

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DE INFRAESTRUTURA

CLAUDIA MARINA PEREIRA

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DE PATOLOGIAS NA UBS COSTA E SILVA**

Joinville

2018

CLAUDIA MARINA PEREIRA

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DE PATOLOGIAS NA UBS COSTA E SILVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil de Infraestrutura, do curso de Engenharia Civil de Infraestrutura da Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville.

Orientadora: Msc. Valéria Bennack

Joinville  
2018

# ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DE PATOLOGIAS NA UBS COSTA E SILVA

CLAUDIA MARINA PEREIRA

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil de Infraestrutura na Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville.

Joinville (SC), 27 de novembro de 2018.

Banca Examinadora:

---

Mestre Eng. Valéria Bennack  
Presidente/Orientador

---

Mestre Eng. Juliana Cristina Frankowiak  
Membro

---

Eng. Luciana Dambrós  
Membro

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Deus por me dar sabedoria, forças e a capacidade de obter e reter conhecimento ao longo da graduação.

Aos meus pais Marcio Russo Pereira e Marina de L. Ramos Pereira por todo amor, apoio, incentivo, encorajamento, confiança e por sempre estarem ao meu lado, sendo minha base e meus exemplos tanto na minha vida acadêmica, quanto na minha vida pessoal e profissional.

Aos meus irmãos Alex Ramos Pereira e Marcio Russo Pereira Junior, bem como minha cunhada Andressa dos Anjos Pereira, que me aturaram mesmo nas épocas de provas e entregas de trabalhos, sempre me motivando a nunca desistir do meu sonho.

Agradeço também aos demais familiares e amigos pessoais que de alguma forma contribuíram, seja direta ou indiretamente, para que eu pudesse chegar até aqui.

À minha orientadora Prof. Msc. Valéria Bennack, por aceitar meu convite para orientação, por ter tido paciência e cedido do seu tempo para me direcionar. Suas sugestões de melhorias e conhecimentos foram muito importantes, tanto no decorrer da graduação como na realização deste trabalho.

Agradeço aos amigos que fiz ao longo da graduação, tanto os que entraram comigo na universidade, porém seguiram cursos distintos, como os que tive o prazer de conhecer no andamento do curso. Vocês tornaram esses anos mais divertidos e fáceis de levar.

Agradeço a Secretaria Municipal da Saúde de Joinville, por permitir acesso ao local e aos dados da obra, bem como aos servidores que trabalham tanto na Secretaria, em especial a engenheira Luciana Dambrós por ceder do seu tempo e energia para me acompanhar na obra, como na UBS Costa e Silva.

Agradeço a Universidade Federal de Santa Catarina e a todos os professores do Campus de Joinville, que colaboraram com a construção da minha jornada na UFSC e compartilharam comigo todo o conhecimento ao longo dos anos de graduação.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma me ajudaram, incentivaram, torceram pelo meu sucesso e estiveram ao meu lado. Muito obrigada a todos!

*“Há uma força motriz mais poderosa que o vapor, a eletricidade e a energia atômica:  
A vontade”.*  
*(Albert Einstein)*

## RESUMO

O termo patologia, no contexto da construção civil, refere-se a todas as manifestações que prejudicam o desempenho da estrutura e suas partes, no decorrer do ciclo de vida da edificação. Falhas de projeto, construtivas e de manutenção, na maioria dos casos, estão vinculadas à grande ocorrência de patologias nas edificações. Antes de qualquer correção acerca dos quadros patológicos, é necessário obter o conhecimento da sua origem e as circunstâncias ou meios que propiciaram o desenvolvimento de tais patologias. Inserido nesse cenário, esse trabalho tem como objetivo identificar as principais manifestações patológicas encontradas na estrutura da Unidade Básica de Saúde (UBS) Costa e Silva, localizada na cidade de Joinville, Santa Catarina, tanto na área externa como na área interna, visando a análise das possíveis causas e buscando possíveis medidas preventivas ou corretivas que poderiam impedir ou minimizar tais patologias. A unidade passou por duas ampliações, sendo a segunda ampliação e reforma concluída em 2015. Foi escolhido o estudo das patologias no concreto em um órgão público devido ao grande volume de usuários que circulam, permanecem e tem acesso à unidade. A metodologia adotada para a elaboração do estudo consiste na junção dos dados levantados em vistoria, análise de projeto e complementação com referencial teórico. Como resultado do estudo, a construção apresentou várias patologias tanto na área externa como interna, sendo as fissurações as mais recorrentes e de identificação visual mais perceptível. Conforme análises envolvendo fatores como localização, forma de manifestação, configuração e espessura das aberturas das fissurações na estrutura, constatou-se que a possível causa das fissurações é a sobrecarga na estrutura. A princípio, tais fissuras não representam danos críticos à estrutura, porém medidas devem ser tomadas para não agravar a situação.

**Palavras-chave:** Patologia. Construção. Reforma. Ampliação

## **ABSTRACT**

The pathology term, on the civil construction field, refers on all manifestations that are harmful to the performance of a structure and its parts during the life cycle of an edification. Most of the times, the failure on the project of construction and maintenance are linked to a great number of pathologies in edifications. Before any kind of rectification about the pathological cases, it's necessary to know about its origin and circumstances or ways which contributed to the development of the pathology. Based on this case, the main objective of this project is identifying the main pathological manifestations found on the civil structure at the Costa e Silva Basic Health Unit, in Joinville, Santa Catarina. This identification happened not only inside the building but also outside in order to find, analyze and search for the preventive and corrective measures that could stop or minimize those pathologies. This unit went trough two different enlargements; the last enlargement and renovation was finished in 2015. Since there is plenty of people that wander the building and have access to the building, the studies about pathologies on concrete of this public building were chosen. The methodology used to base this project is about gathering data on the inspection, project analyzes and elucidation with theoretical references. As result of this project, the building presented plenty of pathologies inside and outside the building; furthermore, the fissures were the most recurrent and easiest to notice. Based on the analyzes among reasons like localization, way of manifestation, shape and the thickness of the fissures, the project concludes that the main cause of the fissures is the overweight over the structure. At first, those fissures do not present harms to the structure; however, measures must be taken in order not to worsen the situation.

**Keywords:** Pathologies, Construction, Renovation, Enlargement.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Propriedades dos Materiais.....	23
Figura 2 – Principais setores envolvidos na gestão da qualidade na aquisição de materiais.....	29
Figura 3 – Manutenção.....	31
Figura 4 - Causas intrínsecas.....	33
Figura 5 - Processos físicos de deterioração .....	42
Figura 6 - Fissuras em função do tipo de solicitação .....	47
Figura 7 - Fissura por compressão.....	47
Figura 8 - Vigas sujeitas a fissuração.....	47
Figura 9 - Fissuração em viga submetida a flexocompressão.....	48
Figura 10 - Casos de deficiência de capacidade resistente em lajes .....	48
Figura 11 - Comportamento do conjunto de vigas e pilares .....	48
Figura 12 - Incorrecção na execução da ancoragem, por excesso de ganchos na mesma seção .....	49
Figura 13 - Formação de fissuras por assentamento plástico do concreto .....	49
Figura 14 - Exemplos de fissuração por movimentação de formas e escoramentos .....	49
Figura 15 - Configurações típicas de fissuras de retração .....	49
Figura 16 - Fissura causada pelo deslocamento da armadura principal em relação à posição original .....	50
Figura 17 - Tipos de corrosão de uma barra de aço no concreto.....	50
Figura 18 - Fissuração por recalque diferencial dos apoios .....	50
Figura 19 - Fissuração por trabalho diferenciado dos dois materiais .....	50
Figura 20 - Vista superior da localização da UBS Costa e Silva .....	53
Figura 21 - Vista frontal da UBS Costa e Silva.....	53
Figura 22 - Distância entre UBS Costa e Silva e rio .....	54
Figura 23 - Vista superior de UBS com identificação do rio .....	54
Figura 24 - Planta baixa da UBS Costa e Silva antes da 2ª ampliação e reforma ....	56
Figura 25 -Planta baixa da UBS Costa e Silva com 2ª ampliação e reforma .....	57
Figura 26 - Planta baixa da UBS Costa e Silva com as áreas a construir e demolir ..	58

Figura 27 - Planta baixa da UBS Costa e Silva com as áreas definidas da 1ª e 2ª ampliação .....	59
Figura 28 – Projeto estrutural da área pertencente a 2ª ampliação e reforma .....	60
Figura 29 - Projeto da UBS com identificação das áreas externas com patologias ..	62
Figura 30 - Vista da lateral direita da UBS Costa e Silva .....	63
Figura 31 – Vista do estacionamento e da lateral direita da UBS Costa e Silva .....	63
Figura 32 - Fissura na lateral direita da edificação .....	64
Figura 33 - Fissuras na lateral direita da edificação .....	65
Figura 34 - Correção das fissuras em 2016 .....	65
Figura 35 - Vista da lateral esquerda da UBS Costa e Silva .....	66
Figura 36 - Vista da lateral esquerda da UBS Costa e Silva .....	66
Figura 37 - Falta de uniformidade na coloração .....	67
Figura 38 - Pintura descascando.....	67
Figura 39 - Diferença de tonalidade das tintas .....	68
Figura 40 - Fissura destacada pelo detalhe g .....	69
Figura 41 - Fissura pouco nítida destacada pelo detalhe h.....	69
Figura 42 - Fissuras na lateral esquerda da unidade .....	70
Figura 43 - Fissuras na lateral esquerda da unidade .....	71
Figura 44 - Obstáculos cilíndricos impedindo fluxo de veículos .....	72
Figura 45 - Vista da parte dos fundos da UBS Costa e Silva .....	72
Figura 46 – Fissura e descascamento da tinta nos fundos da unidade.....	73
Figura 47 - Vista frontal da UBS Costa e Silva.....	74
Figura 48 – Fissura e descascamento da tinta na parte frontal da unidade .....	75
Figura 49 - Ampliação do detalhe "P" .....	75
Figura 50 - Recalque na parte frontal da unidade .....	76
Figura 51 - Recalque na parte frontal da unidade .....	76
Figura 52 - Medição da abertura do recalque.....	77
Figura 53 - Recalque na parte frontal da unidade .....	77
Figura 54 - Patologia na parte frontal da unidade .....	78
Figura 55 - Projeto da UBS com identificação das áreas internas com patologias ...	79
Figura 56 - Relação entre projeto e área com fissura conforme círculo 1 .....	80
Figura 57 – Fissura visualizada conforme direção .....	81

Figura 58 - Medição da abertura da manifestação patológica do detalhe "h" .....	81
Figura 59 - Relação entre projeto e área com fissura conforme círculo 2 .....	82
Figura 60 - Ampliação da fissura do detalhe "g" .....	82
Figura 61 - Medição da abertura da fissura do detalhe "g" .....	83
Figura 62 - Fissura do detalhe "g" vista do outro lado da parede.....	83
Figura 63 – Relação entre projeto e área com fissuras e destacamento de argamassa conforme círculo 3.....	84
Figura 64 – Fissura na área interna destacada pelo detalhe "a" .....	85
Figura 65 - Ampliação da fissura com destacamento de argamassa .....	85
Figura 66 – Ampliação da patologia da área interna destacada pelo detalhe "c" .....	86
Figura 67 - Medição da abertura da patologia do detalhe "c" .....	86
Figura 68 – Relação entre projeto e área com recalque conforme círculo 5 .....	87
Figura 69 - Relação entre projeto e área com fissura conforme círculo 4 .....	88
Figura 70 - Medição da abertura da manifestação patológica do detalhe "e" .....	89
Figura 71 - Relação entre projeto e área com fissura conforme círculo 6 .....	89
Figura 72 - Ampliação da patologia realçada no detalhe "f" .....	90
Figura 73 - Medição da abertura da fissura do detalhe "f" .....	90
Figura 74 - Relação entre projeto e área com fissura conforme círculo 7 .....	91
Figura 75 - Área que compreende a 1ª ampliação entre as 2ª ampliações, antes e durante 2ª ampliação e reforma .....	92
Figura 76 - Pilar nivelado em 2015.....	92
Figura 77 - Junção entre a viga de concreto e a base de madeira realçada no detalhe "i" .....	93
Figura 78 - Junção entre a viga de concreto e a base de madeira realçada no detalhe "i" e "j" .....	93
Figura 79 – Encontro entre a base de madeira e elemento estrutural da área interna central.....	94
Figura 80 – Fissura no piso destacada pelo detalhe "L" .....	95
Figura 81 - Manifestação patológica em piso cerâmico .....	95
Figura 82 - Patologia realçada pelo detalhe "m" .....	96
Figura 83 - Medição da abertura da manifestação patológica do detalhe "m" .....	96
Figura 84 - Projeto com as regiões que sofreram fissuras .....	99

Figura 85 - Projeto estrutural da 2ª ampliação e reforma com destaque das áreas com fissuras estruturais .....	102
Figura 86 - Classificação das fissuras da área externa .....	103
Figura 87 - Classificação das fissuras da área interna.....	104
Figura 88 - Fissuras verticais em pilares sob excessiva carga vertical de compressão .....	106
Figura 89 - Análise de uma possibilidade de recalque ao longo de um eixo principal do prédio .....	107
Figura 90 - Projeto com as regiões que sofreram recalque.....	108

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Causas de possíveis falhas durante a etapa de concepção de estruturas .....	26
Quadro 2 - Causas de possíveis falhas durante a etapa de execução de estruturas	28
Quadro 3 - Problemas decorrentes da qualidade inadequada dos materiais e componentes aplicados à estrutura.....	30
Quadro 4 - Deficiências na concretagem .....	34
Quadro 5 - Inadequação de formas e escoramentos .....	36
Quadro 6 - Deficiências nas armaduras .....	37
Quadro 7 - Causas Naturais.....	40
Quadro 8 - Principais causas que proporcionam fissuras .....	45
Quadro 9 - Relação entre causa e visualização da fissura característica .....	47
Quadro 10 - Algumas causas de desagregação do concreto.....	51
Quadro 11 - Identificação resumida dos detalhes nas áreas externas e internas .....	97
Quadro 12 - Classificação da Manifestação Patológica na Área Externa.....	100
Quadro 13 - Classificação da Manifestação Patológica na Área Interna.....	101
Quadro 14 - Configuração de fissuras em vigas .....	105
Quadro 15 - Configuração de fissuras em pilares .....	105

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação da patologia pela abertura pela norma .....	43
Tabela 2 - Classificação de fissura conforme espessura da abertura segundo Rosso .....	43
Tabela 3 - Classificação de fissura conforme espessura da abertura segundo Oliveira .....	43
Tabela 4 - Ocorrência das manifestações patológicas nas áreas externa e interna da unidade.....	98
Tabela 5 - Classificação do grau de dano da fissura através da espessura da abertura .....	111

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Recebimento do Manual do Proprietário.....	31
Gráfico 2 - Causa das Patologias segundo estudos europeus.....	32
Gráfico 3 - Percentual das ocorrências de manifestações patológicas .....	98

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
1.1 OBJETIVOS .....	18
<b>1.1.1 Objetivo geral</b> .....	<b>18</b>
<b>1.1.2 Objetivos específicos</b> .....	<b>18</b>
1.2 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO .....	18
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>20</b>
2.1 CONSTRUÇÕES.....	20
2.2 CONCEITO DE VIDA ÚTIL, DESEMPENHO, DETERIORAÇÃO E DURABILIDADE .....	20
<b>2.2.1 Vida Útil, Desempenho, Deterioração e Durabilidade aplicado a Estruturas</b> .....	<b>21</b>
2.3 DEFINIÇÕES SOBRE ELEMENTOS ESTRUTURAIS.....	24
2.4 CONCEITO DE PATOLOGIA DAS ESTRUTURAS .....	24
<b>2.4.1 Patologias na Etapa de Concepção de Estruturas</b> .....	<b>25</b>
<b>2.4.2 Patologias na Etapa de Execução de Estruturas</b> .....	<b>27</b>
<b>2.4.3 Patologias na Etapa de Utilização de Estruturas</b> .....	<b>30</b>
2.5 CAUSAS DE PATOLOGIAS NAS ESTRUTURAS .....	32
<b>2.5.1 Causas Intrínsecas de Patologias</b> .....	<b>32</b>
2.5.1.1 <u>Falhas Humanas na Execução de Estruturas</u> .....	34
2.5.1.1.1 Deficiências de Concretagem.....	34
2.5.1.1.2 Inadequação de Escoramentos e Formas .....	35
2.5.1.1.3 Erros associados a colocação das armaduras .....	37
2.5.1.1.4 Utilização incorreta de materiais de construção .....	38
2.5.1.2 <u>Falhas Humanas Durante a Utilização</u> .....	39
2.5.1.3 <u>Causas Naturais</u> .....	39

<b>2.5.2 Causas Extrínsecas</b> .....	40
2.6 PROCESSOS DE DETERIORAÇÃO DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO .....	41
<b>2.6.1 Fissuração</b> .....	<b>42</b>
2.6.1.2 <u>Causas de Fissuras</u> .....	44
<b>2.6.2 Desagregação do Concreto</b> .....	<b>50</b>
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>52</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....	52
3.2 LOCALIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO .....	52
3.3 LEVANTAMENTO DE DADOS .....	55
<b>3.3.1 Processos legais para realização da obra na UBS Costa e Silva</b> .....	<b>55</b>
<b>3.3.2 Projeto da UBS Costa e Silva</b> .....	<b>55</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>61</b>
4.1 ÁREA EXTERNA.....	61
<b>4.1.1 Lateral Direita da Unidade</b> .....	<b>63</b>
<b>4.1.2 Lateral Esquerda da Unidade</b> .....	<b>66</b>
<b>4.1.3 Fundos da Unidade</b> .....	<b>71</b>
<b>4.1.4 Frente da Unidade</b> .....	<b>74</b>
4.2 ÁREA INTERNA .....	78
<b>4.2.1 Região Esquerda</b> .....	<b>80</b>
<b>4.2.2 Região Direita</b> .....	<b>84</b>
<b>4.2.3 Região Central</b> .....	<b>91</b>
4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	97
<b>4.2.1 Análise das Fissuras e Possível Causa</b> .....	<b>100</b>
4.2.1.1 <u>Análise das Fissuras</u> .....	100
4.2.1.2 <u>Possível Causa do Desenvolvimento de Fissuras na estrutura</u> .....	105
<b>4.2.2 Métodos e materiais para reparo das fissuras na estrutura</b> .....	<b>110</b>

<b>4.2.3 Avaliação dos Riscos Inerentes à Estrutura .....</b>	<b>111</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>112</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>114</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>119</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Na construção civil, diferentemente de uma atividade industrial, os componentes são empregados em locais onde permanecerão no decorrer da vida útil da estrutura (SOUZA; RIPPER, 1998).

Através dos tempos, obras grandiosas de engenharia vêm mantendo-se, apesar das intempéries e ações do homem. Porém, as edificações envelhecem e a durabilidade das construções pode ser afetada por várias razões que compreendem desde a inadimplente economia de recursos até o desconhecimento técnico da composição ou natureza dos materiais utilizados nos projetos (GUIMARÃES, 1997).

Como resultado do envelhecimento precoce das construções existentes tem crescido o número de estruturas de concreto armado com manifestações patológicas nos últimos anos (HELENE, 2004).

Problemas em construções, de um modo geral, podem ser minimizados e até evitados quando são tomados cuidados no projeto e na execução das obras. Porém, quando as falhas surgem, detectar sua origem é uma tarefa que nem sempre é fácil. As falhas geralmente estão associadas a deficiências de projeto, especificação de material, execução, utilização ou falta de manutenção do edifício (BAUER, 2018).

As Unidades Básicas de Saúde (UBS) têm como objetivo atender até 80% dos problemas de saúde da população, garantindo serviços mais próximos aos cidadãos, na comunidade, com boa estrutura física, evitando que os casos sejam encaminhados a emergências e hospitais (BRASIL, 2018). Os principais procedimentos realizados nas UBS envolvem a realização de consultas médicas, curativos, tratamento odontológico, aplicação de vacinas e coletas de exames laboratoriais. Os usuários do SUS também podem obter medicação básica e em alguns casos, encaminhamentos para especialidades (BRASIL, 2016).

A UBS Costa e Silva é uma unidade que foi reformada e ampliada, sendo efetuada também a revitalização das áreas externas da unidade (JOINVILLE, 2015). Porém, devido a intervenções executadas na construção existente, visando atender uma demanda maior e da melhor forma, a construção apresentou alterações perceptíveis na estrutura, nas paredes e no piso, denominadas de patologias.

## 1.1 OBJETIVOS

Foram definidos objetivos geral e específicos para orientação acerca do desenvolvimento deste trabalho.

### 1.1.1 Objetivo geral

Analisar as patologias apresentadas na Unidade Básica de Saúde Costa e Silva localizada no município de Joinville – SC.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar levantamento das patologias existentes na UBS Costa e Silva;
- Definir uma patologia para aprofundamento do estudo;
- Analisar possíveis causas que originaram essa patologia;
- Avaliar riscos inerentes à estrutura, conforme patologia em estudo;
- Propor soluções para corrigir o problema.

Para atingir os objetivos propostos acima, foi necessário um estudo documental, através de análise de projetos e de referências relativas à UBS Costa e Silva, visita in loco e levantamento fotográfico das patologias.

## 1.2 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho está organizado em cinco capítulos, distribuídos entre Introdução, Revisão Bibliográfica, Metodologia, Resultados e Conclusão.

O Capítulo 1 é formado pela Introdução, no qual apresenta os aspectos gerais, objetivos e a estruturação do trabalho.

No Capítulo 2 é apresentado a Fundamentação teórica, no qual faz uma revisão da literatura com base no tema do trabalho.

No Capítulo 3 aborda-se a metodologia utilizada no trabalho, caracterizando a pesquisa e introduzindo informações sobre o estudo de caso, como a localização e dados.

O Capítulo 4 constituiu os Resultados e Discussões, com a devida análise das patologias apresentadas na unidade básica de saúde, tanto na área interna como externa.

No Capítulo 5 são apresentadas as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo estabelece os fundamentos para o trabalho, utilizando referenciais teóricos sobre construções, patologias, causas, consequências e prevenção, no âmbito da deterioração das construções.

### 2.1 CONSTRUÇÕES

As pirâmides egípcias, as fortalezas dos incas, o templo dos maias, os aquedutos romanos, a Grande Muralha da China são exemplos de obras que foram construídas há muitos séculos, apresentando longevidade, servindo de testemunhas da criatividade humana (GUIMARÃES, 1997).

As edificações antigas, até a década de 70, apresentavam elevada robustez, característica essa que resultava em pequenas deformações, raramente perceptíveis. Após essa época, as construções sofreram redução de dimensão nos elementos que compõem a parte estrutural, o que impactou em estruturas mais esbeltas e sujeitas a deformações antes imperceptíveis (CUNHA; LIMA; SOUZA, 1996).

No início das construções em concreto, o que compreende o começo do século XX até a década de 80, o bom senso e a experiência do profissional era o que ditava as regras de construção, sendo a durabilidade subjetiva, assegurada através de exigências prescritivas (MEDEIROS; ANDRADE; HELENE, 2011). Marcelino (2008) complementa que, aliado à expansão imobiliária, a falta de tempo e de mão-de-obra qualificada, foram construídas edificações que desconsideraram, talvez por desconhecimento, fatores que poderiam causar manifestações indesejáveis às estruturas, justificando casos de acidentes.

### 2.2 CONCEITO DE VIDA ÚTIL, DESEMPENHO, DETERIORAÇÃO E DURABILIDADE

*Vida útil* é o termo associado ao período que determinado material, com suas respectivas propriedades, permanecerá acima dos limites mínimos especificados,

enquanto que *desempenho* trata do comportamento em serviço de cada produto no decorrer de sua vida útil (SOUZA; RIPPER, 1998).

Alguns materiais alteram suas propriedades físicas e químicas em função das características de seus componentes e das condicionantes impostas pelo meio ambiente, o que pode comprometer o desempenho dos mesmos. Esse fenômeno pode ser chamado de *deterioração* (SOUZA; RIPPER, 1998).

O conceito de *durabilidade* é definido como a capacidade de desempenhar as funções para o qual foi proposto, ao longo do tempo e sob condições de uso (FAGUNDES NETO, 2013).

Apesar de uma edificação ser composta de várias partes, o que determina sua vida útil, de forma geral, é a estrutura e a fundação, visto que não podem ser alteradas na sua essência. Uma estrutura de concreto armado não é eterna e diversas causas podem levar ao comprometimento estrutural (MARCELINO, 2008).

### **2.2.1 Vida Útil, Desempenho, Deterioração e Durabilidade aplicado a Estruturas**

Aplicado a estruturas, vida útil é o período de tempo em que os edifícios e seus sistemas resistem às atividades para as quais foram projetados e construídos, atendendo aos níveis de desempenho previsto, considerando a constante e correta execução de manutenção (FAGUNDES NETO, 2013). O conhecimento da vida útil de cada material ou estrutura é importante para o desenvolvimento de programas de manutenção apropriados (SOUZA; RIPPER, 1998).

Desempenho está ligado ao comportamento que se espera de uma edificação quando em uso, dentro de determinadas condições, buscando satisfazer as necessidades dos usuários ao longo do tempo de vida útil (CAMPOS, 2013). Desempenho insatisfatório é resultante de fatores como falhas involuntárias, inexperiência, má utilização dos materiais, envelhecimento natural, erros de projetos, entre outros, que contribuem para a deterioração das estruturas (ARIVABENE, 2015).

A deterioração da estrutura é algo inevitável, mesmo quando há um programa adequado de manutenção. O nível de deterioração que cada estrutura sofrerá pode variar, pois está relacionado, entre outras causas, a possíveis falhas de projeto ou de

execução. Todavia, a estrutura pode chegar ao fim da vida útil com um bom desempenho (SOUZA; RIPPER, 1998).

Um fator importante quando se fala de deterioração de estruturas é considerar a dependência entre a resistência do concreto e da armadura com relação a resistência da estrutura de concreto à ação do meio ambiente e ao uso. A estrutura estará comprometida, como um todo, quando qualquer um dos dois, concreto ou armadura, deteriorar de forma considerável (HELENE, 2004). A situação ideal é desenvolver um projeto que possibilite uma boa execução da construção conciliando com uma manutenção adequada, de tal forma que os níveis de deterioração sejam minimizados (SOUZA; RIPPER, 1998).

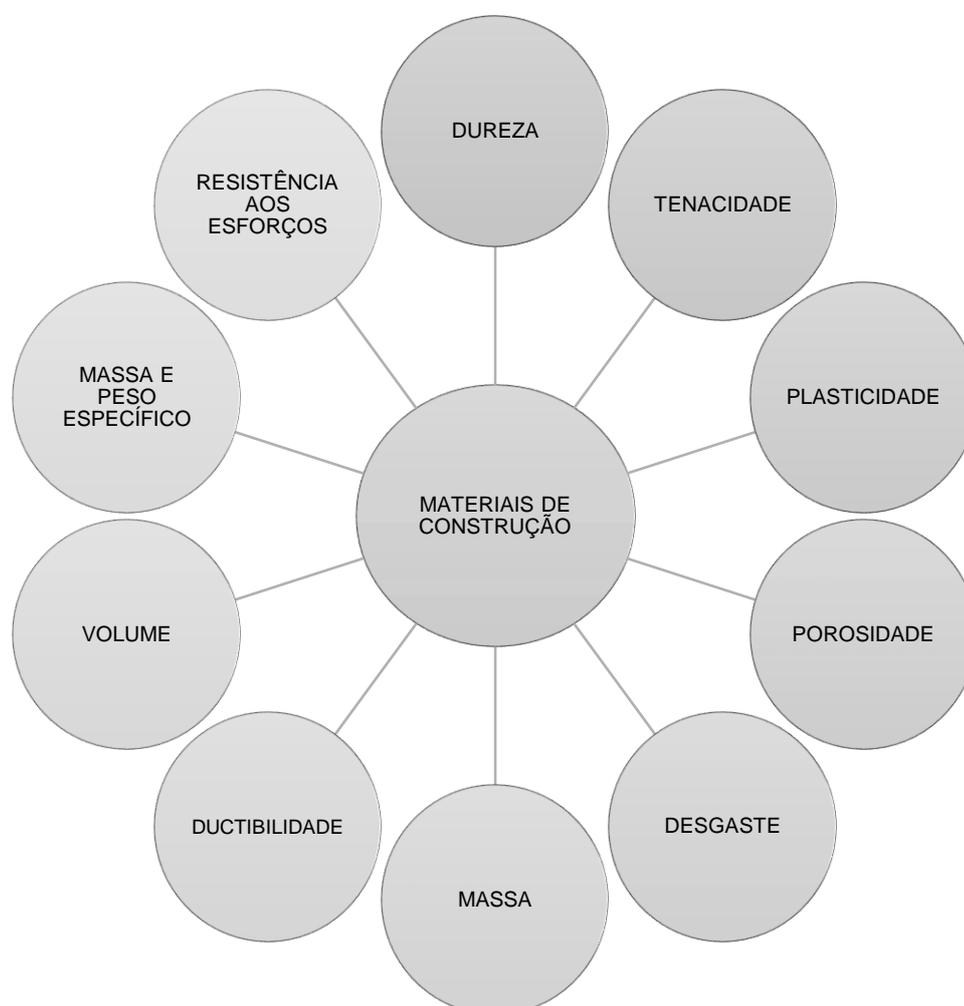
Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a norma brasileira NBR 6118:2014 menciona que *durabilidade* “consiste na capacidade da estrutura resistir às influências ambientais previstas e definidas em conjunto pelo autor do projeto estrutural e pelo contratante, no início dos trabalhos de elaboração do projeto”. Figueiredo (2018) confirma que a durabilidade está relacionada às propriedades do material e sua exposição ao longo do tempo em um determinado ambiente e afirma que durabilidade é fundamental para aumentar a vida útil da edificação. Complementando, Fagundes Neto (2013) menciona que a durabilidade expressa as condições em que a edificação mantém o desempenho requerido durante a vida útil e deve ser quantificada em “anos”.

Segundo Souza e Ripper (1998), quando se trata de durabilidade de estruturas de concretos, esse conceito, aplicado ao material concreto, está intimamente associado a água, visto que a quantidade de água junto com a quantidade de ligante, definirá características que são indicadores de qualidade do material.

Além da água, outro fator a ser considerado é a agressividade ambiental que pode ser definida pela “capacidade de transporte dos líquidos e gases contidos no meio ambiente para o interior do concreto”. (SOUZA; RIPPER, 1998).

Ainda para Hagemann (2011), nenhuma obra é feita sem materiais e a qualidade e durabilidade de uma construção dependem diretamente da qualidade e da durabilidade dos materiais que nela são empregados, conforme apresentado na Figura 1:

Figura 1 - Propriedades dos Materiais



Fonte: Adaptado de Hagemann (2011).

Então, o resultado da interação entre a estrutura de concreto, o ambiente e as condições de uso, de operação e de manutenção define a durabilidade da edificação. Uma mesma estrutura pode ter diferentes comportamentos no decorrer do tempo, conforme suas diversas partes e forma de utilização das mesmas (MEDEIROS; ANDRADE; HELENE, 2011).

São essenciais a identificação e o correto diagnóstico das causas de deterioração das estruturas, pois determinará os métodos e técnicas a serem utilizados a nível de recuperação, garantindo a vida útil, segurança, desempenho, durabilidade e estética das peças. Esse tipo de análise minimiza custos de

manutenção, podendo eliminar fatores que contribuiriam na formação de patologias nas estruturas de concreto armado (ARIVABENE, 2015).

### 2.3 DEFINIÇÕES SOBRE ELEMENTOS ESTRUTURAIIS

Pilares são elementos preponderantemente de seção retangular (a menor dimensão deve ser de 19 cm) ou circular, dispostos normalmente na posição vertical. São responsáveis por receber a carga das vigas, conduzindo até as fundações. Devem ser colocados nos cantos da edificação, no cruzamento de vigas principais e em pontos de sensibilidade estrutural. (BOTELHO; MARCHETTI, 2010).

Vigas são elementos estruturais projetados para suportar cargas aplicadas perpendicularmente a seus eixos longitudinais (HIBBELER, 2009).

Lajes, segundo a NBR 6118:2014, são elementos de superfície plana sujeitos principalmente a ações normais a seu plano. Segundo Botelho e Marchetti (2010), há dois tipos de lajes, as de forro, que têm a função de receber carga dos telhados e dar conforto térmico e acústico, e as de piso, que têm a função de cobrir o andar térreo e ser o piso do andar superior.

### 2.4 CONCEITO DE PATOLOGIA DAS ESTRUTURAS

Arivabene (2015) explica que o termo “patologia” deriva do grego pathos (doença) e logia (estudo) e significa “estudo da doença”. No contexto da construção civil, denomina-se patologia os estudos dos danos ocorridos em edificações. Como é encontrada em vários aspectos, as patologias abrangem termos como manifestações e quadros patológicos.

Ainda Souza e Ripper (1998) complementam que o estudo das patologias das estruturas é um campo da engenharia voltado para o aspecto de identificação e reconhecimento de anomalias, ou seja, se ocupa no “estudo das origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas”.

A tripé formado de materiais, execução e controle tecnológico e de qualidade deve ser considerado para obter sucesso na execução de obras de engenharia. O

cuidado com o projeto, a execução e a utilização de materiais de qualidade adequada minimiza a possibilidade de surgimento de patologias (FORTES; SOUZA; JUNIOR, 2008).

Os problemas patológicos podem ser classificados em simples e complexos. A patologia simples é a que admite uma padronização, no qual envolve o diagnóstico e sem a necessidade de conhecimentos altamente específicos para sua resolução. Porém, as patologias complexas envolvem uma análise individual, detalhada e de conhecimentos altamente especializados (SOUZA; RIPPER, 1998).

As manifestações patológicas são os primeiros sinais que a estrutura apresenta problemas que não devem ser negligenciados. Na maioria das vezes, algumas manifestações são tratadas sem a determinação de sua causa, o que pode levar ao tratamento incorreto (MARCELINO, 2008).

A origem dos problemas patológicos, com exceção da ocorrência de catástrofes naturais, é decorrente de falhas que ocorrem durante a realização de atividades envolvendo as três etapas básicas e gerais da construção civil, que são as etapas de concepção, execução e utilização (SOUZA; RIPPER, 1998).

#### **2.4.1 Patologias na Etapa de Concepção de Estruturas**

A etapa de concepção da estrutura está relacionada ao contexto inicial do projeto. As normas brasileiras de concepção de projeto, principalmente a NBR 6118:2014, recomendam que as estruturas em concreto sejam analisadas em dois níveis, nas quais devem ser feitas verificações. Os níveis são a adequação de sua resposta às condições de trabalho (estado limite de serviço) e a margem de segurança quanto à possibilidade de colapso local ou global (estado limite último) (CUNHA; LIMA; SOUZA, 1996).

As falhas associadas à etapa de concepção podem aparecer durante o estudo preliminar, no anteprojeto ou na elaboração do projeto de execução, e a complexidade da resolução de um problema, decorrente de uma falha de projeto, é determinada pelo tempo decorrido do início da falha, ou seja, uma falha não detectada, gerada no início, requer posteriormente uma solução mais complexa e implica em mais gastos (SOUZA; RIPPER, 1998).

Falhas de projetos podem causar consequências sérias nas obras. Falha na consideração de cálculo adequado do efeito do vento, falha no dimensionamento e no detalhamento adequados na punção de lajes, falhas de cálculos e de detalhamento da armação do bloco de fundação são alguns exemplos de falhas nessa etapa que podem ser mencionadas (MILLEN, 2017).

Mais alguns exemplos são citados de forma ampla por Souza e Ripper (1998), no Quadro 1, que mencionam ainda que falhas originadas em um estudo preliminar ou anteprojeto, geralmente são responsáveis, se não forem detectadas e corrigidas, pelo encarecimento da obra.

Quadro 1 - Causas de possíveis falhas durante a etapa de concepção de estruturas

CAUSAS DE POSSÍVEIS FALHAS DURANTE A ETAPA DE CONCEPÇÃO DE ESTRUTURAS
Elementos de Projeto Inadequados
Falta de compatibilização entre projetos
Especificação inadequada de materiais
Detalhamento insuficiente ou errado
Detalhes construtivos inexecutáveis
Falta de padronização das representações
Erros de Dimensionamento

Fonte: Adaptado de Souza e Ripper (1998).

A comissão de revisão da NBR 6118:2014, numa decisão visando evitar falhas e prezando pela segurança das vidas humanas, alterou o item 5.3.1 da norma de 2003 que previa a verificação de projetos estruturais “dependendo do porte da obra”, retirando essas palavras do parágrafo. Assim, na atualização de 2014, sobre a avaliação da conformidade de projeto, a norma de 2014 diz que a avaliação técnica de projeto “deve ser realizada por profissional habilitado” e que “deve ser realizada antes da fase de construção e, de preferência simultaneamente com a fase de projeto”. Desta forma a avaliação técnica de projeto deve ser feita para todo tipo de projeto estrutural (MILLEN, 2017).

Para Viegas (2008) uma estrutura durável somente será obtida se as recomendações da NBR 6118 forem adotadas no projeto, acompanhadas da inspeção

para a liberação da concretagem, assegurando formas estanques e limpas, armaduras isentas de corrosão e na posição especificada em projeto e a espessura do revestimento de acordo com a agressividade do meio de exposição.

#### **2.4.2 Patologias na Etapa de Execução de Estruturas**

A primeira atividade a ser desenvolvida na etapa de construção é o planejamento da obra, onde se realizam todos os procedimentos para que a obra tenha um bom andamento como programa de atividades, mão-de-obra, definições com relação ao canteiro de obras e a parte de compras. Apesar de parecer algo lógico, iniciar uma etapa após o término de outra, na prática, isso raramente ocorre, trazendo transtornos denominados 'adaptações', facilitando a ocorrência de erros (SOUZA; RIPPER, 1998).

Para González (2008), o planejamento da construção consiste na organização para a execução, e inclui o orçamento, que visa questões econômicas, e a programação da obra, ou seja, distribuição das atividades no tempo. O planejamento pode ser dividido a longo, médio e curto prazo:

- a) Longo prazo: com pouco detalhamento, considerando definições como emprego de mão de obra própria ou terceirizada, nível de mecanização, organização do canteiro de obra, prazo de entrega, forma de contratação e relacionamento com o cliente.
- b) Médio prazo: trabalha-se com atividades ou serviços a serem executados nos 4 a 6 meses seguintes. Visa a remoção de empecilhos à produção com a identificação da necessidade de compra de materiais ou contratação de empreiteiros.
- c) Curto prazo: visa à execução propriamente dita, com uma programação de 4 a 6 semanas, detalhando as atividades a serem executadas.

Na etapa de execução, todos os problemas identificados na concepção podem ser extremamente agravados com procedimentos inadequados à construção (CUNHA; LIMA; SOUZA, 1996).

Conforme Souza e Ripper (1998), as falhas no processo de construção podem ser das mais diversas, algumas perceptíveis e outras de difícil verificação, que só são

detectados após algum tempo de uso. As falhas são oriundas das mais diversas causas, sendo algumas delas listadas no Quadro 2:

Quadro 2 - Causas de possíveis falhas durante a etapa de execução de estruturas

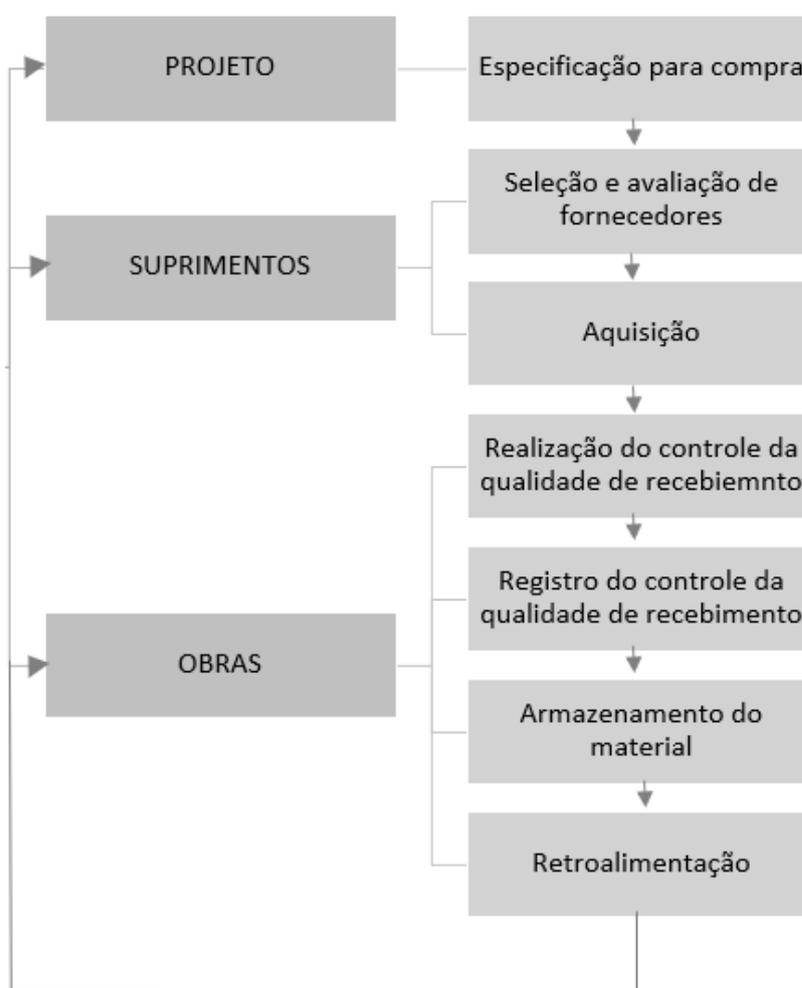
CAUSAS DE POSSÍVEIS FALHAS DURANTE A ETAPA DE EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS
Falta de condições locais de trabalho
Falta de capacitação profissional da mão-de-obra
Falta de controle de qualidade de execução
Má qualidade dos materiais e componentes
Irresponsabilidade técnica
Sabotagem

Fonte: Adaptado de Souza e Ripper (1998).

Para que haja redução de riscos e incertezas, um sistema de controle de qualidade adequado e atualizado, associado ao controle de produtividade da mão-de-obra, seria fundamental. Medidas como implementação de incentivos impactam na produtividade, podendo contribuir para melhoria das atividades (SOUZA; RIPPER, 1998).

Com relação aos materiais utilizados na execução, devem ter qualidade satisfatória para evitar incômodos posteriores. A gestão da qualidade na aquisição de materiais em uma empresa construtora envolve diversos setores como os de projeto, suprimentos, execução de obras, entre outros, trabalhando de forma integrada para garantir a satisfação dos clientes em relação a qualidade dos materiais adquiridos, conforme Figura 2 (SOUZA; MEKBEKIAN, 1996).

Figura 2 – Principais setores envolvidos na gestão da qualidade na aquisição de materiais



Fonte: Adaptado de Souza e Mekbekian (1996).

Para atingir um produto final de elevada qualidade, é essencial que seja divulgado, entre os trabalhadores, o maior número de informações técnicas relevantes, sobre os materiais a utilizar e a estrutura a construir (SOUZA; RIPPER, 1998). Especificações claras, com requisitos definidos e documentados, reduz eventuais desentendimentos, e conduz a produtos finais em conformidade com as normas (SOUZA; MEKBEKIAN, 1996).

Para Campos (2013), a qualidade pode ser definida como o grau de integração e coerência alcançado entre os fins propostos e os meios empregados. O desenvolvimento de uma metodologia de desempenho, através das normas para edificações, faz com que os especialistas transmitam de maneira clara suas decisões,

contemplando as exigências dos usuários, à indústria e aos demais que intervêm na obra, de modo que se desenvolvam as soluções técnicas adotadas, conforme previsões econômicas, no que diz respeito a materiais e métodos de produção, os quais passam a ser controlados, testados e avaliados.

É muito comum problemas patológicos com origem em uma baixa qualidade dos materiais e componentes e refletem um sistema de controle, fiscalização e aceitação dos materiais deficiente por parte do setor de construção (SOUZA; RIPPER, 1998), conforme alguns exemplos demonstrados pelo Quadro 3:

Quadro 3 - Problemas decorrentes da qualidade inadequada dos materiais e componentes aplicados à estrutura

PROBLEMAS DECORRENTES DA QUALIDADE INADEQUADA DOS MATERIAIS E COMPONENTES APLICADOS À ESTRUTURA
Menor durabilidade
Erros dimensionais
Presença de agentes agressivos incorporados
Baixa resistência mecânica

Fonte: Adaptado de Souza e Ripper (1998).

### 2.4.3 Patologias na Etapa de Utilização de Estruturas

Nessa etapa, a estrutura pode apresentar problemas patológicos relacionados à utilização não especificada em projeto ou da falta de um programa de manutenção adequado, sendo o usuário, apesar de ser o maior interessado no bom desempenho da estrutura, o gerador da deterioração estrutural (SOUZA; RIPPER, 1998). Tal fato pode ser justificado pelo desconhecimento ou não recebimento do manual do proprietário, denominado como Manual de Operação, Uso e Manutenção, com conteúdo definido pela NBR 14037:2011, visto que a obrigatoriedade da entrega deste manual é relativamente recente (OLIVEIRA; SILVA FILHO, 2014). No Gráfico 1, há um exemplo do resultado, em percentual, de uma pesquisa realizada com 464 entrevistados em Porto Alegre (RS) acerca do recebimento do manual do proprietário.

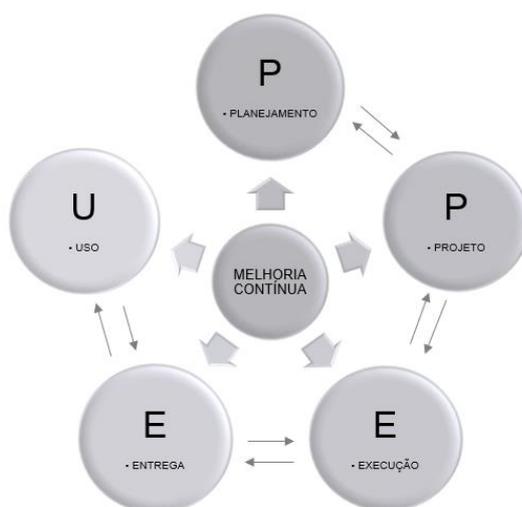
Gráfico 1 – Recebimento do Manual do Proprietário



Fonte: Adaptado de Oliveira e Silva Filho (2014).

Oliveira e Silva Filho (2014) ainda mencionam que a ausência de medidas de prevenção e tratamento de pequenas falhas levam a um agravamento de condições que impactam em gastos significativos. Uma estratégia de inspeção e manutenção bem articulada permite desembolsos menores, parcelados e previsíveis. Além disso, a ausência de manutenção aumenta o risco de acidentes, tanto de colapsos totais, como do desprendimento de partes. Por isso, para Gomide (2015), na fase pós-obra, o uso exige manutenção, conforme observado na Figura 3:

Figura 3 – Manutenção



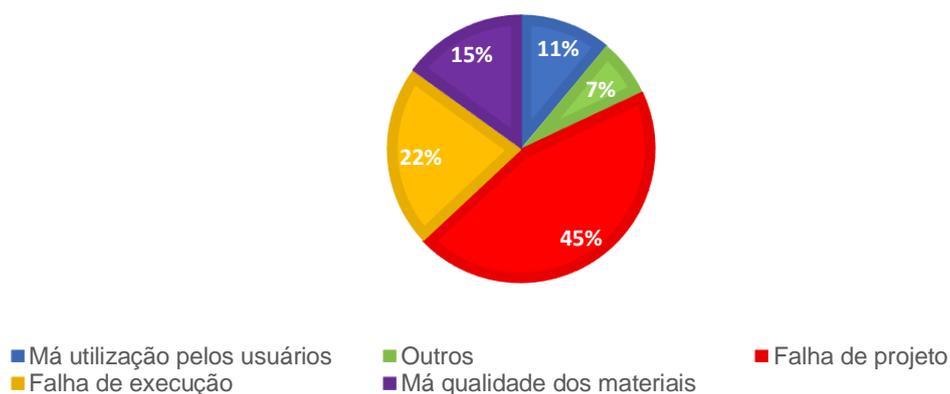
Fonte: Adaptado de Gomide (2015).

## 2.5 CAUSAS DE PATOLOGIAS NAS ESTRUTURAS

Para o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura (2018), o conhecimento das causas das patologias da construção civil e como evitá-los é uma preocupação fundamental para proceder aos reparos exigidos e evitar que a estrutura deteriore. Muitos estudos já foram realizados, principalmente na Europa, com esse objetivo, e é possível ter uma ideia geral sobre a origem de patologias, estando em primeiro lugar a falha com projetos deficientes, conforme Gráfico 2. No Brasil ainda não há tantas pesquisas comprobatórias como na Europa.

Gráfico 2 - Causa das Patologias segundo estudos europeus

### CAUSAS DAS PATOLOGIAS



Fonte: Adaptado de Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura (2018).

Tratando em grupos, duas classificações podem ser utilizadas para as causas responsáveis pela deterioração das estruturas de concreto, que são as causas intrínsecas e as causas extrínsecas, ambas decorrentes de falhas humanas, causas naturais próprias do material ou ações externas (SOUZA; RIPPER, 1998).

### 2.5.1 Causas Intrínsecas de Patologias

As causas intrínsecas são as inerentes às estruturas, nas quais têm sua origem nos materiais e peças estruturais. Essas causas podem ser decorrentes de

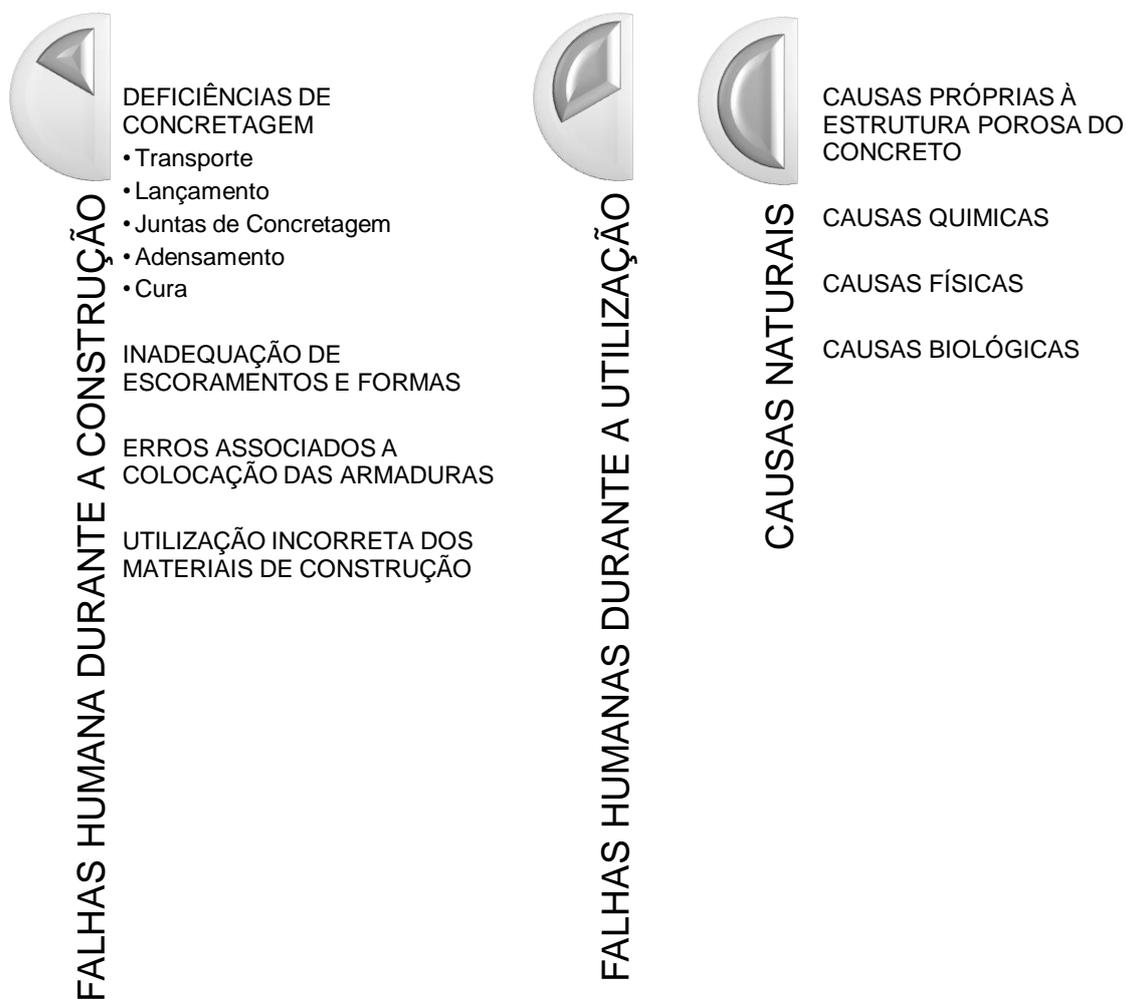
falhas humanas, qualidade e características do material e ações externas (SOUZA; RIPPER, 1998).

Para a doutora em engenharia estrutural Sandra Maria de Lima, conforme relatado por Santos (2013), os motivos que levam a falhas humanas associadas a própria estrutura podem ser divididos amplamente em duas causas:

1. Falta de conhecimento sobre a tecnologia do concreto;
2. Imprudência dos envolvidos.

Na Figura 4 observa-se as causas intrínsecas aos processos de deterioração das estruturas de concreto:

Figura 4 - Causas intrínsecas



### 2.5.1.1 Falhas Humanas na Execução de Estruturas

As falhas durante a construção estão intimamente ligadas à qualificação profissional da equipe técnica, sendo bem frequentes os erros por defeitos construtivos (SOUZA; RIPPER, 1998). Sandra Maria de Lima, em relato a Santos (2013), menciona que erros envolvendo a displicência e o desconhecimento das tecnologias, causadas pelos profissionais envolvidos, acabam encarecendo a obra em até cinco vezes.

#### 2.5.1.1.1 Deficiências de Concretagem

Os itens de verificação na etapa de concretagem envolvem as condições para o início da execução do serviço, transporte, recebimento, lançamento, adensamento e cura do concreto (SOUZA; MEKBEKIAN, 1996). As falhas associadas às deficiências de concretagem mais comuns estão listadas no Quadro 4.

Outra situação pode ocorrer nas juntas de concretagem, que são os pontos de ligação de duas concretagens (BOTELHO; MARCHETTI, 2010). As mesmas nunca deverão ser realizadas em regiões de elevada tensão tangencial. Ao escolher a localização, deve-se levar em consideração a durabilidade, resistência e estética (SOUZA; RIPPER, 1998).

Quadro 4 - Deficiências na concretagem

	ETAPA	FALHAS	POSSÍVEIS CONSEQUÊNCIAS
DEFICIÊNCIAS NA CONCRETAGEM	Transporte do Concreto	Falta de Rapidez do Processo	Concreto pode secar e perder a trabalhabilidade
		Grandes intervalos entre uma camada de concreto e a anterior	Criação de juntas de concretagem não previstas
			Formação de Superfícies sujeitas a concentração de tensões e perda de aderência
		Segregação pelo meio de transporte utilizado	Perda de argamassa ou pasta de cimento
Separação entre os componentes do concreto			

Continuação (...)

Quadro 4 - Deficiências na concretagem

DEFICIÊNCIAS NA CONCRETAGEM	ETAPA	FALHAS	POSSÍVEIS CONSEQUÊNCIAS
	DEFICIÊNCIAS NA CONCRETAGEM	Lançamento do Concreto nas Fôrmas	Lançamento mal executado
Lançamento de massa sobre uma superfície no qual completou o processo de endurecimento			Segregação dos diversos componentes (efeito chicote)
Lançamento em Plano Inclinado			Pode levar ao acúmulo de água exsudada
			Segregação entre o agregado graúdo e a nata de cimento ou a argamassa (geração de pontos frágeis na estrutura)
Vibração e Adensamento do Concreto		Execução incorreta	Ocorrência de focos de corrosão
			Pode levar à formação de vazio na massa (ninhos e cavidade)
			Irregularidades na superfície (bolhas)
			Comprometimento do aspecto estético
			Facilita a penetração dos agentes agressores
Cura		Cura inadequada	Aumento da porosidade superficial
	Retração		
	Deformações específicas e diferenciadas entre as camadas da peça		
			Geração de tensões que poderão provocar fissurações do concreto

Fonte: Adaptado de Souza e Ripper (1998).

#### 2.5.1.1.2 Inadequação de Escoramentos e Formas

A principal função das formas é condicionar a geometria da estrutura acabada a certas tolerâncias dimensionais, de modo a não causar interferências ou danos a etapas subsequentes da construção (SOUZA; MEKBEKIAN, 1996). Já o escoramento tem a função de suportar o peso da estrutura e a sobrecarga de pessoas e equipamentos durante a concretagem. Quando o concreto ganha alguma resistência,

conforme o tempo definido por especialista, é possível remover parte desse escoramento (MARTINS, 2018).

As falhas mais comuns no que se refere à inadequação de escoramentos e formas convencionais são a falta de limpeza e de aplicação de desmoldantes nas formas antes da concretagem, insuficiência de estanqueidade das mesmas, retirada prematura das formas e escoramentos e remoção incorreta dos escoramentos (SOUZA; RIPPER, 1998). As possíveis manifestações patológicas podem ser observadas no Quadro 5.

Quadro 5 - Inadequação de formas e escoramentos

	FALHAS	POSSÍVEIS CONSEQUÊNCIAS
INADEQUAÇÃO DE FORMAS E ESCORAMENTOS	Falta de limpeza e de aplicação de desmoldantes nas formas antes da concretagem	Ocasionar distorções e embarrigamentos nos elementos estruturais
		Pode levar a necessidade de enchimento de argamassa maior que o habitual
		Mais argamassa pode gerar, conseqüentemente, sobrecarga da estrutura
	Insuficiência de estanqueidade das formas	Concreto mais poroso
		Exposição desordenada dos agregados
	Retirada prematura das formas e escoramentos	Deformações na estrutura
		Acentuada fissuração
Remoção incorreta dos escoramentos.	Surgimento de trincas nas peças	

Fonte: Adaptado de Souza e Ripper (1998).

Para evitar as manifestações patológicas, a limpeza das formas deve ser feita no mesmo dia após o término da concretagem, com água corrente. Desmoldantes facilitam o processo de desenforma do concreto, pois formam uma fina camada oleosa entre as formas e o concreto, impedindo a aderência entre ambos e facilitando a desenforma. Quando utilizado de forma adequada, proporciona o reaproveitamento das formas (MARTINS, 2018).

Erroneamente, a retirada do escoramento está associada somente a obtenção de uma resistência mínima para o concreto (CUNHA; LIMA; SOUZA, 1996). A

estrutura de concreto ainda não é capaz de suportar a carga sozinha. O chamado escoramento remanescente permanece apoiando a laje por mais algum tempo, até que o concreto ganhe resistência suficiente (MARTINS, 2018).

#### 2.5.1.1.3 Erros associados a colocação das armaduras

Os problemas patológicos oriundos de erros/falhas associadas a colocação das armaduras são muito frequentes. A prevenção contra esses erros está na observância aos projetos e especificações de origem (SOUZA; RIPPER, 1998). Os erros mais comuns e suas possíveis consequências estão apresentados no Quadro 6:

Quadro 6 - Deficiências nas armaduras

		FALHAS	POSSÍVEIS CONSEQUÊNCIAS
		DEFICIÊNCIAS NAS ARMADURAS	Má interpretação dos elementos de projeto
	Troca das armaduras de uma peça com as de outra		
Insuficiência de armaduras	Diminuição da capacidade resistente da peça estrutural		
Mau posicionamento das armaduras	Não observância do espaçamento das barras		
	Deslocamento das barras de suas posições originais		
Cobrimento de concreto insuficiente ou de má qualidade	Facilita a corrosão das armaduras		
	Facilita o acesso mais direto dos agentes externos		
Dobramento das barras sem atendimento aos dispositivos regulamentares	Fendilhamento por excesso de tensões tratativas no plano ortogonal ao de dobramento		
Deficiências nos sistemas de ancoragem	Utilização indevida de ganchos	Introdução de estados de sobretensão	
	Não observância do correto comprimento de ancoragem	Surgimento de fissuras	

Continuação (...)

Quadro 6 - Deficiências nas armaduras

DEFICIÊNCIAS NAS ARMADURAS	FALHAS	POSSÍVEIS
	Deficiências nos sistemas de emenda	Excessiva concentração de barras emendadas em uma mesma seção
		Utilização incorreta de métodos de emenda
Má utilização de anticorrosivos nas barras da armadura	Redução da aderência das barras ao concreto	

Fonte: Adaptado de Souza e Ripper (1998).

Algumas medidas para evitar patologias devem ser tomadas como verificar se a amarração está firme o suficiente para impedir a movimentação do conjunto de armaduras quando do transporte e/ou concretagem, observar se o cobrimento mínimo das armaduras está de acordo com as normas, atentar para a colocação de protetores plásticos nas pontas dos arranques, entre outras (SOUZA; MEKBEKIAN, 1996).

#### 2.5.1.1.4 Utilização incorreta de materiais de construção

A utilização incorreta de materiais também é atribuída a falhas humanas. Trata-se com pouca importância as especificações de materiais e o estudo de dosagem de concreto, conforme observado por Sandra Maria de Lima em relato a Santos (2013). Para Souza e Ripper (1998), a responsabilidade desse tipo de falha pertence ao projetista, engenheiro ou responsável da obra, visto que se trata de um conjunto de decisões. Alguns exemplos são mencionados abaixo:

- Utilização de concreto com  $f_{ck}$  (Resistência característica à compressão do concreto) inferior ao especificado;
- Utilização de aço com características diferentes das especificadas;
- Assentamento das fundações em camadas de solo com capacidade resistente inferior à requerida;
- Utilização de agregados reativos;
- Utilização inadequada de aditivos;
- Dosagem inadequada de concreto.

Falhas técnicas normalmente se associam a tentativa de melhorar as propriedades do concreto, adicionando água além do necessário, deixando o concreto poroso, de baixa resistência e com elevada retração. (SOUZA; RIPPER, 1998). Quando se aumenta o teor de água de uma mistura, ganha-se trabalhabilidade, pois facilita o manuseio do concreto, que tenderá a ocupar facilmente os espaços das formas, porém perde-se resistência e durabilidade (BOTELHO; MARCHETTI, 2010).

Outro erro é a utilização de areia úmida, sem qualquer redução de água na mistura, aumentando o fator água/cimento (SOUZA; RIPPER, 1998).

A NBR 6118:2014 fixou o  $f_{ck} = 200 \text{ kgf/cm}^2$  (20MPa) como o  $f_{ck}$  mínimo para ser usado como resistência estrutural.  $f_{ck}$  inferiores são usados somente como concreto magro (usado para base ou camada de sacrifício) ou para enchimento. Um concreto com maior  $f_{ck}$ , além de ser mais resistente, é menos permeável e mais durável e resistente às agressões (BOTELHO; MARCHETTI, 2010).

#### 2.5.1.2 Falhas Humanas Durante a Utilização

As causas intrínsecas geradas de falhas humanas na fase de utilização da construção, além da possível utilização inadequada, estão ligadas a ausência de manutenção. Um conjunto de medidas que visem manter materiais e peças estruturais adequadas às condições na qual se destinam, ou seja, manutenção programada, é o que amenizaria o surgimento de patologias (SOUZA; RIPPER, 1998). Ações como melhorar a formação de técnicos, com foco na conservação de edifícios, aumentar a percepção de usuários sobre o funcionamento e estado de conservação de imóveis e implantar estratégias de inspeção e manutenção preventiva são necessárias para manter a estrutura com desempenho satisfatório (OLIVEIRA; SILVA FILHO, 2014).

#### 2.5.1.3 Causas Naturais

Segundo Souza e Ripper (1998), as causas naturais são as causas “inerentes do próprio material concreto e à sua sensibilidade ao ambiente a aos esforços solicitantes, não resultando, portanto, de falhas humanas ou de equipamentos” e classificam-se conforme Quadro 7:

Quadro 7 - Causas Naturais

<b>CAUSAS NATURAIS</b>	Causas próprias à estrutura porosa do concreto	Reduzir a porosidade impacta em minorar a fissuração que pode ser gerada. A prevenção deve-se concentrar na correta dosagem do concreto, além dos demais cuidados nas etapas de preparação, transporte, lançamento, vibração e cura (impedimento de evaporação da água hidratada da pasta). Considerando evitar a deterioração do concreto por agentes agressivos, quanto menor os índices de permeabilidade e porosidade, melhor
	Causas químicas	Foram desenvolvidas combinações que visam obtenção de aderência entre o cimento e os agregados, contribuindo para o aumento da resistência e homogeneidade do concreto. Porém, há o risco de obter reações de origem expansiva, na qual anula a coesão do concreto
	Causas físicas	São resultantes da variação da temperatura, da insolação, do vento e da água, seja através de chuva, gelo e umidade. Os agentes da natureza agem, principalmente, nos períodos de endurecimento de concreto
	Causas biológicas	Podem resultar do ataque químico gerado pelo crescimento de raízes de plantas que se instalam em fissuras ou grandes poros do concreto, ou pela ação de fungos.

Fonte: Adaptado de Souza e Ripper (1998).

### 2.5.2 Causas Extrínsecas

São causas, segundo Souza e Ripper (1998), provenientes de fatores que agredem a estrutura de “fora para dentro”, durante fases de concepção ou ao longo da vida útil. Nesse contexto são mencionados:

- Falhas humanas durante a concepção como modelização estrutural inadequada, má avaliação das cargas, detalhamento errado ou insuficiente, inadequação ao ambiente, incorreção na interação solo-estrutura e incorreção de juntas de dilatação;
- Falhas humanas durante a etapa de utilização da estrutura, como alterações estruturais, sobrecargas exageradas, alteração das condições do terreno de fundação;
- Ações mecânicas, tais como choques de veículos, recalque das fundações e ações imprevisíveis (acidentes);

- Ações físicas;
- Ações químicas.

## 2.6 PROCESSOS DE DETERIORAÇÃO DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO

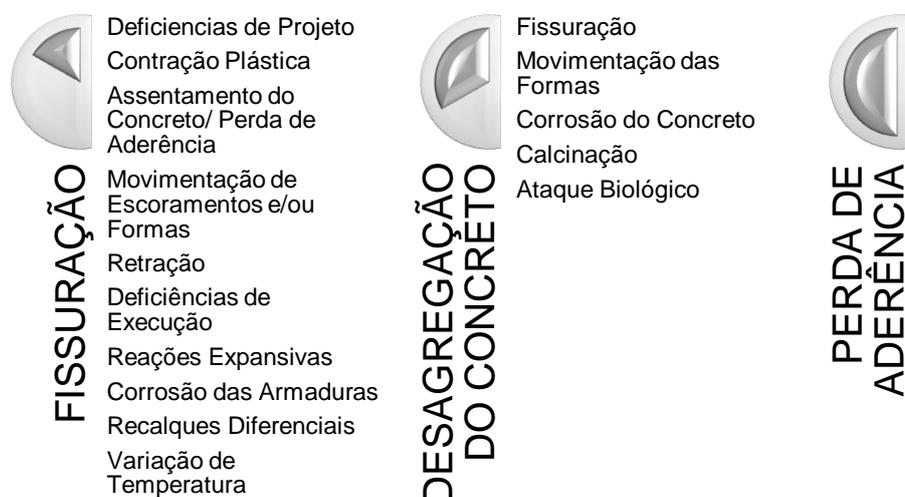
A maioria das causas que levam a deterioração das estruturas poderiam ser evitadas pela escolha correta de materiais e métodos de execução, projeto detalhado ou pela realização de manutenção. Exemplos disso são a falta de conhecimento do local, falta de cuidados em detalhes construtivos, ousadia em projetos arquitetônicos, especificações incorretas ou ausência das mesmas. As outras causas envolvendo sobrecargas, impactos ou acidentes são mais difíceis de serem previstas. Se as causas forem acrescidas de erros envolvendo a execução, a estrutura poderá apresentar patologias graves (SOUZA; RIPPER, 1998).

Para a recuperação de estruturas deterioradas são necessárias etapas, conforme explanado por Carmona Filho (2016), nas quais envolvem:

- Definir, conforme experiência e visita à obra, o grau dos danos à estrutura;
- Verificar se existem mais danos, além dos observados pelo usuário;
- Decidir se é necessária uma intervenção emergencial;
- Coletar informações que caracterizem as causas dos danos;
- Realizar ensaios de campo e laboratoriais;
- Com as informações em posse, definir a causa dos danos e a melhor forma de corrigi-la;
- Detalhar métodos, materiais e meios para eliminar a origem dos danos, por meio de reparos e reforços estruturais;
- Aplicar os reparos e reforços necessários para eliminar a origem dos danos.

Seguindo a linha de raciocínio de Carmona Filho (2016) e antes de buscar as soluções, conforme Souza e Ripper (1998) orientam, deve-se ter o conhecimento acerca das causas e dos seus efeitos patológicos, nos quais podem ser observados na Figura 5:

Figura 5 - Processos físicos de deterioração



Fonte: Adaptado de Souza e Ripper (1998).

### 2.6.1 Fissuração

A fissuração é a patologia mais comum em estruturas de concreto e, visivelmente, a mais perceptível. Quando a sollicitação é maior do que a capacidade de resistência do material, a fissura tende a aliviar suas tensões. Quanto mais frágil e maior for a restrição imposta ao movimento dos materiais, maiores serão a magnitude e a intensidade da fissuração (CORSINI,2010). Porém, nem sempre é considerada uma deficiência estrutural, visto que o concreto fissura por natureza, devido à baixa resistência à tração. A origem, intensidade e magnitude da fissura definirá se a mesma pode ser enquadrada como deficiência estrutural (SOUZA; RIPPER, 1998).

Desenvolver análises consistentes, determinar a configuração e abertura (variação ao longo do tempo) correta das fissuras, extensão e profundidade são pontos fundamentais para obter, com precisão, a causa e efeito do processo de fissuração (SOUZA; RIPPER, 1998).

O termo fissura é tecnicamente mais utilizado que o termo trinca e tornou-se, basicamente, uma classificação geral. Algumas normas e peritos podem classificar as fissuras com diferentes nomes, de acordo com a espessura da abertura, conforme observado nas Tabelas 1, 2 e 3 (CORSINI,2010). A NBR 9575:2003 que trata de

impermeabilização - seleção e projeto, classifica a manifestação patológica conforme Tabela 1:

Tabela 1 - Classificação da patologia pela abertura pela norma

ABERTURA	MICROFISSURA	FISSURA	TRINCA
	< 0,05 MM	< 0,5 mm	> 0,5 mm < 1,0 mm

Fonte: Adaptado de Associação Brasileira de Normas Técnicas (2003).

Segundo Rosso apud São Paulo (2006), as classificações dadas para as fissuras, de acordo com a espessura da abertura, são fissura, trinca, rachadura ou fenda, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Classificação de fissura conforme espessura da abertura segundo Rosso

MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA	ABERTURA (mm)
Fissura	Até 0,5
Trinca	De 0,5 a 1,0
Rachadura	De 1,0 a 1,5
Fenda	Superior a 1,5 mm

Fonte: Adaptado de Rosso apud São Paulo (2006).

Porém, Oliveira (2012) inclui na classificação o termo brecha, definindo intervalos diferentes de aberturas para a classificação das manifestações patológicas, conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Classificação de fissura conforme espessura da abertura segundo Oliveira

MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA	ABERTURA (mm)
Fissura	Até 0,5
Trinca	De 0,5 a 1,5
Rachadura	De 1,5 a 5,0
Fenda	De 5,0 a 10,0
Brecha	Acima de 10,0

Fonte: Adaptado de Oliveira (2012).

Para o engenheiro Paulo Grandiski, conforme relatado por Corsini (2010), essa nomenclatura utilizada pela norma pode ser aplicada às fissuras passivas, que não variam ao longo do tempo. As fissuras ativas, no entanto, possuem variação higrotérmica, a qual é a ação simultânea de dilatação e retração provocada pela absorção de água e pela variação de temperatura na edificação. Neste caso, essa nomenclatura é inaplicável, pois a classificação mudaria em função da temperatura.

#### 2.6.1.1 Tipos de Fissuras

A análise das estruturas com fissuras envolve a elaboração de um mapeamento das fissuras e a classificação da mesma. Com base nesses parâmetros, pode-se proceder com a determinação das suas causas e determinar processos de recuperação e/ou reforço (SOUZA; RIPPER, 1998).

São divididas de acordo com sua forma de manifestação, que pode ser geométrica ou mapeada. Essas duas classes são subdivididas, entre fissuras ativas (que têm variações sensíveis de abertura e fechamento) e passivas (não apresentam variações sensíveis ao longo do tempo). As ativas podem ser sazonais ou progressivas (crescente). As geométricas (ou isoladas) podem ocorrer tanto nos elementos da alvenaria, quanto em suas juntas de assentamento. As mapeadas (ou disseminadas) podem ser formadas por retração das argamassas, por excesso de finos no traço ou por excesso de desempenamento. Com frequência, são aberturas superficiais (CORSINI,2010).

#### 2.6.1.2 Causas de Fissuras

Apesar de frequentemente a configuração de uma fissura parecer semelhante à outra, suas causas podem ser bem diferentes. Na maioria dos casos, as fissuras são inspecionadas visualmente e, assim, o diagnóstico depende da experiência do profissional. Mas é possível fazer análises com auxílio de instrumentação também (CORSINI,2010).

Segundo Souza e Ripper (1998), as principais causas que proporcionam o surgimento de fissuras estão descritas no Quadro 8:

Quadro 8 - Principais causas que proporcionam fissuras

PRINCIPAIS CAUSAS	ASSOCIAÇÃO ENTRE A CAUSA E A PATOLOGIA
Deficiências de projeto	Diversas falhas em projetos estruturais podem levar a formação de fissuras com configuração própria, de acordo com o tipo de esforço no qual estão submetidas as peças estruturais.
Contração plástica do concreto	A fissuração ocorre antes da pega do concreto, consequência da rápida evaporação da água utilizada em excesso para produção da massa. Assim, a massa se contrai de forma irreversível. Esse movimento pode acontecer logo após o lançamento do concreto. O quadro de fissuras é representado por fissuras paralelas entre si e geram um ângulo de 45° com os cantos, sendo, normalmente superficiais.
Assentamento do concreto e Perda de aderência do concreto e das barras da armadura	Ocorrem quando o movimento natural da massa é impedido pela presença de formas ou de barras da armadura. Essas fissuras acompanham o desenvolvimento das armaduras, formando um vazio por baixo da barra, reduzindo a aderência ao concreto. Situações mais graves são geradas quando as fissuras interagem entre si, devido ao grande agrupamento de barras, ocasionando a perda total de aderência. Esse tipo de patologia facilita o acesso direto de agentes agressores e, conseqüentemente, a corrosão das armaduras
Movimentação de formas e escoramentos	Deformação acentuada da peça e deformação das formas são causas de fissurações enquadradas na movimentação de formas e escoramentos. A deformação da peça pode alterar sua geometria, com perda de resistência e fissuração por deficiência da capacidade resistente. A deformação das formas permite a criação de juntas de concretagem não previstas e conseqüente fissurações. Mau posicionamento, falta de fixação adequada, existência de juntas mal vedadas e absorção de água do concreto são exemplos de possíveis causas de deformação das formas
Retração do Concreto	A retração de concreto é um movimento natural da massa que conflita com as restrições impostas pelas barras de armadura e vinculações a outras peças estruturais. Caso esse processo não seja considerado, provavelmente o material fissurará.
Deficiências de Execução	As fissuras, fruto de deficiências de execução, são semelhantes às de deficiência de projeto, visto que uma mesma deficiência pode ter sido gerada tanto a nível de projeto, como a nível executivo
Reações Expansivas	São favorecidas por fatores como alto grau de umidade, relação água/cimento elevada e altas temperaturas. Visto que é um processo lento, as fissuras costumam aparecer, no mínimo, após um ano.

Continuação (...)

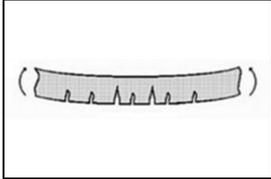
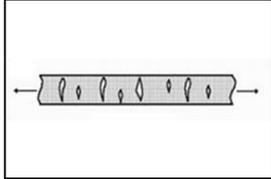
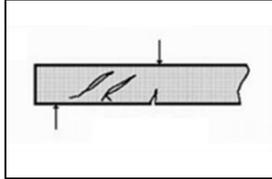
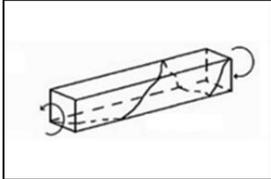
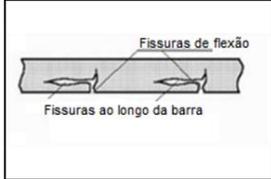
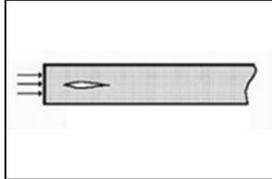
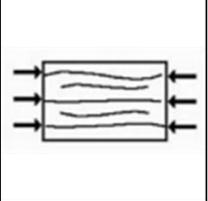
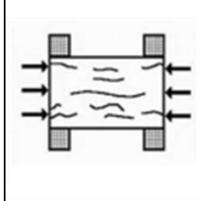
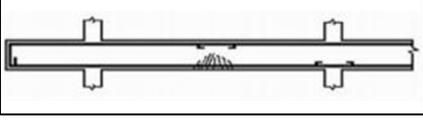
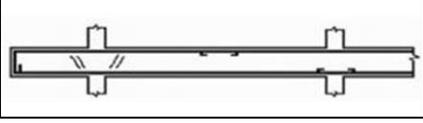
Quadro 8 - Principais causas que proporcionam fissuras

PRINCIPAIS CAUSAS	ASSOCIAÇÃO ENTRE A CAUSA E A PATOLOGIA
Corrosão da Armadura	É gerada devido a destruição da película protetora das barras. A corrosão avança da periferia para seu interior, havendo troca de seção de aço resistente por ferrugem. Desta forma, a diminuição da área de aço, diminui a capacidade resistente da armadura. Possíveis consequência dessa diminuição de área, é a geração de perda de aderência entre o aço e o concreto, desagregação da camada de concreto envolvendo a armadura e fissuração (fissuras essas que acompanham o comprimento das armaduras)
Recalques diferenciais	Os recalques diferenciais podem ser gerados por incorreções na interação solo-estrutura. A magnitude do recalque e a capacidade da estrutura de conseguir assimilar tal recalque são os principais fatores geradores de falhas nos apoios das estruturas e, conseqüentemente, o aparecimento de fissuração.
Variação de temperatura	Dilatação ou contração térmica pode levar a peça estrutural a sofrer um estado de sobretensão, propiciando o surgimento de fissuras na estrutura, devido a tensões superiores à capacidade resistente ou deformação das peças. A prevenção consiste na análise da influência do ambiente, atenção ao detalhamento das armaduras das peças isoladas com inércia distinta, correta disposição de juntas de dilatação e análise das cores da pintura

Fonte: Adaptado de Souza e Ripper (1998).

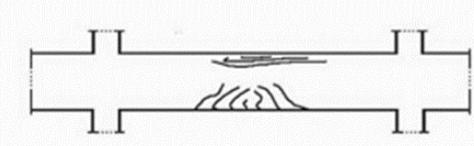
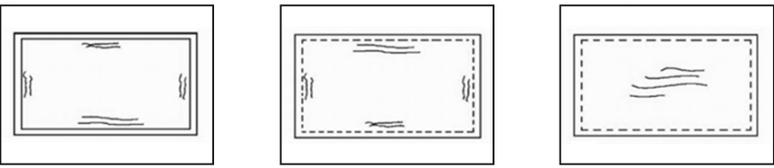
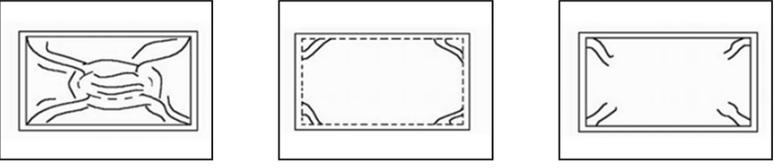
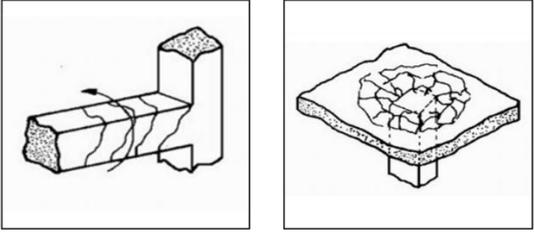
Além de mencionar as principais causas, no Quadro 9, Souza e Ripper (1998) exemplificam, através de figuras, a forma que a fissura assume conforme as causas que estimulam o seu surgimento.

Quadro 9 - Relação entre causa e visualização da fissura característica

CAUSAS	VISUALIZAÇÃO DA PATOLOGIA CONFORME CAUSA
Deficiências de projeto por tipo de solicitação	<p align="center"><b>Figura 6 - Fissuras em função do tipo de solicitação</b></p> <p>A) Flexão                      B) Tração                      C) Cortante</p>    <p>D) Torção                      E) Perda de Aderência                      F) Cargas Concentradas</p>    <p align="center">Fonte: Adaptado de Souza e Ripper (1998)</p>
Deficiências de projeto por baixa resistência a compressão simples	<p align="center"><b>Figura 7 - Fissura por compressão</b></p> <p>A) Sem confinamento                      B) Com confinamento</p>   <p align="center">Fonte: Adaptado de Souza e Ripper (1998)</p>
Deficiências de projeto - Deficiência de capacidade resistente em vigas	<p align="center"><b>Figura 8 - Vigas sujeitas a fissuração</b></p> <p>A) Por flexão, como consequência da insuficiente seção de aço diante do momento negativo                      B) Por flexão, como consequência da insuficiente seção de aço diante do momento positivo</p>   <p>C) Por esmagamento do concreto, por insuficiência da armadura de compressão                      D) Por cisalhamento, por insuficiência de armaduras para combate ao cortante</p>   <p align="center">Fonte: Adaptado de Souza e Ripper (1998)</p>

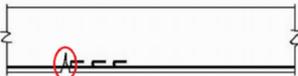
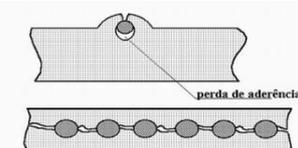
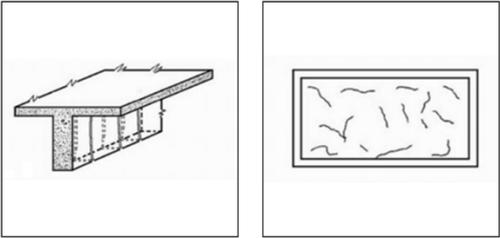
Continuação (...)

Quadro 9 - Relação entre causa e visualização da fissura característica

CAUSAS	VISUALIZAÇÃO DA PATOLOGIA CONFORME CAUSA
Deficiências de projeto por baixa resistência a flexão composta	<p>Figura 9 - Fissuração em viga submetida a flexocompressão</p>  <p>Fonte: Souza e Ripper (1998)</p>
Deficiências de projeto - Deficiência de capacidade resistente em lajes	<p>Figura 10 - Casos de deficiência de capacidade resistente em lajes</p> <p>A) Fissuração por esmagamento do concreto, por reduzida espessura da laje. As fissuras surgem na face inferior, por deficiência diante dos momentos negativos</p> <p>B) Fissuração de flexão, devida à insuficiência de armadura para os momentos negativos. As fissuras surgem na face superior</p> <p>C) Fissuração por esmagamento ao concreto, devido à reduzida espessura da laje. AS fissuras surgem na face superior, por deficiência diante dos momentos positivos</p>  <p>D) Fissuração por flexão, devida à insuficiência de armadura para os momentos positivos. As fissuras surgem na face inferior</p> <p>E) Fissuração por deficiência de armaduras para combate aos momentos volventes, na face superior da laje</p> <p>F) Fissuração por deficiência de armaduras para combate aos momentos volventes, na face inferior da laje</p>  <p>Fonte: Adaptado de Souza e Ripper (1998)</p>
Deficiências de projeto em encontros	<p>Figura 11 - Comportamento do conjunto de vigas e pilares</p> <p>A) Fissuração por torção</p> <p>B) Fissuração por puncionamento</p>  <p>Fonte: Adaptado de Souza e Ripper (1998)</p>

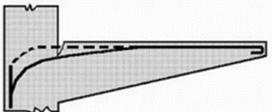
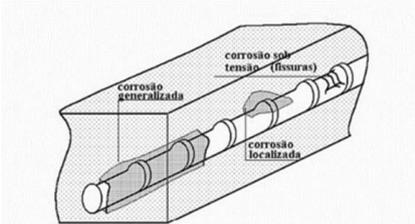
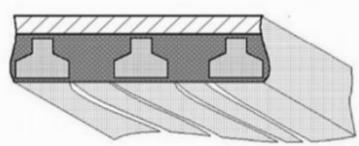
Continuação (...)

Quadro 9 - Relação entre causa e visualização da fissura característica

CAUSAS	VISUALIZAÇÃO DA PATOLOGIA CONFORME CAUSA
Deficiências de projeto	<p data-bbox="592 501 1382 573">Figura 12 - Incorrecção na execução da ancoragem, por excesso de ganchos na mesma secção</p>  <p data-bbox="679 674 1294 712">Fonte: Adaptado de Souza e Ripper (1998)</p>
Assentamento do concreto e Perda de aderência do concreto e das barras da armadura	<p data-bbox="557 766 1418 837">Figura 13 - Formação de fissuras por assentamento plástico do concreto</p>  <p data-bbox="772 1014 1198 1052">Fonte: Souza e Ripper (1998)</p>
Movimentação de formas e escoramentos	<p data-bbox="572 1093 1401 1164">Figura 14 - Exemplos de fissuração por movimentação de formas e escoramentos</p> <p data-bbox="722 1182 1198 1218">A) Assentamento das formas e/ ou escoramentos      B) Deslocamento das formas</p>  <p data-bbox="676 1424 1299 1462">Fonte: Adaptado de Souza e Ripper (1998)</p>
Retração do Concreto	<p data-bbox="580 1518 1393 1556">Figura 15 - Configurações típicas de fissuras de retração</p> <p data-bbox="738 1599 1222 1621">A) Fissuras de retração em vigas      B) Fissuras de retração em lajes</p>  <p data-bbox="676 1879 1299 1917">Fonte: Adaptado de Souza e Ripper (1998)</p>

Continuação (...)

Quadro 9 - Relação entre causa e visualização da fissura característica

CAUSAS	VISUALIZAÇÃO DA PATOLOGIA CONFORME CAUSA
Deficiências de Execução	<p data-bbox="550 465 1423 533">Figura 16 - Fissura causada pelo deslocamento da armadura principal em relação à posição original</p>  <p data-bbox="774 678 1200 712">Fonte: Souza e Ripper (1998)</p>
Corrosão da Armadura	<p data-bbox="598 768 1375 835">Figura 17 - Tipos de corrosão de uma barra de aço no concreto</p>  <p data-bbox="774 1093 1200 1126">Fonte: Souza e Ripper (1998)</p>
Recalques diferenciais	<p data-bbox="571 1182 1401 1216">Figura 18 - Fissuração por recalque diferencial dos apoios</p>  <p data-bbox="774 1373 1200 1406">Fonte: Souza e Ripper (1998)</p>
Variação de temperatura	<p data-bbox="579 1429 1401 1496">Figura 19 - Fissuração por trabalho diferenciado dos dois materiais</p>  <p data-bbox="774 1675 1200 1709">Fonte: Souza e Ripper (1998)</p>

Fonte: Adaptado de Souza e Ripper (1998).

### 2.6.2 Desagregação do Concreto

Desagregação do concreto é a separação da massa do concreto endurecido em partes, normalmente com desprendimento de agregados, podendo ser provocada

tanto por ataques químicos como pela adoção de um traço pobre ao concreto (ARANHA, 1994, apud ANDRADE, 1997).

Segundo Souza e Ripper (1998), a fissuração, movimentação de formas, ataques biológicos, corrosão e calcinação do concreto são algumas das causas de sua desagregação, conforme confirmado pelo Quadro 10:

Quadro 10 - Algumas causas de desagregação do concreto

<b>DESAGREGAÇÃO DO CONCRETO</b>	<b>FISSURAÇÃO</b>	Nos casos em que há fissuras, normalmente resulta no deslocamento do concreto, principalmente o da camada de cobrimento das armaduras.
	<b>MOVIMENTAÇÃO DE FORMAS</b>	A degradação, nesse caso, ocorre por criação de juntas de concretagem não previstas ou fuga de nata de cimento pelas juntas das formas, o que provoca a segregação e posteriormente a desagregação.
	<b>ATAQUES BIOLÓGICOS</b>	As ações biológicas, ao atingirem o concreto, geram tensões internas e fraturam o mesmo.
	<b>CORROSÃO</b>	Apesar de o concreto ser um material bem resistente à corrosão, a mesma pode ocorrer quando o material é de má qualidade, sendo muito poroso, permeável, segregado e impuro, o que facilitam a ação de agentes agressivos. A corrosão do concreto pode ocorrer por lixiviação (dissolução, arraste e deposição de hidróxido de Cálcio existente na massa de cimento Portland), química por reação iônica (reação de substâncias existentes no meio agressivo com o cimento endurecido) e por expansão (reações de sulfatos com componentes do cimento).
	<b>CALCINAÇÃO DO CONCRETO</b>	Os efeitos da ação do fogo sobre o concreto, ou seja, a calcinação do concreto, pode ser caracterizada pela alteração e pela perda de resistência. Na temperatura de 600°C, inicia-se a degradação e fratura do concreto, decorrente da expansão dos agregados, devido as tensões internas.

Fonte: Adaptado de Souza e Ripper (1998).

### 3 METODOLOGIA

Este capítulo tem a finalidade de caracterizar a pesquisa, descrever os procedimentos e as considerações utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho, de forma a possibilitar as análises acerca do objetivo do estudo.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A partir dos conceitos abordados, por se tratar de um estudo de caso, foi realizada uma análise documental, descritiva e exploratória, com a finalidade de identificar as manifestações patológicas que a unidade básica de saúde apresentou, averiguar as possíveis origens geradoras das manifestações patológicas, verificar os riscos à estrutura e propor soluções, se viável.

Segundo Gil (2009), alguns propósitos dos estudos de caso envolvem descrever a situação do contexto em que está sendo feita uma determinada investigação, formular hipóteses e explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações complexas.

A pesquisa que é um estudo de caso conta com muitas das técnicas utilizadas pelas pesquisas históricas, acrescido da capacidade de lidar com uma ampla variedade de evidências - documentos, entrevistas e observações, visto que esse tipo de pesquisa é a estratégia escolhida ao se examinarem acontecimentos contemporâneos, quando não se podem manipular comportamentos relevantes (YIN, 2001).

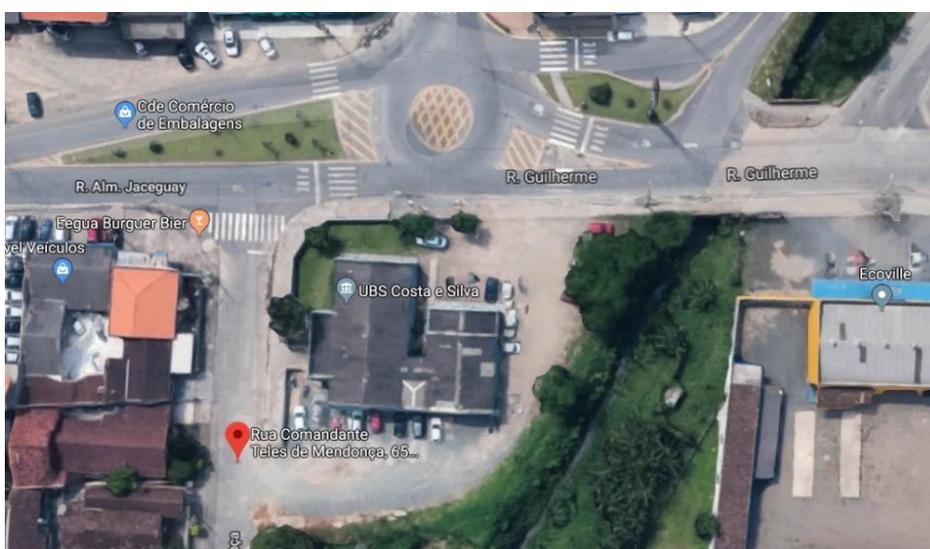
No estudo proposto, a análise englobou manifestações patológicas visíveis da estrutura, não descartando a possibilidade de haver mais manifestações em processo de desenvolvimento ou pouco perceptíveis à vista humana.

#### 3.2 LOCALIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

O terreno onde foi construído a UBS Costa e Silva, que constitui o caso estudado neste trabalho, situa-se no município de Joinville (SC), na rua Comandante

Telles de Mendonça, 65 – bairro Costa e Silva, conforme Figura 20 e 21. A UBS fica situada à distância de 01 km da unidade básica de saúde da família (UBSF) Willy Schosslund, 02 km da UBS Glória, 03 km das UBS's Bom Retiro e Saguazu e 05 km da UBS Vila Nova Sede (UBS Brasil, 2018). A UBS Costa e Silva possui atualmente uma área construída de 554,13 m<sup>2</sup>, sendo 165 m<sup>2</sup> em área ampliada na 2<sup>a</sup> ampliação (JOINVILLE, 2015).

Figura 20 - Vista superior da localização da UBS Costa e Silva



Fonte: Google Earth (2018).

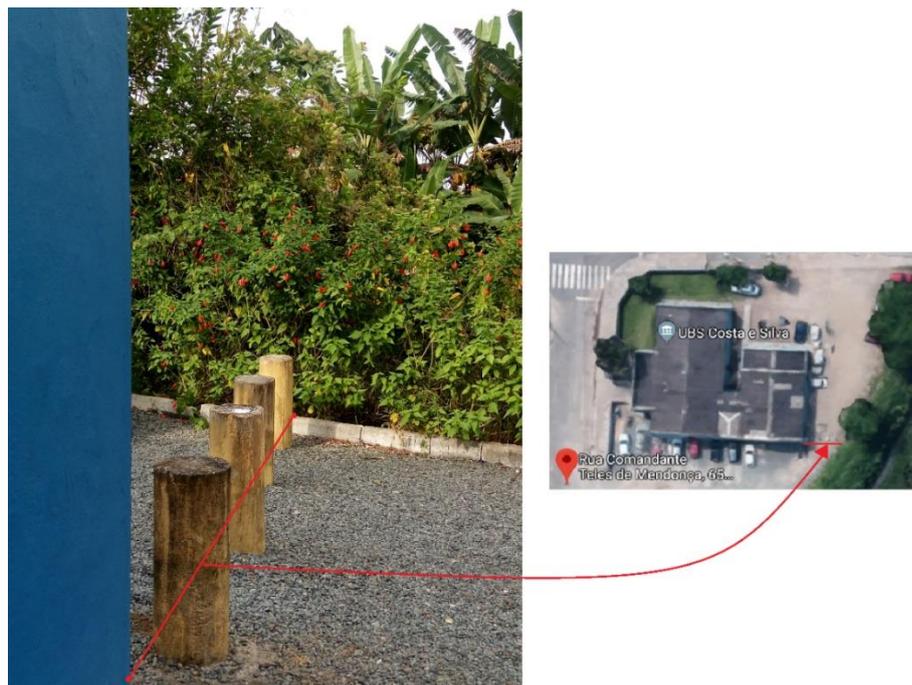
Figura 21 - Vista frontal da UBS Costa e Silva



Fonte: Autora (2018).

A edificação foi construída a uma distância aproximada de 5,30 metros do início da margem do Rio Walter Brandt, pertencente a Bacia Hidrográfica do Cachoeira, conforme pode ser observado através das Figuras 22 e 23.

Figura 22 - Distância entre UBS Costa e Silva e rio



Fonte: Adaptado de Google Maps (2018).

Figura 23 - Vista superior de UBS com identificação do rio



Fonte: Adaptado de SIMGEO (2018).

### 3.3 LEVANTAMENTO DE DADOS

O levantamento de dados acerca da obra de reforma e ampliação, realizada na UBS Costa e Silva, foi primordial para o entendimento acerca das manifestações patológicas que a obra apresentou. Essa etapa levantou tanto a parte documental envolvendo processos legais para a realização da obra, como a parte de projetos.

#### **3.3.1 Processos legais para realização da obra na UBS Costa e Silva**

As aquisições feitas pela administração pública, seja de caráter direto ou indireto, independente de sua instância, são realizadas mediante licitação. As licitações são o meio pelo qual o governo, de modo imparcial, seleciona e habilita as empresas. As modalidades de licitações, no que se refere às obras e serviços de engenharia, são as modalidades Convite, Tomada de Preço e Concorrência (JOINVILLE, 2018).

Em 2013, foi licitada, através da modalidade Tomada de Preço nº 264/2013, o objeto 'Contratação de pessoa jurídica habilitada para atuação em serviços e obras de engenharia/arquitetura para prestar serviços de reforma e ampliação da Unidade Básica de Saúde do Costa e Silva', na qual a empresa Planojet Construções LTDA foi a vencedora, firmando o Termo de Contrato nº 404/2013. O valor total licitado foi de R\$ 477.198,53, com prazo total estimado de execução de 240 dias, conforme cronograma físico-financeiro, e prazo de vigência do contrato de 330 dias, compreendendo o período de 10 de dezembro de 2013 à 05 de novembro de 2014 (JOINVILLE, 2013). O cronograma físico-financeiro da obra, estimado pela Secretaria Municipal da Saúde para a licitação, é apresentado no Anexo A.

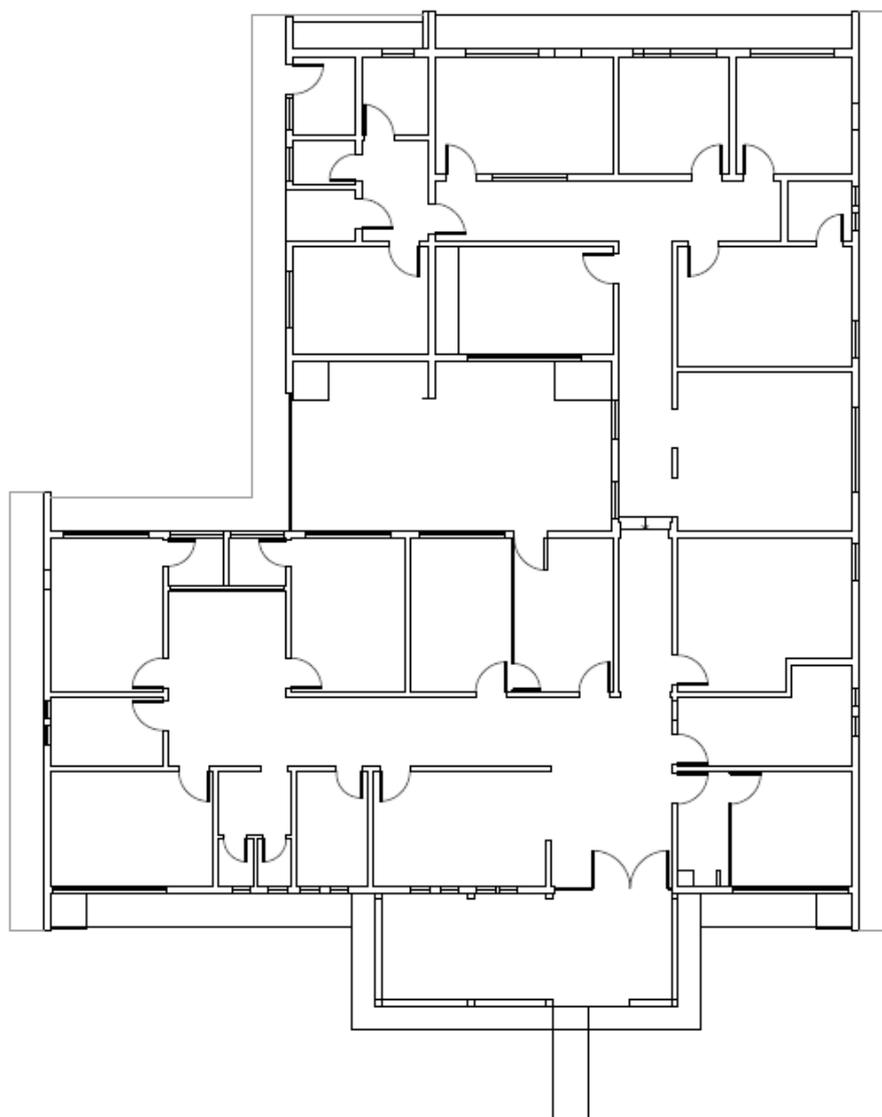
#### **3.3.2 Projeto da UBS Costa e Silva**

O projeto da UBS Costa e Silva foi elaborado pela empresa Helpcon Construções, Projetos e Serviços LTDA, em conformidade com as necessidades

estipuladas pela Secretaria Municipal da Saúde. Antes da UBS Costa e Silva ser reformada e ampliada, a mesma já havia passado por uma ampliação, segundo o que foi informado por engenheiros da Secretaria em visita ao órgão mencionado. Referente a essa primeira ampliação, não foi possível obter documentos ou informações aprofundadas acerca da mesma.

Na Figura 24 é possível ver a planta baixa do projeto arquitetônico da unidade antes da ampliação e reforma tratada nesse trabalho, ou seja, a segunda ampliação.

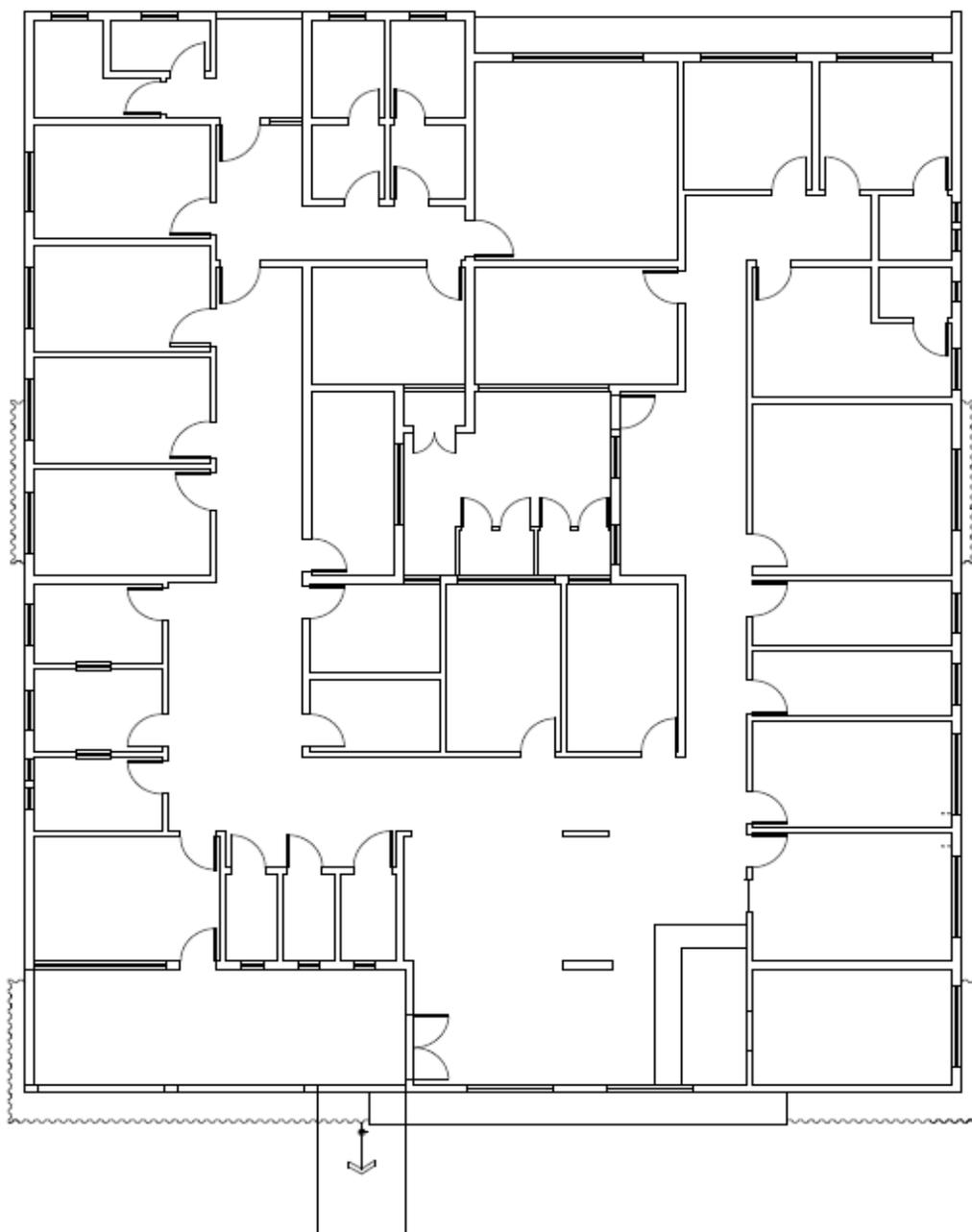
Figura 24 - Planta baixa da UBS Costa e Silva antes da 2ª ampliação e reforma



Fonte: Adaptado de Joinville (2011).

O projeto que previu a segunda ampliação e reforma da unidade é exposto na Figura 25.

Figura 25 -Planta baixa da UBS Costa e Silva com 2ª ampliação e reforma



Fonte: Adaptado de Joinville (2011).

As áreas que estavam destinadas a construção e demolição na UBS Costa e Silva, estão especificadas na planta baixa do projeto arquitetônico da UBS Costa e

Silva como áreas a construir e demolir, de acordo com a hachura aplicada, conforme Figura 26.

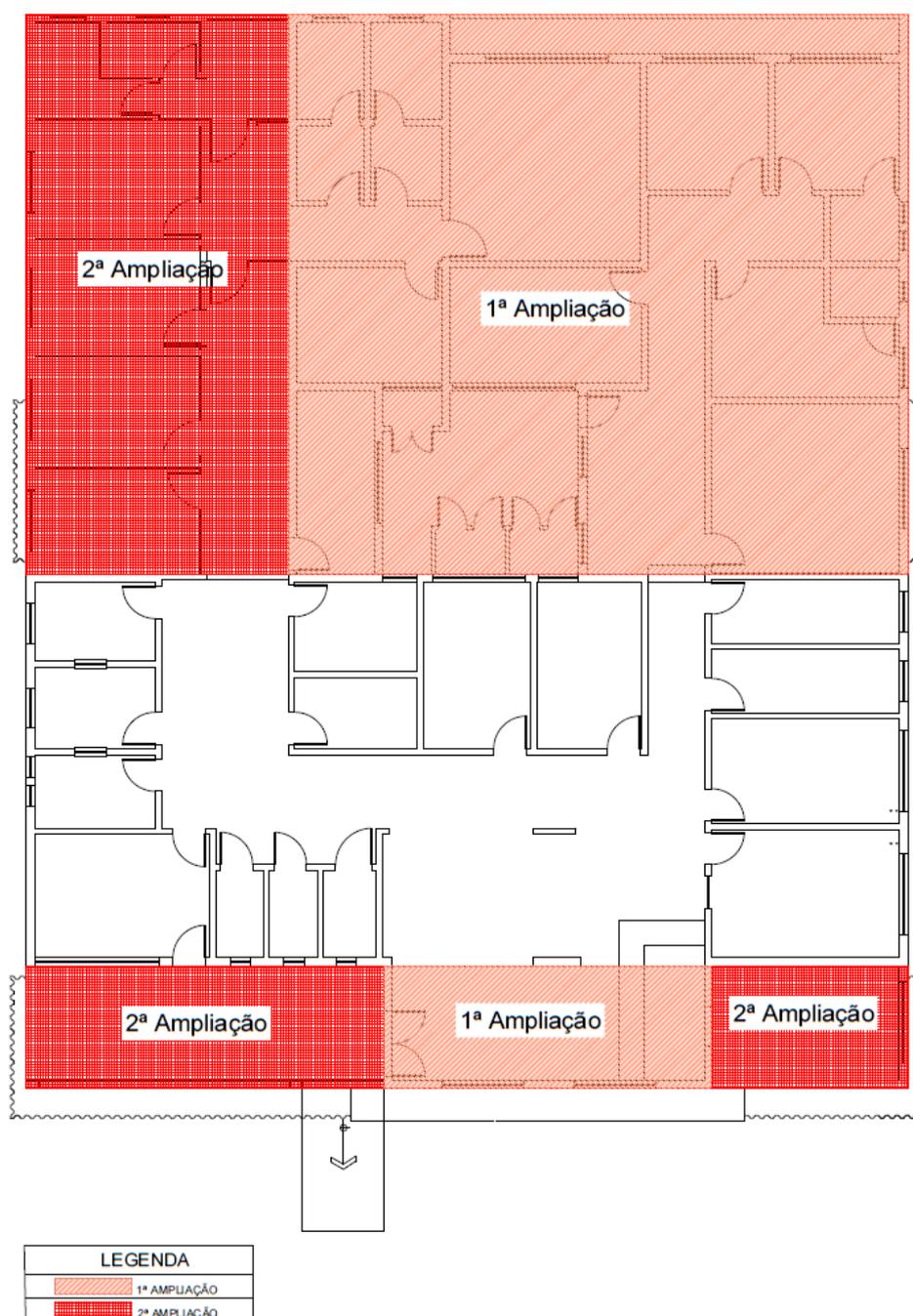
Figura 26 - Planta baixa da UBS Costa e Silva com as áreas a construir e demolir



Fonte: Adaptado de Joinville (2011).

Na Figura 27, apresenta-se a planta baixa do projeto arquitetônico da unidade, identificando os ambientes que surgiram da primeira ampliação e os ambientes que são oriundos da segunda ampliação.

Figura 27 - Planta baixa da UBS Costa e Silva com as áreas definidas da 1ª e 2ª ampliação



Fonte: Adaptado de Joinville (2011).



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo apresentam-se os resultados obtidos a partir dos levantamentos realizados na UBS em estudo, e respectivas análises de tais resultados.

Os levantamentos *in loco* permitiram visualizar patologias que a unidade apresentou após a execução da obra.

### 4.1 ÁREA EXTERNA

A área externa pode ser dividida em 4 regiões de análise, nas quais são a parte frontal, lateral esquerda, lateral direita e fundos da unidade. Por estarem expostas diretamente às ações climáticas, essas regiões têm mais propensão a apresentarem patologias quando comparada as regiões internas da unidade.

Para facilitar o entendimento dos ambientes externos que apresentaram patologias, destacou-se, no projeto da unidade, tais áreas, conforme Figura 29. As manifestações patológicas identificadas na lateral direita da unidade estão representadas através da delimitação circular 1, na lateral esquerda através das delimitações circulares 2,3 e 4, nos fundos da unidade através da delimitação circular 5 e na parte frontal através das delimitações circulares 6, 7 e 8 no projeto.



#### 4.1.1 Lateral Direita da Unidade

Na lateral direita da unidade, encontra-se o amplo estacionamento destinado a servidores e usuários da unidade, conforme observado nas Figuras 30 e 31.

Figura 30 - Vista da lateral direita da UBS Costa e Silva



Fonte: Autora (2018).

Figura 31 – Vista do estacionamento e da lateral direita da UBS Costa e Silva

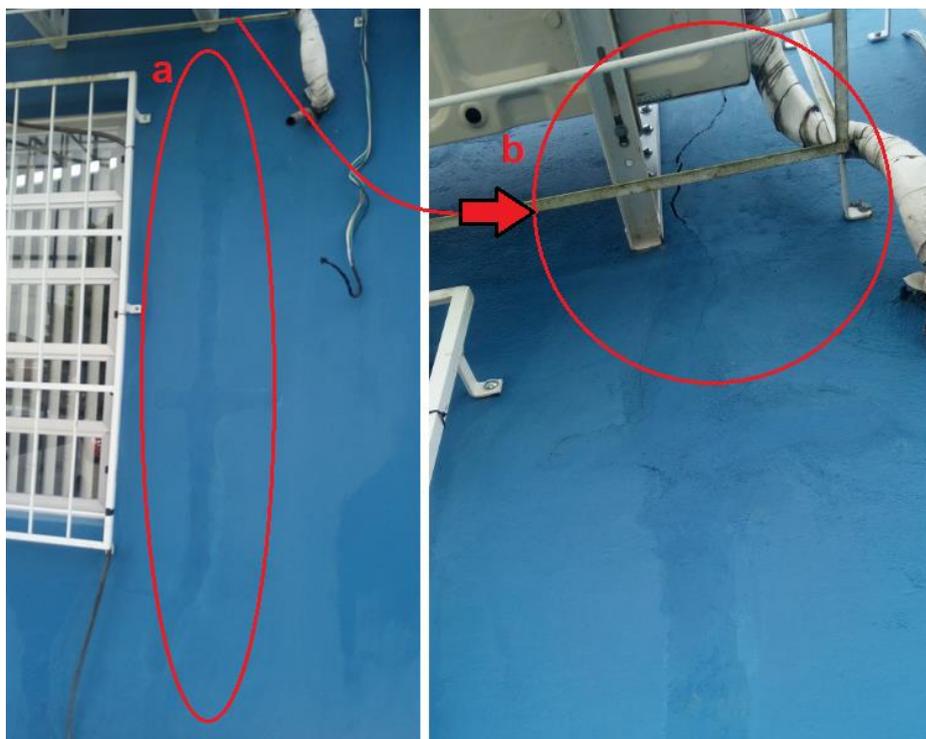


Fonte: Autora (2018).

A lateral direita apresenta algumas fissuras. Na Figura 32, no detalhe “a” é possível observar que as mesmas foram corrigidas, porém é visível a falta de uniformidade na edificação. Essa falta de uniformidade devido a correção aplicada, é vista de longe pela diferença de coloração. Com a proximidade é possível verificar que a superfície é mais áspera devido a correção aplicada não ter sido tratada em conformidade com a superfície do local.

O detalhe “b” é possivelmente uma continuação da fissura corrigida no detalhe “a”, não tendo sido realizada a correção ou voltando a aparecer após correção, ou uma fissura que se desenvolveu próximo a região corrigida.

Figura 32 - Fissura na lateral direita da edificação



Fonte: Autora (2018).

No detalhe “c”, contido na Figura 33, é possível ver a diferença de coloração na parede, indicando que foram efetuadas correções, porém a patologia persiste, apresentando-se na forma de fissura em sentido vertical com mudança de direção para a esquerda.

Figura 33 - Fissuras na lateral direita da edificação



Fonte: Autora (2018).

A Figura 34 confirma que houve correções devido ao surgimento de fissuras em 2016, tanto no detalhe “a”, como no detalhe “c”. No detalhe “c”, a fissura voltou a aparecer parcialmente no mesmo local onde foi corrigido, desenvolvendo-se em local onde não havia a necessidade de correção em 2016.

Figura 34 - Correção das fissuras em 2016



Fonte: Joinville (2016).

#### 4.1.2 Lateral Esquerda da Unidade

A lateral esquerda da unidade, conforme exposta nas Figuras 35 e 36, não é destinada a circulação de usuários, porém há uma porta nos fundos da unidade que possibilita o acesso de servidores a essa região.

Figura 35 - Vista da lateral esquerda da UBS Costa e Silva



Fonte: Autora (2018).

Figura 36 - Vista da lateral esquerda da UBS Costa e Silva



Fonte: Autora (2018).

Várias patologias são observadas nessa região. Na Figura 37, no detalhe “d” é possível observar que foram executadas correções, como apresentado pela falta de uniformidade na coloração.

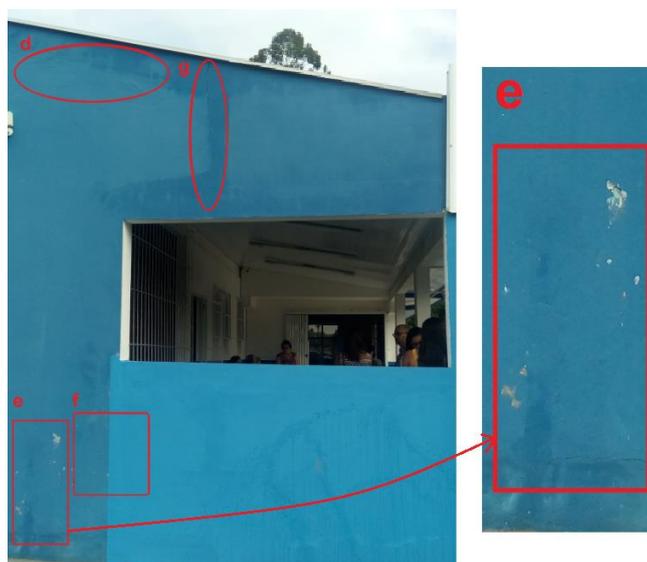
Figura 37 - Falta de uniformidade na coloração



Fonte: Autora (2018).

No detalhe “e”, conforme Figura 38, é possível ver que a pintura está “descascando”. Isso pode ter sido ocasionado por ações climáticas, químicas ou até mesmo pequenas ações mecânicas, como a colisão de objetos. Como a região de análise é muito pequena, fica difícil direcionar para uma causa específica.

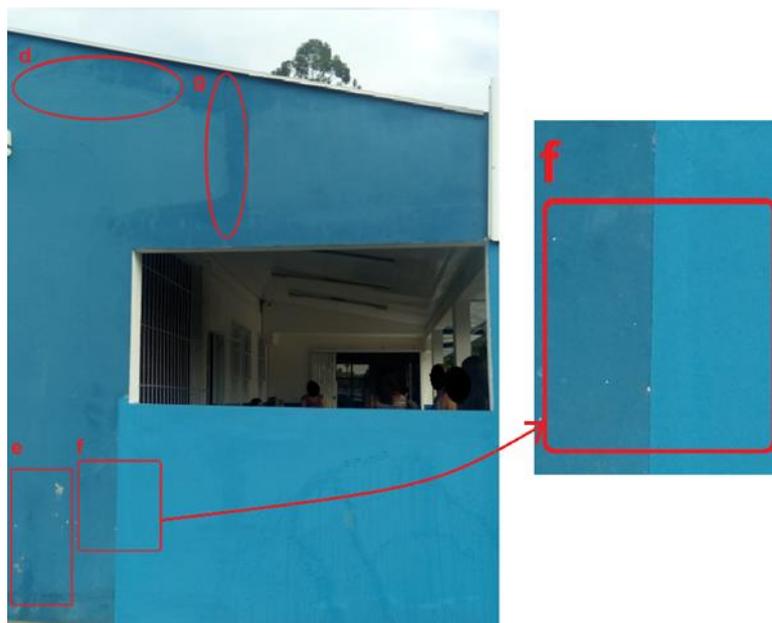
Figura 38 - Pintura descascando



Fonte: Autora (2018).

Apesar de não apresentar uma patologia, no detalhe “f” é possível ver a diferença de tonalidade das tintas utilizadas, destacando onde foi efetuada a 2ª ampliação da unidade, neste caso, do lado direito do detalhe, conforme Figura 39.

Figura 39 - Diferença de tonalidade das tintas

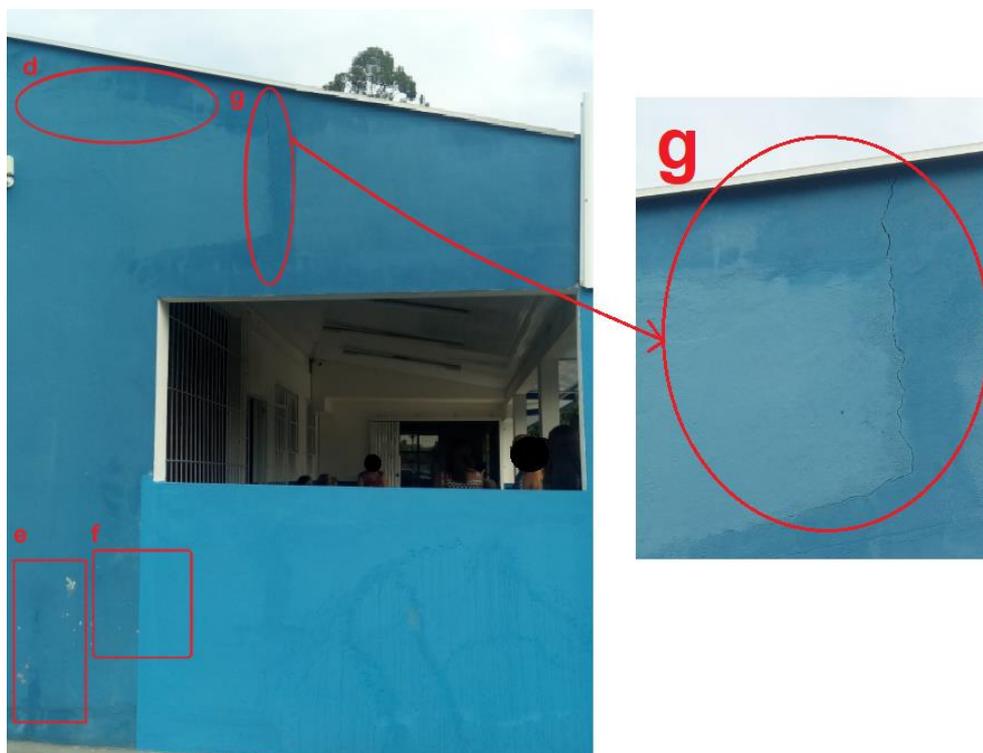


Fonte: Autora (2018).

No detalhe “g”, conforme Figura 40, é possível observar uma fissura grande circundando a região onde foi efetuada uma correção, ou seja, em uma área de fragilidade.

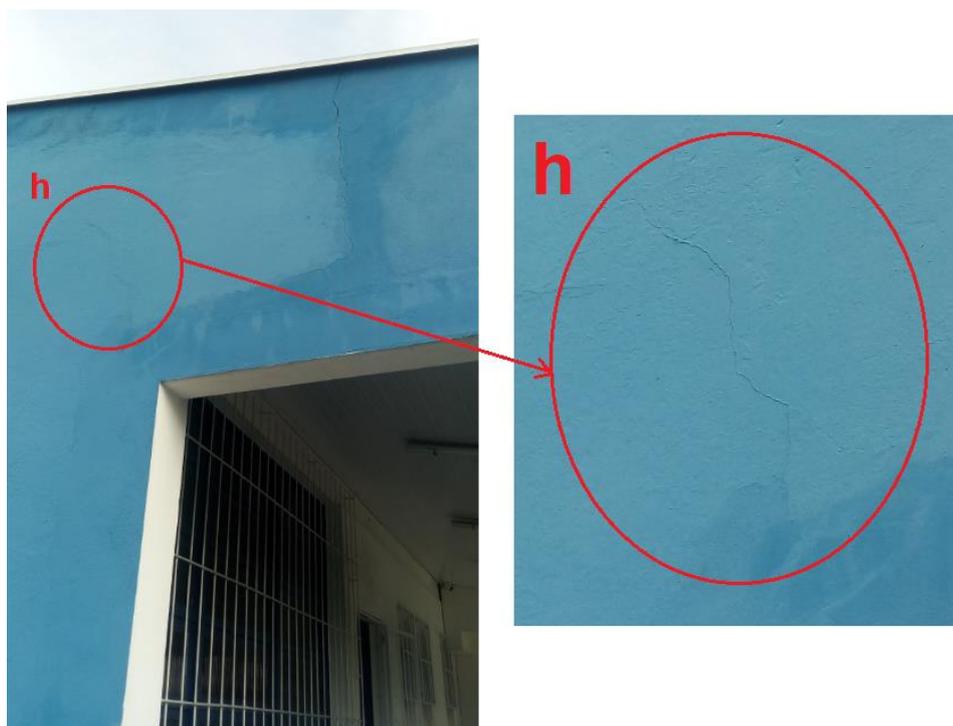
No detalhe “h”, nota-se, mesmo que encoberto por uma tentativa de correção, uma fissuração na parede da unidade conforme Figura 41.

Figura 40 - Fissura destacada pelo detalhe g



Fonte: Autora (2018).

Figura 41 - Fissura pouco nítida destacada pelo detalhe h



Fonte: Autora (2018).

Com relação a Figura 42, no detalhe “i” é perceptível a grande fissura apresentada, que na parte superior se manifesta em sentido horizontal passando por pontos de fragilidade como fixação do condicionador de ar e pela passagem da tubulação, descendo de forma vertical e abrindo em ramificações mais próximas do meio para fim da parede.

Figura 42 - Fissuras na lateral esquerda da unidade

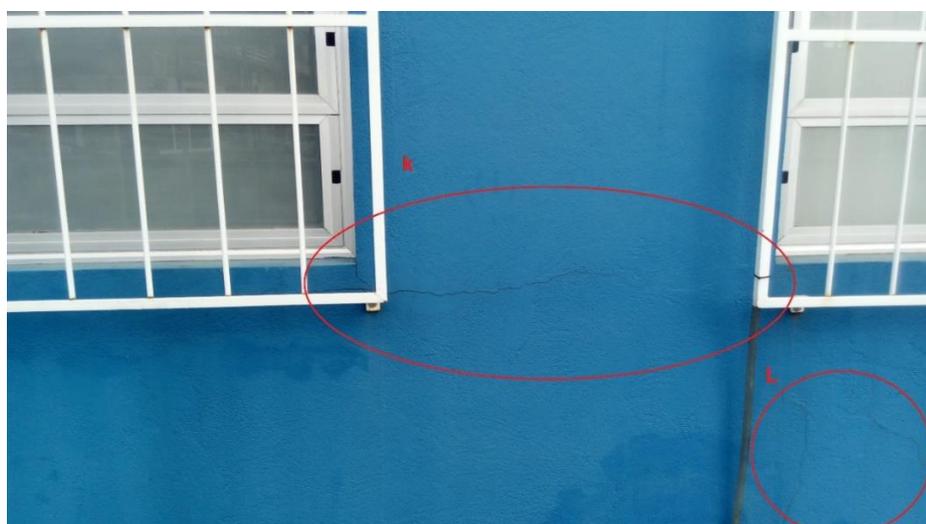


Fonte: Autora (2018).

No detalhe “j”, saindo de um ponto frágil como a fixação do ar condicionado há uma fissura, de uma dimensão menor que a fissura apresentada no detalhe “i”, mas que pode se agravar.

No detalhe “k” e “L”, presentes na Figura 43, são apresentadas fissuras, fissuras essas mais brandas no detalhe “L”, em sentido vertical. No detalhe “k”, nota-se que a fissura tem duas origens ou se manifestou para dois lados distintos. A princípio, pode-se dizer que a fissura se inicia no canto inferior da janela, passando pelo ponto de fragilidade gerado pela fixação da grade da janela, abrindo tanto para a direita como para a esquerda. Para o lado direito, a extensão da fissura é maior.

Figura 43 - Fissuras na lateral esquerda da unidade



Fonte: Autora (2018).

#### 4.1.3 Fundos da Unidade

A parte dos fundos da unidade, como comentado anteriormente, fica a uma proximidade de 5,30 metros do início das margens do rio. Conforme observado na Figura 44, há obstáculos cilíndricos feitos de concreto que, conforme informado pelos servidores, servem para impedir que os veículos circulem por aquela região. Esse tipo de ação impacta na compactação do solo próximo à unidade. Considerando que é um solo com alta umidade pela proximidade com o rio e que solos com maiores umidades, tendem a ter um aumento na repulsão entre partículas, a compactação as orienta, posicionando-as paralelamente, ficando com a estrutura ‘dispersa’ (PINTO,2006). Esse tipo de compactação forçada, não é prevista e dimensionada em projeto, pode gerar patologias na edificação.

Figura 44 - Obstáculos cilíndricos impedindo fluxo de veículos



Fonte: Autora (2018).

Há relatos também que na rua Guilherme há muito fluxo de caminhões e nesses casos, quando há esse fluxo excessivo, a unidade vibra com trânsito local.

Na Figura 45, é possível observar que nos fundos da unidade, apesar dos obstáculos, continua a movimentação de carros, os quais ficam estacionados pela maior parte do tempo, apesar de conter um amplo estacionamento na unidade, fazendo compressão não homogênea no solo.

Figura 45 - Vista da parte dos fundos da UBS Costa e Silva



Fonte: Autora (2018).

No detalhe “M”, presente na Figura 46, possivelmente ocorreu uma infiltração, causada por algum vazamento na tubulação de drenagem pluvial, presente na figura, ou pela água da chuva que pode ter penetrado através de um telhado com vazamento, perceptível através do descascamento da tinta. Além disso, no lado esquerdo é possível observar uma fissura na qual foi efetuado correção, porém a mesma ainda aparece.

Figura 46 – Fissura e descascamento da tinta nos fundos da unidade



Fonte: Autora (2018).

No detalhe “N” é possível ver uma fissura que possivelmente teve sua origem do canto inferior da janela.

#### 4.1.4 Frente da Unidade

A unidade está acessível à população através da rua Comandante Telles de Mendonça, onde está a frente da unidade. Nesse local, nos extremos esquerdo e direito, estão as áreas contempladas através da segunda ampliação, foco do trabalho. Uma pequena área da região frontal, constitui uma área ampliada na primeira ampliação. Essas áreas de ampliação estão demarcadas em projeto nesse estudo.

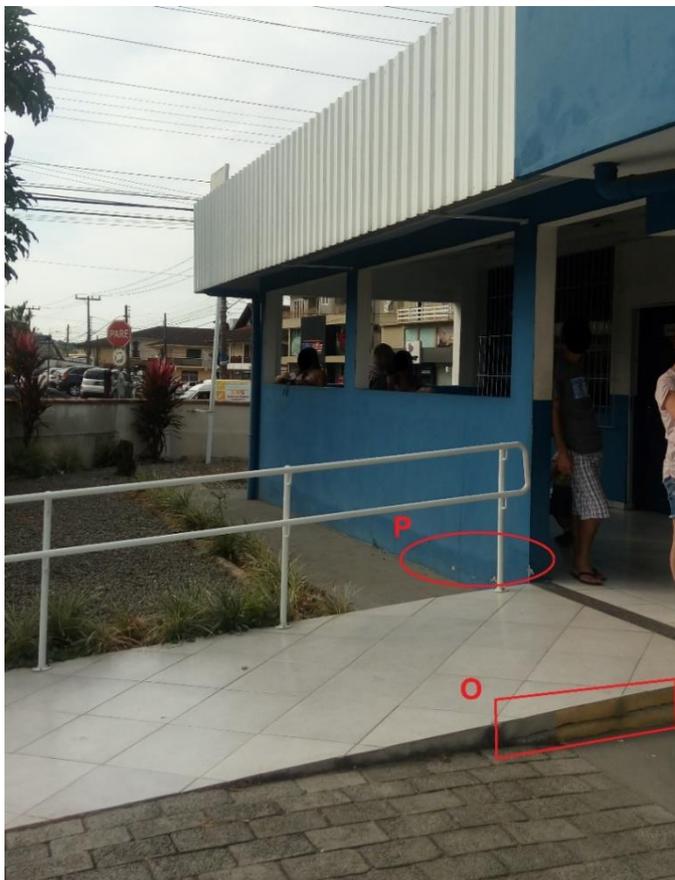
Figura 47 - Vista frontal da UBS Costa e Silva



Fonte: Autora (2018).

Na Figura 48, há dois detalhes que são destacados, detalhe “P” e “o”. No detalhe “o”, pertencente a rampa de acesso à unidade, há uma grande fissura observada na parte lateral da rampa. No detalhe “P”, ampliado através da Figura 49, há uma mancha na parede e, no extremo inferior da mancha, o descascamento da pintura.

Figura 48 – Fissura e descascamento da tinta na parte frontal da unidade



Fonte: Autora (2018).

Figura 49 - Ampliação do detalhe "P"



Fonte: Autora (2018).

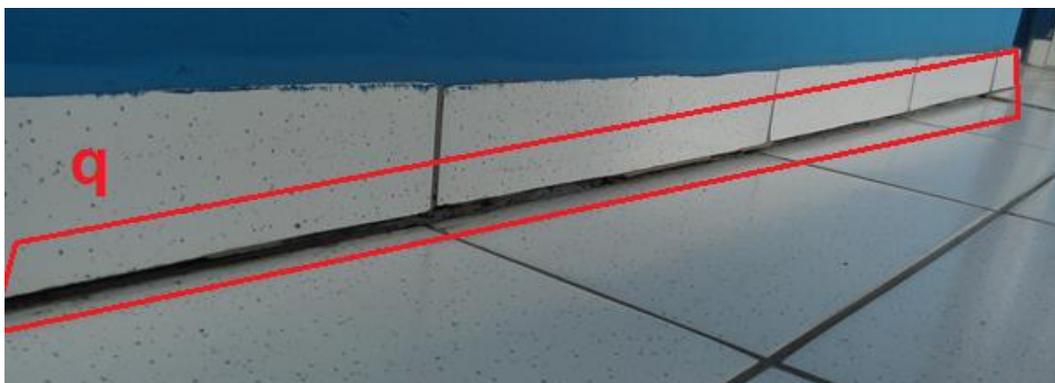
Nas Figuras 50 e 51, através do detalhe “q”, observa-se o que aparenta ser o recalque do piso no lado esquerdo, baseando-se na vista frontal da unidade.

Figura 50 - Recalque na parte frontal da unidade



Fonte: Autora (2018).

Figura 51 - Recalque na parte frontal da unidade



Fonte: Autora (2018).

Na Figura 52, foi posicionada uma trena para verificar qual a abertura, ou seja, qual a distância que o piso desceu, resultando em, basicamente, 01 centímetro de recalque do piso.

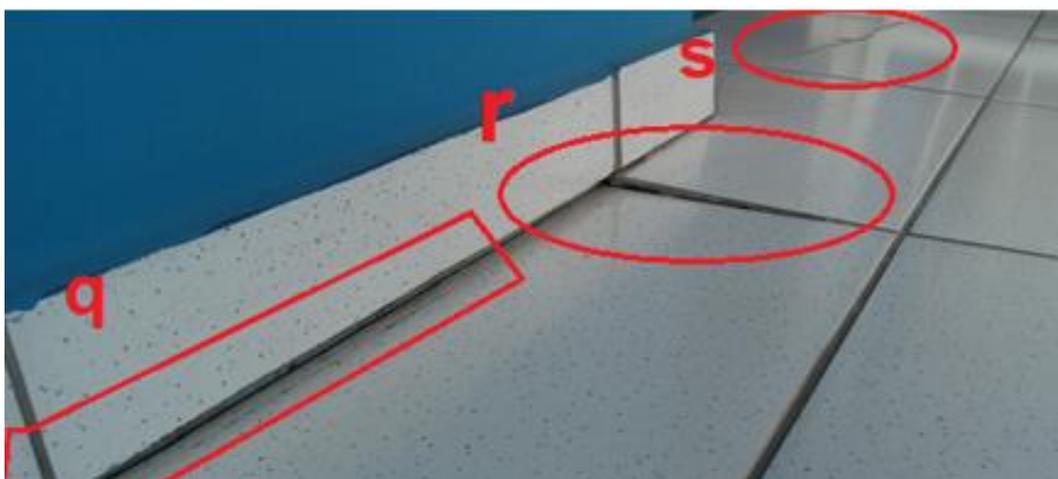
Figura 52 - Medição da abertura do recalque



Fonte: Autora (2018).

As patologias apresentadas pelos detalhes “r” e “s”, presentes na Figura 53, estão intimamente associadas ao recalque do piso. No detalhe “r”, nota-se que o piso está parcialmente conectado a estrutura e parcialmente conectado ao piso a esquerda, ou seja, ainda não acompanhou o recalque do piso. Lateralmente é possível ver o desnivelamento entre os pisos.

Figura 53 - Recalque na parte frontal da unidade



Fonte: Autora (2018).

No detalhe “s”, conforme Figura 54, é perceptível a fissura horizontal no piso cerâmico na mesma linha dos cantos das paredes no qual foi registado o recalque, paralelo a porta. Porém, essa fissura também pode ser decorrente de má colocação do piso, com vazios na parte inferior.

Figura 54 - Patologia na parte frontal da unidade



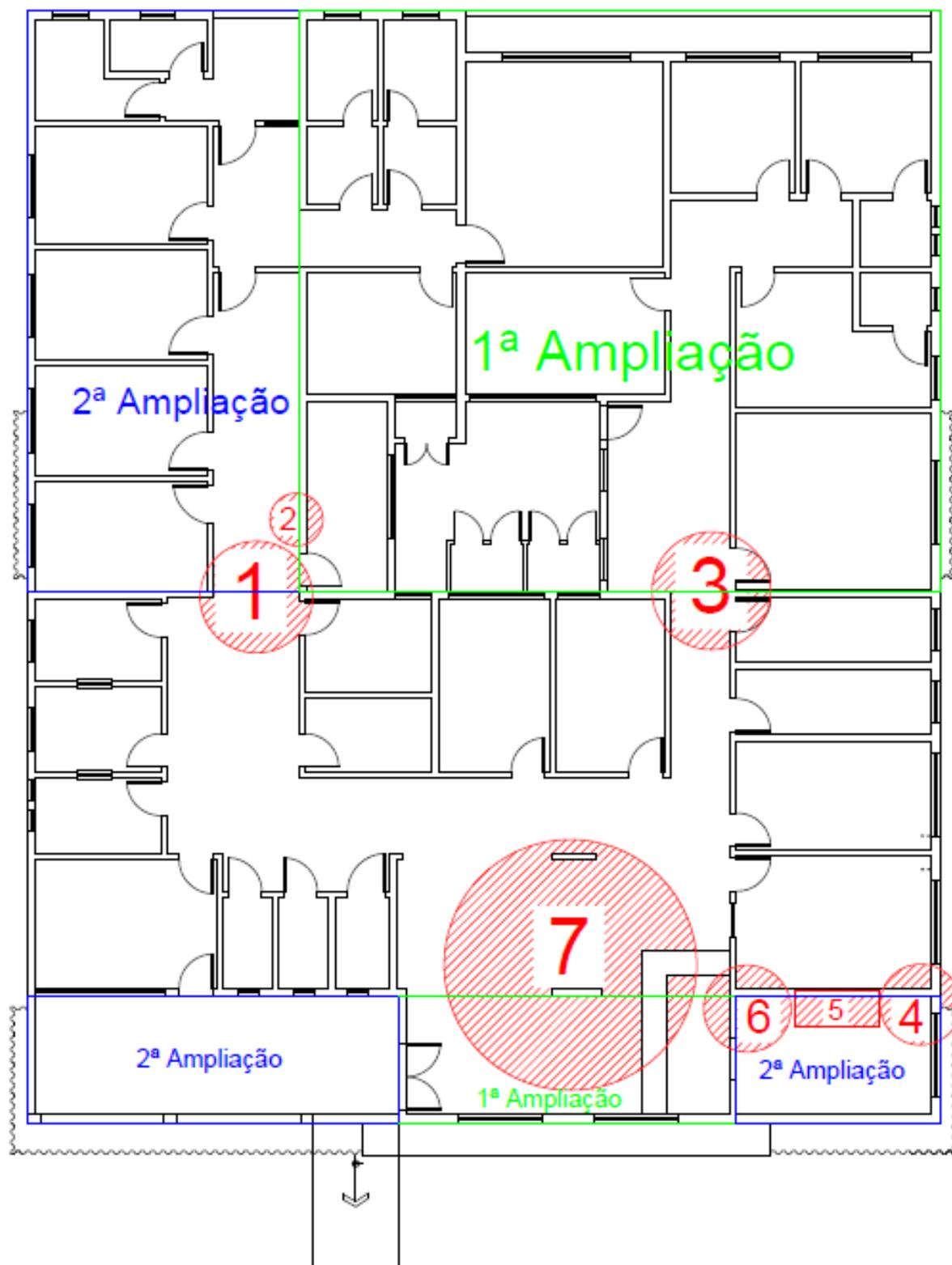
Fonte: Autora (2018).

#### 4.2 ÁREA INTERNA

A área interna, diferentemente da área externa, não está exposta diretamente as variações climáticas, porém como a unidade passou por reforma e ampliação, áreas que atualmente são internas, já foram externas no histórico da unidade.

Para facilitar entendimento dos ambientes internos que apresentaram patologias, associou-se os ambientes apresentados nas figuras com o projeto da unidade. As patologias nas áreas internas foram divididas em três regiões, sendo a região direita, esquerda e central, tendo como referência a frente da unidade. As manifestações patológicas identificadas na região esquerda da unidade estão representadas, em projeto, através das delimitações circulares 1 e 2, na região direita através das delimitações circulares 3, 4, 5 e 6 e na região central através da delimitação circular 7, conforme Figura 55.

Figura 55 - Projeto da UBS com identificação das áreas internas com patologias



Fonte: Adaptado de Joinville (2011).

#### 4.2.1 Região Esquerda

A maioria das patologias não estão concentradas nessa região da unidade, porém, as patologias manifestaram-se próximo ou na divisão entre a unidade base e 2ª ampliação ou entre a 1ª e 2ª ampliação, conforme projeto.

Na Figura 56, destaca-se o detalhe “h”, representado pelo círculo 1 no projeto.

Figura 56 - Relação entre projeto e área com fissura conforme círculo 1



Fonte: Autora (2018).

A fissura, destacada no detalhe “h”, pode ser vista conforme direção do observador através da Figura 57, identificando uma fissura de grande extensão.

Figura 57 – Fissura visualizada conforme direção



Fonte: Autora (2018).

A Figura 58 mostra a medição da abertura da manifestação patológica do detalhe "h". Essa abertura é em torno de 2 mm.

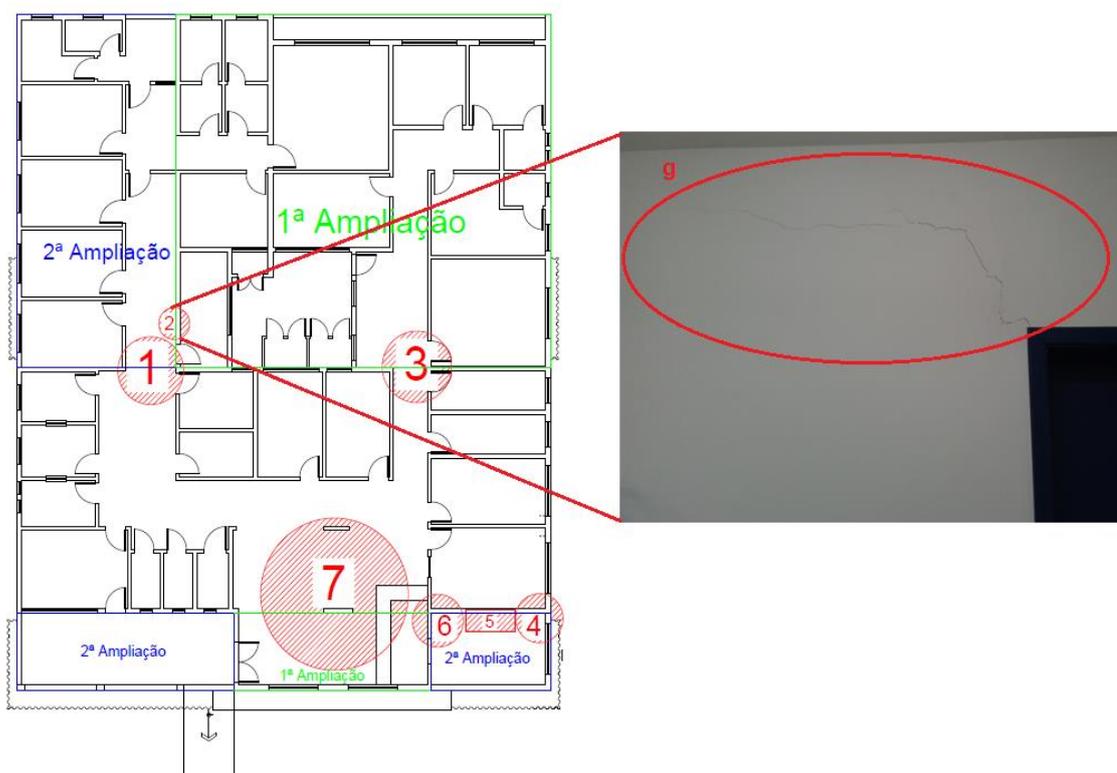
Figura 58 - Medição da abertura da manifestação patológica do detalhe "h"



Fonte: Autora (2018).

No detalhe “g” na Figura 59, representado pelo círculo 2 em projeto, e ampliado pela Figura 60, é possível ver a formação de uma fissura no canto superior da abertura do vão, que se ramifica levemente.

Figura 59 - Relação entre projeto e área com fissura conforme círculo 2



Fonte: Autora (2018).

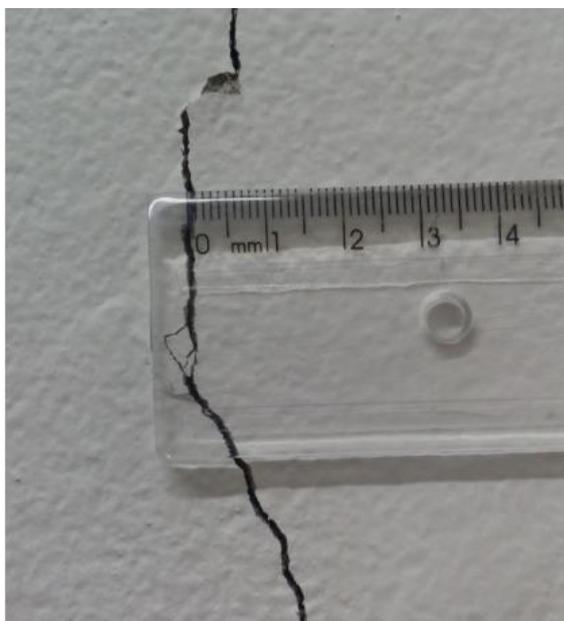
Figura 60 - Ampliação da fissura do detalhe "g"



Fonte: Autora (2018).

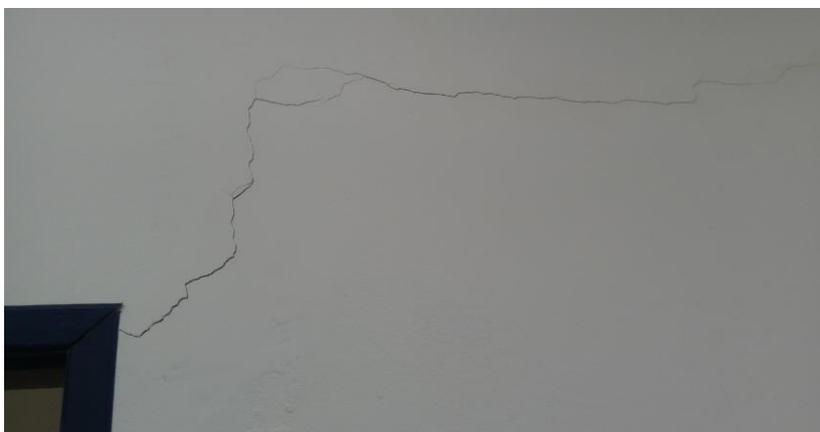
A Figura 61 mostra a medição da abertura da manifestação patológica do detalhe “g”, sendo essa abertura em torno de 1 mm. A Figura 62 trata-se da mesma patologia, porém vista do lado oposto da parede, ou seja, a manifestação patológica está em ambos os lados.

Figura 61 - Medição da abertura da fissura do detalhe "g"



Fonte: Autora (2018).

Figura 62 - Fissura do detalhe "g" vista do outro lado da parede

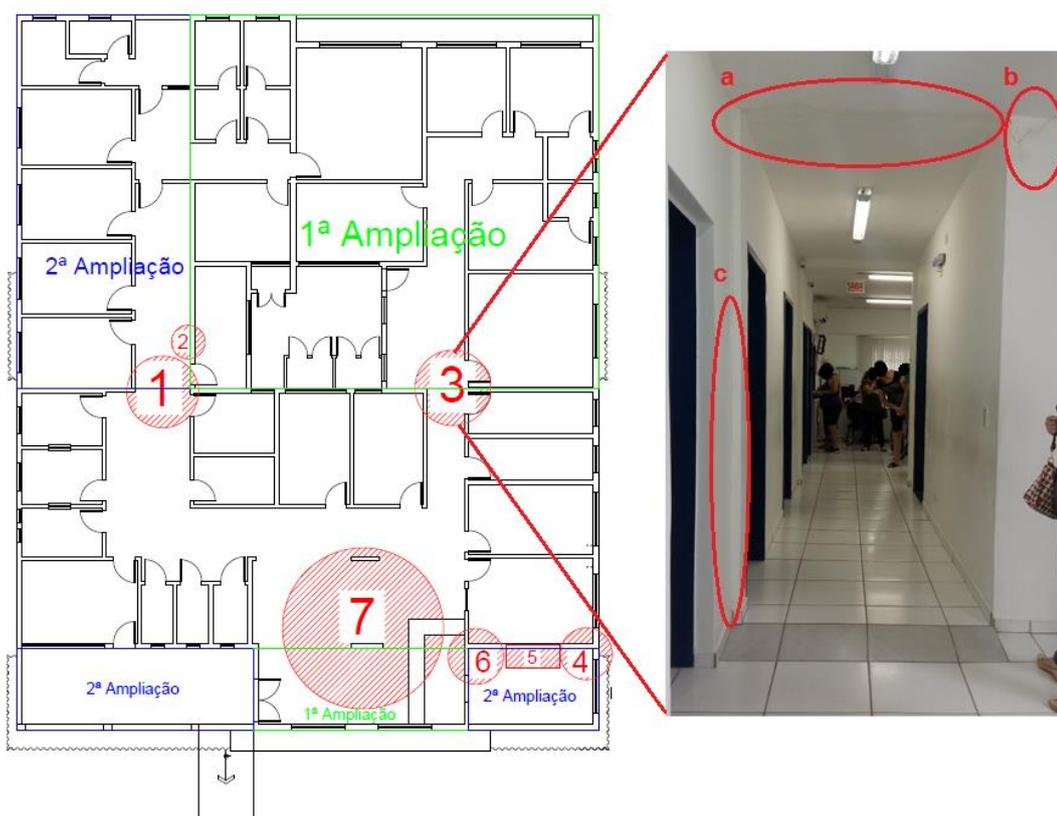


Fonte: Autora (2018).

#### 4.2.2 Região Direita

A maioria das manifestações nessa região estão concentradas na divisão entre a unidade base e a 1ª ampliação ou entre a unidade base e a 2ª ampliação, conforme projeto. Na Figura 63 é possível ver que o limite mencionado, entre unidade base e a 1ª ampliação e suas manifestações patológicas, é separado por um corredor. A figura dá noção de quais áreas foram afetadas, nesse caso, em 03 (três) áreas distintas, conforme círculo 3 em projeto.

Figura 63 – Relação entre projeto e área com fissuras e destacamento de argamassa conforme círculo 3



Fonte: Autora (2018).

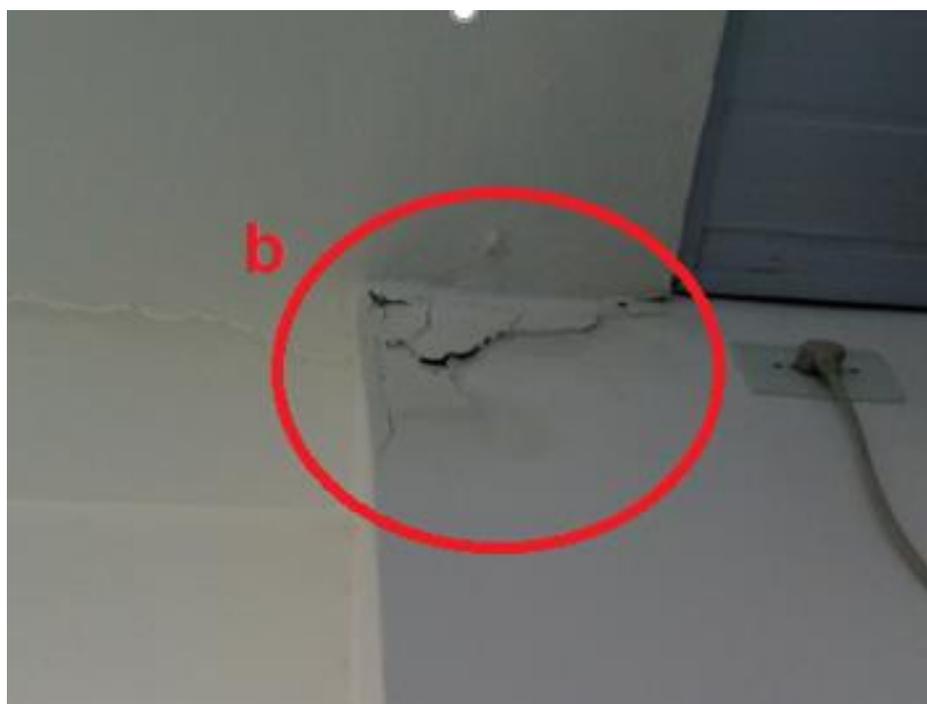
No detalhe “a”, na Figura 64, observa-se a grande fissura na parte inferior da viga. Observa-se que a mesma continua a se manifestar, conforme pode ser observado no detalhe “b”, na Figura 65, no qual é uma continuação da fissura em “a” ou vice-versa, porém com destacamento de argamassa.

Figura 64 – Fissura na área interna destacada pelo detalhe "a"



Fonte: Autora (2018).

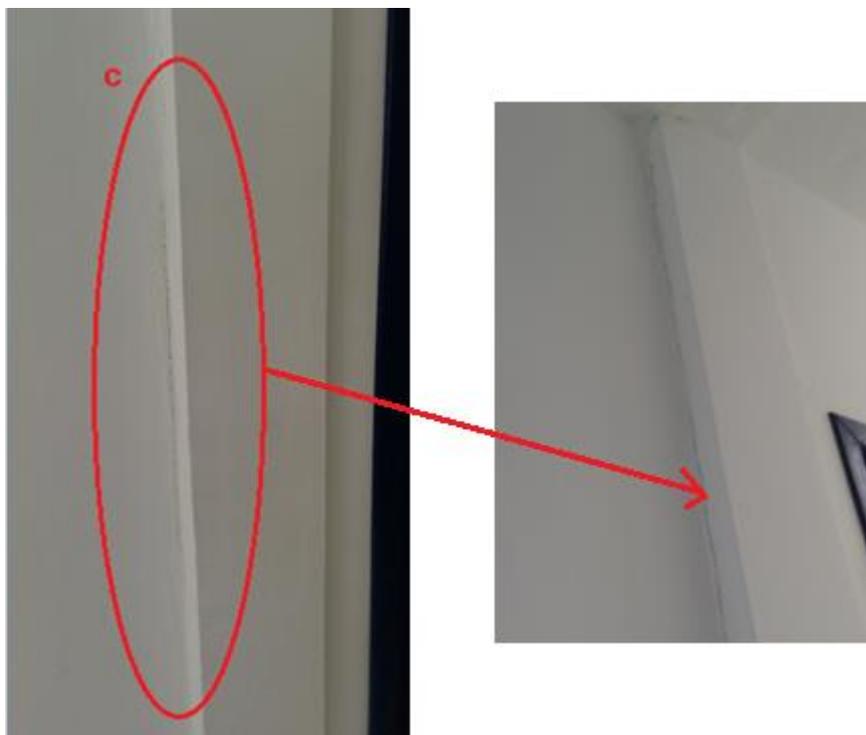
Figura 65 - Ampliação da fissura com destacamento de argamassa



Fonte: Autora (2018).

Na Figura 66, nota-se o desenvolvimento de uma fissura no detalhe “c”, na junção pilar e alvenaria, o que provavelmente é uma continuidade a fissura no detalhe “a” ou vice-versa.

Figura 66 – Ampliação da patologia da área interna destacada pelo detalhe "c"



Fonte: Autora (2018).

Na Figura 67 mostra a medição da abertura da manifestação patológica do detalhe "c", no caso, em torno de 2 mm.

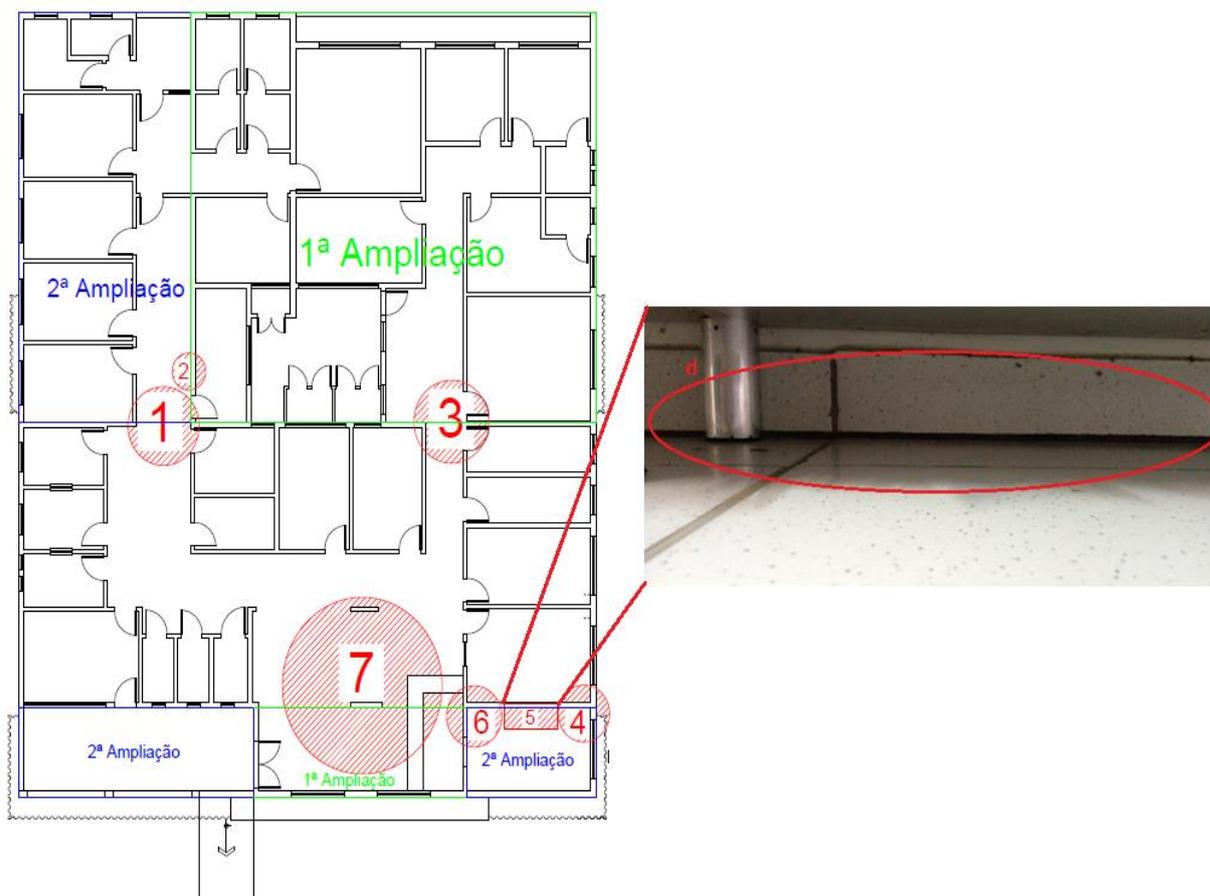
Figura 67 - Medição da abertura da patologia do detalhe "c"



Fonte: Autora (2018).

O recalque apresentado no detalhe “d” da Figura 68, na área do círculo 5 no projeto, se manifestou na mesma linha do recalque apresentado no detalhe “q” da área externa.

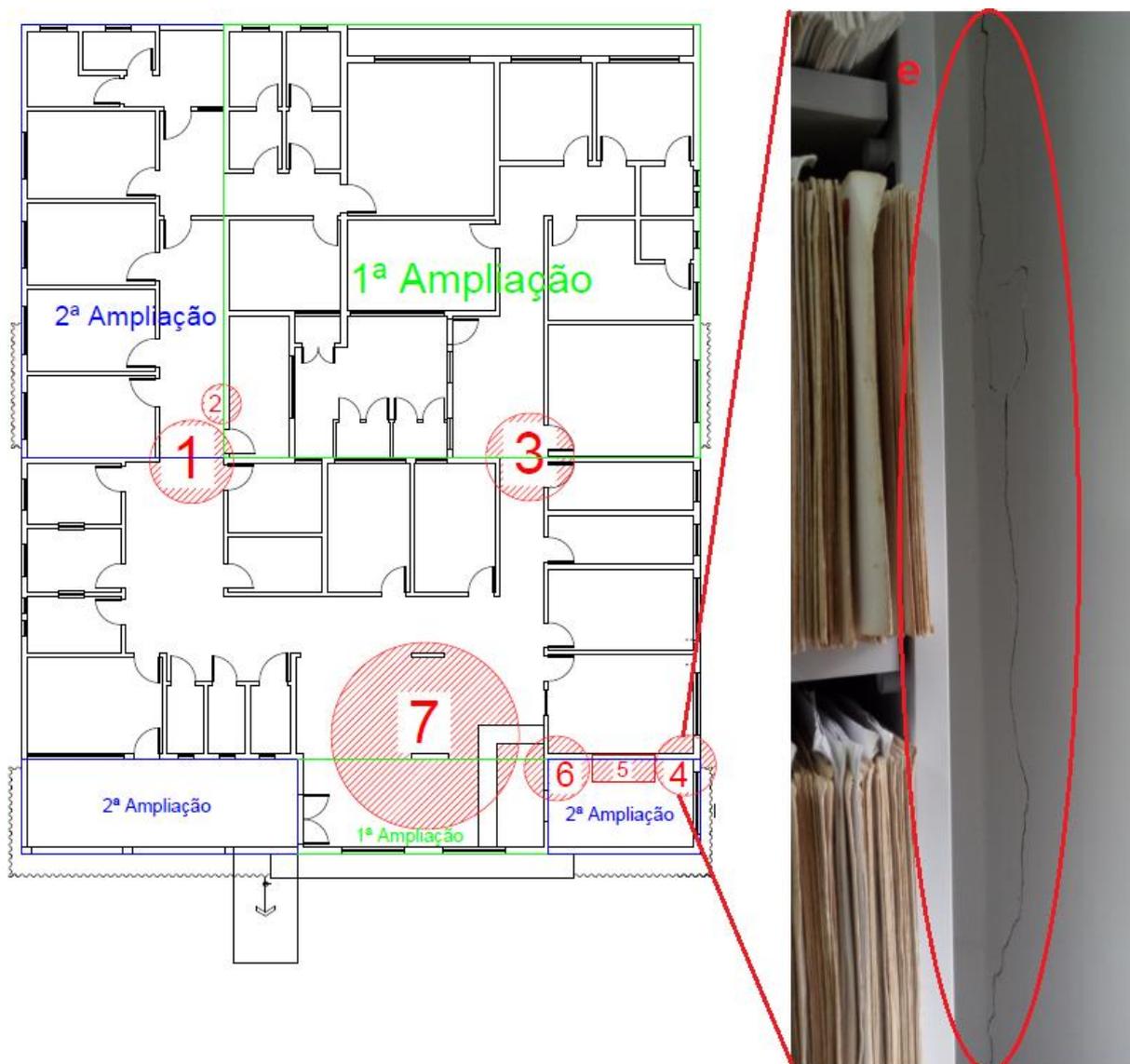
Figura 68 – Relação entre projeto e área com recalque conforme círculo 5



Fonte: Autora (2018).

Na mesma sala, porém no canto direito da mesma, representado pelo círculo 4 no projeto, foi identificado uma grande fissura, conforme Figura 69, destacada pelo detalhe “e”

Figura 69 - Relação entre projeto e área com fissura conforme círculo 4



Fonte: Autora (2018).

A Figura 70 mostra a medição da abertura da manifestação patológica do detalhe “e”, ou seja, uma abertura em torno de 5 mm.

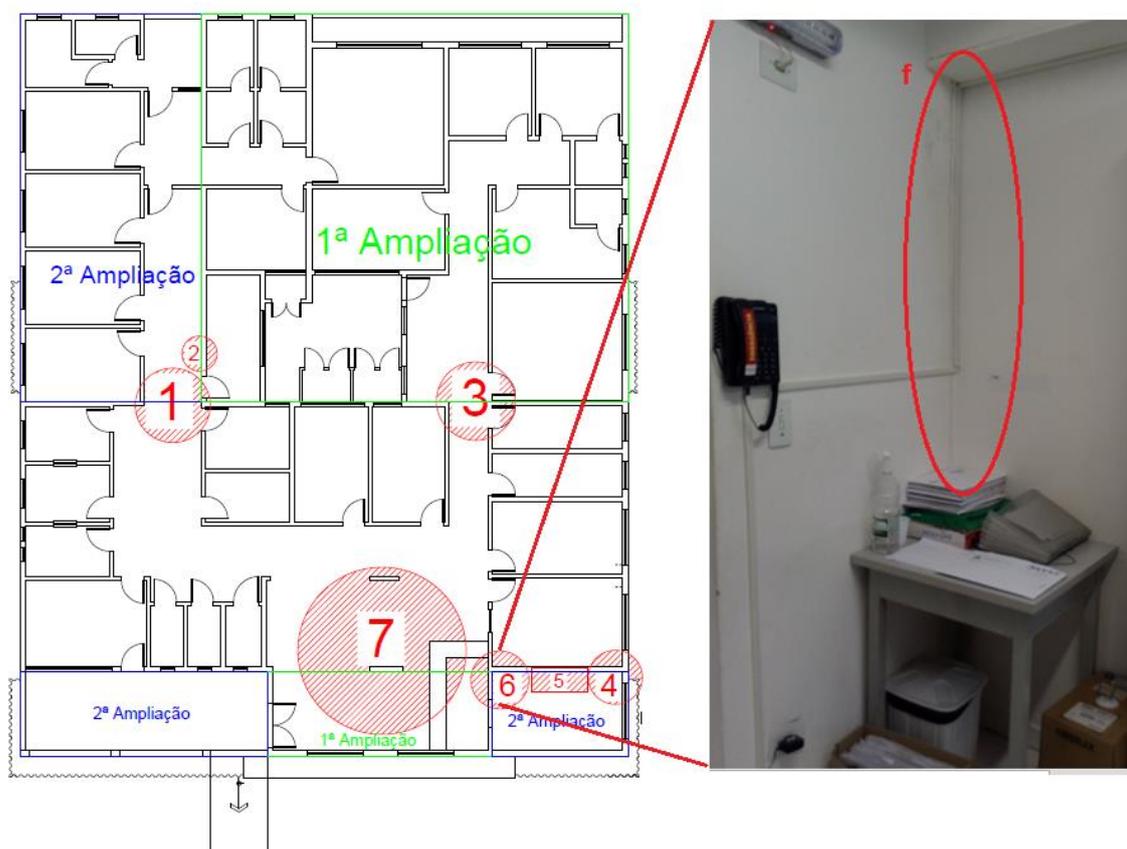
Figura 70 - Medição da abertura da manifestação patológica do detalhe "e"



Fonte: Autora (2018).

Na Figura 71, representada pelo círculo 6 no projeto e destacada pelo detalhe "f", apresenta-se uma fissura próximo ao encontro de paredes.

Figura 71 - Relação entre projeto e área com fissura conforme círculo 6



Fonte: Autora (2018).

A Figura 72 mostra, de forma mais visível, a fissura representada pelo detalhe "f".

Figura 72 - Ampliação da patologia realçada no detalhe "f"



Fonte: Autora (2018).

A Figura 73 mostra a medição da abertura da manifestação patológica do detalhe "f", no caso, em torno de 2 mm.

Figura 73 - Medição da abertura da fissura do detalhe "f"



Fonte: Autora (2018).

### 4.2.3 Região Central

As patologias da região central estão identificadas pelo círculo 7 no projeto. Como as patologias encontram-se próximas, optou-se em não delimitar a área de cada patologia em projeto e unificar as mesmas em um círculo que delimitasse todas. Na Figura 74 é possível ter uma prévia da região onde será analisada as patologias.

Figura 74 - Relação entre projeto e área com fissura conforme círculo 7



Fonte: Autora (2018).

A área, visível em projeto, que compreende a 1ª ampliação entre as 2ª ampliações, era uma área aberta, porém coberta, sendo possível visualizar suas vigas e pilares. Junto com a 2ª ampliação, foram realizadas reformas, sendo essa área contemplada. Na Figura 75 é possível visualizar que ao lado da viga e do pilar existente, foram executados uma nova viga e pilar para reforçar a estrutura. O pilar existente foi nivelado, conforme Figura 76. Posteriormente, o pilar, juntamente com a parte inferior e encontro das vigas, foram revestidos com uma base de madeira, dando a impressão que as duas vigas são apenas uma.

Figura 75 - Área que compreende a 1ª ampliação entre as 2ª ampliações, antes e durante 2ª ampliação e reforma



Fonte: Adaptado de Joinville (2015).

Figura 76 - Pilar nivelado em 2015



Fonte: Joinville (2015).

O detalhe “i”, presente nas Figuras 77 e 78, e o detalhe “j”, presente na Figura 78, identificam, em ambos os casos, a base de madeira fixada na parte inferior da viga. Os detalhes expõem as áreas de junção entre a viga de concreto e a base de madeira

Figura 77 - Junção entre a viga de concreto e a base de madeira realçada no detalhe "i"



Fonte: Autora (2018).

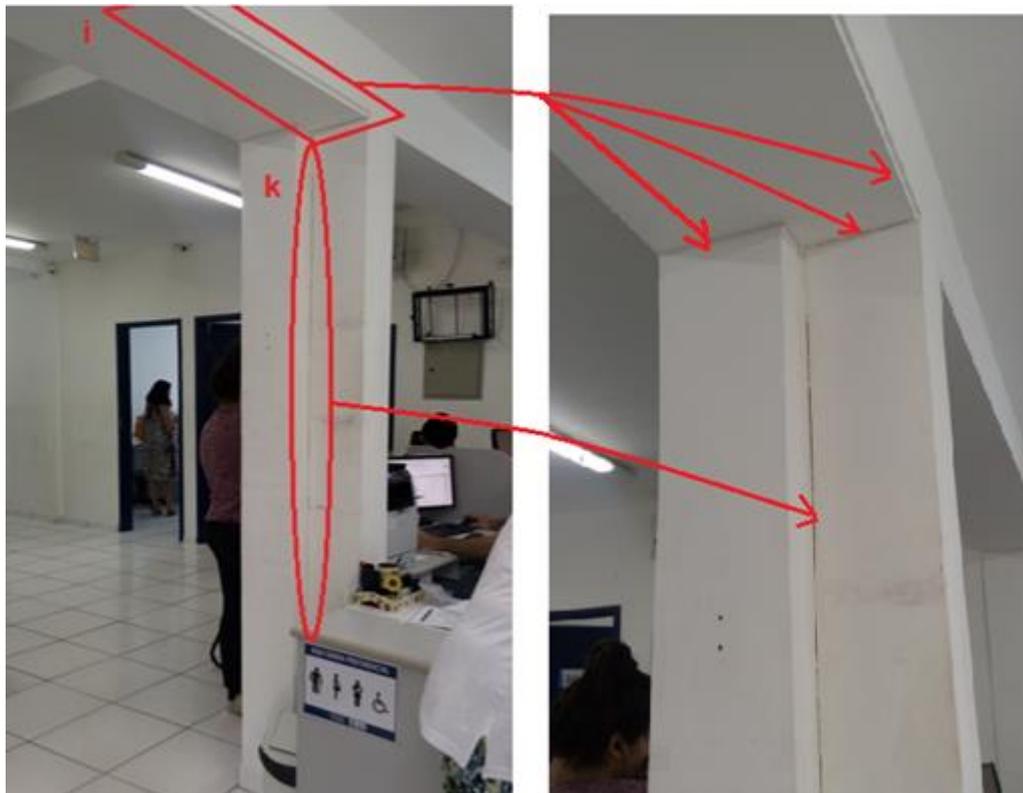
Figura 78 - Junção entre a viga de concreto e a base de madeira realçada no detalhe "i" e "j"



Fonte: Autora (2018).

Na Figura 79 é possível observar o encontro entre a base de madeira e o pilar de concreto, conforme detalhe "i" e detalhe "k"

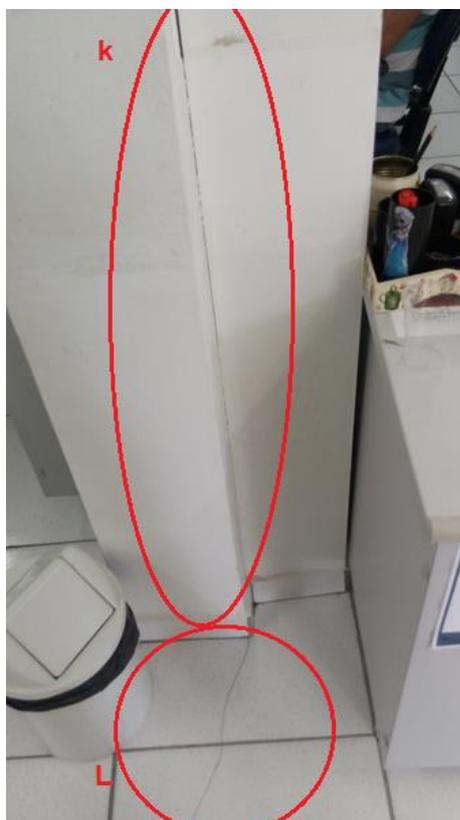
Figura 79 – Encontro entre a base de madeira e elemento estrutural da área interna central



Fonte: Autora (2018).

Na Figura 80, há o desenvolvimento de uma linha de fissura atravessando os pisos cerâmicos, tendo origem em um dos cantos do pilar. A Figura 81, amplia o detalhe “L”.

Figura 80 – Fissura no piso destacada pelo detalhe “L”



Fonte: Autora (2018).

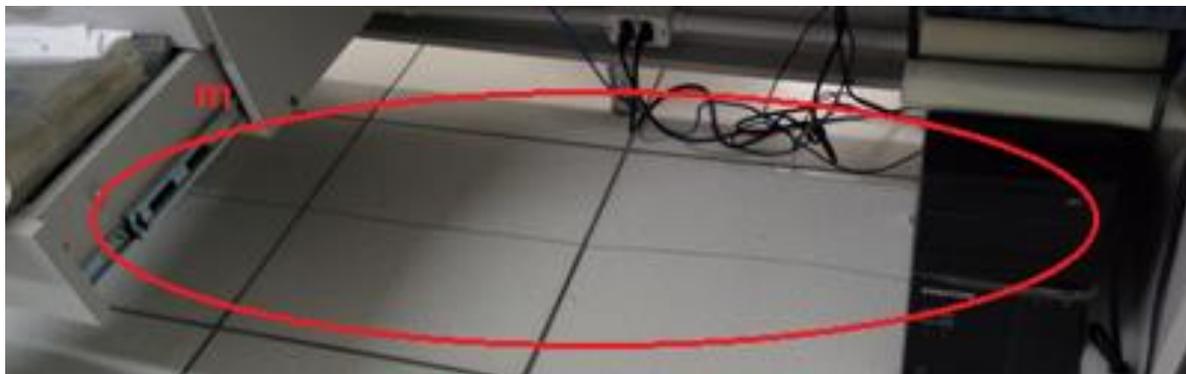
Figura 81 - Manifestação patológica em piso cerâmico



Fonte: Autora (2018).

No detalhe “m” da Figura 82, nota-se a fissura no piso cerâmico. Essa patologia desenvolveu-se do lado direito do pilar, enquanto que a patologia representada pelo detalhe “L”, desenvolveu-se do lado esquerdo do pilar.

Figura 82 - Patologia realçada pelo detalhe "m"



Fonte: Autora (2018).

A abertura da manifestação patológica do detalhe "m", mostrada pela Figura 83, é em torno de 1 mm.

Figura 83 - Medição da abertura da manifestação patológica do detalhe "m"



Fonte: Autora (2018).

## 4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Mediante identificação das patologias, para uma análise dos resultados levantados, foi elaborado o Quadro 11 com a identificação resumida dos detalhes expostos nas áreas externas e internas.

Quadro 11 - Identificação resumida dos detalhes nas áreas externas e internas

DETALHE	MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA	
	ÁREA EXTERNA	ÁREA INTERNA
Detalhe a	-	Fissura
Detalhe b	Fissura	Fissura Destacamento da argamassa
Detalhe c	Fissura	Fissura
Detalhe d	-	Recalque
Detalhe e	Pintura descascando	Fissura
Detalhe f	-	Fissura
Detalhe g	Fissura	Fissura
Detalhe h	Fissura	Fissura
Detalhe i	Fissura	-
Detalhe j	Fissura	-
Detalhe k	Fissura	-
Detalhe L	Fissura	Fissura
Detalhe M	Pintura descascando	Fissura
Detalhe N	Fissura	-
Detalhe O	Fissura	-
Detalhe P	Mancha de umidade Pintura descascando	-
Detalhe q	Recalque	-
Detalhe r	Desnivelamento do piso	-
Detalhe s	Fissura	-

Fonte: Autora (2018).

Foi elaborada a Tabela 4 com os números de repetições de cada tipo de patologia detectada na UBS Costa e Silva, computando as repetições nas áreas externa e interna da unidade.

Tabela 4 - Ocorrência das manifestações patológicas nas áreas externas e internas da unidade

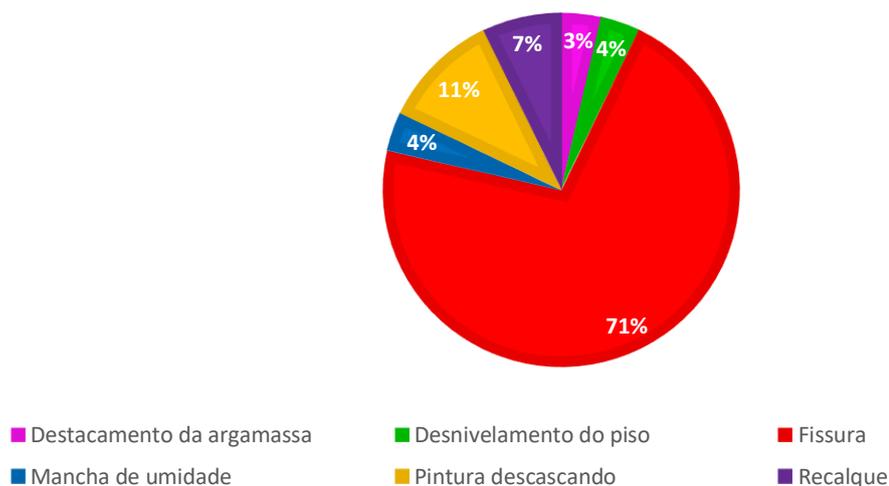
OCORRÊNCIA DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	
CLASSIFICAÇÃO	QUANTIDADE DE REPETIÇÕES
Destacamento da argamassa	1
Desnivelamento do piso	1
Fissura	20
Mancha de umidade	1
Pintura descascando	3
Recalque	2
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>

Fonte: Autora (2018).

Para uma visualização melhor das manifestações patológicas que a unidade apresentou, conforme classificação, é exposto no Gráfico 3, os percentuais correspondentes às ocorrências das patologias encontradas nas áreas internas e externas.

Gráfico 3 - Percentual das ocorrências de manifestações patológicas

### OCORRÊNCIA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

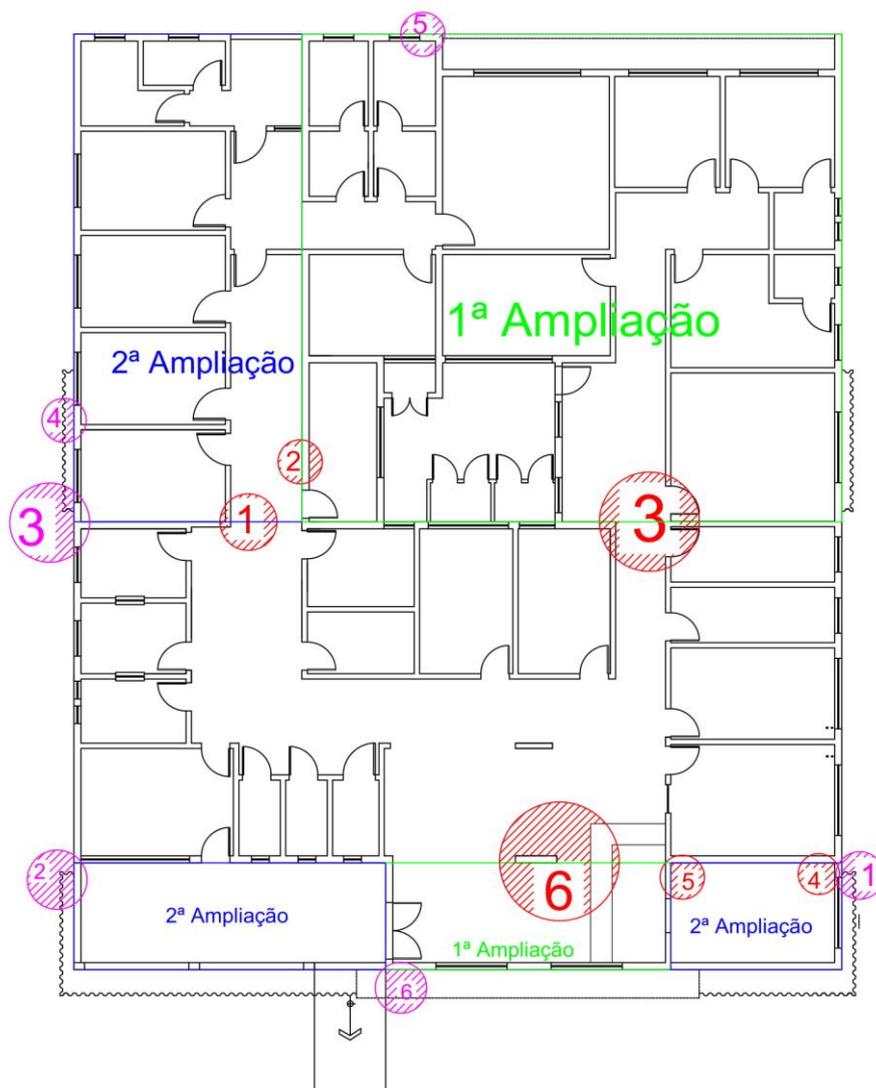


Fonte: Autora (2018).

Através dessas informações, foi possível verificar que a manifestação patológica que mais apresentou repetições foi a fissura com 71%.

A Figura 84 destaca quais áreas, internas e externas, sofreram fissuração, conforme projeto arquitetônico.

Figura 84 - Projeto com as regiões que sofreram fissuras



LEGENDA	
FISSURAS NA ÁREA EXTERNA	FISSURAS NA ÁREA INTERNA
1 Detalhe b, c	1 Detalhe h
2 Detalhe g, h	2 Detalhe g
3 Detalhe i, j	3 Detalhe a, b, c
4 Detalhe k, L	4 Detalhe e
5 Detalhe N	5 Detalhe f
6 Detalhe o	6 Detalhe L, m

Fonte: Adaptado de Joinville (2011).

#### 4.2.1 Análise das Fissuras e Possível Causa

Como as fissuras apresentaram alto índice de repetições na edificação, analisar as fissuras que são estruturais e sua possível causa faz-se necessário, antes de qualquer sugestão de correção do problema.

##### 4.2.1.1 Análise das Fissuras

De acordo com a visita *in loco*, registros fotográficos, medições, projeto e localização, foi possível classificar a manifestação patológica, quanto ao tipo, forma de manifestação (geométrica ou mapeada) e indicar sua abertura, conforme Quadros 12 e 13, tanto na área externa como na área interna.

Quadro 12 - Classificação da Manifestação Patológica na Área Externa

ÁREA EXTERNA					
DETALHE	CLASSIFICAÇÃO			FORMA DE MANIFESTAÇÃO	ABERTURA (mm)
	GERAL	SEGUNDO ROSSO	SEGUNDO OLIVEIRA		
Detalhe b	Fissura	-	-	Geométrica	Sem acesso
Detalhe c	Fissura	Fenda	Rachadura	Geométrica	2
Detalhe g	Fissura	-	-	Geométrica	Sem acesso
Detalhe h	Fissura	-	-	Geométrica	Sem acesso
Detalhe i	Fissura	Fenda	Rachadura	Geométrica	2
Detalhe j	Fissura	Fissura/ Trinca	Fissura/ Trinca	Geométrica	< 1
Detalhe k	Fissura	Fissura/ Trinca	Fissura/ Trinca	Geométrica	< 1
Detalhe L	Fissura	Fissura/ Trinca	Fissura/ Trinca	Geométrica	< 1
Detalhe N	Fissura	Fissura/ Trinca	Fissura/ Trinca	Geométrica	< 1
Detalhe O	Fissura	Fenda	Rachadura	Geométrica	4

Fonte: Autora (2018).

Quadro 13 - Classificação da Manifestação Patológica na Área Interna

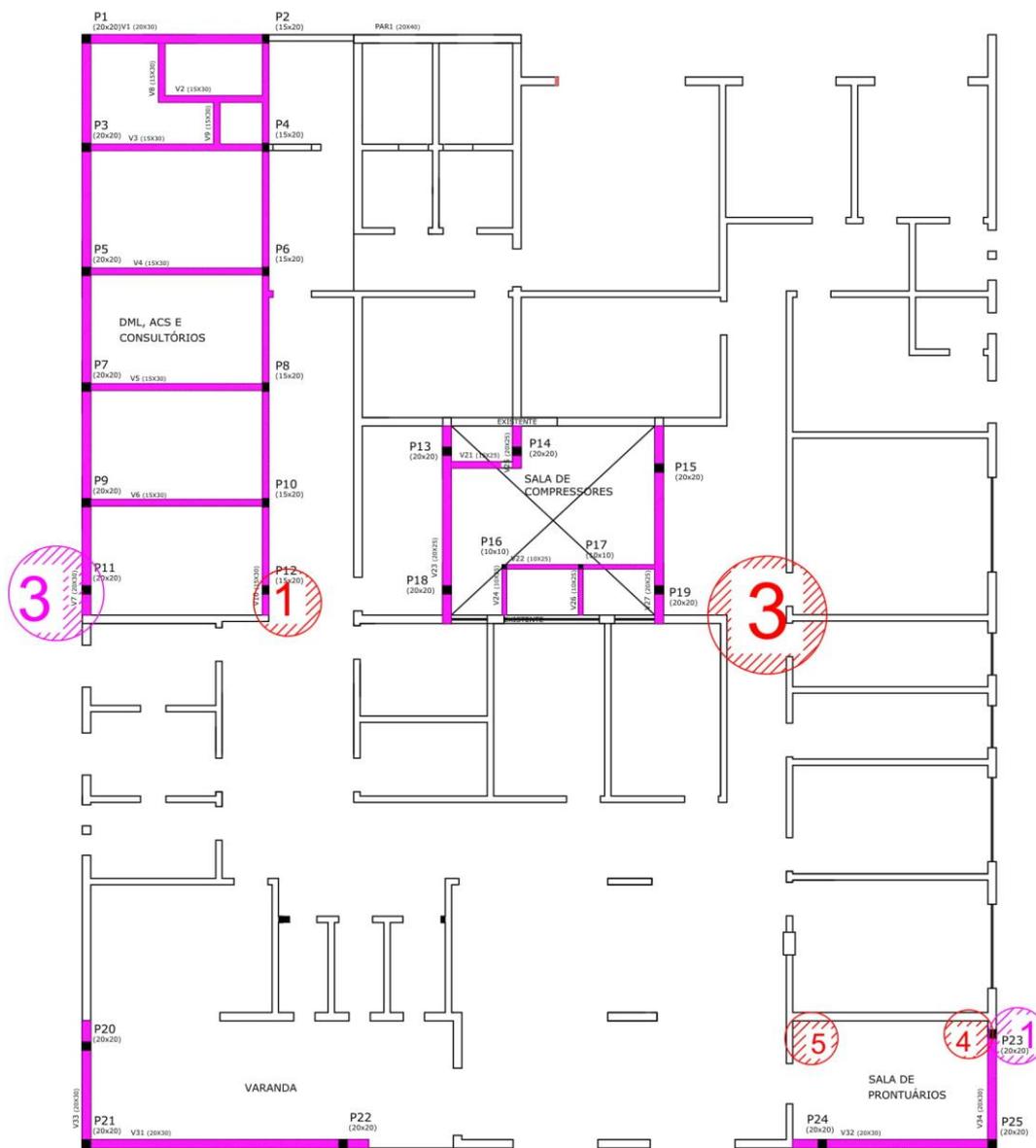
ÁREA INTERNA					
DETALHE	CLASSIFICAÇÃO			FORMA DE MANIFESTAÇÃO	ABERTURA (mm)
	GERAL	SEGUNDO ROSSO	SEGUNDO OLIVEIRA		
Detalhe a	Fissura	-	-	Geométrica	Sem acesso
Detalhe b	Fissura	-	-	Mapeada	Sem acesso
Detalhe c	Fissura	Fenda	Rachadura	Geométrica	2
Detalhe e	Fissura	Fenda	Rachadura	Geométrica	5
Detalhe f	Fissura	Fenda	Rachadura	Geométrica	2
Detalhe g	Fissura	Trinca	Trinca	Geométrica	1
Detalhe h	Fissura	Fenda	Rachadura	Geométrica	2

Fonte: Autora (2018).

Através da identificação e da localização das fissuras, fazendo uma associação com projeto estrutural, conforme Figura 85, foi possível classificar as fissuras como fissuras estruturais e não estruturais, o que englobam fissuras na alvenaria, no piso, na pintura ou na rampa, conforme Figuras 86 e 87.

Todas as fissuras estruturais foram classificadas, quanto a forma de manifestação, como fissuras geométricas.

Figura 85 - Projeto estrutural da 2ª ampliação e reforma com destaque das áreas com fissuras estruturais

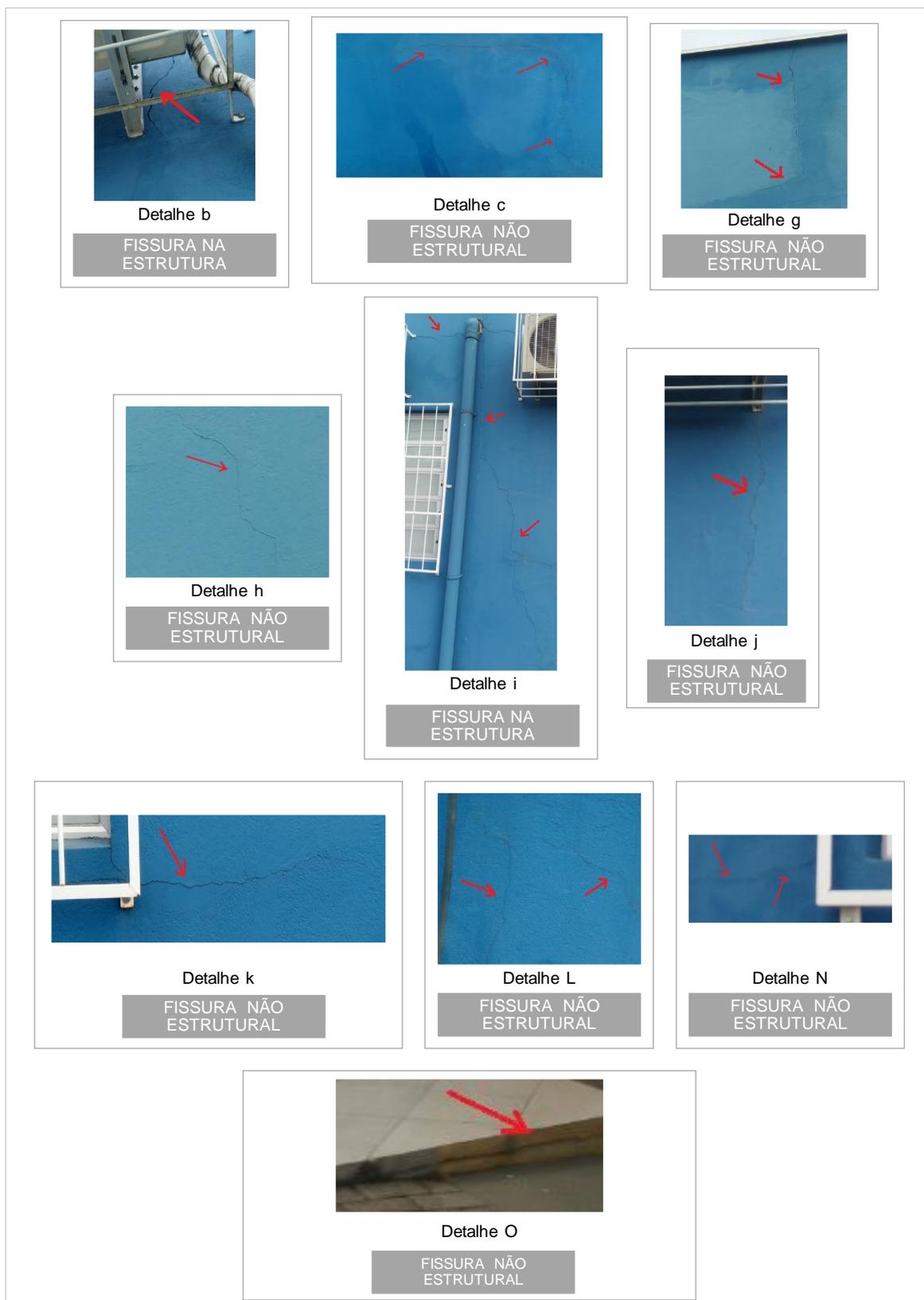


LEGENDA

<b>1</b> Detalhe b - Área Externa	<b>1</b> Detalhe h - Área Interna	<b>5</b> Detalhe f - Área Interna
<b>3</b> Detalhe i - Área Externa	<b>3</b> Detalhe a - Área Interna	<b>3</b> VIGAS DA 2ª AMPLIAÇÃO E REFORMA
<b>■</b> PILARES DA 2ª AMPLIAÇÃO E REFORMA	<b>4</b> Detalhe e - Área Interna	

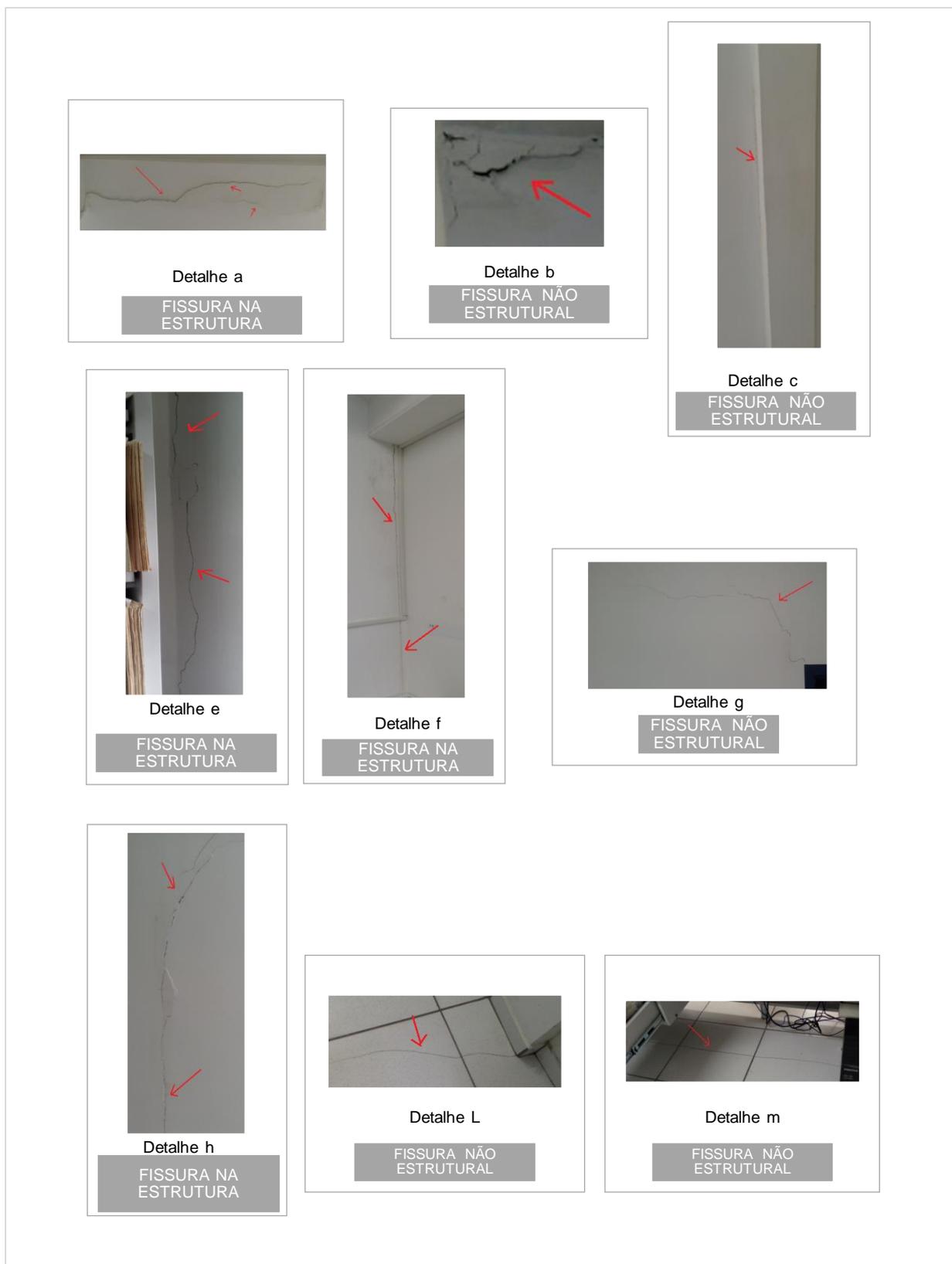
Fonte: Adaptado de Joinville (2011).

Figura 86 - Classificação das fissuras da área externa



Fonte: Autora (2018).

Figura 87 - Classificação das fissuras da área interna



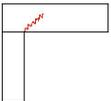
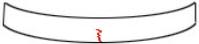
Fonte: Autora (2018).

#### 4.2.1.2 Possível Causa do Desenvolvimento de Fissuras na estrutura

Analisando o projeto, as áreas que sofreram patologias caracterizadas como fissuras na estrutura são as áreas de ampliação, principalmente a 2ª ampliação, entre elas a divisão entre a unidade base e as ampliação ou entre ambas as ampliações.

Os Quadros 14 e 15 mostram configurações de fissuras em vigas e pilares, indicando provável causa.

Quadro 14 - Configuração de fissuras em vigas

FISSURAS EM VIGAS		
DIREÇÃO DA FISSURA	CAUSA PROVÁVEL	EXEMPLO
Inclinada	Sobrecarga	
Vertical	Flexão da Peça	

Fonte: Adaptado de Rio de Janeiro (2018)

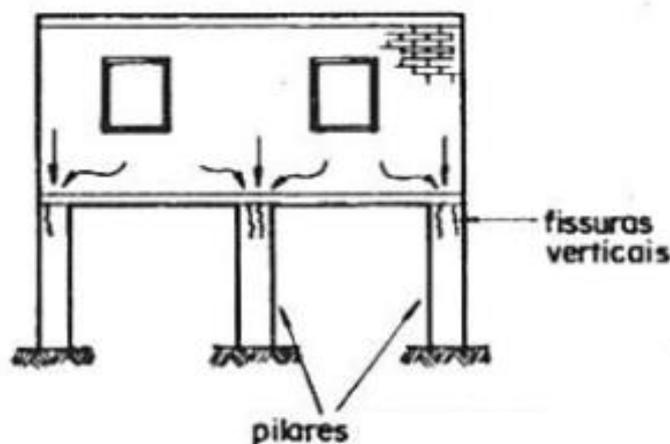
Quadro 15 - Configuração de fissuras em pilares

FISSURAS EM PILARES		
DIREÇÃO DA FISSURA	CAUSA PROVÁVEL	EXEMPLO
Inclinada	Recalque da fundação	
Horizontal	Recalque da fundação ou por ação de cargas excêntricas	
Vertical	Sobrecarga	

Fonte: Adaptado de Rio de Janeiro (2018).

As fissuras por sobrecargas em pilares são predominantemente verticais e ocorrem pelo excessivo carregamento de compressão em pilares mal dimensionados, conforme mostra a Figura 88 (DUARTE, 1998).

Figura 88 - Fissuras verticais em pilares sob excessiva carga vertical de compressão



Fonte: Duarte (1998).

A maior parte das fissuras estruturais que a UBS Costa e Silva apresentou são verticais. Fissuras estruturais verticais nos pilares podem caracterizar sobrecarga. A sobrecarga possui como mecanismo de ruptura o surgimento de fissuras verticais, que se originam por excessivos carregamentos verticais de compressão, o que leva a constatar que a sobrecarga é a possível causa mais indicada da maioria das fissuras estruturais na unidade. Essa sobrecarga pode ser justificada pelo subdimensionamento dos pilares. A menor dimensão dos pilares retangulares deve ser 19 cm e constatou-se, em análise ao projeto estrutural, que há pilares com 15 cm na menor dimensão.

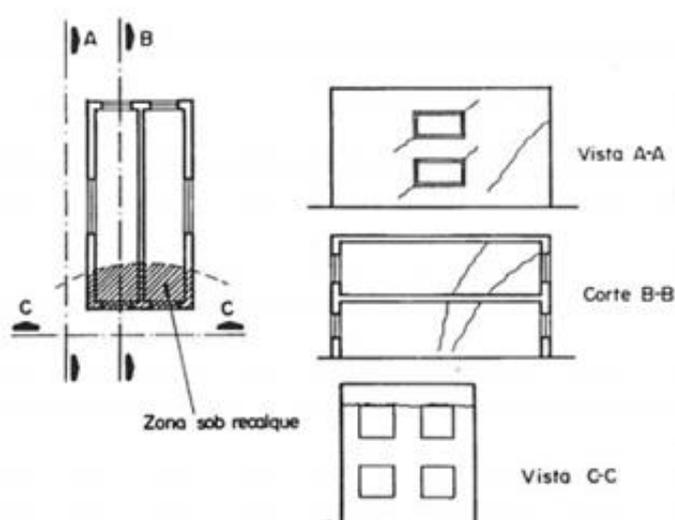
Conforme mencionado por Souza e Ripper (1998), as deficiências de projeto podem levar a fissuras com configuração própria, de acordo com o tipo de esforço que estão submetidas as peças estruturais, como a baixa resistência à compressão nesse caso. Elementos de projeto inadequados, especificação insuficiente ou errada ou erros de dimensionamento são exemplos de deficiências de projeto que afetam o desempenho da estrutura.

Todavia, algumas estruturas em que os projetos foram desenvolvidos com as corretas considerações de carga, podem apresentar manifestações patológicas, em virtude de serem submetidas a sobrecargas superiores às de projeto. Nas obras públicas é elevado o número de problemas associados a sobrecargas em elementos estruturais, devido à grande quantidade de carga permanente imposta aos mesmos. Essas cargas tem o valor muito superior ao especificado em projeto, dando origem a manifestações patológicas nesses elementos (ANDRADE, 1997).

Porém, o recalque diferencial das fundações é uma causa que não deve ser descartada totalmente, apesar de que, aparentemente, só o piso recalcou. As edificações, tanto durante como após a conclusão da obra, por um determinado período de tempo, estão sujeitas a deslocamentos verticais, lentos, até que seja atingido o equilíbrio entre o solo e o carregamento aplicado (SOUZA; RIPPER, 1998).

Normalmente, as configurações das fissuras provocadas por recalques diferenciais são inclinadas. Porém, conforme a vista C-C da Figura 89, a fissura pode desenvolver-se horizontalmente, conforme vista da edificação, semelhante a fissura apresentada em uma extensão no detalhe “i” na área externa

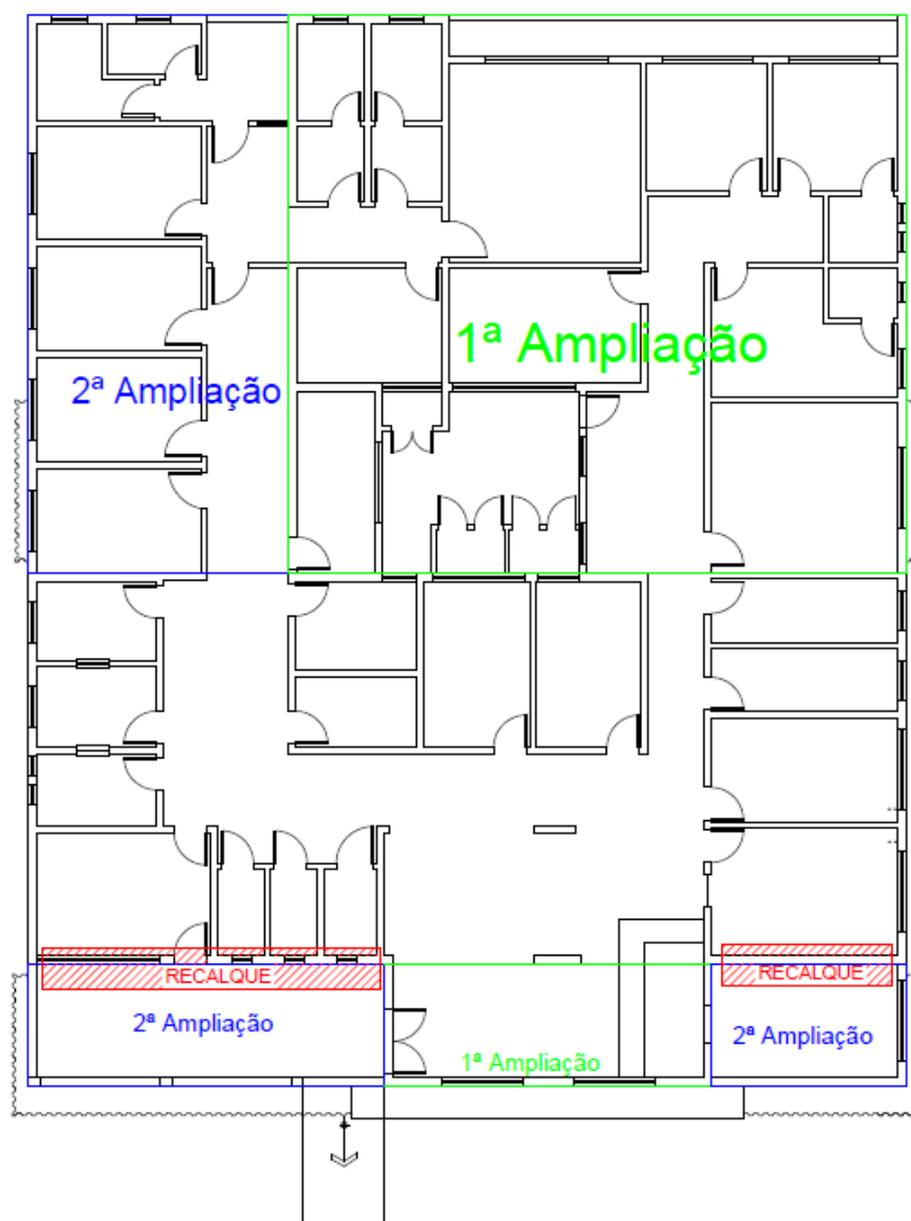
Figura 89 - Análise de uma possibilidade de recalque ao longo de um eixo principal do prédio



Fonte: Manã (1978) apud Duarte (1998).

Na Figura 90, há o destaque das regiões em que é visualizado o recalque, conforme comprovado pelo registro fotográfico, chegando a aproximadamente 1 cm na área a esquerda, onde foi possível fazer tal medição.

Figura 90 - Projeto com as regiões que sofreram recalque



Fonte: Adaptado de Joinville (2011).

As causas dos recalques diferenciais de fundação podem ser decorrentes de heterogeneidade do solo ou dos próprios elementos de apoio, por superposição de

bulbos de pressões no caso de fundações próximas ou por expansão do solo de fundação, nos quais geram esforços na maioria das vezes não previstos em projeto (CARMONA FILHO; CARMONA, 2013).

O terreno de fundação é um dos elementos responsáveis pela estabilidade da obra, em termos de capacidade de resistir aos esforços que lhe são transmitidos pela estrutura. Em qualquer construção é fundamental conhecer as características do solo, o que se pode obter através da realização de furos de sondagem (SOUZA; RIPPER, 1998).

Para ampliação da UBS Costa e Silva, não foram realizados ensaios de sondagem no terreno para verificar as características do solo. Além disso, eventuais sondagens realizadas para construção da unidade base também não foram consideradas nas ampliações, visto que não constam tais ensaios nos históricos da obra, tanto da unidade base, nos quais não foi obtido nenhuma documentação, como nas ampliações. Outro fator é que o solo do local deve conter alto índice de percolação de água (movimento subterrâneo da água através do solo), decorrente da proximidade do rio com o terreno, o que pode gerar o recalque da fundação, visto que, frequentemente, o recalque pode estar associado com a diminuição dos índices de vazios, que ocorre pela expulsão da água pelo peso da estrutura (PINTO, 2006). Nesse caso, era fundamental a realização do ensaio de sondagem como parâmetro para estipular a consistência (solos argilosos) ou estado de compacidade (arenosos) do solo, fornecendo subsídios para escolha do tipo de fundação.

Além disso, tipo e estado do solo (vários estados de compacidade - areias - ou vários estados de consistência – argilas), a interferência de fundações vizinhas, disposição do lençol freático, intensidade da carga, tipo de fundação (direta ou profunda) e cota de apoio da fundação são fatores importantes que podem levar a recalque e conseqüentemente fissuras nas edificações.

Na parte ampliada, o tipo de fundação executada foram blocos de concreto armado com perfuração a trado e estacas de 3 metros (fundação rasa).

Deve-se levar em consideração que, principalmente nas obras de ampliação, quando não são tomadas precauções, como a realização de sondagens nesse caso, com o tempo, verifica-se o surgimento de fissuras entre a construção nova e a antiga,

já que as fundações da antiga já se estabilizaram, enquanto que as fundações da nova ainda vão recalcar por um período de tempo (SOUZA; RIPPER, 1998).

#### **4.2.2 Métodos e materiais para reparo das fissuras na estrutura**

Antes de aplicar qualquer tipo de reparo nas fissuras, é importante a classificação da fissura em passivas ou ativas, visto que as ativas continuam deformando no decorrer no tempo. Algumas fissuras, que se deformam constantemente por um período de tempo e poderiam ser classificadas como ativas, posteriormente se tornam passivas, pois param de deformar. Com relação as fissuras passivas podem ser utilizadas produtos convencionais para seu tratamento, tais como epóxis de vários tipos, metacrilatos, poliuretanos chamados de estruturais, micro cimentos, entre outros. No caso das fissuras ativas o tipo de tratamento tem que ser realizado com materiais elásticos de forma a absorver as deformações sem fissurar, tais como acrílicos, borrachas, poliuretanos, entre outros (CARMONA FILHO; CARMONA, 2013).

Uma vez realizada a análise das fissuras para verificar se as mesmas são passivas ou ativas é possível proceder com os reparos. Considerando o caso mais crítico, ou seja, ativa, uma sugestão de tratamento é o sistema que se baseia em membranas acrílicas e selagem, na qual são empregados materiais como o fundo preparador de paredes, o selante acrílico, o impermeabilizante de lajes e paredes e a tela de poliéster. Segundo Corsini (2010), esse sistema é constituído de basicamente 4 etapas:

- A primeira etapa envolve a preparação da superfície com abertura de sulco (Ranhura ou depressão aberta numa superfície) sobre a fissura com aproximadamente 1,0 cm de profundidade e de largura.
- A segunda etapa é a remoção do acabamento em torno da parede, contados 10 cm para cada lado da fissura, até atingir o reboco, removendo a pintura existente. É aplicado na fissura e nas faixas laterais um fundo preparador de paredes.
- A terceira etapa consiste no tratamento da fissura. Deve-se preencher a fissura com selante acrílico por meio de aplicador. Posteriormente, após decorrer o tempo necessário, é aplicado o impermeabilizante acrílico,

diluído com 10% de água, sobre a fissura e as faixas laterais. Na segunda demão do impermeabilizante é fixada a tela de poliéster, de 20 cm de largura, sobre toda a faixa da fissura, orientando-se pela forma da fissura.

- A quarta etapa é formado pelo nivelamento da superfície com massa acrílica em camadas finas. E para finalizar, aplicado a tinta látex acrílica.

#### 4.2.3 Avaliação dos Riscos Inerentes à Estrutura

Para classificação dos riscos inerentes à estrutura em relação a manifestação patológica de maior incidência, foi verificado a espessura da abertura das fissuras e comparada com o a Tabela 5, adaptada de Burland et al (1977).

Conforme a abertura das fissuras que a unidade apresentou, a maioria encontra-se enquadrada no grau de dano pequeno, ou seja, com abertura menor que 5 mm, não apresentando risco eminente de comprometimento estrutural.

Tabela 5 - Classificação do grau de dano da fissura através da espessura da abertura

GRAU DE DANO	CLASSIFICAÇÃO DE DANO TÍPICO	ESPESSURA DAS FISSURAS (mm)
Desprezíveis	Fissura muito fina.	< 0,1
Muito pequenos	Fissuras estreitas de fácil reparo, visíveis sob inspeção detalhada.	< 1
Pequenos	Fissuras facilmente preenchidas. Várias fissuras pequenas no interior da edificação. Fissuras externas visíveis e sujeitas a infiltração. Pode afetar também portas e janelas, emperrando um pouco nas esquadrias	< 5
Moderados	O fechamento das fissuras requer significativo preenchimento. Portas e janelas emperradas.	5 a 15 ou um número de fissuras > ou = 3
Severos	Necessidade de reparos maiores. Paredes fora de prumo, com eventual deslocamento de vigas de suporte. Esquadrias de portas e janelas fora de esquadro.	15 a 25, mas também depende do número de fissuras
Muito severos	Perigo de instabilidade. Requer maior reparo envolvendo reconstrução parcial ou total.	Usualmente > 25, mas depende do número de fissuras

Fonte: Adaptado de Burland et al (1977).

## 5 CONCLUSÃO

Uma construção pode apresentar diversas manifestações patológicas e em variadas formas, nas quais impactam no desempenho da edificação, não atendendo adequadamente uma ou mais funções para as quais foi construída, encurtando, quando não tratadas, sua vida útil. Detectar as causas, normalmente é uma tarefa difícil, visto que uma mesma manifestação patológica pode ser expressa por várias causas, sendo as mesmas associadas a falhas de projeto, execução, utilização ou fatores externos. Além disso, requer experiência do profissional em identificar e classificar as patologias e apontar os devidos reparos, quando necessário. Identificações incorretas podem levar a tratamentos incorretos, o que pode impactar na segurança, estética e durabilidade da estrutura.

Nesse estudo, foi realizada a análise das patologias apresentadas na UBS Costa e Silva, com o levantamento das mesmas através de visita *in loco* e registro fotográfico. Através desse levantamento, foi identificado que as patologias mais recorrentes são fissuras, apresentando 71% de incidência, sendo que desse percentual, aproximadamente 32% são fissuras estruturais, o que tornou seu aprofundamento necessário. Medições quanto às aberturas foram realizadas para verificar os riscos que a patologia representa para a edificação.

Embasada na literatura, a possível causa do surgimento das fissuras na estrutura está associada a sobrecarga, possivelmente devido ao subdimensionamento dos pilares. Chegou-se a essa constatação conforme a configuração das fissuras e análise do projeto estrutural. Porém, não se descarta a possibilidade de recalque na fundação, visto que a unidade apresentou aproximadamente 01 cm de deformação, aparentemente, no piso de áreas que foram executadas a 2ª ampliação.

A partir do conhecimento da causa das fissuras, foi possível propor técnicas de reparo, de acordo com a classificação quanto a forma de manifestação e assumindo o tipo de atividade das fissuras. Porém, antes de proceder com os reparos, tal hipótese deve ser confirmada.

Constatou-se que as fissuras não representam riscos de condenar a estrutura, porém deve-se proceder com os reparos para não agravar o quadro atual.

Possíveis estudos podem ser realizados nessa área, como:

- Estudo aprofundado para verificar se há outras causas para as patologias apontadas, inclusive para as fissuras, sendo que nesse estudo foi aprofundado apenas o caso das fissuras estruturais;
- Estudo aprofundado para verificar se as fissuras na unidade são ativas, com várias medições, em um período de tempo maior, para comprovar se há alteração ou não da espessura da abertura com o tempo, se expandiram em dimensão e se há novas manifestações patológicas na unidade;
- Estudo aprofundado do tipo de solo do local, com realização de ensaio de compactação Proctor para obter o teor de umidade. Verificar se o solo está em processo de recalque. Se sim, estimar, com auxílio de cálculos, o quanto o solo, onde estão as segundas ampliações, vai recalcar, conforme tempo médio de compactação do solo.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, Jairo José de Oliveira. Durabilidade das Estruturas de Concreto Armado: Análise das Manifestações patológicas nas estruturas no estado de Pernambuco. 1997. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/122441>> Acesso em: 09 nov. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto — Procedimento. Rio de Janeiro, p. 238. 2014.

\_\_\_\_\_. **NBR 9575**: Impermeabilização – Seleção e Projeto. Rio de Janeiro, p. 14. 2003

BAUER, José Roberto Falcão. Caderno Técnico Alvenaria Estrutural: Patologias em Alvenaria Estrutural de Blocos Vazados de Concreto. **Revista Prisma**. São Paulo: Mandarim, v. 5, p. 33- 38.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos; MARCHETTI, Osvaldemar. **Concreto armado**: eu te amo. 3. ed., São Paulo: E. Blucher, 2010. 333 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Unidades básicas de saúde**. 25/01/2016. Disponível em: <<http://dados.gov.br/dataset/unidades-basicas-de-saude-ubs>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

BRASIL. **O que tem na UBS**. Disponível em: <<http://maismedicos.gov.br/o-que-tem-na-ubs>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

BURLAND et al. **Behaviour of Foundations and Structures**. 07/1977. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/248622590\\_Behaviour\\_of\\_foundations\\_and\\_structures](https://www.researchgate.net/publication/248622590_Behaviour_of_foundations_and_structures)>. Acesso em: 09 nov. 2018.

CAMPOS, Paulo Eduardo Fonseca de. Norma de desempenho de edificações: uma contribuição para o desenvolvimento do conceito de normativa exigencial aplicado à construção civil. **Revista Concreto & Construções**. São Paulo: IBRACON, n. 70, p. 26-31, abr./jun. 2013.

CARMONA FILHO, Antônio. Antônio Carmona Filho. **Revista Concreto & Construções**. São Paulo: IBRACON, n. 82, p. 14-22, abr./jun. 2016.

CARMONA FILHO, Antônio. CARMONA, Thomas Garcia. **Boletim Técnico**: Fissuração nas estruturas de concreto. 03/2013. Disponível em: <<http://alconpat.org.br/wp-content/uploads/2012/09/B3-Fissura%C3%A7%C3%A3o-nas-estruturas-de-concreto.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2018.

CORSINI, Rodnei. **Trinca ou fissura?** 07/2010. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/160/trinca-ou-fissura-como-se-originam-quais-os-tipos-285488-1.aspx>>. Acesso em: 06 nov. 2018.

CUNHA, Albino Joaquim Pimenta da; LIMA, Nelson Araújo; SOUZA, Vicente Custódio Moreira de. **Acidentes estruturais na construção civil**. São Paulo: Pini, 1996.1 v. 201 p.

DUARTE, R. B. **Fissuras em alvenarias**: causas principais, medidas preventivas e técnicas de recuperação. Porto Alegre: CIENTEC, 1998. Boletim Técnico n. 25

FAGUNDES NETO, Jerônimo Cabral Pereira. Vida útil e desempenho das edificações na ABNT: NBR 15575/13. **Revista Concreto & Construções**. São Paulo: IBRACON, n. 70, p. 45-50,abr./jun. 2013.

FIGUEIREDO, Enio Pazini. **Durabilidade de estruturas de concreto está sujeita à ação do meio ambiente**. Disponível em: <[https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/durabilidade-de-estruturas-de-concreto-esta-sujeita-a-acao-do-meio-ambiente\\_12727\\_0\\_1](https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/durabilidade-de-estruturas-de-concreto-esta-sujeita-a-acao-do-meio-ambiente_12727_0_1)>. Acesso em: 02 nov. 2018.

FORTES, Rita Moura; SOUZA, Christian José Nogueira de; JUNIOR, Álvaro Sérgio Barbosa. Recuperação de Piso Industrial – Peculiaridades e Dificuldades. **Revista Concreto & Construções**. São Paulo: IBRACON, n. 49, p. 34-41, jan./mar. 2008.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 175 p.

GOMIDE, Tito Lívio Ferreira. **Tipologias de Inspeção Predial**. Disponível em: <[http://www.brasilengenharia.com/portal/images/stories/revistas/edicao625/div\\_625\\_01.pdf](http://www.brasilengenharia.com/portal/images/stories/revistas/edicao625/div_625_01.pdf)>. Acesso em: 03 nov. 2018.

GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stumpf. **Noções de Orçamento e Planejamento de Obras**. 22/08/2018. Disponível em: <<http://www.engenhariaconcursos.com.br/arquivos/Planejamento/Nocoeseorcamen-toeplanejamentodeobras.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2018.

GUIMARÃES, José Epitácio Passos. **A cal**: fundamentos e aplicações na engenharia civil. São Paulo: Pini, 1997. 285 p.

HAGEMANN, Sabrina Elicker. **Materiais de construção básicos**. Disponível em: <[http://tics.ifsul.edu.br/matriz/conteudo/disciplinas/\\_pdf/apostila\\_mcb.pdf](http://tics.ifsul.edu.br/matriz/conteudo/disciplinas/_pdf/apostila_mcb.pdf)>. Acesso em: 18 jun. 2017.

HELENE, Paulo. **A Nova NB 1/2003 ( NBR 6118) e a Vida Útil das Estruturas de Concreto**. Disponível em: < <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/07/lc55.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2018.

HIBBELER, Russell Charles. Resistência dos materiais. 7ª ed. São Paulo: Pearson, 2009. 637 p.

IBDA. **O que é patologia das construções?**. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=17&Cod=1620>>. Acesso em: 02 nov. 2018.

JOINVILLE, Prefeitura Municipal. **Diário Oficial Eletrônico do Município de Joinville**. 20/12/2013. Disponível em: <<https://wwwold.joinville.sc.gov.br/public/portaladm/pdf/jornal/138e2fecf3cf0eb1bb38888347d62953.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2018.

\_\_\_\_\_. **Edital De Licitação Tomada De Preços nº264/2013**. Disponível em: <<https://www.joinville.sc.gov.br/public/edital/anexo/fdd258008280507a080f01da06766f04.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2018.

\_\_\_\_\_. **Orientações gerais sobre licitações**. Disponível em: <<https://www.joinville.sc.gov.br/servicos/orientacoes-gerais-sobre-licitacoes/>>. Acesso em: 09 set. 2018.

\_\_\_\_\_. **UBS Costa e Silva**. 28/04/2017. Disponível em: <<https://www.joinville.sc.gov.br/institucional/ubs-costa-e-silva/>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

\_\_\_\_\_. **Unidade Básica de Saúde do Costa e Silva será entregue na próxima semana**. 16/09/2015. Disponível em: <<https://wwwold.joinville.sc.gov.br/noticia/10884-Unidade+B%C3%A1sica+de+Sa%C3%BAde+do+Costa+e+Silva+ser%C3%A1+entregue+na+pr%C3%B3xima+semana.html>>. Acesso em: 22 abr. 2018.

JOINVILLE. Secretaria Municipal de Saúde. Gerência de Obras e Serviços. **Fotos: 2016**. 2016. CD-ROM.

\_\_\_\_\_. **UBS Costa e Silva: Prancha 2\_Planta Baixa 10-11-2011**. 2011. CD-ROM.

MARCELINO, Norton Walter. **Durabilidade das estruturas de concreto armado**. 30/10/2008. Disponível em: <<http://www.crea-sc.org.br/portal/index.php?cmd=artigos-detalle&id=84#.WukIAojwaM8>>. Acesso em: 01 de Maio de 2018.

MARTINS, Juliana. **Especialistas respondem às dúvidas mais comuns sobre sistemas construtivos e soluções tecnológicas**. 08/2012. Disponível em:

<<http://equipedeobra17.pini.com.br/construcao-reforma/50/artigo262902-4.aspx>>. Acesso em: 03 nov. 2018.

MEDEIROS, Marcelo Henrique Farias de; ANDRADE, Jairo José de Oliveira; HELENE, Paulo. **Durabilidade e Vida Útil das Estruturas de Concreto**. Disponível em: <<https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/07/lc55.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2018.

MILLEN, Eduardo Barros. Avaliação Técnica de Projeto é Necessária? **Revista Concreto & Construções**. São Paulo: Nywgraf, ed.4, ano 2, p. 66-67, set. 2017.

OLIVEIRA, Alexandre Magno de. **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações**. 07/2012. Disponível em: <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg2/96.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2018.

OLIVEIRA, Cristiane Sardin Padilla de; SILVA FILHO, Luiz Carlos Pinto da Silva. Análise da percepção de usuários das edificações sobre leis de inspeção e ações de manutenção preventiva. **Revista Concreto & Construções**. São Paulo: IBRACON, n. 76, p. 26-31. out./dez. 2014.

PINTO, Calos de Sousa. Curso Básico de mecânica dos solos: exercícios resolvidos: em 16 aulas. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 367 p.

PINTO, Carlos de Sousa. **Curso básico de mecânica dos solos**: com exercícios resolvidos: em 16 aulas. 3. Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 367 p.

RIO DE JANEIRO. Defesa Civil. **Construções Perigosas**. Disponível em: <[http://www0.rio.rj.gov.br/defesacivil/construcoes\\_perigosas.htm](http://www0.rio.rj.gov.br/defesacivil/construcoes_perigosas.htm)>. Acesso em: 10 nov. 2018

SAHADE, Renato Freua; MACHADO, Luciana Varella; CAVANI, Gilberto de Ranieri. **Avaliação de Sistemas de Recuperação de Fissuras em Revestimentos de Vedação**. 09/05/2013. Disponível em: <[http://cbic.org.br/forum-norma/arquivos/avaliacaodesistemasderecuperacaodefissurasderevestimentosrev3\\_compact.pdf](http://cbic.org.br/forum-norma/arquivos/avaliacaodesistemasderecuperacaodefissurasderevestimentosrev3_compact.pdf)>. Acesso em: 09 nov. 2018.

SANTOS, Altair. **Falha humana predomina nas patologias do concreto**. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/falha-humana-predomina-nas-patologias-do-concreto/>>. Acesso em: 03 nov. 2018.

SÃO PAULO. Corpo de Bombeiros. **Manual de Combate a Incêndio em Local Confinado**. 2006. Disponível em: <<https://www.bombeiros.com.br/imagens/manuais/manual-42.pdf>>. Acesso em: 07 nov. 2018.

SOUZA, Roberto de; MEKBEKIAN, Geraldo. **Qualidade na aquisição de materiais e execução de obra**. São Paulo: Pini, 1996.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998. 255 p.

UBS Brasil. **UBS Sede Costa e Silva**. Disponível em:  
<<http://www.ubsbrasil.org/sobre/ubs-sede-costa-e-silva>>. Acesso em: 07 set. 2018.

VIEGAS, Mauro Ribeiro. Mauro Ribeiro Viegas. **Revista Concreto & Construções**. São Paulo: IBRACON, n. 49, p. 08-12, jan./mar. 2008.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 205 p.

## **ANEXOS**

