



**LEVANTAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS
EXISTENTES NA ESTRUTURA DO PRÉDIO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
DA UFPR**

CURITIBA

2017



ALINE CALISTO
GABRIELLE PELLIN BONFIM
LUIZA BIANCHINI WOOD

**LEVANTAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS
EXISTENTES NA ESTRUTURA DO PRÉDIO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
DA UFPR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Pós Graduação em Patologia das Obras Civas, Pós-Graduação *lato sensu*, do Instituto IDD como requisito parcial para a obtenção do Grau de Especialista em Patologia nas Obras Civas.

Orientador: Prof. Msc. Luís César De Luca.

CURITIBA
2017

AGRADECIMENTOS

Ao professor Luís César De Luca pela relevante contribuição.

À Universidade Federal do Paraná, especialmente ao engenheiro civil Marcos Moser, pela disponibilização dos projetos e pelas autorizações concedidas para as vistorias na edificação estudada.

Aos familiares e amigos que nos apoiaram e estiveram presentes durante esta caminhada.

FOLHA DE APROVAÇÃO

LEVANTAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EXISTENTES NA ESTRUTURA DO PRÉDIO DE EDUCAÇÃO FÍSICA DA UFPR

Por

ALINE CALISTO

GABRIELLE PELLIN BONFIM

LUIZA BIANCHINI WOOD

TRABALHO APROVADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA A
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ESPECIALISTA EM PATOLOGIA NAS
OBRAS CIVIS, DO INSTITUTO IDD, PELA COMISSÃO FORMADA PELOS
PROFESSORES A SEGUIR MENCIONADOS.

Curitiba (PR) 28 de janeiro de 2017.

Luís César Siqueira De Luca, M.Sc.

Mateus de Azevedo Barão, M.Sc.

Sandro Eduardo da Silveira Mendes, M.Sc.

RESUMO

O presente trabalho possui como temática principal a determinação dos tipos de manifestações patológicas presentes na estrutura do edifício do Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná, localizado no campus Politécnico no município de Curitiba, que atualmente encontra-se abandonada, após interrupção da sua construção em 2009. Foram realizadas inspeções visuais para identificação dos problemas, quantificando-se áreas, comprimentos, elementos e pavimentos afetados. Baseando-se nos dados coletados, determinou-se a frequência de recorrência de cada manifestação patológica, ou seja, a quantificação da área de influência de cada problema, sendo esta apresentada como o percentual da área total da edificação, dos pavimentos, tipos de peças estruturais e também regiões da edificação. Constatou-se a ocorrência de 13 tipos de manifestações patológicas distintas na edificação, como a fissuração, o mapeamento das armaduras, a infiltração e peças fora de esquadro. Sendo que no pavimento de cobertura predominou a ocorrência de fissuração do concreto, nos pavimentos inferiores o mapeamento de armaduras e nas fundações visíveis (vigas baldrame) peças fora de esquadro. Foi levantado que, das áreas afetadas por defeitos, 89% são em lajes.

Palavras chave: manifestações patológicas, inspeção visual, edificação abandonada, área de influência.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da Estrutura dentro do Campus	44
Figura 2 - Panorâmica da Estrutura	45
Figura 3 - Croqui da estrutura	46
Figuras 4 e 5 - Peças fora de esquadro	60
Figura 6 - Falhas de concretagem (bicheira)	60
Figura 7 - Correção com “massa forte”	61
Figura 8 - Fissuração	61
Figuras 9 e 10 - Mapeamento de armaduras.....	62
Figuras 11 e 12 - Fissuração	62
Figuras 13 e 14 - Acúmulo de água/limo (face superior).....	62
Figuras 15 e 16 - Correção com “massa forte”	62
Figuras 17 e 18 - Mapeamento de armaduras.....	63
Figuras 19 e 20 - Fissuração	63
Figuras 21 e 22 - Acúmulo de água/limo (face superior).....	63
Figuras 23 e 24 - Correção com “massa forte”	64
Figuras 25 e 26 - Fissuração	64
Figura 27 - Chapisco	64
Figura 28 - Desnível nas lajes (10 cm).....	65
Figuras 29 e 30 - Falhas de concretagem (bicheira).....	65
Figura 31 – Legenda dos croquis de localização das manifestações patológicas e fotos.	87
Figura 32 – Croquis de localização das manifestações patológicas e fotos – TÉRREO (Parte 1).....	88
Figura 33 – Croquis de localização das manifestações patológicas e fotos – TÉRREO (Parte 2).....	89
Figura 34 – Croquis de localização das manifestações patológicas e fotos – 1º PAVIMENTO (Parte 1).....	90

Figura 35 – Croquis de localização das manifestações patológicas e fotos – 1º PAVIMENTO (Parte 2).....	91
Figura 36 – Croquis de localização das manifestações patológicas e fotos – 2º PAVIMENTO (Parte 1).....	92
Figura 37 – Croquis de localização das manifestações patológicas e fotos – 2º PAVIMENTO (Parte 2).....	93
Figura 38 – Croquis de localização das manifestações patológicas e fotos – 3º PAVIMENTO (Parte 1).....	94
Figura 39 – Croquis de localização das manifestações patológicas e fotos – 3º PAVIMENTO (Parte 2).....	95
Figura 40 – Croquis de localização das manifestações patológicas e fotos – 3º PAVIMENTO (Barrilete).....	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classes de agressividade ambiental. Fonte: ABNT (2015).....	36
Tabela 2 – Manifestações patológicas (M.P.) identificadas em toda a estrutura e suas respectivas áreas	43
Tabela 3 – Levantamento das manifestações patológicas nos Baldrames.	48
Tabela 4 – Levantamento das manifestações patológicas no 1º Pavimento e pilares que o sustentam.....	48
Tabela 5 – Levantamento das manifestações patológicas no 1º Pavimento e pilares que o sustentam (continuação).....	49
Tabela 6 – Levantamento das manifestações patológicas no 1º Pavimento e pilares que o sustentam (continuação).....	50
Tabela 7 – Levantamento das manifestações patológicas no 1º Pavimento e pilares que o sustentam (continuação).....	51
Tabela 8 – Levantamento das manifestações patológicas no 2º Pavimento e pilares que o sustentam.....	51
Tabela 9 – Levantamento das manifestações patológicas no 2º Pavimento e pilares que o sustentam (continuação).....	52
Tabela 10 – Levantamento das manifestações patológicas no 2º Pavimento e pilares que o sustentam (continuação).....	53
Tabela 11 – Levantamento das manifestações patológicas no 2º Pavimento e pilares que o sustentam (continuação).....	54
Tabela 12 – Levantamento das manifestações patológicas no 2º Pavimento e pilares que o sustentam (continuação).....	55
Tabela 13 – Levantamento das manifestações patológicas no 3º Pavimento e pilares que o sustentam.....	56
Tabela 14 – Levantamento das manifestações patológicas no 3º Pavimento e pilares que o sustentam (continuação).....	57
Tabela 15 – Levantamento das manifestações patológicas no 3º Pavimento e pilares que o sustentam (continuação).....	58

Tabela 16 – Fotografias ilustrando manifestações patológicas mais verificadas no pavimento térreo (baldrames).....	60
Tabela 17 – Fotografias ilustrando manifestações patológicas mais verificadas no pavimento térreo (baldrames) – (continuação).....	61
Tabela 18 – Fotografias ilustrando manifestações patológicas mais verificadas no 1º pavimento.	62
Tabela 19 – Fotografias ilustrando manifestações patológicas mais verificadas no 2º pavimento.	63
Tabela 20 – Fotografias ilustrando manifestações patológicas mais verificadas no 2º pavimento (continuação).	64
Tabela 21 – Fotografias ilustrando manifestações patológicas mais verificadas no 3º pavimento.	64
Tabela 22 – Fotografias ilustrando manifestações patológicas mais verificadas no 3º pavimento (continuação).	65
Tabela 23 – Área total de superfície de concreto e área afetada por manifestações patológicas.	66
Tabela 24 – Manifestações patológicas identificadas em toda a estrutura e suas respectivas áreas de influência	67
Tabela 25 – Manifestações patológicas identificadas nas vigas baldrame.....	69
Tabela 26 – Manifestações patológicas identificadas no 1º pavimento.	70
Tabela 27 – Manifestações patológicas identificadas no 2º pavimento.	71
Tabela 28 – Manifestações patológicas identificadas no 3º pavimento.	72
Tabela 29 – Manifestações patológicas por peça estrutural.	73
Tabela 30 – Manifestações patológicas identificadas nas lajes.....	74
Tabela 31 – Manifestações patológicas identificadas nos pilares.	75
Tabela 32 – Manifestações patológicas identificadas nas vigas.....	76
Tabela 33 – Manifestações patológicas identificadas na estrutura central.....	78
Tabela 34 – Manifestações patológicas identificadas nas periferias.....	79

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Manifestações patológicas identificadas em toda a estrutura e suas respectivas áreas de influência	68
Gráfico 2 – Manifestações patológicas identificadas nas vigas baldrame.	69
Gráfico 3 – Manifestações patológicas identificadas no 1º pavimento.....	70
Gráfico 4 – Manifestações patológicas identificadas no 2º pavimento.....	71
Gráfico 5 – Manifestações patológicas identificadas no 3º pavimento.....	72
Gráfico 6 – Manifestações patológicas por peça estrutural.....	73
Gráfico 7 – Manifestações patológicas identificadas nas lajes.	74
Gráfico 8 – Manifestações patológicas identificadas nos pilares.....	76
Gráfico 9 – Manifestações patológicas identificadas nas vigas.	77
Gráfico 10 – Manifestações patológicas identificadas na estrutura central.	78
Gráfico 11 – Manifestações patológicas identificadas nas periferias.....	80

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1. PROBLEMA DE PESQUISA.....	14
1.2. OBJETIVOS.....	15
1.2.1. Objetivo Geral	15
1.2.2. Objetivos Específicos	15
1.3. HIPÓTESE	15
1.4. JUSTIFICATIVAS	16
1.4.1. Tecnológicas.....	16
1.4.2. Econômicas	17
1.4.3. Sociais	17
1.4.4. Ecológicas	18
1.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	18
1.6. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO.....	19
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1. CONCRETO	21
2.1.1. Cimento Portland.....	21
2.1.2. Agregados.....	22
2.2. CONCRETO ARMADO	22
2.2.1. Aço para Estruturas de Concreto Armado	23
2.2.2. Características do Concreto Armado	24
2.3. DURABILIDADE DO CONCRETO	25
2.3.1. Mecanismos de Envelhecimento e Deterioração	26
2.3.2. Mecanismos preponderantes de deterioração relativos ao concreto	26
2.3.3. Mecanismos preponderantes de deterioração relativos à armadura	29
2.3.4. Mecanismos de deterioração da estrutura propriamente dita.....	33
2.3.5. Ações do Meio Ambiente sobre as Estruturas de Concreto	35

2.4. PATOLOGIA DE ESTRUTURAS DE CONCRETO.....	36
2.4.1. Principais Manifestações Patológicas em Estruturas de Concreto Armado	37
3. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO.....	41
3.1. MÉTODO DE DETERMINAÇÃO DA FREQUÊNCIA E ÁREA DE INFLUÊNCIA DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	41
3.1.1. Vistoria da Edificação	41
3.1.2. Determinação da Área de Influência das Manifestações Patológicas	42
4. ESTUDO DE CASO	44
4.1. EDIFICAÇÃO ESTUDADA	44
4.2. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA DE CAMPO.....	46
4.2.1. Levantamento de Dados	47
4.2.2. Levantamento Fotográfico	60
5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	66
5.1. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA ESTRUTURA EM GERAL	66
Gráfico 1 – Manifestações patológicas identificadas em toda a estrutura e suas respectivas áreas de influência	68
5.2. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS POR PAVIMENTOS	68
5.2.1. Vigas Baldrame (Fundação).....	68
5.2.1. 1º Pavimento.....	70
5.2.1. 2º Pavimento.....	71
5.2.1. 3º Pavimento (Laje de cobertura).....	72
5.3. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS POR PEÇA ESTRUTURAL..	73
5.3.1. Lajes	74
5.3.1. Pilares	75
5.3.1. Vigas.....	76

5.1. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS POR REGIÃO CONSTRUÍDA	
77	
5.1.1. Estrutura Central	77
5.1.2. Periferias.....	79
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	81
6.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
6.2. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	82
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
8. ANEXOS	87
8.1. CROQUIS DE LOCALIZAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS E FOTOS	87
8.2. DOCUMENTÁRIO FOTOGRÁFICO COMPLETO.....	97

1. INTRODUÇÃO

Em 2007 foi iniciada a obra de um novo prédio situado na Universidade Federal do Paraná (UFPR) no campus Centro Politécnico. O projeto deste prédio previa 3 pavimentos com estrutura de concreto armado e cobertura de estrutura metálica.

Em 2009 a execução da obra supracitada foi paralisada, tendo apenas a estrutura de concreto armado concluída. Desde então, a edificação encontra-se abandonada.

Caso a obra estivesse concluída, estaria sendo utilizada como sede do novo Departamento Educação Física da UFPR, um prédio grande o suficiente para comportar todos os alunos do curso.

A durabilidade e o alcance da vida útil projetada de uma estrutura de concreto armado estão intimamente ligados ao projeto, execução, proteção e manutenção da obra após o término da execução. No prédio ora estudado, os quesitos de proteção e manutenção da estrutura são inexistentes. Nesta linha, consequentemente, a vida útil será diminuída.

Neste trabalho serão identificadas as manifestações patológicas presentes na estrutura do prédio supracitado. Após identificação, as manifestações serão separadas por andar e suas áreas de influência levantadas e comparadas.

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

Quais são as manifestações patológicas encontradas na estrutura de concreto armado abandonada ora estudada?

1.2. OBJETIVOS

Aqui serão mencionados os objetivos gerais e específicos do presente trabalho.

1.2.1. Objetivo Geral

Levantar as manifestações patológicas existentes na estrutura de concreto armado do prédio de Educação Física da UFPR, que se encontra abandonado.

1.2.2. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- i. Comparar as manifestações patológicas por andar;
- ii. Quantificar a frequência de recorrência de cada manifestação patológica encontrada (área de influência).

1.3. HIPÓTESE

Visto que a estrutura estudada é de concreto armado e está abandonada, sofrendo maior exposição a fatores degradantes, serão encontradas distintas manifestações patológicas, sendo as mais frequentes, como hipótese, a corrosão de armaduras, a fissuração do concreto e problemas decorrentes da umidade como, por exemplo, infiltração e eflorescência. Sendo mais recorrentes,

hipoteticamente, no andar superior e cobertura, já que estão mais expostos às intempéries.

1.4. JUSTIFICATIVAS

Apresentam-se neste tópico as justificativas tecnológicas, econômicas, sociais e ecológicas para realização do presente trabalho.

1.4.1. Tecnológicas

Sabe-se que o concreto armado, assim como outros métodos construtivos, se deteriora com o passar dos anos, e que a ação do ambiente influencia em sua durabilidade (MEDEIROS *et al.*, 2011).

De acordo com a norma NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento vigente na época da elaboração do projeto da estrutura, ora estudada, a durabilidade é a capacidade da estrutura em resistir às influências previstas e definidas, em conjunto pelo autor do projeto estrutural e o contratante, no início dos trabalhos de elaboração do mesmo.

Ainda, a mesma norma define vida útil como o período de tempo no qual as características das estruturas de concreto se mantêm, desde que atendidos os requisitos de uso e manutenção previstos pelo projetista e pelo construtor, bem como de execução dos reparos necessários decorrentes de danos acidentais.

Nesta linha, como a estrutura, objeto de estudo deste trabalho, encontra-se abandonada há 7 anos, se faz necessária a determinação das principais manifestações patológicas, na estrutura em questão, para que estas sejam analisadas, bem como determinados seus mecanismos de degradação da estrutura. Somente após caracterização da patologia que originou o dano

encontrado se pode definir as técnicas e materiais adequados objetivando recuperação da estrutura para que então seja prosseguido o término da obra.

1.4.2. Econômicas

A verba para execução da obra estudada é de fonte pública destinada à educação. Esta fonte, infelizmente, é reduzida. Nesta linha, os recursos angariados para a execução do objeto de estudo foram desperdiçados e, com o tempo, a obra abandonada está perdendo valor. Além disso, independente da fonte financeira, uma obra abandonada terá o orçamento inicial extrapolado, pois conforme estipulado pela Lei de Sitter (SITTER, 1984 *apud* HELENE, 1992, p. 24), o custo de reparo de uma estrutura cresce numa progressão geométrica de razão 5. Portanto, este trabalho visa quantificar as manifestações patológicas presentes na obra com fim de facilitar e reduzir, mesmo que seja em pouca quantidade, o custo para elaboração de um projeto de reparo.

1.4.3. Sociais

A comunidade acadêmica do curso de Educação Física está sendo prejudicada com o abandono da obra de ampliação de seu departamento, pois seus mais de 600 alunos não tem um lugar fixo para suas aulas, e têm que se dividir entre o campus Politécnico e o campus da Reitoria (JORNAL UFPR, 2015). Deste modo, este trabalho será uma diretriz na avaliação das necessidades de reparo da edificação para que esta possa ser devidamente utilizada.

1.4.4. Ecológicas

A estrutura do objeto de estudo é constituída por concreto e aço. O concreto é feito de cimento Portland, areia, brita e água (BAUER, 2011). Já o aço é uma liga metálica de, principalmente, ferro e carbono. No processo industrial do aço se utiliza água (ALMEIDA, 2002). Portanto, é facilmente notável que as matérias primas da estrutura são de fontes não renováveis. Indiretamente há o consumo intangível de oriundos de fontes não renováveis.

Ainda, a fabricação de cimento Portland é responsável por 7% das emissões globais anuais de CO₂ (MANCIO, 2011).

Nesta linha, é preferível reparar uma estrutura danificada a inutilizá-la.

1.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A proposta deste trabalho é verificar as manifestações patológicas existentes na estrutura de concreto armado do prédio do Departamento de Educação Física da UFPR. Tal verificação será qualitativa e quantitativa e se desdobrará nas etapas descritas a seguir.

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre estruturas em concreto armado e sua durabilidade e sobre as principais manifestações patológicas em edificações.

Em seguida, o levantamento de dados diversos do prédio, como da existência de projetos e seu contexto histórico.

Neste trabalho foi utilizado o método científico do tipo “estudo de caso” (GIL, 2002), e sua efetivação foi feita através de vistorias e inspeções visuais no prédio, contemplando: o mapeamento das manifestações patológicas

encontradas; relatório fotográfico; croquis para identificação da distribuição das manifestações patológicas; caracterização da situação atual da edificação.

Finalmente, foi realizada uma compilação dos dados levantados em campo para a determinação das manifestações patológicas encontradas e suas frequências.

1.6. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

A apresentação deste trabalho se dá em seis capítulos, conforme apresentado a seguir.

O **Capítulo 1** apresenta o problema de pesquisa e seus objetivos, bem como delinea as principais justificativas para a realização deste estudo e os procedimentos metodológicos a serem adotados.

O **Capítulo 2** apresenta a revisão bibliográfica e discorre sucintamente sobre os materiais utilizados na construção da estrutura e os tipos de manifestações patológicas mais comumente verificados em estruturas de concreto armado expostas a intempéries.

No **Capítulo 3** está inserida a descrição da metodologia de avaliação utilizada para levantamento dos defeitos verificados na estrutura, incluindo a descrição dos métodos adotados para a determinação da área de influência das manifestações patológicas.

O **Capítulo 4** trata sobre o estudo de campo empregado neste trabalho, apresentando a descrição da estrutura e a vistoria, resumindo os principais defeitos encontrados.

O **Capítulo 5** apresenta a análise dos resultados deste estudo, indicando as principais manifestações patológicas encontradas na estrutura em geral, por pavimentos e tipo de peças estruturais.

O **Capítulo 6** apresenta as considerações finais acerca da pesquisa e as recomendações para trabalhos futuros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta uma breve revisão bibliográfica sobre as definições de concreto, aço, concreto armado e sua durabilidade e as principais manifestações patológicas nas edificações.

2.1. CONCRETO

O concreto de uso convencional é o produto resultante do endurecimento de uma mistura de cimento Portland, agregados miúdos e graúdos e água, adequadamente proporcionada.

2.1.1. Cimento Portland

Segundo Bauer (2011), o cimento Portland é aglomerante pulverulento, constituído de silicatos e aluminatos de cálcio, praticamente sem cal livre. Estes silicatos e aluminatos, ao entrarem em contato com a água, hidratam-se e produzem o endurecimento da massa, oferecendo resistência mecânica.

Este tipo de cimento é resultado da moagem do clínquer, que é obtido pelo cozimento até a fusão insipiente da mistura de calcário e argila dosada e homogeneizada, de tal forma que toda a cal se combine com os compostos argilosos para que, após o cozimento, não haja cal livre em quantidade prejudicial. Após o cozimento, é feita pequena adição de sulfato de cálcio a fim de regularizar o tempo de início das reações do aglomerante com a água (BAUER, 2011).

2.1.2. Agregados

Agregado é o material granular, sem forma e volume definidos, geralmente inertes, de dimensões e propriedades adequadas para uso em obras de engenharia.

A NBR 7211:2009 Agregados para concreto - Especificação divide os agregados em naturais e artificiais. Os naturais são aqueles provenientes da natureza, já os artificiais são aqueles obtidos por processos industriais ou originados a partir de materiais sintéticos tais como produtos ou rejeitos industriais.

A mesma norma classifica os agregados em miúdos e graúdos. Os miúdos são aqueles cujos grãos passam pela peneira ABNT 4,75mm e ficam retidos na peneira 0,15mm. Os graúdos são aqueles cujos grãos passam por uma peneira de malha quadrada com abertura nominal de 75 mm e ficam retidos na peneira ABNT 4,75mm.

2.2. CONCRETO ARMADO

Segundo Helene (2005) o concreto de cimento Portland tem provado ser o material de construção mais adequado para estruturas, superando com grande vantagem, alternativas viáveis como a madeira, aço ou alvenaria.

A grosso modo, o concreto resiste à tração o equivalente a 10% de sua resistência à compressão. Já o aço possui grande resistência à tração. Portanto, uniram-se os dois materiais criando o concreto armado.

O dimensionamento do concreto armado é regido pela ABNT NBR 6118:2014 – Projeto de estruturas de concreto armado.

2.2.1. Aço para Estruturas de Concreto Armado

Os aços para estruturas de concreto armado são ligas de ferro que contém materiais como carbono, manganês, silício e cromo com o intuito de melhorar suas propriedades, porém podem conter também impurezas não metálicas como combinações de fósforo e enxofre. Conforme a composição desta liga, resultam diferentes propriedades do aço, sendo o teor de carbono a característica mais importante, já que esta define a resistência mecânica do aço (ALMEIDA, 2002).

A norma brasileira ABNT NBR 7480:2007 classifica os aços utilizados para estruturas de concreto armado em dois tipos, conforme apresentado a seguir:

- a) **Barras:** produtos de diâmetro nominal 6,3 mm ou superior, obtidos exclusivamente por laminação a quente, sem processo posterior de deformação mecânica;
- b) **Fios:** produtos de diâmetro nominal 10,0 mm ou inferior, obtidos a partir de fio-máquina por trefilação ou laminação a frio.

Esta mesma norma classifica, ainda, os aços em três grupos de acordo com suas características geométricas, sendo eles: CA-50, CA-60 e CA-25. O número indicativo de cada grupo é o valor característico do limite de escoamento a tração, expresso em kN/cm².

Segundo Fusco (2007) os diferentes fios e barras de aço, existentes no mercado brasileiro podem ser divididos em duas classes, A e B, de acordo com seu processo de fabricação. A classe A é constituída pelas barras produzidas por laminação a quente sem posterior deformação a frio. Estes materiais possuem escoamento bem definido. Já a classe B é composta pelos fios e barras obtidos por processos de deformação a frio. Para estes, o escoamento é determinado pela tensão que provoca a deformação residual de 0,2%.

A capacidade de aderência das barras de aço ao concreto, caracterizada pelo coeficiente de conformação superficial, também é indispensável para a ideal especificação do tipo de armadura. A tendência atual é para a consideração de apenas dois tipos de conformidade superficial: barras lisas e barras de alta aderência (nervuradas) (FUSCO, 2007).

Para garantir a origem, especificação e qualidade da armadura utilizada nas estruturas de concreto, e assim evitar problemas construtivos e manifestações patológicas, Fusco (2007) ressalta a importância de se verificar na obra se os materiais recebidos respeitam as exigências de identificação da ABNT NBR 7480:2007 e realizar o controle de aceitação das mesmas através de ensaios mecânicos. Com os conhecimentos atuais, julga-se indispensável controlar os aços simultaneamente pelo ensaio de tração e de dobramento.

2.2.2. Características do Concreto Armado

A boa resistência mecânica do conjunto concreto – aço é a principal qualidade do concreto armado. Este trabalho em conjunto possibilita melhores resultados no quesito de esforços de flexão (ISAIA, 2011).

De acordo com Isaia o concreto armado se destaca como material estrutural por excelência devido às suas principais características, listadas a seguir:

- a)** Disponibilidade de matéria-prima;
- b)** Versatilidade de moldagem;
- c)** Hiperestaticidade;
- d)** Facilidade de execução;
- e)** Durabilidade;
- f)** Custo;
- g)** Sustentabilidade.

2.3. DURABILIDADE DO CONCRETO

Nas duas últimas décadas pôde-se observar uma tendência mundial em privilegiar a durabilidade e a extensão da vida útil de serviço das estruturas de concreto nos aspectos de projeto. Tal tendência surgiu em função da crescente quantidade de problemas de degradação precoce das estruturas e exigências de sustentabilidade do setor de Construção Civil (CLIFTON *apud* MEDEIROS *et al.*, 2011).

Pelo conceito definido pela ABNT NBR 6118:2014 durabilidade é o resultado da interação entre a estrutura de concreto, as condições ambientais e as condições de uso, de operação e de manutenção da mesma. Esta mesma norma estipula que as estruturas de concreto devem ser projetadas e construídas de modo que, sob as condições ambientais previstas na época do projeto e quando utilizadas conforme preconizado em projeto, conservem sua segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o prazo correspondente à sua vida útil.

A ABNT NBR 6118:2014 define vida útil de projeto como o período de tempo durante o qual se mantêm as características das estruturas de concreto, sem intervenções significativas, desde que atendidos os requisitos de uso e manutenção prescritos pelo projetista e pelo construtor, bem como de execução dos reparos necessários decorrentes de danos acidentais.

Seguindo a linha de MEDEIROS *et al* (2011), atualmente, nos estudos de durabilidade, é indispensável à separação dos ambientes agressivos à armadura dos ambientes agressivos ao concreto, visto que a armadura da estrutura como um todo depende da resistência do concreto, da resistência da armadura e da resistência da própria estrutura, pois qualquer um que se deteriore comprometerá todo o conjunto.

O conhecimento da durabilidade e previsão da vida útil das estruturas de concreto são fundamentais para auxiliar na previsão do seu comportamento a

longo prazo, prevenir manifestações patológicas precoces nas estruturas e contribuir para a economia e sustentabilidade no setor (MEDEIROS *et al.*, 2011).

2.3.1. Mecanismos de Envelhecimento e Deterioração

As normas brasileiras ABNT NBR 6118:2014 e ABNT NBR 12655:2006 descrevem os mecanismos mais importantes e frequentes de deterioração das estruturas de concreto conforme listado a seguir:

2.3.2. Mecanismos preponderantes de deterioração relativos ao concreto

Segundo a NBR 6118 (2014), os principais mecanismos de deterioração do concreto são:

2.3.2.1. Lixiviação

Segundo Almeida e Sales (2014), as águas puras e águas moles possuem pouco ou nenhum íon de cálcio e magnésio. Quando estas águas entram em contato com a pasta de cimento Portland tendem a hidrolisar os compostos à base de cálcio. Sendo o hidróxido de cálcio o composto mais susceptível a hidrólise.

O processo de hidrólise continua até que maior parte do hidróxido seja lixiviada.

Ainda, o produto lixiviado pela hidrólise do hidróxido de cálcio em contato com o CO₂ presente no ar pode formar uma crosta esbranquiçada de carbonato de cálcio na superfície do concreto, conhecida como eflorescência.

Para prevenir sua ocorrência, recomenda-se restringir a fissuração, de forma a minimizar a infiltração de água, e proteger as superfícies expostas com produtos específicos, como os hidrófugos.

2.3.2.2. Expansão por sulfato

De acordo com Almeida e Sales (2014), os íons sulfatos presentes em águas e solos contaminados podem penetrar no concreto e reagir com componentes da matriz do cimento, gerando produtos expansivos.

Os sulfatos podem ser encontrados em águas deletérias ao concreto, de origens industriais como naturais.

Geralmente o ataque por sulfatos ocorre em três fases: penetração dos íons sulfato na matriz do cimento, reação dos sulfatos com o hidróxido de cálcio, formado gesso (gipsita) e na reação do gesso com os aluminatos, resultado em compostos expansivos como a etringita.

De acordo com Bertolini *apud* Almeida e Sales (2014) a reação mais perigosa deste tipo de ataque é ligada à formação de etringita, a qual ocasiona maiores efeitos expansivos. Estes podem ser provocados pelo acréscimo de cristais de etringita, como pela expansão resultante da absorção de água por parte da etringita pouco cristalina. Além disso, o sulfato de magnésio tem efeito mais agravante do que os demais sulfatos, uma vez que também ataca os silicatos hidratados de cálcio presentes na matriz do concreto.

A severidade do ataque depende do teor de sulfatos no solo e na água em contato com o concreto, bem como das características do concreto.

A prevenção pode ser feita pelo uso de cimento resistente a sulfatos (baixo teor de C_3A), conforme ABNT NBR 5737, bem como adições de pozolanas haja vista reações pozolânicas consumirem o hidróxido de cálcio

produzido pela hidratação do clínquer, reduzindo, portanto, as consequências do ataque. Também, reduz a velocidade de penetração dos sulfatos.

2.3.2.3. Reação álcali-agregado

Segundo Ribeiro e Cunha (2014) as reações álcalis-agregados (RAA) são reações químicas, que se desenvolvem entre constituintes reativos dos agregados e íons alcalinos e hidroxilos presentes na solução intersticial da pasta de cimento.

Essas reações possuem como característica principal a grande expansão, causando tensões internas no concreto, como consequência temos a sua fissuração. Também podem surgir eflorescências e exsudações na superfície do concreto.

Devido ao intenso quadro fissuratório, a RAA favorece a instalação de outros problemas como a carbonatação e a corrosão de armaduras.

Existem três tipos distintos de RAAs, sendo elas: reações álcalis-sílica (RAS), reações álcalis-silicato e reações álcalis-carbonato.

A reação álcalis-sílica é o tipo mais comum de RAA. Trata-se de reação entre a sílica reativa, instável em meio de elevado pH, presente nos agregados e os íons alcalinos (Na^+ e K^+) e hidroxilos (OH^-) presentes na solução intersticial da pasta de cimento. Assim, forma-se o gel de silicato alcalino. A velocidade desta reação depende da concentração de hidróxidos alcalinos na solução intersticial.

Os íons cálcio (Ca^{2+}) provenientes da portlandita (hidróxido de cálcio) formada pelas reações de hidratação do cimento, penetram no gel de silicato gerando géis de silicatos de cálcio, sódio e potássio. Estes são capazes de absorver moléculas de água e expandir, gerando forças expansivas.

A reação álcalis-silicato tem mecanismos similares a RAS, contudo de velocidade mais lenta.

Ainda, conforme Ribeiro e Cunha (2014) a reação álcalis-carbonato é uma desdolomitização, ou seja, decomposição do carbonato duplo de cálcio e magnésio (dolomita) por ação da solução intersticial alcalina, a qual origina um enfraquecimento da ligação pasta de cimento-inerte.

Nesta reação não há formação de géis expansivos. Portanto, a expansão é atribuída à absorção de íons hidróxilos pelos minérios da argila.

Para ocorrer RAA é necessário: umidade elevada, alcalinidade suficientemente elevada da solução intersticial, existência de inertes reativos. Ainda, quanto maior a temperatura maior a expansão. Também, a força de expansão é maior à medida que diminui a superfície específica do material.

O projetista deve identificar no projeto o tipo de elemento estrutural e sua situação quanto à presença de água, bem como deve recomendar as medidas preventivas, quando necessárias, de acordo com a ABNT NBR 15577-1.

2.3.3. Mecanismos preponderantes de deterioração relativos à armadura

Segundo a NBR 6118:2014, os principais mecanismos de deterioração à armadura são despassivação por carbonatação e despassivação por ação de cloretos. Contudo, ainda há lixiviação do hidróxido de cálcio presente na pasta de cimento e exposição de armaduras por ausência de cobrimento, deixando-a exposta ao contato direto com os agentes oxidantes, bem como inserção em meio não alcalino.

2.3.3.1. Despassivação por carbonatação

De acordo com Ribeiro e Cunha (2014), a alta alcalinidade do concreto é devido a presença de hidróxido de cálcio Ca(OH)_2 na solução intersticial do concreto. Quando exposto ao dióxido de carbono CO_2 , juntamente com a umidade, há reação que transforma o hidróxido de cálcio em carbonatos. Tal mecanismo é conhecido como carbonatação.

O pH, ou seja, potencial hidrogeniônico, do carbonato de cálcio CaCO_3 , resultante da reação de carbonatação, é aproximadamente 9,4 à temperatura ambiente. Nesta linha, a camada passivadora do aço é alterada.

O produto de carbonatação obstrui os poros superficiais do concreto, dificultando o acesso de CO_2 , presente no ar, ao interior do concreto.

Nesta linha, há tendência de que a carbonatação atinja profundidade máxima com o tempo.

De outro lado, o acesso do CO_2 ao interior do concreto, bem como umidade presente no ambiente, dependem da porosidade do concreto. Portanto, concretos com relação água/cimento elevada favorecem o avanço da frente de carbonatação, bem como sua velocidade de avanço.

Também, na presença de água e excesso de CO_2 , juntamente com o carbonato de cálcio resultante da carbonatação pode ocorrer reação de formação de bicarbonatos, que devido ao seu comportamento ácido, reduzem o pH para valores quase neutros.

Nesta condição, a barra de aço fica despassivada. Assim, se instala a corrosão eletroquímica.

Segundo Sousa (2014), o processo de corrosão é espontâneo, causado pela necessidade do material em atingir o seu estado de menor energia, que é o seu estado mais estável, geralmente em óxidos ou hidróxidos. Ainda, quando são processados e, portanto, apresentando estado metálico, tendem ao entrar em

contato com o meio ambiente reagir espontaneamente, se transformando em composto de menor estado de energia.

A corrosão ocorrida nas armaduras é caracterizada pela transferência de elétrons e íons entre duas regiões distintas do metal, sendo denominada corrosão eletroquímica. O mecanismo da corrosão eletroquímica é um fenômeno de superfície caracterizado pela dissolução do material causada pelas reações de redução e oxidação. Caracteriza-se pelo fluxo de elétron e íons entre as regiões catódicas e anódicas.

Resumidamente, um agente oxidante (oxigênio e hidrogênio, por exemplo) ao entrar em contato com a superfície do metal recebe elétrons, ocorrendo, portanto, a reação de redução situada no cátodo. De outro lado, fornecimento do elétron é originado da reação de oxidação localização do ânodo. A transferência de elétrons é feita pelo próprio metal que se comporta como eletrodo e, para tanto, necessita da presença de um eletrólito, que no caso do concreto armado é a água presente nos poros. O metal que sofre oxidação e, portanto, perde elétrons, se transforma em um cátion e se desprende da estrutura metálica ocorrendo a dissolução do metal.

O cátion metálico originado do processo de corrosão pode sofrer dissolução ou reagir com elemento presentes no meio como o oxigênio e a hidroxila, resultando em um filme superficial. Este pode apresentar características de porosidade, ausência de compactação e baixa aderência e, portanto, não elevar a resistência à corrosão do material.

Na condição passivada estará presente na superfície da armadura um filme de Fe_3O_4 e, portanto, filme passivo que protege a armadura contra corrosão na ausência de íons cloreto uma vez que estes interagem com o filme passivo tornando-o não protetor, independente do pH do meio.

De outro lado, quando diminuído o pH o filme passivo de Fe_3O_4 deixa de ser estável, passando a ser formado o $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ que não fornece proteção à armadura. Tal óxido também é conhecido como ferrugem. A formação

de filme não passivo geralmente causa aumento de volume da ordem de 6 vezes. Nesta linha, é exercida pressão sobre a camada de concreto, que por sua vez fissura e pode se desprender, facilitando a entrada de agentes oxidantes.

As medidas preventivas consistem em dificultar o ingresso dos agentes agressivos ao interior do concreto. O cobrimento das armaduras e o controle da fissuração minimizam este efeito, sendo recomendável um concreto de baixa relação água/cimento.

2.3.3.2. Despassivação por ação de cloretos

Segundo Sousa (2014), na presença de cloretos junto à armadura ocorre corrosão por pite. Este é um tipo de corrosão localizada caracterizada pela formação de pite, ou seja, uma cavidade com elevada relação entre comprimento e diâmetro.

Os íons halogênios, sendo o mais agressivo o íon cloreto, são capazes de penetrar com facilidade através do filme óxido, também conhecido como camada passivadora, que envolve a armadura em condições normais.

A ruptura deste filme, ainda que parcial e pontual, é a etapa inicial da corrosão por pite. Este tipo de corrosão apresenta mecanismo autocatalítico, ou seja, no interior do pite são produzidas condições que propiciam a continuidade do processo corrosivo. O íon cloreto se associa ao metal resultante de dissolução no interior do pite e forma o cloreto metálico. Após, ocorre hidrólise do cloreto metálico resultando no ácido clorídrico (HCl). Este, por sua vez, liberando o ânion Cl^- para reagir cátions metálicos e reiniciar o processo.

Nota-se que a presença da água é essencial para o prosseguimento das reações sucintamente apresentadas acima. Nesta linha, como medida protetora basta evitar a penetração da água, mesmo que não se evite a penetração dos ânions agressivos. Também é recomendável o uso de um concreto de baixa

porosidade, bem como o uso de cimento composto com adição de escória ou material pozzolânico.

2.3.3.3. Lixiviação do concreto

De acordo com Almeida e Sales (2014), com a lixiviação do hidróxido de cálcio presente na pasta de cimento e responsável pela alcalinidade da solução intersticial presente nos poros do concreto, há diminuição do pH. Nesta linha, pode ocorrer despassivação da armadura em trechos com avançada lixiviação do Ca(OH)_2 .

Portanto, se deve proteger a peça de concreto para evitar percolação de água provenientes de infiltrações.

2.3.4. Mecanismos de deterioração da estrutura propriamente dita

São todos aqueles relacionados às ações mecânicas, movimentações de origem térmica, impactos, ações cíclicas (fadiga), retração, deformação lenta (fluência) e relaxação, bem como as diversas ações que atuam sobre a estrutura. Sua prevenção requer medidas específicas, que devem ser observadas em projeto, de acordo com Normas Brasileiras específicas.

Ainda, há mecanismos de deterioração originados por erros de execução, sendo os principais: desnível em lajes, segregação do concreto e peças fora de esquadro.

2.3.4.1. Desnível em lajes

Desníveis em laje com inclinações tendendo ao centro da peça ocasionam acúmulo de água. Este acúmulo além de gerar sobrecargas não previstas pelo projetista estrutural, facilita a percolação de água ao interior da peça.

2.3.4.2. Segregação do concreto.

De acordo com Helene (1992) as causas para segregação do concreto, também conhecidos como nichos de concretagem ou “bicheiras”, são: dosagem inadequada, dimensão do agregado gráúdo inadequada, lançamento e adensamento do concreto inadequados e taxa excessiva de armadura.

Esses vazios de concretagem ocasionam perda parcial da resistência à compressão da peça haja vista diminuição da seção transversal preenchida por concreto, bem como facilita a entrada de agentes oxidantes, podendo ocorrer despassivação precoce da armadura inserida na peça com segregação de concreto.

2.3.4.3. Peças fora de esquadro

O fluxo de cargas da estrutura para peças fora de esquadro se dá de forma excêntrica, ou seja, deslocada do eixo da peça. Tal condição quando não prevista pelo projetista estrutural pode causas aberturas de fissuras como forma de aliviar a tensão sofrida pela peça. Por tais aberturas pode iniciar a percolação de água ao interior da peça, bem como entrada de agentes agressivos.

2.3.5. Ações do Meio Ambiente sobre as Estruturas de Concreto

A durabilidade das estruturas de concreto está diretamente ligada às características e aspectos relativos aos constituintes dessa estrutura (agregados, cimento, aço, etc.), de sua mistura (relação água/cimento, aditivos, adições, etc.) e da sua construção (condições de cura, vibração, etc.). Além disso, o meio ambiente onde esta estrutura está inserida contribui, positiva ou negativamente, para a sua durabilidade, visto que um concreto devidamente especificado e executado para certo tipo de ambiente tenha sua vida útil reduzida significativamente se for utilizado em ambientes diferentes (LIMA, 2011).

Segundo Lima (2011) as condições ambientais sob as quais uma determinada estrutura de concreto está exposta são tão importantes quando suas propriedades mecânicas quando se considera a sua vida útil de serviço. A degradação das estruturas de concreto, sejam elas protendidas, armadas ou não armadas, está sob influência de parâmetros ambientais tais quais: temperatura, amplitude térmica, umidade relativa, chuva, vento, poluição, agressividade da água, entre outras.

Ainda conforme apresentado por Lima (2011), a ação do meio ambiente nas estruturas de concreto é subdividida de acordo com o ambiente onde estão inseridas, usualmente esta classificação é feita em dois diferentes ambientes: urbano e marinho. Somado a esses, podem existir ambientes específicos caracterizados pela presença de substâncias particulares, como por exemplo os esgotos e estações de tratamento de água.

A norma ABNT NBR 6118:2014 preconiza que a agressividade do ambiente se refere às ações físicas e químicas que atuam sobre a estrutura de concreto, independente das ações mecânicas e outras previstas no dimensionamento da mesma. Esta norma estabelece também a classificação da agressividade ambiental, conforme, para que, durante a elaboração de seus

projetos, a estrutura possa ser simplificada de acordo com as condições a qual estará exposta.

Tabela 1 – Classes de agressividade ambiental. Fonte: ABNT (2015).

Classe de Agressividade Ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	

^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

^b Pode-se com uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos, ou regiões onde chove raramente.

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes e indústrias químicas.

2.4. PATOLOGIA DE ESTRUTURAS DE CONCRETO

Segundo Azevedo (2011), a Patologia é uma ciência aplicada tradicionalmente na medicina, que pode ser denominada como: o estudo das doenças, de suas origens, sintomas, agentes causadores, e qual seu processo de ocorrência. Já nas estruturas de concreto as doenças são os danos, que mostram que há um desempenho impróprio de algum elemento estrutural ou da estrutura em si.

A patologia envolve uma análise mais profunda dos sinais de defeitos que se manifestam na estrutura, estuda suas origens e possíveis causas e também os mecanismos de ação dos agentes envolvidos, o que se pode chamar de Diagnóstico da patologia. Depois de feito este diagnóstico, considerando as

questões econômicas e técnicas, é feito a escolha de qual a ação corretiva mais eficiente para resolver o problema, esta fase é chamada de Terapia (AZEVEDO, 2011).

2.4.1. Principais Manifestações Patológicas em Estruturas de Concreto Armado

As principais manifestações patológicas que ocorrem em estruturas de concreto armado estão listadas a seguir.

2.4.1.1. Fissuração

Segundo Timerman (2011) a formação ou não de fissuras em Estruturas de concreto influenciará diretamente na durabilidade das mesmas, pois facilita a entrada de agentes agressivos.

As fissuras são as manifestações mais comuns e com maior ocorrência em estruturas de concreto, é o dano mais visível a proprietários, lhes mostrando que algo atípico está acontecendo (SOUZA & RIPPER, 1998).

As fissuras podem ocorrer por diversas razões, intrínsecas ou extrínsecas, e para que as causas sejam corretamente identificadas se faz necessário o desenvolvimento de uma análise, que mostre a configuração das fissuras, de sua abertura, de sua variação com o passar do tempo e por fim da extensão e profundidade das mesmas (SOUZA & RIPPER, 1998).

Timerman (2011) classifica as fissuras em dois grupos:

a) Fissuras anteriores ao endurecimento do concreto:

Assentamento plástico, retração plástica, fissuras em mapa e por assentamento do concreto ou perda de aderência da armadura.

b) Fissuras posteriores ao endurecimento do concreto:

Retração térmica prematura, retração hidráulica, reação álcali agregado, corrosão das armaduras e por ações mecânicas.

2.4.1.2. Corrosão das Armaduras

De maneira geral a corrosão é a deterioração de um material, por ação química ou eletroquímica do meio ambiente, aliada ou não a ações mecânicas (SOUZA *apud* GENTIL, 1998).

No caso das barras de aço que estão imersas em concreto, a deterioração é caracterizada pela despassivação da superfície exterior das barras.

Segundo Timerman (2011) a armadura de aço em uma estrutura de concreto armado não é suscetível à corrosão, porém se houver algum tipo de contaminação ou deterioração do concreto ela pode ocorrer. O processo é irreversível uma vez que iniciado, e ocorre pela interação eletroquímica do Ferro com o concreto, formando assim um efeito de pilha.

Segundo Perdrix (1992) a velocidade de deterioração do aço é significativa após o processo de corrosão iniciar, e os fatores que a influenciam são: Teor de umidade, a proporção de cloretos, a temperatura e a existência de macropares galvânicos.

A corrosão se apresenta de diversas formas, em geral são classificadas em (SOUZA, 1998):

- a) Corrosão por tensão fraturante:** Ocorre em aços que são submetidos a grandes esforços mecânicos (protensão);
- b) Corrosão pela presença de hidrogênio atômico:** fragiliza e fratura os aços;

c) Corrosão por Pite localizada: Caracterizada pela ação de íons agressivos, principalmente cloretos, sempre que se tenha umidade e presença de oxigênio.

d) Corrosão por Pite generalizada: Ocorre quando há carbonatação.

Para que a corrosão de armaduras não ocorra, se faz necessário e suficiente que o pH do concreto seja uma solução básica, e que os agentes agressivos não atinjam as armaduras. Isso equivale a dizer que o concreto deve ser compacto, que sua fissuração seja controlada e que o cobrimento das armaduras seja dimensionado corretamente, de acordo com o estado de tensão da peça e da agressividade do meio ambiente (SOUZA, 1998).

2.4.1.3. Eflorescências

A eflorescência é uma manifestação patológica causada por um problema sério chamado *Lixiviação do concreto*, que transporta os componentes alcalinos e passivantes do aço para a superfície do concreto, despassivando as armaduras e assim causando a corrosão das mesmas (TIMERMAN, 2011).

Todos os concretos produzidos com cimento Portland normal conterão quantidades apreciáveis de hidróxido de cálcio, que é formado com o resultado de hidratação do C_3S e C_2S . O hidróxido de cálcio confere aos poros do concreto uma elevada alcalinidade, tendo-se um pH em torno de 12 (meio básico) (TIMERMAN, 2011).

Ainda segundo Timerman (2011), o $Ca(OH)_2$ é transportado pela água de amassamento, para a superfície do concreto, através de fissuras, juntas mal executadas ou por dispersão da água que penetra pelos poros do concreto. Quando está próximo à superfície reage com o anidrido carbônico, formando

assim o carbonato de cálcio, que é esbranquiçado que abaixa o pH da solução para 9,4. Essa reação é chamada de carbonatação.

As eflorescências podem ser classificadas por:

- a) **De origem primária:** ocorre durante as primeiras horas de cura do concreto, pois a água de amassamento vai para a superfície transportando o Ca(OH)_2 ;
- b) **De origem secundária:** ocorre devido à dissolução do hidróxido de cálcio ao longo dos anos. (TIMERMAN,2011)

3. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

Neste capítulo apresenta-se a metodologia de avaliação e classificação das manifestações patológicas encontradas na estrutura que será analisada neste trabalho.

Para a análise da estrutura, estudo deste trabalho, foram realizadas visitas técnicas ao local, para que o mesmo fosse inspecionado e que a catalogação das manifestações patológicas, lá presentes, pudesse ser realizada.

3.1. MÉTODO DE DETERMINAÇÃO DA FREQUÊNCIA E ÁREA DE INFLUÊNCIA DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Descreve-se, neste item, a metodologia utilizada para determinação da frequência das manifestações patológicas da estrutura estudada e de seu nível de severidade, que foi classificado devido a sua área de Influência.

É importante frisar que o termo ‘frequência’ deve ser entendido, no escopo deste trabalho como: a quantidade de vezes que determinada situação se repete na estrutura estudada, e ‘área de influência’ entende-se como: a área que teria que ser reparada para sanar o devido problema.

3.1.1. Vistoria da Edificação

Para que a área de influência e a frequência das manifestações patológicas fossem determinadas, fez-se necessária a vistoria da estrutura analisada.

Foram registrados todos os problemas encontrados na estrutura como fissuras, mapeamento e exposição de armaduras, infiltrações, deslocamentos, falhas de execução e etc.

Foi realizada uma inspeção detalhada, de todos os pavimentos, incluindo relatório fotográfico e mapeamento das manifestações em croquis impressos anteriormente, para facilitar a vistoria.

Para a inspeção foram utilizados os seguintes equipamentos e materiais:

- Croquis de todos os pavimentos;
- Máquina fotográfica digital;
- Trena de aço;
- Trena a laser;
- Escada de alumínio.

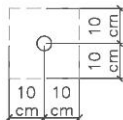
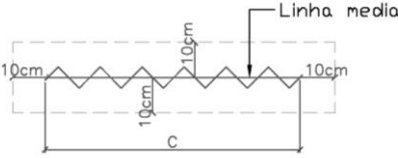
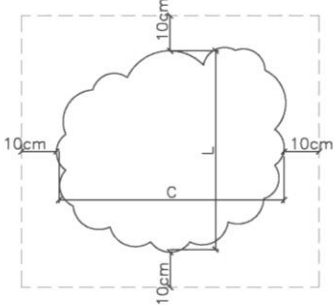
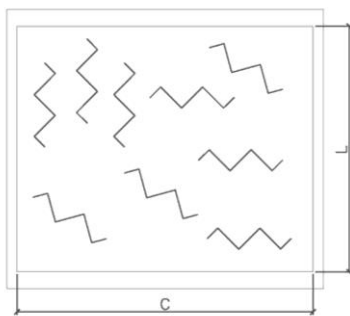
3.1.2. Determinação da Área de Influência das Manifestações Patológicas

Para que o levantamento da área de influência das manifestações patológicas da estrutura fosse realizado, um padrão foi criado para que todos os tipos de defeitos pudessem ser classificados de um mesmo modo.

Esse padrão de classificação foi feito com base no trabalho de conclusão de curso, Determinação da Frequência de Manifestações Patológicas na Edificação da Escola de Artes Fafi, do curso de Patologias em Obras Cíveis do Grupo IDD de Vitória. De autoria de Erick Tavares, Leticia Oliveira Ávila e Mayra Moreira de Almeida sob orientação do Prof. M.Sc. Luis César Siqueira De Luca.

Portanto, a área de influência de fissurações, infiltrações, mapeamentos de armaduras e outros tipos de defeitos encontrados na estrutura foram medidas e calculadas conforme mostra a Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 – Manifestações patológicas (M.P.) identificadas em toda a estrutura e suas respectivas áreas

CROQUI	TIPO	CÁLCULO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA (m ²)	DESCRIÇÃO
	Pontual	0,04	Para M.P. pontuais, considera-se 10 cm para cada sentido e direção a partir do ponto afetado, resultando em uma área de influência de 0,04 m ² (20 x 20 cm).
	Linear	$0,2C + 0,04$	Para M.P. lineares, considera-se o comprimento da mesma, acrescido de 10cm para cada sentido e a largura sendo 10 cm para sentido transversalmente à mesma.
	Área qualquer	$(C + 0,20) \times (L + 0,20)$	Para M.P. com área qualquer, considera-se seu comprimento e largura aproximados de 2 eixos perpendiculares quaisquer acrescidos de 10 cm para cada direção e sentido.
	Peça inteira (face)	$C \times L$ (de acordo com projeto estrutural)	Para M.P. que acometem toda a face da peça estrutural (em diversos pontos), considera-se como área de influência toda a área da face em questão.

O acréscimo de 10 cm para cada sentido a partir da manifestação patológica para estimar a área de influência foi obtido com base no livro Trincas em Edifícios causas, prevenção e recuperação de Ercio Thomaz.

4. ESTUDO DE CASO

Neste capítulo a caracterização da estrutura estudada será apresentada, bem como uma breve descrição do desenvolvimento da pesquisa em campo e da coleta de dados realizada.

4.1. EDIFICAÇÃO ESTUDADA

A estrutura, estudo deste trabalho, está situada dentro do campus Politécnico da Universidade Federal do Paraná (UFPR) na Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 210 – Jardim das Américas, Curitiba – PR.

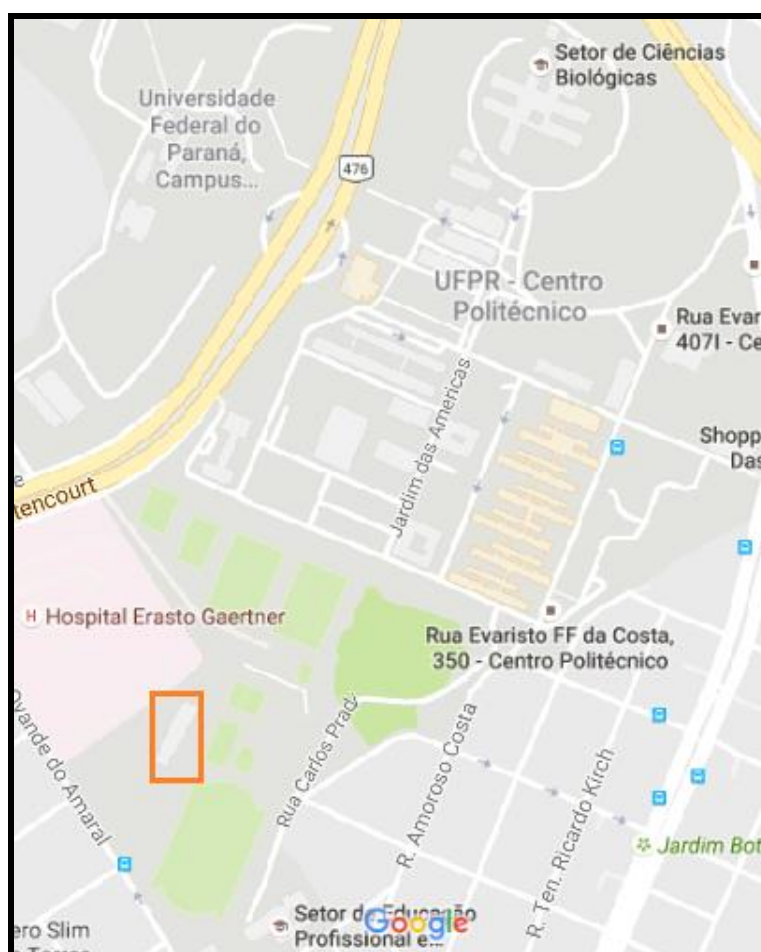


Figura 1 - Localização da Estrutura dentro do Campus

A obra iniciou-se em 2007 e seria a nova sede do Departamento de Educação Física. Porém em 2009, quando apenas a estrutura estava pronta, a obra foi paralisada e assim se encontra, abandonada, há sete anos.



Figura 2 - Panorâmica da Estrutura

A obra é uma estrutura construída em concreto armado, possui três pavimentos, onde seriam as salas de aulas e alguns laboratórios para os alunos do Curso de Educação Física da UFPR.

Foi construída por duas empresas, escolhidas via Licitação, sendo que a primeira foi a responsável pela construção da estrutura central (1) e a segunda pelas periferias (2) como mostra a Figura 3 - Croqui da estrutura. Essa informação foi repassada pelo engenheiro civil Marcos Moser, responsável pela unidade de obras da superintendência de infraestrutura da UFPR, porém os nomes das empresas responsáveis pela construção não foram divulgados.

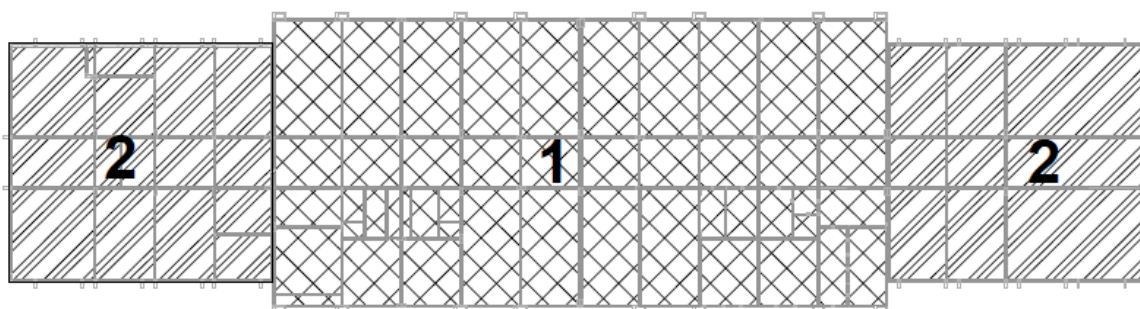


Figura 3 - Croqui da estrutura

Para que o levantamento pudesse ser realizado com mais precisão, a divisão da estrutura foi elaborada da seguinte forma:

- Térreo: Equivale somente às vigas baldrame;
- 1º Pavimento: É constituído dos pilares (que saem dos baldrames), vigas e laje (face inferior e superior);
- 2º Pavimento: é constituído de seus pilares, vigas e laje (face inferior e superior);
- 3º Pavimento: é constituído de seus pilares, vigas e laje de cobertura.

4.2. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA DE CAMPO

Após a metodologia de avaliação inicial definida, foram iniciados os trabalhos de levantamento das manifestações patológicas na edificação.

Foram realizadas quatro visitas para a realização completa da inspeção predial. A primeira aconteceu no mês de fevereiro de 2016, onde todas as patologias do térreo e 1º pavimento foram catalogadas, mapeadas e fotografadas. Na segunda visita, em julho de 2016, o 2º pavimento também foi inteiramente inspecionado. Após alguns ajustes no escopo e metodologia deste trabalho verificou-se a necessidade de medir todas as manifestações patológicas

encontradas, e isso foi realizado nas outras duas visitas, que foram realizadas no mês de outubro de 2016.

No total foram encontrados 13 tipos diferentes de problemas considerados manifestações patológicas: corrosão, armadura exposta, deslocamento de concreto, mapeamento de armaduras, eflorescência, fissuração, infiltração, desnível em lajes, segregação do concreto, peças fora de esquadro, acúmulo de água em pisos, aplicação de chapisco e reparos localizados realizados de forma inadequada.

Algumas dessas ocorrências foram consideradas manifestações patológicas, já que estavam mascarando algum possível erro executivo ou defeito, que é o caso dos locais com aplicação de chapisco e da correção com argamassa.

Também foram catalogados, medidos e considerados nesta análise os erros de execução, como desnível em lajes, falhas de concretagem (bicheiras) e peças fora de esquadro, já que estes podem agir como facilitadores para a ocorrência de outras manifestações patológicas no futuro.

4.2.1. Levantamento de Dados

Nas inspeções descritas anteriormente, foram levantadas todas as manifestações patológicas verificadas, que foram catalogadas conforme as tabelas a seguir, incluindo a localização no croqui, o tipo de peça estrutural onde se encontrava e a área de influência de cada defeito, medida conforme a metodologia apresentada no item 3.1.2 do presente relatório.

As tabelas com os dados registrados foram divididas por pavimento. As manifestações patológicas das lajes foram verificadas na face inferior de cada laje (exceto quando indicada nas Tabelas).

As manifestações patológicas encontradas nos baldrames (visto que as lajes do piso ainda não estavam executadas) estão descritas da Tabela 3, a seguir.

Tabela 3 – Levantamento das manifestações patológicas nos Baldrames.

BALDRAMES			
LINHA (CROQUI)	TIPO	PEÇA	ÁREA DE INFLUÊNCIA
1	Peça fora de esquadro	VIGA	14,324
5	Peça fora de esquadro	VIGA	11,900
8	Falha de concretagem "bicheira"	VIGA	2,240
9	Correção com "massa forte"	VIGA	2,100
15	Fissuração	VIGA	1,600

Os problemas encontrados no 1º pavimento (e pilares que o sustentam) estão descritos nas Tabelas 4, 5, 6 e 7, a seguir.

Tabela 4 – Levantamento das manifestações patológicas no 1º Pavimento e pilares que o sustentam.

1º PAVIMENTO			
LINHA (CROQUI)	TIPO	PEÇA	ÁREA DE INFLUÊNCIA
1	Peça fora de esquadro	VIGA	5,003
1	Peça fora de esquadro	VIGA	2,668
2	Mapeamento de armadura	LAJE	27,451
2	Peça fora de esquadro	LAJE	0,500
2	Mapeamento de armadura	VIGA	1,644
2	Correção com "massa forte"	VIGA	1,288
2	Mapeamento de armadura	LAJE	14,274
2	Mapeamento de armadura	VIGA	1,256
2	Mapeamento de armadura	LAJE	28,450
2	Fissuração	LAJE	28,450
2	Mapeamento de armadura	VIGA	1,708
2	Mapeamento de armadura	VIGA	1,708
3	Mapeamento de armadura	LAJE	27,451
3	Peça fora de esquadro	LAJE	15,000
3	Acúmulo de água/limo (face superior)	LAJE	22,512
3	Mapeamento de armadura	VIGA	1,256
3	Mapeamento de armadura	LAJE	28,450
3	Infiltração	VIGA	0,600
3	Mapeamento de armadura	VIGA	0,600
3	Mapeamento de armadura	VIGA	1,256
3	Mapeamento de armadura	LAJE	28,450
3	Fissuração	LAJE	28,450
3	Mapeamento de armadura	VIGA	1,100

A Tabela 5 abaixo dá continuidade à listagem das manifestações patológicas encontradas no 1º Pavimento.

Tabela 5 – Levantamento das manifestações patológicas no 1º Pavimento e pilares que o sustentam (continuação).

1º PAVIMENTO			
LINHA (CROQUI)	TIPO	PEÇA	ÁREA DE INFLUÊNCIA
4	Acúmulo de água/limo (face superior)	LAJE	16,400
4	Correção com "massa forte"	VIGA	1,600
4	Correção com "massa forte"	VIGA	1,600
4	Correção com "massa forte"	VIGA	1,600
4	Fissuração	LAJE	2,600
5	Fissuração	LAJE	1,040
5	Correção com "massa forte"	VIGA	2,880
6	Falha de concretagem "bicheira"	LAJE	2,000
6	Fissuração	LAJE	2,480
6	Fissuração	LAJE	4,010
6	Fissuração	LAJE	1,871
6	Fissuração	LAJE	8,279
6	Fissuração	LAJE	20,022
6	Peça fora de esquadro	VIGA	1,305
6	Armadura exposta	VIGA	0,160
7	Infiltração	LAJE	2,240
7	Fissuração	LAJE	2,440
7	Correção com "massa forte"	VIGA	0,400
8	Fissuração	LAJE	34,857
8	Fissuração	LAJE	14,741
8	Correção com "massa forte"	VIGA	2,080
8	Infiltração	VIGA	6,100
8	Fissuração	LAJE	33,952
8	Correção com "massa forte"	VIGA	1,440
8	Infiltração	LAJE	5,000
9	Correção com "massa forte"	PILAR	4,400
9	Acúmulo de água/limo (face superior)	LAJE	33,952
9	Infiltração	VIGA	23,151
10	Correção com "massa forte"	VIGA	1,280
10	Infiltração	LAJE	3,480
10	Correção com "massa forte"	VIGA	7,040
10	Correção com "massa forte"	VIGA	1,280
11	Falha de concretagem "bicheira"	VIGA	4,100
11	Fissuração	LAJE	2,840
11	Corrosão	LAJE	0,040
11	Correção com "massa forte"	PILAR	2,600

Ainda em continuidade à lista dos problemas verificados no 1º Pavimento, apresenta-se a Tabela 6.

Tabela 6 – Levantamento das manifestações patológicas no 1º Pavimento e pilares que o sustentam (continuação).

1º PAVIMENTO			
LINHA (CROQUI)	TIPO	PEÇA	ÁREA DE INFLUÊNCIA
12	Fissuração	LAJE	4,040
12	Correção com "massa forte"	PILAR	1,900
12	Infiltração	LAJE	8,880
12	Fissuração	LAJE	8,279
12	Fissuração	LAJE	20,022
13	Falha de concretagem "bicheira"	VIGA	9,940
13	Correção com "massa forte"	PILAR	2,800
13	Infiltração	VIGA	16,112
14	Correção com "massa forte"	PILAR	18,480
14	Correção com "massa forte"	PILAR	2,100
14	Mapeamento de armadura	LAJE	27,451
14	Fissuração	LAJE	3,840
14	Mapeamento de armadura	LAJE	14,274
14	Mapeamento de armadura	LAJE	28,450
14	Corrosão	VIGA	0,608
15	Fissuração	LAJE	3,340
15	Mapeamento de armadura	LAJE	27,451
15	Correção com "massa forte"	PILAR	2,600
15	Mapeamento de armadura	LAJE	14,274
15	Mapeamento de armadura	LAJE	28,450
15	Fissuração	LAJE	28,450
16	Fissuração	LAJE	4,340
16	Mapeamento de armadura	LAJE	27,451
16	Acúmulo de água/limo (face superior)	LAJE	27,451
16	Mapeamento de armadura	LAJE	14,274
16	Corrosão	PILAR	0,203
16	Correção com "massa forte"	PILAR	3,600
16	Correção com "massa forte"	PILAR	4,400
16	Mapeamento de armadura	LAJE	28,450
16	Fissuração	LAJE	28,450
16	Acúmulo de água/limo (face superior)	LAJE	28,450
16	Infiltração	VIGA	0,210
16	Fissuração	VIGA	2,940
16	Peça fora de esquadro	VIGA	8,943

Finalizando a relação de manifestações patológicas encontradas no 1º Pavimento, apresenta-se a Tabela 7.

Tabela 7 – Levantamento das manifestações patológicas no 1º Pavimento e pilares que o sustentam (continuação).

1º PAVIMENTO			
LINHA (CROQUI)	TIPO	PEÇA	ÁREA DE INFLUÊNCIA
17	Fissuração	LAJE	7,340
17	Mapeamento de armadura	LAJE	27,451
17	Acúmulo de água/limo (face superior)	LAJE	27,451
17	Mapeamento de armadura	LAJE	14,274
17	Mapeamento de armadura	VIGA	0,750
17	Falha de concretagem "bicheira"	VIGA	1,800
17	Armadura exposta	VIGA	0,090
17	Falha de concretagem "bicheira"	PILAR	1,200
17	Mapeamento de armadura	LAJE	28,450
17	Eflorescência	LAJE	36,000
17	Mapeamento de armadura	VIGA	1,336
17	Acúmulo de água/limo (face superior)	LAJE	28,450
17	Mapeamento de armadura	VIGA	0,460
17	Mapeamento de armadura	VIGA	0,863
17	Desplacamento de concreto	VIGA	0,090

As manifestações patológicas levantadas no 2º pavimento (e pilares que o sustentam) constam nas Tabelas 8, 9, 10, 11 e 12 na sequência.

Tabela 8 – Levantamento das manifestações patológicas no 2º Pavimento e pilares que o sustentam.

2º PAVIMENTO			
LINHA (CROQUI)	TIPO	PEÇA	ÁREA DE INFLUÊNCIA
1	Falha de concretagem "bicheira"	VIGA	0,200
1	Mapeamento de armadura	VIGA	0,870
1	Falha de concretagem "bicheira"	VIGA	0,225
1	Mapeamento de armadura	VIGA	0,870
1	Falha de concretagem "bicheira"	VIGA	0,120
1	Correção com "massa forte"	VIGA	0,200
1	Mapeamento de armadura	VIGA	1,366
1	Mapeamento de armadura	VIGA	2,162
1	Mapeamento de armadura	VIGA	0,850
1	Mapeamento de armadura	VIGA	0,750
1	Falha de concretagem "bicheira"	VIGA	1,280

A Tabela 9 abaixo dá continuidade à relação das anomalias encontradas no 2º Pavimento.

Tabela 9 – Levantamento das manifestações patológicas no 2º Pavimento e pilares que o sustentam (continuação).

2º PAVIMENTO			
LINHA (CROQUI)	TIPO	PEÇA	ÁREA DE INFLUÊNCIA
1	Peça fora de esquadro	VIGA	2,162
1	Armadura exposta	VIGA	1,280
1	Correção com "massa forte"	VIGA	1,020
1	Mapeamento de armadura	VIGA	1,364
1	Acúmulo de água/limo (face superior)	LAJE	69,308
1	Correção com "massa forte"	VIGA	0,680
2	Peça fora de esquadro	VIGA	1,098
2	Infiltração	VIGA	1,680
2	Mapeamento de armadura	VIGA	1,366
2	Mapeamento de armadura	VIGA	0,800
2	Falha de concretagem "bicheira"	VIGA	0,600
2	Mapeamento de armadura	VIGA	0,800
2	Mapeamento de armadura	VIGA	1,364
3	Mapeamento de armadura	VIGA	1,366
3	Infiltração	JUNTA	1,366
3	Mapeamento de armadura	VIGA	0,850
3	Infiltração	JUNTA	0,850
3	Mapeamento de armadura	VIGA	1,364
4	Mapeamento de armadura	VIGA	1,080
4	Acúmulo de água/limo (face superior)	LAJE	27,040
4	Mapeamento de armadura	VIGA	2,131
4	Correção com "massa forte"	PILAR	3,780
4	Mapeamento de armadura	VIGA	0,747
4	Acúmulo de água/limo (face superior)	LAJE	15,040
4	Mapeamento de armadura	VIGA	0,850
4	Mapeamento de armadura	VIGA	0,780
4	Acúmulo de água/limo (face superior)	LAJE	7,040
4	Corrosão	LAJE	13,162
4	Infiltração	VIGA	13,640
4	Mapeamento de armadura	VIGA	0,780
4	Infiltração	VIGA	2,100
4	Mapeamento de armadura	VIGA	1,136
4	Mapeamento de armadura	VIGA	0,780
5	Mapeamento de armadura	LAJE	27,451
5	Fissuração	LAJE	27,451
5	Acúmulo de água/limo (face superior)	LAJE	7,040

Ainda em continuidade à lista das manifestações patológicas verificadas no 2º Pavimento, apresenta-se a Tabela 10.

Tabela 10 – Levantamento das manifestações patológicas no 2º Pavimento e pilares que o sustentam (continuação).

2º PAVIMENTO			
LINHA (CROQUI)	TIPO	PEÇA	ÁREA DE INFLUÊNCIA
5	Mapeamento de armadura	VIGA	1,660
5	Correção com "massa forte"	PILAR	2,040
5	Mapeamento de armadura	VIGA	0,657
5	Falha de concretagem "bicheira"	VIGA	0,160
5	Mapeamento de armadura	VIGA	0,720
5	Correção com "massa forte"	PILAR	1,360
5	Falha de concretagem "bicheira"	VIGA	1,080
5	Mapeamento de armadura	VIGA	0,657
5	Mapeamento de armadura	VIGA	0,750
5	Falha de concretagem "bicheira"	VIGA	0,720
5	Mapeamento de armadura	VIGA	0,657
5	Acúmulo de água/limo (face superior)	LAJE	11,440
5	Mapeamento de armadura	VIGA	1,000
5	Falha de concretagem "bicheira"	VIGA	1,850
5	Mapeamento de armadura	VIGA	0,657
6	Infiltração	VIGA	4,320
6	Falha de concretagem "bicheira"	VIGA	1,350
6	Mapeamento de armadura	LAJE	27,451
6	Fissuração	LAJE	27,451
6	Mapeamento de armadura	VIGA	2,075
6	Acúmulo de água/limo (face superior)	LAJE	13,440
6	Correção com "massa forte"	PILAR	2,200
6	Mapeamento de armadura	VIGA	0,876
6	Falha de concretagem "bicheira"	VIGA	1,020
6	Mapeamento de armadura	VIGA	0,876
6	Mapeamento de armadura	VIGA	0,750
6	Mapeamento de armadura	VIGA	0,255
6	Correção com "massa forte"	VIGA	0,400
6	Mapeamento de armadura	VIGA	1,000
7	Correção com "massa forte"	VIGA	3,400
7	Mapeamento de armadura	PILAR	27,451
7	Fissuração	LAJE	27,451
7	Correção com "massa forte"	PILAR	2,160
7	Falha de concretagem "bicheira"	VIGA	1,280
7	Mapeamento de armadura	LAJE	14,274
7	Fissuração	LAJE	14,274
7	Mapeamento de armadura	LAJE	28,450

Ainda em continuidade à lista das anomalias encontradas no 2º Pavimento, apresenta-se a Tabela 11.

Tabela 11 – Levantamento das manifestações patológicas no 2º Pavimento e pilares que o sustentam (continuação).

2º PAVIMENTO			
LINHA (CROQUI)	TIPO	PEÇA	ÁREA DE INFLUÊNCIA
7	Fissuração	LAJE	28,450
8	Mapeamento de armadura	LAJE	27,451
8	Fissuração	LAJE	27,451
8	Infiltração	JUNTA	2,220
8	Mapeamento de armadura	LAJE	14,274
8	Fissuração	LAJE	14,274
8	Infiltração	JUNTA	1,320
8	Mapeamento de armadura	LAJE	28,450
8	Fissuração	LAJE	28,450
8	Infiltração	JUNTA	2,820
9	Mapeamento de armadura	LAJE	27,451
9	Fissuração	LAJE	27,451
9	Corrosão	LAJE	0,040
9	Mapeamento de armadura	LAJE	14,274
9	Fissuração	LAJE	14,274
9	Infiltração	LAJE	0,940
9	Fissuração	LAJE	0,940
9	Infiltração	VIGA	0,320
10	Fissuração	LAJE	0,540
10	Corrosão	LAJE	0,040
10	Correção com "massa forte"	PILAR	1,700
10	Fissuração	LAJE	0,740
10	Infiltração	LAJE	0,740
11	Fissuração	LAJE	0,440
11	Fissuração	LAJE	0,640
11	Correção com "massa forte"	PILAR	1,360
11	Mapeamento de armadura	LAJE	9,178
11	Fissuração	LAJE	9,178
11	Falha de concretagem "bicheira"	LAJE	2,040
11	Mapeamento de armadura	LAJE	3,408
11	Fissuração	LAJE	3,408
11	Falha de concretagem "bicheira"	LAJE	3,740
11	Mapeamento de armadura	LAJE	19,918
11	Fissuração	LAJE	19,918
12	Fissuração	LAJE	0,840
12	Correção com "massa forte"	PILAR	5,040
12	Mapeamento de armadura	LAJE	14,274

Finalizando a relação de manifestações patológicas encontradas no 1º Pavimento, apresenta-se a Tabela 12.

Tabela 12 – Levantamento das manifestações patológicas no 2º Pavimento e pilares que o sustentam (continuação).

2º PAVIMENTO			
LINHA (CROQUI)	TIPO	PEÇA	ÁREA DE INFLUÊNCIA
12	Fissuração	LAJE	14,274
12	Falha de concretagem "bicheira"	LAJE	0,040
12	Correção com "massa forte"	LAJE	3,408
12	Mapeamento de armadura	LAJE	3,300
12	Fissuração	LAJE	0,640
12	Mapeamento de armadura	LAJE	14,274
12	Fissuração	LAJE	14,274
12	Falha de concretagem "bicheira"	LAJE	1,200
13	Infiltração	JUNTA	1,660
13	Fissuração	VIGA	0,200
13	Infiltração	VIGA	0,720
13	Correção com "massa forte"	VIGA	2,240
13	Infiltração	JUNTA	1,750
13	Correção com "massa forte"	PILAR	1,320
13	Acúmulo de água/limo (face superior)	PILAR	2,040
13	Infiltração	PILAR	2,600
13	Correção com "massa forte"	PILAR	2,080
14	Correção com "massa forte"	PILAR	1,440
14	Correção com "massa forte"	PILAR	1,680
14	Correção com "massa forte"	VIGA	1,680
14	Falha de concretagem "bicheira"	VIGA	1,680
15	Fissuração	VIGA	0,320
15	Correção com "massa forte"	PILAR	0,657
15	Correção com "massa forte"	PILAR	0,040
15	Peça fora de esquadro	PILAR	5,040
16	Fissuração	LAJE	0,840
16	Correção com "massa forte"	PILAR	1,000
16	Fissuração	LAJE	0,740
17	Fissuração	VIGA	1,120
17	Mapeamento de armadura	VIGA	0,935
17	Mapeamento de armadura	LAJE	21,330
17	Mapeamento de armadura	VIGA	0,935

Por fim, os problemas do 3º pavimento (lajes de cobertura e da caixa d'água e seus pilares) foram elencados nas Tabelas 13, 14 e 15, a seguir.

Tabela 13 – Levantamento das manifestações patológicas no 3º Pavimento e pilares que o sustentam.

3º PAVIMENTO			
LINHA (CROQUI)	TIPO	PEÇA	ÁREA DE INFLUÊNCIA
1	Fissuração	LAJE	68,581
1	Correção com "massa forte"	VIGA	0,520
1	Correção com "massa forte"	VIGA	0,400
1	Armadura exposta	VIGA	0,040
1	Falha de concretagem "bicheira"	VIGA	0,280
1	Fissuração	LAJE	36,471
1	Falha de concretagem "bicheira"	PILAR	0,280
1	Correção com "massa forte"	VIGA	0,240
1	Armadura exposta	VIGA	1,280
1	Falha de concretagem "bicheira"	VIGA	0,200
1	Fissuração	VIGA	2,546
1	Fissuração	VIGA	0,400
1	Fissuração	LAJE	66,805
1	Fissuração	VIGA	0,520
2	Fissuração	LAJE	27,950
2	Falha de concretagem "bicheira"	VIGA	0,200
2	Falha de concretagem "bicheira"	VIGA	0,450
2	Fissuração	LAJE	14,699
2	Fissuração	LAJE	28,198
2	Falha de concretagem "bicheira"	LAJE	0,595
3	Peça fora de esquadro	VIGA	6,019
3	Infiltração	JUNTA	0,945
3	Fissuração	LAJE	27,950
3	Infiltração	JUNTA	0,770
3	Fissuração	LAJE	14,699
3	Mapeamento de armadura	VIGA	1,051
3	Fissuração	LAJE	28,198
4	Correção com "massa forte"	PILAR	3,240
4	Correção com "massa forte"	PILAR	3,120
4	Fissuração	LAJE	27,4506
4	Falha de concretagem "bicheira"	LAJE	2,210
4	Falha de concretagem "bicheira"	LAJE	14,2744
4	Infiltração	LAJE	1,520
4	Fissuração	LAJE	28,4501
4	Correção com "massa forte"	PILAR	3,120
5	Desplacamento de concreto	LAJE	0,040
5	Fissuração	LAJE	27,451

Ainda em continuidade à lista das anomalias encontradas no 2º Pavimento, apresenta-se a Tabela 14.

Tabela 14 – Levantamento das manifestações patológicas no 3º Pavimento e pilares que o sustentam (continuação).

3º PAVIMENTO			
LINHA (CROQUI)	TIPO	PEÇA	ÁREA DE INFLUÊNCIA
5	Falha de concretagem "bicheira"	LAJE	14,2744
5	Mapeamento de armadura	LAJE	14,2744
5	Fissuração	LAJE	14,2744
5	Falha de concretagem "bicheira"	LAJE	1,870
5	Armadura exposta	LAJE	0,040
5	Fissuração	LAJE	0,280
6	Falha de concretagem "bicheira"	LAJE	0,700
6	Fissuração	LAJE	0,680
6	Corrosão	LAJE	14,2744
6	Falha de concretagem "bicheira"	LAJE	2,700
6	Fissuração	LAJE	28,4501
6	Falha de concretagem "bicheira"	LAJE	5,980
6	Infiltração	LAJE	2,210
6	Infiltração	LAJE	1,650
7	Correção com "massa forte"	PILAR	2,760
7	Infiltração	PILAR	5,608
7	Falha de concretagem "bicheira"	LAJE	5,180
7	Mapeamento de armadura	LAJE	14,2744
7	Infiltração	LAJE	1,040
7	Fissuração	LAJE	28,4501
8	Fissuração	LAJE	27,4506
8	Infiltração	JUNTA	3,990
8	Correção com "massa forte"	PILAR	5,258
8	Falha de concretagem "bicheira"	LAJE	2,160
8	Fissuração	LAJE	28,4501
9	Desnível nas lajes (10 cm)	LAJE	27,4506
9	Falha de concretagem "bicheira"	LAJE	6,460
9	Falha de concretagem "bicheira"	LAJE	2,240
9	Fissuração	LAJE	28,4501
9	Desnível nas lajes (10 cm)	LAJE	27,4506
10	Fissuração	LAJE	0,660
10	Chapisco	LAJE	27,4506
10	Chapisco	LAJE	14,2744
10	Infiltração	LAJE	0,040
10	Fissuração	LAJE	28,4501
10	Fissuração	VIGA	0,540
11	Desnível nas lajes (10 cm)	LAJE	27,4506

Finalizando a relação de anomalias do 3º Pavimento está a Tabela 15.

Tabela 15 – Levantamento das manifestações patológicas no 3º Pavimento e pilares que o sustentam (continuação).

3º PAVIMENTO			
LINHA (CROQUI)	TIPO	PEÇA	ÁREA DE INFLUÊNCIA
11	Chapisco	LAJE	8,140
11	Chapisco	LAJE	14,2744
11	Chapisco	LAJE	28,4501
11	Fissuração	VIGA	0,740
11	Fissuração	LAJE	28,4501
12	Desnível nas lajes (10 cm)	LAJE	27,4506
12	Chapisco	LAJE	7,400
12	Fissuração	LAJE	27,4506
12	Chapisco	LAJE	27,4506
12	Fissuração	LAJE	0,740
12	Fissuração	LAJE	0,540
12	Chapisco	LAJE	9,990
13	Desnível nas lajes (10 cm)	LAJE	27,4506
13	Chapisco	LAJE	27,4506
13	Infiltração	JUNTA	1,84
13	Chapisco	LAJE	14,2744
13	Fissuração	VIGA	0,140
13	Fissuração	LAJE	28,4501
13	Correção com "massa forte"	PILAR	2,640
14	Fissuração	LAJE	0,540
14	Mapeamento de armadura	VIGA	0,657
14	Fissuração	VIGA	0,340
14	Correção com "massa forte"	VIGA	0,657
14	Fissuração	VIGA	0,200
15	Fissuração	LAJE	1,600
15	Mapeamento de armadura	VIGA	0,657
15	Falha de concretagem "bicheira"	VIGA	0,900
16	Mapeamento de armadura	VIGA	1,245
16	Fissuração	VIGA	5,000
16	Fissuração	LAJE	2,440
16	Mapeamento de armadura	VIGA	0,540
16	Fissuração	VIGA	1,313
16	Peça fora de esquadro	PILAR	5,608
17	Falha de concretagem "bicheira"	VIGA	0,350
17	Fissuração	LAJE	2,340
17	Fissuração	VIGA	0,935
17	Fissuração	LAJE	0,400
17	Fissuração	LAJE	0,360

Os croquis com a localização das manifestações patológicas encontram-se no anexo 8.1.

4.2.2. Levantamento Fotográfico

Neste item são apresentadas algumas das mais representativas fotografias registradas durante as inspeções no local, a fim de ilustrar as manifestações patológicas encontradas mais frequentemente em cada pavimento. A totalidade das fotografias registradas encontram-se no anexo 8.2.

4.2.2.1. Pavimento Térreo (Baldrames)

Nas tabelas 14 e 15 estão ilustradas as manifestações patológicas mais recorrentes no pavimento térreo.

Tabela 16 – Fotografias ilustrando manifestações patológicas mais verificadas no pavimento térreo (baldrames).

Figuras 4 e 5 - Peças fora de esquadro	Figura 6 - Falhas de concretagem (bicheira)
	

Tabela 17 – Fotografias ilustrando manifestações patológicas mais verificadas no pavimento térreo (baldrames) – (continuação).

Figura 7 - Correção com “massa forte”		
		
Figura 8 - Fissuração		
		

4.2.2.1. 1º Pavimento

Na tabela 16 estão ilustrados os problemas mais recorrentes no 1º pavimento.

Tabela 18 – Fotografias ilustrando manifestações patológicas mais verificadas no 1º pavimento.

Figuras 9 e 10 - Mapeamento de armaduras	
	
Figuras 11 e 12 - Fissuração	
	
Figuras 13 e 14 - Acúmulo de água/limo (face superior)	
	
Figuras 15 e 16 - Correção com “massa forte”	
	

4.2.2.1. 2º Pavimento

Nas tabelas 17 e 18 estão ilustradas as manifestações patológicas encontradas no 2º pavimento.

Tabela 19 – Fotografias ilustrando manifestações patológicas mais verificadas no 2º pavimento.

Figuras 17 e 18 - Mapeamento de armaduras	
	
Figuras 19 e 20 - Fissuração	
	
Figuras 21 e 22 - Acúmulo de água/limo (face superior)	
	

Tabela 20 – Fotografias ilustrando manifestações patológicas mais verificadas no 2º pavimento
(continuação).

Figuras 23 e 24 - Correção com “massa forte”	
	

4.2.2.1. 3º Pavimento

Nas tabelas 19 e 20 estão ilustrados os problemas mais recorrentes no 3º pavimento.

Tabela 21 – Fotografias ilustrando manifestações patológicas mais verificadas no 3º pavimento.

Figuras 25 e 26 - Fissuração		Figura 27 - Chapisco
		

Tabela 22 – Fotografias ilustrando manifestações patológicas mais verificadas no 3º pavimento
(continuação).

Figura 28 - Desnível nas lajes (10 cm)	
	
Figuras 29 e 30 - Falhas de concretagem (bicheira)	
	

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos nos levantamentos de campo, a determinação da frequência dos defeitos e quantidade de áreas influenciadas pelas manifestações patológicas encontradas e as análises e comparativos correspondentes.

5.1. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA ESTRUTURA EM GERAL

A estrutura inspecionada foi analisada como um todo, através da quantificação das suas áreas de influência, conforme o método apresentado no Capítulo 3.

O edifício avaliado apresenta 8.434,11 m² de área superficial de concreto, destes, 3.292,92 m² estão acometidos por algum tipo de manifestação patológica ou reparo realizado afim de ocultá-las, representando 39% da área total de superfície de concreto.

Tabela 23 – Área total de superfície de concreto e área afetada por manifestações patológicas.

ÁREA TOTAL DE SUPERFÍCIE DE CONCRETO (m ²)	ÁREA INFLUENCIADA POR M.P. (m ²)	ÁREA INFLUENCIADA POR M.P. (%)
8.434,11	3.292,92	39

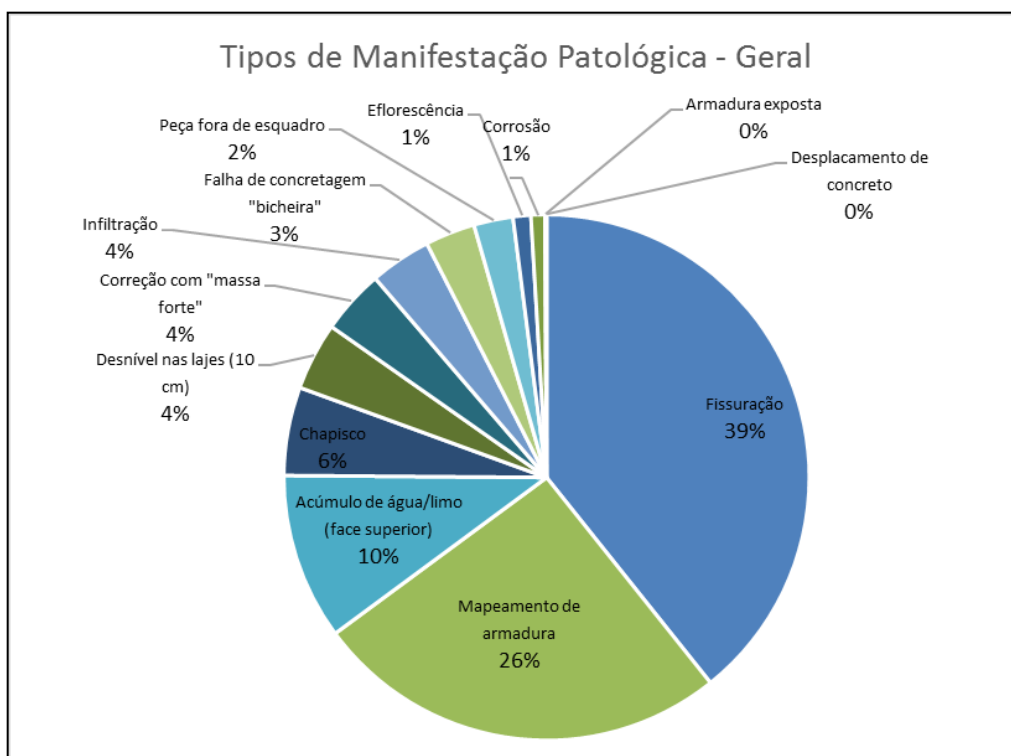
Observa-se, na Tabela 24 e no Gráfico 1, que a manifestação patológica mais frequente no prédio estudado (39% dos casos, 1.293,18 m²) foi o aparecimento de fissuras no concreto, sendo que esta atinge 15% da área total de superfície de concreto da estrutura.

O segundo defeito mais observado foi o mapeamento de armaduras, que representa 26% das manifestações patológicas (843,41 m²) e 10% da área total de concreto.

Tabela 24 – Manifestações patológicas identificadas em toda a estrutura e suas respectivas áreas de influência

TIPO DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA (M.P.)	ÁREA DE INFLUÊNCIA (m²)	FREQUÊNCIA - em relação ao total de M.P. (%)	FREQUÊNCIA - em relação à área total de superfície de concreto (%)
Acúmulo de água/limo (face superior da laje)	337,05	10	4
Armadura exposta	2,89	0	0
Chapisco	179,16	5	2
Correção com "massa forte"	130,31	4	2
Corrosão	28,37	1	0
Desnível nas lajes (10 cm)	137,25	4	2
Desplacamento de concreto	0,13	0	0
Eflorescência	36,00	1	0
Falha de concretagem ("bicheira")	101,17	3	1
Fissuração	1293,18	39	15
Infiltração	124,43	4	1
Mapeamento de armadura	843,41	26	10
Peça fora de esquadro	79,57	2	1

Gráfico 1 – Manifestações patológicas identificadas em toda a estrutura e suas respectivas áreas de influência



5.2. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS POR PAVIMENTOS

Avaliando-se as manifestações patológicas encontradas em cada pavimento, foi observado que em cada um dos andares se destaca um tipo de manifestação diferente, conforme apresentado a seguir.

5.2.1. Vigas Baldrame (Fundação)

Nas vigas baldrame foram encontradas principalmente peças fora de esquadro, que representam 82% dos defeitos verificados nas estruturas de fundações visíveis (área de 26,224 m²), conforme se observa Tabela 25, a seguir.

Tabela 25 – Manifestações patológicas identificadas nas vigas baldrame.

TIPO DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA (M.P.)	ÁREA DE INFLUÊNCIA (m²)	FREQUÊNCIA - em relação ao total de M.P. no pavimento (%)
Acúmulo de água/limo (face superior da laje)	0,00	0
Armadura exposta	0,00	0
Chapisco	0,00	0
Correção com "massa forte"	2,10	7
Corrosão	0,00	0
Desnível nas lajes (10 cm)	0,00	0
Desplacamento de concreto	0,00	0
Eflorescência	0,00	0
Falha de concretagem ("bicheira")	2,20	7
Fissuração	1,60	5
Infiltração	0,00	0
Mapeamento de armadura	0,00	0
Peça fora de esquadro	26,22	82

A seguir no Gráfico 2 há ilustração do percentual das manifestações patológicas encontradas nas vigas baldrame.

Gráfico 2 – Manifestações patológicas identificadas nas vigas baldrame.



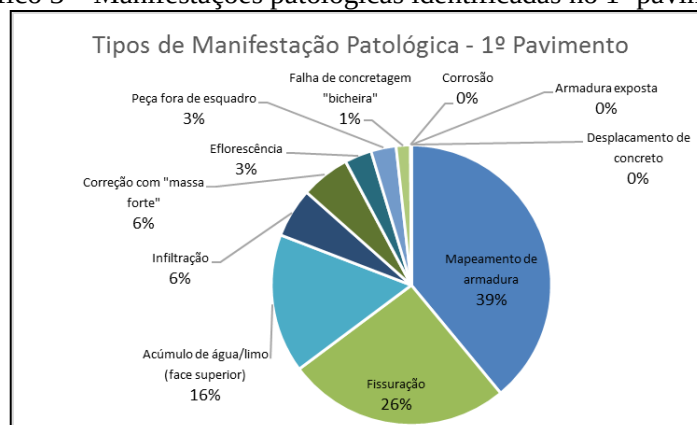
5.2.1. 1º Pavimento

No 1º pavimento (1ª laje, vigas e pilares que a sustentam) foi verificado principalmente mapeamento das armaduras, que representa 39% dos defeitos verificados neste andar (área de 449,162 m²), conforme se verifica na Tabela 26 e Gráfico 3, a seguir.

Tabela 26 – Manifestações patológicas identificadas no 1º pavimento.

TIPO DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA (M.P.)	ÁREA DE INFLUÊNCIA (m ²)	FREQUÊNCIA - em relação ao total de M.P. no pavimento (%)
Acúmulo de água/limo (face superior da laje)	184,67	16
Armadura exposta	0,25	0
Chapisco	0,00	0
Correção com "massa forte"	65,37	6
Corrosão	0,85	0
Desnível nas lajes (10 cm)	0,00	0
Desplacamento de concreto	0,09	0
Eflorescência	36,00	3
Falha de concretagem ("bicheira")	19,04	2
Fissuração	297,07	26
Infiltração	65,77	6
Mapeamento de armadura	449,16	39
Peça fora de esquadro	33,42	3

Gráfico 3 – Manifestações patológicas identificadas no 1º pavimento.



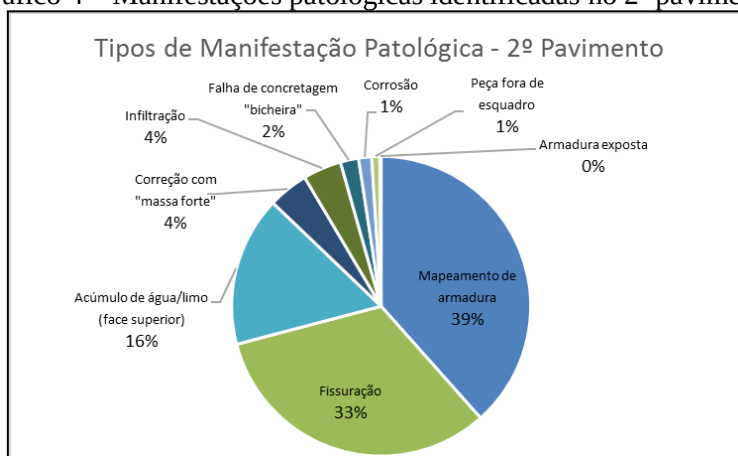
5.2.1. 2º Pavimento

Já no 2º pavimento (2ª laje, vigas e pilares que a sustentam), assim como no pavimento inferior a este, foi verificado principalmente mapeamento das armaduras, que também representa 39% dos defeitos verificados neste andar (área de 361,544 m²), conforme Tabela 27 e Gráfico 4, a seguir.

Tabela 27 – Manifestações patológicas identificadas no 2º pavimento.

TIPO DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA (M.P.)	ÁREA DE INFLUÊNCIA (m²)	FREQUÊNCIA - em relação ao total de M.P. no pavimento (%)
Acúmulo de água/limo (face superior da laje)	152,39	16
Armadura exposta	1,28	0
Chapisco	0,00	0
Correção com "massa forte"	40,89	4
Corrosão	13,24	1
Desnível nas lajes (10 cm)	0,00	0
Desplacamento de concreto	0,00	0
Eflorescência	0,00	0
Falha de concretagem ("bicheira")	18,59	2
Fissuração	306,03	33
Infiltração	39,05	4
Mapeamento de armadura	361,54	39
Peça fora de esquadro	8,30	1

Gráfico 4 – Manifestações patológicas identificadas no 2º pavimento.



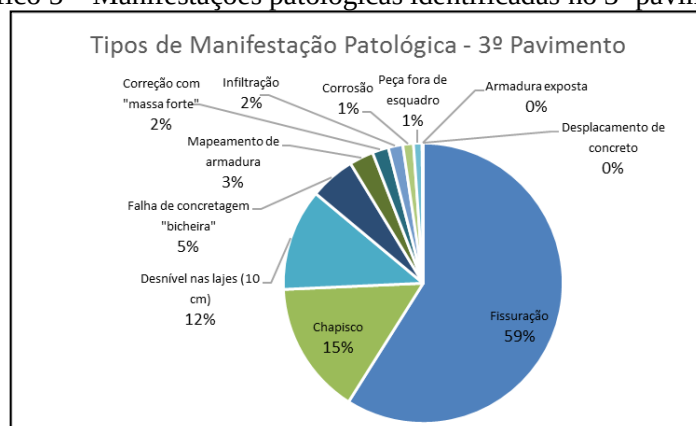
5.2.1. 3º Pavimento (Laje de cobertura)

Já no 3º pavimento (laje de cobertura, vigas e pilares que a sustentam), foi verificada principalmente a ocorrência de fissuração no concreto, que representa 59% dos defeitos verificados neste andar (área de 688,483 m²), conforme Tabela 28 e Gráfico 5, a seguir.

Tabela 28 – Manifestações patológicas identificadas no 3º pavimento.

TIPO DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA (M.P.)	ÁREA DE INFLUÊNCIA (m ²)	FREQUÊNCIA - em relação ao total de M.P. no pavimento (%)
Acúmulo de água/limo (face superior da laje)	0,00	0
Armadura exposta	1,36	0
Chapisco	179,16	15
Correção com "massa forte"	21,96	2
Corrosão	14,27	1
Desnível nas lajes (10 cm)	137,25	12
Desplacamento de concreto	0,04	0
Eflorescência	0,00	0
Falha de concretagem ("bicheira")	61,30	5
Fissuração	688,48	59
Infiltração	19,61	2
Mapeamento de armadura	32,70	3
Peça fora de esquadro	11,63	1

Gráfico 5 – Manifestações patológicas identificadas no 3º pavimento.



5.3. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS POR PEÇA ESTRUTURAL

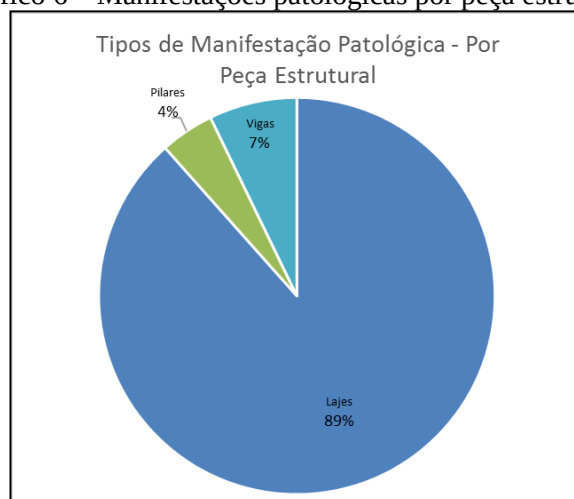
Separando-se as manifestações patológicas verificadas por tipo de peça estrutural, encontrou-se maior ocorrência nas lajes, sendo que 88% dos defeitos ocorreram neste tipo de peça estrutural, conforme Tabela 29, a seguir.

Tabela 29 – Manifestações patológicas por peça estrutural.

TIPO DE PEÇA ESTRUTURAL	ÁREA DE INFLUÊNCIA (m ²)	FREQUÊNCIA - em relação ao total de M.P. (%)
Lajes	2.837,73	88
Pilares	140,90	4
Vigas	230,42	7

A seguir no Gráfico 6 há ilustração do percentual das manifestações patológicas por peça estrutural.

Gráfico 6 – Manifestações patológicas por peça estrutural.



Aferindo-se as manifestações patológicas encontradas em cada tipo de peça estrutural (pilares, vigas e lajes), foi observada a ocorrência de defeitos diferentes de acordo com a peça, conforme apresentado a seguir.

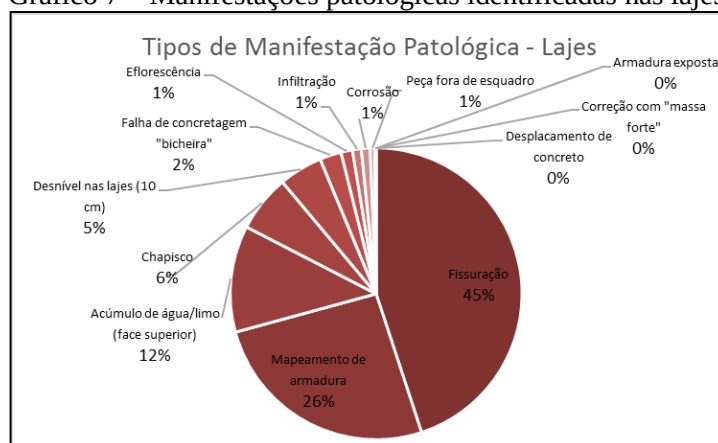
5.3.1. Lajes

Nas lajes foram encontradas principalmente a ocorrência de fissuração na sua face inferior, que representam 45% dos defeitos verificados nestas peças (área de 1.274,331 m²), conforme Tabela 30 e Gráfico 7, a seguir.

Tabela 30 – Manifestações patológicas identificadas nas lajes.

TIPO DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA (M.P.)	ÁREA DE INFLUÊNCIA (m ²)	FREQUÊNCIA - em relação ao total de M.P. no tipo de peça (%)
Acúmulo de água/limo (face superior da laje)	335,01	12
Armadura exposta	0,04	0
Chapisco	179,16	6
Correção com "massa forte"	3,41	0
Corrosão	27,56	1
Desnível nas lajes (10 cm)	137,25	5
Desplacamento de concreto	0,04	0
Eflorescência	36,00	1
Falha de concretagem ("bicheira")	67,66	2
Fissuração	1274,33	45
Infiltração	27,74	1
Mapeamento de armadura	731,53	26
Peça fora de esquadro	15,00	1

Gráfico 7 – Manifestações patológicas identificadas nas lajes.



5.3.1. Pilares

Nos pilares foi encontrada principalmente a ocorrência correções com “massa forte”, executadas com intuito de reparar manifestações patológicas decorrentes da execução, porém sem utilização de material adequado. Estas correções representam 65% dos defeitos verificados em pilares (área de 90,875 m²), conforme Tabela 31, a seguir.

Tabela 31 – Manifestações patológicas identificadas nos pilares.

TIPO DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA (M.P.)	ÁREA DE INFLUÊNCIA (m²)	FREQUÊNCIA - em relação ao total de M.P. no tipo de peça (%)
Acúmulo de água/limo (face superior da laje)	2,04	1
Armadura exposta	0,00	0
Chapisco	0,00	0
Correção com "massa forte"	90,88	65
Corrosão	0,20	0
Desnível nas lajes (10 cm)	0,00	0
Desplacamento de concreto	0,00	0
Eflorescência	0,00	0
Falha de concretagem ("bicheira")	1,48	1
Fissuração	0,00	0
Infiltração	8,21	6
Mapeamento de armadura	27,45	19
Peça fora de esquadro	10,65	8

A seguir no Gráfico 8 há ilustração do percentual das manifestações patológicas encontradas nos pilares.

Gráfico 8 – Manifestações patológicas identificadas nos pilares.



5.3.1. Vigas

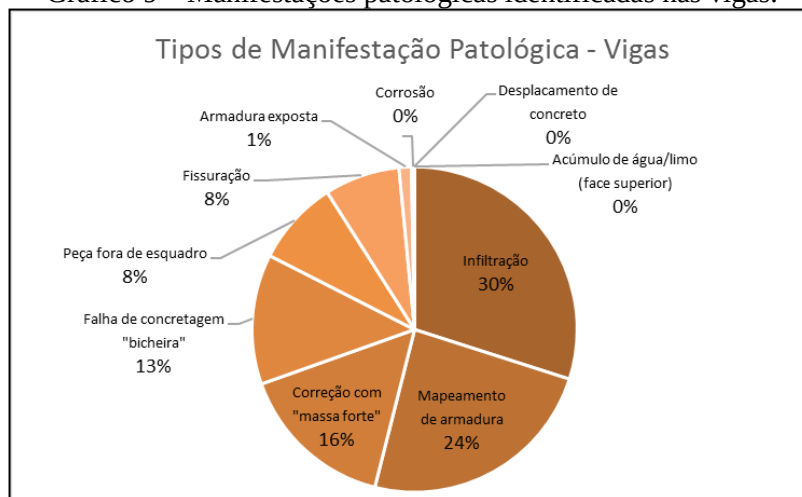
Nas vigas foi apurada grande incidência de infiltrações, que representam 30% dos defeitos verificados nestas peças (área de 68,953 m²).

Tabela 32 – Manifestações patológicas identificadas nas vigas.

TIPO DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA (M.P.)	ÁREA DE INFLUÊNCIA (m²)	FREQUÊNCIA - em relação ao total de M.P. no tipo de peça (%)
Acúmulo de água/limo (face superior da laje)	0,00	0
Armadura exposta	2,85	1
Chapisco	0,00	0
Correção com "massa forte"	36,03	16
Corrosão	0,61	0
Desnível nas lajes (10 cm)	0,00	0
Desplacamento de concreto	0,09	0
Eflorescência	0,00	0
Falha de concretagem ("bicheira")	29,79	13
Fissuração	17,25	7
Infiltração	68,95	30
Mapeamento de armadura	55,33	24
Peça fora de esquadro	19,53	8

A seguir no Gráfico 9 há ilustração do percentual das manifestações patológicas encontradas nas vigas.

Gráfico 9 – Manifestações patológicas identificadas nas vigas.



5.1. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS POR REGIÃO CONSTRUÍDA

Conforme apresentado no Capítulo 4, a estrutura do edifício estudo foi executada por duas construtoras diferentes, sendo que uma construiu a área central e a outra executou as periferias. Assim sendo, as manifestações patológicas encontradas foram separadas por estas regiões, com o intuito de analisar a frequência de ocorrência das mesmas nas áreas executadas por cada empresa.

5.1.1. Estrutura Central

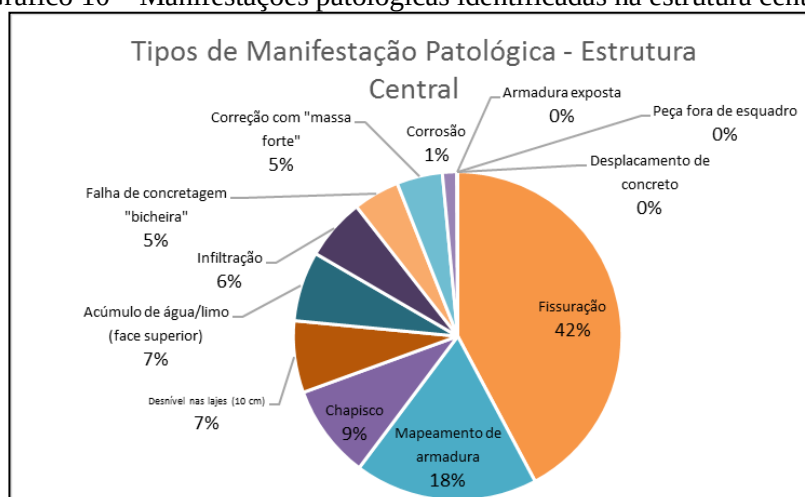
Na estrutura central da edificação foram encontradas principalmente a ocorrência de fissuração do concreto, que representa 42% dos defeitos verificados nestas peças.

Tabela 33 – Manifestações patológicas identificadas na estrutura central.

TIPO DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA (M.P.)	ÁREA DE INFLUÊNCIA (m²)	FREQUÊNCIA - em relação ao total de M.P. no tipo de peça (%)
Acúmulo de água/limo (face superior da laje)	133,43	7
Armadura exposta	0,20	0
Chapisco	179,16	9
Correção com "massa forte"	87,63	5
Corrosão	27,56	1
Desnível nas lajes (10 cm)	137,25	7
Desplacamento de concreto	0,04	0
Eflorescência	0,00	0
Falha de concretagem ("bicheira")	88,57	5
Fissuração	820,48	42
Infiltração	118,01	6
Mapeamento de armadura	350,75	18
Peça fora de esquadro	1,31	0

A seguir, no Gráfico 10 há ilustração do percentual das manifestações patológicas encontradas na estrutura central.

Gráfico 10 – Manifestações patológicas identificadas na estrutura central.



5.1.2. Periferias

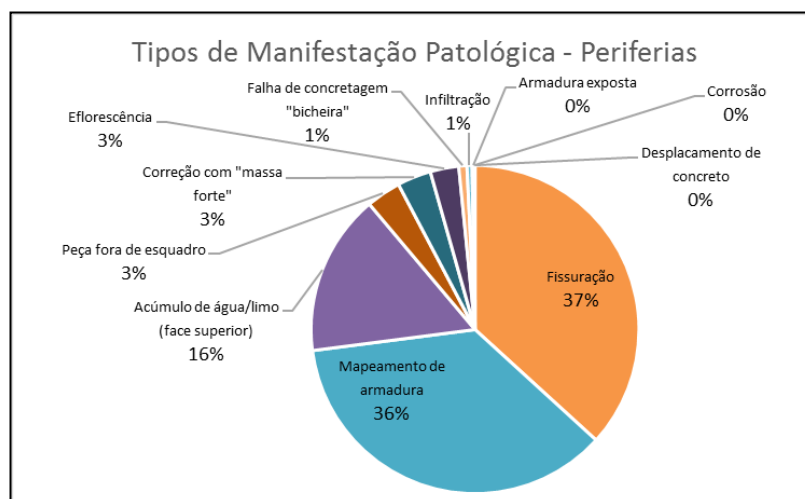
Nas estruturas de periferia da edificação foram encontradas principalmente a ocorrência de fissuração do concreto e mapeamento de armadura, que representam 37% e 36%, respectivamente, dos defeitos verificados nestas peças, conforme elencado na Tabela 34, a seguir.

Tabela 34 – Manifestações patológicas identificadas nas periferias.

TIPO DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA (M.P.)	ÁREA DE INFLUÊNCIA (m²)	FREQUÊNCIA - em relação ao total de M.P. no tipo de peça (%)
Acúmulo de água/limo (face superior da laje)	203,62	16
Armadura exposta	2,69	0
Chapisco	0,00	0
Correção com "massa forte"	42,68	3
Corrosão	0,81	0
Desnível nas lajes (10 cm)	0,00	0
Desplacamento de concreto	0,09	0
Eflorescência	36,00	3
Falha de concretagem ("bicheira")	10,36	1
Fissuração	471,11	37
Infiltração	6,42	1
Mapeamento de armadura	463,56	36
Peça fora de esquadro	43,87	3

A seguir no Gráfico 11 há ilustração do percentual das manifestações patológicas encontradas nas periferias.

Gráfico 11 – Manifestações patológicas identificadas nas periferias.



6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo apresentar-se-á as considerações finais deste trabalho, bem como as sugestões para novos estudos na área.

6.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento das manifestações patológicas existentes no prédio objeto deste estudo foi realizado através de vistorias na obra, bem como respectiva catalogação, sendo, portanto, realizado o objetivo geral deste trabalho.

Após catalogação, foram comparadas e quantificadas as manifestações patológicas, bem como respectivas áreas de influência, sendo atingidos os objetivos específicos propostos.

Ainda, a hipótese levantada neste trabalho não é verdadeira uma vez que o pavimento mais prejudicado é o segundo, apresentando 40,48% das manifestações patológicas encontradas.

Foram encontrados 13 tipos de manifestações patológicas. Estas estão presentes em 39% da área total de superfície de concreto.

A manifestação patológica mais frequente no prédio ora estudado é a fissuração em concreto representando 39% das manifestações patológicas encontradas, seguindo por mapeamento de armaduras com 26% e acúmulo de água em laje representando 10%.

No pavimento onde estão situadas as vigas baldrame a manifestação patológicas de maior recorrência é a ausência de esquadro. No 1º e 2º pavimentos o mapeamento das armaduras representam 39% dos defeitos verificados em cada andar. De outro lado, no 3º pavimento a fissuração no concreto, que representa 59% dos defeitos verificados naquele andar.

Também, se pode verificar neste trabalho que a peça estrutural com maior quantidade de problemas são as lajes, representando 88% das recorrências, seguido por vigas (7%) e vigas (4%).

Por fim, se pode verificar que a estrutura central está mais prejudicada do que a estrutura periférica haja vista o total da área de influência das manifestações patológicas encontradas na primeira ser 1.944 m² contra 1.281 m² da segunda, ou seja, aumento de 52% em relação à estrutura periférica.

Considerando a condição da obra verificada durante a elaboração deste trabalho, conclui-se que o abandono da obra atua como catalisador de manifestações patológicas provenientes de erros de execução inerentes à construção.

Nesta linha, a continuidade da obra só deve ser realizada quando reparados os enganos construtivos e demais problemas oriundos do seu abandono.

6.2. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Sugere-se, a seguir, proposições para novos trabalhos relacionados ao presente estudo:

- i. Estudo das causas e origens, incluindo o diagnóstico e tratamento de manifestações patológicas situadas na edificação ora estudada;
- ii. Análise de projeto estrutural da edificação ora estudada, bem como verificação do executado conforme estipulado em projeto;
- iii. Realização de um estudo comparativo das manifestações patológicas mais frequentes nas edificações abandonadas em diferentes regiões do estado ou país;
- iv. Proposição de metodologia de definição de áreas de influência em levantamentos de manifestações patológicas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023 – Informação e Documentação: Referência- Elaboração.** Rio de Janeiro, 1982.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto - Procedimento.** Rio de Janeiro, 2007.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211 – Agregados para concreto - Especificação.** Rio de Janeiro, 2009.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7480 – Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado - Especificação.** Rio de Janeiro, 2007.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655 – Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento.** Rio de Janeiro, 2006.

ALMEIDA, L. C. **Aços para Concreto Armado.** Notas de Aula da disciplina Estruturas IV – Concreto Armado da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2002.

ALMEIDA, F. C. R; SALES, A. **Corrosão em Estruturas de Concreto Armado: Teoria, Controle e Métodos de Análise – Capítulo 4 – Efeitos da ação do meio ambiente sobre as estruturas de concreto.** São Paulo: Elsevier, 2014.

ALMEIDA, M. M. de; ÁVILA, L. O.; TAVARES, E. **Determinação da Frequência de Manifestações Patológicas na Edificação da Escola se Artes Fafi**. Vitória. IDD, 2011.

AZEVEDO, M. T de. **Concreto: Ciência e Tecnologia - Capítulo 31- Patologias das Estruturas de Concreto**. São Paulo. Ibracon, 2011.

BAUER *et al.*, F. **Materiais de Construção**. São Paulo: LTC, 2011.

FUSCO, P. B. **Técnica de Armar as Estruturas de Concreto**. São Paulo: PINI, 2007.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

HELENE, P. R. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2. ED. São Paulo, 1992. Cap. 1, p. 18-26.

HELENE *et al.*, P. **Manual de Reparo, Proteção e Reforço de Estruturas de Concreto Armado**. São Paulo: Red Rehabilitar, 2005.

ISAIA, G. C. **Concreto: Ciência e Tecnologia – Capítulo 01 – A Evolução do Concreto Estrutural**. São Paulo: Ibracon, 2011.

LIMA, M. G. de. **Concreto: Ciência e Tecnologia – Capítulo 21 – Ações do Meio Ambiente sobre as Estruturas de Concreto**. São Paulo: Ibracon, 2011.

MANCIO, M. **Impacto Ambiental da Indústria Cimenteira e o Desenvolvimento de Novos Eco-Cimentos**. Ibracon, 2011. Disponível em: http://www.ibracon.org.br/eventos/53CBC/pdfs/IBRACON%202011_MM_Final.pdf (acesso em 20/07/2015 às 19:45).

MEDEIROS *et al*, M. H. F. de. **Concreto: Ciência e Tecnologia – Capítulo 22 – Durabilidade e Vida Útil das Estruturas de Concreto**. São Paulo: Ibracon, 2011.

PERDRIX, M. del C. **Manual para Diagnóstico de Obras Deterioradas por Corrosão de Armaduras**. Tradução e adaptação de CARMONA, A. e HELENE, P. R. L. São Paulo: PINI, 1992.

RIBEIRO, D. V; CUNHA, M. P. T. **Corrosão em Estruturas de Concreto Armado: Teoria, Controle e Métodos de Análise – Capítulo 6 – Deterioração das estruturas de concreto armado**. São Paulo: Elsevier, 2014.

SENS, A; PORTELA, M; GUIMARÃES, L. **Matéria: Reformas no Departamento de Educação já duram 5 anos**. Disponível em: <http://www.jornalcomunicacao.ufpr.br/jornal/?p=25951> (acesso em 22/07/2015 às 20:22).

SOUSA, C. A. C. **Corrosão em Estruturas de Concreto Armado: Teoria, Controle e Métodos de Análise – Capítulo 2 – Princípios da corrosão eletroquímica**. São Paulo: Elsevier, 2014.

SOUZA, V. C. M. de; RIPPER, T. **Patologia, Recuperação e reforço de Estruturas de concreto**. São Paulo: PINI, 1998.

THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios - causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: PINI, 1989.

TIMERMAN, J. **Concreto: Ciência e Tecnologia – Capítulo 33 – Reabilitação e Reforço de Estruturas de Concreto**. São Paulo: Ibracon, 2011.

8. ANEXOS

8.1. CROQUIS DE LOCALIZAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS E FOTOS

	Mapeamento de armadura
	Eflorescência
	Deslocamento do concreto
	Infiltração
	Correção com "massa forte"
	Corrosão
	Falha de concretagem "bicheira"
	Armadura exposta
	Peça fora de esquadro
	Acúmulo de água/limo (face superior)
	Fissuração
	Chapisco
	Desnível nas lajes <10cm

Figura 31 – Legenda dos croquis de localização das manifestações patológicas e fotos.

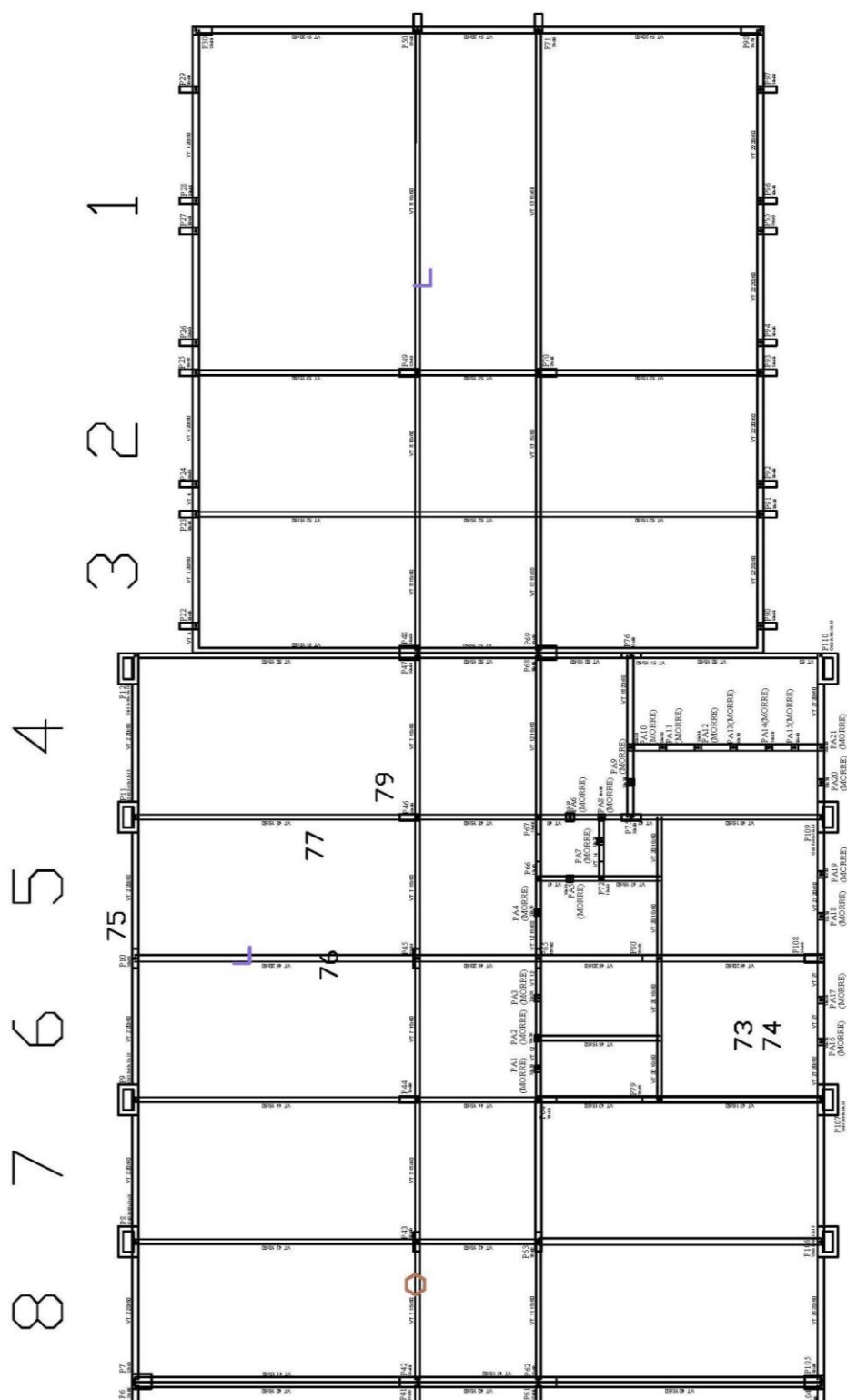


Figura 32 – Croquis de localização das manifestações patológicas e fotos – TÉRREO (Parte 1).

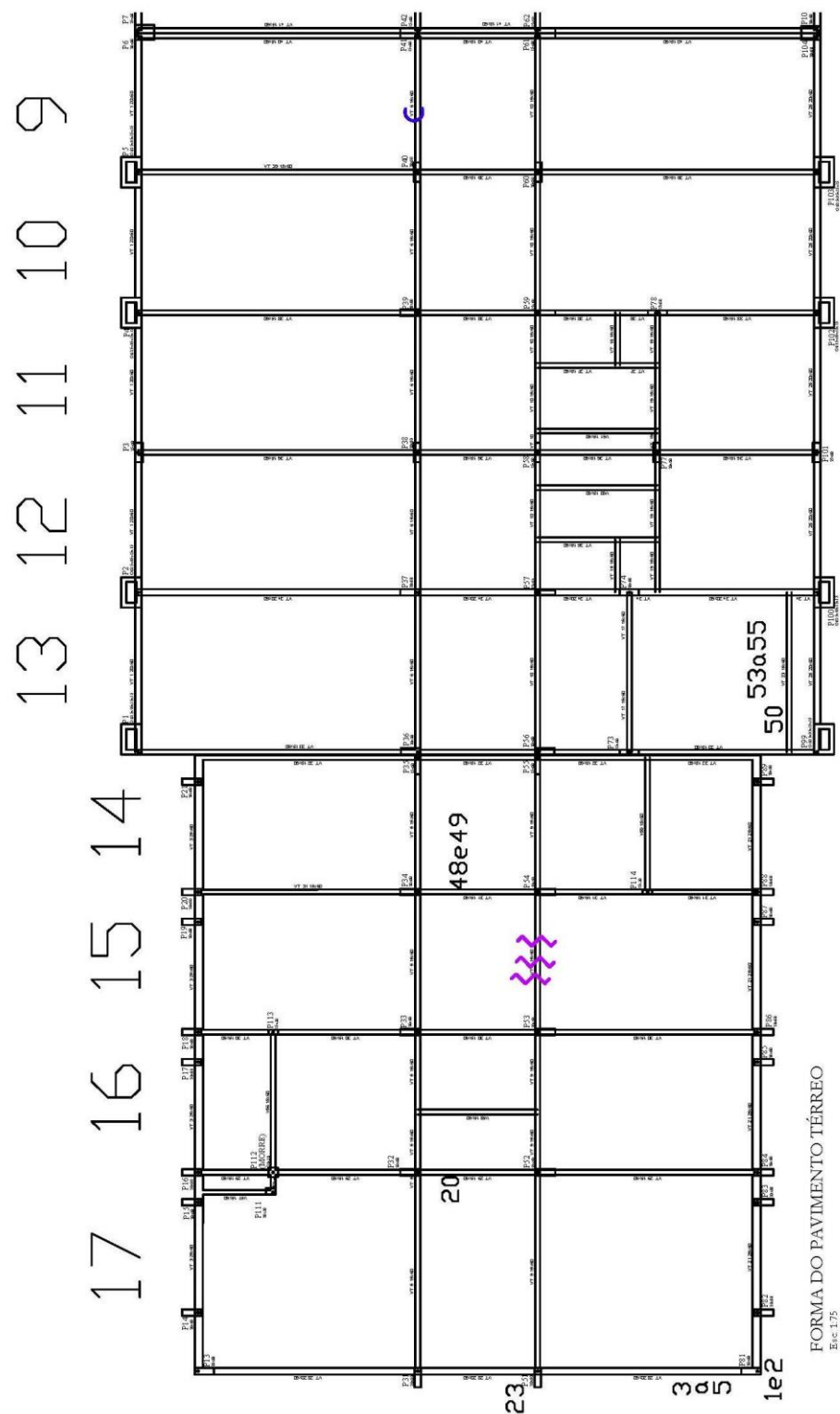


Figura 33 – Croquis de localização das manifestações patológicas e fotos – TÉRREO (Parte 2).

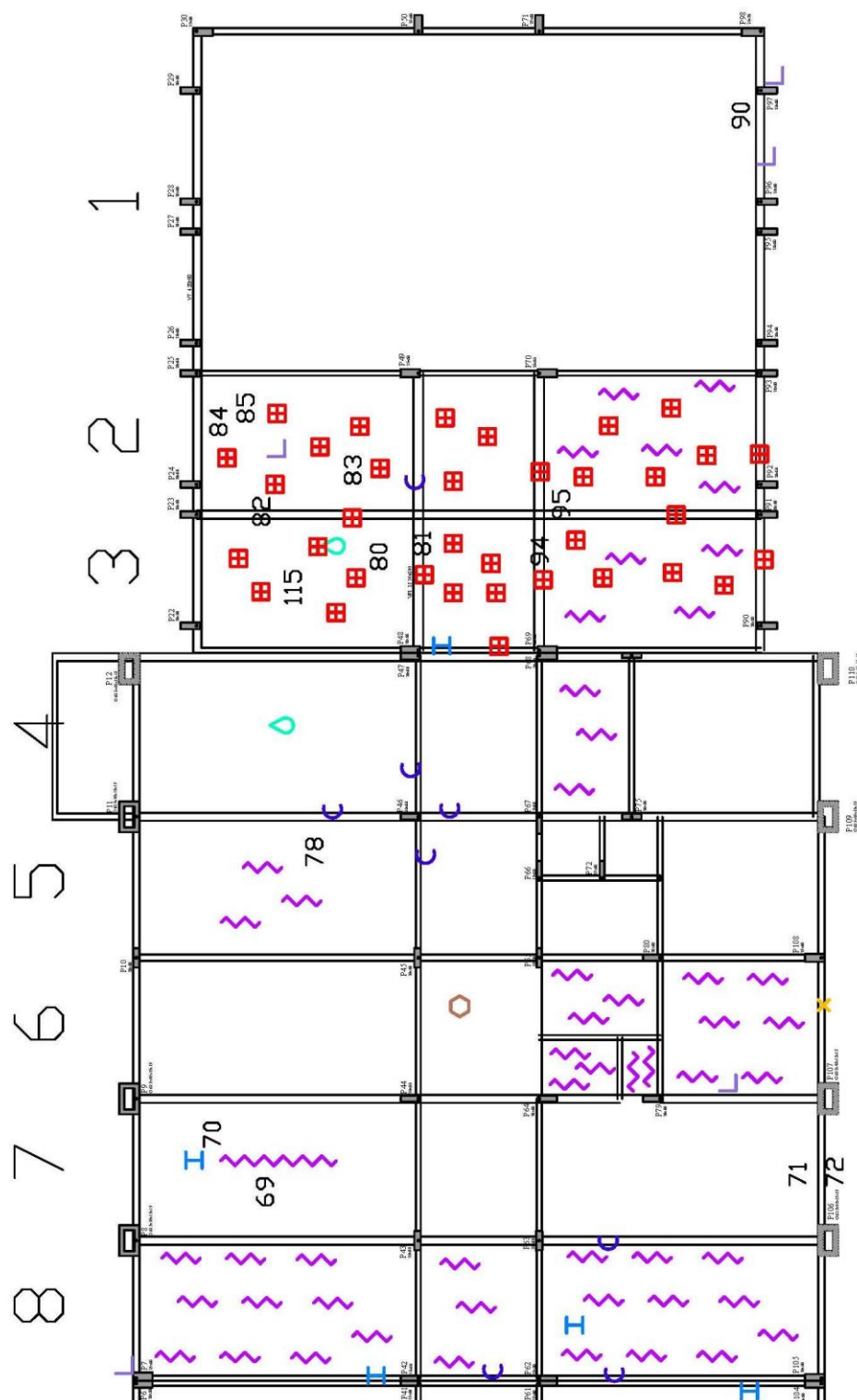


Figura 34 – Croquis de localização das manifestações patológicas e fotos – 1º PAVIMENTO (Parte 1).

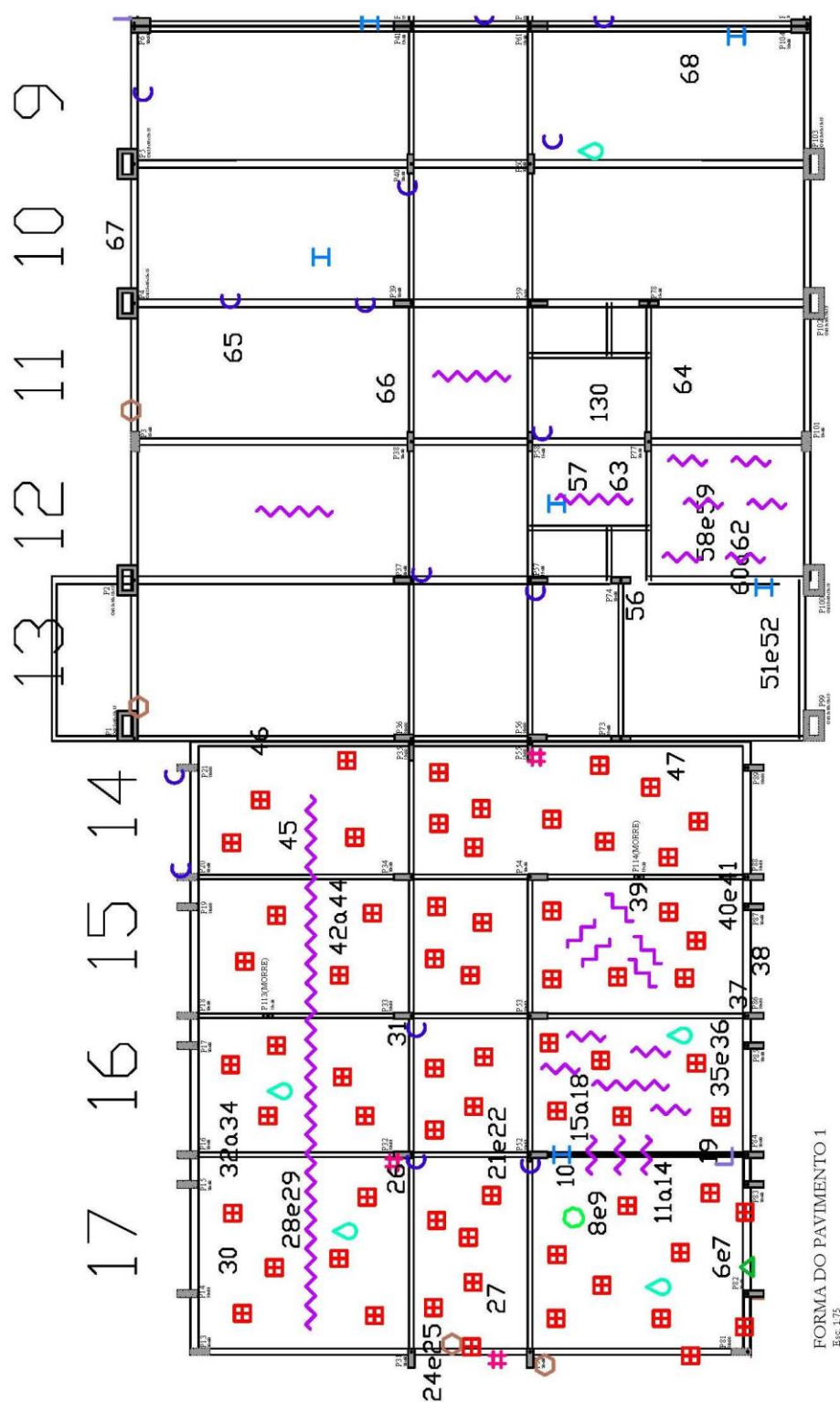


Figura 35 – Croquis de localização das manifestações patológicas e fotos – 1º PAVIMENTO (Parte 2).

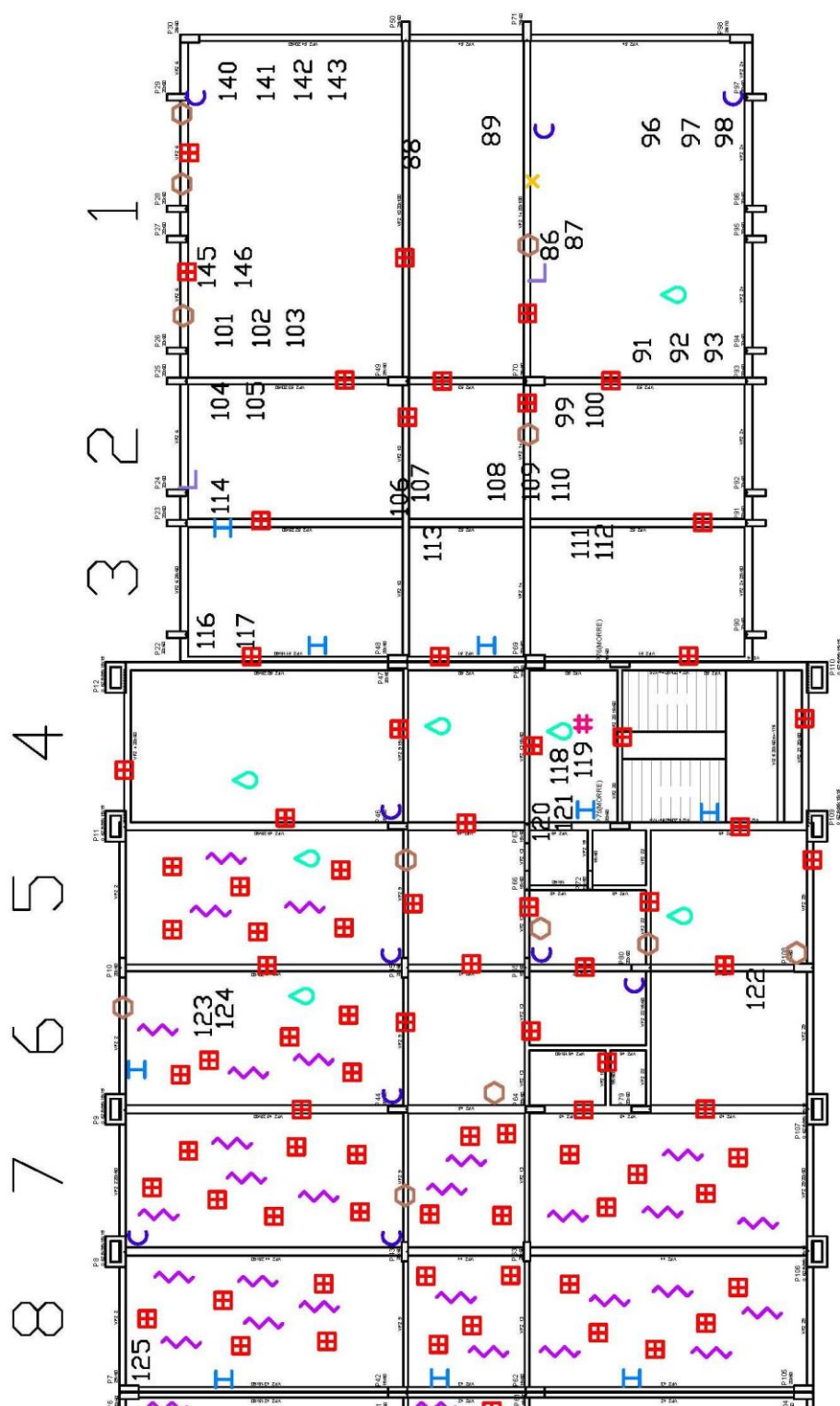


Figura 36 – Croquis de localização das manifestações patológicas e fotos – 2º PAVIMENTO (Parte 1).

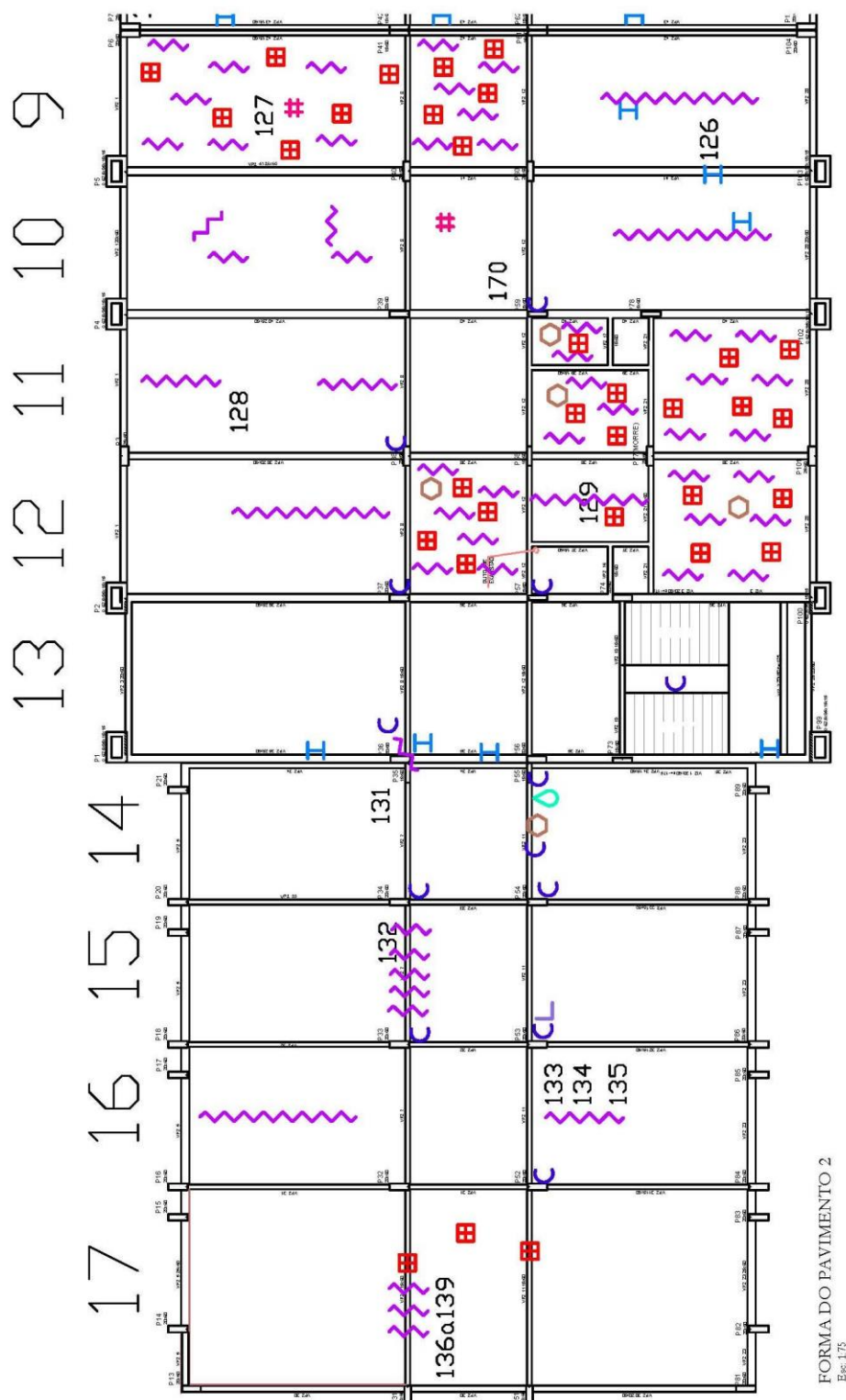


Figura 37 – Croquis de localização das manifestações patológicas e fotos – 2º PAVIMENTO (Parte 2).

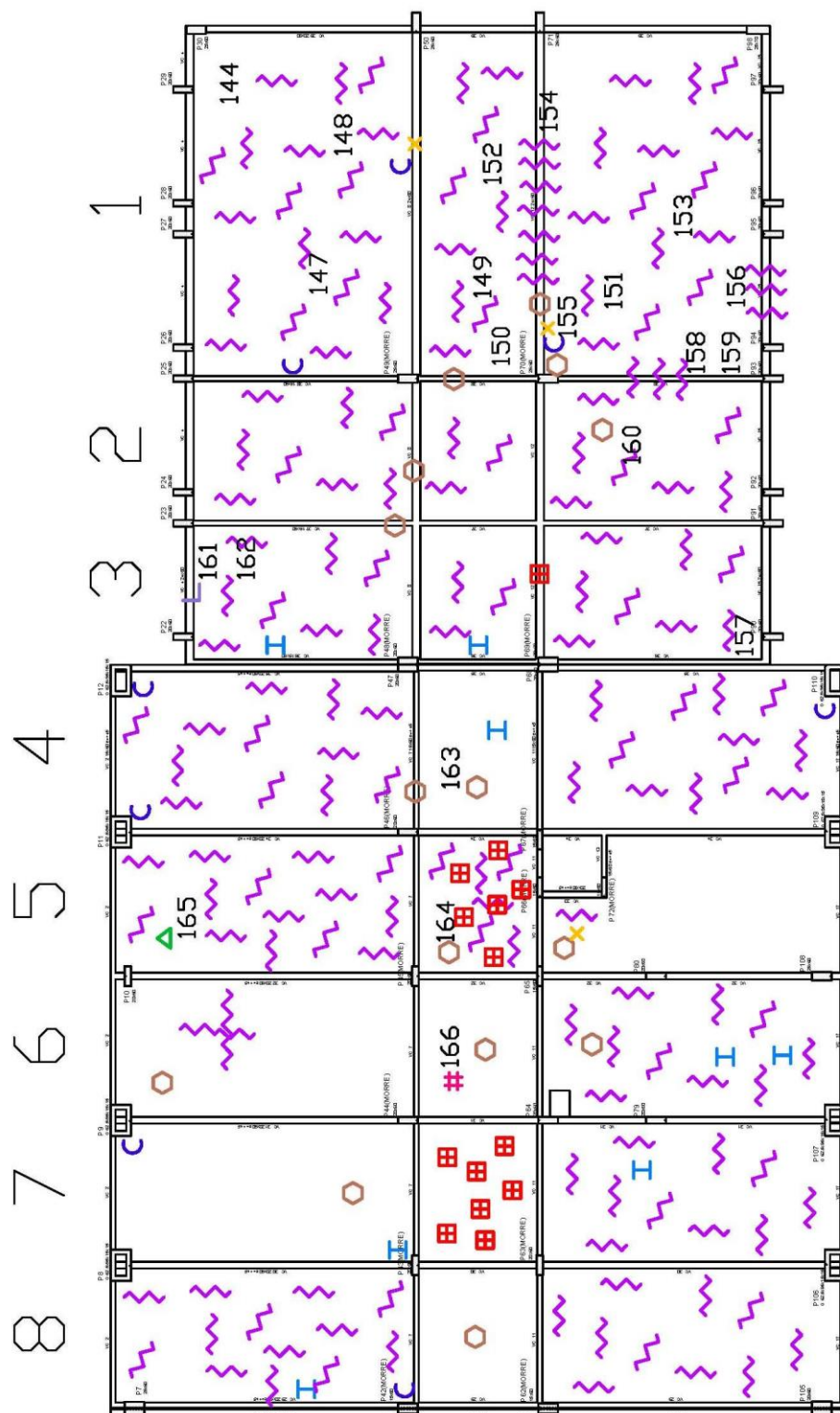


Figura 38 – Croquis de localização das manifestações patológicas e fotos – 3º PAVIMENTO (Parte 1).

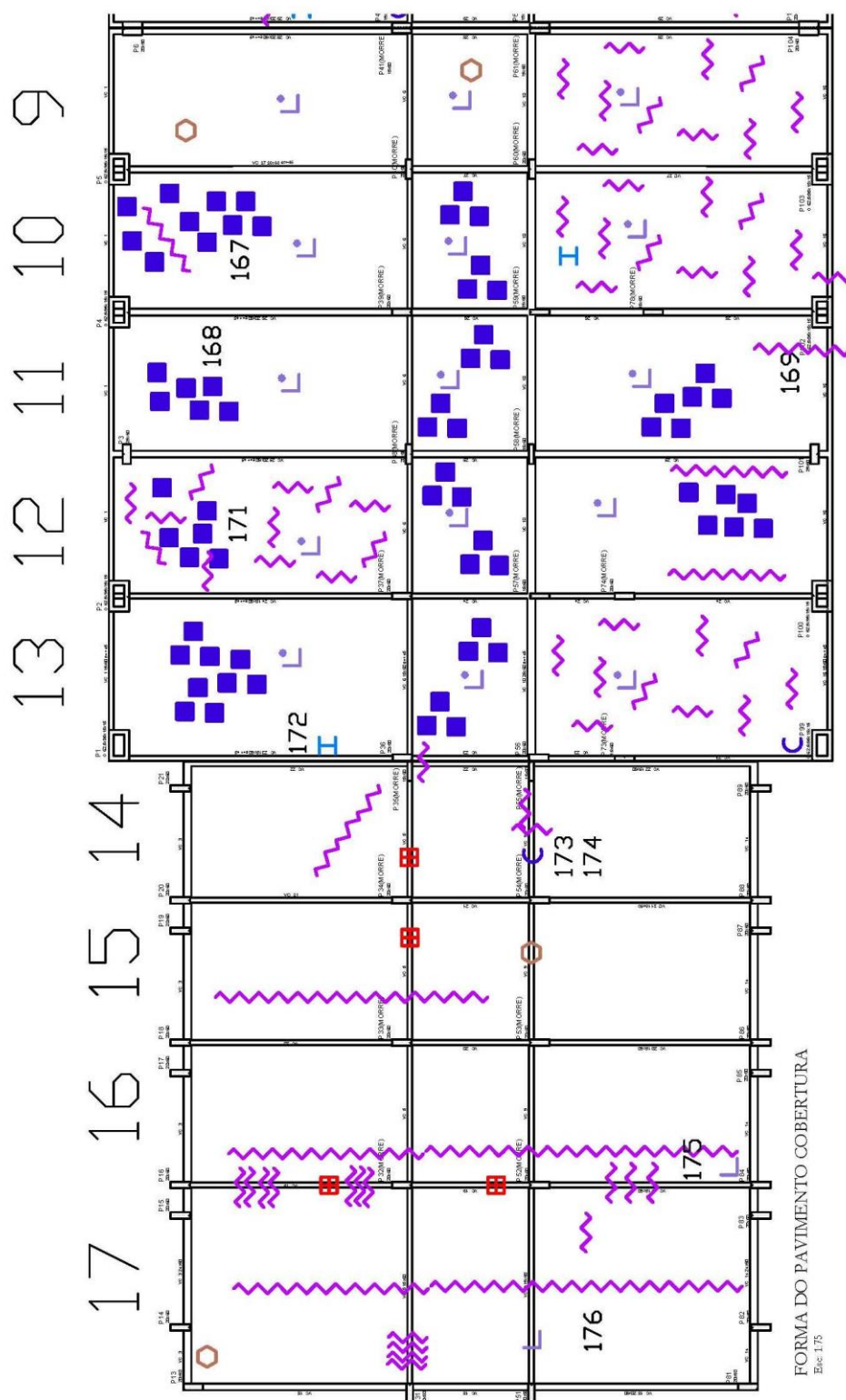
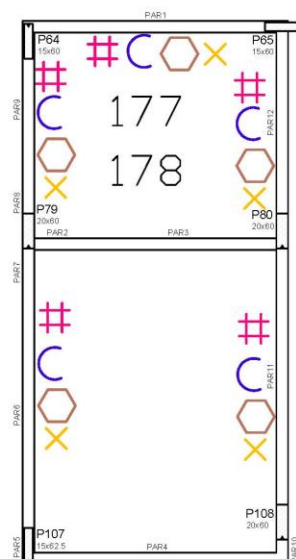


Figura 39 – Croquis de localização das manifestações patológicas e fotos – 3º PAVIMENTO (Parte 2).



FORMA DO PAVIMENTO BARRILETE
Esc: 1:75

Figura 40 – Croquis de localização das manifestações patológicas e fotos – 3º PAVIMENTO (Barrilete).

8.2. DOCUMENTÁRIO FOTOGRÁFICO COMPLETO



Foto 1 - TÉRREO/BALDRAMES - Aspecto geral da fachada frontal. Detalhe para trecho à esquerda.



Foto 2 - TÉRREO/BALDRAMES - Aspecto geral da fachada lateral esquerda.



Foto 3 - TÉRREO/BALDRAMES - Aspecto geral da fachada lateral esquerda.



Foto 4 - TÉRREO/BALDRAMES - Aspecto geral da estrutura.



Foto 5 - TÉRREO/BALDRAMES - Aspecto geral da estrutura.



Foto 6 - 1º PAVIMENTO - Armadura exposta devido deslocamento de concreto. É possível notar pequeno cobrimento.



Foto 7 - 1º PAVIMENTO - Armadura exposta devido deslocamento de concreto. É possível notar pequeno cobrimento.



Foto 8 - 1º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento.



Foto 9 - 1º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura, trincas e manchas de infiltração na laje.



Foto 10 - 1º PAVIMENTO - Fissura e mancha de infiltração em viga.



Foto 11 - 1º PAVIMENTO - Fissura e mancha de infiltração em viga.



Foto 12 - 1º PAVIMENTO - Fissura transversal em viga.



Foto 13 - 1º PAVIMENTO - Fissura transversal em viga.



Foto 14 - 1º PAVIMENTO - Fissura transversal em viga.



Foto 15 - 1º PAVIMENTO - Fissura transversal em viga.



Foto 16 - 1º PAVIMENTO - Fissura transversal em viga.



Foto 17 - 1º PAVIMENTO - Fissura transversal em viga.



Foto 18 - 1º PAVIMENTO - Fissura transversal em viga.



Foto 19 - 1º PAVIMENTO - Viga com fissuras transversais.



Foto 20 - TÉRREO/BALDRAMES - Aspecto geral da estrutura.



Foto 21 - 1º PAVIMENTO - Mapeamento de armaduras em viga.



Foto 22 - 1º PAVIMENTO - Mapeamento de armaduras em lajes e vigas.



Foto 23 - TÉRREO/BALDRAMES - Pilar com nichos de concretagem.



Foto 24 - 1º PAVIMENTO - Viga com nichos de concretagem.



Foto 25 - 1º PAVIMENTO - Detalhe da foto anterior.



Foto 26 - 1º PAVIMENTO - Mapeamento de armaduras em viga.



Foto 27 - 1º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento.



Foto 28 - 1º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura e trinca longitudinal com manchas de infiltração.



Foto 29 - 1º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura e trinca longitudinal com manchas de infiltração.



Foto 30 - 1º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura e trinca longitudinal com manchas de infiltração.



Foto 31 - 1º PAVIMENTO - Nicho de concretagem.



Foto 32 - 1º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento.



Foto 33 - 1º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura e trinca longitudinal com manchas de infiltração.



Foto 34 - 1º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura e trinca longitudinal com manchas de infiltração.



Foto 35 - 1º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura e trinca longitudinal com manchas de infiltração.



Foto 36 - 1º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura e trinca longitudinal com manchas de infiltração.



Foto 37 - 1º PAVIMENTO - Testemunho retirado de trecho de pilar.



Foto 38 -1º PAVIMENTO - Aspecto geral da fachada frontal.



Foto 39 - 1º PAVIMENTO - Nicho de concretagem.



Foto 40 - 1º PAVIMENTO - Desaprumo em viga devido erro durante concretagem.



Foto 41 - 1º PAVIMENTO - Desaprumo em viga devido erro durante concretagem.



Foto 42 - 1º PAVIMENTO - Desaprumo em viga devido erro durante concretagem.



Foto 43 - 1º PAVIMENTO - Desaprumo em viga devido erro durante concretagem.



Foto 44 - 1º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura e trinca longitudinal com manchas de infiltração.



Foto 45 - 1º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura e trinca longitudinal com manchas de infiltração.



Foto 46 - 1º PAVIMENTO - Manchas provenientes de infiltração em junta de dilatação da estrutura.



Foto 47 - 1º PAVIMENTO - Manchas provenientes de infiltração em junta de dilatação da estrutura.



Foto 48 - TÉRREO/BALDRAMES - Aspecto geral da estrutura.



Foto 49 - TÉRREO/BALDRAMES - Aspecto geral da estrutura.



Foto 50 - TÉRREO/BALDRAMES - Aspecto geral da estrutura da escada.



Foto 51 - 1º PAVIMENTO - Trinca em laje.



Foto 52 - 1º PAVIMENTO - Trinca em laje.



Foto 53 - TÉRREO/BALDRAMÉS - Aspecto geral da estrutura da escada.



Foto 54 - TÉRREO/BALDRAMÉS - Aspecto geral da estrutura da escada.



Foto 55 - TÉRREO/BALDRAMES - Aspecto geral da estrutura da escada.



Foto 56 - 1º PAVIMENTO - Nicho de concretagem e armadura exposta.



Foto 57 - 1º PAVIMENTO - Trinca transversal em laje e manchas de infiltração.



Foto 58 - 1º PAVIMENTO - Trinca transversal em laje e manchas de infiltração.



Foto 59 - 1º PAVIMENTO - Trinca transversal em laje e manchas de infiltração.



Foto 60 - 1º PAVIMENTO - Nichos de concretagem e manchas de infiltração.



Foto 61 - 1º PAVIMENTO - Nichos de concretagem e manchas de infiltração.



Foto 62 - 1º PAVIMENTO - Nichos de concretagem e manchas de infiltração.



Foto 63 - 1º PAVIMENTO - Trinca transversal em laje e manchas de infiltração.



Foto 64 - 1º PAVIMENTO - Manchas em laje provenientes de infiltração.



Foto 65 - 1º PAVIMENTO - Trinca transversal em laje e manchas de infiltração.



Foto 66 - 1º PAVIMENTO - Manchas em laje provenientes de infiltração.



Foto 67 - 1º PAVIMENTO - Aspecto geral da fachada dos fundos.



Foto 68 - 1º PAVIMENTO - Manchas em laje provenientes de infiltração.



Foto 69 - 1º PAVIMENTO - Trinca transversal em laje e manchas de infiltração.



Foto 70 - 1º PAVIMENTO - Trinca transversal em laje e manchas de infiltração.



Foto 71 - 1º PAVIMENTO - Reparo em viga.



Foto 72 - 1º PAVIMENTO - Reparo em viga.



Foto 73 - TÉRREO/BALDRAMES - Estrutura da laje inacabada.



Foto 74 - TÉRREO/BALDRAMES - Estrutura da laje inacabada.



Foto 75 - Aspecto geral da estrutura.



Foto 76 - TÉRREO/BALDRAMES – Viga baldrame fora de esquadro.



Foto 77 - TÉRREO/BALDRAMAS - Aspecto geral da laje.



Foto 78 - 1º PAVIMENTO - Aspecto geral da laje.



Foto 79 - TÉRREO/BALDRAMES - Testemunho retirado de trecho de pilar.



Foto 80 - 1º PAVIMENTO - Trinca transversal em laje e manchas de infiltração.



Foto 81 - 1º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno
cobrimento.



Foto 82 - 1º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno
cobrimento.



Foto 83 - 1º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento.



. Foto 84 - 1º PAVIMENTO - Trinca transversal em laje e manchas de infiltração.



Foto 85 - 1º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento

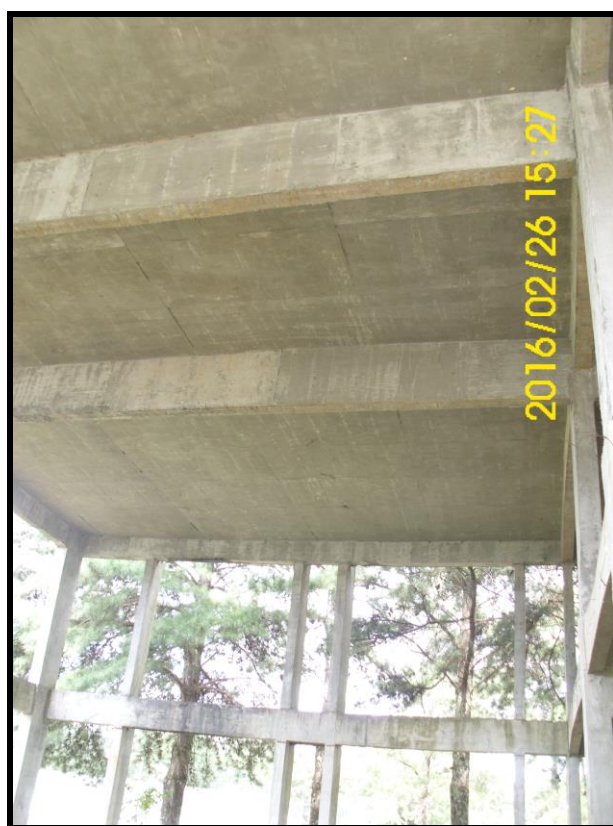


Foto 86 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento e peças fora de esquadro.



Foto 87 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento e peças fora de esquadro.



Foto 88 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento e peças fora de esquadro.



Foto 89 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno
cobrimento e peças fora de esquadro.



Foto 90 - 1º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno
cobrimento e peças fora de esquadro.



Foto 91 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento e peças fora de esquadro.



Foto 92 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento e peças fora de esquadro.



Foto 93 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento e peças fora de esquadro.



Foto 94 - 1º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento.



Foto 95 - 1º PAVIMENTO - Detalhe do pequeno cobrimento de viga.



Foto 96 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento e peças fora de esquadro.



Foto 97 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento e peças fora de esquadro.



Foto 98 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento e peças fora de esquadro.



Foto 99 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento e peças fora de esquadro.

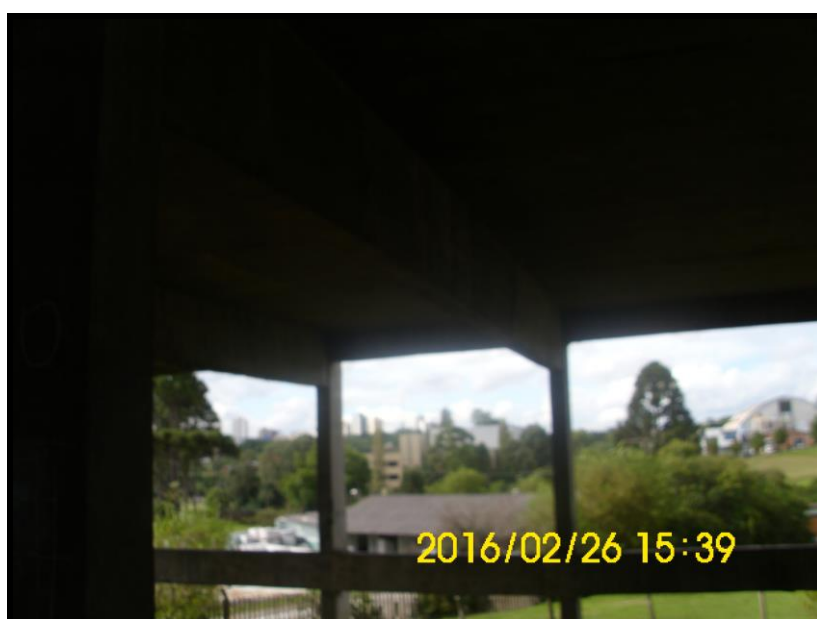


Foto 100 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento e peças fora de esquadro.



Foto 101 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento em vigas.



Foto 102 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento em vigas.



Foto 103 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento em vigas.



Foto 104 - 2º PAVIMENTO - Desaprumo em viga devido erro durante concretagem.



Foto 105 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento em vigas.

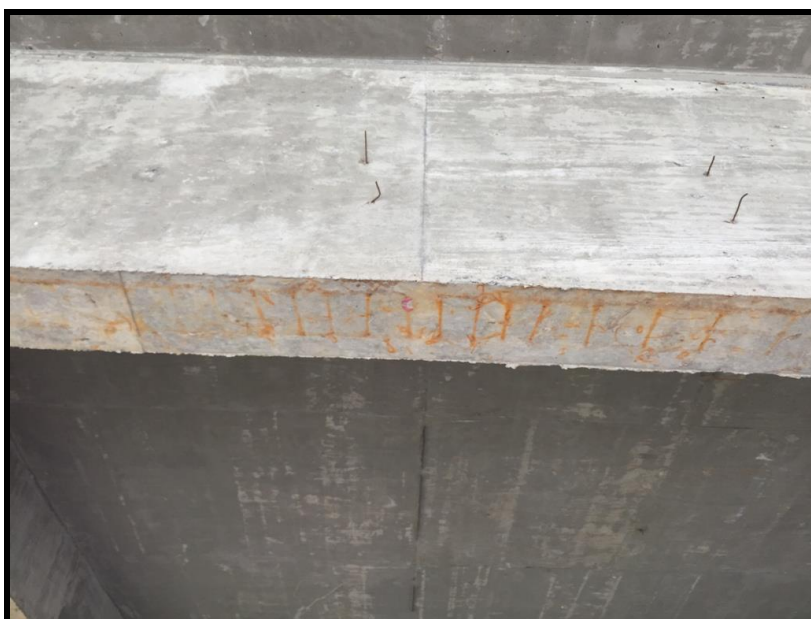


Foto 106 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento.



Foto 107 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento.



Foto 108 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento e nichos de concretagem.



Foto 109 - 2º PAVIMENTO - Detalhe da foto anterior.



Foto 110 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento.



Foto 111 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento.



Foto 112 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento.



Foto 113 - 2º PAVIMENTO - Cultura de fungos e bolores devido infiltração através da junta de dilatação da estrutura.



Foto 114 - 2º PAVIMENTO - Cultura de fungos e bolores devido infiltração através da junta de dilatação da estrutura.



Foto 115 - 1º PAVIMENTO - Cultura de fungos e bolores na laje devido infiltração através da junta de dilatação da estrutura.



Foto 116 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento.



Foto 117 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento.



Foto 118 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento, bem como escoamento de produtos de corrosão.



Foto 119 - 2º PAVIMENTO - Manchas na laje devido corrosão citada na foto anterior.



Foto 120 - 2º PAVIMENTO - Manchas de escoamento de água pela estrutura.



Foto 121 - 2º PAVIMENTO - Manchas de escoamento de água pela estrutura.



Foto 122 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento.



Foto 123 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento.



Foto 124 - 2º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento.



Foto 125 - Manchas de infiltração através da junta de dilatação da estrutura.



Foto 126 - 2º PAVIMENTO - Manchas de infiltração em laje.



Foto 127 - 2º PAVIMENTO - Manchas de infiltração em laje.



Foto 128 - 2º PAVIMENTO - Manchas de infiltração em laje.

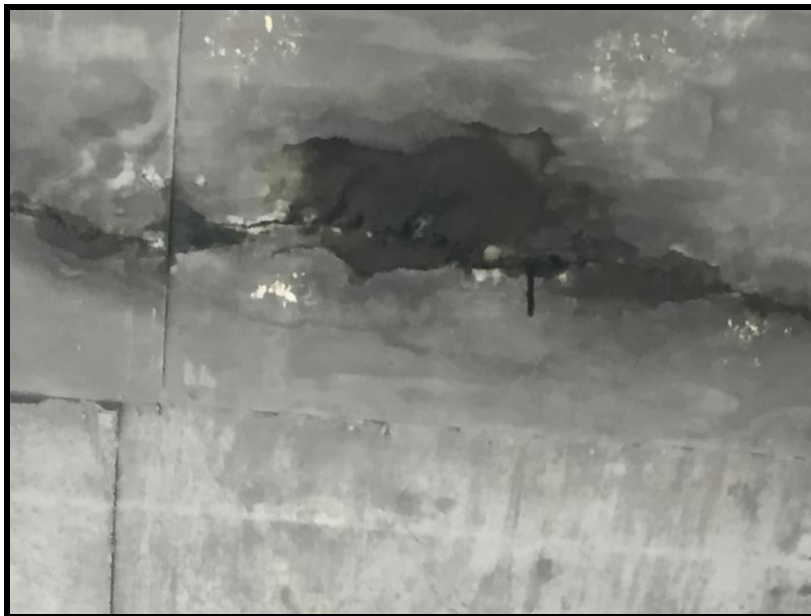


Foto 129 - 2º PAVIMENTO - Manchas de infiltração em laje.



Foto 130 - 1º PAVIMENTO - Cultura de fungos e bolores em laje devido infiltração através da junta de dilatação da estrutura.



Foto 131 - 2º PAVIMENTO - Cultura de fungos e bolores em pilar devido infiltração através da junta de dilatação da estrutura.



Foto 132 - 2º PAVIMENTO - Trinca transversal em viga.



Foto 133 - 2º PAVIMENTO - Trinca transversal em laje e manchas de infiltração.



Foto 134 - 2º PAVIMENTO - Trinca transversal em laje e manchas de infiltração.



Foto 135 - 2º PAVIMENTO - Trinca transversal em laje e manchas de infiltração.



Foto 136 - 2º PAVIMENTO - Trinca transversal em viga.



Foto 137 - 2º PAVIMENTO - Trinca transversal em viga.



Foto 138 - 2º PAVIMENTO - Trinca transversal em viga.



Foto 139 - 2º PAVIMENTO - Trinca transversal em viga.



Foto 140 - 2º PAVIMENTO - Manchas de infiltrações em laje e pilar.



Foto 141 - 2º PAVIMENTO - Manchas de infiltrações em laje e pilar.



Foto 142 - 2º PAVIMENTO - Manchas de infiltrações em laje e pilar.

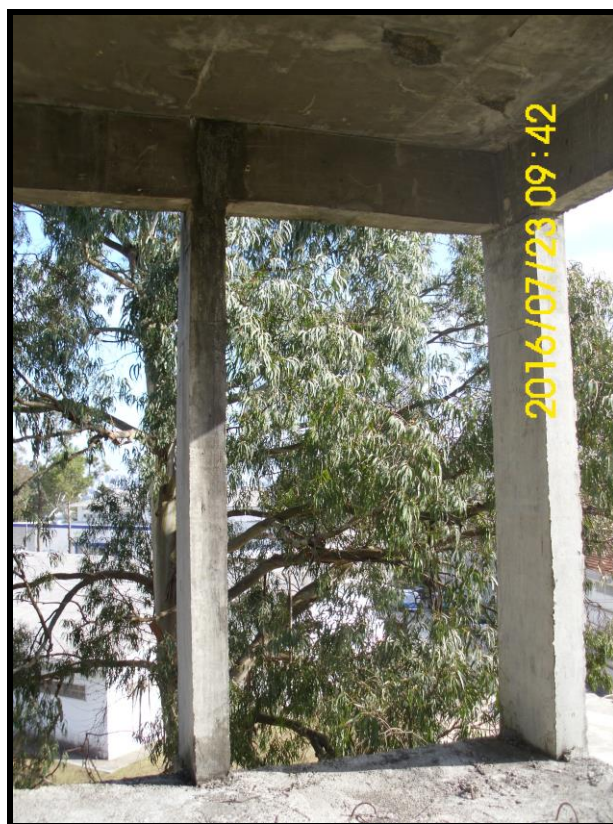


Foto 143 - 2º PAVIMENTO - Manchas de infiltrações em laje e pilar.



Foto 144 - 3º PAVIMENTO - Detalhe da foto anterior.

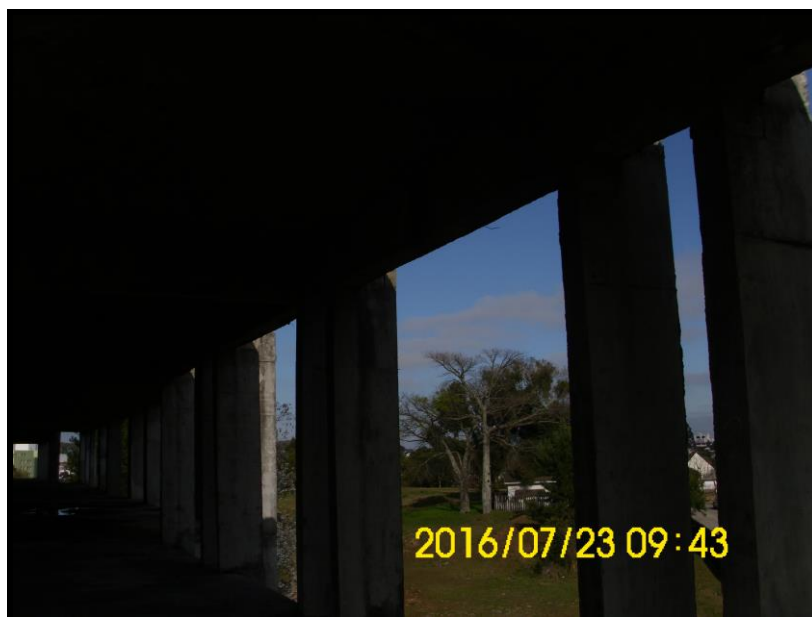


Foto 145 – 2º PAVIMENTO - Pilares fora de prumo.



Foto 146 – 2º PAVIMENTO - Pilares fora de prumo.



Foto 147 - 3º PAVIMENTO - Manchas de infiltrações em laje.



Foto 148 - 3º PAVIMENTO - Manchas de infiltrações em laje.



Foto 149 - 3º PAVIMENTO - Manchas de infiltrações em laje.



Foto 150 - 3º PAVIMENTO - Manchas de infiltrações em laje.



Foto 151 - 3º PAVIMENTO - Manchas de infiltrações em laje.



Foto 152 - 3º PAVIMENTO - Manchas de infiltrações em laje.



Foto 153 - 3º PAVIMENTO - Manchas de infiltrações em laje.



Foto 154 - 3º PAVIMENTO - Armadura exposta em reparo em viga.



Foto 155 - 3º PAVIMENTO - Armadura exposta em reparo em viga.



Foto 156 - 3º PAVIMENTO - Trincas em viga e manchas de infiltração em laje.



Foto 157 - 3º PAVIMENTO - Reparos em viga.



Foto 158 - 3º PAVIMENTO - Fissuras em viga.



Foto 159 – 3º PAVIMENTO - Fissuras em viga.



Foto 160 - 3º PAVIMENTO - Manchas de infiltrações em laje.



Foto 161 - 3º PAVIMENTO - Desaprumo em viga devido erro durante concretagem.



Foto 162 - 3º PAVIMENTO - Desaprumo em viga devido erro durante concretagem.



Foto 163 - 3º PAVIMENTO - Manchas provenientes de infiltração em laje e viga.



Foto 164 - 3º PAVIMENTO - Manchas de infiltrações em laje.



Foto 165 - 3º PAVIMENTO - Manchas de infiltrações em laje.



Foto 166 - 3º PAVIMENTO - Manchas de infiltrações em laje.



Foto 167 - 3º PAVIMENTO - Manchas de infiltrações em laje.



Foto 168 - 3º PAVIMENTO - Manchas de infiltrações em laje.



Foto 169 - 3º PAVIMENTO - Manchas de infiltrações em laje.



Foto 170 - 2º PAVIMENTO - Reparos em pilares.



Foto 171 - 3º PAVIMENTO - Manchas de infiltrações em laje e trincas.



Foto 172 - 3º PAVIMENTO - Manchas de infiltrações em laje e trincas.



Foto 173 - 3º PAVIMENTO - Reparo em viga, bem como trinca em trecho médio.



Foto 174 - 3º PAVIMENTO - Reparo em viga, bem como trinca em trecho médio.



Foto 175 - 3º PAVIMENTO - Desaprumo em laje devido erro durante concretagem.



Foto 176 - 3º PAVIMENTO - Desaprumo em laje devido erro durante concretagem.



Foto 177 - 3º PAVIMENTO - Armadura exposta e manchas de infiltração em laje.



Foto 178 - 3º PAVIMENTO - Mapeamento de armadura devido pequeno cobrimento.