelecimento e proporciona maior conforto aos usuários.

Anomalias provocadas por falhas construtivas também se mostraram frequentes, sendo encontradas em 6 das 10 UBSs visitadas. Essas anomalias são referentes ao uso de técnicas construtivas equivocadas e englobam desde problemas meramente estéticos à críticos, como deterioração de batentes de porta à deterioração de calçadas externas que oferecem risco de queda aos usuários, respectivamente. Isso revela que é preciso um cuidado maior durante a etapa da construção dos edifícios, pois a execução dos serviços de maneira adequada evita o retrabalho e manutenções frequentes das estruturas.

É relevante citar também um padrão verificado durante as vistorias prediais em que grande parte dos consultórios odontológicos apresentou problemas com umidade e infiltração. Isso é um possível indício de má conexão entre a tubulação hidráulica e os equipamentos instalados nas salas.

#### 4.3 ANOMALIA *VERSUS* CRITICIDADE

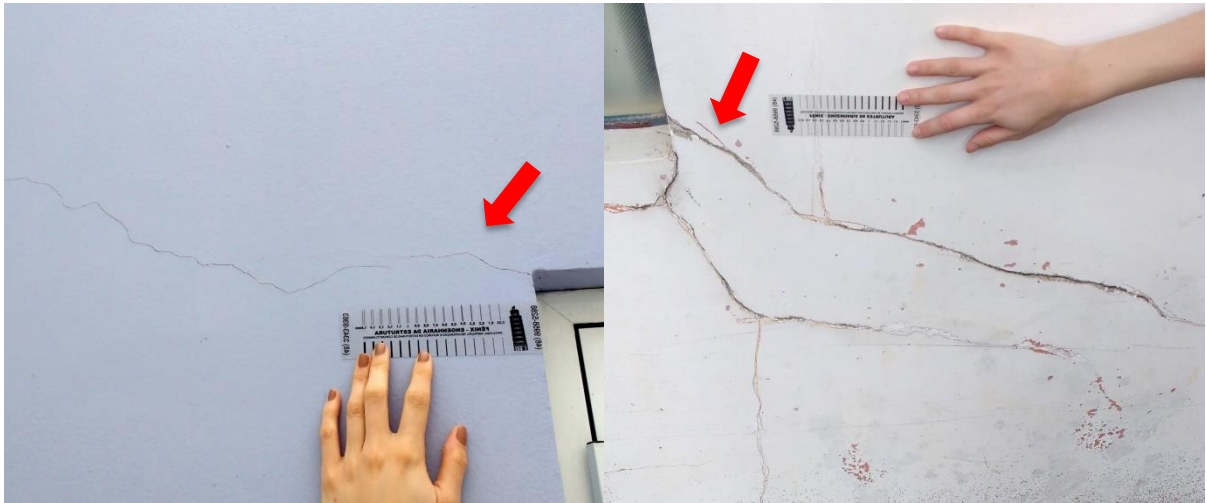
##### 4.3.1 Definição de parâmetros

O sistema adotado para determinação de notas para cada modalidade de anomalia seguiu as quatro categorias de criticidade previamente descritas nos Capítulos de Revisão Bibliográfica e Metodologia. Na sequência, serão demonstradas as justificativas técnicas e as fotografias feitas durante as inspeções prediais que serviram como definição dos parâmetros de classificação para as faixas de Crítico, Regular, Mínimo e Inexistente.

- Fissuração por ausência de verga e contra-verga

As fissuras encontradas próximas às laterais de janelas e portas no geral foram classificadas dentro da categoria de risco Mínimo por causarem desconforto estético aos usuários das UBSs. Entretanto, onde foi observado que as fissuras se desenvolveram para trincas e/ou rachaduras o risco passou a ser Regular, uma vez que aberturas expressivas facilitam a entrada de agentes patogênicos.

Na Figura 20 são mostrados dois exemplos de fissuração por ausência de verga e contra-verga, um representando o risco Mínimo e outro o risco Regular.



**Figura 20 - Fissuração por ausência de verga e contra-verga**  
**Fonte: Autoras.**

- Fissuração por variação térmica

As fissuras por variação térmica foram observadas no exterior das estruturas, com configurações variando entre perpendicular ao eixo do elemento ou próximas à locais com restrição de movimento. Durante as inspeções foi possível avaliar que eram fissuras pequenas e com aparições pontuais, por isso foram enquadradas em risco Mínimo.

Na Figura 21 podem ser observados dois exemplos de fissuração por variação térmica representando o risco Mínimo.



**Figura 21 - Fissuração por variação térmica**  
**Fonte: Autoras.**

- Fissuração por retração da argamassa de revestimento

Essa patologia foi observada no exterior das estruturas, com configuração em formato de malha. Por ser uma fissuração limitada à espessura da argamassa de revestimento, considerou-se como dano estético, ou seja, de risco Mínimo.

Na Figura 22 é exposto um exemplo de fissuração por retração da argamassa de revestimento, representando o risco Mínimo.



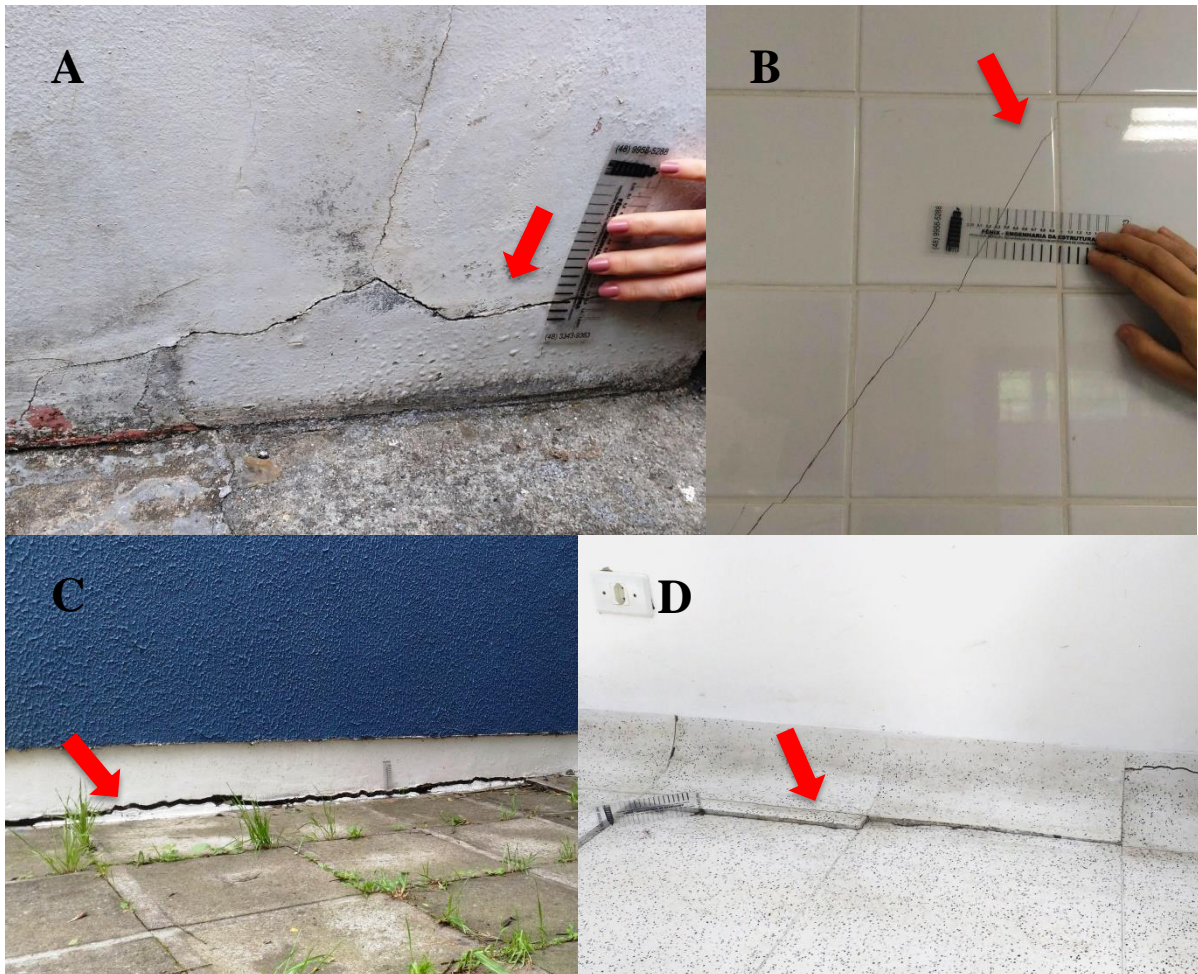
**Figura 22 - Fissuração por retração da argamassa de revestimento**  
Fonte: Autoras.

- Fissuração por recalque de fundação

As fissurações causadas por recalque de fundação foram verificadas em diversos locais, como nos cantos de paredes com fissuras em 45°, paralelas e próximas ao rodapé das vedações, e no interior dos imóveis com desnivelamento do piso. Os critérios para pertencerem ao risco Mínimo foram os de apresentarem pequena abertura com aparição pontual nas estruturas. Na classe Regular foram enquadradas as trincas e/ou rachaduras de resquícios de um problema estrutural previamente resolvido e, como classe Crítica, as estruturas com o piso desnivelado que oferece risco de queda aos usuários das UBSs.

Na Figura 23 podem ser observados alguns exemplos de fissuração por recalque de fundação, abrangendo os riscos Mínimo, Regular e Crítico.





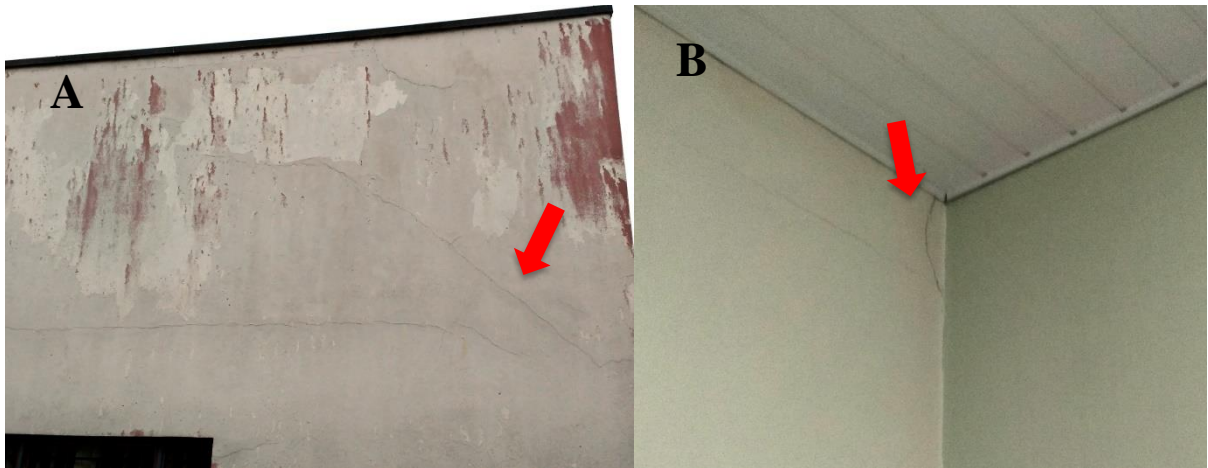
**Figura 23 – Fissuração por recalque de fundação: (A) fissura paralela ao rodapé, (B) fissura em 45°, (C) fissura paralela ao rodapé e (D) desnivelamento do piso**  
**Fonte: Autoras.**

- Fissuração por esforços solicitantes excessivos

As estruturas com fissuração por esforços solicitantes excessivos apresentaram a configuração característica de cisalhamento, com fissuras inclinadas junto aos apoios. Onde esta patologia foi encontrada pontualmente, com pequena abertura e demonstrando ter sido causada por sobrecarga do telhado, foi considerado que se enquadrava na classe de deterioração precoce do risco Regular, mas sem risco de ruína. Todavia, no local onde foram vistas várias fissuras de cisalhamento na platibanda considerou-se que representava risco de parcela do elemento ruir, desta forma foi classificada como risco Crítico.

Na Figura 24 foram exemplificados dois casos de fissuração por esforço cisalhante, uma pertencente à categoria Regular e a outra à classe Crítica.





**Figura 24 - Fissuração por esforços solicitantes excessivos: (A) fissuras de cisalhamento na platibanda e (B) fissura na viga causada por sobrecarga**  
**Fonte: Autoras.**

- Fissuração por umidade

A fissuração provocada por umidade foi encontrada em diversas paredes externas das UBSs, com configuração de abertura de fissura paralela à calçada. Por serem fissuras, foram classificadas no risco Mínimo.

Na Figura 25 demonstrada a seguir, são exemplificados dois casos de fissuras de risco Mínimo por excesso de umidade.



**Figura 25 - Fissuração por umidade**  
**Fonte: Autoras.**

- Desagregação por falha construtiva

A desagregação causada por falha construtiva foi observada nos locais onde o choque com equipamentos foi descartado, como locais altos ou muito baixos. Provavelmente a causa das desagregações de revestimentos foram originadas por argamassa de má qualidade, visto que na maioria dos locais com este problema a patologia se manifestava em diversos pontos nas paredes, ou também podem ter sido originadas pela má vedação de portas e janelas. Onde a patologia foi encontrada pontualmente foi classificado como risco Mínimo, todavia em locais com grande área acometida por essa patologia foi classificado como deterioração precoce da estrutura, pertencendo à categoria Regular de risco.

Na Figura 26 exposta a seguir, são exemplificados dois casos de desagregação por falha construtiva, uma representando o risco Mínimo e outra o risco Regular.



**Figura 26 - Desagregação por falha construtiva**  
**Fonte: Autoras.**

- Desagregação acidental (choque com equipamentos)

A desagregação por causa acidental foi encontrada onde os danos no revestimento coincidiam com a altura do mobiliário e/ou equipamentos das salas. Como são consequências de ação de terceiros, e sua ocorrência não representa risco estrutural, foram classificadas como sendo de risco Mínimo.

Na Figura 27 mostrada a seguir, são exemplificados dois casos de desagregação acidental de risco Mínimo.



**Figura 27 - Desagregação acidental**  
**Fonte: Autoras.**

- Eflorescência

As estruturas que apresentaram eflorescência foram caracterizadas pela associação de bolhas na pintura com coloração esbranquiçada na superfície, demonstrado que os sais foram carreados para o exterior pela ação da água. Por ser uma patologia que causa danos estéticos, foi classificada como sendo de risco Mínimo.

Na Figura 28 podem ser observados dois casos de eflorescência de risco Mínimo.



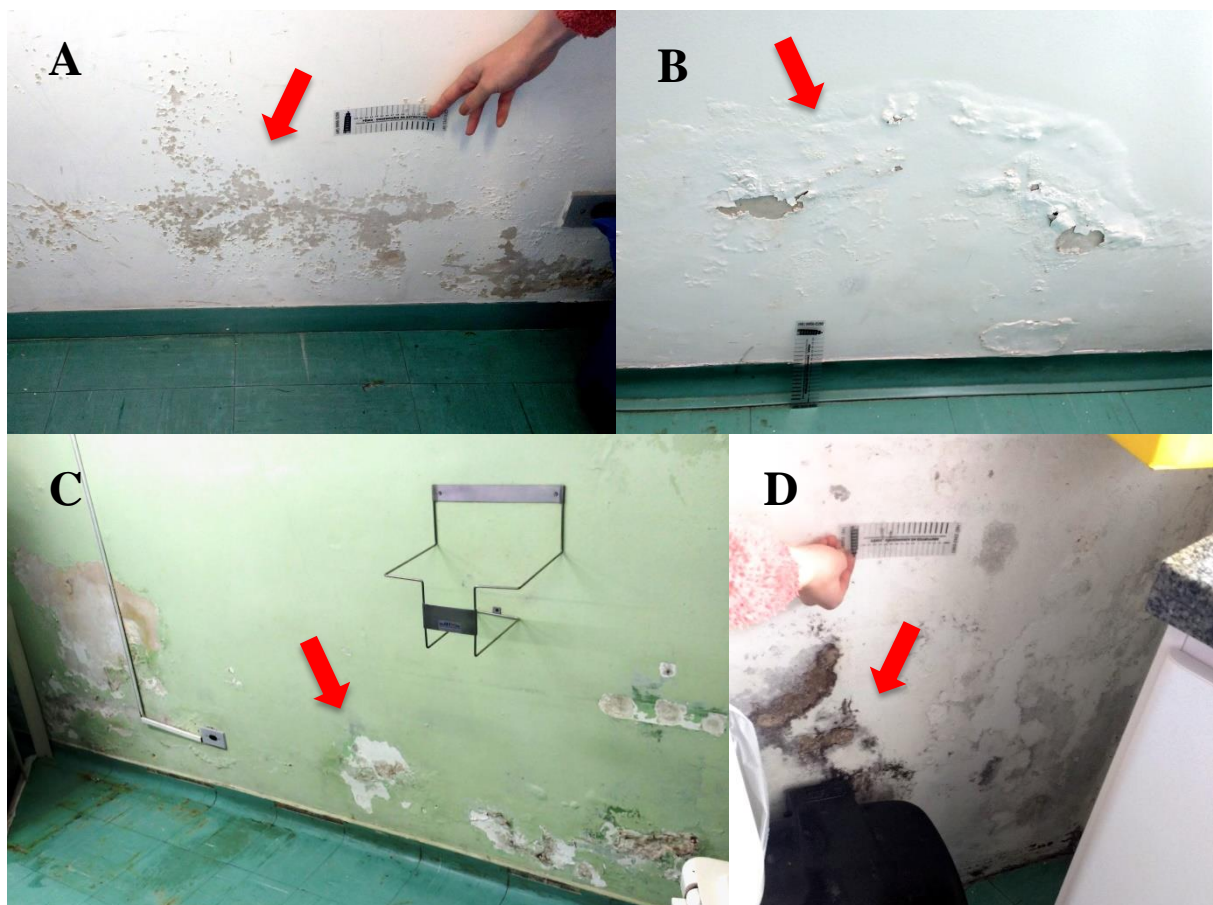
**Figura 28 - Eflorescência**  
**Fonte: Autoras.**



- Umidade ascendente

A umidade ascendente foi observada nas paredes da maioria das UBSs com a formação de bolhas e descascamento da pintura, relativamente próximas ao chão e em maior concentração nas paredes próximas à vegetação. Nos locais em que essa patologia se manifestou de forma pontual e em pequena concentração foi considerada como risco Mínimo, mas onde a anomalia foi vista em diversas salas associou-se a um problema recorrente de deterioração da estrutura. Entretanto, caso houvesse manchas escuras de mofo ou a umidade estivesse próxima a localização de tomadas, foi enquadrada como risco Crítico, porque propicia o desenvolvimento de doenças respiratórias ou a ocorrência de curtos elétricos.

Na Figura 29 podem ser observados alguns exemplos de umidade ascendente, abrangendo os riscos Mínimo, Regular e Crítico.





**Figura 29 - Umidade ascendente: (A) e (B) bolhas de umidade, (C) e (D) manchas e bolor, (E) e (F) umidade próxima à tomadas**

**Fonte: Autoras.**

- Infiltração por impermeabilização inadequada

A infiltração por impermeabilização inadequada se caracteriza pela manifestação da patologia nos forros das estruturas, por problemas na vedação da cobertura. Quando ocorrem intempéries surgem focos de infiltração, que caso sejam pontuais e distantes da rede elétrica foram classificados como de risco mínimo, mas onde estiverem próximas de eletricidade e/ou tenham desenvolvido manchas escuras características de mofo, passaram a se enquadrar na categoria Crítica por representarem risco à saúde dos usuários.

Na Figura 30 exposta a seguir são exemplificados três casos de infiltração por impermeabilização inadequada, uma representando o risco Mínimo e duas o risco Crítico.



**Figura 30 - Infiltração por impermeabilização inadequada**

**Fonte: Autoras.**

- Infiltração por vazamento acidental

Quanto à infiltração por vazamento acidental, são as situações externas que danificaram a estrutura e provocaram o aparecimento dessa patologia. Por exemplo, uma das UBSs sofreu a queda de uma árvore sobre o edifício destinado ao ES e após isso se desenvolveu infiltração no local. Outra situação acidental é a de vazamentos por problemas na tubulação. Para classificar as patologias, foi avaliado que a sua presença causa deterioração precoce da estrutura, portanto pertence à categoria Regular.

Na Figura 31, podem ser observados dois exemplos de infiltração por vazamento acidental, ambas representando o risco Regular.



**Figura 31 - Infiltração por vazamento acidental: (A) bolhas no teto e (B) vazamento da pia**  
Fonte: Autoras.

- Falta de manutenção (deterioração do revestimento interno e externo)

A deterioração da pintura de revestimento foi observada em várias UBSs, onde em alguns casos o descascamento da pintura possibilitou verificar camadas aplicadas com cores diferentes no decorrer dos anos. Por ser uma anomalia que causa desconforto estético aos usuários, foi classificada como de risco Mínimo.

Na Figura 32 foram mostrados dois casos de deterioração do revestimento por falta de manutenção, ambos de risco Mínimo.





**Figura 32 - Deterioração do revestimento interno e externo**  
**Fonte: Autoras.**

- Falta de manutenção (deterioração de portas e janelas)

Portas e janelas deterioradas foram caracterizadas por pintura danificada, por vidros quebrados, pelo desenvolvimento de corrosão nas portas e esquadrias, ou por portas danificadas pela ação de vândalos que forçaram a fechadura para entrar nas salas. Na maioria dos casos essa anomalia causa apenas desconforto estético, sendo de classe Mínima, mas onde foram encontrados muitos vidros quebrados avaliou-se que se tratava de situação com forte desconforto para os usuários da UBSs, pertencendo a categoria Regular.

Na Figura 33 são expostos dois casos de deterioração de portas e janelas por falta de manutenção, uma representando o risco Mínimo e outra o risco Regular.



**Figura 33 - Deterioração de portas e janelas**  
**Fonte: Autoras.**

- Falta de manutenção (deterioração do forro)

Locais com o forro deteriorado foram encontrados principalmente em beirais externos feitos de madeira, que ao sofrer exposição prolongada de intempéries ficou danificado. Em outros casos, o forro feito de PVC estava com algumas lâminas desencaixadas entre si. Essa anomalia provoca desconforto estético aos usuários, sem causar deterioração precoce do restante da estrutura, portanto foi enquadrada na categoria de risco Mínimo.

Na Figura 34 foram demonstrados dois casos de deterioração de forros por falta de manutenção, ambas representando o risco Mínimo.



**Figura 34 - Deterioração do forro**  
**Fonte: Autoras.**

- Falta de manutenção (fiação exposta)

Essa anomalia se configura pela presença de pontos onde a fiação está exposta, com cabos se projetando para além das paredes. São pontos onde deveria haver uma caixa de tomada protegendo a fiação para evitar acidentes. Como essa anomalia propicia risco de ocorrer alguma fatalidade, em especial envolvendo crianças, trata-se da categoria Crítica.

Na Figura 35 são expostos dois casos de fiação exposta por falta de manutenção, ambas representando o risco Crítico.





**Figura 35 - Fiação exposta**  
**Fonte: Autoras.**

- Falha de projeto

Durante as vistorias prediais foi observada a ocorrência de anomalias oriundas de falhas na concepção do projeto, seja no projeto arquitetônico ou na definição de materiais inadequados para serem utilizados em UBSs. Em estruturas construídas há menos de 10 anos foram encontrados problemas de infiltração no telhado, descolamento de piso, funcionários das UBSs utilizando jornais para regular abertura de janelas, além de vidros frequentemente quebrados em uma UBS mais antiga.

Segundo o relato do engenheiro da SMS, o modelo com platibanda para estruturas localizadas próximas a vegetação provoca entupimentos frequentes nas calhas, o que leva ao aparecimento de infiltrações dentro das UBSs. Como infiltrações causam deterioração precoce, foram classificadas dentro da categoria de risco Regular.

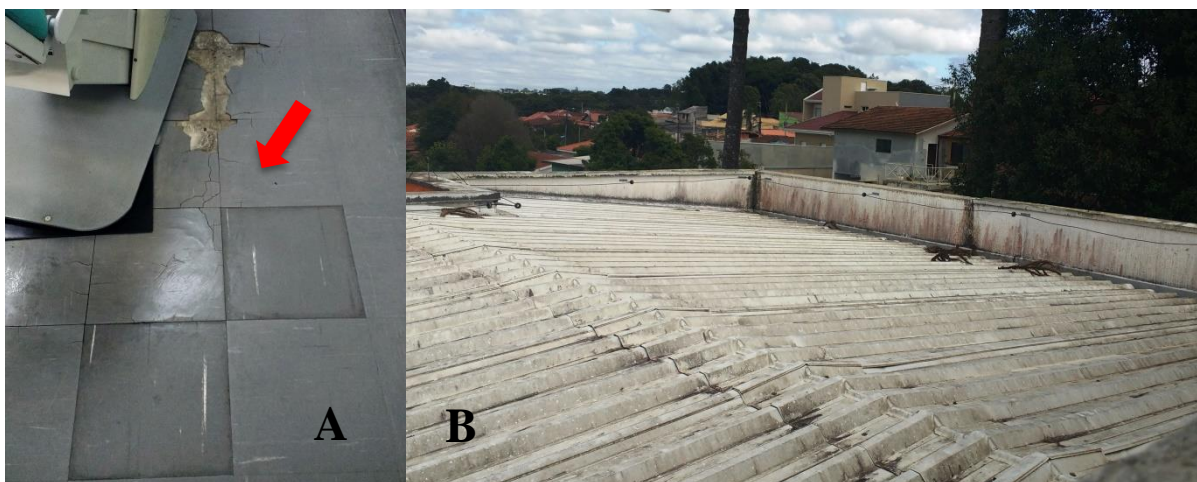
Quanto aos materiais inadequados, tem-se a cola utilizada atualmente na fixação do piso vinílico que é facilmente desgastada pelo uso, causando o deslocamento do piso. O modelo de janela *Maxim Ar* de algumas UBSs não permite ajuste de abertura, e os funcionários acabam utilizando anteparos para adequar a situação ao uso que preferem. Outro modelo inadequado de janela é o de guilhotina com esquadria de madeira, cujos funcionários reclamaram do peso para abrir/fechar as janelas. Também foram encontradas janelas com esquadrias de ferro fundido, que desenvolvem corrosão com muita facilidade e esta pressão acaba quebrando os vidros das janelas.

Com exceção das janelas com modelo de guilhotina, todas as outras situações provocam a deterioração precoce da estrutura, seja por perder a vedação do piso, diminuir a estanqueidade das janelas por forçar anteparos nas esquadrias, ou o frequente aparecimento de

vidros quebrados no entorno das UBSs. Dessa forma, essas situações também foram enquadradas na classe Regular de risco.

Apenas o caso das janelas de modelo de guilhotina foi classificada como pertencente à classe de risco Mínimo, pois o projeto da UBS foi concebido há muitos anos atrás e as janelas continuam desempenhando sua função.

Na Figura 36 são expostos dois casos de anomalias desenvolvidas por falhas no projeto, ambos representando o risco Regular.



**Figura 36 - Falha de projeto: (A) deslocamento do piso e (B) modelo de platibanda**  
Fonte: Autoras.

- Falha construtiva

Nessa categoria de anomalias foram enquadradas as situações em que problemas durante a construção originaram o surgimento de outras patologias. Por exemplo, foram encontrados vários locais com trincas próximas aos batentes das portas devido à utilização de tacos para ligar a alvenaria com o espelho da porta. Além disso, foram observadas algumas UBSs com calçadas de concreto severamente deterioradas, com diversos remendos e desníveis, por ausência de fundação ou crescimento de raízes de vegetação.

O surgimento de fissuração próxima aos batentes das portas e a fissuração oriunda de juntas secas foi classificada como desconforto estético, ambas pertencendo à categoria de risco Mínimo. Nos locais com calçada deteriorada nos fundos das UBSs, onde apenas funcionários tem acesso, foi avaliado como risco Regular, mas onde havia desnível nas calçadas na área de circulação dos usuários o risco de ocorrência de acidentes passou para a categoria Crítica.

Na Figura 37 podem ser observados seis exemplos de falhas construtivas, abrangendo os riscos Mínimo, Regular e Crítico.



**Figura 37 - Falha construtiva: (A) trincas no batente da porta, (B) e (C) calçadas deterioradas, (D) e (E) compactação insuficiente do solo, (F) má execução de cano na parede**  
**Fonte: Autoras.**

Assim sendo, a partir dos critérios especificados na definição de parâmetros, foram atribuídas notas às anomalias encontradas em cada UBS, sempre respeitando as quatro categorias de criticidade. No Quadro 9 a seguir está exposta a relação de notas e no Anexo D foram prestados os devidos esclarecimentos e justificativas a cada uma. Observa-se que foi empregado um sistema de cores para tipificar cada classe de criticidade, sendo:



- Crítico: Cor vermelha - Notas de 0 a 3;
- Regular: Cor amarela - Notas de 4 a 6;
- Mínimo: Cor verde - Notas de 7 a 9, e;
- Inexistente: Cor preta - Nota igual a 10.

ANOMALIAS		UBS									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Fissuração (fissura, trinca, rachadura e/ou fenda)	Ausência de verga e contra-verga	7	9	10	4	8	10	7	10	7	8
	Variação térmica	9	10	10	10	10	8	10	10	9	10
	Retração da argamassa de revestimento	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Recalque de fundação	9	10	10	0	6	10	2	10	10	10
	Esforços solicitantes excessivos (Ex.: Cisalhamento)	2	10	10	10	10	10	10	10	6	10
	Umidade	8	9	10	4	10	7	10	10	8	10
Desagregação	Falha construtiva	10	10	10	4	10	9	10	10	5	10
	Acidental (choque com equipamentos)	8	10	10	10	10	9	10	10	10	10
Eflorescência	Infiltração/umidade	10	9	10	7	10	9	10	10	9	10
Umidade ascendente	Má ou falta de impermeabilização	6	1	10	0	10	5	10	6	0	8
Infiltração	Impermeabilização inadequada	3	10	10	10	10	10	10	3	8	3
	Vazamento acidental	10	10	10	10	6	10	10	10	6	10
Falta de manutenção	Deterioração do revestimento interno e externo	8	10	10	7	10	9	10	10	7	10
	Deterioração de portas e janelas	4	9	10	9	10	8	10	10	8	10
	Deterioração do forro	10	9	10	8	10	9	10	10	9	10
	Fiação exposta	10	10	10	3	10	0	10	10	10	3
Falha de projeto	Projeto ineficiente ou uso de materiais inadequados	4	10	10	10	10	7	4	4	10	4
Falha construtiva	Uso de técnicas construtivas equivocadas	6	6	10	0	6	10	6	8	10	10

**Quadro 9 - Anomalia versus criticidade**

Fonte: Adaptado de PEREIRA, 2011.

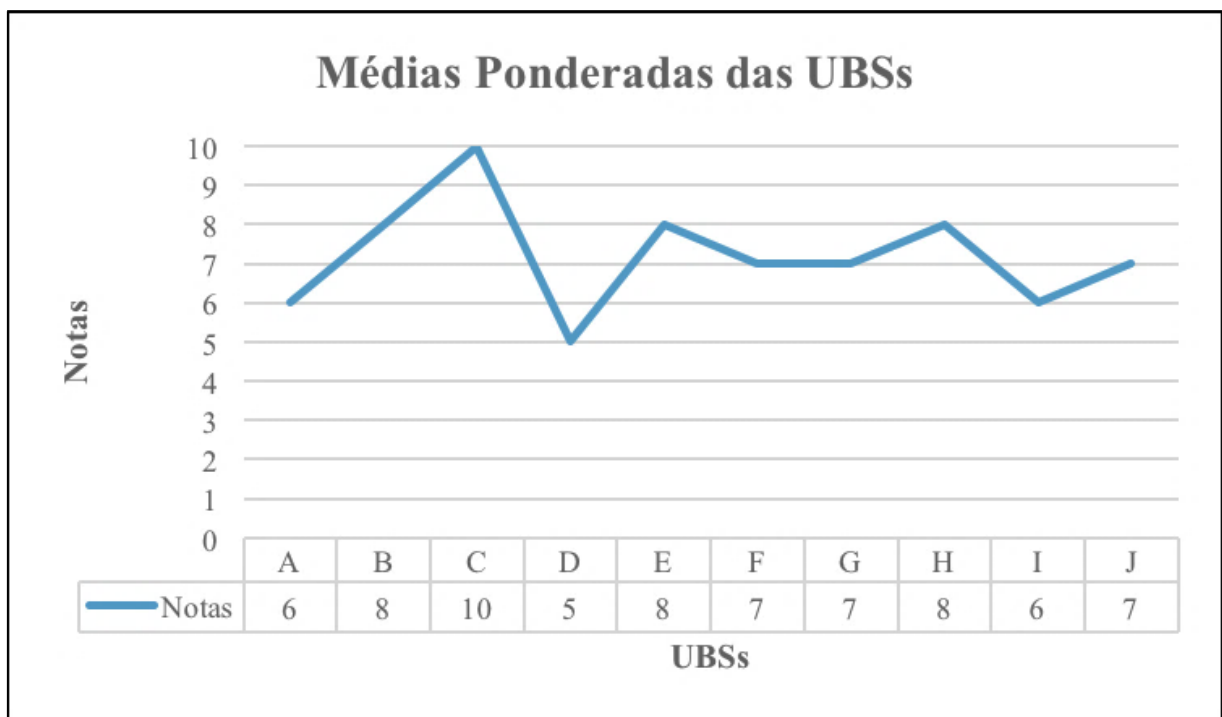
Com base nos dados do Quadro 9 foram realizadas duas análises distintas. Na primeira, foi feito um estudo genérico das UBSs, calculando as médias ponderadas das notas atribuídas às anomalias de cada unidade, chegando a um valor único que pudesse representar cada UBS, e a partir disso foi possível compará-las. Na segunda, realizou-se um estudo

genérico por patologia, ou seja, foi verificada a frequência de notas Crítica, Regular, Mínima e Inexistente para cada anomalia e em posse dessas informações foi possível compará-las.

#### 4.3.2 Análise genérica por UBS

Para realizar o cálculo das notas que representassem o estado geral dos edifícios de cada UBS, primeiramente foram estabelecidos pesos diferentes para cada categoria de criticidade, uma vez que era preciso dar maior grau de importância para as anomalias que oferecem riscos aos usuários destes edifícios. Assim sendo, os pesos foram 4, 3, 2 e 1 para os níveis Crítico, Regular, Mínimo e Inexistente, respectivamente.

Calculou-se então a média ponderada para dar nota para cada UBS através das notas expostas no Anexo D. Foi definido como critério de arredondamento não descaracterizar as categorias às quais as notas pertencem, chegando-se no Gráfico 3, mostrado a seguir.



**Gráfico 3 - Médias ponderadas das UBSs**

Fonte: Autoras.

A partir do Gráfico 3 é possível observar que 60% das UBSs estão classificadas como risco Mínimo, logo a maioria das anomalias presentes nesses locais causam apenas

desconforto estético aos usuários, além de 10% estarem na categoria de risco Inexistente por ter passado por uma grande reforma recentemente pelo programa Requalifica UBS. Essa avaliação representa uma situação de otimismo em relação ao estado dos prédios públicos destinados a área da saúde na cidade de Curitiba.

Todavia, é preciso atentar que muitas vezes são valores no limite inferior da classe de risco Mínimo, o que significa que as anomalias são recorrentes e que na composição das notas das médias ponderadas haviam anomalias críticas e regulares, logo não se pode desconsiderar que existem UBSs classificadas como de risco Mínimo que carecem de reparos.

Além disso, 30% dos locais classificados como de risco Regular estão com sua estrutura deteriorada por patologias que se não forem corrigidas irão desenvolver situações que comprometerão a saúde dos usuários das UBSs, como por exemplo a progressão da umidade ascendente levar ao desenvolvimento de mofo nos ambientes internos. Vale ressaltar que mesmo que a média ponderada final tenha se encaixado na categoria Regular, não se pode ignorar que houve situações críticas dentro dessas UBSs e que são edifícios que precisam de manutenção para ter o desempenho adequado para o seu propósito de servir à área da saúde.

Buscando encontrar uma nota que representasse o estado geral dos edifícios das 109 UBSs que compõem o SUS de Curitiba, foi calculada uma média simples a partir das médias ponderadas expostas no Gráfico 3, obtendo-se o valor 7. Para realizar a inferência estatística também foi preciso considerar o erro associado no tamanho da amostra, fornecido no Gráfico 1 e de valor correspondente à 30%. Como os valores variam em uma escala de 0 a 10, o resultado pode ser explicitado em  $7 \pm 3$ .

Esse resultado significa que as estruturas das UBSs de Curitiba no geral estão classificadas como risco Mínimo com nota 7 com 30% de erro relativo, com uma confiabilidade de 95% sobre essa afirmação.

A dimensão do erro perante a média geral é coerente com o que foi observado durante as vistorias porque a população dessa pesquisa, as 109 UBSs de Curitiba, são locais muito diferentes entre si, dados os fatores como grande variabilidade nos anos de inauguração, distintos níveis de investimento, manutenção e frequência de uso. Outra observação relevante é a de que a faixa de erro da média abrange os níveis de criticidade do Regular ao Inexistente, novamente em concordância com o que foi avaliado durante as vistorias prediais.

#### 4.3.3 Análise genérica por patologia

Para que fosse possível a comparação das anomalias segundo os critérios de criticidade foi necessária a realização do cálculo das frequências dos níveis Inexistente, Mínimo, Regular e Crítico para cada patologia.

O cálculo foi efetuado contando o número de incidências de cada nível e feita porcentagem da mesma em relação ao total, para cada uma das anomalias analisadas. Dessa maneira, foi encontrada a proporção das quantidades expressa em porcentagem, possibilitando a elaboração do Gráfico 4.

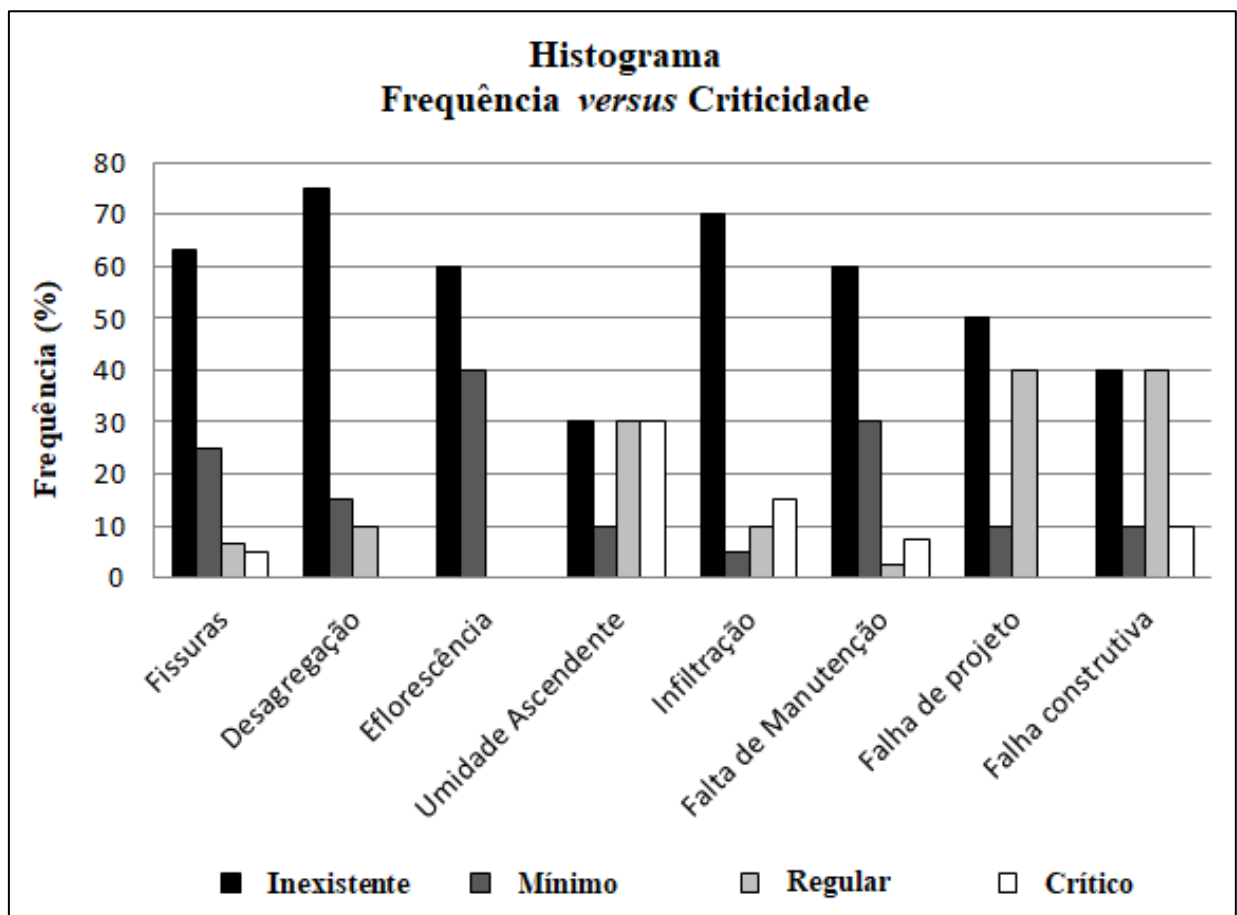


Gráfico 4 – Histograma de frequência *versus* criticidade

Fonte: Autoras.

Com base na análise do histograma constata-se que a incidência de anomalias caracterizadas como Inexistente é maior que a proporção dos demais níveis de criticidade, salvo nas categorias Umidade Ascendente e Falha Construtiva, em que a incidência se equipara a outros graus de risco. Essa avaliação revela uma situação positiva em relação aos

prédios das UBSs, já que demonstra que as patologias analisadas foram encontradas em uma proporção maior de inexistência do que de existência.

No entanto, é preciso atentar para a parcela classificada nas categorias de criticidade Regular e Crítica, pois elas representam que a presença da anomalia está gerando deterioração precoce do edifício e desconforto aos usuários, além de um risco à segurança e integridade física dos usuários das UBSs, respectivamente.

Visto isso, verifica-se que das oito anomalias analisadas cinco indicaram incidência do nível Crítico. Mesmo se tratando de uma frequência baixa entre as UBSs, a presença dessa proporção em pouco mais da metade das anomalias significa que as causas da criticidade das UBSs são por ações patológicas distintas.

Destaque para a categoria Umidade Ascendente que se manifestou em 70% das UBSs em algum grau de risco, sendo 30% no nível Crítico, 30% no nível Regular e apenas 10% em nível Mínimo. Isso sugere que os edifícios públicos das UBSs carecem de impermeabilização adequada das paredes durante a etapa construtiva.

As categorias Falha de projeto e Falha construtiva estavam presentes em 40% das UBSs visitadas em nível Regular, uma frequência relativamente alta. Esse dado revela que os erros praticados durante a concepção, planejamento e construção do edifício acabam repercutindo em patologias que o danificam e causam mal-estar aos usuários. Portanto, um cuidado e atenção maior durante as fases de projeto e execução dos imóveis evitariam que essa porcentagem de UBSs fosse prejudicada.

#### 4.4 ANÁLISE COMPLEMENTAR

Durante as vistorias prediais também foi possível avaliar as condições de acessibilidade nas UBSs em relação ao acesso de pessoas em cadeira de rodas. Na UBS D foi visto uma falha de projeto muito grave, porque possivelmente foi esquecido de incluir a necessidade de a rampa começar a partir da rua, e não apenas do muro para dentro do terreno, conforme pode ser visualizado na Figura 38.





**Figura 38 - Descaso com a acessibilidade**  
**Fonte: Autoras.**

Também é válido observar que faltam guarda-corpos nas laterais dessa escada de acesso mostrada na Figura 38. Essa ausência do guarda-corpo constitui não só um problema na inclusão do acesso de pessoas com mobilidade reduzida, como idosos, gestantes e pessoas que utilizam bengala ou outro equipamento de suporte à movimentação, pois trata-se de uma situação de insegurança para todos os usuários que podem sofrer com quedas acidentais e cair nos vãos das laterais da escada, especialmente em condições climáticas adversas como intempéries que tornam o piso escorregadio.

Além disso, nessa mesma UBS há outro problema na acessibilidade, pois foi mantida uma árvore no meio da rampa que serve de acesso da unidade principal até a construção anexa onde são prestados os serviços de odontologia. As raízes desta árvore naturalmente cresceram ao longo das décadas, danificando boa parte do calçamento e impondo outra barreira ao acesso independente do cidadão que utilizar cadeira de rodas.

Quanto as outras UBSs, nestas não houveram barreiras tão graves na inclusão de pessoas em cadeira de rodas. Geralmente as calçadas eram irregulares, traziam dificuldades para a movimentação, mas não impossibilitavam o acesso.

De maneira geral, vale lembrar sobre importância da inclusão de pessoas com qualquer tipo de deficiência na sociedade. No que tange a área da engenharia civil, existe a responsabilidade social em projetar e construir estruturas que incluam todas as pessoas de forma igualitária e segura, especialmente em locais destinados à saúde visto que há uma maior frequência no recebimento de usuários com mobilidade reduzida.

Outra observação relevante que foi feita durante as vistorias prediais foi a verificação de que na UBS J ficou montada apenas a estrutura base para a instalação do para-raios, sem ter sido corretamente finalizada, como pode ser visto na Figura 39.



**Figura 39 - Instalação de para-raios incompleta**  
**Fonte: Autoras.**

Embora não tenha sido instalado o captor do para-raios, a haste de suporte em si é um elemento pontiagudo que atrai raios em direção a estrutura. Ocorrendo uma descarga atmosférica na região, a energia do raio pode ser atraída para essa haste que não possui a instalação adequada para guiar o caminho da energia até o solo. Com isso, a energia da descarga poderá encontrar seu caminho através das armaduras da construção, expondo assim este edifício ao risco de sofrer um dano estrutural severo.

Também é importante atentar que a situação do para-raios dessa UBS está em desacordo com o que é recomendado pela ABNT NBR 5419 (2015) - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas, que traz em seu escopo as condições exigíveis ao projeto, instalação e manutenção de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) de estruturas. Portanto, é imprescindível que essa instalação do para-raios seja finalizada o mais breve possível.

## 5 CONCLUSÕES

O desenvolvimento do presente trabalho possibilitou uma análise da situação atual das estruturas das Unidades Básicas de Saúde de Curitiba através do estudo de uma amostra representativa de unidades. Além disso, foi possível a identificação das manifestações patológicas mais recorrentes nos imóveis e seus níveis de criticidade correspondentes, assim como apontar certos vícios construtivos que sugerem ser responsáveis pelo surgimento de patologias.

De forma geral, foram vários os resultados obtidos através da realização deste estudo. Primeiramente, as anomalias que mais foram detectadas nas UBSs visitadas foram fissuração devido à ausência de verga e contra-verga e umidade ascendente, assim como as anomalias provocadas por falhas construtivas, mas em menor parcela. Quanto à anomalia de umidade ascendente, esta se mostrou com maior frequência de incidência e maior criticidade em comparação às demais patologias, bem como as anomalias de falha de projeto e falha construtiva que se mostraram em proporções relativamente altas e em nível Regular.

Durante a realização das visitas técnicas nas dez UBSs foram identificadas dezoito manifestações patológicas de cunho estrutural e/ou de revestimento. A partir disso, foi possível apontar as prováveis causas do surgimento de cada anomalia, expostas no Quadro 7, e então analisar as condições em que se encontram as estruturas das UBSs, extrapolando os resultados para o número total de 109 UBSs que integram a rede de serviços de saúde da cidade de Curitiba, como foram exibidos nos Gráficos 2, 3 e 4. Isto permitiu que os objetivos propostos fossem realmente alcançados.

A partir do histograma de Anomalia *versus* UBS, verificou-se que 70% dos edifícios sofriam com as anomalias fissuração por falta de verga e contra-verga e umidade ascendente. De forma análoga, ao estudar o histograma de Frequência *versus* Criticidade, a anomalia umidade ascendente destacou-se novamente pelo seu alto número de incidências, com o agravante de que a maioria das suas manifestações foram avaliadas como o nível Crítico ou Regular. Isso significa que 70% das UBSs visitadas apresentam manchas, bolhas, descascamento da pintura e bolor causados pela umidade ascensional proveniente do solo, gerando muito mais do que apenas desconforto estético, mas causando deterioração precoce do edifício e comprometendo a saúde e segurança dos usuários.

Fica evidente um provável vício construtivo dos prédios públicos das UBSs pela não impermeabilização ou a utilização errônea de sistemas impermeabilizantes nas paredes das

estruturas, ou até mesmo pela falta de drenagem do solo. Visto que esta anomalia é um potencial gerador de risco aos usuários, principalmente devido ao conseqüente surgimento de bolores que são agentes causadores de enfermidades, não é prudente que edifícios destinados ao tratamento de doenças sejam alvos desta patologia.

A anomalia fissuração devido à ausência de vergas e contra-vergas em portas e janelas também caracteriza uma prática inadequada durante a construção dos imóveis pela não construção desses elementos estruturais. Entretanto, esse tipo de patologia não oferece risco importante às construções, sendo classificada em sua grande maioria dentro da categoria de criticidade Mínima e apenas em uma das UBSs como criticidade Regular.

Considerando essas informações a respeito das anomalias de ausência de verga e contra-verga e umidade ascendente, ao estendê-las para o total de UBSs integrantes na rede de atendimento à saúde de Curitiba, infere-se que existe uma chance de 70% das UBSs apresentarem anomalias de fissuração pela falta de verga e contra-verga e umidade ascendente, com 30% de erro relativo e com confiabilidade de 95% sobre essa afirmação.

Através do histograma Frequência *versus* Criticidade também foi possível observar que as anomalias falha de projeto e falha construtiva apresentaram uma frequência de 40% para o nível de criticidade Regular. Essa proporção revela que os erros praticados durante a concepção, planejamento e construção do edifício acabam repercutindo em patologias que o danificam e causam mal-estar aos usuários. Logo, é preciso mais zelo e atenção durante as fases de projeto e execução dos imóveis para evitar que as estruturas sejam acometidas pelo desenvolvimento de patologias que poderiam ter sido evitadas. É possível inferir com 95% de confiabilidade que 40% do total das UBSs podem manifestar anomalias em suas estruturas devido às falhas de projeto e de construção, com erro associado de 30%.

Finalmente, com base na análise das médias ponderadas das notas atribuídas às anomalias de cada UBS, foi possível o cálculo de uma nota que pudesse representar o estado geral de conservação dos edifícios das 109 UBSs que compõem o SUS de Curitiba. O resultado obtido, variando em uma escala de 0 a 10, foi de  $7 \pm 3$  com confiabilidade de 95% sobre essa afirmação. Conclui-se então que as estruturas das UBSs de Curitiba no geral estão classificadas como risco Mínimo, porém oscilando entre os níveis Regular e Inexistente. Essa afirmação se mostrou coerente durante as vistorias, visto que os 109 edifícios das UBSs variam em idade de construção e inauguração, níveis de investimento, manutenção e frequência de uso.

Embora as estruturas das UBSs de Curitiba tenham recebido uma avaliação positiva na classificação como risco Mínimo, não se pode ignorar os casos detectados de patologias

em situações críticas e que necessitam de manutenção para que tenham um desempenho adequado em seu propósito de servir à área da saúde.

Acrescentam-se também nesta conclusão alguns padrões verificados durante as vistorias. A maioria dos consultórios odontológicos apresentam problemas relacionados com umidade e infiltração, podendo ser um indicativo de má instalação da tubulação hidráulica dos equipamentos nas salas. Além do mais, percebeu-se que unidades mais novas mostram em sua arquitetura uma preocupação maior com a acessibilidade de pessoas com mobilidade reduzida, com banheiros apropriados e rampas de acesso.

Também é importante atentar à negligência na realização de manutenções preventivas e corretivas em diversas UBSs. Anomalias de reparo simples, como fiação exposta, expõem desnecessariamente os usuários a riscos críticos de segurança física. Também pôde ser observada uma distribuição inadequada de recursos na gestão da manutenção das UBSs, pois existem locais com frequência elevada de patologias que submetem principalmente os funcionários ao desenvolvimento de doenças respiratórias há anos, situação esta que deveria ter sido enquadrada como prioritária para o recebimento de reparos. Outro problema importante que poderia ter sido detectado através de manutenções preventivas é o caso da não finalização da instalação do para-raio, que deixa o edifício sujeito à ocorrência de um dano estrutural severo.

Nesse sentido, faz-se necessário salientar os riscos e os impactos que ambientes fisicamente deteriorados causam em seus usuários, ainda mais se tratando de Unidades Básicas de Saúde. Manter um prédio público em bom estado de conservação simboliza a reciprocidade entre poder público e comunidade, o cuidado com a população em geral e os postos de trabalho dos agentes de saúde.

## 5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Dada a importância do assunto, torna-se relevante o estudo mais aprofundado do tema patologias em estruturas de UBSs em Curitiba. Como proposta sugere-se que trabalhos futuros venham a desenvolver pesquisas para abordar as seguintes recomendações, a saber:

- Elaboração de questionário a ser aplicado aos usuários das UBSs de Curitiba para mensurar o nível de conforto, bem-estar e segurança nas dependências do edifício;

- Proposta de recuperação das anomalias analisadas nas estruturas das UBSs, e;
- Criação de um programa ou cartilha de manutenção orientando a execução de manutenções preventivas e corretivas.

## REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: Manutenção de Edificações – Procedimento. Rio de Janeiro, 1999.

\_\_\_\_\_. **NBR 5419**: Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. Rio de Janeiro, 2015.

\_\_\_\_\_. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

\_\_\_\_\_. **NBR 14037**: Manual de Operação, Uso e Manutenção das Edificações – Conteúdo e Recomendações para Elaboração e Apresentação. Rio de Janeiro, 1998.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575**: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

ADDIS, B.; BUSSEL, M. **Concrete: Building Pathology**. 1. ed. Oxford: Blackwell Science, 2003.

AMBROSIO, T. **Patologia, tratamento e reforço de estruturas de concreto no metrô de São Paulo**. 2004. 128 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/15610720-Patologia-tratamento-e-reforco-de-estruturas-de-concreto-no-metro-de-sao-paulo.html>>. Acesso em: 20 mai. 2017.

AMORIM, G.; QUINTÃO, E.; MARTELLI JR, H.; BONAN, P. **Prestação de Serviços de Manutenção Predial em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde**. Ciência e Saúde Coletiva, v. 18, n. 1, p. 145–158, 2013.

ANDRADE, T. **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações**. 1. ed. São Paulo: IBRACON, 2005.

ANDRADE, T.; SILVA, A. **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações**. 1. ed. São Paulo: IBRACON, 2005.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução de Diretoria Colegiada – RDC Nº 63 de 25 de novembro de 2011**. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/rdc0063\\_25\\_11\\_2011.pdf/94c25b42-4a66-4162-ae9b-bf2b71337664](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/rdc0063_25_11_2011.pdf/94c25b42-4a66-4162-ae9b-bf2b71337664)>. Acesso em: 15 out. 2017.

BERTOLINI, L. **Materiais de construção: patologia, reabilitação, prevenção**. 1. ed. Tradução: Leda Maria Marques Dias Beck. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

BRANDÃO, A. **Qualidade e durabilidade das estruturas de concreto armado: aspectos relativos ao projeto**. 1998. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia das Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998. Disponível em: [http://www.set.eesc.usp.br/static/media/producao/1998ME\\_AnaMariadaSilvaBrandao.pdf](http://www.set.eesc.usp.br/static/media/producao/1998ME_AnaMariadaSilvaBrandao.pdf). Acesso em: 06 abr. 2017.

BRASIL. **União, estados e municípios têm papéis diferentes na gestão do SUS**. 2014. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/governo/2014/10/o-papel-de-cada-ente-da-federacao-na-gestao-da-saude-publica>. Acesso em: 15 out. 2017.

BROOMFIELD, J. **Concrete: Building Pathology**. 1. ed. Oxford: Blackwell Science, 2003.

BROOMFIELD, J.; MCDONALD, S. **Concrete: Building Pathology**. 1. ed. Oxford: Blackwell Science, 2003.

BUILDING ENCLOSURE CONSULTING. Disponível em: <http://www.facade-doctor.com/leak.html>. Acesso em: 25 mai. 2017.

BUSSELL, M. **Concrete: Building Pathology**. 1. ed. Oxford: Blackwell Science, 2003.

CÁNOVAS, M. **Patologia e terapia do concreto armado**. 1. ed. Tradução: Maria Celeste Marcondes et al. São Paulo: Pini, 1988.

CASTRO, T. **Manutenção em estruturas de concreto armado baseado no conceito de manutenção centrada em confiabilidade**. 2016. 71 f. Monografia (Especialista em Gerenciamento de Facilidades) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <http://poli-integra.poli.usp.br/library/pdfs/3da1ec3bd8051e3993d1a450952005e1.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2017.

CEB - COMITE EURO-INTERNACIONAL DO CONCRETO. **CEB Boletim n. 243 – Estratégias de teste e avaliação de estruturas de concreto**. 1998.

COCHRAN, W. **Sampling Techniques**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1977.



DINIZ, J. Personalidade Entrevistada. **Concreto & Construções**, São Paulo, n.53, p. 8-13, jan. 2009. Disponível em: < [http://ibracon.org.br/publicacoes/revistas\\_ibracon/rev\\_construcao/pdf/Revista\\_Concreto\\_53.pdf](http://ibracon.org.br/publicacoes/revistas_ibracon/rev_construcao/pdf/Revista_Concreto_53.pdf) >. Acesso em: 03 mai. 2017.

FERREIRA, R. **Avaliação de ensaios de durabilidade do Betão**. 2000. 246 f. Dissertação (Mestrado em Materiais e Reabilitação da Construção) – Escola de Engenharia do Minho, Portugal, 2000. Disponível em: < [https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/40/1/Rui\\_Miguel\\_Ferreira\\_DECivil.pdf](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/40/1/Rui_Miguel_Ferreira_DECivil.pdf) >. Acesso em: 19 abr. 2017.

FORNASIER, R. Manutenção Predial em Ambientes de Serviço de Saúde. **Revista Especialize Online**, Instituto de Pós-graduação – IPOG, Porto Alegre, v. 1, n. 12, dez. 2016. Disponível em: <<https://www.ipog.edu.br/revista-especialize-online/>>. Acesso em: 15 out. 2017.

GJØRV, O. **Durability Design of Concrete Structures in the Severe Environments**. 1. ed. Abingdon: Taylor & Francis, 2009.

GRANATO, J. **Patologia das Construções**. São Paulo, 2002. Disponível em: <<http://irapuama.dominiotemporario.com/doc/Patologiadasconstrucoes2002.pdf>>. Acesso em: 17 mai. 2017.

HELENE, P. **Manual prático para reparo e reforço de estruturas de concreto**. 1. ed. São Paulo: Pini, 1988.

\_\_\_\_\_. **Contribuição ao Estudo da Corrosão em Armaduras de Concreto Armado**. 1993. 248 f. Tese (Professor Livre Docente) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

\_\_\_\_\_. **Introdução da vida útil no projeto das estruturas de concreto**. In: WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES, 2001, São José dos Campos apud GONÇALVES, Eduardo A. B. **Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações**. 2015. 174 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Civil. Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014879.pdf> >. Acesso em: 19 abr. 2017.

IANTAS, L. **Estudo de Caso: Análise de Patologias Estruturais em Edificações de Gestão Pública**. 2010. 57 f. Monografia (Especialista em Construção de Obras Públicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010. Disponível em: <<http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/34354/IANTAS%2C%20LAUREN%20C%20RISTINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

IBAPE – INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. **Cartilha: Inspeção Predial a Saúde dos Edifícios**. São Paulo: Ibape, 2012a. Disponível em: <<http://www.ibape-sp.org.br/arquivos/CARTILHA-Inspecao-predial-a-saude-dos-edif%C3%ADcios.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2017.

\_\_\_\_\_. **Inspeção Predial** - Check-up Predial: Guia da Boa Manutenção. 3. ed. São Paulo: Leud, 2012b.

\_\_\_\_\_. **Norma de Inspeção Predial Nacional**. São Paulo: Ibape, 2012c. Disponível em: <<http://www.ibape-sp.org.br/arquivos/Norma-de-Inspecao-Predial%20Nacional-aprovada-em-assembleia-de-25-10-2012.pdf>>. Acesso em 02 nov. 2017.

\_\_\_\_\_. **Inspeção e Manutenção Predial**. Paraná: Ibape, 2016. Disponível em: <<http://177.92.30.55/ws/wp-content/uploads/2016/12/inspecao-e-manutencao-predial.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2017.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 18 out. 2017.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CERTIFIED HOME INSPECTORS. **Visual Inspection of Concrete**. Disponível em: <<https://www.nachi.org/visual-inspection-concrete.htm>>. Acesso em: 05 mai. 2017.

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Corrosão em construção civil**. Disponível em: < [http://www.ipt.br/solucoes/272-corrosao\\_em\\_construcao\\_civil.htm](http://www.ipt.br/solucoes/272-corrosao_em_construcao_civil.htm) >. Acesso em: 20 abr. 2017.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 13823 General Principles on the Design of Structures for Durability**. Geneva: ISO/TC, 2008.

LICHTENSTEIN, N. **Patologia das construções**. São Paulo, BT 06/86, Departamento de Engenharia de construção Civil da Escola Politécnica da USP, 1986. Disponível em: < [http://www.pcc.poli.usp.br/files/text/publications/BT\\_00006.pdf](http://www.pcc.poli.usp.br/files/text/publications/BT_00006.pdf) >. Acesso em: 10 mar. 2017.

MACHADO, A. **Reforço de estruturas de concreto armado com fibras de carbono**. São Paulo: Pini, 2002.

MCDONALD, S. **Concrete: Building Pathology**. 1. ed. Oxford: Blackwell Science, 2003.

MEDEIROS, M.; ANDRADE, J.; HELENE, P. **Concreto: Ciência e Tecnologia**. São Paulo: IBRACON, 2011. Disponível em: <<http://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/07/lc55.pdf>>. Acesso em: 03 mai. 2017.

MEHTA, P.; MONTEIRO, P. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais** 2. ed. Tradução: Ana Paula Kirchheim et al. São Paulo, IBRACON, 2008.

MICHAELIS (Online). **Michaelis Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**. Melhoramentos, 2017. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/>>. Acesso em: 05 abr. 2017.

MINISTÉRIO DE SAÚDE. **Manual Instrutivo Requalifica UBS**. 2016. Disponível em: <[http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/requalifica\\_ubs\\_manual\\_instrutivo.pdf](http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/requalifica_ubs_manual_instrutivo.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2017.

\_\_\_\_\_. 2017. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/cidadao/entenda-ousus>>. Acesso em: 15 out. 2017.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO. 2017. Disponível em: <<http://www.pac.gov.br/infraestrutura-social-e-urbana/ubs-unidade-basica-de-saude>>. Acesso em: 15 out. 2017.

MONTEIRO, E. **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações**. 1. ed. São Paulo: IBRACON, 2005.

PCA – PORTLAND CEMENT ASSOCIATION. **Trowel Tips: Information**. (Online). Illinois, 2004. Disponível em: <[http://www.cement.org/docs/default-source/fc\\_mat\\_app\\_pdfs/masonry/is239-pca-efflorescence.pdf?sfvrsn=4](http://www.cement.org/docs/default-source/fc_mat_app_pdfs/masonry/is239-pca-efflorescence.pdf?sfvrsn=4)>. Acesso em: 11 mai. 2017.

PEREIRA, P. S. **Programa de Manutenção de Edifícios para as Unidades de Atenção Primária à Saúde da Cidade de Juiz de Fora**. 2011. 109 f. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2011. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/ambienteconstruido/files/2009/09/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Priscila-Souza-Pereira1.pdf>>. Acesso em 02 nov. 2017.

PEREIRA, P.; HIPPERT, M.; ABDALLA, J. **Maintenance Management in Basic Health Units**. In: DBMC – INTERNATIONAL CONFERENCE ON DURABILITY OF BUILDING MATERIALS AND COMPONENTS, 12., 2011, Porto, Portugal. Disponível em: <<http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB22487.pdf>>. Acesso em 02 nov. 2017.

POSSAN, E.; DEMOLINER, C. **Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral.** *Revista Técnico-Científica CREA-PR (Online)*, v.1, p. 1-18, 2013. Disponível em: < <http://creaprw16.crea-pr.org.br/revista/Sistema/index.php/revista/article/view/14> >. Acesso em: 03 mai. 2017.

SANTOS, R. **A cultura do concreto armado no Brasil: educação e deseducação dos produtores do espaço construído.** In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO, Goiânia, 2006. **Anais do IV Congresso Brasileiro de História da Educação**, Goiânia: Universidade Católica de Goiânia, 2006. Disponível em: <[http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/05\\_biblioteca/acervo/santos\\_cultura/santos\\_cultura.html](http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/05_biblioteca/acervo/santos_cultura/santos_cultura.html)>. Acesso em: 10 mai. 2017.

SARJA, A.; VESIKARI, E. **Durability Design of Concrete Structures – Report of RILEM (International Union of Testing and Research Laboratories for Materials and Structures) Technical Committee 130-CSL.** 1. ed. London: E & FN Spon, 1996. Disponível em: < [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=FAVTnee6QBQC&oi=fnd&pg=PP1&dq=ceb+durable+concrete+structures&ots=46VzCFM8\\_x&sig=\\_PUm1CxDE8UuOqSJDhe8JHdpUXA#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=FAVTnee6QBQC&oi=fnd&pg=PP1&dq=ceb+durable+concrete+structures&ots=46VzCFM8_x&sig=_PUm1CxDE8UuOqSJDhe8JHdpUXA#v=onepage&q&f=false) >. Acesso em: 25 mar. 2017.

SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE. **Plano Municipal de Saúde (2014-2017).** 2014. Disponível em: <[http://www.saude.curitiba.pr.gov.br/images/Plano\\_curvas.pdf](http://www.saude.curitiba.pr.gov.br/images/Plano_curvas.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2017.

\_\_\_\_\_. 2017. Disponível em: <<http://www.saude.curitiba.pr.gov.br/a-secretaria/localizacao-de-servicos-da-saude.html>>. Acesso em: 15 out. 2017.

SILVA, G. **Manutenção Preventiva de Próprios.** Instituto Polis (Online), São Paulo, n.144, 1998. Disponível em: < <http://polis.org.br/publicacoes/manutencao-preventiva-de-proprios/> >. Acesso em: 13 mar. 2017.

SLOSSON, J.; SHUIRMAN, G. **Forensic Engineering: Environmental Case Histories for Civil Engineers and Geologists.** California: Academic Press, 2014.

SOUZA, V.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** 1. ed. São Paulo: Pini, 1998.

THE INSTITUTION OF STRUCTURAL ENGINEERS. **Appraisal of existing structures.** 3. ed. London: The Institution of Structural Engineers, 2010.

TRIOLA, M. **Introdução à estatística: atualização da tecnologia.** 11. ed. Tradução: Ana Maria Lima de Farias, Vera Regina Lima de Farias e Flores. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

WARE, T. **Diagnosing and repairing carbonation in concrete structures**. Journal of Building Survey, Appraisal & Valuation, Henry Stewart Publications (Online), 2013, v. 1, no. 4, p. 338 - 344.. Disponível em: < <https://www.henrystewartpublications.com/sites/default/files/Ware.pdf> >. Acesso em: 06 abr. 2017.

## ANEXO A

<b>Distrito Sanitário</b>	<b>Unidade</b>
Bairro Novo	Unidade de Saúde Bairro Novo Unidade de Saúde Coqueiros Unidade de Saúde João Cândido Unidade de Saúde Nossa Senhora Aparecida Unidade de Saúde Osternack Unidade de Saúde Parigot de Souza Unidade de Saúde Salvador Allende Unidade de Saúde Sambaqui Unidade de Saúde São João Del Rey Unidade de Saúde Umbará Unidade de Saúde Umbará 2 Unidade de Saúde Xapinhal
Boqueirão	Unidade de Saúde Érico Veríssimo Unidade de Saúde Esmeralda Unidade de Saúde Eucaliptos Unidade de Saúde Irmã Tereza Araújo Unidade de Saúde Jardim Paranaense Unidade de Saúde Menonitas Unidade de Saúde Moradias Belém Unidade de Saúde Pantanal Unidade de Saúde São Pedro Unidade de Saúde Tapajós Unidade de Saúde Vila Hauer Unidade de Saúde Visitação Unidade de Saúde Waldemar Monastier Unidade de Saúde Xaxim
Boa Vista	Unidade de Saúde Abaeté Unidade de Saúde Abranches Unidade de Saúde Atuba Unidade de Saúde Bacacheri Unidade de Saúde Bairro Alto Unidade de Saúde Barreirinha Unidade de Saúde Fernando de Noronha Unidade de Saúde Higienópolis Unidade de Saúde Medianeira Unidade de Saúde Pilarzinho Unidade de Saúde Santa Cândida Unidade de Saúde Santa Efigênia Unidade de Saúde Tarumã Unidade de Saúde Vila Diana Unidade de Saúde Engenheiro Luiz Luscar Lazof - Vila Esperança Unidade de Saúde Vila Leonice Unidade de Saúde Vista Alegre

Cajuru	Unidade de Saúde Alvorada Unidade de Saúde Cajuru Unidade de Saúde Camargo Unidade de Saúde Iracema Unidade de Saúde Lotiguaçu Unidade de Saúde Salgado Filho Unidade de Saúde São Domingos Unidade de Saúde São Paulo Unidade de Saúde Solitude Unidade de Saúde Trindade Unidade de Saúde Trindade 2 Unidade de Saúde Uberaba de Cima
CIC	Unidade de Saúde Atenas Unidade de Saúde Augusta Unidade de Saúde Barigui Unidade de Saúde Caiuá Unidade de Saúde Campo Alegre Unidade de Saúde Cândido Portinari Unidade de Saúde Jardim Gabinete Unidade de Saúde Nossa Senhora da Luz Unidade de Saúde Oswaldo Cruz Unidade de Saúde Sabará Unidade de Saúde São José Unidade de Saúde São Miguel Unidade de Saúde Taiz Viviane Machado Unidade de Saúde Tancredo Neves Unidade de Saúde Vila Sandra Unidade de Saúde Vila Verde Unidade de Saúde Vitória Régia
Matriz	Unidade de Saúde Capanema Unidade de Saúde Mãe Curitibana Unidade de Saúde Ouvidor Pardinho
Pinheirinho	Unidade de Saúde Aurora Unidade de Saúde Concórdia Unidade de Saúde Fanny-Lindóia Unidade de Saúde Ipiranga Unidade de Saúde Maria Angélica Unidade de Saúde Parque Industrial Unidade de Saúde Nossa Senhora do Sagrado Coração Unidade de Saúde Vila Clarice Unidade de Saúde Vila Feliz Unidade de Saúde Vila Leão Unidade de Saúde Vila Machado
Portão	Unidade de Saúde Estrela Unidade de Saúde Parolin Unidade de Saúde Santa Amélia Unidade de Saúde Santa Quitéria

	Unidade de Saúde Santa Quitéria 2 Unidade de Saúde Vila Guaíra
Santa Felicidade	Unidade de Saúde Bom Pastor Unidade de Saúde Butiatuvinha Unidade de Saúde Campina do Siqueira Unidade de Saúde Nova Órleans Unidade de Saúde Pinheiros Unidade de Saúde Santa Felicidade Unidade de Saúde Santos Andrade Unidade de Saúde São Braz Unidade de Saúde União das Vilas
Tatuquara	Unidade de Saúde Caximba Unidade de Saúde Dom Bosco Unidade de Saúde Monteiro Lobato Unidade de Saúde Moradias da Ordem Unidade de Saúde Palmeiras Unidade de Saúde Pompéia Unidade de Saúde Rio Bonito Unidade de Saúde Santa Rita



## ANEXO B

## Roteiro de Inspeção

Distrito Sanitário: \_\_\_\_\_

UBS: \_\_\_\_

Data: \_\_ / \_\_ / 2017

<b>ANOMALIAS</b>	<b>CAUSAS PROVÁVEIS</b>	<b>CONFIGURAÇÃO</b>	<b>LOCALIZAÇÃO</b>
Fissuração (fissura [F], trinca [T], rachadura [R] e/ou fenda [D])			
Desagregação do concreto			
Eflorescência			
Corrosão das armaduras			
Umidade ascendente			
Vazamentos			
Falta de manutenção			
Falha de projeto			
Falha construtiva			

Obs:

---

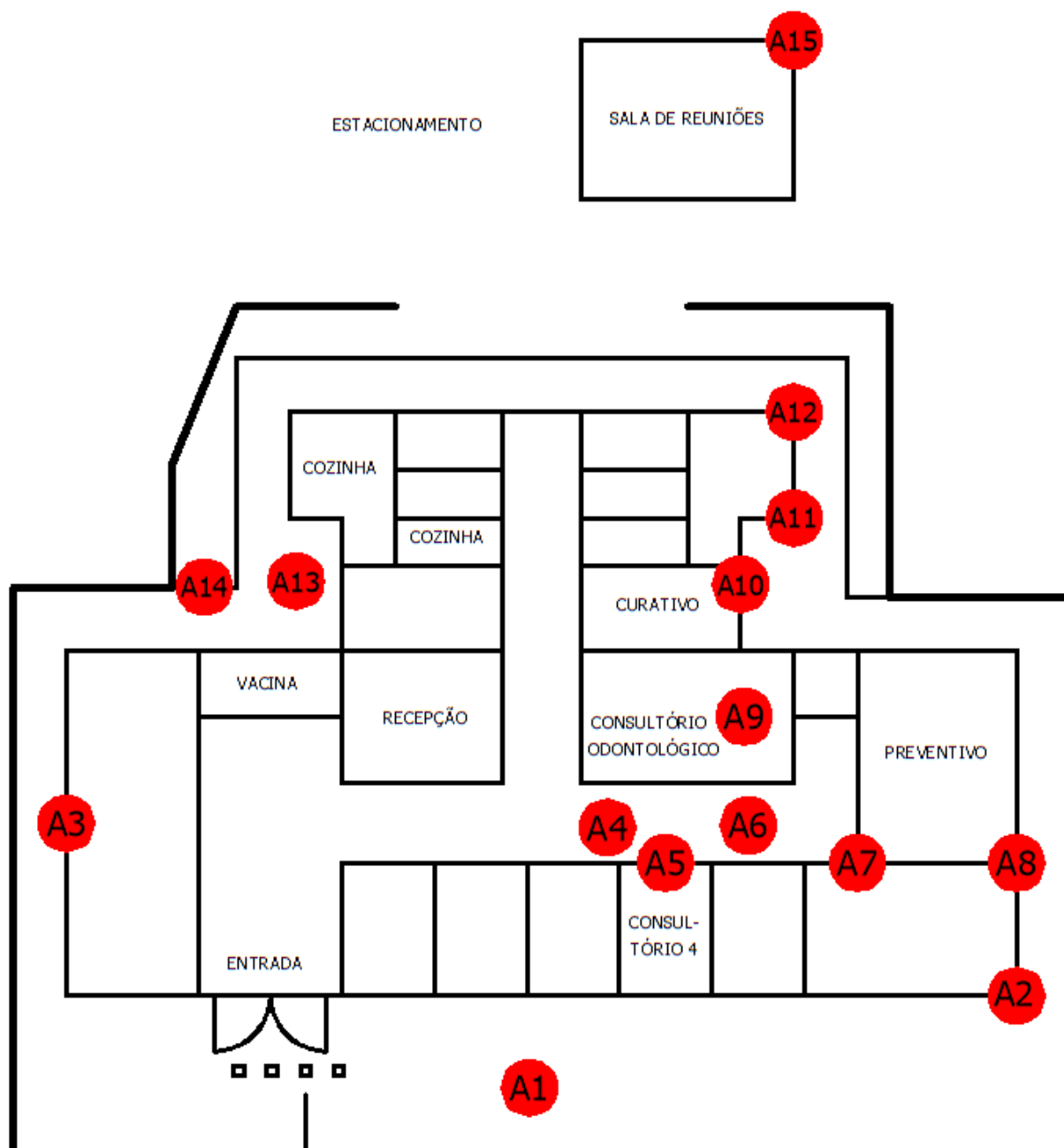


---



---

## ANEXO C

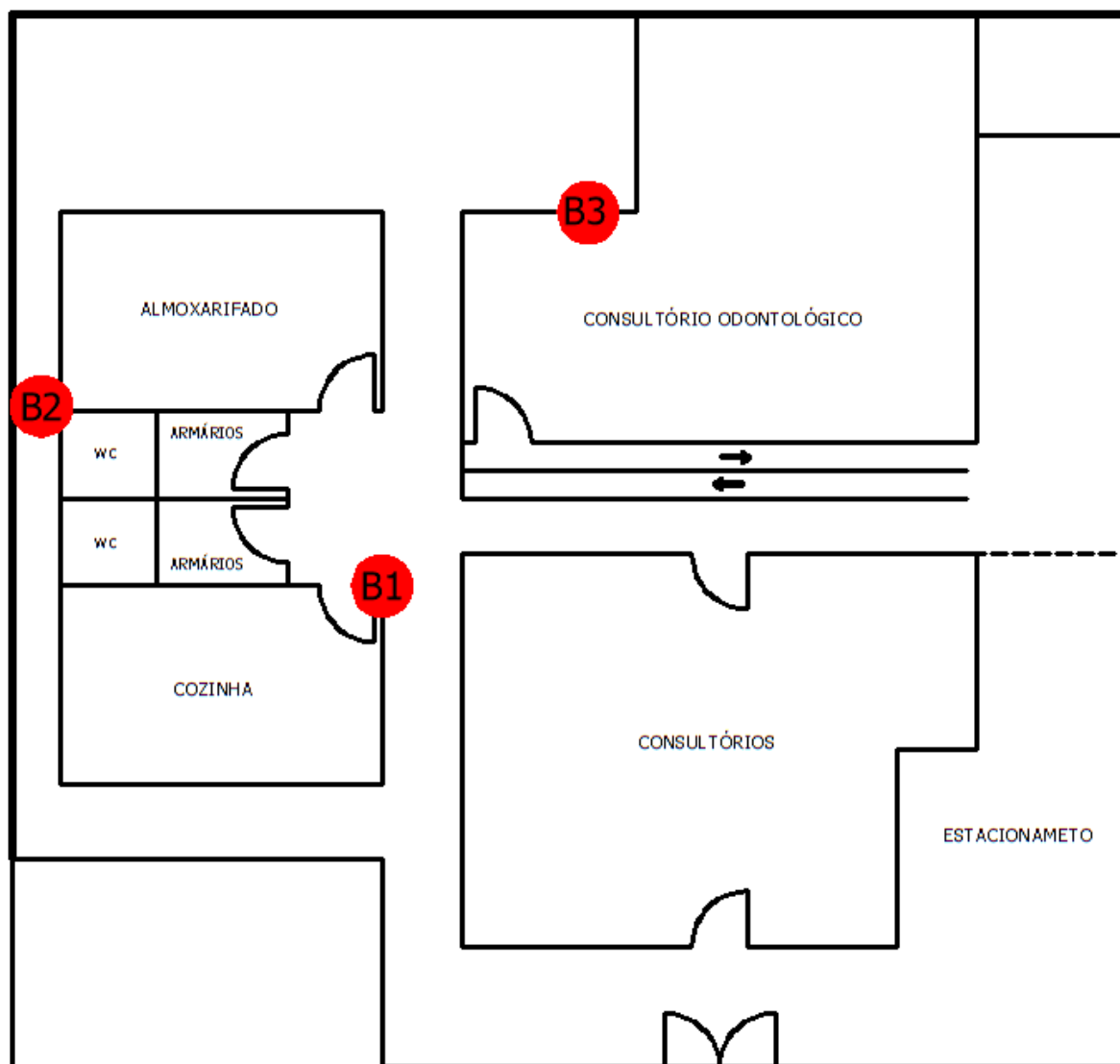


## UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE A

Distrito Sanitário: Cajuru

Bairro: Uberaba

Data da vistoria prévia: 28/09/2017



## UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE B

Distrito Sanitário: Boqueirão

Bairro: Boqueirão

Data da vistoria prévia: 16/10/2017

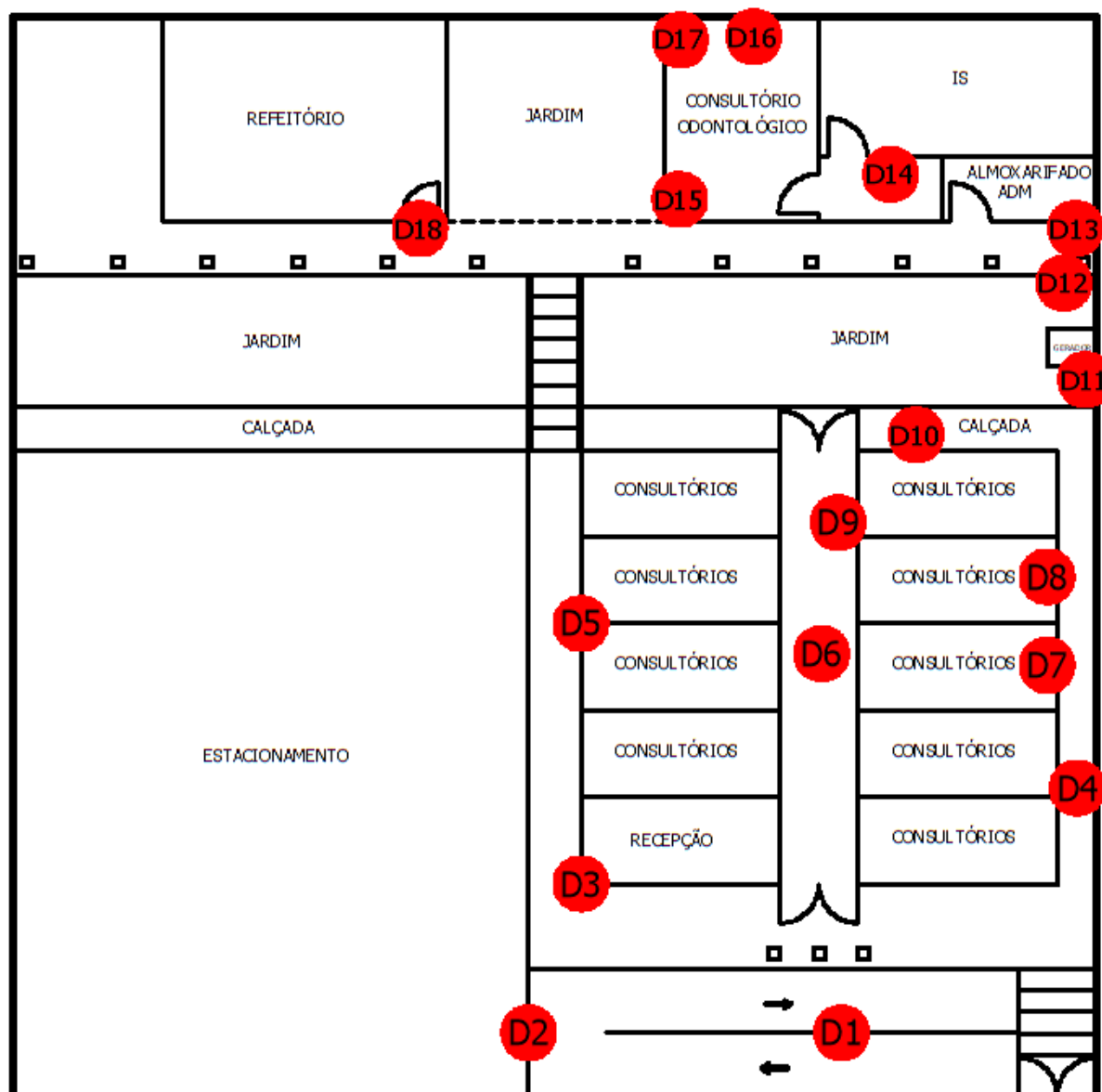


## UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE C

Distrito Sanitário: Matriz

Bairro: Prado Velho

Data da vistoria prévia: 16/10/2017

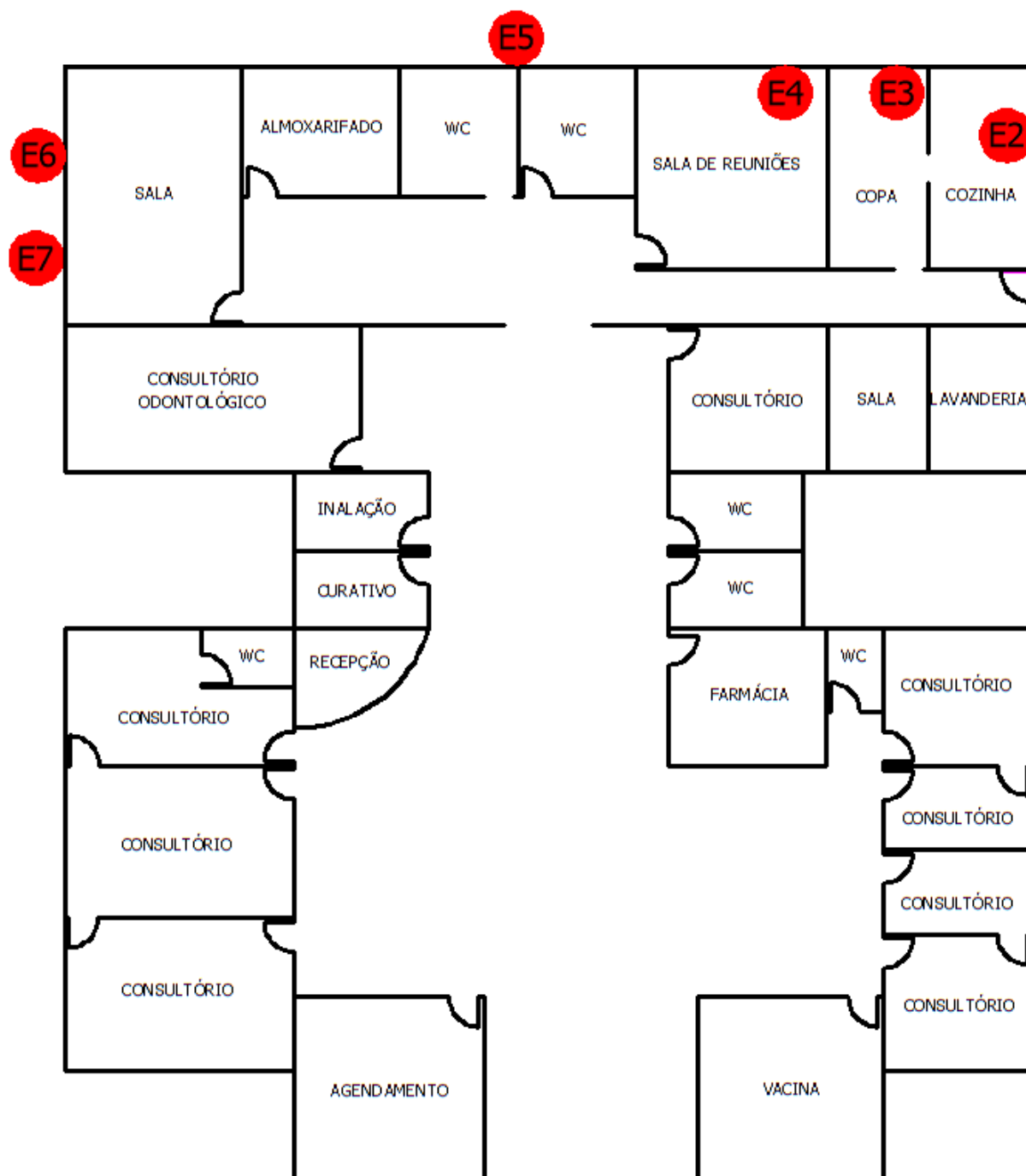


## UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE D

Distrito Sanitário: Tatuquara

Bairro: Tatuquara

Data da vistoria prévia: 27/10/2017

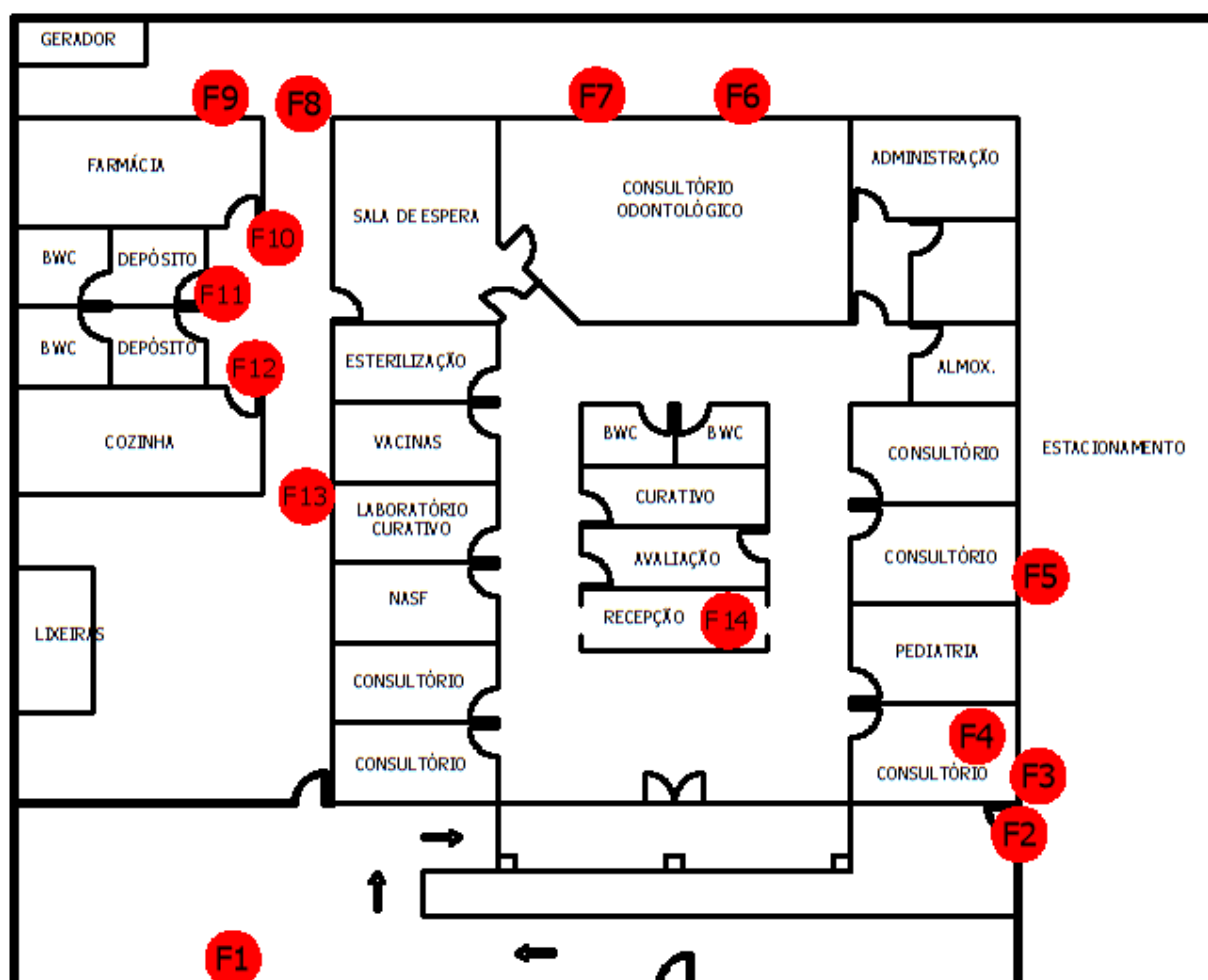


## UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE E

Distrito Sanitário: Boqueirão

Bairro: Xaxim

Data da vistoria prévia: 27/10/2017

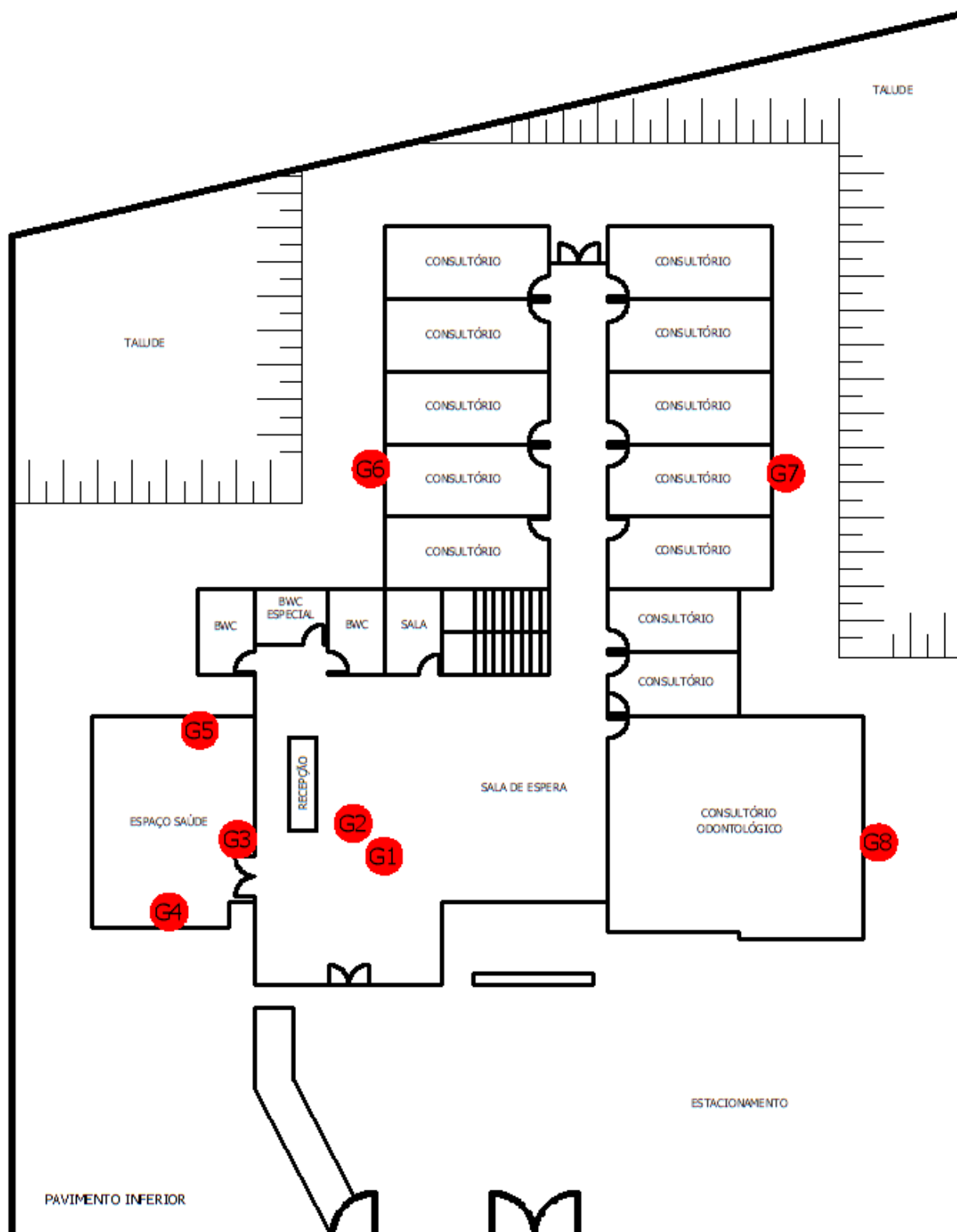


## UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE F

Distrito Sanitário: CIC

Bairro: CIC

Data da vistoria prévia: 06/11/2017



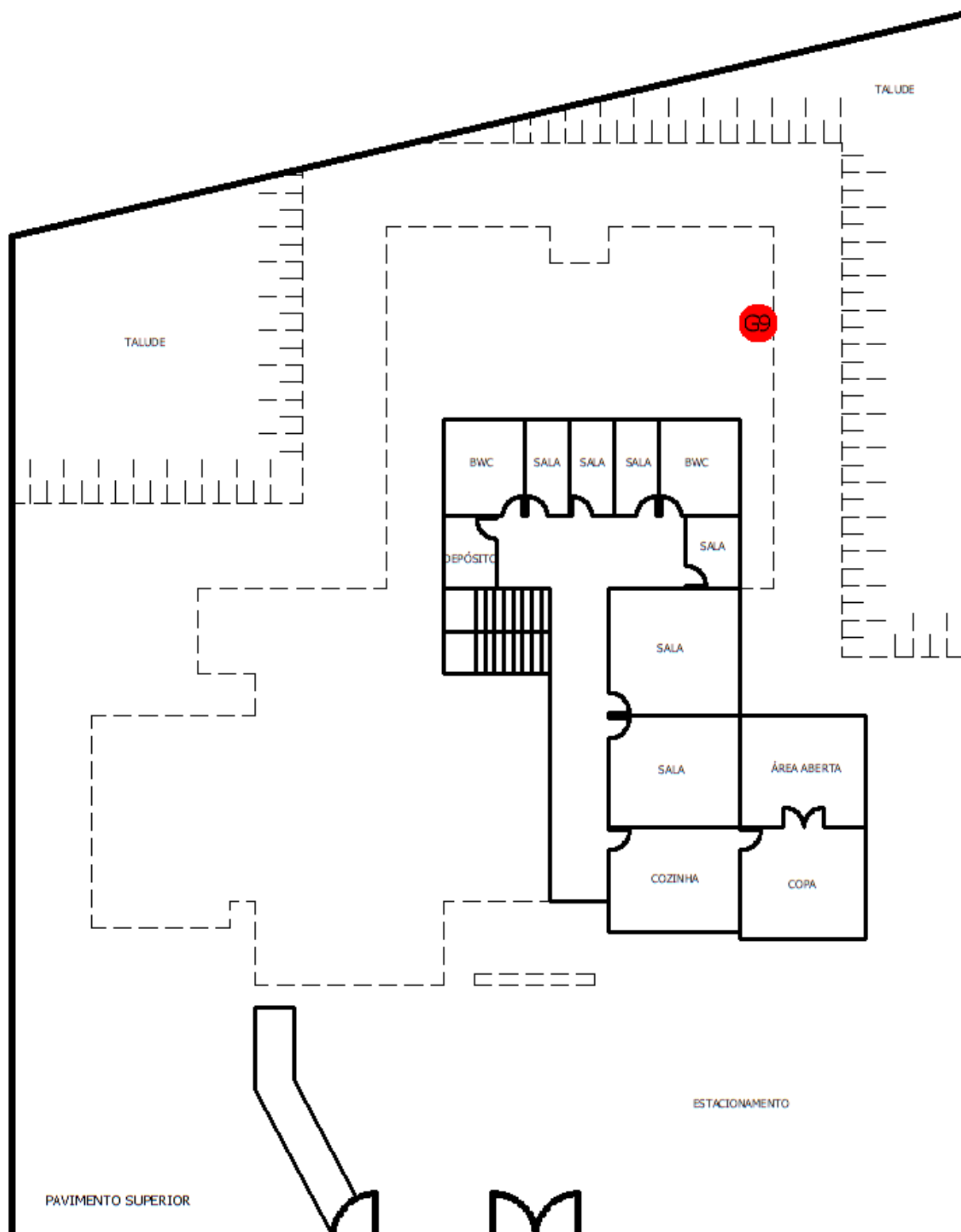
## UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE G

Distrito Sanitário: Boa Vista

Bairro: Barreirinha

Data da vistoria prévia: 07/11/2017



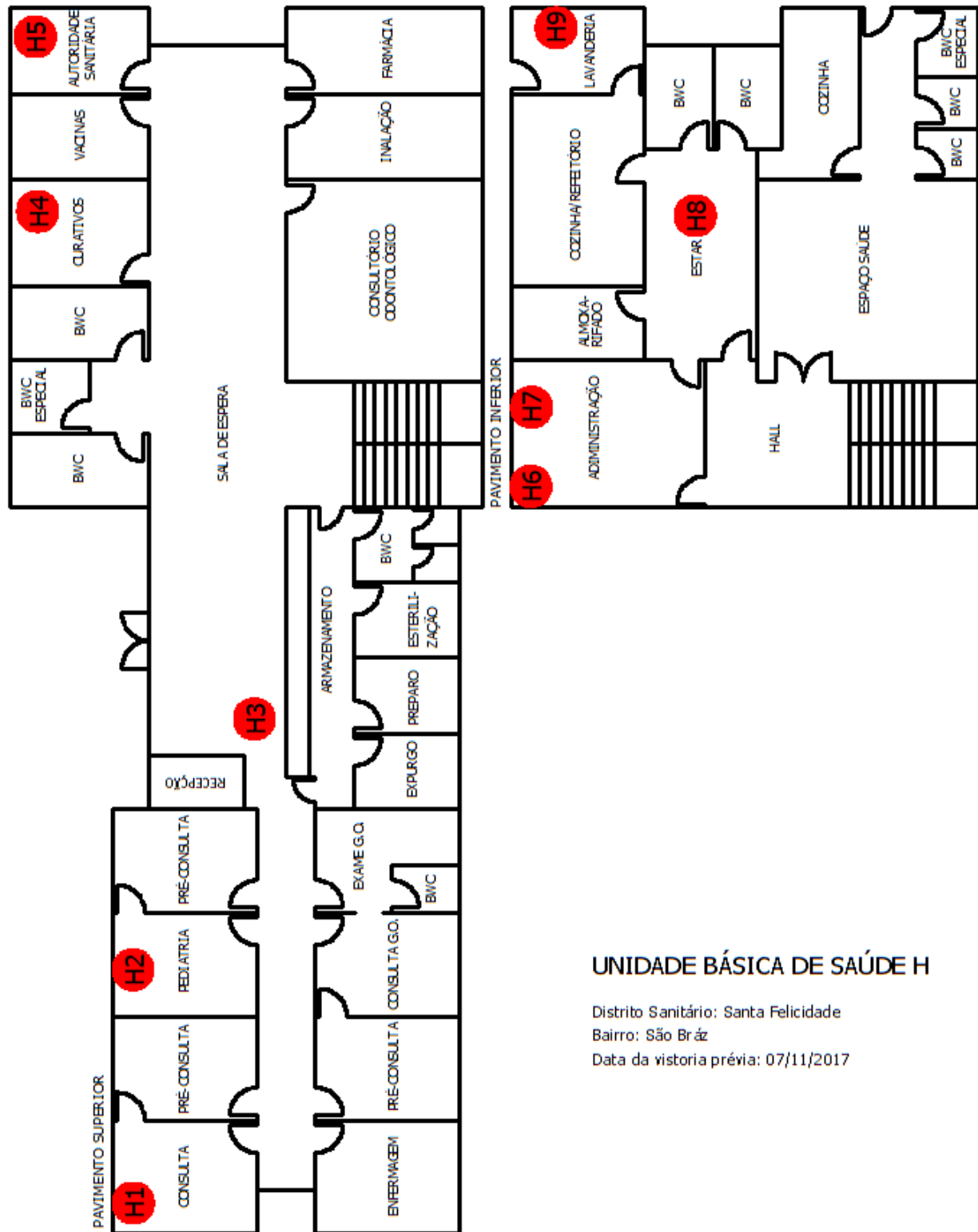


## UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE G

Distrito Sanitário: Boa Vista

Bairro: Barreirinha

Data da vistoria prévia: 07/11/2017

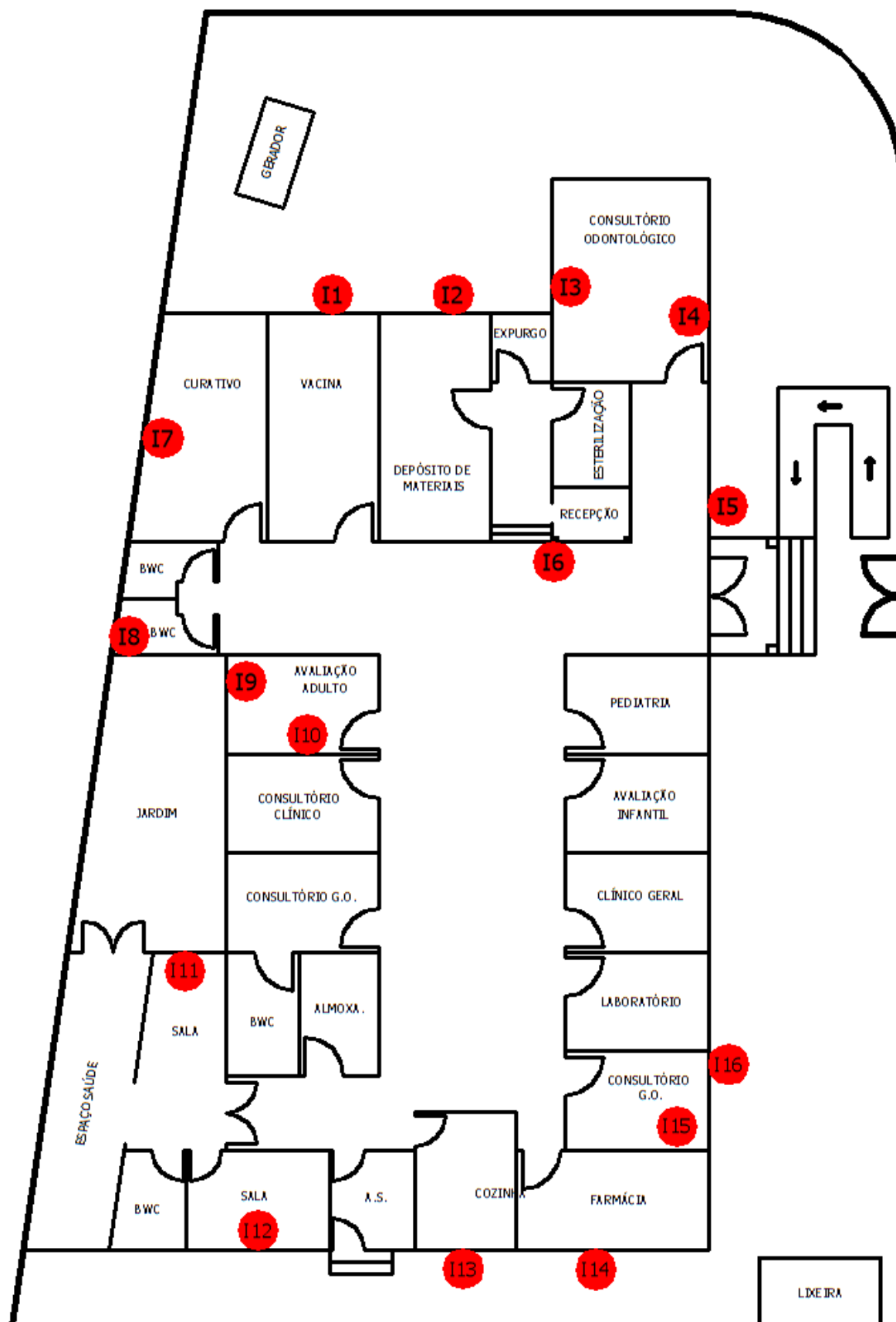


## UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE H

Distribuição Sanitária: Santa Felicidade

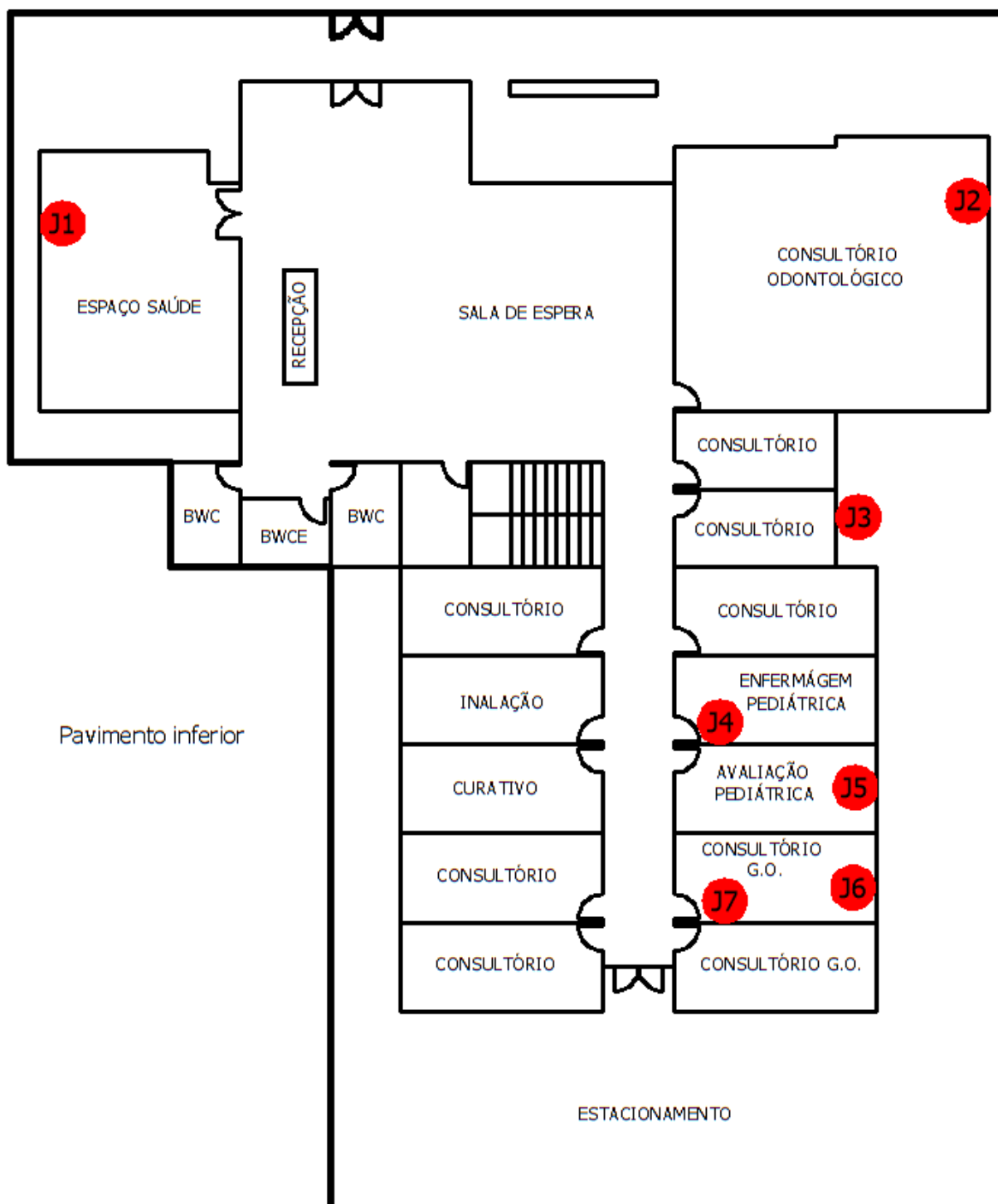
Bairro: São Braz

Data da vistoria prévia: 07/11/2017



### UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE I

Distrito Sanitário: Pinheirinho  
 Bairro: Capão Raso  
 Data da vistoria prévia: 08/11/2017

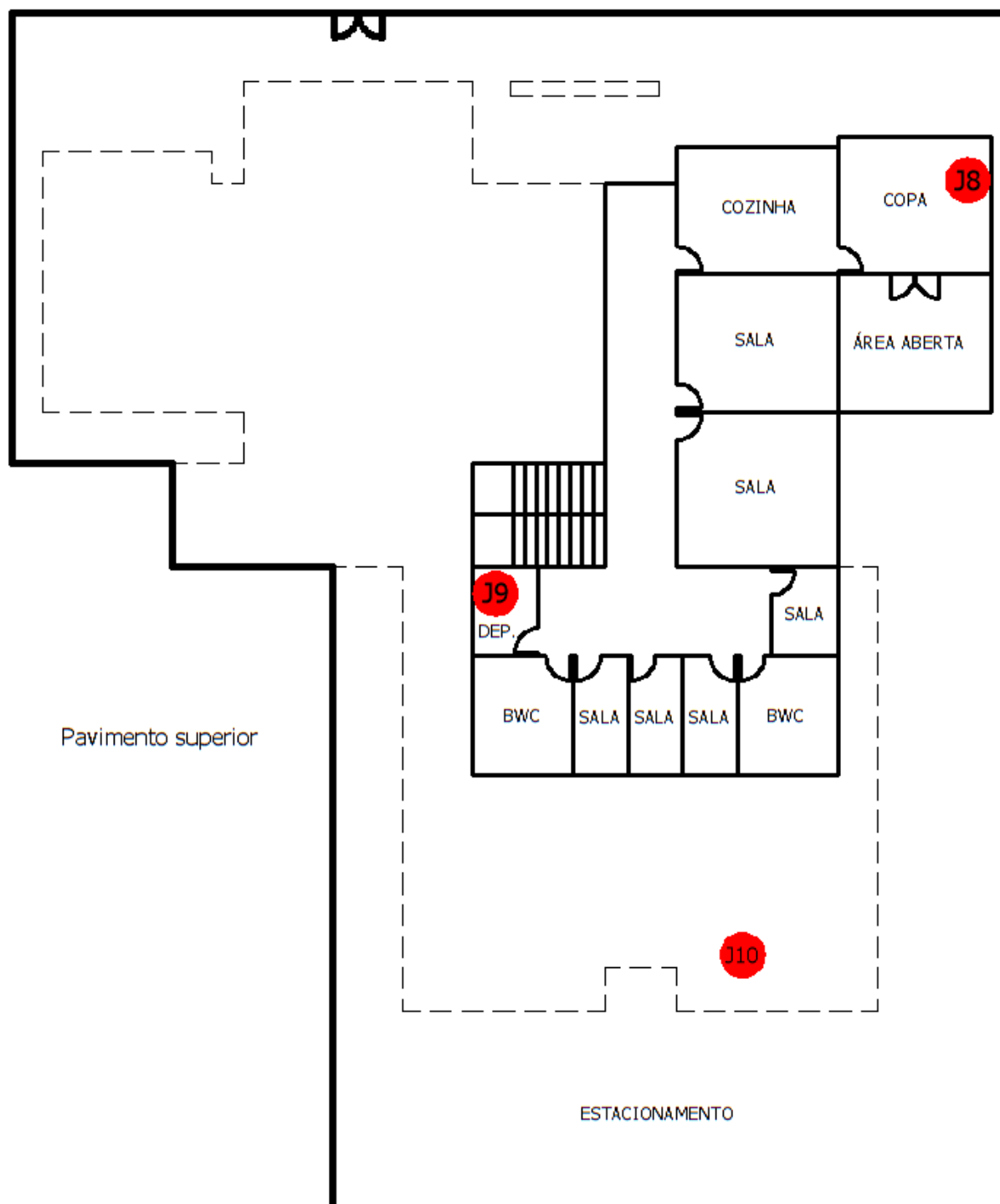


## UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE J

Distrito Sanitário: Portão

Bairro: Parolin

Data da vistoria prévia: 08/11/2017



## UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE J

Distrito Sanitário: Portão

Bairro: Parolin

Data da vistoria prévia: 08/11/2017

<b>UBS</b>	<b>Patologia</b>
A1	Fissuras ao longo da fachada, muro de pilares comprometidos
A2	Infiltração
A3	Fissura no chão e perto da janela
A4	Fissura no chão em baixo do banco
A5	Rachadura no batente da porta
A6	Fissuras no chão
A7	Fissura em cima da porta na direita
A8	Fissura em baixo da janela, ao lado da balança
A9	Umidade ascendente, chão deslocando
A10	Fissuras em todas as direções
A11	Fissura na extensão de toda a laje
A12	Fissura de 45°
A13	Chão que afundou após infiltração da cozinha
A14	Rachadura no muro de arrimo
A15	Pilar descalço em baixo
B1	Fissuras próximas à porta
B2	Bolhas e infiltração, umidade ascendente
B3	Falha construtiva taco da porta
D1	Trincas em toda a extensão da rampa
D2	Trinca
D3	Trinca/fenda no pé da parede externa
D4	Calçada quebrada
D5	Fissuras e trincas por toda a extensão da parede externa
D6	Fissura no teto que atravessa dois consultórios e o hall
D7	Fissuras e bolhas de umidade na parede interna
D8	Umidade ascendente
D9	Falta de manutenção, tomada com fios para fora
D10	Fissuras por toda a extensão da parede externa
D11	Fissuras e trincas próximas ao gerador
D12	Pilar de madeira deteriorando
D13	Umidade ascendente
D14	Deslocamento no batente da porta
D15	Falta de manutenção, rodapé descascado

D16	Umidade e bolhas
D17	Fissuras e trincas pela parede interna
D18	Falta de manutenção na porta
E1	Infiltração e bolhas no teto
E2	Fissuras de 45°, recalque diferencial
E3	Rodapé descascado
E4	Fissuras próximas ao rodapé, recalque diferencial
E5	Fissuras em 45° em toda a extensão da parede externa, recalque diferencial
E6	Fissuras em 45° em toda a extensão da parede externa, recalque diferencial
E7	Fenda junto à parede e a calçada, recalque diferencial
F1	Trincas e falhas na pintura em toda a extensão do muro
F2	Desagregação do concreto
F3	Fissura na parede externa
F4	Umidade ascendente
F5	Deterioração da pintura externa
F6	Telhas quebradas
F7	Fiação exposta
F8	Buraco na calçada/falta de tampa
F9	Fissura na parede externa
F10	Deterioração da pintura
F11	Deterioração das portas
F12	Técnica construtiva equivocada, deterioração no batente da porta
F13	Deterioração da pintura
F14	Fiação exposta
G1	Piso quebrado
G2	Chão irregular, acomodação do solo
G3	Degrau causado por acomodação do solo
G4	Trinca no rodapé da parede interior
G5	Trinca na parede próxima ao rodapé
G6	Fenda entre a calçada e parede
G7	Trincas devido à ausência de verga e contra-verga
G8	Fenda entre a calçada e parede
G9	Falha de projeto, infiltrações devido à platibanda
H1	Umidade ascendente, bolhas

H2	Umidade ascendente, bolhas
H3	Fissuras por toda a extensão do piso
H4	Infiltração pelas lâmpadas
H5	Piso degradado, choque com equipamentos
H6	Infiltração teto
H7	Umidade ascendente, bolhas
H8	Trincas no chão
H9	Fissuras no rodapé
I1	Deterioração do forro
I2	Fissuras devido à falta de verga e contra-verga
I3	Umidade ascendente, manchas
I4	Vazamento sob a pia
I5	Vidro da janela quebrado
I6	Pilar deteriorado, umidade
I7	Umidade ascendente em toda a parede
I8	Falha no azulejo por umidade
I9	Fissura por cisalhamento na viga
I10	Umidade ascendente, bolhas
I11	Umidade ascendente, bolhas
I12	Umidade ascendente, bolhas
I13	Fissuras em toda a extensão da parede
I14	Umidade ascendente juntamente com fissuras horizontais
I15	Umidade ascendente, manchas na pintura
I16	Umidade ascendente, manchas na pintura
J1	Fiação exposta
J2	Infiltração na janela
J3	Fissuras devido à falta de verga e contra-verga
J4	Fiação exposta
J5	Infiltração
J6	Infiltração
J7	Fiação exposta
J8	Fissuras
J9	Umidade ascendente, manchas
J10	Falha de projeto, platibanda



## ANEXO D

## Justificativa das notas

UBS A		
Nota	Classe	Justificativa
7	M	Patologia frequente, acima de 8 locais
9	M	Patologia encontrada em 1 local da platibanda
8	M	Patologia encontrada em toda construção anexa do ES
9	M	Patologia encontrada em uma trinca em 1 local do ES
2	C	Patologia encontrada em 3 locais na platibanda
8	M	Patologia encontrada em 2 locais
10	I	-
8	M	Patologia encontrada em 2 locais, mas em um deles os estribos do pilar estão visíveis
10	I	-
6	R	Patologia encontrada em 2 lugares, sem presença de mofo e longe de tomadas
3	C	Patologia encontrada no forro de 1 sala, com presença de mofo
10	I	-
8	M	Todo exterior da UBS
4	R	Mais de 8 janelas afetadas
10	I	-
10	I	-
4	R	Problema recorrente em todo piso interno e em todas as janelas da UBS
6	R	Trincas e fendas encontradas em 3 batentes de portas. Compactação do solo insuficiente levou ao desenvolvimento de fissuração

UBS B		
Nota	Classe	Justificativa
9	M	Patologia encontrada em poucos locais
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
9	M	Fissura encontrada em 1 local
10	I	-
10	I	-
9	M	Patologia encontrada em 1 local, sobre a pia
1	C	Patologia encontrada em diversas salas, e está associada com mofo em uma sala
10	I	-
10	I	-
10	I	-
9	M	Apenas 2 portas deterioradas
9	M	Anomalia encontrada pontualmente
10	I	-
10	I	-
6	R	Calçada deteriorada onde trafegam apenas os funcionários



UBS E		
Nota	Classe	Justificativa
8	M	Patologia encontrada em pelo menos 5 janelas
10	I	-
10	I	-
6	R	Apesar do problema de recalque ter sido resolvido, as fendas próximas ao chão permanecem na lateral da UBS
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
6	R	Patologia encontrada apenas no ES
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
6	R	Compactação do solo insuficiente levou ao desenvolvimento de fissuração. Fissura por junta seca foi encontrada pontualmente

UBS F		
Nota	Classe	Justificativa
10	I	-
8	M	Patologia encontrada na parede externa em uma lateral
10	I	-
10	I	-
10	I	-
7	M	Patologia frequente, acima de 8 locais, sob as janelas
9	M	Patologia pontual, próxima a uma janela
9	M	Patologia pontual, próxima a uma janela
9	M	Patologia encontrada em uma parede, pequena dimensão
5	R	Patologia encontrada em 3 salas, sem a presença de mofo, longe de tomadas
10	I	-
10	I	-
9	M	Pintura deteriorada em uma lateral externa
8	M	Anomalia encontrada em 2 portas, deterioração causada por vandalismo
9	M	Anomalia pontual
0	C	Anomalia encontrada em diversas tomadas localizadas próximas ao rodapé
7	M	As janelas do local são de modelo guilhotina, muitas reclamações dos funcionários
10	I	-

UBS G		
Nota	Classe	Justificativa
7	M	Patologia frequente, acima de 8 locais
10	I	-
10	I	-
2	C	Patologia encontrada como trincas provocando desnível no piso do hall de entrada e no ES
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
4	R	Problema recorrente de infiltração quando ocorrem intempéries fortes por causa do modelo de platibanda. As janelas maxim ar da UBS não permitem ajuste de abertura
6	R	Compactação do solo insuficiente levou ao desenvolvimento de fissuração

UBS H		
Nota	Classe	Justificativa
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
6	R	Patologia encontrada em uma sala, sem a presença de mofo, longe de tomadas
3	C	Patologia encontrada em uma sala, com a presença de mofo
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
4	R	Problema recorrente de infiltração quando ocorrem intempéries fortes por causa do modelo de platibanda. Fissuração no piso do hall de entrada provavelmente por espessura insuficiente da laje
8	M	Execução inadequada na instalação do rodapé originou trincas em 3 salas.

UBS I		
Nota	Classe	Justificativa
7	M	Patologia frequente, acima de 8 locais
9	M	Patologia pontual
10	I	-
10	I	-
6	R	Patologia pontual
8	M	Patologia encontrada em 3 locais
5	R	Diversas salas com desagregação do revestimento que receberam massa corrida
10	I	-
9	M	Patologia pontual
0	C	Diversas salas com presença expressiva de umidade, associada à mofo e próxima de tomadas
8	M	Relatos dos funcionários quanto a goteiras quando ocorrem fortes intempéries, uma parede com manchas de infiltração
6	R	Patologia pontual, por vazamento de uma pia
7	M	Pintura interna e externa deteriorada
8	M	Anomalia encontrada na porta de entrada que apresenta corrosão e em 1 janela quebrada
9	M	Anomalia pontual
10	I	-
10	I	-
10	I	-

UBS J		
Nota	Classe	Justificativa
8	M	Patologia encontrada em 5 locais
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
8	M	Patologia encontrada em mais de 8 locais, sem presença de mofo, longe de tomadas
3	C	Patologia encontrada em 2 salas, com presença de mofo, longe de tomadas
10	I	-
10	I	-
10	I	-
10	I	-
3	C	Anomalia encontrada em 2 lugares, com fiação exposta próxima ao chão, 1 deles dentro de consultório
4	R	Problema recorrente de infiltração quando ocorrem intempéries fortes por causa do modelo de platibanda. As janelas maxim ar da UBS não permitem ajuste de abertura.
10	I	-