



FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIENCIAS SOCIAIS APLICADAS - FATECS
CURSO: ENGENHARIA CIVIL

RENATO DUARTE MOREIRA

MATRÍCULA: 2089100/0

LEVANTAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA
INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR NO DISTRITO FEDERAL –
ESTUDO DE CASO

Brasília
2013

RENATO DUARTE MOREIRA

**LEVANTAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM
UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR NO DISTRITO
FEDERAL – ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado como um dos requisitos
para a conclusão do curso de
Engenharia Civil do UniCEUB - Centro
Universitário de Brasília

Orientadora: Prof.^a Irene de Azevedo
Lima Joffily

Brasília
2013

RENATO DUARTE MOREIRA

**LEVANTAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM
UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR NO DISTRITO
FEDERAL – ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado como um dos requisitos
para a conclusão do curso de
Engenharia Civil do UniCEUB - Centro
Universitário de Brasília

Orientadora: Prof.^a Irene de Azevedo
Lima Joffily

Brasília, 28 de junho de 2013.

Banca Examinadora

Eng^a. Civil: Irene de Azevedo Lima Joffily, M.Sc.
Orientadora

Eng^o. Civil: João da Costa Pantoja, D.Sc.
Examinador Interno

Eng^o. Civil: Urubatan Simões de Barros
Examinador Externo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	OBJETIVOS.....	13
1.2	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	DESEMPENHO NA CONTRUÇÃO CIVIL.....	14
2.2	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.....	16
2.2.1	<i>Trincas e Fissuras</i>	16
2.2.2	<i>Eflorescências</i>	22
2.2.3	<i>Corrosão das Armaduras</i>	25
2.3	MEDIDAS DE PREVENÇÃO.....	29
2.3.1	<i>Inspeção Predial</i>	29
2.3.2	<i>Manutenção Predial</i>	35
3	METODOLOGIA	37
3.1	ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO.....	37
3.2	INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS.....	38
3.3	PROCEDIMENTOS PARA CLASSIFICAÇÃO E OBTENÇÃO DAS PROVÁVEIS CAUSAS DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.....	40
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	40
4.1	CORREÇÕES E RECOMENDAÇÕES.....	51
4.1.1	<i>Corrosão</i>	51
4.1.2	<i>Fissuras e Trincas</i>	52
4.1.3	<i>Juntas de dilatação</i>	52
4.1.4	<i>Descolamento da tinta</i>	53
4.1.5	<i>Eflorescência</i>	53
4.1.6	<i>Falhas no sistema de impermeabilização</i>	53
4.1.7	<i>Estufamento</i>	54
4.1.8	<i>Desplacamento</i>	54
5	CONCLUSÃO	55
6	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	56

REFERÊNCIAS	58
ANEXO A – PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA	62
APÊNDICES.....	69

Lista de Figuras

FIGURA 1 – GRÁFICO DE DESEMPENHO AO LONGO DO TEMPO	16
FIGURA 2 – VERIFICAÇÃO DE ATIVIDADE DA FISSURA	17
FIGURA 3 – TIPOS DE FISSURAS	20
FIGURA 4 – FISSURA 1	22
FIGURA 5 – FISSURA 2	22
FIGURA 6 – EFLORESCÊNCIA 1	24
FIGURA 7 – EFLORESCÊNCIA 2	24
FIGURA 8 – DIAGRAMA DE POURBAIX	25
FIGURA 9 – LASCAMENTOS POR EXPANSÃO DA ÁREA DE AÇO DEVIDO À CORROSÃO	26
FIGURA 10 – LASCAMENTOS POR EXPANSÃO DA ÁREA DE AÇO DEVIDO À CORROSÃO	26
FIGURA 11 – CORROSÃO DA ARMADURA	27
FIGURA 12 – PERIODICIDADE DAS MANUTENÇÕES PREVENTIVAS E INSPEÇÕES	30
FIGURA 13 – FLUXOGRAMA GENÉRICO PARA DIAGNOSE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL	34
FIGURA 14 - LEI DE SITTER	36
FIGURA 15 – DISPOSIÇÃO DOS BLOCOS	41
FIGURA 16 – CORROSÃO DA ARMADURA EM VIGA NA COBERTURA DO BLOCO 1	42
FIGURA 17 – FALHA EM JUNTA DE DILATAÇÃO (BLOCO 2)	44
FIGURA 18 – FISSURA (BLOCO 8)	47
FIGURA 19 – CORROSÃO DA ESTRUTURA (BLOCO 9)	50
FIGURA 20 – EFLORESCÊNCIAS (BLOCO 9)	50
FIGURA 21 – TELHA RACHADA (BLOCO 1)	70
FIGURA 22 – FALHA NO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO (BLOCO 1)	70
FIGURA 23 – CORROSÃO DAS ARMADURAS (BLOCO 1)	71
FIGURA 24 – CORROSÃO DAS ARMADURAS (BLOCO 1)	71
FIGURA 25 – FISSURAS MAPEADAS (BLOCO 1)	72
FIGURA 26 – TELHAS ENFERRUJADAS (BLOCO 1)	72
FIGURA 27 – FISSURA (BLOCO 1)	73
FIGURA 28 – FALHA EM JUNTA DE DILATAÇÃO (BLOCO 1)	73
FIGURA 29 – FISSURA (BLOCO 2)	74
FIGURA 30 – FALHA NO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO (BLOCO 2)	74
FIGURA 31 – EFLORESCÊNCIA (BLOCO 2)	75
FIGURA 32 – FISSURA (BLOCO 3)	75

FIGURA 33 – FALHA NO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO (BLOCO 4)	76
FIGURA 34 – FISSURA (BLOCO 4).....	76
FIGURA 35 – FALHAS NO CHAPISCO (BLOCO 7)	77
FIGURA 36 – EFLORESCÊNCIA (BLOCO 9)	77
FIGURA 37 – FISSURAS MAPEADAS (BLOCO 9).....	78
FIGURA 38 – FISSURA (BLOCO 9).....	78
FIGURA 39 – CORROSÃO DAS ARMADURAS (BLOCO 11)	79
FIGURA 40 – FALHA EM JUNTA DE DILATAÇÃO (BLOCO 2)	79
FIGURA 41 – FISSURA (BLOCO 1).....	80
FIGURA 42 – FALHA EM JUNTA DE DILATAÇÃO (BLOCO 2)	80
FIGURA 43 – FISSURA (BLOCO 2).....	81
FIGURA 44 – EFLORESCÊNCIA (BLOCO 2)	81
FIGURA 45 – FISSURA (BLOCO 6).....	82
FIGURA 46 – FALHA EM JUNTA DE DILATAÇÃO (BLOCO 6)	82
FIGURA 47 – EFLORESCÊNCIA (BLOCO 7)	83
FIGURA 48 – FISSURA (BLOCO 8).....	83
FIGURA 49 – EFLORESCÊNCIA (BLOCO 8)	84
FIGURA 50 – FALTA DE JUNTA DE DILATAÇÃO (BLOCO 9).....	84
FIGURA 51 – EFLORESCÊNCIA (BLOCO 9)	85
FIGURA 52 – FISSURA (BLOCO 9).....	85
FIGURA 53 – FISSURA (BLOCO 9).....	86
FIGURA 54 – FALHA EM JUNTA DE DILATAÇÃO (BLOCO 11)	86
FIGURA 55 – FISSURA (BLOCO 11).....	87
FIGURA 56 – ESTUFAMENTO (BLOCO 11)	87
FIGURA 57 – EFLORESCÊNCIA (BLOCO 2)	88
FIGURA 58 – DESPLACAMENTO (BLOCO 2)	88
FIGURA 59 – FALHA EM JUNTA DE DILATAÇÃO (BLOCO 2)	89
FIGURA 60 – CORROSÃO NOS BRISES METÁLICOS (BLOCO 3).....	89
FIGURA 61 – FISSURA (BLOCO 3).....	90
FIGURA 62 – DESCOLAMENTO DA TINTA (BLOCO 3).....	90
FIGURA 63 – DESCOLAMENTO DA TINTA (BLOCO 4).....	91
FIGURA 64 – FALHA EM JUNTA DE DILATAÇÃO (BLOCO 4)	91
FIGURA 65 – FISSURA (BLOCO 4).....	92
FIGURA 66 – FISSURA (BLOCO 5).....	92
FIGURA 67 – CORROSÃO DAS ARMADURAS EM ELEMENTO DE FACHADA (BLOCO 6)	93

FIGURA 68 – FISSURA (BLOCO 6).....	93
FIGURA 69 – CORROSÃO DA ESTRUTURA DAS PERSIANAS (BLOCO 7).....	94
FIGURA 70 – DESCOLAMENTO DA TINTA (BLOCO 7).....	94
FIGURA 71 – FISSURA (BLOCO 8).....	94
FIGURA 72 – FISSURA (BLOCO 9).....	95
FIGURA 73 – EFLORESCÊNCIA (BLOCO 9)	96
FIGURA 74 – CORROSÃO DA ESTRUTURA METÁLICA (BLOCO 9).....	96
FIGURA 75 – FISSURA (BLOCO 11).....	97
FIGURA 76 – FISSURA (BLOCO 11).....	97
FIGURA 77 – FALHA EM JUNTA DE DILATAÇÃO (BLOCO 11)	98
FIGURA 78 – FISSURA (BLOCO 12).....	98

Lista de Tabelas

TABELA 1 - CLASSIFICAÇÃO DA FISSURAÇÃO	18
TABELA 2 - CAUSAS DE FISSURAÇÃO	19
TABELA 3 - TIPOS DE FISSURAS.....	21
TABELA 4 - PRINCIPAIS FONTES DE EFLORESCÊNCIAS DE COR BRANCA	23
TABELA 5 - PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	28
TABELA 6 – CARACTERIZAÇÃO DOS EDIFÍCIOS	39
TABELA 7 - INSPEÇÃO DAS COBERTURAS.....	43
TABELA 8 – INSPEÇÃO DO SUBSOLO	45
TABELA 9 – INSPEÇÃO DAS ÁREAS INTERNAS	46
TABELA 10 – INSPEÇÃO DAS ÁREAS EXTERNAS	48
TABELA 11 – PLANO DE MEDIDAS CORRETIVAS	54

RESUMO

As manifestações patológicas vem crescendo a cada dia na vida das edificações. Muitas vezes, a construção, seja ela uma casa ou algum empreendimento, não obedece às normas técnicas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), ou é refém de mão de obra não especializada. Assim, o que foi construído já nasce com diversas patologias e o usuário é obrigado a fazer uma manutenção precoce ou intervenção, para que não tenha prejuízos maiores. A fase da concepção e projeto, e os erros construtivos são as principais causas do surgimento de patologias. Recentemente, foram criadas normas técnicas, a NBR 15575 de 2013 (Edificações habitacionais – Desempenho) e a NBR 5674 de 2012 (Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção), que ajudarão a diminuir o número de patologias em uma edificação. A manutenção predial feita conforme a norma técnica de manutenção citada, juntamente com a realização de vistorias periódicas, é o caminho mais apropriado a seguir depois de pronta a edificação para evitar prejuízos com manifestações patológicas. O objetivo principal do trabalho é fazer o levantamento das atuais manifestações patológicas presentes nas fachadas, coberturas, áreas internas e externas, e subsolo do Centro Universitário levando em consideração o histórico das edificações e a forma de construção e implementação dos elementos construtivos, e classificá-las de acordo com seu grau de criticidade, propondo assim, uma diretriz para solução das mesmas. Conclui-se com este trabalho que é imprescindível a realização de vistorias periódicas, mesmo que se tenha o plano de manutenções preventivas, para a avaliação completa da estrutura, principalmente quando tratamos de grandes edificações.

Palavras-chaves: Manifestações patológicas. Manutenção. Vistorias.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Granato (2012), Patologia é a ciência que analisa e estuda as manifestações patológicas, considerando de onde vem, e o que causa. Na construção, a manifestação patológica significa uma anomalia relacionada à deterioração de um elemento estrutural.

O que está ligado à essas manifestações é o baixo desempenho da estrutura no qual afeta a durabilidade, a estética, e a estabilidade da mesma (SOUZA; RIPPER, 1998).

Com a evolução da tecnologia na área da construção civil, muitos setores da área cresceram e possibilitaram um bom acervo científico para a concepção do projeto, o cálculo estrutural e o detalhamento das armações. Desta forma, as técnicas construtivas e a tecnologia para a fabricação de materiais para construção também foram crescendo. E este crescimento acelerado provocou uma necessidade de inovações no mercado (SOUZA; RIPPER, 2009).

Portanto, passaram a existir vários materiais, com diversas marcas e várias especificações. Porém é preciso ter conhecimento do produto para saber a qualidade do mesmo. Muitas vezes, por motivos econômicos, um produto com baixa qualidade e fora de especificação é escolhido, e a estrutura é prejudicada com aparecimentos de manifestações patológicas, diminuindo assim, sua funcionalidade.

As maiores causas das manifestações patológicas estão: na fase de concepção e projeto; na execução; nos materiais utilizados; e na utilização da estrutura. Estes, quando não estão de acordo com as normas técnicas, especificações ou recomendações podem causar, nos elementos construtivos, vibrações, fissuras, eflorescência, e o fenômeno bastante sério, a corrosão das armaduras do concreto armado, no qual ataca diretamente a sua vida útil, podendo gerar um grande risco ao usuário.

Portanto, é importante também saber um pouco do histórico da construção para avaliar o que foi feito e descobrir eventuais problemas já ocorridos durante a fase de obra ou de uso da estrutura. Às vezes, as manifestações patológicas ganham aliados, que são forros e revestimentos que escondem as mesmas, e escondidas, ficam mais difícil de serem detectadas.

No Brasil as edificações de grande porte estão mais suscetíveis ao aparecimento de patologias. Algumas das causas desta vulnerabilidade são:

- Falta de planejamento financeiro para a execução das manutenções preventivas;
- Falta de vistorias periódicas para avaliação da estrutura
- E inexistência de manutenção preventiva.

É interessante perceber que este também é um problema cultural do país. Podemos comparar a importância que se dá na manutenção de automóveis e na manutenção de edifícios. Ambos são bens, que precisam de manutenção para manter seu bom funcionamento, porém, as edificações que são bens mais valiosos e com maior valor agregado não se dá tanta importância quando se trata de manutenção preventiva das mesmas.

As vistorias têm grande importância na construção e na utilização das edificações. São elas que, quando feitas corretamente e por profissionais capacitados, evitam o aparecimento das patologias detectando os erros de construção, de projeto, execução e utilização.

Existem duas novas normas que surgiram depois de vários problemas causados por patologias e falta de manutenção predial. São elas: a NBR 15575 de 2013 (Edificações habitacionais – Desempenho) e a NBR 5674 de 2012 (Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção).

A NBR 5674 (ABNT, 2012) faz com que as construtoras e até edificações já em uso, elaborem um plano de manutenção para garantir o acompanhamento e realização das ações de manutenção predial de forma a garantir a durabilidade da estrutura.

Já a NBR 15575 (ABNT, 2013) ajudará bastante a controlar o padrão de qualidade das construções, dando uma vida útil mínima para os elementos construtivos. Desta forma, essas normas farão com que os projetos sejam revisados rigorosamente, que as obras tenham melhor controle e vistorias sejam feitas periodicamente para garantir a vida útil de projeto.

1.1 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo geral detectar as patologias existentes em uma Instituição de Ensino Superior no Distrito Federal, Campus Asa Norte, através de inspeção predial, e propor diretrizes para a correção das mesmas.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Realizar as inspeções nos blocos de 1 a 12 do Centro Universitário e levantar as patologias nas coberturas, subsolo, áreas externas e internas da Instituição de Ensino Superior no Distrito Federal, e classificar as patologias em grau de criticidade.
- Elaborar uma relação com quantidades de manifestações patológicas encontradas em cada bloco
- Apresentar diretrizes para correção de cada patologia encontrada.
- Avaliar o estado de conservação das edificações que compõem a Instituição.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é composto de 6 capítulos, incluindo a Introdução e Objetivos aqui apresentadas. Ao final também são apresentados anexos e apêndices

O Capítulo 2 tem o objetivo de conceituar e explicar alguns assuntos relacionados à ciência da patologia das construções, explicando também um pouco das manifestações patológicas mais comuns.

O Capítulo 3 é composto do método utilizado para a obtenção dos resultados. Nele estão contidas as formas de coleta e análise dos dados apresentados neste trabalho.

O Capítulo 4 é composto de tabelas separadas por área, que foram preenchidas de acordo com as manifestações encontradas em cada bloco. Essas tabelas apresentam a classificação do grau de risco de cada manifestação juntamente com o levantamento quantitativo.

No Capítulo 5 são apresentadas as conclusões obtidas neste estudo e algumas sugestões para elaboração de trabalhos futuros relacionados ao tema estão apresentados no Capítulo 6.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste Capítulo é apresentado uma revisão dos assuntos ligados às Patologias das Construções, assim como desempenho e qualidade das edificações tendo foco nas manifestações patológicas mais frequentes.

2.1 DESEMPENHO NA CONTRUÇÃO CIVIL

Atualmente, o aparecimento de tantas patologias nos mostra o quão o concreto é um material instável ao passar dos anos, no qual muda suas propriedades de acordo com a agressão do meio ambiente e as próprias características dos seus componentes. Estas agressões provenientes do meio ambiente que alteram e comprometem o desempenho e durabilidade da estrutura, causam danos chamados de deteriorações (SOUZA; RIPPER, 2009).

Muitas vezes, as patologias são originadas deste agentes agressores ou agentes de deterioração, que danificam as edificações que não estão preparadas para se “defenderem” (LICHTENSTEIN, 1986).

Algumas mudanças tem trazido resultados positivos para o setor da construção civil. Com a produção e revisão das normas técnicas, um sistema nacional de certificação, e diminuição dos desperdícios gerados dentro das obras, a construção civil passa a ter melhorias na qualidade da cadeia produtiva, nas inovações tecnológicas, no controle da obra e no seu planejamento, e de um modo geral, no seu desempenho (ABIKO; ORNSTEIN, 2002).

O desempenho na construção civil tem um desafio muito grande ao se tratar das necessidades dos usuários de uma forma objetiva e adequadas às condições ambientais e de uso, e que sejam viáveis economicamente ao proprietário e tecnicamente aos profissionais responsáveis, dentro da realidade de cada sociedade, país, ou região. Logo, o desempenho esperado da edificação não é fácil

de se obter desde que o usuário tenha necessidades subjetivas, variáveis e crescentes com o passar do tempo (BORGES, 2008).

O assunto de desempenho na construção civil traz com ele a abordagem de vida útil. De acordo com Borges (2008), a vida útil dos elementos estruturais, é baseada no tempo onde estes mantêm o desempenho esperado sendo submetidos apenas às manutenções definidas na fase de projeto.

A norma da ABNT, NBR 15575 - Edificações habitacionais – Desempenho (2013), que foi publicada em 19 de fevereiro deste ano e entrará em vigor a partir de 19 de julho de 2013, assim define:

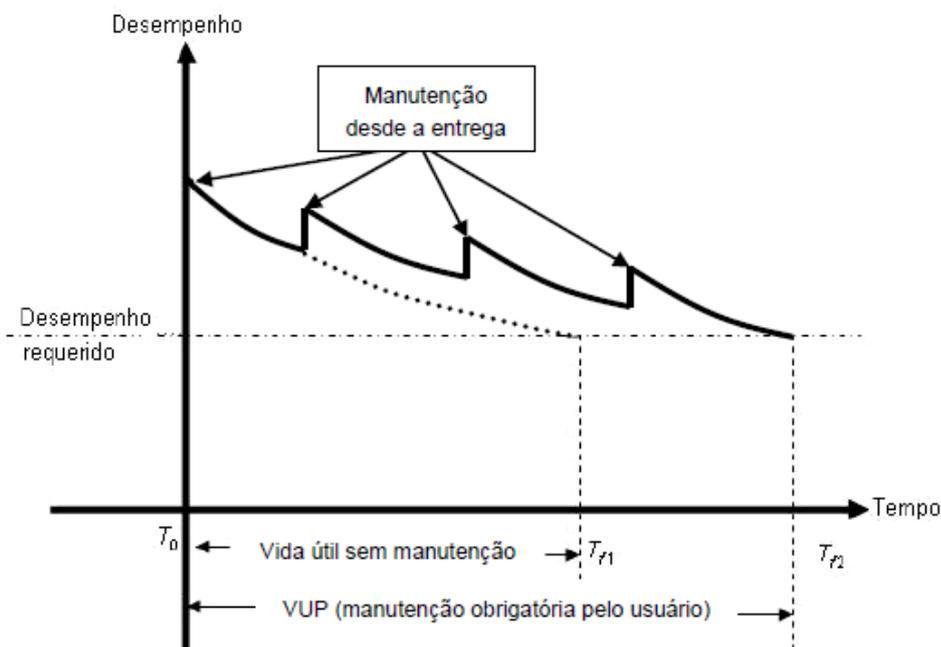
“Vida Útil (VU): período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos considerando a periodicidade e a correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção;”

“Vida Útil de Projeto (VUP): período estimado de tempo para o qual um sistema é projetado a fim de atender aos requisitos de desempenho estabelecidos nessa norma, considerando o atendimento aos requisitos das normas aplicáveis, o estágio do conhecimento no momento do projeto e supondo o atendimento da periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção.”

Ainda de acordo com a norma de desempenho NBR 15575 (ABNT, 2013), o descumprimento dos programas definidos no Manual de Uso, Operação e Manutenção da edificação, e também as ações do meio ambiente, irão reduzir a durabilidade, podendo até ficar menor que o prazo teórico calculado como VUP.

A Figura 1, representa o gráfico do desempenho ao longo do tempo. De acordo com este gráfico, fica fácil de se observar a importância da manutenção e o quanto a VU dos elementos construtivos é prolongada através de ações de manutenção.

Figura 1 – Gráfico de desempenho ao longo do tempo



Fonte: (NBR 15575, ABNT, 2013)

2.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Neste item serão descritas as principais manifestações patológicas encontradas com maior frequência na indústria da construção civil: trincas e fissuras; eflorescências e corrosão de armaduras.

2.2.1 Trincas e Fissuras

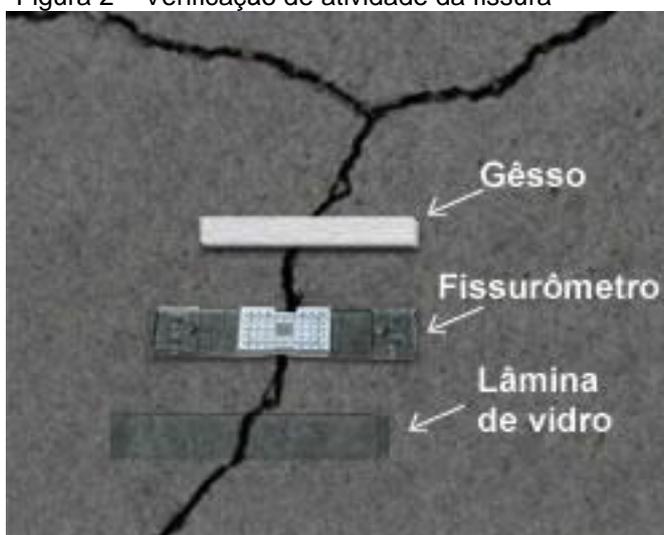
Para Souza e Ripper (2009), a fissuração pode ser considerada uma das mais frequentes, e a que mais chama atenção dos usuários e proprietários. Portanto, de acordo com Olivari (2003), ao detectar uma fissura, primeiramente deve-se classificar a fissura e também analisar se o processo já estabilizou ou se as causas ainda atuam sobre a peça.

Segundo Piancastelli (1997), para um tratamento correto e adequado, é muito importante que se verifique se a fissura analisada é ativa (viva ou instável) ou inativa (morta ou estável). São chamadas de ativas, as fissuras que ainda

apresentam variação de abertura, e de inativas aquelas que a fissura não tem mais esta variação.

Existe uma técnica bastante usada, que analisa o comportamento da fissura e que permite verificar se a fissura está ativa ou inativa. Esta técnica é a colocação de “selos” rígidos de gesso ou plaquetas de vidro coladas, que se rompem no caso da fissura estar ativa. Juntamente com os “selos” é colocado também, na superfície da fissura um fissurômetro que é o instrumento que mede a abertura da fissura em décimo de milímetros. Esta técnica é exemplificada na Figura 2 abaixo.

Figura 2 – Verificação de atividade da fissura



Fonte: (PIANCASTELLI, 2010)

A fissuração também pode ser classificada pela sua abertura, de acordo com a Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 - Classificação da Fissuração

Nomenclatura	Abertura(mm)
Fissura Capilar	menos de 0,2
Fissura	de 0,2 a 0,5
Trinca	de 0,5 a 1,5
Rachadura	de 1,5 a 5,0
Fenda	de 5,0 a 10,0
Brecha	mais de 10,0

Fonte: (OLIVARI, 2003 p. 30)

As fissuras permitem ao dióxido de carbono (CO_2) penetrar com mais rapidez no interior do concreto. A depender das características da fissura e da alcalinidade do concreto, pode até ocorrer o processo da autocicatrização da mesma, que se dá pelo acúmulo de carbonatos na superfície da fissura, e com o preenchimento da abertura na superfície, dificulta a detecção da mesma (POLITO, 2006).

Carpentier e Soretz (1966 apud HELENE, 1986) concluem que não se pode ter certeza de qual abertura da fissura que poderá aumentar a velocidade de corrosão. Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2004) a abertura máxima permitida das fissuras sem que tenham influencia em termos de vida útil é de 0,4 mm.

De acordo com Granato (2012), há vários mecanismos básicos que podem originar deformações e possíveis fissuras no concreto:

a) Movimentos gerados no interior do concreto - normalmente estes efeitos só causam tensões se o movimento do concreto é restringido. Estas restrições podem ser locais (ex: armaduras) ou gerais (vínculos da estrutura) Exemplos: retração de secagem, expansão ou contração térmica, deformação plástica, etc.

b) Expansão de materiais no interior do concreto - é o caso da corrosão das armaduras, que se expandem. Gerando tração no concreto.

c) Condições externas impostas - acarretadas da ação de cargas ou deformações impostas pela própria estrutura, como por exemplo: recalques diferenciais.

Na Tabela 2, a seguir, se resumem as possíveis causas de fissuração.

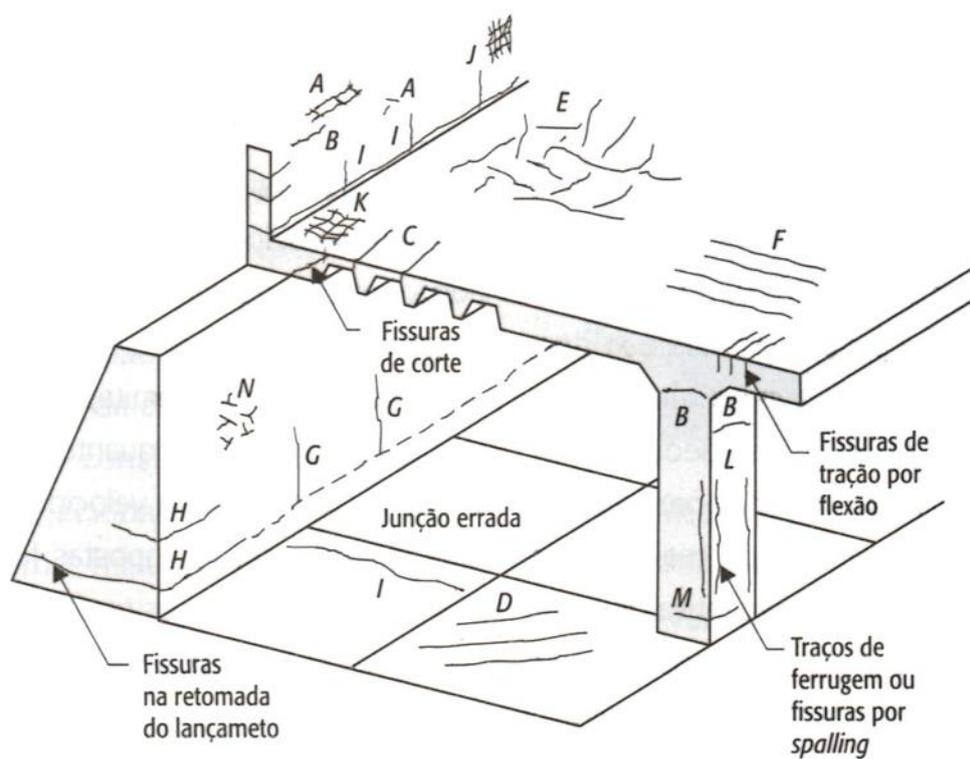
Tabela 2 - Causas de Fissuração

Causas de fissuração	Aspectos particulares
Recalques de fundação	Assentamentos diferenciais de fundações diretas Variação do teor de umidade dos solos argilosos Heterogeneidade e deficiente compactação de aterros
Atuação de sobrecargas	Concentração de cargas e tensões
Deformações das estruturas de concreto armado	Pavimento inferior mais deformável que o superior Pavimento inferior menos deformável que o superior Pavimento inferior e superior com deformação idêntica Fissuração devida à deformação da região em balanço Fissuração devida à rotação do pavimento no apoio Fissuração de "bigode" nos vértices de aberturas Deformação instantânea ou lenta do concreto
Variações de temperatura	Fissuração devida aos movimentos das coberturas Fissuração devida aos movimentos das estruturas reticuladas Fissuração devida aos movimentos da própria parede
Variações de umidade	Movimentos reversíveis e irreversíveis Fissuração devida à variação do teor de umidade por causas externas Fissuração devida à variação natural do teor de umidade dos materiais Fissuração devida à retração das argamassas Fissuração devida à expansão irreversível dos produtos cerâmicos
Ataques químicos	Hidratação retardada da cal Expansão das argamassas e concretos por ação dos sulfatos Retração das argamassas por carbonatação
Outros casos de fissuração	Ações acidentais (sismo, incêndios e impactos fortuitos) Retração da argamassa e expansão irreversível de produtos cerâmicos Choque-térmico Envelhecimento e degradação natural dos materiais e das estruturas

Fonte: (SAHADE, 2005, p. 35)

A figura 3 mostra a tipologia e os locais em que as fissuras podem aparecer, e de acordo com sua nomenclatura e posição, e a Tabela 3, mostra as principais causas e o tempo de aparecimento.

Figura 3 – Tipos de Fissuras



Fonte: (BERTOLINI, 2010, p. 289)

Tabela 3 - Tipos de fissuras

Tipo de fissuração	Subdivisão	Posição mais provável	Fator principal	Fatores secundários	Tempo de aparecimento	
Assentamento plástico	A	Acima das armaduras	Seções espessas	Exsudação elevada	Rápida evaporação	De 10 minutos a 3 horas
	B	Horizontal	Alto das pilastras			
	C	Variação da espessura	Lajes finas			
Retração plástica	D	Diagonais	Pavimentações	Secagem rápida	Exsudação	De 30 minutos a 6 horas
	E	Casuais	Lajes c.a			
	F	Acima das armaduras	Lajes c.a	Secagem rápida, baixo cobrimento		
Contrações térmicas prematuras	G	Vínculos externos	Muros de grande espessura	Elevado calor de hidratação	Rápido resfriamento	De 1 dia a 3 semanas
	H	Vínculos internos	Lajes de grande espessura	Elevada diferença de temperatura		
Retração higrométrica	I		Muros e lajes finos	Juntas ineficazes	Forte retração, cura insuficiente	Várias semanas ou meses
Microfissuras	J	Contra a forma	Concreto aparente	Formas ineficazes	Mistura rica em cimento, má cura	1 a 7 dias, às vezes muito depois
	K	Concreto segregado	Lajes	Excesso de acabamento		
Corrosão das armaduras	L	Natural	Pilares e vigas	Pouco cobrimento	Concreto de má qualidade	Mais de 2 anos
	M	Cloreto de cálcio	Obras pré-fabricadas	Excesso de CaCl ₂		
Reação álcali-agregado	N		Zonas úmidas	Agregados reativos, elevado conteúdo de álcalis		Mais de 5 anos

Fonte: (BERTOLINI, 2010, p 289)

As Figuras 4 e 5, mostram fissuras encontradas na Instituição.

Figura 4 – Fissura 1



Fonte: Do autor

Figura 5 – Fissura 2



Fonte: Do autor

2.2.2 Eflorescências

Conforme Luz (2004), a eflorescência é uma patologia que se manifesta, principalmente, em sistemas de revestimento cerâmico de fachadas. Esta é uma manifestação patológica no qual se dá pelo efeito de lixiviação, que leva os sais solúveis até a superfície, provocando danos à edificação. Ela pode aparecer de uma forma mais concentrada, ou seja, num ponto específico, ou generalizada.

A água em contato com a pasta de cimento tende a hidrolisar ou dissolver os produtos que possuem cálcio. Esta água normalmente é proveniente da água da chuva, de infiltrações existentes ou da umidade do local (GENTIL, 1996).

De acordo com Granato (2012), as eflorescências não resultam em problemas graves, exceto o problema estético, que em alguns casos, pode ser grande um problema. O aparecimento de eflorescências em fachadas pintadas podem atacar os componentes das tintas e provocar seu descolamento.

Os casos mais comuns são:

- escadas
- piscinas
- fachadas ou acabamentos verticais de granito, cerâmicas, pastilhas, etc.
- alvenarias aparentes, com ocorrência de eflorescências também originárias de seus compostos
 - pisos em contato com solos úmidos
 - pingadeiras
 - arremates de caixilhos
 - trincas nas fachadas com pinturas

Os depósitos salinos de coloração branca são os mais evidentes em revestimentos de fachadas. As principais fontes de eflorescências de cor branca se encontram relacionadas na Tabela 4 a seguir:

Tabela 4 - Principais fontes de eflorescências de cor branca

Eflorescências (composição química)	Principais fontes
Sulfato de Potássio (K_2SO_4)	Reações entre cimento e bloco; água de amassamento; poluição (SO_2)
Sulfato de Sódio Hidratado ($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$)	Reações entre cimento e bloco; água de amassamento; poluição (SO_2)
Sulfato de Magnésio ($MgSO_4$)	Água de amassamento; tijolos; blocos
Sulfato de Cálcio Dihidratado ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)	Blocos cerâmicos
Carbonato de Potássio (K_2CO_3)	Argamassa com cimento de elevado teor de álcalis
Carbonato de Sódio (Na_2CO_3)	Argamassa com cimento de elevado teor de álcalis
Bicarbonato de Sódio	Argamassa com cimento de elevado teor de álcalis
Cloreto de Potássio (KCl)	Limpeza com uso de soluções ácidas (ácido muriático)
Cloreto de Sódio (NaCl)	Névoa salina

Fonte: (LAUAND; GRALIK; MACUL, 2007, p. 57)

O cimento mais apropriado para o assentamento de revestimentos em áreas muito úmidas é o CP-IV, cuja atividade pozolânica consome o hidróxido de cálcio na fase de hidratação. Este tipo de cimento não é comum de se encontrar em qualquer região do Brasil. Quando não encontrado, ou não disponível, este deve ser substituído pelo CP-III no qual possui um baixo teor de hidróxido de cálcio (GRANATO, 2012).

A Figura 6 mostra uma eflorescência no qual os depósitos salinos se encontram sobre o revestimento de fachada.

Figura 6 – Eflorescência 1



Fonte: Do autor

A Figura 7 mostra uma eflorescência que se desenvolveu por de trás da tinta e quando tomou uma dimensão maior, provocou o descolamento da tinta.

Figura 7 – Eflorescência 2



Fonte: Do autor

2.2.3 Corrosão das Armaduras

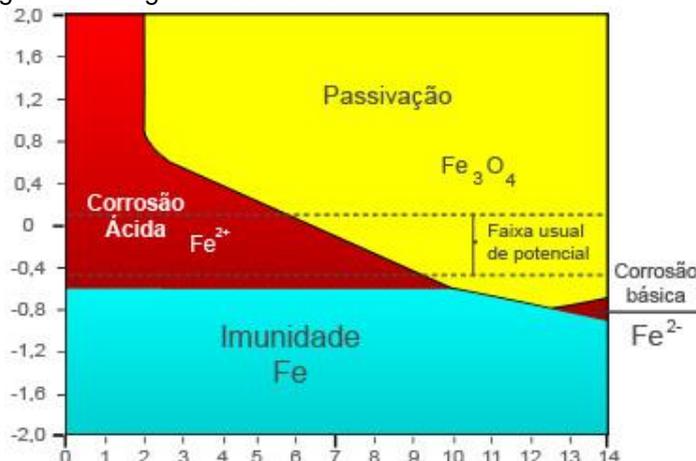
O concreto, apesar de ser bastante duro e resistente, não é um material com duração infinita. O número de estruturas em concreto armado prematuramente deterioradas tem crescido bastante. A corrosão das armaduras é uma manifestação patológica muito preocupante, pois é responsável por enormes prejuízos (GRANATO, 2012).

As armaduras dos elementos de concreto armado, geralmente, encontram-se nas proximidades da superfície. Portanto, o ponto mais importante a se obedecer durante a fase de execução é o cobrimento. O cobrimento é a proteção da armadura. Quando o cobrimento é insuficiente ou o concreto é mal adensado, a armação fica sujeita a presença de umidade, água e ar, desencadeando assim o processo de corrosão das armaduras (THOMAZ, 1989).

O cobrimento é a camada de concreto que fica entre as armaduras e a superfície da peça. A camada de cobrimento adequada resulta em uma proteção maior às armaduras. Esta barreira de concreto, formada por uma película de caráter passivo, denominada proteção química, mantém o pH do concreto alcalino (aproximadamente 13,5) e faz com que o aço mantenha-se passivo. Assim, ajuda a estrutura ter um desempenho como esperado em projeto e uma durabilidade prolongada (MEDEIROS, 2005).

O Diagrama de Pourbaix apresentado na Figura 8 ilustra a influência do pH sobre a corrosão do aço.

Figura 8 – Diagrama de Pourbaix



Fonte: (PIANCASTELLI, 2010)

De acordo com Thomaz (1989) o processo de corrosão produz óxido de ferro, no qual o volume é bem maior do que o do metal original, causando uma expansão da seção. Essa expansão provoca fissuras e o lascamento do concreto nas áreas próximas às armaduras oxidadas conforme ilustrado nas Figura 9 e 10.

Figura 9 – Lascamentos por expansão da área de aço devido à corrosão



Fonte: Do autor

Figura 10 – Lascamentos por expansão da área de aço devido à corrosão



Fonte: Do autor

Na construção, são muitos os fatores que podem colaborar no processo de corrosão como o consumo de cimento no concreto, a sua compacidade e homogeneidade, estado superficial da armadura, a umidade ambiental, e como já foi dito, a espessura de cobertura da armadura. Os ninhos de concretagem causados por falta de vibração do concreto também fazem parte das causas mais frequentes para a corrosão do aço (GRANATO, 2012).

A Figura 11 mostra barras de aço de uma viga com processo de corrosão devido ao baixo cobrimento que se deu às armaduras.

Figura 11 – Corrosão da armadura



Fonte: Do autor

Além das manifestações patológicas apresentadas, também existem outras que podem causar danos à estrutura. A Tabela 5 mostra outras principais manifestações patológicas acompanhadas das principais causas.

Tabela 5 - Principais manifestações patológicas

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	PRINCIPAIS CAUSAS
Desagregação	Ataques químicos Micro-organismos e fungos Reação álcali-agregado
Erosão e Desgaste	Ações abrasivas
Segregação	Má dosagem do concreto Uso inadequado dos vibradores Concentração de armadura que impede a passagem da brita
Manchas	Umidade Fungos Ação de cloretos
Calcinação	Altas temperaturas (Ex. Incêndio)
Flechas exageradas	Cargas excessivas Sub-dimensionamento Desforma precoce
Perda de aderência entre concretos (nas juntas de concretagem)	Falta de tratamento do concreto endurecido antes do lançamento do novo concreto Diferença de idade muito grande entre os dois concretos
Porosidade	Traço inadequado Amassamento inadequado Adensamento inadequado
Permeabilidade	Traço com alto fator água-cimento
Bolor (fungos, algas, líquens, etc)	Umidade constante Área não exposta ao sol
Fissuras mapeadas	Retração da argamassa de base
Estufamento	Fissuras mapeadas Estufamento
Desplacamento	Falta de juntas Má aderência

Fonte: (Adaptada de PIANCASTELLI, 1997)

2.3 MEDIDAS DE PREVENÇÃO

Neste Capítulo serão apresentadas duas abordagens muito importantes para prevenção das manifestações patológicas: a inspeção e a manutenção predial. Estes são assuntos relevantes no qual, muitas vezes, não é dado a importância que cada um merece.

2.3.1 *Inspeção Predial*

A inspeção predial é essencial para manter o estado de conservação das edificações e a estabilidade da estrutura, controlar e prever a vida residual e também é fundamental para o projeto de intervenção para recuperação ou reforço da estrutura. (BERTOLINI, 2010)

De acordo com a norma do IBAPE/SP (Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo), a inspeção predial se define pela avaliação isolada ou combinada das condições técnicas, de uso e de manutenção da edificação.

Antes de fazer qualquer análise mais aprofundada são necessárias as avaliações preliminares, que se baseiam na inspeção visual e na coleta das informações disponíveis, como erros construtivos, problemas ocorridos, reforços já executados e qualquer outra informação que possa colaborar com o diagnóstico do problema. A coleta de dados sobre o histórico da construção, juntamente com as informações recolhidas durante a inspeção visual, pode ser muito útil para a especificação das possíveis causas das manifestações patológicas (BERTOLINI, 2010).

De acordo com Matozinhos (2012), a periodicidade das inspeções pode ser dada juntamente com a periodicidade das manutenções preventivas. Desta forma, no momento da inspeção, feita por profissional qualificado, é analisada a necessidade da manutenções corretivas. A tabela da Figura 12 abaixo define o tempo para a inspeção para cada sistema construtivo.

Figura 12 – Periodicidade das manutenções preventivas e inspeções

PERIODICIDADE DAS MANUTENÇÕES PREVENTIVAS E INSPEÇÕES												
ITEM	SISTEMA CONSTRUTIVO / TEMPO	6 meses	1 ano	1 ano e meio	2 anos	2 anos e meio	3 anos	3 anos e meio	4 anos	4 anos e meio	5 anos	Após 5 anos
1	Alvenaria estrutural		*								*	A cada 4 anos.
2	Alvenaria de vedação		*								*	A cada 4 anos.
3	Antena coletiva	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	A cada 2 anos.
4	Automação de portões	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	A cada 2 anos.
5	Cabeamento estruturado	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	A cada 2 anos.
6	Esquadrias de alumínio		*								*	A cada 2 anos.
7	Esquadrias de madeira		*								*	A cada 2 anos.
8	Esquadrias metálicas		*								*	A cada 2 anos.
9	Estrutura de concreto		*								*	A cada ano.
10	Estrutura metálica						*					A cada 3 anos.
11	Ferragens das esquadrias		*		*		*		*		*	A cada 1 ano.
12	Forro de gesso				*				*			A cada 2 anos.
13	Iluminação automática	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	A cada 2 anos.
14	Iluminação de emergência											A cada mês.
15	Impermeabilização	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	A cada 2 anos.
16	Instalações de combate a incêndio											A cada mês.
17	Instalações elétricas		*		*		*		*		*	A cada 2 anos.
18	Instalações de gás	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	A cada 6 meses.
19	Instalações hidrossanitárias		*		*		*		*		*	A cada ano.
19.1	Louças sanitárias	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	A cada 2 anos.
19.2	Caixas e válvulas de descargas	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	A cada 2 anos.
20	Instalações de interfone	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	A cada 2 anos.
21	Instalações telefônicas		*		*		*		*		*	A cada 2 anos.
22	Junta de dilatação nas fachadas		*		*		*		*		*	A cada ano.
23	Metais sanitários	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	A cada 2 anos.
24	Motobombas	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	A cada 6 meses.
25	Pintura externa / interna				*				*			A cada 2 anos.
26	Piscinas											A cada semana.
27	Pisos de madeira				*				*			A cada 2 anos.
28	Revestimento em argamassa decorativa				*				*			A cada 2 anos.
29	Revestimentos cerâmicos	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	A cada 2 anos.
30	Revestimentos em pedra	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	A cada 2 anos.
31	Sistema de aquecimento central de água	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	A cada 6 meses.
32	Sistema de cobertura	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	A cada 6 meses.
33	Sistema de proteção - SPDA		*		*		*		*		*	A cada 2 anos.
34	Sistema de segurança	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	A cada 2 anos.
35	Vidros		*		*		*		*		*	A cada 2 anos.

Fonte: (MATOZINHOS, 2012 p. 61)

A Lei 6400/13 do Rio de Janeiro determina a realização periódica de vistoria a ser realizada pelos condomínios ou por proprietários dos prédios residenciais, comerciais e pelo poder público, nos prédios públicos. Desta forma, os imóveis com menos de 25 anos, a partir da emissão do “habite-se”, têm de fazer inspeções decenais, enquanto os com mais de 25 anos, com intervalo menor, de cinco anos. Já no Distrito Federal não existe Lei que determina a realização de vistorias periódicas.

A inspeção visual se resume em uma inspeção para determinar as condições visíveis da estrutura e fornece indicações muito úteis para a especificação preliminar do fenômeno, principalmente quando se tem um profissional experiente na área. Essa inspeção é limitada pela possibilidade de observar somente o que está no nosso alcance visual. Desta forma os defeitos internos das estruturas e as informações sobre as propriedades dos materiais usados não podem ser obtidos nesta fase (BERTOLINI, 2010).

Geralmente a avaliação é realizada em 2 fases. Primeiro, se faz a investigação preliminar, onde é feita a inspeção visual e uma breve análise da extensão do dano. Assim, já é possível obter hipóteses sobre as possíveis causas de degradação. Em seguida efetuam-se as investigações com diversos graus de aprofundamento que são mais específicos e podem dar certeza da causa (THE CONCRETE SOCIETY, 1982; BUNGEYM e MILLARD, 1996; MALHOTRA, 1994; THE CONCRETE SOCIETY, 1989, apud BERTOLINI, 2010).

Já a Norma do IBAPE/SP (2011) classifica os níveis de inspeção predial da seguinte maneira:

- Nível 1: identificação de anomalias aparentes, elaborada por profissional habilitado;
- Nível 2: identificação de anomalias aparentes com auxílio de equipamentos, elaborada por profissionais de diversas especialidades, contendo indicação de orientações técnicas pertinentes; e
- Nível 3: identificação de anomalias aparentes e ocultas com auxílio de equipamentos, incluindo testes e ensaios locais e/ ou laboratoriais específicos, elaborada por profissionais de diversas especialidades, contendo indicação de orientações técnicas pertinentes.

No processo de investigação, existem técnicas destrutivas e técnicas não-destrutivas que podem ser úteis para a obtenção do diagnóstico. As técnicas não-destrutivas tem a vantagem de não prejudicarem fisicamente a estrutura, empregando o ultra-som, líquido penetrante, raios X e gamagrafia, entre outros.

Já as técnicas destrutivas afetam ou destroem a integridade do elemento testado podendo afetar a estrutura global. Existem testes que necessitam apenas de uma pequena amostra causando efeitos leves na estrutura, devido ao tamanho da amostra. Algumas técnicas são moderadas, com retiradas de camadas mais profundas com brocas. E outras são totalmente destrutivas, como o corte de elementos estruturais. Deve-se ter uma autorização prévia de um engenheiro para investigação utilizando métodos destrutivos. (MOTTI; KAWABATA; GHEUR, 2007)

É importante que, depois da obtenção dos diagnósticos, as patologias encontradas na edificação sejam classificadas em um grau de risco.

O grau de risco é o critério de classificação das manifestações patológicas encontradas na inspeção da edificação, levando em consideração os riscos oferecidos aos usuários, ao meio ambiente e ao patrimônio. Portanto, as anomalias encontradas devem ser classificadas de acordo com um dos seguintes níveis sugeridos pela Norma de Inspeção Predial do IBAPE/SP (2011):

- ❖ Crítico;
- ❖ Regular;
- ❖ Mínimo;
- ❖ Nenhum.

Esta ordem pode ser apurada por metodologias técnicas como GUT (ferramenta de “gerenciamento de risco” através da metodologia de Gravidade, Urgência e Tendência), FEMEA: (Failure Mode and Effect Analysis: ferramenta de “gerenciamento de risco” através da metodologia de Análise do Tipo e Efeito de Falha); ou ainda, pela listagem de criticidade decorrente da Inspeção Predial.

De acordo com a norma do IBAPE/SP (2011), os graus de risco podem ser classificados da seguinte forma:

“Crítico: Relativo ao risco que pode provocar danos contra a saúde e segurança das pessoas e/ou meio ambiente, perda excessiva de desempenho causando possíveis paralisações, aumento de custo, comprometimento, sensível de vida útil e desvalorização acentuada, recomendando intervenção imediata.”

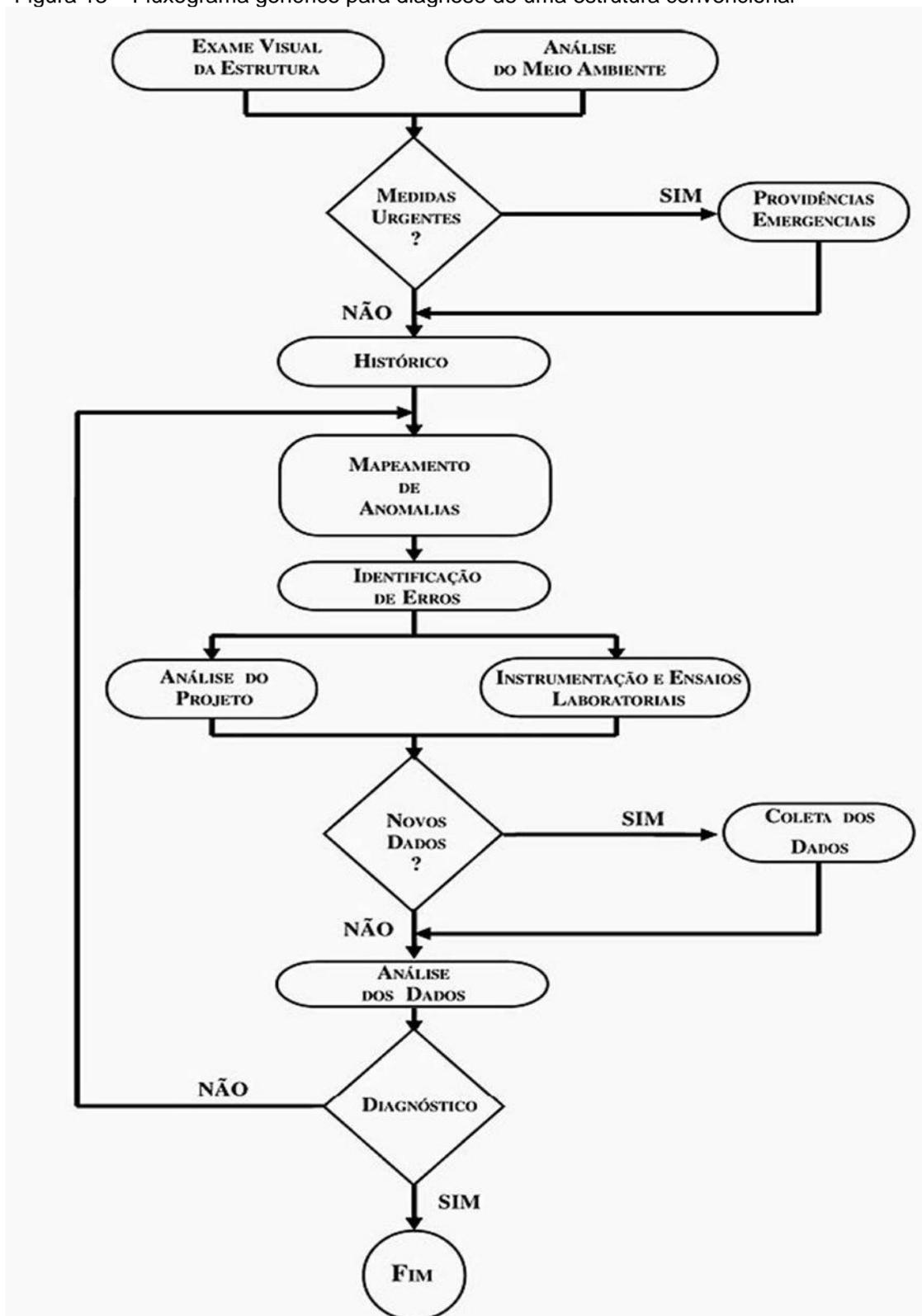
“Regular: Relativo ao risco que pode provocar a perda de funcionalidade sem prejuízo à operação direta de sistemas, perda pontual de desempenho (Possibilidade de recuperação), deterioração, recomendando programação e intervenção a curto prazo.”

“Mínimo: Relativo a pequenos prejuízos à estética ou atividade programável e planejada, sem incidência ou sem a probabilidade de ocorrência dos riscos críticos e regulares, além de baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário, recomendando programação e intervenção a médio prazo.”

O grau de risco “nenhum” se refere à manifestações que não oferecem riscos.

A Figura 13 a seguir representa um fluxograma que mostra as etapas da inspeção predial até a chegada de um diagnóstico de uma patologia em uma estrutura convencional.

Figura 13 – Fluxograma genérico para diagnose de uma estrutura convencional



Fonte: (SOUZA; RIPPER, 2009 p. 80)

2.3.2 *Manutenção Predial*

A manutenção predial é definida como o conjunto das atividades que possa garantir o desempenho de projeto da edificação, podendo assim manter seu desempenho, atendendo às necessidades dos usuários, com confiabilidade e ao menor custo possível (GOMIDE et al., 2006).

A manutenção predial é um assunto muito amplo, que abrange os conceitos de durabilidade, vida útil e desempenho, por isso, ela pode ser classificada das seguintes formas, segundo John (1989):

- Conforme o tipo de manutenção: conservação, reparação, restauração ou modernização;
- De acordo com a origem dos problemas do edifício: evitáveis ou inevitáveis;
- Quanto à estratégia de manutenção adotada: preventiva, corretiva ou engenharia de manutenção; e
- De acordo com a periodicidade de realização das atividades: rotineiras, periódicas ou emergenciais.

A norma de manutenção de edificações da ABNT, NBR 5674 de 1999, foi revisada, sendo atualizada em agosto de 2012. Ela determina que a manutenção predial deve seguir um programa de manutenção e sugere a periodicidade para cada sistema da edificação. Esta norma inclui meios para a preservação das características originais da edificação, e prevenção da perda do desempenho dos sistemas e elementos, provenientes de degradação. A manutenção deve ser orientada por um conjunto de diretrizes que preserve o desempenho previsto em projeto ao longo do tempo, minimizando a depreciação patrimonial.

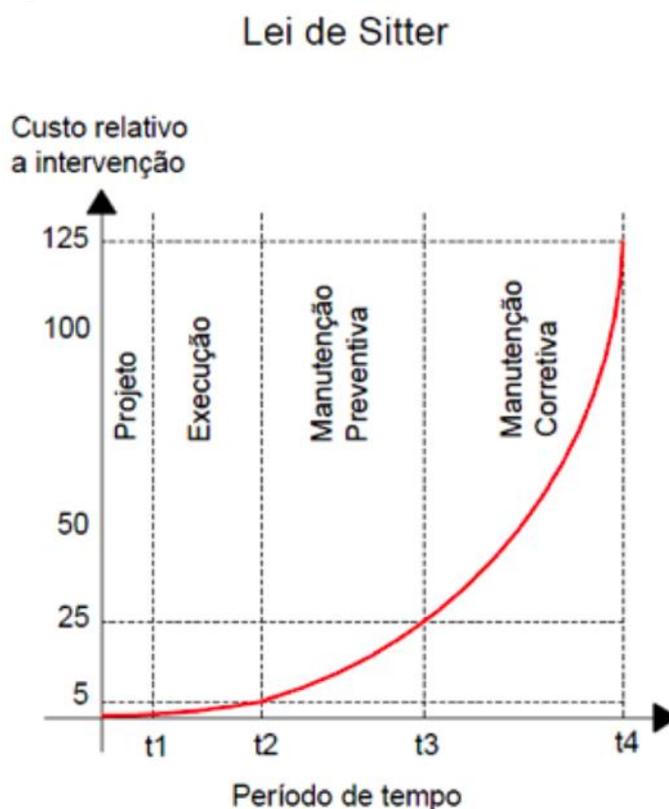
Ainda de acordo com a NBR 5674 (ABNT, 2012), a manutenção preventiva é definida como serviços cuja realização seja programada com antecedência, dando prioridade às solicitações dos usuários.

Desta forma, este tipo de manutenção não tem a finalidade de realização de reformas para solucionar problemas construtivos, de projeto, ou de concepção (GOMIDE et al., 2006).

Vale lembrar que mesmo quando a manutenção preventiva for perfeitamente executada, não elimina a possibilidade de ocorrência de alguma manutenção corretiva, porém vai diminuir significativamente quanto aos custos e consequências. Este é o objetivo principal do planejamento de manutenção (ANTONIOLI, 2011).

A Lei de Sitter analisa a evolução progressiva de custos de manutenções de acordo com a Figura 14, a seguir. Portanto, os custos são menores quando a manutenção é racionalizada desde a concepção do projeto, e maiores quando ela ocorre apenas na fase de uso. Esta Lei também nos evidencia que a manutenção corretiva é muito mais desvantajosa que a preventiva. (PEREIRA, 2011)

Figura 14 - Lei de Sitter



Fonte: (HELENE, 1992 apud PEREIRA, 2011)

Os investimentos com manutenção preventiva também devem ser coerentes. Esses investimentos são justificáveis quando reduzem a incidência da

manutenção corretiva, resultando também em mais eficiência, melhor de desempenho, e maior durabilidade dos sistemas. (PUJADAS, 2011)

De acordo com Burin et al. (2009), as edificações são utilizadas até a exaustão, como se a estrutura em geral, tivesse durabilidade infinita. É muito importante que se saiba as consequências da falta de manutenção preventiva, pois hoje em dia, são tomados de cuidadosos os proprietários ou usuários que pintam periodicamente seus imóveis, trocam algum revestimento ou fazem alguma maquiagem equivalente.

Buscando atender a NBR 5674 (ABNT, 2012), Mendes (2012) elaborou um plano de manutenção preventiva para o Centro Universitário em questão, apresentando as atividades a serem realizadas e a periodicidade das mesmas, conforme tabela A1 apresentada no Anexo A.

3 METODOLOGIA

3.1 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO

Para se atingir os objetivos propostos foi realizada uma análise na planilha de informações das edificações, como área construída, idade das edificações, tipo de estrutura, equipamentos e sistemas, etc., já levantada por Mendes (2012) como mostra a Tabela 6. Após esta análise, foram realizadas vistorias que foram separadas por bloco e por as áreas como Coberturas, Subsolos, Áreas Externas e Áreas Internas.

Não foi possível realizar as vistorias nas coberturas dos Blocos 6, 10, e 12 por não se obter os equipamentos de segurança apropriados para a realização do trabalho. Em todos os demais blocos foram feitas as inspeções. Assim, foi realizado um levantamento quantitativo das manifestações patológicas encontradas em cada bloco obtido pelo número de ocorrências de cada problema. Logo, foram levantadas as prováveis causas de acordo com as características de cada manifestação patológica, classificando-as em um grau de risco sugerido pelo IBAPE/SP (2011).

3.2 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados é essencial para o estudo das manifestação patológicas e obtenção das possíveis causas. É através de informações como a idade do prédio que se analisa se eventuais fissuras encontradas podem ou não ser de acomodações da estrutura.

A Tabela 6 adaptada de Mendes (2012), apresenta os seguintes dados das edificações estudadas:

- Tipologia: é a quantidade de pavimentos, incluindo os subsolos, térreos e andares;
- Idade: referente à quantidade de tempo em que as edificações foram concebidas;
- Tipo de cobertura. Exemplo: telhado, laje, cobertura metálica, etc.
- Tipo de estrutura. Exemplo: concreto armado, estrutura metálica, etc.
- Sistema de fachada. Exemplo: pintura, cerâmica, esquadria de vidro, etc.

Tabela 6 – Caracterização dos edifícios

Código	Tipologia	Idade	Tipo de cobertura	Tipo de estrutura	Tipo de fachada	Funcionalidade da edificação
Bloco 1	2 pavimentos cobertura	42	Telhado	Concreto Armado	Pintura	Salas de aula, corpo administrativo e financeiro, e reitoria.
Bloco 2	3 subsolos 3 pavimentos cobertura	10	Laje e Telhado	Concreto Armado	Pintura, esquadrias de vidro e pastilhas cerâmicas	Salas de aula e biblioteca
Bloco 3	4 pavimentos cobertura	37	Telhado	Concreto Armado	Pintura	Salas de aula
Bloco 4	3 pavimentos cobertura	37	Telhado	Concreto Armado	Pintura	Ateliês de arquitetura
Bloco 5	3 pavimentos cobertura	~40	Telhado	Concreto Armado	Pintura	Salas de aula e laboratórios de informática
Bloco 6	4 pavimentos cobertura	37	Telhado	Concreto Armado	Tijolo maciço	Salas de aula
Bloco 7	4 pavimentos cobertura	35	Telhado	Concreto Armado	Pintura	Salas de aula
Bloco 8	4 pavimentos cobertura	14	Telhado	Concreto Armado	Pintura	Salas de aula
Bloco 9	2 subsolos 4 pavimentos cobertura	10	Telhado	Concreto Armado e Metálica	Pastilhas cerâmicas e Tijolo maciço	Salas de aula e laboratórios
Bloco 10	1 pavimento cobertura	10	Cobertura Metálica	Metálica	Metálica	Salas de aula e ginásio
Bloco 11	1 pavimento cobertura	15	Telhado	Concreto Armado	Pintura	Salas de aula e laboratórios
Bloco 12	1 pavimento cobertura	~40	Telhado	Concreto Armado e Metálica	Pintura	Salas de aula e atendimento médico

Fonte: (Adaptada de MENDES, 2012)

Ainda de acordo com a Tabela 6 é possível verificar que 8 dos 12 blocos tem a estrutura composta apenas de concreto armado, e 2 que possuem concreto armado juntamente com estrutura metálica. A maioria dos blocos possuem a pintura como o principal tipo de fachada.

Além desta tabela, foi preciso realizar um registro fotográfico durante todas as vistorias de coberturas, subsolos, áreas internas e externas, que está exposto no Apêndice A, para auxiliar o processo de análise e estudo das manifestações patológicas.

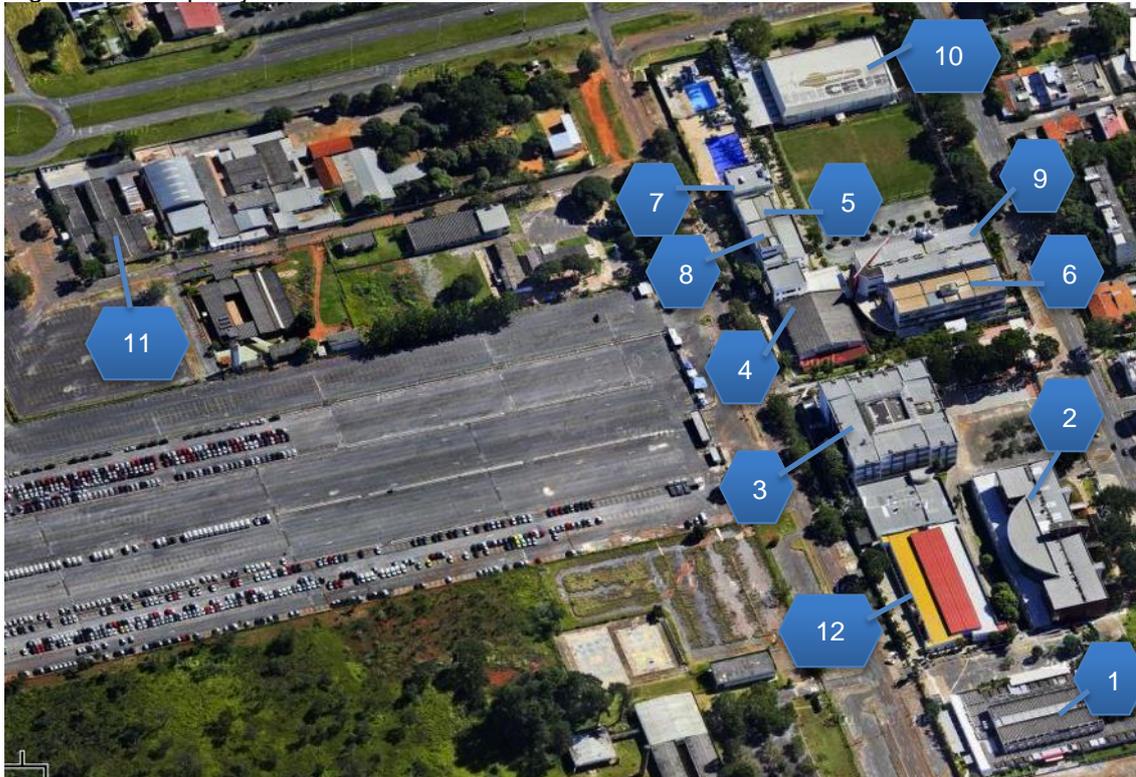
3.3 PROCEDIMENTOS PARA CLASSIFICAÇÃO E OBTENÇÃO DAS PROVÁVEIS CAUSAS DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

De acordo com as possíveis causas, e situação das manifestações, as mesmas foram classificadas em um grau de criticidade: Crítico; Regular; e Mínimo. Esta classificação foi dada pela listagem de criticidade decorrente da Inspeção Predial, como sugere a Norma de Inspeção Predial do IBAPE/SP (2011). As prováveis causas foram dadas pelo autor a partir de estudos, dissertações e teses no qual apontam os principais sinais, sintomas e características de cada manifestação.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A instituição em estudo é constituída de 12 edificações distribuídas em uma quadra da Asa Norte, em Brasília. Os edifícios abrigam em sua maior parte salas de aula, bem como biblioteca, laboratórios, setores administrativos, financeiros, reitoria e ginásio. Foram vistoriadas as áreas internas, externas, cobertura e subsolo de todos os 12 blocos, com exceção da cobertura dos blocos 6, 10, e 12. A figura 15, a seguir, mostra a disposição dos blocos no Centro Universitário.

Figura 15 – Disposição dos blocos



Fonte: (GOOGLE EARTH, imagem de 2008)

Neste capítulo serão apresentadas as Tabelas 7, 8, 9, e 10 as quais apresentam as manifestações patológicas encontradas nas inspeções das coberturas, subsolo, áreas internas e áreas externas, respectivamente. O único bloco que possui subsolo é o bloco 2. Na coluna das manifestações patológicas, os que se encontram com asterisco são problemas que merecem atenção pois podem causar manifestações patológicas. A Tabela 7, referente às inspeções das coberturas, não possui a coluna da localização das manifestações por se tratar de uma área de difícil referencia.

O levantamento quantitativo se deu pelo número de ocorrências de cada problema detectado. Logo depois serão mostradas as correções e recomendações para a solução dos problemas/manifestações patológicas. As colunas que apresentam um “x” são os locais onde não foram encontradas nenhuma manifestação patológica, e estão com um bom estado de conservação.

A partir da Tabela 7 observa-se que o bloco que apresentou um maior número de problemas na cobertura foi o bloco 1, que é o mais antigo dentre os 12 que constituem a instituição. Somente no Bloco 1 foi verificado uma manifestação patológica considerada como crítica, no restante a maioria foi classificada como mínimo.

A manifestação patológica classificada como crítica foi a corrosão da armadura de uma viga da cobertura como pode ser visto na Figura 16, a seguir.

Figura 16 – Corrosão da armadura em viga na cobertura do Bloco 1



Fonte: Do autor

Tabela 7 - Inspeção das coberturas

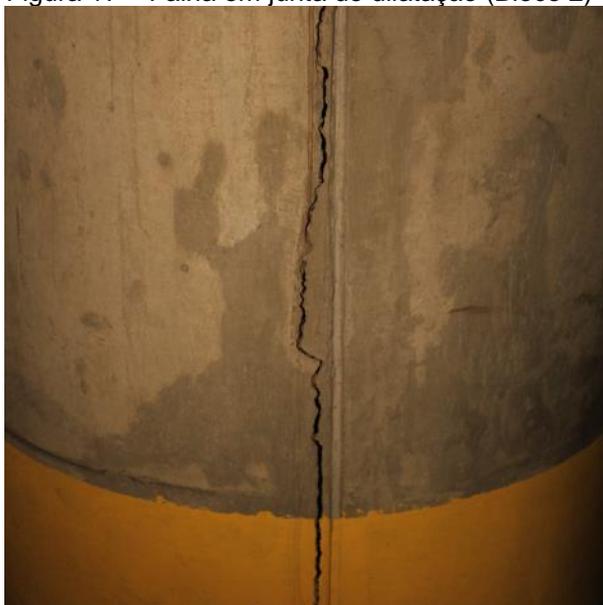
Coberturas					
Blocos	Manifestações Patológicas	Qtd	Prováveis Causas	Criticidade	Figura
1	Telhas Rachadas*	1	Carga excessiva aplicada na telha	Mínimo	21
	Falhas no Sistema de Impermeabilização*	2	Baixa espessura de proteção mecânica	Mínimo	22
	Corrosão das Armaduras	2	Baixo cobrimento das armaduras	Crítico	23 e 24
	Fissuras Mapeadas	1	Retração da argamassa de base	Mínimo	25
	Telhas Enferrujadas	5	Exposição à chuva e sol por muito tempo	Regular	26
	Trincas e Fissuras	2	Falta de juntas de dilatação	Mínimo	27
	Falhas em Juntas de Dilatação*	2	Manutenção do elastômero	Mínimo	28
2	Trincas e Fissuras	2	Movimentação estrutural	Mínimo	29
	Falhas no Sistema de Impermeabilização*	7	Falta de proteção mecânica	Regular	30
	Eflorescência	1	Fissuras que permitem a passagem de água	Mínimo	31
3	Trincas e Fissuras	7	Retração da argamassa de base ou má aderência entre a impermeabilização e camada protetora	Mínimo	32
4	Falhas no Sistema de Impermeabilização*	3	Baixa espessura de proteção mecânica	Mínimo	33
	Trincas e Fissuras	2	Movimentação da estrutura	Mínimo	34
5	x	-	X	x	x
6	---	-	---	---	---
7	Falhas no Chapisco*	4	Falha na execução	Mínimo	35
8	x	-	X	x	x
9	Eflorescência	1	Infiltração na cobertura	Mínimo	36
	Fissuras Mapeadas	1	Retração da argamassa de base	Mínimo	37
	Trincas e Fissuras	8	Movimentação da estrutura	Mínimo	38
10	---	-	---	---	---
11	Corrosão das Armaduras	5	Baixo cobrimento das armaduras	Regular	39
12	---	-	---	---	---

Fonte: Do autor

A Tabela 8 exposta abaixo retrata a situação do único subsolo existente na Instituição, pertencente ao Bloco 2. Nele foram encontradas falhas em juntas de dilatação as quais estão parcialmente obstruídas por nata de cimento proveniente da fase de concretagem. Tal material não foi removido posteriormente para a execução do selante nas mesmas. Portanto, as juntas de dilatação travadas e sem um selante altamente deformável causam fissuras, aparentando para leigos, um grande desgaste ou degradação da estrutura.

A quantificação das falhas do subsolo se deu por número de juntas que de dilatação presentes no subsolo já que todas elas apresentaram a mesma falha, como pode ser visto na Figura 17, a seguir.

Figura 17 – Falha em junta de dilatação (Bloco 2)



Fonte: Do autor

Tabela 8 – Inspeção do subsolo

Subsolo						
Bloco	Manifestações Patológicas	Qtd	Localização	Prováveis Causas	Criticidade	Figura
2	Falhas em Juntas de Dilatação*	4	Pilares, lajes e piso.	Parcial obstrução de juntas de dilatação	Mínimo	40

Fonte: Do autor

A Tabela 9 mostra as manifestações patológicas observadas nas inspeções das áreas internas. Repara-se que em 5 blocos da Instituição não foram identificados nenhum tipo de manifestação. Portanto as áreas internas foram as que apresentaram um melhor estado de conservação contendo apenas manifestações classificadas num grau de risco mínimo. Deste modo, na ordem de prioridades, separando por área, as áreas internas são as de menor prioridade para a fase de execução das medidas corretivas.

Tabela 9 – Inspeção das áreas internas

Áreas Internas						
Blocos	Manifestações Patológicas	Qtd	Localização	Prováveis Causas	Criticidade	Figura
1	Trincas e Fissuras	3	Sala de aula	Movimentação da estrutura	Mínimo	41
2	Falhas em Juntas de Dilatação*	2	Vigas internas	Má execução/Falta de juntas de dilatação	Mínimo	42
	Trincas e Fissuras	8	Paredes das últimas salas de aula	Movimentação da estrutura	Mínimo	43
	Eflorescência	5	Caixa de escada	Infiltração de água da chuva	Mínimo	44
3	x	x	x	x	x	x
4	x	x	x	x	x	x
5	x	x	x	x	x	x
6	Trincas e Fissuras	2	Corredor	Falta de junta de dilatação	Mínimo	45
	Falhas em Juntas de Dilatação*	2	Sala de aula	Falta de preenchimento das juntas de dilatação	Mínimo	46
7	Eflorescência	3	Sala de aula	Infiltração de água da chuva	Mínimo	47
8	Trincas e Fissuras	1	Caixa de escada	Falta de contra verga	Mínimo	48
	Eflorescência	1	Caixa de escada	Infiltração de água da chuva	Mínimo	49
9	Falhas em Juntas de Dilatação*	1	Terraço	Falta de junta de dilatação	Mínimo	50
	Eflorescência	1	Terraço	Infiltração de água da chuva	Mínimo	51
	Trincas e Fissuras	2	Parede próxima ao terraço	Falta de junta de dilatação	Mínimo	52 e 53
10	x	-	x	x	x	x
11	Falhas em Juntas de Dilatação*	1	Corredor	Falta de preenchimento das juntas de dilatação	Mínimo	54
	Trincas e Fissuras	1	Corredor dos laboratórios	Movimentação do terreno	Mínimo	55
	Estufamento	1	Sala de aula próxima ao laboratório	Retração e compressão da argamassa de assentamento ou falta de junta de dilatação	Mínimo	56
12	x	x	x	x	x	x

Fonte: Do autor

Na Tabela 10, estão as manifestações patológicas encontradas nas inspeções das áreas externas. A manifestação que prevaleceu nestas inspeções foram as trincas e fissuras. E na maioria dos casos a provável causa é a deformação da estrutura seja por efeito da temperatura ou recalque diferencial.

Uma das fissuras encontrada no Bloco 8, merece um acompanhamento e monitoramento, pois a mesma pode não estar inativa devido à sua extensão e por ser provavelmente proveniente de recalque diferencial. Segue abaixo a Figura 18 que retrata esta fissura.

Figura 18 – Fissura (Bloco 8)



Fonte: Do autor

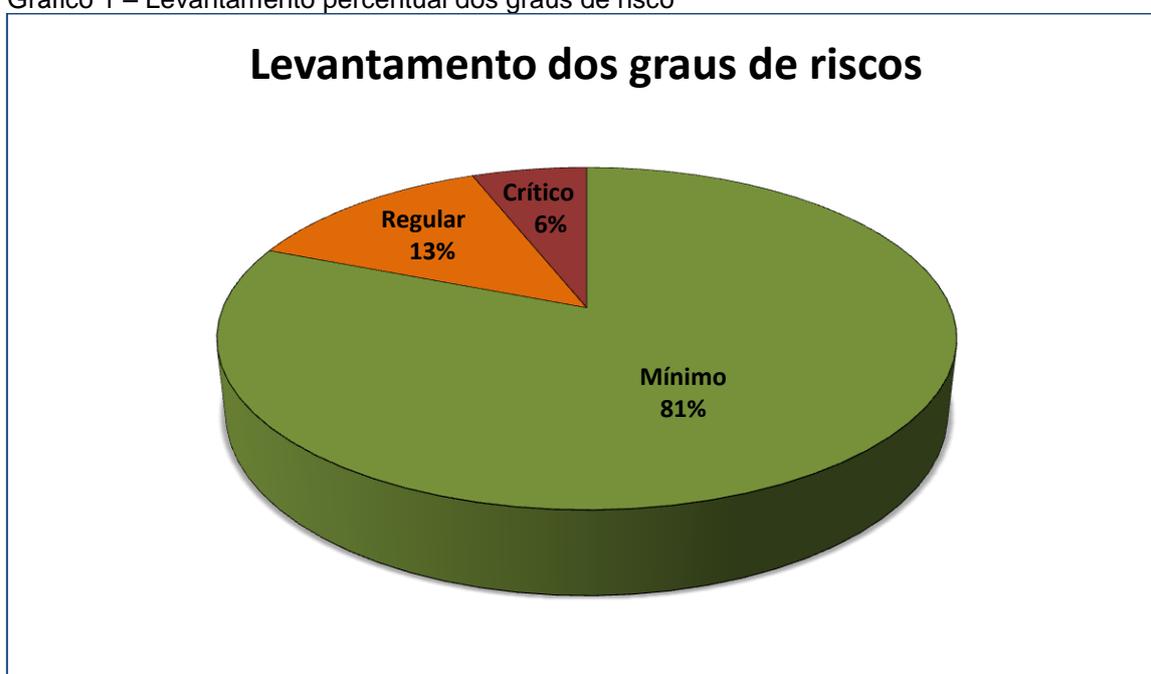
Tabela 10 – Inspeção das áreas externas

Áreas Externas						
Blocos	Manifestações Patológicas	Qtd	Localização	Possíveis Causas	Criticidade	Figura
1	x	x	x	x	x	x
2	Eflorescência	7	Fachada leste	Percolação de água pelo sistema de revestimento	Mínimo	57
	Deslocamento	2	Fachada oeste	Migração de constituintes do selante para a parte superficial do revestimento	Regular	58
	Falhas em Juntas de Dilatação*	7	Fachada oeste	Argamassa incorreta ou execução incorreta do substrato	Mínimo	59
3	Corrosão dos brises metálicos	12	Brises das fachadas	Falta de proteção da estrutura	Mínimo	60
	Trincas e Fissuras	1	Escada oeste	Movimentação do terreno	Mínimo	61
	Descolamento de tinta	1	Fachada leste	Tinta inapropriada	Mínimo	62
4	Descolamento de tinta	1	Entrada do bloco	Preparação incorreta do substrato	Mínimo	63
	Falhas em Juntas de Dilatação*	3	Fachada leste	Falta de preenchimento das juntas de dilatação	Mínimo	64
	Trincas e Fissuras	4	Fachada oeste	Ausência de juntas de dilatação	Mínimo	65
5	Trincas e Fissuras	3	Fachada oeste	Falta de contra verga	Mínimo	66
6	Corrosão em armaduras	6	Fachada sul	Baixo cobrimento das armaduras	Crítico	67
	Trincas e Fissuras	1	Fachada leste	Recalque diferencial	Mínimo	68
7	Corrosão dos brises metálicos	1	Falta de proteção da estrutura	Falta de proteção da estrutura	Mínimo	69
8	Descolamento de tinta	4	Janela fachada leste	Preparação incorreta do substrato	Mínimo	70
	Trincas e Fissuras	4	Fachada sul de frente à lanchonete	Recalque diferencial	Mínimo	71
9	Trincas e Fissuras	3	Calçada de acesso	Ausência de juntas de dilatação	Mínimo	72
	Eflorescência	5	Laje do terraço	Percolação de água pelo sistema de revestimento devida ausência de impermeabilização	Regular	73
	Corrosão na estrutura metálica	3	Vigas da fachada norte	Falta de proteção da estrutura	Crítico	74
10	x	x	x	x	x	x
11	Trincas e Fissuras	11	Fachada sul	Recalque diferencial	Mínimo	75 e 76
	Falhas em Juntas de Dilatação*	1	Área externa dos laboratórios	Falta de preenchimento das juntas de dilatação	Mínimo	77
12	Trincas e Fissuras	7	Fachada sul	Movimentação da estrutura	Mínimo	78

Fonte: Do autor

O Gráfico 1 abaixo apresenta o levantamento percentual que foi feito de acordo com quantidade de cada manifestação encontrada e suas respectivas classificações quanto aos graus de risco abrangendo todas as inspeções por toda a instituição. Percebe-se que o grau de risco mínimo foi o predominante, isso quer dizer que a Instituição apresenta boas condições de uso da estrutura e que terá 22% das manifestações patológicas encontradas para priorizar dentro das manutenções corretivas imediatas a serem realizadas. As demais poderão ser programadas a curto e médio prazo, podendo a instituição se programar.

Gráfico 1 – Levantamento percentual dos graus de risco



Fonte: Do autor

Vale ressaltar que de modo geral, as edificações vistoriadas apresentam bom estado de conservação. A classificação do grau de risco nos mostra que apenas 3 manifestações foram encontradas em estado crítico. E o restante delas, oferecem, na maioria, grau mínimo de risco aos usuários e à estrutura.

No Gráfico 2 a seguir, é mostrado o levantamento quantitativo das manifestações patológicas encontradas por bloco. O Bloco 9 foi o que apresentou a maior quantidade de manifestações que se explica com as várias ocorrências de corrosões da estrutura metálica do bloco na área externa mostradas na Figura 19 e

com as inúmeras eflorescências causada com infiltrações que devem ter um acompanhamento e monitoramento por se tratar de uma laje cogumelo, como mostra a Figura 20 abaixo. As armaduras desta laje, uma vez atingida pelas infiltrações, podem causar uma ruptura abrupta.

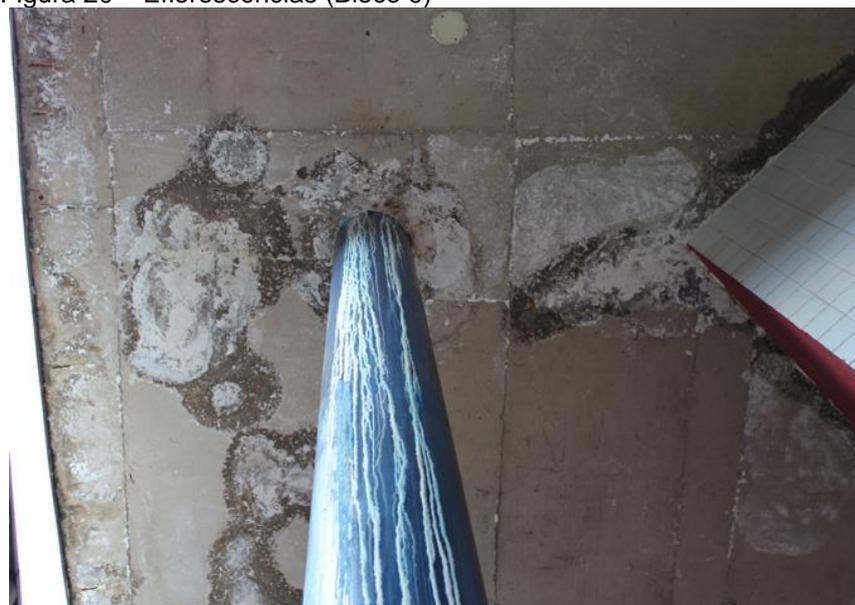
Devido a idade de apenas 10 anos deste bloco, recomenda-se uma maior atenção para o edifício em questão, a fim de realizar as manutenções corretivas e permitir um aumento da vida útil do mesmo.

Figura 19 – Corrosão da estrutura (Bloco 9)



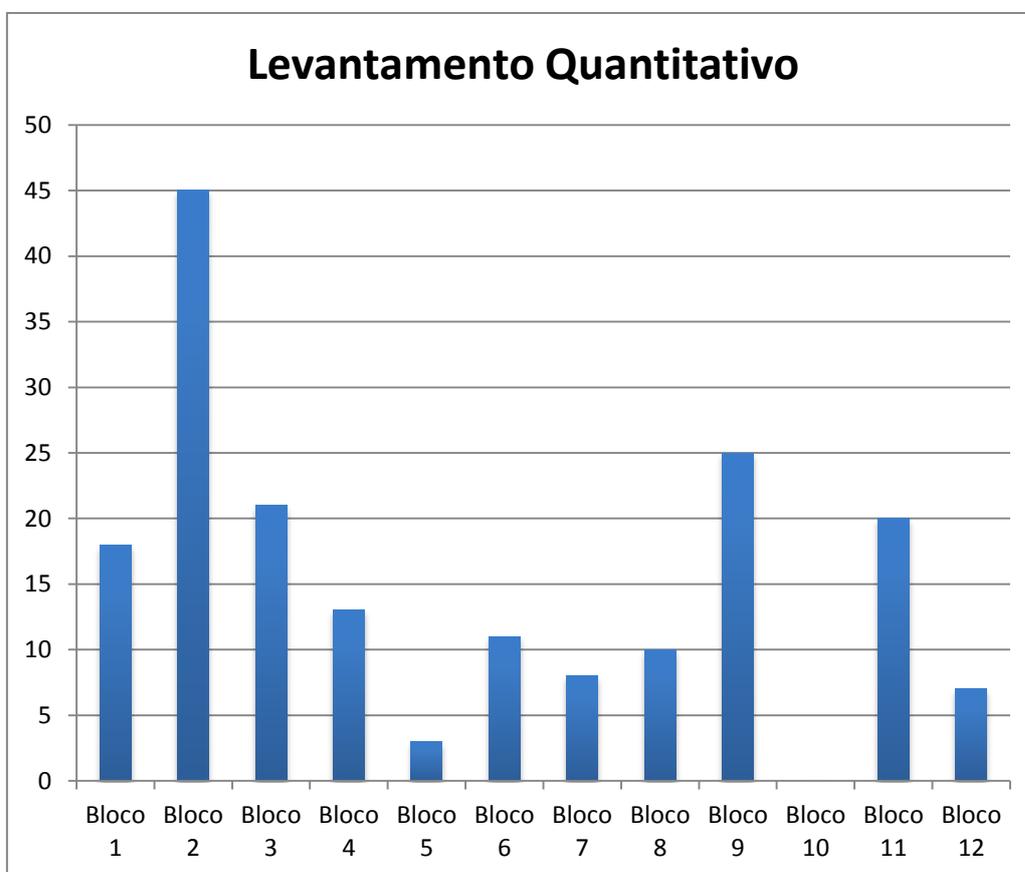
Fonte: Do autor

Figura 20 – Eflorescências (Bloco 9)



Fonte: Do autor

Gráfico 2 – Levantamento quantitativo das manifestações patológicas encontradas por bloco



Fonte: Do autor

4.1 CORREÇÕES E RECOMENDAÇÕES

4.1.1 Corrosão

Para a correção da corrosão das armaduras encontradas na cobertura do Bloco 1, recomenda-se o escoramento da estrutura afetada e a partir daí deve-se realizar um reforço estrutural, contando que a armação já está bastante comprometida.

Já a corrosão das armaduras da estrutura da cobertura do Bloco 11, recomenda-se um ensaio de carbonatação para avaliação do concreto. Posteriormente é importante medir a seção de aço que foi perdida devida à

corrosão. Provavelmente, não será preciso reforço estrutural e sim, uma recuperação do bom estado da estrutura, dando um revestimento mínimo de concreto de 30 mm às armaduras.

As corrosões dos brises metálicos, já é um problema um pouco menos preocupante por não estar tão acentuada. Neste caso, recomenda-se usar um removedor de ferrugem para analisar posteriormente a possibilidade de troca da estrutura ou repintura.

4.1.2 Fissuras e Trincas

Como se trata de edificações que já têm no mínimo 10 anos, então podemos pensar numa grande probabilidade da maioria das fissuras encontradas por todo o Centro Universitário estarem inativas, ou seja, estabilizadas. Portanto, a conduta mais recomendável seria preenche-las com selante elastomérico e aplicar a pintura novamente.

Nos casos de mapeamento de fissuras encontrados o que se pode fazer para resolver o problema, é refazer o reboco aplicando uma cura depois de pronto para evitar que aconteça mais uma vez a retração já que se trata de um local completamente exposto ao ar.

4.1.3 Juntas de dilatação

As falhas encontradas nas juntas de dilatação do Centro Universitário de Brasília não são consideradas manifestações patológicas, porém, merecem atenção pois podem causar algumas manifestações como trincas, fissuras, infiltrações e outros. Portanto, a maioria das falhas em juntas detectadas nas vistorias são provenientes da não colocação de selante altamente deformável para que haja absorção das tensões ou da obstrução da mesma.

Nestes casos, deve-se remover o material da junta, deixando a mesma livre para movimentação e executar a vedação com selante flexível e impermeável à base de elastômeros. Assim, as juntas não ficam vulneráveis a serem preenchidas por

algum material ou até mesmo plantas, como mostra na Figura 60, podendo impedir a livre dilatação da estrutura.

4.1.4 Descolamento da tinta

As ocorrências de descolamento da tinta encontradas nas s estão localizadas em áreas externas e todas por presença de umidade ou término da vida útil da tinta como possíveis causas. Como se trata de áreas expostas a sol e chuva, deve ser aplicada massa acrílica, no qual possui melhor aderência e resistência, com a superfície limpa e seca, antes da execução da pintura. Com relação à tinta, deve-se aplicar a tinta mais adequada para cada material. No caso da fachada do Bloco 3, a mais recomendada seria a esmalte sintético por se tratar de uma pintura em estrutura metálica. Já para os demais casos, uma tinta acrílica seria recomendada para dar uma boa resistência às superfícies das áreas externas.

4.1.5 Eflorescência

Nos casos em que a eflorescência for proveniente de infiltração de água pela fachada e/ou cobertura, recomenda-se eliminar a entrada de água verificando a impermeabilização existente e falhas na fachada que devem ser recompostas.

No caso das eflorescências em paredes devido a umidade proveniente do solo, recomenda-se descascar todo o reboco até que chegue na alvenaria para que o reboco úmido e poroso seja eliminado. Posteriormente, é recomendado que passe um impermeabilizante para impossibilitar a entrada de água ou umidade para dentro da parede. E em seguida refazer todo o reboco usando cimento CP IV (pozolânico).

4.1.6 Falhas no sistema de impermeabilização

Neste caso, como se trata de uma impermeabilização antiga e não recomendada para áreas abertas (Figura 32), recomenda-se refazer a impermeabilização com sistema flexível apropriado para lajes de cobertura, como manta asfáltica aluminizada que pode ser exposta ao ar sem que haja camada de

proteção mecânica. Assim, a nova manta terá mais resistência do que o sistema utilizado sendo mais eficiente.

4.1.7 Estufamento

Para se evitar o estufamento da cerâmica, recomenda-se retirar as peças afetadas pelo estufamento já causado e verificar se as mesmas tem alta expansão por umidade. Se não, verificar a necessidade de uma junta de dilatação.

4.1.8 Desplacamento

De acordo com a quantidade de cerâmicas que se soltaram (estimadamente 110 cerâmicas de 10x10cm), recomenda-se fazer um estudo das condições de aderência tanto do revestimento cerâmico como da argamassa de revestimento. A partir deste estudo será possível elaborar um diagnóstico sendo possível avaliar a melhor forma de intervenção da fachada.

Buscando priorizar as intervenções imediatas e à curto prazo, foi elaborado um plano de medidas corretivas referente às manifestações patológicas classificadas em grau de risco crítico e regular, como mostra a Tabela 11, a seguir.

Tabela 11 – Plano de medidas corretivas

Medidas Corretivas				
Graus de Risco	Bloco	Localização	Manifestação Patológica	Intervenção
Crítico	1	Vigas na cobertura	Corrosão das Armaduras	Imediata
	6	Fachada sul	Corrosão das Armaduras	
	9	Fachada norte	Corrosão da Estrutura Metálica	
Regular	1	Cobertura área leste	Telhas Enferrujadas	Curto Prazo
	2	Cobertura inferior	Falhas no Sistema de Impermeabilização	
		Fachada oeste	Desplacamento	
	11	Vigas da cobertura	Corrosão das Armaduras	

Fonte: Do autor

5 CONCLUSÃO

Este trabalho mostra a importância da realização de vistorias periódicas abrangendo toda a estrutura das edificações. Por mais que se tenha um plano de manutenção preventiva, é preciso realizar vistorias periódicas por profissional capacitado. As manutenções preventivas apesar de ajudarem bastante na detecção de manifestações patológicas precoces, não garantem total estabilidade das estruturas.

Um dos objetivos deste trabalho era fazer o levantamento das manifestações patológicas por meio de inspeções visando auxiliar o Centro Universitário de Brasília nas medidas corretivas para cada manifestação de acordo com o grau de risco apresentado. Vale ressaltar que a inexperiência do autor limitou as inspeções realizadas.

A partir da análise dos resultados apresentadas neste estudo, pode-se concluir que:

- As inspeções periódicas são de extrema importância para o desempenho da edificação, sendo possível a classificação dos problemas encontrados de acordo com o nível de criticidade. Essa classificação será de extrema importância para o direcionamento das correções em ordem de prioridades;
- De forma geral, foram encontradas poucas ocorrências de manifestações patológicas classificadas como críticas (apenas 6%). A maioria, com 81% das manifestações encontradas, foram classificadas em grau de risco mínimo, indicando um estado de conservação que não prejudique à utilização das edificações. Isto se deve as atividades de manutenção preventivas e corretivas já realizadas pela instituição.
- Os Blocos 2 e 9, apesar de estarem dentro do conjunto dos blocos mais novos da Instituição foram os que mais apresentaram manifestações patológicas.
- Os Blocos 5 e 12, apesar de estarem dentro do conjunto dos blocos mais antigos da Instituição, estão dentre os 3 Blocos que menos apresentaram manifestações patológicas.

- Para todas as manifestações encontradas foi proposto diretrizes para a correção das mesmas que poderão auxiliar a Instituição na execução das medidas corretivas.

As inspeções periódicas tem extrema importância na detecção de erros construtivos como baixo cobrimento das armaduras, o qual pode causar uma corrosão generalizada das armaduras como ocorreu na cobertura do Bloco 1. A partir daí a medida corretiva se torna bem mais cara, quando já não dá mais para tratar a corrosão, sendo obrigatório o reforço da estrutura.

Vale lembrar que as inspeções periódicas total da estrutura não dispensam o registro de manifestações patológicas encontradas durante as manutenções preventivas da Instituição. Assim, as manifestações podem ser encontradas e solucionadas antes de tomarem maiores dimensões, diminuindo a área afetada e consequentemente os custos de correção.

Portanto, as edificações da Instituição com mais de 25 anos devem ser inspecionadas periodicamente de 5 em 5 anos, e as edificações com menos de 25 anos, devem ser inspecionadas de 10 em 10 anos, visando evitar manifestações patológicas em estado crítico.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para futuros trabalhos cita-se a utilização da ferramenta FMEA (Failure Mode and Effect Analysis - *Análise do Modo e Efeito de Falhas*) que por falta de tempo não foi possível utilizá-lo. Esta ferramenta faz análise das falhas de todos os elementos do sistema e previsão das suas consequências. Multiplicando o índice de severidade, de ocorrência, e de detecção se tem o índice de riscos.

Outra sugestão seria a realização de ensaios como o de carbonatação do concreto em ocorrências de corrosão das armaduras, ensaios de atividade das fissuras para avaliar se as mesmas estão ativas ou inativas, ensaio de arrancamento para determinar as aderências dos revestimentos cerâmicos de fachada entre outros. Desta forma, os ensaios auxiliariam na determinação das possíveis causas de cada manifestação.

O que pode ser feito também é um orçamento prévio para a correção das manifestações encontradas, incluindo mão de obra e materiais. Assim, a instituição pode planejar e prever verba orçamentária para correção dos problemas apresentados.

A utilização da Metodologia GDE/UnB também seria interessante para obtenção do grau de dano dos elementos, grau de deterioração dos elementos, grau de deterioração das famílias (lajes, pilares, vigas, etc), e finalmente o grau de deterioração global da estrutura.

REFERÊNCIAS

ABIKO, A. K; ORNSTEIN, S. W. **Inserção Urbana e Avaliação Pós-Ocupação (APO) da Habitação de Interesse Social**. São Paulo: FAUUSP, 2002.

ANTONIOLI, P. E. Planejamento de manutenção. In: PINI, M. S. (Org.). **Manutenção Predial**. São Paulo: PINI, 2011.

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

_____. **NBR 15.575** - Norma de Desempenho. Edificações Habitacionais, 2013.

_____. **NBR 13755** - Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante. Procedimento, 1996.

_____. **NBR 6118** – Projeto de estruturas de concreto. Procedimento, 2004.

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

BORGES, C. A. M. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. 2008. 263 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2008.

BURIN, E. M. et al. **Vistorias na construção civil**: conceitos e métodos. São Paulo: PINI, 2009.

CASTRO, U. R. **Importância da manutenção predial preventiva e as ferramentas para sua execução**. 2007. 44 f. Monografia (Especialista em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

GENTIL, V. **Corrosão**. 3 ed. Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro: 1996.

GOMIDE, Tito L. F., PUJADAS, Flávia Z. A., NETO, Jerônimo C. P. F. **Técnicas de inspeção e manutenção predial**: vistorias técnicas, check-up predial, normas comentadas, manutenção X valorização patrimonial, análise de risco. São Paulo: PINI, 2006.

GRANATO, José Eduardo. **Patologia da construção**. São Paulo: aea, 2012.

HELENE, P. R. L. **Corrosão em armaduras para concreto armado**. São Paulo: PINI, 1986.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DE SÃO PAULO, **Norma de Inspeção Predial**. São Paulo, 2011.

JOHN, V. M. **Princípios de um sistema de manutenção**. In: SEMINÁRIO SOBRE MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS: escolas, postos de saúde, prefeitura e prédios públicos em geral, 1989, Porto Alegre. Anais... Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1989.

LAUAND, F. R.; GRALIK, S. C.; MACUL, S. **Análise das manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada**. 2007. 76 f. Monografia (Pós-Graduação em Patologias nas Obras Civis) – Universidade Tuiuti do Paraná, 2007.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções**. Boletim técnico. São Paulo, USP, 1986.

LUZ, M. A. **Manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada em três estudos de caso na cidade de Balneário Camboriú**. 2004. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

MATOZINHOS, Roberto. **Manual de Uso Operação e Manutenção das Edificações**: sistema de gestão de manutenção. Minas Gerais: Edificar, 2012

MEDEIROS, B. L. **Estruturas subterrâneas de concreto**: levantamento de manifestações patológicas na região metropolitana de Curitiba e análise de sistemas de reparo. 2005. 263 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Federal do Paraná, Curitiba. 2005.

MENDES, E. H. O. **Plano de manutenção predial para uma instituição de ensino superior do distrito federal** – Estudo de caso. 2012. 53 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário de Brasília. Brasília, 2012.

MOTTI, L.; KAWABATA, R. H.; GHEUR, W. S. **Vistorias de pontes e viadutos em concreto**: procedimentos técnicos. 2007. 107 f. Monografia (Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba 2007.

OLIVARI, G. **Patologia em edificações**. 2003. 95 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil com ênfase Ambiental) – Universidade Anhembí Morumbi, São Paulo. 2003.

PEREIRA, P. S. **Programa de Manutenção de Edifícios para as Unidades de Atenção Primária à Saúde da Cidade de Juiz de Fora**. 2011. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) – Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2011.

PIANCASTELLI, E. M. **Patologias do concreto**. AECweb, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.aecweb.com.br/aec-news/materia/6160/patologias-do-concreto.html>>. Acesso em: 01 abr. 2013.

PIANCASTELLI, E. M. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto Armado**. 1997. 16f. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1997. [Notas de Aula].

POLITO, G. **Corrosão em Estruturas de Concreto Armado: Causas, Mecanismos, Prevenção e Recuperação**. 2006. 191 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Avaliação e Perícia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

PUJADAS, F. Z. A. Investimento pró-ativo. In: PINI, M. S. (Org.). **Manutenção Predial**. São Paulo: Pini, 2011.

RIO DE JANEIRO. **Lei nº 6.400. de 05 de março de 2013**. Determina a realização periódica por autovistoria... Disponível em: <http://alconpat.org.br/2013/03/18/lei-no-rio-de-janeiro-obriga-condominios-a-realizarem-vistorias-periodicas/>. Acesso em 08 mai. 2013.

SAHADE, R. F. **Avaliação de Sistemas de Recuperação de Fissuras em Alvenaria de Vedação**. São Paulo, SP, 2005. 169f. Dissertação (Mestrado em Habitação). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo, Pini, 1998.

_____. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo, Pini, 2009.

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

ANEXOS

ANEXO A – PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Tabela A1 – Plano de Manutenção Preventiva Proposto

Sistemas, elementos e componentes	Periodicidade / Atividades						Responsável
	1 semana	15 dias	1 mês	2 meses	3 meses	6 meses	
Jardim			Manutenção geral				Equipe de manutenção local / Empresa capacitada
Ar-condicionado				Limpeza de filtros		Limpeza interna recomendada pelo fabricante	Equipe de manutenção local/Empresa especializada
CFTV			Verificar o funcionamento conforme instruções do fornecedor				Equipe de manutenção local
Elevadores			Verificar o funcionamento conforme instruções do fornecedor				Empresa especializada
Iluminação de emergência		Efetuar teste de funcionamento dos sistemas e manutenção conforme instruções do fornecedor		Para unidades centrais, verificar fusíveis, led de carga da bateria selada e nível de eletrólito da bateria comum conforme instruções dos fabricantes			Bombeiros
Grupo Gerador	Verificar após o uso do equipamento o nível de óleo combustível e se há obstrução nas entradas e saídas de ventilação	Efetuar teste de funcionamento dos sistemas conforme instruções do fornecedor					Equipe de manutenção local

Fonte: Mendes, 2012

Tabela A1 – Plano de Manutenção Preventiva Proposto (continuação)

Sistemas, elementos e componentes	Periodicidade / Atividades						Responsável
	1 semana	15 dias	1 mês	2 meses	3 meses	6 meses	
Porta corta-fogo					Aplicar óleo lubrificante nas dobradiças e maçanetas, verificar a abertura e o fechamento a 45°.		Brigada
Equipamentos de incêndio						Verificar e testar a condição física da mangueira de incêndio	Brigada
SPDA						Inspeccionar sua integridade e reconstituir o sistema de medição de resistência conforme legislação vigente	Empresa especializada
Subestação a óleo						Verificação do nível de óleo	Empresa especializada
Quadro de distribuição de circuitos						Reapertar todas as conexões	Equipe de manutenção local / Empresa capacitada
Bombas de água potável, água servida e piscinas		Verificar o funcionamento e alternar a chave no painel elétrico para utilizá-las em sistema de rodízio, quando aplicável					Equipe de manutenção local
Sistema de aquecimento individual					Verificar o funcionamento, limpeza e regulagem, conforme legislação vigente		Empresa especializada

Fonte: Mendes, 2012

Tabela A1 – Plano de Manutenção Preventiva Proposto (continuação)

Sistemas, elementos e componentes	Periodicidade / Atividades						Responsável
	1 semana	15 dias	1 mês	2 meses	3 meses	6 meses	
Caixa de esgoto, de gordura e de águas servidas					Efetuar limpeza geral		Empresa especializada
Ralos, grelhas, calhas e canaletas			Limpar o sistema das águas pluviais e ajustar a periodicidade em função da sazonalidade, especialmente em época de chuvas intensas				Equipe de manutenção local
Reservatório de água potável	Verificar o nível dos reservatórios e o funcionamento das boias						Equipe de manutenção local
Esquadrias de alumínio					Efetuar limpeza geral das esquadrias e seus componentes		Equipe de manutenção local / Empresa Capacitada

Fonte: Mendes, 2012

Tabela A1 – Plano de Manutenção Preventiva Proposto (continuação)

Sistemas, elementos e componentes	Periodicidade / Atividades				Responsável
	1 ano	2 anos	3 anos	5 anos	
Desratização e Desinsetização	Aplicação de produtos químicos				Empresa especializada
Ar-condicionado	Manutenção recomendada pelo fabricante e atendimento à legislação vigente				Equipe de manutenção local / Empresa capacitada
Tomadas, interruptores e ponto de luz*	Verificar as conexões, estado dos contatos elétricos e seus componentes, e reconstituir a integridade, onde necessário				Equipe de manutenção local / Empresa capacitada
Subestação a óleo	Verificação físico-química da textura e a qualidade do óleo				Empresa especializada
Impermeabilização de áreas molhadas internas e externas, piscinas, reservatórios coberturas, jardins, espelhos d'água*	Verificar sua integridade e reconstituir a proteção mecânica, sinais de infiltração ou falhas da impermeabilização exposta				Equipe de manutenção local / Empresa capacitada
Junta de dilatação em lajes expostas no térreo e cobertura*	Verificar o estado geral de conservação das juntas de dilatação seladas. Onde houver falhas, e for possível realizar o reparo, retirar com espátula o trecho danificado e repor com selante				Equipe de manutenção local
Metais, acessórios e registros dos sistemas hidrossanitários*	Verificar os elementos de vedação dos metais, acessórios e registros				Equipe de manutenção local / Empresa especializada

Fonte: Mendes, 2012

Tabela A1 – Plano de Manutenção Preventiva Proposto (continuação)

Sistemas, elementos e componentes	Periodicidade / Atividades				Responsável
	1 ano	2 anos	3 anos	5 anos	
Tubulações*	Verificar as tubulações de água potável e servida, para detectar obstruções, falhas ou entupimentos, e fixação e reconstituir a sua integridade onde necessário				Equipe de manutenção local / Empresa especializada
Equipamentos de incêndio	Recarregar extintores			Realizar teste eletrostático na mangueira de incêndio	Brigada
Esquadrias e elementos de ferro*			Verificar e, se necessário, pintar ou executar tratamento específico recomendado pelo fornecedor		Equipe de manutenção local / Empresa especializada
Esquadrias em geral*	Verificar falhas de vedação, fixação das esquadrias, guarda-corpos, e reconstituir sua integridade, quando necessário				Equipe de manutenção local / Empresa especializada
	Efetuar limpeza geral das esquadrias incluindo os drenos, reapertar parafusos aparentes, regular freio e lubrificação. Observar a tipologia e a complexidade das esquadrias, os projetos e instruções dos fornecedores				
Rejuntamento e vedações*	Verificar sua integridade e reconstituir os rejuntamentos internos e externos dos pisos, paredes, peitoris, soleiras, ralos, peças sanitárias, bordas de banheiras, chaminés grelhas de ventilação e outros elementos				Equipe de manutenção local / Empresa capacitada

Fonte: Mendes, 2012

Tabela A1 – Plano de Manutenção Preventiva Proposto (continuação)

Sistemas, elementos e componentes	Periodicidade / Atividades				Responsável
	1 ano	2 anos	3 anos	5 anos	
Revestimento de parede, piso e teto*	Verificar a integridade e reconstituir, onde necessário				Equipe de manutenção local
Teto revestido de gesso, constituído de gesso acartonado ou forro de gesso*	Verificar e corrigir fissuras e trincas			Substituição de elementos danificados	Equipe de manutenção local
Vidros e seus sistemas de fixação*	Verificar a presença de fissuras, falhas na vedação e fixação nos caixilhos e reconstituir sua integridade, quando necessário				Equipe de manutenção local / Empresa capacitada
Fachadas revestidas em granito, esquadrias de vidro ou chapas de alumínio*			Verificar o revestimento da fachada retirando manchas e respingos com espátula, palha de aço ou limpa-vidro. Verificar o estado de conservação das juntas entre as placas e das juntas de dilatação. Reparar, quando necessário. Identificar áreas onde houver defeitos nas ancoragens das placas, fissuras e destacamento de placas		Equipe de manutenção local / Empresa especializada
Fachadas revestidas em pastilhas cerâmicas ou tijolinhos*		Verificar o revestimento da fachada retirando manchas e respingos com Espátula ou palha de aço. Verificar o estado de conservação de rejuntas e juntas de dilatação. Reparar, quando necessário. Identificar áreas onde houver fissuras, destacamento de cerâmicas ou peças com som cavo			Equipe de manutenção local / Empresa especializada

Fonte: Mendes, 2012

Tabela A1 – Plano de Manutenção Preventiva Proposto (continuação)

Sistemas, elementos e componentes	Periodicidade / Atividades				Responsável
	1 ano	2 anos	3 anos	5 anos	
Fachadas revestidas em pintura ou em concreto aparente*		Verificar o revestimento da fachada retirando manchas e respingos com Espátula ou palha de aço. Verificar o estado de conservação de rejuntas e juntas de dilatação. Reparar, quando necessário. Identificar áreas onde houver fissuras nas alvenarias e nas peças estruturais. Relatar o fato ao responsável			Equipe de manutenção local / Empresa especializada
Sistema de cobertura*		Verificar a integridade estrutural dos componentes, vedações, fixações, e reconstituir e tratar onde necessário			Equipe de manutenção local / Empresa especializada
Lajes, vigas e pilares		Verificar a integridade estrutural conforme ABNT NBR 15575			Empresa especializada

Fonte: Mendes, 2012

APÊNDICES

APÊNDICE A – REGISTRO FOTOGRÁFICO DAS INSPEÇÕES

A série de fotografias apresentada na sequência registra as manifestações patológicas encontradas nos edifícios que compõe o conjunto inspecionado.

Figura 21 – Telha rachada (Bloco 1)



Fonte: Do autor

Figura 22 – Falha no sistema de impermeabilização (Bloco 1)



Fonte: Do autor

Figura 23 – Corrosão das armaduras (Bloco 1)



Fonte: Do autor

Figura 24 – Corrosão das armaduras (Bloco 1)



Fonte: Do autor

Figura 25 – Fissuras mapeadas (Bloco 1)



Fonte: Autor

Figura 26 – Telhas enferrujadas (Bloco 1)



Fonte: Do autor

Figura 27 – Fissura (Bloco 1)



Fonte: Do autor

Figura 28 – Falha em junta de dilatação (Bloco 1)



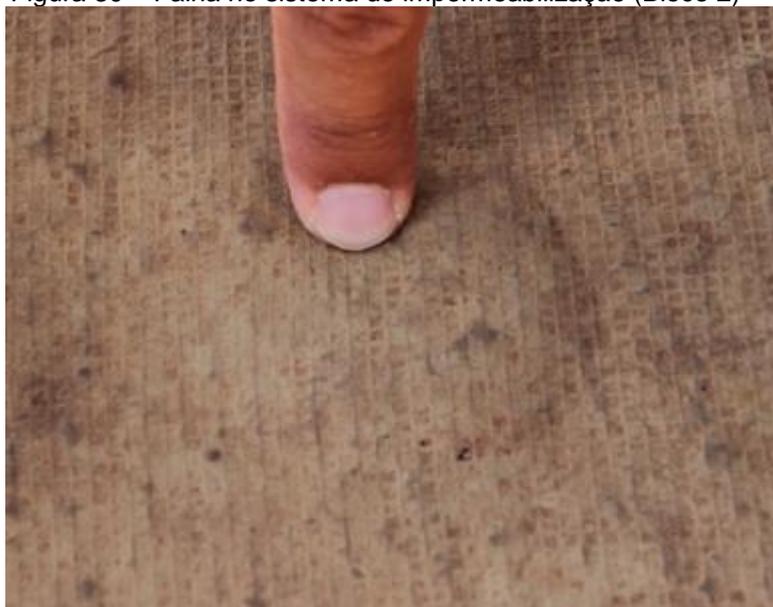
Fonte: Do autor

Figura 29 – Fissura (Bloco 2)



Fonte: Do autor

Figura 30 – Falha no sistema de impermeabilização (Bloco 2)



Fonte: Do autor

Figura 31 – Eflorescência (Bloco 2)



Fonte: Do autor

Figura 32 – Fissura (Bloco 3)



Fonte: Do autor

Figura 33 – Falha no sistema de impermeabilização (Bloco 4)



Fonte: Do autor

Figura 34 – Fissura (Bloco 4)



Fonte: Do autor

Figura 35 – Falhas no chapisco (Bloco 7)



Fonte: Do autor

Figura 36 – Eflorescência (Bloco 9)



Fonte: Do autor

Figura 37 – Fissuras mapeadas (Bloco 9)



Fonte: Do autor

Figura 38 – Fissura (Bloco 9)



Fonte: Do autor

Figura 39 – Corrosão das armaduras (Bloco 11)



Fonte: Do autor

Figura 40 – Falha em junta de dilatação (Bloco 2)



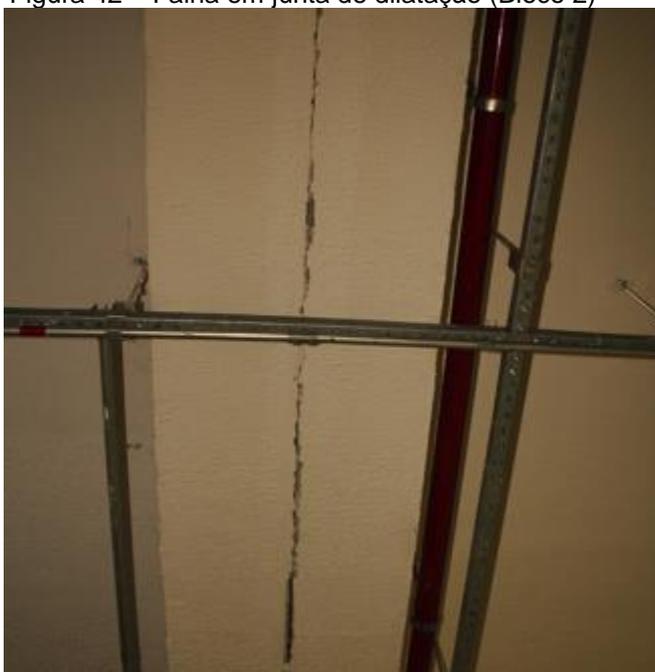
Fonte: Do autor

Figura 41 – Fissura (Bloco 1)



Fonte: Do autor

Figura 42 – Falha em junta de dilatação (Bloco 2)



Fonte: Do autor

Figura 43 – Fissura (Bloco 2)



Fonte: Do autor

Figura 44 – Eflorescência (Bloco 2)



Fonte: Do autor

Figura 45 – Fissura (Bloco 6)



Fonte: Autor

Figura 46 – Falha em junta de dilatação (Bloco 6)



Fonte: Autor

Figura 47 – Eflorescência (Bloco 7)



Fonte: Do autor

Figura 48 – Fissura (Bloco 8)



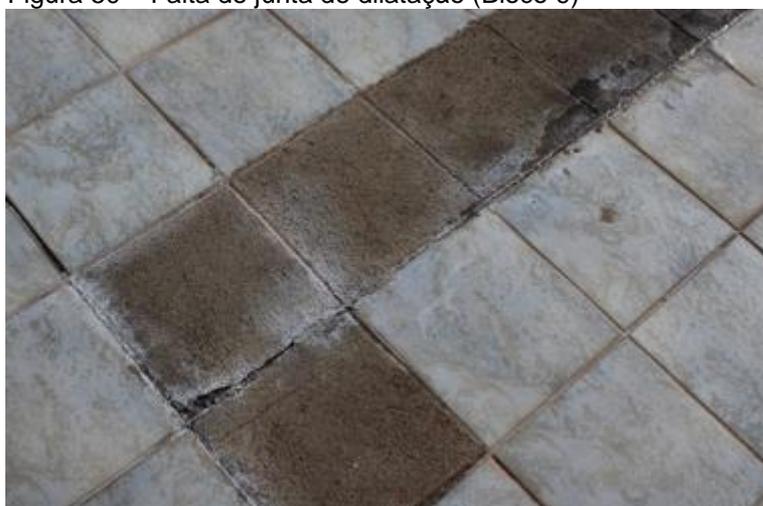
Fonte: Do autor

Figura 49 – Eflorescência (Bloco 8)



Fonte: Do autor

Figura 50 – Falta de junta de dilatação (Bloco 9)



Fonte: Do autor

Figura 51 – Eflorescência (Bloco 9)



Fonte: Autor

Figura 52 – Fissura (Bloco 9)



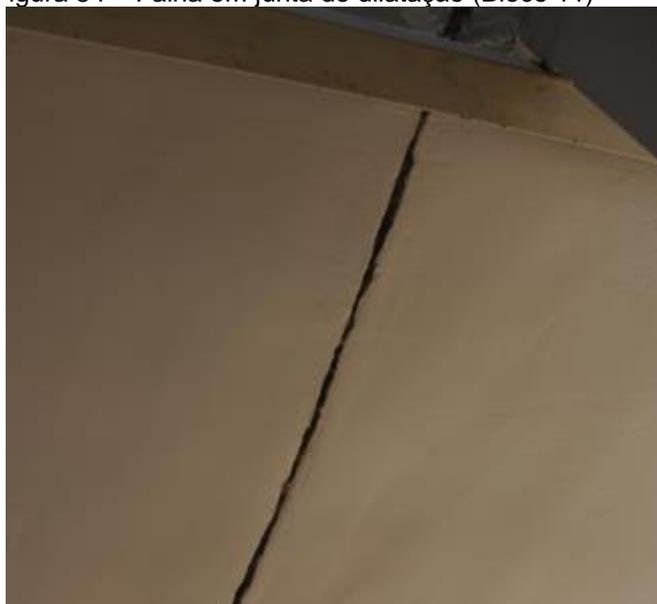
Fonte: Do autor

Figura 53 – Fissura (Bloco 9)



Fonte: Do autor

Figura 54 – Falha em junta de dilatação (Bloco 11)



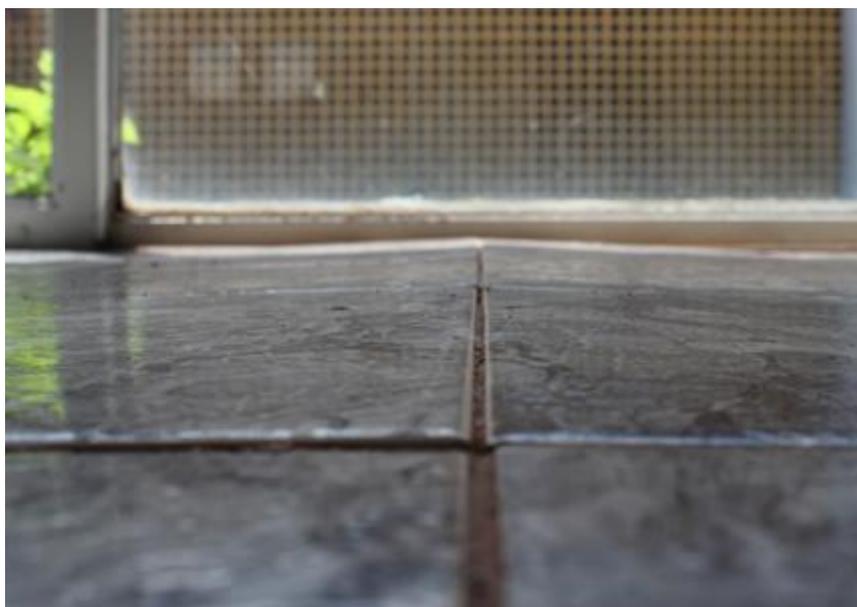
Fonte: Do autor

Figura 55 – Fissura (Bloco 11)



Fonte: Do autor

Figura 56 – Estufamento (Bloco 11)



Fonte: Do autor

Figura 57 – Eflorescência (Bloco 2)



Fonte: Do autor

Figura 58 – Desplacamento (Bloco 2)



Fonte: Do autor

Figura 59 – Falha em junta de dilatação (Bloco 2)



Fonte: Do autor

Figura 60 – Corrosão nos brises metálicos (Bloco 3)



Fonte: Autor

Figura 61 – Fissura (Bloco 3)



Fonte: Autor

Figura 62 – Descolamento da tinta (Bloco 3)



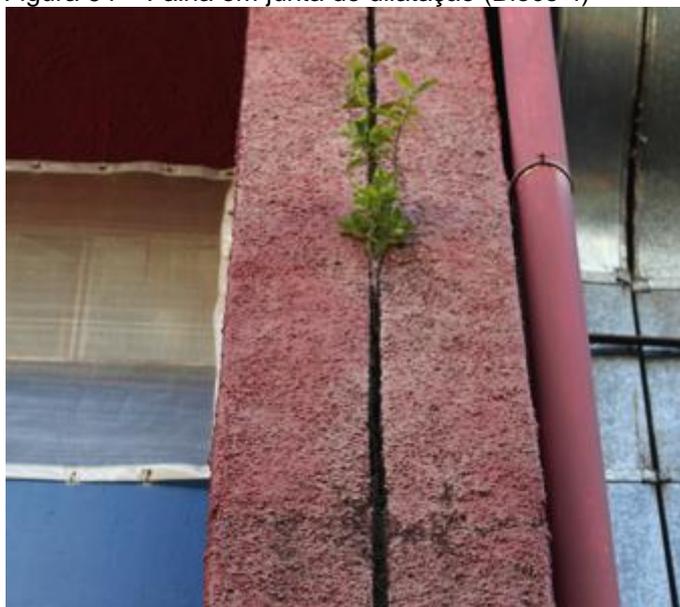
Fonte: Do autor

Figura 63 – Descolamento da tinta (Bloco 4)



Fonte: Do autor

Figura 64 – Falha em junta de dilatação (Bloco 4)



Fonte: Do autor

Figura 65 – Fissura (Bloco 4)



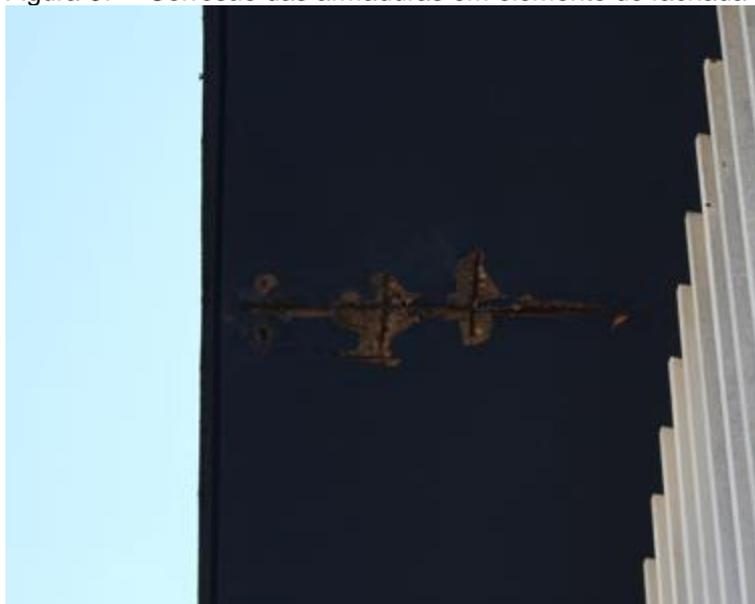
Fonte: Do autor

Figura 66 – Fissura (Bloco 5)



Fonte: Do autor

Figura 67 – Corrosão das armaduras em elemento de fachada (Bloco 6)



Fonte: Do autor

Figura 68 – Fissura (Bloco 6)



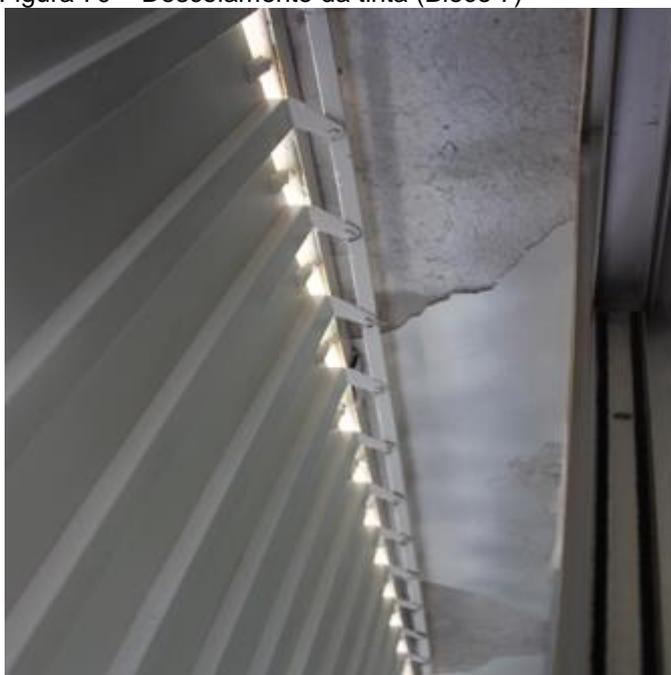
Fonte: Do autor

Figura 69 – Corrosão da estrutura das persianas (Bloco 7)



Fonte: Do autor

Figura 70 – Descolamento da tinta (Bloco 7)



Fonte: Do autor

Figura 71 – Fissura (Bloco 8)



Fonte: Do autor

Figura 72 – Fissura (Bloco 9)



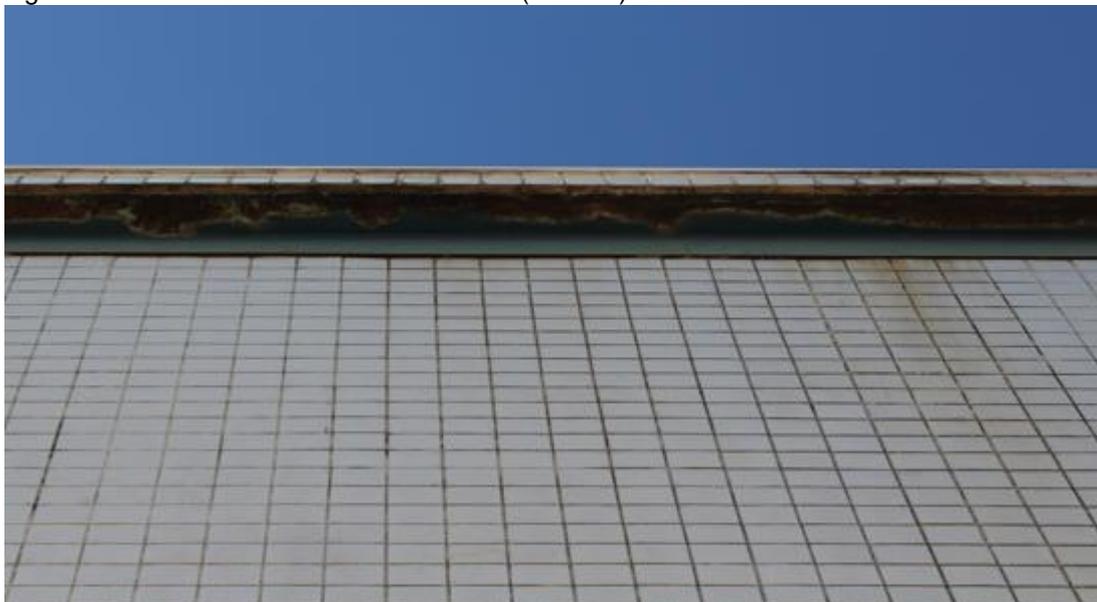
Fonte: Do autor

Figura 73 – Eflorescência (Bloco 9)



Fonte: Do autor

Figura 74 – Corrosão da estrutura metálica (Bloco 9)



Fonte: Do autor

Figura 75 – Fissura (Bloco 11)



Fonte: Do autor

Figura 76 – Fissura (Bloco 11)



Fonte: Do autor

Figura 77 – Falha em junta de dilatação (Bloco 11)



Fonte: Do autor

Figura 78 – Fissura (Bloco 12)



Fonte: Do autor