



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

PRISCILA MACHADO MENDES

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA EDIFICAÇÃO VERTICAL
MULTIFAMILIAR EM SALVADOR: ESTUDO DE CASO**

CRUZ DAS ALMAS

2021

PRISCILA MACHADO MENDES

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA EDIFICAÇÃO VERTICAL
MULTIFAMILIAR EM SALVADOR: ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal do
Recôncavo da Bahia como requisito básico
para a conclusão do curso de Engenharia
Civil.

Orientador(a): Prof^a Dr^a Fernanda
Nepomuceno Costa

CRUZ DAS ALMAS

2021

Mendes, Priscila Machado

Manifestações patológicas em uma edificação vertical multifamiliar em salvador: estudo de caso/ Priscila Machado Mendes. - Cruz das Almas, 2020.

66 p.: 30 cm

Orientador(a): Prof^a Dr^a Fernanda Nepomuceno Costa.
TCC (Graduação - Bacharelado em Engenharia Civil) --
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2021.

1. Manifestações Patológicas. 2. Manutenção. 3. Inspeção. I. Priscila, Fernanda. II. Mendes, Priscila Machado

Manifestações patológicas em uma edificação vertical multifamiliar em salvador: estudo de caso, UFRB, Cruz das Almas - BA.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, que até aqui me sustentou, aos meus pais que sempre deram a vida por mim, ao meu irmão, a minha família e todos os meus amigos que me acompanharam nessa longa jornada.

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DA MONOGRAFIA DE

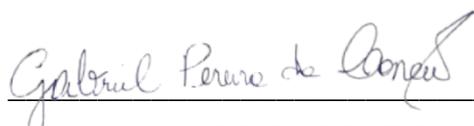
PRISCILA MACHADO MENDES

APRESENTADA AO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL, DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA, EM 30 DE SETEMBRO
DE 2021.

BANCA EXAMINADORA:



Prof^a Dra FERNANDA NEPOMUCENO COSTA - Orientadora
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
CETEC - UFRB



Prof. M.Sc GABRIEL PEREIRA DA CONCEIÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
UNIRUY - CENTRO UNIVERSITÁRIO RUY BARBOSA



THÁRCILA SOUSA BRITO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
ENGENHEIRA CIVIL

“Seja sempre inquieto e vez por outra paciente, parece contraditório soa meio diferente, mas às vezes pisar no freio também é andar pra frente”

Bráulio Bessa

AGRADECIMENTOS

Talvez esse seja o momento mais esperado durante todo o período em que estive na graduação, o momento de agradecer por ter chegado até aqui, agradecer a Deus por ter me permitido e me fortalecido para estar vivendo este momento, foram dias difíceis, mas em meio a toda dificuldade tiveram os dias felizes, os dias em que o amor e a fé foram o alimento que me sustentou para me manter de pé até aqui.

A trajetória foi longa, cansativa e até quando achei que não iria aguentar, Deus esteve ao meu lado e enviou pessoas que pudessem me ajudar a me levantar.

Quero agradecer em especial aos meus pais Railton Moreira Mendes e Elenice Alves Machado Mendes (*in memoria*), por terem sonhado comigo este momento e não terem medido esforços para que ele se tornasse realidade, essa é uma conquista que não é só minha, é uma conquista nossa e eu agradeço a vocês por terem me criado e me tornado essa mulher guerreira e determinada que me tornei. Ao meu irmão Enilo Machado Mendes por estar sempre ao meu lado, a toda minha família paterna e materna e em especial a minha tia Auta Machado e minha tia e madrinha Eugênia Alves, aos meus primos e irmãos Nielle Machado e Nielson Machado, aos meus amigos de infância e da época da escola, meu grupo seleteo (Daiana, Marcos e Roberto) que resistiu aos anos e que nem mesmo a distância e o tempo fez com que deixássemos de vibrar pelas conquistas uns dos outros. A família que a UFRB me deu, Layana, Neilton, Rainara, Renaiara, Tathiane e Yanes.

Quando achei que Deus não colocariam mais pessoas de luz em meu caminho, ele me deu uma nova família, a família Resende & Araújo, que me acolheu e me ensinou muito sobre a minha profissão e como ser um bom profissional, em especial gostaria de agradecer a Leandro Resende por ter me dado a oportunidade de estar na empresa e a Hialle Resende por ter me acolhido e me ajudado em todos os aspectos desde que cheguei a cidade de Santo Estevão, aos colegas de trabalho Antônio, Érica, Isabela, Jéssica, Mauricio, Rayanne e Thayane, muito obrigado por todo apoio e por me ouvir todos os dias dizer que eu não aguentava mais e que já estava ficando doida.

Por fim, tenho a dizer que por mais difícil que tenha sido a caminhada, cheguei até aqui, mas a estrada é longa e essa é apenas mais uma das conquistas que ainda vou ter o prazer de viver na minha vida. Obrigada a Deus e a todos por tudo.

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA EDIFICAÇÃO VERTICAL MULTIFAMILIAR EM SALVADOR: ESTUDO DE CASO

RESUMO

As manifestações patológicas estão presentes no cotidiano da construção civil e podem se manifestar durante toda a vida útil de uma edificação. A falta de uma manutenção adequada é um dos fatores agravantes para que essas manifestações ocorram e evoluam. Diversos fatores devem ser observados no processo construtivo para que se tenha um melhor desempenho e durabilidade das edificações. Algumas das manifestações mais recorrentes vista nas inspeções prediais são as fissuras, trincas e rachaduras, corrosão do aço, deslocamento, manchas por umidade, bolo, mofo e eflorescência. Com isso o objetivo principal deste trabalho foi avaliar as manifestações patológicas em uma edificação vertical multifamiliar na cidade de Salvador – BA, que através de uma inspeção visual, buscou apontar os problemas existentes, sugerindo alguns ensaios complementares para que seja possível ter uma análise mais detalhada da edificação e sugerir alguns reparos para a estrutura, a fim de manter a segurança dos moradores e transeuntes. Observou-se durante a inspeção visual que as manifestações patológicas mais recorrentes na edificação em estudo foram as fissuras, manchas por umidade e corrosão do aço, que necessitam de ensaios complementares para que torne possível determinar de forma precisa as causas e a extensão dos danos causados a estrutura. Como sugestão, foram recomendados ensaios de avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro, extração de testemunho em estrutura de concreto e a realização de monitoramento das fissuras. Para a solução paliativa das manifestações patológicas, foram recomendadas a realização de reforços estruturais como a implantação de vergas e contra-vergas, uso de tela de malha de aço em fissuras, tratamento do aço em processo inicial de corrosão e recomposição da camada de concreto com resina epóxi. Faz-se necessária a realização dos ensaios complementares e dos reparos na estrutura, o que pode vir a se tornar oneroso para os condôminos, por se tratar de uma edificação de aproximadamente 75 anos e que necessita de diversos reparos devido ao desgaste que vem ocorrendo ao longo dos anos.

Palavras-chave: manifestações patológicas, manutenção, inspeção.

PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN A MULTIFAMILY VERTICAL BUILDING IN SALVADOR: CASE STUDY

ABSTRACT

Pathological manifestations are present in the daily civil engineering and can manifest throughout the building life. The proper maintenance lack is one of the aggravating factors for these manifestations to occur and evolve. Several factors must be observed in the construction process to have a better performance and durability of the buildings. Some of the most recurrent manifestations seen in building inspections are cracks, corrosion, peeling, moisture stains, mold and efflorescence. Thus, the main objective of this study was to evaluate the pathological manifestations in a multifamily vertical building in the Salvador city, Bahia state, which, through a visual inspection, sought to identify existing problems, suggesting some additional tests to make it possible have a more detailed analysis of the building and suggest some repairs to the structure, to maintain the safety of residents and passersby. It was observed during visual inspection that the most recurrent pathological manifestations in the building under study were cracks, stains due to moisture and steel corrosion, which require additional tests to make it possible to accurately determine the causes and extent of damage caused the structure. As a suggestion, tests to evaluate the surface hardness by the rebound hammer, core extraction in a concrete structure and the performance of crack monitoring were recommended. For the palliative solution of pathological manifestations, structural reinforcements were recommended, such as the implantation of lintels and counter-liners, use of steel mesh screen in cracks, treatment of steel in the initial process of corrosion and restoration of the concrete layer with epoxy resin. It is necessary to carry out additional tests and repairs to the structure, which can become costly for the owners, as it is a building of approximately 75 years and that requires several repairs due to the wear that has been occurring to the over the years.

Keywords: pathological manifestations, maintenance, inspection

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 – Fissuras causadas por recalque da fundação.....	9
Figura 2 - Fissuras verticais na alvenaria causadas por sobrecarga.....	10
Figura 3 - Trincas horizontais na alvenaria causadas por sobrecargas.	10
Figura 4 – Trincas e fissuras inclinadas na alvenaria causadas por sobrecargas.	11
Figura 5 – Trincas e fissuras horizontais na alvenaria causadas por variação térmica.	11
Figura 6 – Trincas e fissuras horizontais na alvenaria causadas pela retração da laje de cobertura.	12
Figura 7 – Trincas e fissuras por reação química, causada por hidratação retardada de cales, gerando expansão da argamassa de assentamento.	13
Figura 8 – Trincas e fissuras por reação química, provenientes do ataque por sulfato.	13
Figura 9 – Corrosão da armadura de um elemento estrutural.....	15
Figura 10 – Manchas e vesículas em revestimento causadas por umidade na parede.	16
Figura 11 – Mancha causada por bolor ou mofo em pé de parede.....	16
Figura 12 – Eflorescência em superfície cimentícia.	17
Figura 13 – Deslocamento de revestimento cerâmico.	18
Figura 14 – Ciclo de produção de uma edificação.	19
Figura 15 – Evolução da Norma Brasileira sobre estruturas de concreto.	21
Figura 16 – Tabela de Classe de Agressividade da NBR 6118:2014.....	22
Figura 17 – Delineamento da pesquisa.....	29

Figura 18 – Localização da edificação residencial estudada: (A) Vista superior, com indicação da distância da praia; (B) Vista superior da edificação em estudo. ...	33
Figura 19 – Edificação residencial multifamiliar em estudo: (A) Fachada principal da torre A, voltada para a rua principal; (B) Fachada posterior da torre B.....	34
Figura 20 – Fissuras em alvenaria devido à sobrecarga: (A) Fissuras verticais, na parede da sacada do apartamento 401, no segundo pavimento da torre A; (B) Fissuras verticais, na parede da sala do apartamento 302, do primeiro pavimento da torre B.....	36
Figura 21 – Fissuras e trincas no revestimento cerâmico em torno do vão do vitrô do banheiro, que apresenta sinais de dilatação térmica e sobrecarga no apartamento 202 do térreo da torre A.....	37
Figura 22 – Trincas e fissuras no revestimento do vão de acesso a área de serviço do apartamento 402 do segundo andar da torre A.	37
Figura 23 –Trincas, fissuras e rachaduras, no revestimento em torno da janela da cozinha do apartamento 101 do subsolo da torre B.	38
Figura 24 – Fissura na laje do apartamento 201, no pavimento térreo da torre A. ...	39
Figura 25 – Fissuras e trincas na laje da sacada do apartamento 302 do primeiro pavimento da torre A.	39
Figura 26 – Fissuras e trincas na laje da cozinha do apartamento 101 do subsolo da torre B.....	40
Figura 27 – Laje da área de serviço do apartamento 101 do subsolo da torre B.....	41
Figura 28 – Laje da sacada do apartamento 301, do primeiro pavimento da torre B.	41
Figura 29 – Laje do quarto do apartamento 402, do segundo pavimento da torre A, onde ocorreu um incêndio.	42

Figura 30 – Manchas por umidade em revestimento de parede. (A) Infiltração na parede do quarto do apartamento 402 do segundo pavimento da torre A; (B) Infiltração na parede do quarto do apartamento 302 do primeiro pavimento da torre B.	43
Figura 31 – Infiltração na parede do banheiro do fosso central, localizado na área comum do edifício.	44
Figura 32 – Manchas por umidade em laje: (A) Infiltração na laje do quarto do apartamento 101 do pavimento abaixo do nível da rua da torre; (B) Infiltração na laje do acesso entre os quartos do apartamento 302 do primeiro pavimento da torre A.	45
Figura 33 – Infiltração na laje da sacada do apartamento 202 do térreo da torre B. .	46
Figura 34 – Caixa de areia de drenagem de água pluvial, localizada no fosso central da edificação (A) Interior da caixa de areia no fosso central; (B) Infiltração ao redor da caixa de areia no fosso central.....	47
Figura 35 - Lesões no entorno do reservatório inferior.....	48
Figura 36 – Fissura e descamação da pintura dos muros (A) Fissura e descamação da pintura do muro da fachada principal da edificação; (B) Fissura e descamação da pintura do muro lateral do edifício.	49
Figura 37 – Fissuras no piso da entrada do edifício.....	50
Figura 38 – Fissuras no piso e desgaste dos degraus na escada de acesso ao primeiro pavimento da torre A.	51
Figura 39 – Infiltração na laje da sacada do apartamento 401 no segundo pavimento da torre B.	51

LISTA DE TABELAS

Pág.

Tabela 1 - Níveis de classificação de manifestações patológicas.	20
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAU BR	Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
ISO	International Organization for Standardization
NBR	Norma Técnica Brasileira
UFRB	Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	ii
RESUMO	iii
PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN A MULTIFAMILY VERTICAL BUILDING IN SALVADOR: CASE STUDY	iv
ABSTRACT	iv
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	ix
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA	2
1.2 OBJETIVO	2
1.3 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA	3
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	3
2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	5
2.1 CONCEITO DE PATOLOGIA E SUA ORIGEM	5
2.2 FORMAS PATOLÓGICAS MAIS FREQUENTES	6
2.2.1 Fissuras, trincas e rachaduras	6
2.2.2 Corrosão de armaduras.....	14
2.2.3 Manchas de umidade e bolor ou mofo	15
2.2.4 Eflorescência.....	16
2.2.5 Deslocamento	17
2.3 ORIGENS, CAUSAS E IDENTIFICAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	18
2.4 EVOLUÇÃO DA NORMA PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO (NBR 6118).....	20
2.5 CONTROLE DE QUALIDADE E O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR 23	
3 MÉTODOS E TÉCNICAS PARA VISTORIAS EM EDIFICAÇÕES	25
3.1 INSPEÇÃO	25
3.2 MANUTENÇÃO.....	26

4	METODOLOGIA.....	28
4.1	ESTRATÉGIA DE PESQUISA.....	28
4.2	DELINEAMENTO DA PESQUISA	28
4.3	DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DE PESQUISA.....	30
4.3.1	Revisão Bibliográfica	30
4.3.2	Seleção e Adaptação de Ferramentas de Avaliação	30
5	RESULTADOS	32
5.1	CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO.....	32
5.2	SITUAÇÃO PROBLEMA	35
5.2.1	Fissuras, trincas e rachaduras	35
5.2.2	Corrosão das Armaduras de Peças Estruturas em Concreto Armado.....	40
5.2.3	Manchas de Umidade e Presença de Bolor ou Mofo.....	42
5.2.4	Manifestações Patológicas em Áreas Comuns da Edificação	46
6	SUGESTÕES PROPOSTAS PARA RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS IDENTIFICADOS	52
6.1	REALIZAÇÃO DE ENSAIOS COMPLEMENTARES	52
6.1.1	Ensaio de avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro	52
6.1.2	Monitoramento das fissuras e trincas	53
6.1.3	Ensaio de carbonatação do concreto.....	54
6.1.4	Resistência de aderência à tração e abrasão.....	54
6.1.5	Extração de testemunho de concreto	55
6.1.6	Prova de carga.....	56
6.2	SUGESTÕES DE CORREÇÃO PARA LOCAIS QUE APRESENTAM FISSURAS E TRINCAS.....	56
6.3	SUGESTÕES DE CORREÇÃO PARA LOCAIS QUE APRESENTAM RACHADURAS.....	57
6.4	REALIZAÇÃO DE REFORÇO ESTRUTURAL	58
6.5	SUGESTÕES DE CORREÇÃO PARA OS RESERVATÓRIOS SUPERIORES	

6.6 SUGESTÕES DE CORREÇÃO PARA AS CAIXA DE AREIA DO FOSSO CENTRAL	59
6.7 SUGESTÕES DE CORREÇÃO PARA AS INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS.....	59
7 CONCLUSÕES.....	61
8 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	63
9 REFERÊNCIAS.....	64

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho aborda temas relacionados com manifestações patológicas em edificações verticais multifamiliares na cidade de Salvador – BA, através da estratégia de pesquisa e estudo de caso.

As manifestações patológicas construtivas são inerentes ao processo construtivo, manifestando-se na forma de fissuras, trincas, rachaduras, corrosão de armaduras, dentre outras. Mesmo com o avanço das técnicas construtivas aliado a utilização de materiais, teoricamente, com maior controle de qualidade, observa-se um grande número de edificações com os mais variados problemas patológicos (GIACOMELLI, 2016).

Estudos demonstram que, em torno de 50% das incidências patológicas ocorrem por erros de projeto e planejamento das edificações (GIACOMELLI, 2016). Desta forma, a criação de um programa de inspeção periódica reduziria as incidências patológicas. A eficiência de um programa de inspeção/manutenção periódica garante a durabilidade das edificações e permite estabelecer prioridades para as ações necessárias ao cumprimento da vida útil prevista (FIGUEIREDO, 2005).

Em algumas situações, as manifestações patológicas podem ser diagnosticadas por uma análise simples, por meio da visualização. No entanto, muitas vezes, a questão é mais complexa, sendo necessária avaliação do projeto, investigar as cargas que atuam sobre a estrutura, analisar, minuciosamente, a forma como a obra foi executada e, até como a manifestação patológica reage na presença de determinados estímulos (GIACOMELLI, 2016).

A principal motivação para a realização desse trabalho é a participação em um serviço técnico de avaliação e inspeção predial desenvolvido pela pesquisadora enquanto estagiária numa empresa de Engenharia Civil, situada na cidade de Santo Estevão - BA.

As visitas às edificações em questão para a realização dos registros e obtenção das informações acerca dos problemas ocorreram em janeiro de 2021, por Engenheiros Civis da empresa. O objetivo principal destas visitas foram descrever a situação atual do edifício e indicar possíveis reparos para sanar

problemas patológicos encontrados, bem como embasar os moradores para descrever a real situação da edificação e orientá-los nos procedimentos a serem desenvolvidos e ensaios complementares específicos para que possam realizar os reparos necessários nas diversas partes da edificação.

1.1 JUSTIFICATIVA

O planejamento da obra, assim como a execução são fatores diretamente ligados a durabilidade e vida útil da edificação, portanto, o uso de materiais de baixa qualidade e uma mão de obra precária, resultam no crescente número de manifestações patológicas nas edificações aliados a ausência de manutenção (GIACOMELLI, 2016).

A ausência do plano de manutenção, ocasiona a evolução de pequenas manifestações patológicas, existem problemas que podem se tornar ainda mais graves, comprometendo a estrutura e elevando os custos com a manutenção e reparos da obra (GIACOMELLI, 2016).

Por esse motivo o presente trabalho apresenta as principais manifestações patológicas em um estudo de caso de uma edificação localizada no município de Salvador – BA.

1.2 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo geral realizar um estudo de caso de uma inspeção predial numa edificação residencial multifamiliar com quatro pavimentos, situada na cidade de Salvador – BA.

Como objetivos específicos, tem-se:

- Apresentar as manifestações patológicas identificadas na edificação, apontando possíveis causas;
- Indicar os ensaios complementares a serem realizados para uma investigação mais aprofundada sobre os problemas detectados;

- Sugerir possíveis soluções para as manifestações patológicas encontradas.

1.3 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

O presente trabalho tem como delimitação desenvolver o estudo das manifestações patológicas no edifício residencial situado na cidade de Salvador – BA, apontando ensaios complementares que necessitam ser realizados, a fim de ter uma visão macro da real situação do edifício.

Por se tratar de um estudo de caso, a pesquisa não tem a intenção de realizar ensaios para caracterização mais específica das lesões da edificação.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta monografia está estruturada de forma que possui 9 (nove) capítulos, sendo o capítulo 1, a introdução, onde é apresentado a motivação, justificativa e objetivos pretendidos para esta pesquisa.

No capítulo 2 iniciou-se uma revisão bibliográfica acerca do tema a ser discutido neste trabalho, abordando, por exemplo, conceito de manifestações patológicas, tipos mais recorrentes de problemas nas edificações e normas técnicas relacionadas.

No capítulo 3, aborda-se sobre o método empregado para a realização da vistoria e manutenção.

O capítulo 4 aborda sobre o método de pesquisa empregado para a realização do estudo.

No capítulo 5 é apresentado o resultado do estudo de caso, identificando as manifestações patológicas encontradas em cada apartamento analisado e áreas em comum.

No capítulo 6, apresenta-se as possíveis soluções para as manifestações patológicas existentes, após uma análise da edificação e ensaios complementares.

No capítulo 7 apresenta-se a conclusão deste trabalho. Capítulo 8 as sugestões para trabalhos futuros e por fim no capítulo 9 as referências utilizadas para a construção deste trabalho.

2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O presente capítulo abordará conceitos e definições sobre manifestações patológicas na construção civil, discorrendo de forma geral sobre a origem do termo e as principais manifestações patológicas encontradas nas edificações.

2.1 CONCEITO DE PATOLOGIA E SUA ORIGEM

De acordo com Erat *et al.* (2016), o termo patologia é oriundo do grego onde *pathos* (doença) e *lógica* (ciência, estudo), portando estudo da doença, sendo que dentro da construção civil o termo é utilizado para se referir a danos ocorridos em edificações. Patologia pode ser entendida como a parte da Engenharia que estuda os sintomas, mecanismo, as causas e as origens dos defeitos das construções civis, ou seja, é o estudo das partes que compõem o diagnóstico do problema (HELENE, 1988). Ainda, de acordo com Helene (1988), as manifestações patológicas apresentam características externas das quais torna-se possível entender qual a natureza e a origem dos fatores que estão envolvidos para que se possa ter um primeiro diagnóstico, para se obter as correções do problema.

Esses problemas estão relacionados à falta de controle de qualidade desde o material empregado na construção, ao processo construtivo, mesmo com o crescente número de novas tecnologias, a construção civil ainda possui carência na qualificação dos profissionais que estão atuando nos canteiros de obra (NÓBREGA, 2019).

A vida útil de acordo com a NBR 15575-1:2013 é o intervalo de tempo em que a edificação e todas as suas componentes vão atender às condições de uso em que foram projetadas para ser utilizadas, atendendo ao desempenho que é o comportamento projetado para o uso de uma determinada edificação, dentro de um plano de operação, uso e manutenção. Porém sabe-se que existem alguns fatores que podem acelerar ou retardar esse período, estudos apontam que os fatores de maior influência neste processo são um projeto e execução realizados de forma adequada, assim como a execução dos reparos conforme as exigências do tempo e a ausência desses fatores pode levar ao aparecimento de manifestações patológicas (ERAT *et al.*, 2016).

Os custos implicados no processo de recuperação das estruturas são um ponto muito importante nos avanços dos estudos para recuperação das edificações. De acordo com a NBR 5674:1999, os custos anuais que envolvem a manutenção de uma edificação estão entre 1% e 2% do custo inicial da obra, porém ao longo da vida útil se estes forem acumulados podem se equiparar ao valor da obra ou ser superior a ele.

Os motivos que podem levar ao surgimento das manifestações patológicas podem ser diversos, desde a idade da edificação, erros construtivos, materiais de baixa qualidade, ocorrência de acidentes, umidade, ausência de projetos adequados, falta de manutenção, dentre outros (SOUZA e RIPPER, 1998).

Os agentes responsáveis por grande parte das manifestações de acordo com Erat *et al.* (2016), são fatores como excesso de carga, variação de umidade e variação térmica, ação de agentes biológicos e incompatibilidade de materiais, que afetam a estrutura de forma que em grande parte geram danos que são observados primeiramente pelos próprios usuários da edificação no seu dia-a-dia e só em um momento posterior é que alguns buscam a ajuda de um profissional especializado para que possa ser realizada uma avaliação e por fim identificado o agente responsável e as possíveis soluções e tratamentos.

2.2 FORMAS PATOLÓGICAS MAIS FREQUENTES

De acordo com SOUZA e RIPPER (1998), o processo físico de deterioração das estruturas de concreto em grande parte dos casos possui causas que poderiam ter sido evitadas durante o processo de execução, na elaboração do projeto ou com um plano de manutenção da edificação.

2.2.1 Fissuras, trincas e rachaduras

As fissuras são aberturas superficiais que se tornam um meio de acesso dos agentes agressivos à estrutura, sendo as causas dessas fissuras as mais diversas.

Segundo a NBR 6118:2014, as fissuras em elementos estruturais de concreto ocorrem devido à baixa resistência à tração do concreto e devem estar

dentro dos limites que a norma estabelece para que se possa garantir a durabilidade e proteção das armaduras. Neste sentido, essa norma apresenta as seguintes exigências em relação à existência de fissuras em peças de concreto, o que varia de acordo com a classe de agressividade ambiental:

- Concreto simples: não há exigências relativas à fissura;
- Concreto armado, exposto a meios em que a agressividade é muito forte, tais como indústrias e área de respingo de maré: abertura máxima característica das fissuras $\leq 0,2$ mm;
- Concreto armado, exposto a meios em que a agressividade é de moderada a forte, que são os meios urbanos, marinhos e industriais: abertura máxima característica das fissuras $\leq 0,3$ mm;
- Concreto armado, exposto a meios em que a agressividade é fraca, que são meios rurais e submersos: abertura máxima característica das fissuras $\leq 0,4$ mm.

Fissuras com aberturas apresentando valores maiores que os indicados acima possuem importância significativa na corrosão das armaduras e devem ter cuidados e tratamentos para evitar o avanço dos danos.

As trincas e rachaduras podem ser confundidas com as fissuras nos seus conceitos, pois o que difere essas manifestações patológicas é apenas a dimensão. As trincas apresentam aberturas maiores que 0,5 mm e as rachaduras com aberturas maiores e mais profundas sendo superiores a 1 mm, podendo chegar a ter uma fenda em que se torna possível atravessar de um lado a outro da parede a partir de 1,5 mm (GONÇALVES, 2015).

As fissuras podem ser classificadas de acordo com a sua atividade, sendo ativas e inativas ou passivas. As fissuras ativas apresentam processo de movimentação, aumentando a sua espessura, devido a variações que ainda estão ocorrendo no elemento devido a carga e dilatação devido as variações térmicas (THOMAZ, 1989). As fissuras denominadas inativas ou passivas, encontram-se estáveis ao longo do tempo, ou seja, não estão mais em processo de movimentação (THOMAZ, 1989).

As fissuras podem também ser classificadas em relação a sua origem, em:

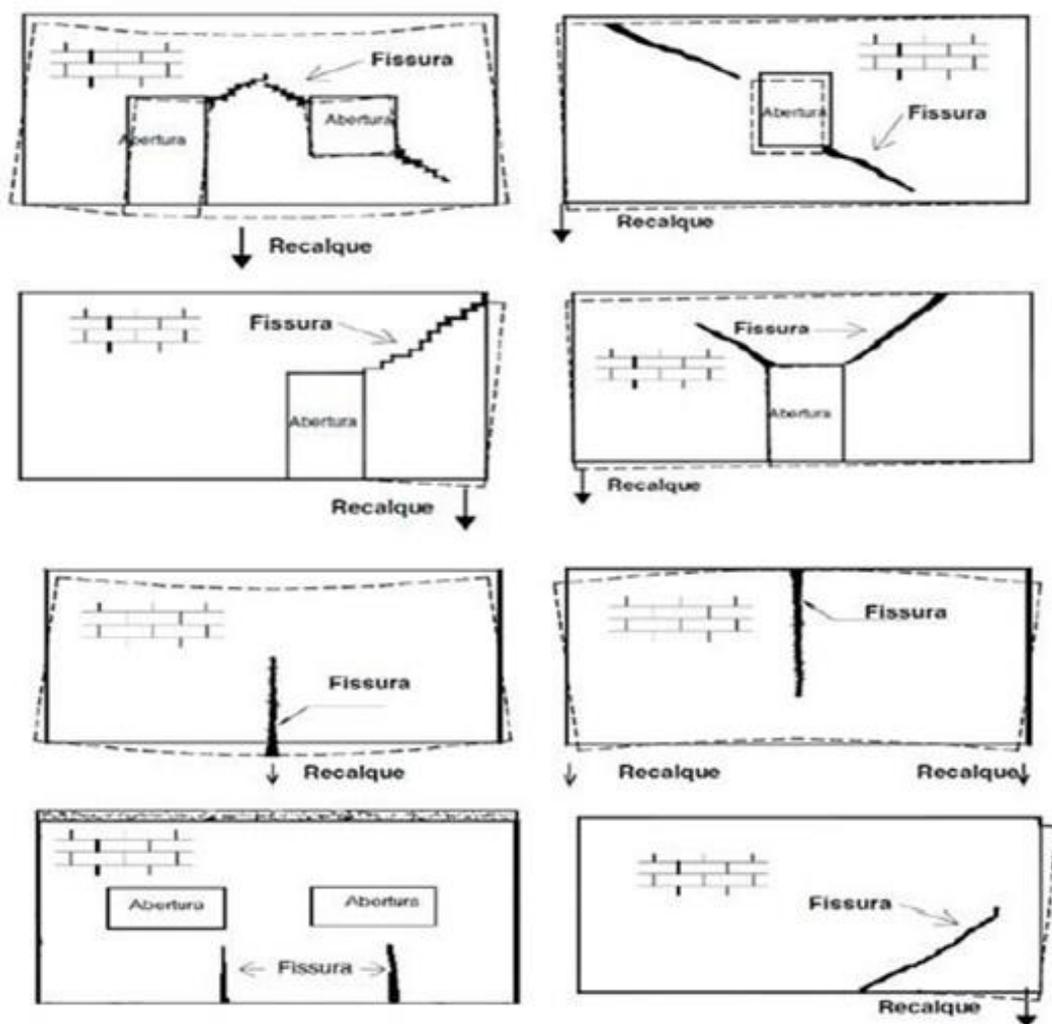
A) Fissuras devido a recalques de fundação

O recalque diferencial em fundações é um dos fatores mais relevantes de causas de fissuras (Figura 1). Este tipo de fissura, quando evolui, está relacionado a um problema mais sério nas fundações, o que pode comprometer a estabilidade da edificação expondo os usuários a risco de segurança (MARCELLI, 2007).

Entre as principais causas de recalques nas estruturas cita-se: rebaixamento do nível freático; solos porosos ou expansíveis; escavações em áreas adjacentes à fundação; vibrações; presença de árvores com crescimento rápido em solos argilosos (GIACOMELLI, 2016).

As fissuras originadas pelo recalque de fundações tendem a se localizar próximas ao pavimento térreo da edificação de acordo com Duarte (1998). Geralmente, as fissuras que se verificam a 45° são associadas a algum problema de fundação (MARCELLI, 2007).

Figura 1 – Fissuras causadas por recalque da fundação.



Fonte: Giacomelli (2016) *apud* Alexandre (2008).

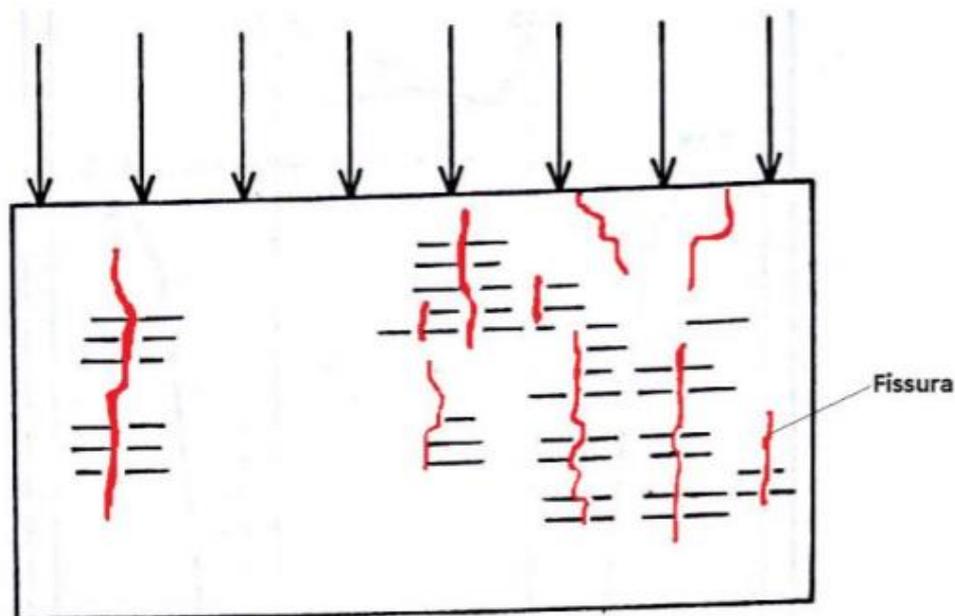
B) Fissuras devido à sobrecarga

Conforme Thomaz (1989), a atuação de sobrecargas pode produzir a fissuração de componentes estruturais, tais como pilares, vigas e paredes. Estas sobrecargas atuantes podem ter sido consideradas no projeto estrutural, caso em que a falha decorre da execução da peça ou do próprio cálculo estrutural, como pode também estar ocorrendo a solicitação da peça por uma sobrecarga superior à prevista.

As fissuras decorrentes do carregamento excessivo são geralmente verticais (Figura 2), no entanto, fissuras horizontais (Figura 3) podem surgir em virtude da

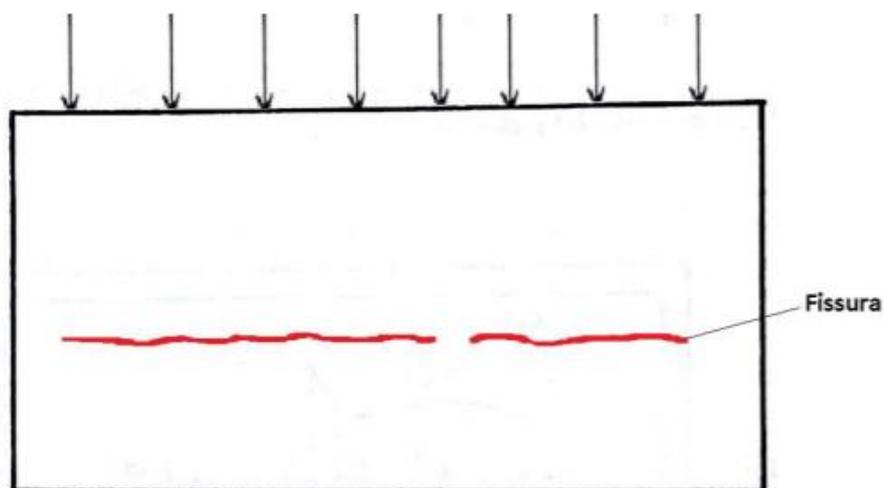
ruptura por compressão dos componentes da alvenaria ou da argamassa (GIACOMELLI, 2016).

Figura 2 - Fissuras verticais na alvenaria causadas por sobrecarga.



Fonte: Thomaz (1989) adaptado por Sampaio (2019).

Figura 3 - Trincas horizontais na alvenaria causadas por sobrecargas.

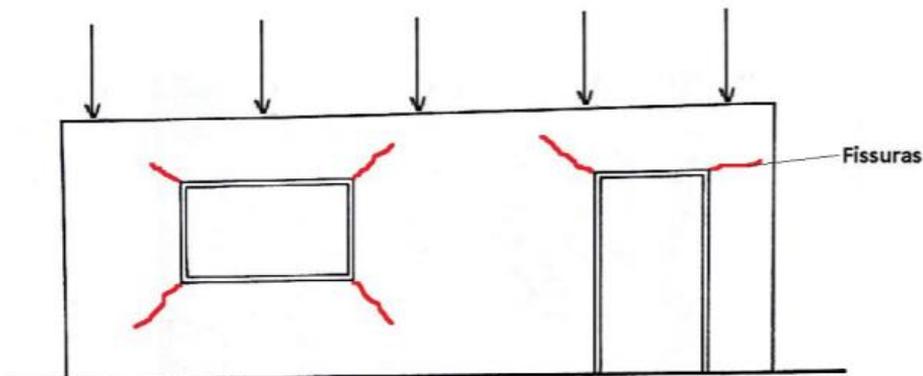


Fonte: Thomaz (1989) adaptado por Sampaio (2019).

Porém, as fissuras também podem se manifestar em outras direções, devido à presença de aberturas nas alvenarias, por exemplo. Nesse caso, ocorre uma grande concentração de tensões nos vértices desses vãos e as fissuras podem

assumir diversas configurações, sendo as mais usuais aquelas inclinadas (Figura 4) que partem dos cantos das aberturas (THOMAZ, 1989).

Figura 4 – Trincas e fissuras inclinadas na alvenaria causadas por sobrecargas.

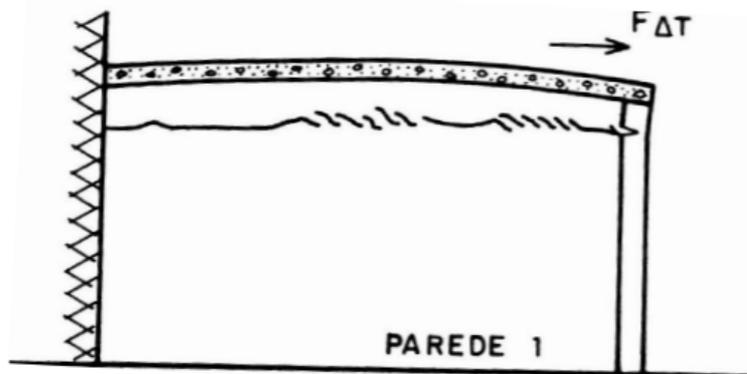


Fonte: Thomaz (1989) adaptado por Sampaio (2019).

C) Fissuras devido à variação térmica

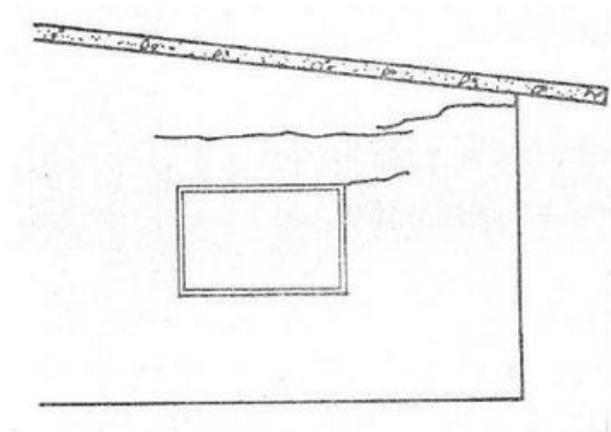
Os diferentes componentes de uma construção possuem coeficientes de dilatação térmica distintos e estão sujeitos a variações de temperatura, diárias e ou sazonais, provocando dilatação e contração. Quando essas variações ocasionam alteração dimensional dos materiais e são contidas pelos vários vínculos que os envolve, originam tensões que podem ocasionar o aparecimento de fissuras (Figura 5) e (Figura 6) (THOMAZ, 1989).

Figura 5 – Trincas e fissuras horizontais na alvenaria causadas por variação térmica.



Fonte: Thomaz (1989).

Figura 6 – Trincas e fissuras horizontais na alvenaria causadas pela retração da laje de cobertura.



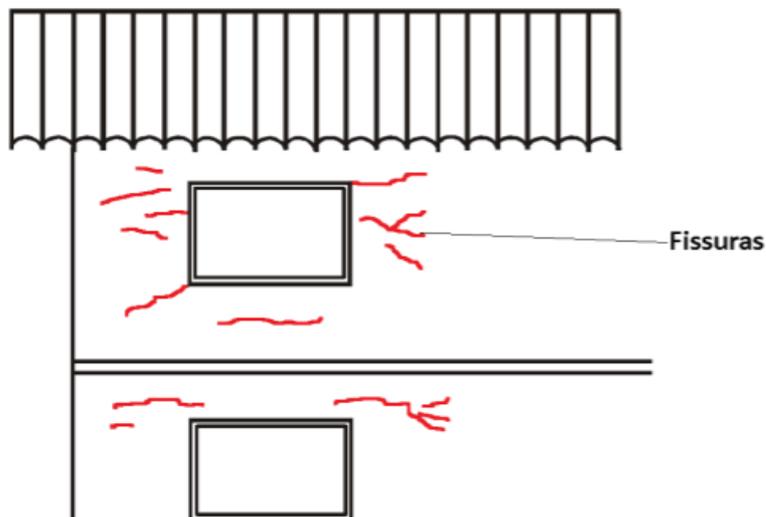
Fonte: Thomaz (1989).

D) Fissuras devido a reações químicas

Espera-se que os materiais da construção civil sejam estáveis, no entanto, é comum conterem sais em excesso nas juntas de argamassa, gerando reações expansivas provocando fissuras. A expansão das juntas é ocasionada pela reação do cimento com os sulfatos, a hidratação retardada das cales e hidratação dos aglomerantes (THOMAZ, 1989).

Fissuras decorrente de reações químicas (Figura 7), geralmente, apresentam-se no sentido horizontal devido a expansão da argamassa decorrente da reação química dos materiais da argamassa com os agentes externos (ZANZARINI 2016).

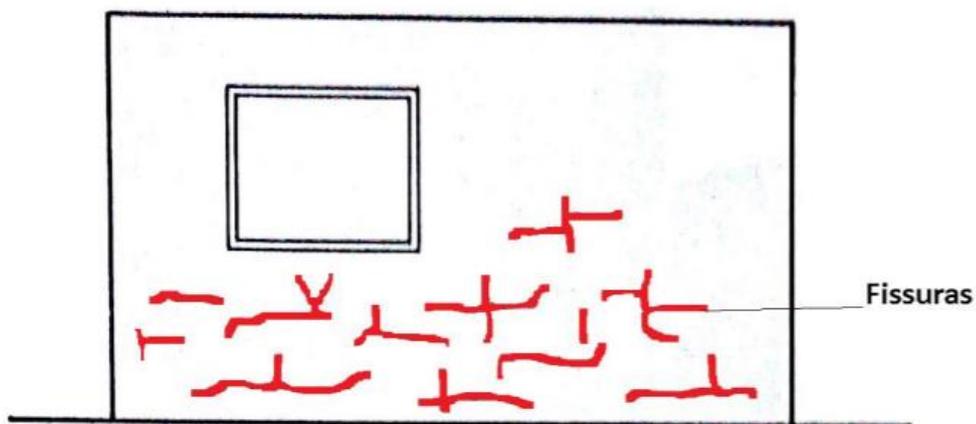
Figura 7 – Trincas e fissuras por reação química, causada por hidratação retardada de cales, gerando expansão da argamassa de assentamento.



Fonte: Duarte (1998) adaptado por Sampaio (2019).

Os sulfatos são elementos que podem ser oriundos de diversas fontes como por exemplo do solo, águas contaminadas, entre outros e quando o sulfato entra em contato e reage com o aluminato tricálcico, um dos componentes do cimento, forma um composto sulfoaluminato tricálcico ou etringita, que são reações em que ocorrem grandes expansões, que podem gerar fissuras (Figura 8) (THOMAZ, 1989).

Figura 8 – Trincas e fissuras por reação química, provenientes do ataque por sulfato.



Fonte: Thomaz (1989) adaptado por Sampaio (2019).

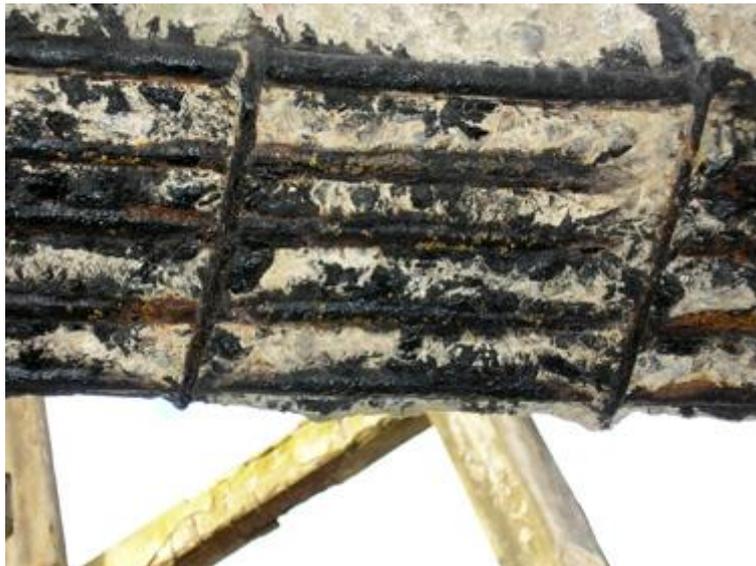
2.2.2 Corrosão de armaduras

A corrosão é um fenômeno físico-químico que ocorre devido a um processo eletroquímico, que é a produção de corrente elétrica por meio de reações, que por vezes é acelerado devido a presença de impulsionadores químicos que podem estar presentes no concreto, como por exemplo as fissuras que dão acesso para que os agentes químicos atinjam a armadura (GIACOMELLI, 2016).

No momento em que se tem um teor de umidade elevado nos elementos estruturais, inicia-se o processo de oxidação que se trata de um processo expansivo, gerando um aumento de volume de aproximadamente oito a dez vezes o volume original, afetando não apenas a parte da armadura em que está ocorrendo o processo, pois passa a gerar tensões no concreto, levando a se romper devido a tração, formando fissuras e podendo gerar o deslocamento do concreto. Durante esse processo há perda de parte da massa de concreto, deixando por sua vez, a armadura ainda mais exposta à ação dos agentes externos que, por conseqüentemente, leva a mais processos corrosivos naquela armadura (GONÇALVES, 2015).

O processo de corrosão (Figura 9) gera a deterioração da estrutura, de forma a afetar a estabilidade e durabilidade do todo e alguns fatores contribuem para que ocorra este processo, que são fatores mecânicos, como por exemplo vibrações que podem gerar fissuras no concreto, fatores físicos em que a variação de temperatura, gera choques térmicos nas estruturas, gerando microfissuras, fatores químicos, onde substâncias agredem o concreto, enfraquecendo não apenas a pasta de cimento como os agregados e a armadura e fatores biológicos, onde microorganismos podem gerar meios corrosivos (GIACOMELLI, 2016).

Figura 9 – Corrosão da armadura de um elemento estrutural.



Fonte: Clube do Concreto, 2010.

2.2.3 Manchas de umidade e bolor ou mofo

As manchas de umidade são facilmente perceptíveis, pois apresentam mudança na coloração original (Figura 10), sendo que essas manchas podem ser geradas por infiltração e ocorrem devido a uma passagem de água em meio sólido, podendo ser oriunda da presença de algum vazamento, de falha na impermeabilização no processo construtivo, permitindo que a água suba por capilaridade, infiltração da água da chuva que penetra na edificação por diversos motivos, como por exemplo a ausência de pingadeiras (SEGAT, 2005).

Figura 10 – Manchas e vesículas em revestimento causadas por umidade na parede.



Fonte: Rede Construção, 2020.

Já o bolor ou mofo (Figura 11), são manchas que podem ser escuras com coloração verde, preta ou marrom ou manchas claras que são mais esbranquiçadas ou até mesmo amareladas, que são oriundas de fungos, devido a um teor elevado de umidade (GIACOMELLI, 2016).

Figura 11 – Mancha causada por bolor ou mofo em pé de parede.



Fonte: Decore Ambientes Planejados, 2019.

2.2.4 Eflorescência

É a formação de depósitos salinos na superfície do concreto, revestimento, alvenaria e argamassas (Figura 12), processo resultante da infiltração ou

intempéries, é identificado pela presença de manchas e alteração da cor nas superfícies que apresentam tom esbranquiçado, acinzentado, esverdeado, amarelo ou preto (CICOTTO, 1988).

Para que ocorra o processo de eflorescência é necessário que haja a presença dos sais solúveis nos materiais que compõem o elemento, presença de água e pressão hidrostática, provocando a ascensão dos elementos até a superfície. A eflorescência é causada pelo processo de umidade por capilaridade, onde os danos mais relevantes as estruturas ocorrem devido a evaporação da água. Grande parte dos materiais utilizados na construção civil possuem sais solúveis o que em contato com a umidade dão origem a eflorescência. (ANDRADE, 2016).

Figura 12 – Eflorescência em superfície cimentícia.



Fonte: Mauá, 2018.

2.2.5 Desplacimento

De acordo com Bauer (1997), o processo de deslocamento (Figura 13) é a segregação das camadas da argamassa utilizada no revestimento, em que ocorre a perda da aderência das camadas. Falhas como traço inadequado da argamassa, excesso de materiais com alto teor de finos, cal hidratada de má qualidade ou adulterada, uso de aditivos plastificantes que não retenham a água da cal hidratada, assim aumentando a retração, aplicação de argamassa em bases que

estejam engorduradas ou impermeabilizadas, conseqüentemente, impossibilitando a penetração da nata de aglomerante no substrato, aplicação de argamassa em superfícies que não possuam uma determinada rugosidade para gerar aderência ou de camadas muito espessas e o não preenchimento dos poros da base, são fatores que podem gerar o deslocamento (LEAL, 2003).

Figura 13 – Deslocamento de revestimento cerâmico.



Fonte: Rede Construção, 2020.

2.3 ORIGENS, CAUSAS E IDENTIFICAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

O processo construtivo e de uso de uma edificação pode ser dividido em etapas, que são o planejamento, projeto, fabricação de materiais e elementos usados na construção, execução e uso (Figura 14) (HELENE, 1988). Sendo as primeiras etapas de curta duração, diferente do uso que é uma etapa que será de longa duração e deve passar não só pelo uso, mas pelo processo de manutenção periódica. De acordo com a NBR 5674:1999 deve-se levar em consideração que comparado a outros produtos, a edificação é um produto construído para que seja utilizado por muitos anos e que durante esse período deve apresentar um bom desempenho, que de acordo com a NBR 15575:2013 garanta a segurança, habitabilidade, sustentabilidade e um nível de desempenho, garantindo assim a vida útil do projeto.

Figura 14 – Ciclo de produção de uma edificação.



Fonte: Helene (1988), adaptado por Giacomelli (2016).

As manifestações patológicas podem por muitas vezes ter sua origem concluídas devido às características apresentadas.

O processo de identificação das manifestações patológicas por parte dos profissionais segue um roteiro não normativo e sim lógico durante a inspeção predial, ocorrendo assim por fases que são, a vistoria do local, onde será realizada uma avaliação inicial, constatando a gravidade e se oferece risco aos moradores. Portanto, faz-se uma análise simples e rápida do local, medindo o tamanho das fissuras através de um equipamento simples que é o fissurômetro. Além disso, faz-se uma coleta de informações aos moradores e usuários da edificação. Se possível deve-se também buscar informações dos profissionais envolvidos no processo construtivo e de vizinhos. Por fim, em caso de apresentar a necessidade de análises mais específicas, deve-se realizar testes laboratoriais, para obtenção de informações mais detalhadas, possibilitando realizar um plano de reparos e recuperação da estrutura (ERAT *et al.*, 2016).

As correções estão ligadas ao grau e tipo de manifestação, sendo necessária a utilização de técnicas específicas para solucionar cada problema patológico. De acordo com Correia (2003), as manifestações patológicas podem ser classificadas em níveis, como representado na Tabela 1.

Tabela 1 - Níveis de classificação de manifestações patológicas.

NÍVEL SATISFATÓRIO	Sem manifestações patológicas.
NÍVEL TOLERÁVEL	Pequenas manifestações patológicas.
NÍVEL ALERTA	Desagregação por ataque químico; Mancha de corrosão de armadura; Destacamento localizado no elemento; Exposição da armadura localizada no elemento.
NÍVEL CRÍTICO	Fissuração excessiva, Destacamento generalizado no elemento; Exposição da armadura generalizada no elemento; Redução da seção da armadura.

Fonte: Adaptado de Correia (2013).

No nível satisfatório não são observados problemas estruturais, diferente do nível tolerável em que não apresenta também problemas estruturais, mas apresenta irregularidades que devem ser observadas e reparadas, para evitar danos futuros.

Já no nível de alerta e nível crítico deve-se observar com mais atenção os sinais que a estrutura apresenta. Em um nível de alerta, a estrutura apresenta um estado maior de alerta e deve ser verificado se não se encontra em seu estado limite de serviço, diferente do estado crítico, em que é possível observar um comprometimento da estrutura, onde sua vida útil está no limite.

Em posse do diagnóstico obtido através desta consideração, torna-se possível traçar o plano de recuperação ou reforço das manifestações identificadas e devidamente classificadas diante do seu grau de periculosidade, visto que cada tipo de manifestação necessita de correções e cuidados específicos, pois é necessário que se observe a complexidade do processo e melhor técnica a ser utilizada (CORREIA, 2003).

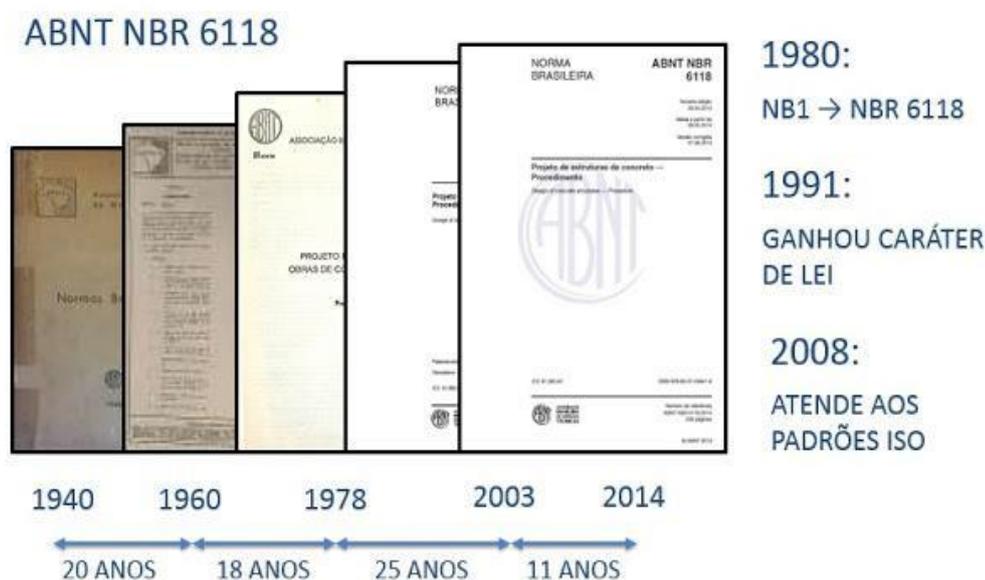
2.4 EVOLUÇÃO DA NORMA PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO (NBR 6118)

A norma conhecida como Norma NB – 1, é o primeiro manual de instruções de concreto armado no país, a fim de buscar uma padronização nas construções, aumentar a segurança e a qualidade, o manual é criado no mesmo ano da

fundação da (BORGES, 2019). Esse manual foi criado pouco depois da fundação da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que ocorreu no dia 28 de setembro de 1940, com isso o Brasil passa a fazer parte dos países que possuem suas próprias instruções para projetos e construção de estruturas de concreto armado (BORGES, 2019).

Desde a publicação, a Norma NB – 1 tem passado por revisões e modificações (Figura 15), a fim de garantir cada vez mais padrões que garantam a segurança e durabilidade das edificações de estrutura de concreto.

Figura 15 – Evolução da Norma Brasileira sobre estruturas de concreto.



Fonte: Borges (2019).

Atualmente, a Norma vigente é conhecida como NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento (2014). Em 2008, a Norma passa a ter a certificação da *International Organization for Standardization* (ISO), com isto passa a atender padrões internacionais, podendo ser usada fora do território brasileiro na execução de projetos de estruturas de concreto.

A Norma Brasileira de concreto vem sofrendo modificações com o passar dos anos (Figura 2), gerando grandes mudanças que foram publicadas nos anos de 1960, 1978 e 2003. No ano de 1980 inicia-se uma parceria com o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) e a Norma passa a

ser chamada de NBR 6118, já em 1991 ela passa a possuir caráter de Lei e em 2008 com a validação dada pela ISO, possui caráter Internacional (NUNES, 2011).

Diversas alterações importantes visando a durabilidade das estruturas foram realizadas na revisão publicada no ano de 2014 (BORGES, 2019), sendo incluídos os grupos I e II de resistência à compressão, adicionadas formulações em ambos os grupos nos cálculos de resistência à tração, alterações com relação à linha neutra pela altura útil, nos domínios de estado-limite último da seção transversal, fatores esses que interferem no dimensionamento, de forma que as estruturas passem a ser cada vez mais resistentes e possuem uma maior durabilidade.

Em 2003 uma alteração importante foi inserida na NBR6118 que foi a classificação devido a classe de agressividade (Figura 16) em que a edificação se encontra, que determina diversos fatores que contribuem para o maior desempenho da estrutura.

Figura 16 – Tabela de Classe de Agressividade da NBR 6118:2014.

Tabela 6.1 – Classes de agressividade ambiental (CAA)

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

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

Fonte: NBR 6118 (2014).

Observa-se que, de acordo com a NBR 6118:2014, as classes de agressividade ambiental estão divididas de I a IV, sendo:

- Classe I - Ambiente considerados fraca, por possuir pouco poluentes, como a zona rural ou zonas submersas ontem o risco de deterioração da estrutura é considerado insignificante;
- Classe II - Ambiente considerados moderados, que são zonas urbanas, por possuir fatores mais poluentes, que podem agredir a estrutura, porém ainda se trata de um risco pequeno;
- Classe III - São ambientes de agressividade forte, por se tratar de áreas próximas a orlas marítimas, e industriais, onde os agentes que podem gerar degradação da estrutura, se encontram em uma maior proporção;
- Classe IV - Ambientes onde a agressividade é muito forte, sendo zonas de indústrias onde os agentes químicos estão em constante contato com a estrutura e respingos de maré, que possuem um contato mais direto, sendo, portanto, um risco elevado a estrutura.

2.5 CONTROLE DE QUALIDADE E O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR

Com o surgimento em 1990 do Código de Defesa do Consumidor, intensifica-se a busca por um produto que tenha qualidade, desempenho e uma certificação de conformidades, levando a construção civil, assim como demais setores, a se adequarem em todo o processo construtivo e na qualidade do material e mão-de-obra empregada. No Brasil, as construtoras devem garantir a qualidade das suas edificações por cinco anos de acordo com o Art. 618 do Código Civil.

Com o passar dos anos os mecanismos de defesa do consumidor passam a ser mais rigorosos e efetivos, surgem novas Normas e cresce a conscientização dos clientes diante os seus direitos, tornando assim cada vez mais necessário a busca pelo padrão de qualidade nos produtos em geral, assim como dentro do mercado da construção civil, sendo as construções produtos que no pós-obra devem ter seus problemas minimizados, para isso deve ser seguidas as Normas pertinentes a construção, a fim de manter o padrão de qualidade, e os problemas que são decorrentes do uso aparecem de forma inevitável com o passar do tempo, por isso faz-se necessário seguir um cronograma de manutenção para que se tenha o melhor desempenho da estrutura (GONÇALVES, 2015).

Ainda, de acordo com Gonçalves (2015), um outro fator muito importante na aparição de manifestações patológicas nas edificações é a falta de manutenção.

Estudos apontam que alguns dos problemas mais encontrados na construção civil que infringem o Código de Defesa do Consumidor, estão ligados a qualidade da construção, onde o imóvel apresenta problemas na sua estrutura, execução de obras em desacordo com as normas técnicas, entre outros fatores. Esses são fatores que podem afetar desde a qualidade a segurança do imóvel, frustrando o consumidor e lesando os seus direitos (GONÇALVES; SILVA, 2019).

3 MÉTODOS E TÉCNICAS PARA VISTORIAS EM EDIFICAÇÕES

O presente capítulo abordará conceitos e definições sobre normas e procedimentos da inspeção predial e manutenção em edificações residenciais.

3.1 INSPEÇÃO

Segundo a NBR16747:2020, a inspeção predial é o processo de avaliação das condições técnicas, de uso, operação, manutenção e funcionalidade da edificação e de seus sistemas e subsistemas construtivos, de forma sistêmica e predominantemente sensorial, levando em consideração os requisitos dos usuários. Trata-se de um dos processos para que seja realizada a manutenção da edificação, sendo, portanto, uma parte muito importante, contribuindo com a minimização de riscos associados ao desempenho. Deve ser realizada por profissionais com formação nas áreas de conhecimento da Engenharia ou Arquitetura e Urbanismo, com registro no respectivo conselho de classe (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA e Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil – CAU BR) e consideradas suas atribuições profissionais. A inspeção deve ser feita de forma periódica ou diante da recomendação de um profissional.

A avaliação realizada nas edificações deve se atentar às condições para a utilização dos usuários, que vão de pessoas físicas ou jurídicas que ocupam de forma permanente ou não a edificação, portanto, fatores como segurança (estrutural, contra incêndio e uso e operação), habitabilidade (estanqueidade, saúde, higiene, qualidade do ar, funcionalidade e acessibilidade) e sustentabilidade (durabilidade e manutenibilidade) (NBR 16747, 2020).

Para a realização da inspeção é necessário realizar o levantamento e análise de dados documentais fornecidos, realizar a anamnese, que é uma entrevista conduzida a fim de identificar informações como características da construção, histórico de uso e manutenção da edificação e intervenções realizadas no edifício. Após estas etapas de levantamento de informações, a vistoria da edificação deve ser realizada de forma ordenada, levando em consideração toda a complexidade e informações obtidas, classificando as irregularidades encontradas.

Por fim, deve-se organizar as prioridades de acordo com a urgência apresentada em cada manifestação patológica e redação e emissão do laudo técnico, apontando tudo que foi observado, indicando a manutenção a ser realizada (NBR 16747, 2020).

3.2 MANUTENÇÃO

Um planejamento de manutenção da edificação torna-se necessário após a realização de uma inspeção, objetivando estabelecer um conjunto de procedimentos que tem como objetivo o prolongamento da vida útil do projeto e o não surgimento de patologias (RIPPER; SOUZA, 1998).

O processo de manutenção considera atividades realizadas para conservar e recuperar a funcionalidade da edificação, garantindo as necessidades e segurança dos usuários. A manutenção garante a vida útil da edificação, que compreende o intervalo de tempo em que a construção atende as condições de funcionalidade (NBR 5674, 1999).

A manutenção deve estar em conformidade com o sistema construtivo e a idade da edificação e é de responsabilidade do proprietário, devem ser levados em consideração o tipo de edificação, tamanho e a complexidade da funcionalidade do mesmo, vizinhança e quais os impactos gerados no entorno, devendo mantendo um padrão que irá assegurar o desempenho da edificação. A manutenção deve ser uma ação planejada e rotineira de acordo com o uso e em casos de necessidades, podem ocorrer manutenções não planejadas por se tratar de emergências, em casos de intervenção imediata por apresentar riscos graves (NBR 5674, 1999).

Diversos fatores interferem na vida útil da edificação, como as alterações climáticas, níveis de poluição do local, bem como o processo de limpeza e manutenção, sendo assim a vida útil de uma edificação é uma equação balanceada tanto de forma positiva ou negativa pela manutenção e pelos intemperes aos quais ela está submetida (NBR 15575, 2013).

A manutenção da edificação é de responsabilidade dos seus proprietários e em caso de condomínios, os proprietários são responsáveis por manutenção de

partes autônomas e o síndico pelo conjunto da edificação como o todo (NBR 5674, 1999).

De acordo com a NBR 5674: 1999, todo o serviço de manutenção é projetado de forma a atender um projeto de manutenção, que devem incluir especificações da execução e dos materiais, desenhos e plantas que incluam detalhes da edificação, um programa de atividades a serem desenvolvidas, como será feita a proteção dos usuários durante o período de manutenção, instruções para imprevistos e formas de manter o acesso seguro para todos os locais da edificação.

4 METODOLOGIA

O presente capítulo abordará a metodologia utilizada para a construção da pesquisa, relatando sobre os métodos utilizados.

4.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A pesquisa se baseia na vistoria de um edifício de duas torres, situado no bairro da Barra, na cidade de Salvador – BA. Para a avaliação da edificação foi necessário basear-se nas Normas Técnicas para se nortear nos padrões de segurança e desempenho para os moradores, frequentadores, trabalhadores e transeuntes nas imediações.

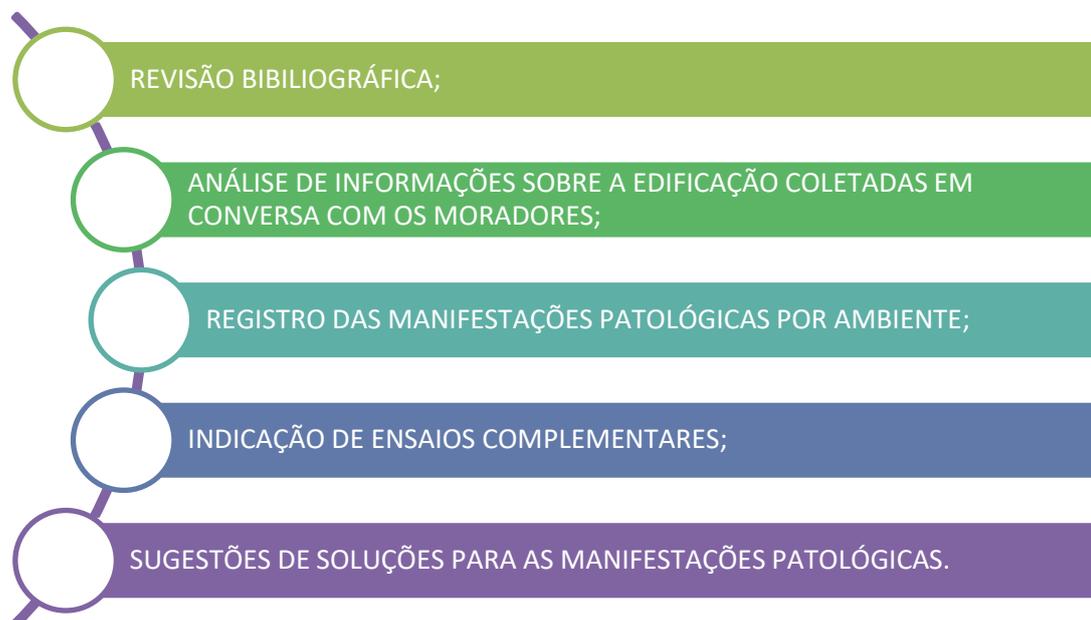
Utilizou-se do método de estudo de caso como estratégia de pesquisa. Trata-se de um método de pesquisa que compreende o estudo de um objeto a fim de obter detalhes sobre o mesmo. Para isso, formulou-se um problema, foi definida a unidade que seria estudada, determinou o número de unidades-casos, elaborou-se um protocolo de estudo, coletou os dados e, em posse dos dados, foi realizada uma análise minuciosa sobre os problemas detectados nas partes das edificações, finalizando com a escrita de um relatório técnico, essas são as etapas que pertencem a esse método de estudo Yin (2001).

4.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

A presente pesquisa foi realizada durante o período de ensino remoto devido a paralisação das atividades presenciais na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, motivado pela pandemia da COVID-19. Tem como intuito avaliar uma edificação situada numa área marítima, em um bairro que possui tanto edificações residenciais como comerciais.

Primeiramente para embasamento deste trabalho, foi realizada uma revisão bibliográfica em várias fontes de pesquisa. Após a revisão de literatura, foram reunidas as informações que já tinham sido coletadas previamente da edificação em estudo para organização deste trabalho. A Figura 17 ilustra as etapas realizadas no desenvolvimento desta pesquisa.

Figura 17 – Delineamento da pesquisa.



Fonte: Autor.

Foi realizada uma revisão bibliográfica acerca do tema, a fim de se obter um embasamento teórico para a análise do estudo de caso, método de pesquisa utilizado para a construção da pesquisa.

Para o estudo de caso, analisou-se as informações obtidas sobre a edificação, em conversa com os condôminos e síndica do edifício, durante a inspeção realizada pelos engenheiros, foram realizadas fotos que devem ser utilizadas como parte do estudo de caso, identificando as manifestações patológicas presentes no ambientes de cada apartamento do edifício, bem como as áreas comuns, sugerindo ensaios complementares para que se possa ter uma análise mais aprofundada das manifestações patológicas e sugestão de soluções para as manifestações patológicas identificadas.

4.3 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DE PESQUISA

4.3.1 Revisão Bibliográfica

Primeiramente realizou-se uma pesquisa de revisão bibliográfica em diversas fontes, para que pudesse ter um embasamento maior sobre o tema a ser abordado. A revisão bibliográfica é a etapa da pesquisa em que se obtém fundamentação teórica sobre o assunto a ser trabalhado e para isto, utilizou-se dissertações, teses, artigos de periódicos, informações de *websites*, Normas e recomendações técnicas e livros. Selecionou-se os documentos que deveriam ser usados como base para a elaboração dessa pesquisa, como, por exemplo, as Normas NBR 6118:2014, NBR 16747:2020, NBR 5674:1999 além do Código de Defesa do Consumidor (2017).

Como ponto de partida desta pesquisa, buscou-se através da revisão bibliográfica, definir as manifestações patológicas mais recorrentes nas edificações e principais fatores que levam a ocorrência das mesmas.

4.3.2 Seleção e Adaptação de Ferramentas de Avaliação

Para a identificação e análise das manifestações patológicas da edificação em estudo, as visitas foram realizadas pelos Engenheiros Civis da empresa, a pedido da síndica do condomínio. Durante essa visita, foram realizadas conversas informais com os moradores e com a síndica, para se obter mais informações sobre as manifestações patológicas, reparos e manutenções já realizadas, bem como para buscar informações sobre o uso que é dado para os apartamentos. Também, pesquisou-se sobre o histórico de reformas e modificações que possam ter sido realizadas na edificação ao longo dos anos da edificação.

4.3.2.1 Análise documental

Buscou-se os documentos ou projetos da edificação, mas os proprietários não possuem qualquer registro. Portanto, não foi possível analisar nenhum tipo de projeto, como os projetos arquitetônico, estrutural, elétrico e hidráulico, contando

apenas com informações passadas pelos moradores, principalmente os que possuem mais tempo residindo no local.

4.3.2.2 Observação direta e registro fotográfico

Observou-se ao longo da visita todos os ambientes e elementos da edificação, entretanto, não foram realizadas medidas com um fissurômetro, por decisão da empresa contratada. Por se tratar apenas de uma inspeção visual, obteve-se registros fotográficos das manifestações patológicas que foram encontradas na edificação para realização do relatório da inspeção.

5 RESULTADOS

Este capítulo tem como finalidade descrever a edificação que compõe este estudo de caso e relatar as lesões e problemas detectados em partes da edificação multifamiliar, descrevendo as principais manifestações patológicas encontradas e apontados suas possíveis causas.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

Trata-se de duas torres (A e B) unidas em uma única edificação (Figura 18) de caráter multifamiliar, em terreno de desnível, o que propiciou a construção de um apartamento em cada torre abaixo do nível da rua, com sua fachada voltada para a parte de trás do edifício (Figura 19B). Desta forma, o edifício é composto de um pavimento abaixo do nível da rua, um pavimento térreo e mais dois pavimentos superiores, além de um fosso central e um banheiro de serviço. As edificações foram construídas com sistema de alvenaria convencional e estrutura em concreto armado, constituída por vigas, pilares e laje maciça em concreto armado.

Em geral, os pavimentos possuem dois apartamentos por andar, com exceção do pavimento que está abaixo do nível da rua, que possui apenas um apartamento. Os apartamentos 101 da torre A e B, que estão situados no pavimento abaixo do nível da rua possuem iluminação e ventilação natural, devido possuir aberturas de esquadrias que atendem ao mesmo padrão dos demais apartamentos.

No projeto original, de acordo com relatos de moradores, todos os apartamentos são compostos por dois quartos, sala de estar, cozinha, banheiro social, área de serviço e sacada com parapeito de cobogó. Toda a fachada da edificação é pintada, não possuindo nenhum detalhe ou partes em revestimento cerâmico (Figura 19). No último pavimento estão localizados seis reservatórios de água construídos em concreto armado e uma cobertura de telhado feita com estrutura de madeira, composta por terças, ripas e caibros e telha de amianto. Por se tratar de uma edificação antiga, percebe-se que a mesma passou por poucas

modificações dos elementos originais. Entre as torres, há um fosso central, onde estão localizados o reservatório inferior e um banheiro de serviço.

Figura 18 – Localização da edificação residencial estudada: (A) Vista superior, com indicação da distância da praia; (B) Vista superior da edificação em estudo.



(A)



(B)

Fonte: Google Maps (2021).

De acordo com os condôminos, a edificação possui, aproximadamente, 75 anos e, por se tratar de uma edificação antiga, não possui um padrão ao qual grande parte das edificações possuem atualmente, não possuindo garagem, *playgroud*, academia, quadra, guarita, área de lazer coletiva nem piscina. Situada na fachada principal da edificação como pode ser observado na Figura 19A, há um pequeno jardim.

Figura 19 – Edificação residencial multifamiliar em estudo: (A) Fachada principal da torre A, voltada para a rua principal; (B) Fachada posterior da torre B.



(A)



(B)

Fonte: *Google Maps* (2021).

Construída a uma distância de aproximadamente 210 m da orla da praia (Figura 18A), portanto trata-se de uma edificação que se encontra em uma zona de agressividade ambiental forte, de acordo com a NBR 6118: 2014.

Estima-se que o edifício tenha sido construído por volta do ano de 1946, nessa época a normativa vigente era a NB-1, a qual não abordava temas como a classificação de agressividade ambiental, que interferem na resistência e durabilidade da estrutura de concreto. Atualmente, são considerados como padrão normativo para construção a classe de agressividade de acordo com local, fatores como o cobrimento do aço da estrutura de concreto armado, a relação água/cimento, a quantidade mínima de cimento no concreto, entre outros requisitos (NBR 6118:2014).

5.2 SITUAÇÃO PROBLEMA

Foi observado durante a inspeção visual que todos os apartamentos apresentam problemas como fissuras, trincas e rachaduras, manchas por umidade, laje das sacadas deterioradas e, em grande parte, o aço de estruturas de concreto está exposto e em processo de corrosão. Adicionalmente, várias lesões foram identificadas nas áreas comuns da edificação, principalmente nas fachadas dos dois prédios. Tais problemas patológicos nas áreas externas dessas fachadas podem ser percebidos até mesmo por transeuntes e pessoas que não residem na edificação.

5.2.1 Fissuras, trincas e rachaduras

As fissuras estão presentes em vão de abertura de janelas ou portas e em outros locais da alvenaria de toda a edificação e em sua grande maioria apresentam características relacionadas às fissuras provocadas por sobrecarga. Por se tratar de edificação antiga, acredita-se que o modo construtivo adotado na época não considerou a execução de reforços para combater a essa movimentação, tais como uso de vergas e contra-vergas.

A Figura 20 ilustra uma dessas situação relatadas, com fissuras inclinadas à 45° no vértice da abertura da janela da sala do apartamento 101, situada no subsolo da torre A. Esse mesmo problema foi identificado em diversas paredes com aberturas para portas, conforme pode ser visto na porta da sala do apartamento 302, da torre B.

Figura 20 – Fissuras em alvenaria devido à sobrecarga: (A) Fissuras verticais, na parede da sacada do apartamento 401, no segundo pavimento da torre A; (B) Fissuras verticais, na parede da sala do apartamento 302, do primeiro pavimento da torre B.



(A)



(B)

Fonte: Empresa (2021).

Também, foi possível observar um grande número de fissuras em revestimentos cerâmicos nos banheiros (Figura 21), áreas de serviço (Figura 22) e cozinhas (Figura 23) dos apartamentos. Estas apresentam características de danos causados por movimentação das peças cerâmicas pela dilatação térmica ou mesmo sobrecarga, em pontos como entorno de vão de janela e paredes. Nessa situação, mais uma vez, destaca-se a ausência de reforços nestas aberturas, indicando uma possível falta de vergas e contra-vergas.

Figura 21 – Fissuras e trincas no revestimento cerâmico em torno do vão do vitrô do banheiro, que apresenta sinais de dilatação térmica e sobrecarga no apartamento 202 do térreo da torre A.



Fonte: Empresa (2021).

Figura 22 – Trincas e fissuras no revestimento do vão de acesso a área de serviço do apartamento 402 do segundo andar da torre A.



Fonte: Empresa (2021).

Figura 23 –Trincas, fissuras e rachaduras, no revestimento em torno da janela da cozinha do apartamento 101 do subsolo da torre B.



Fonte: Empresa (2021).

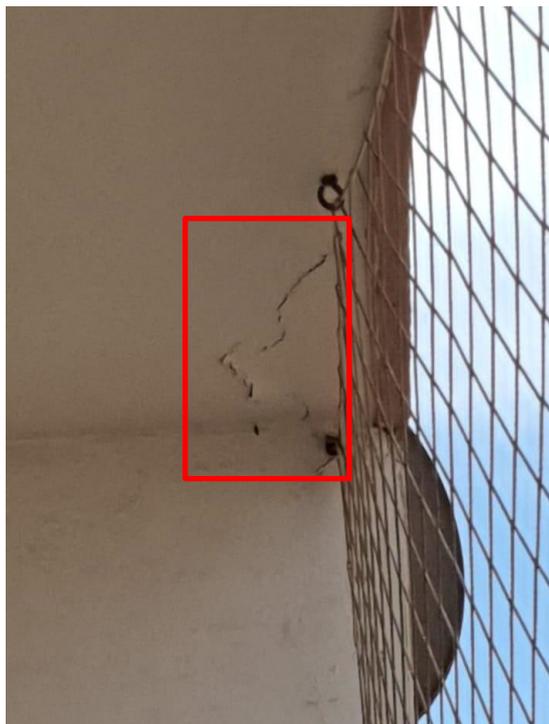
As fissuras, também, foram percebidas em lajes de diversos cômodos dos apartamentos, como na sala do apartamento 201 da torre A (Figura 24). Observa-se que em grande parte das sacadas as lajes apresentam fissuras (Figura 25), trincas e rachaduras, que em alguns casos levou à perda de seção do concreto, deixando a ferragem do concreto armado exposta às intempéries. Acredita-se que essa situação de exposição do concreto armado deve ter muitos anos, ou mesmo, décadas, diante da idade da edificação e de relatos sobre ausência de intervenções e manutenções anteriores. Algumas lajes, além de apresentar fissuras, apresentam descamação da pintura e manchas por presença de umidade ou infiltração (Figura 26).

Figura 24 – Fissura na laje do apartamento 201, no pavimento térreo da torre A.



Fonte: Empresa (2021).

Figura 25 – Fissuras e trincas na laje da sacada do apartamento 302 do primeiro pavimento da torre A.



Fonte: Empresa (2021).

Figura 26 – Fissuras e trincas na laje da cozinha do apartamento 101 do subsolo da torre B.



Fonte: Empresa (2021).

5.2.2 Corrosão das Armaduras de Peças Estruturas em Concreto Armado

Por se tratar, principalmente, de uma região marítima, classificada pela NBR 6118:2014 como Classe III, de risco forte, essa é uma região onde os processos de corrosão são acentuados, devido aos sais marítimos. No entanto, destaca-se que o prédio tem em torno de 75 anos, neste período a norma técnica vigente, era a NB-1, a primeira Norma Brasileira de concreto, onde ainda não era considerada as classes de agressividade ambiental, fator muito importante para as estruturas de concreto, por delimitar fatores importante como relação água/cimento e cobrimento mínimo do aço, que influenciam nas características das peças estruturais e na durabilidade da estrutura de concreto armado.

Durante a vistoria foi possível observar que diversos pontos das lajes apresentam início de processo oxidativo (Figura 27), locais em que o aço perdeu a camada de proteção do concreto, passando assim a ficar exposto o que em contato com o oxigênio atmosférico e sais marítimos acelera o processo de oxidação, gerando a corrosão do aço da armadura da laje, sendo está uma manifestação patológica que ocorre nas áreas internas da edificação e principalmente nas sacadas (Figura 28). Tal processo é catalisado pelo contato da estrutura com os sais oriundos da brisa marítima da região. O processo de corrosão gera a perda de propriedades mecânicas da estrutura de concreto

armado, reduzindo a vida útil e podendo, em alguns casos, gerar colapso da estrutura (HELENE, 1988).

Em um dos apartamentos (Figura 29), este processo de deterioração foi ainda mais acelerado devido a um incêndio ocasionado por fogos de artifício, segundo relatos do proprietário, gerando um deslocamento ao qual a armadura da laje fica exposta. Desde esse acidente foram realizadas apenas intervenções de pintura na edificação.

Figura 27 – Laje da área de serviço do apartamento 101 do subsolo da torre B.



Fonte: Empresa (2021).

Figura 28 – Laje da sacada do apartamento 301, do primeiro pavimento da torre B.



Fonte: Empresa (2021).

Figura 29 – Laje do quarto do apartamento 402, do segundo pavimento da torre A, onde ocorreu um incêndio.



Fonte: Empresa (2021).

5.2.3 Manchas de Umidade e Presença de Bolor ou Mofo

Outra manifestação muito recorrente na edificação é a presença de manchas por umidade nas paredes de vedação (Figura 30). Nas paredes dos quartos as manchas de umidades, possivelmente, são decorrentes de vazamento nas instalações hidráulicas dos banheiros que ficam localizados entre os quartos. Também, é possível observar infiltração nos rodapés (Figura 31) de paredes danificando a pintura e chegando a gerar um processo de enfraquecimento do revestimento em argamassa em determinados pontos.

Figura 30 – Manchas por umidade em revestimento de parede. (A) Infiltração na parede do quarto do apartamento 402 do segundo pavimento da torre A; (B) Infiltração na parede do quarto do apartamento 302 do primeiro pavimento da torre B.



(A)



(B)

Fonte: Empresa (2021).

Figura 31 – Infiltração na parede do banheiro do fosso central, localizado na área comum do edifício.



Fonte: Empresa (2021).

Observa-se, também, manchas de infiltração em diversos pontos das lajes dos apartamentos (Figura 32), provocando erupções na pintura, manchas de mofo e bolor. Em relação às manchas presentes nas lajes dos banheiros, no acesso aos banheiros e áreas de serviços, acredita-se que possam ser decorrentes de vazamentos na instalação hidráulica e a falta de impermeabilização dos apartamentos, por se tratar de instalações antigas. Observou-se, também, que todas as sacadas apresentam pontos de infiltração nas lajes (Figura 33), que podem ser ocasionados devido a incidência da água da chuva nas sacadas e que escorre nas paredes.

Figura 32 – Manchas por umidade em laje: (A) Infiltração na laje do quarto do apartamento 101 do pavimento abaixo do nível da rua da torre; (B) Infiltração na laje do acesso entre os quartos do apartamento 302 do primeiro pavimento da torre A.



(A)



(B)

Fonte: Empresa (2021).

Figura 33 – Infiltração na laje da sacada do apartamento 202 do térreo da torre B.



Fonte: Empresa (2021).

5.2.4 Manifestações Patológicas em Áreas Comuns da Edificação

Outras partes da edificação apresentam-se com lesões e envelhecimento dos materiais. O fosso central apresenta muitas manifestações patológicas, como as presentes na caixa de areia de coleta de água pluvial que foi executada acima do nível do piso de forma inadequada, não executando uma impermeabilização da caixa e da junção dela com o contrapiso, além de não possuir vazão devido ao tubo de saída estar muito acima do fundo da caixa, impossibilitando que ocorra o escoamento da água devido à altura do tubo de saída da caixa, para que ocorra este escoamento é necessário que a caixa possuam um acúmulo de água maior para que possa alcançar o nível da tubulação de saída (Figura 34).

Figura 34 – Caixa de areia de drenagem de água pluvial, localizada no fosso central da edificação (A) Interior da caixa de areia no fosso central; (B) Infiltração ao redor da caixa de areia no fosso central.



(A)



(B)

Fonte: Empresa (2021).

O reservatório inferior encontra-se desativado (Figura 35), segundo a síndica do condomínio, ocasionado por problemas com a bomba de recalque. Em decorrência da infiltração gerada pela caixa de areia no contrapiso, toda a região no entorno do reservatório apresenta lesões. Atualmente, o condomínio utiliza

apenas os seis reservatórios superiores que ficam situados na laje de cobertura do edifício. São reservatórios construídos em estrutura de concreto armado, que estão apresentando problemas de vazamento, devido à grande presença de manifestações patológicas, como trincas, fissuras e por não apresentar uma impermeabilização adequada.

Figura 35 - Lesões no entorno do reservatório inferior.



Fonte: Empresa (2021).

Os muros que cercam o condomínio apresentam muitas fissuras e trincas, além da descamação da pintura, como pode ser visualizado na Figura 36.

Figura 36 – Fissura e descamação da pintura dos muros (A) Fissura e descamação da pintura do muro da fachada principal da edificação; (B) Fissura e descamação da pintura do muro lateral do edifício.



(A)



(B)

Fonte: Empresa (2021).

O piso de acesso da entrada do edifício é de alta resistência e apresenta fissuras e trincas (Figura 37). Esta manifestação patológica deixa o contrapiso exposto dando acesso a agentes agressivos que podem ter acesso a estrutura durante a lavagem da área, como água e produtos químicos utilizados na limpeza.

Figura 37 – Fissuras no piso da entrada do edifício.



Fonte: Empresa (2021).

Os degraus da escada de acesso ao primeiro pavimento (Figura 38) apresentam um desgaste acentuado, com grande quantidade de fissuras e trincas que dão acesso a estrutura da escada, dando a concluir que nenhuma intervenção ou melhoria foi realizada anteriormente, também é possível observar a ausência de corrimão nas escadas. Visto que não existe elevadores na edificação, as escadas são o único meio de acessar os demais pavimentos, por tanto possuem um alto fluxo.

Observou-se a instalação de equipamentos como ar-condicionado em alguns apartamentos (Figura 39) e a instalação de antenas de televisão na cobertura do edifício, porém não foram observadas manifestações patológicas relacionadas a instalações inadequadas desses equipamentos. Como já mencionado, as infiltrações nas lajes das sacadas é uma manifestação patológica muito recorrente e em alguns apartamentos é ainda mais acentuada.

Figura 38 – Fissuras no piso e desgaste dos degraus na escada de acesso ao primeiro pavimento da torre A.



Fonte: Empresa (2021).

Figura 39 – Infiltração na laje da sacada do apartamento 401 no segundo pavimento da torre B.



Fonte: Empresa (2021).

6 SUGESTÕES PROPOSTAS PARA RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS IDENTIFICADOS

Neste capítulo, são apresentadas algumas propostas de soluções viáveis para o reparo das lesões recorrentes em grande parte da edificação e que em alguns casos apresentam risco aos moradores e transeuntes.

6.1 REALIZAÇÃO DE ENSAIOS COMPLEMENTARES

Não foram realizados ensaios complementares por parte da empresa que executou a inspeção, por não se tratar de uma empresa que realize tal prestação de serviço. Porém, foi indicado para a síndica e aos condôminos que fossem realizados ensaios complementares específicos, para que se possa ter um diagnóstico mais aprofundado com relação as manifestações patológicas que foram observadas.

Para um diagnóstico mais preciso devem ser realizados ensaios não destrutivos como ensaio de avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro, monitoramento da movimentação das fissuras, entre outros, e ensaios destrutivos extração de testemunho, ensaio de resistência a tração e abrasão na edificação, principalmente nas estruturas de concreto armado. As propriedades do concreto como massa específica, módulo de elasticidade, resistência, dureza superficial, absorção, permeabilidade, condição de umidade, localização da armadura, existência de vazios e de fissuras, podem ser obtidos através de ensaios não destrutivos (EVANGELISTA, 2002). Os ensaios destrutivos, necessitam de um corpo de prova, que são utilizados como amostra para obter os resultados quando submetido a esforços, como desgaste, deformação, tração, compressão, absorção de água, determinação de cloretos e sulfatos, carbonatação e outros limites físicos ao qual a estrutura está submetida (GONÇALVES, 2015).

6.1.1 Ensaio de avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro

A fim de avaliar a dureza superficial do concreto, recomenda-se a execução do ensaio de avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro, desta forma é

possível avaliar as características mecânicas do concreto e analisar as alterações das propriedades desse concreto ao longo do tempo (NBR 7584:2012).

O ensaio consiste em uma massa-martelo que é arremessado por uma haste ligada a uma mola, que se choca a uma superfície com uma ponta que possui uma forma de calota esférica, os índices obtidos em cada área de ensaio onde serão efetuados 16 impactos, sendo que não é permitido mais de um impacto sobre o mesmo ponto. Deve ser obtida a média aritmética dos 16 valores obtidos durante o ensaio para se ter os índices esclerométricos, que correspondem a uma área e assim obtém-se uma estimativa da resistência à compressão do concreto (NBR 7584:2012).

Esse é um dos ensaios recomendados para que se possa ter a medida da dureza superficial do concreto, para determinar a resistência do concreto.

6.1.2 Monitoramento das fissuras e trincas

Para o monitoramento das fissuras, primeiro são classificadas as fissuras e trincas, identificando de acordo com as possíveis consequências e realiza-se o monitoramento de cada uma delas com a utilização do selo de monitoramento, podendo ser realizado com selos de diversos materiais, sendo alguns dos materiais possíveis selos de gesso ou lâminas de vidro. Esta metodologia compõe técnicas simples e de fácil execução, sendo indicada a lâmina de vidro para ambientes que apresentam umidade e ambientes externos e os selos de gesso em locais estanques (HELENE, 1988).

No caso de as fissuras afetarem a funcionalidade da estrutura, como, por exemplo, no caso da estanqueidade de reservatórios, devem ser adotados limites menores para as aberturas das fissuras devido obter uma maior sensibilidade à corrosão quando submetida a tensão (NBR 6118:2014).

A fissuração é um fenômeno inevitável para o concreto armado, uma vez que para evitá-la, seria necessário adotar seções transversais de dimensões exageradas. As fissuras, entretanto, não devem apresentar aberturas elevadas, comprometendo a estética, a funcionalidade ou a durabilidade das estruturas. Além disso, deve se considerar o desconforto psicológico que fissuras com aberturas excessivas causam aos usuários (CAMACHO, 2015). Aberturas de

fissuras com limites mais rigorosos podem ser acordado com o proprietário da obra, no entanto, é necessário considerar o possível aumento do custo da estrutura (CHAER e OLIVEIRA, 2016).

6.1.3 Ensaio de carbonatação do concreto

A carbonatação do concreto é um processo físico-químico que destrói a saturação de hidróxido de carbono do concreto, consistindo em um dos meios de deterioração do concreto armado, estando relacionado de forma direta com a corrosão das armaduras (FIGUEIREDO, 2005).

Nas estruturas de concreto armado, a carbonatação é a causa da redução do pH do concreto, gerando a despassivação do aço, o que resulta em uma armadura vulnerável para a corrosão (FIGUEIREDO, 2005).

O ensaio de carbonatação é realizado com uma substância denominada fenolftaleína que é uma substância orgânica, usada para medir o pH, classificando em ácidas ou básicas, modificando a cor caso o pH seja maior que 9 e ficando incolor caso seja menor que 0, e é considerado um ensaio de fácil execução e de baixo custo, porém pode gerar a necessidade de alguns reparos, por ser necessário em alguns casos aprofundar um pouco mais para que seja realizado o ensaio (GONÇALVES, 2015).

Desta forma, recomenda-se a realização do ensaio de carbonatação no referido edifício objetivando identificar a ocorrência de processo e corrosivo e determinar a profundidade da frente da carbonatação através da mensuração do pH da superfície do concreto que foi fraturado utilizando fenolftaleína como indicador.

6.1.4 Resistência de aderência à tração e abrasão

Os ensaios relacionados às manifestações patológicas nos revestimentos cerâmicos são considerados ensaios destrutivos, pois durante os ensaios faz-se necessário o arrancamento da placa de revestimento, o que ocasiona um grande impacto, até por se tratar de uma peça que será destruída e precisa ser repostada em outro momento (HELENE, 1988). O ensaio tem o intuito de determinar a

aderência do revestimento cerâmico ao substrato e resistência à abrasão (NBR 13528:2010).

Também, é possível realizar inspeções visuais na edificação e para a verificação da dureza da superfície, realiza-se riscos cruzados na superfície do revestimento usando um prego de aço e observando a profundidade do sulco produzido. As condições de aderência do revestimento podem ser verificadas aplicando sobre a superfície o ensaio percussão, caracterizado pela aplicação de impactos leves utilizando martelo com cabeça de plástico e/ou madeira, verificando a ocorrência de sons cavos (“ocos”). Embora esse ensaio não seja normatizado ele é executado por várias construtoras (Costa, 2013).

6.1.5 Extração de testemunho de concreto

De acordo com a NBR 7680-1:2015, uma das recomendações para a realização de ensaio de extração de testemunho é em edificações existentes em que serão realizadas reformas e em situações em que a resistência à compressão do concreto deve ser reconhecida. Portanto, é um ensaio que deve ser realizado após obtenção dos resultados do ensaio de avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro e, em caso de resultados não satisfatório na resistência superficial do concreto recomenda-se que no apartamento em que ocorreu incêndio no quarto seja realizado o ensaio de extração do testemunho, por se tratar de um ensaio recomendado pela norma NBR 7860-1:2015 em casos de acidentes com incêndio.

Através desse ensaio será obtida a resistência à compressão do concreto, ao realizar o teste nos corpos de prova de concreto extraídos das peças estruturais. O ensaio é composto pela extração de um corpo de prova cilíndrico, que é obtido através de um equipamento que possui uma coroa diamantada que realiza o corte na estrutura extraíndo o testemunho para a realização dos ensaios (NBR 7680-1:2015).

Após a realização dos ensaios e a determinação das causas das lesões e a comprovação da resistência da edificação, é necessário que se tome as medidas necessárias para a conservação da edificação em seu estado atual, realizar os reforços estruturais que forem necessários. No caso de uma grande deterioração

faz-se necessárias medidas como refazer ou mesmo demolir parcialmente a estrutura, o que pode se tornar muito oneroso para os condôminos, que estudam a possibilidade de realizar a venda do edifício por se tratar de possíveis intervenções com valores muito elevados, aos quais podem não ser acessíveis financeiramente para proprietários.

6.1.6 Prova de carga

O ensaio de prova de carga tem por finalidade determinar o estado limite de utilização, devido a deformação e fissuras, em casos de desconhecimento das condições construtivas. O ensaio é realizado através de um corpo de prova em que é analisado o desempenho da estrutura diante da aplicação de ações externas de intensidade e natureza estabelecida pelo ensaio. Deve-se ser realizado uma inspeção da obra antes da realização do ensaio a fim de se obter os dados do estado atual da obra, como existência de fissuras, recalque, deformações, movimentação das juntas ou recalque, devendo levar em consideração também a idade da obra e as normas vigentes no momento da execução (NBR 9607:1986).

O valor obtido no ensaio é utilizado para o cálculo numérico do fator de carregamento e é admitido como seção ou ponto crítico de uma estrutura, o que apresenta o menor valor de fator, obtido através do ensaio (NBR 9607:1986).

6.2 SUGESTÕES DE CORREÇÃO PARA LOCAIS QUE APRESENTAM FISSURAS E TRINCAS

As fissuras e trincas devem ser monitoradas através de ensaios que utilizam selos de monitoramento, objetivando classificar as fissuras em ativas ou passivas. Sendo as fissuras ou trincas geradas por recalque, é necessário que seja realizada a limpeza da fissura e faça a restauração do monolítico através da aplicação de resina epóxi e realizar um reforço na fundação, a fim de aliviar as cargas (HELENE, 1988).

Em fissuras e trincas geradas devido a dilatação térmica, deve-se realizar a limpeza da fissura e criar juntas de dilatação em pontos estratégicos, que irão

absorver a movimentação gerada devido a dilatação que ocorre decorrente da variação térmica, além de recompor a alvenaria, com o uso de resina epóxi.

As fissuras e trincas geradas devido ao excesso de carga devem ser limpas e feita a recomposição da alvenaria utilizando resina epóxi e um reforço com o uso de tela galvanizada hexagonal, de malha 1" e fio 22. Para que seja realizado esse reforço é necessário que seja feita a remoção do reboco na região, fixar a tela em toda a extensão das fissuras e trincas com sobras de aproximadamente 30 cm em cada lado, chapisco em cima da tela e realizar um novo reboco na região reparada, deve ser realizado um reforço na estrutura acrescentando armadura, estribos e reconstituindo a concretagem ou utilizando uma chapa metálica que serão aderidas com epóxi a estrutura (HELENE, 1988).

6.3 SUGESTÕES DE CORREÇÃO PARA LOCAIS QUE APRESENTAM RACHADURAS

As rachaduras observadas, em sua grande maioria, ocorrem no entorno das esquadrias e muretas, e devem ser observadas, a fim de verificar sua evolução. Este tipo de manifestação patológica pode vir a ocasionar o colapso da edificação e necessita de ensaios complementares de extração de testemunho para que se possa ter dimensão da extensão do problema e o que tem gerado a ocorrência de tal manifestação patológica. Como forma de reparo para o muro frontal e lateral da edificação é possível realizar um reforço com barras de aço CA – 50 de 8 mm em toda a extensão da rachadura, com espaçamento de 30 cm entre as barras.

Nas aberturas de vão de janelas e portas, acredita-se que a manifestação esteja ocorrendo devido à ausência de vergas e contra-vergas, que podem ser solucionadas com a remoção das esquadrias e implantação de vergas e contra-vergas, para que ocorra o alívio das tensões geradas no vão.

6.4 REALIZAÇÃO DE REFORÇO ESTRUTURAL

Para o aço da armadura das lajes e demais elementos estruturais, que estão expostos e sujeitos a intempéries, as intervenções devem ser realizadas da forma a seguir de acordo com Helene (1988):

a) Em locais em que o aço apresenta uma corrosão inicial, onde não ocorre o comprometimento do concreto e das barras de aço, não comprometendo a seção original da armadura, deve ser realizada a limpeza da região, aplicação de produto antioxidante e recompor a estrutura utilizando argamassa a base de epóxi, aumentando o cobrimento do aço atingindo a espessura de cobrimento especificada pela NBR 6118: 2014.

b) Nos locais em que houve uma perda considerável da seção do aço, deve ser feita a remoção do aço da região afetada pela corrosão e recompor o aço pertencente aquela estrutura, de forma que a nova armadura inserida, possua um transpasse de 50 cm para cada lado, para que possa ser feita a amarração da nova armadura à estrutura existente e realizar o preenchimento com argamassa a base de resina epóxi.

c) Em casos que ocorre o total comprometimento da estrutura que só é possível avaliar através de ensaio complementares, é necessário que seja feita a demolição e reconstituição de toda a laje.

No apartamento que ocorreu o incêndio faz-se necessária a realização de um ensaio complementar, pois, este incidente pode ter causado efeitos deletérios a estrutura de concreto armado, fazendo com que ocorra perda das propriedades mecânicas, podendo ocorrer deformações irreversíveis tanto ao concreto, como ao aço, que podem levar a estrutura ao colapso.

6.5 SUGESTÕES DE CORREÇÃO PARA OS RESERVATÓRIOS SUPERIORES

A infiltração das lajes dos apartamentos da cobertura está atrelada ao vazamento dos reservatórios superiores, que devem ser desativados e, como forma de substituição, sugere-se a instalação de reservatórios de polietileno ou

fibra de vidro. As novas caixas d'água poderão ser alimentadas pelo reservatório inferior, que se encontra desativado, mas poderá ser reativado após realização de limpeza, impermeabilização e manutenção na instalação elétrica e de funcionamento da bomba. A substituição dos reservatórios visa também a redução da carga sobre as lajes, que, devido a infiltração constante e exposição do aço em diversos pontos, durante anos, sofreu danos que afetam a resistência da mesma.

Sugere-se que as caixas de polietileno ou fibra de vidro devem ser colocadas no mesmo local das caixas que serão desativadas, desde que eles estejam apoiados em pontos de encontro das paredes e vigas com a laje, a fim de realizar uma melhor distribuição da carga na estrutura.

6.6 SUGESTÕES DE CORREÇÃO PARA AS CAIXA DE AREIA DO FOSSO CENTRAL

No fosso central, a caixa de areia foi executada de forma inadequada, estando acima do nível do piso, o que tem gerado infiltração no piso, devendo, portanto, ser refeita, bem como todo o contrapiso que compreende a região do fosso central. Outra medida a ser adotada é a contratação de uma equipe especializada para a dedetização do local, pois devido a infiltração foram gerados diversos buracos que se tornaram local de esconderijo para roedores, gerando também um transtorno aos moradores.

6.7 SUGESTÕES DE CORREÇÃO PARA AS INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS

Deve-se fazer uma revisão em toda a rede de água fria e esgotamento da edificação, pois muitas lajes apresentam infiltrações devido a problemas com as instalações hidrossanitárias.

De acordo com a síndica, alguns condôminos realizaram reformas em seus apartamentos e trocaram a instalação existente. Não foram relatados problemas com a conta da Embasa, mesmo sendo observados diversos pontos de infiltração nos apartamentos.

Sugere-se que essa intervenção seja realizada por uma empresa especializada e que contemple as instalações de toda a edificação, quer de áreas comuns quer de áreas privativas.

7 CONCLUSÕES

Na presente pesquisa foi possível avaliar de forma visual aspectos das manifestações patológicas que estão presentes na edificação e foram feitas recomendações para reparos imediatos e indicação de ensaios para verificar a real condição da estrutura em estudo, com posterior avaliação de intervenções específicas. Portanto, a partir dos resultados obtidos, pode-se concluir:

- As constatações relatadas neste trabalho são incipientes, uma vez que a avaliação realizada na edificação ocorreu de forma visual, sem que tenha sido feito qualquer ensaio ou análise de laboratório;

- Os edifícios apresentam manifestações patológicas recorrentes como infiltração, fissuras, trincas, rachaduras, deslocamento de revestimento cerâmico, do reboco e de partes do concreto da laje, deixando assim a estrutura de aço exposta e conseqüentemente gerando um processo de oxidação das armaduras da estrutura, que já deve ter iniciado há anos e encontra-se em estado avançado.

- As soluções propostas para os reparos das manifestações patológicas deverão ser realizadas em caráter de urgência, para que possam garantir a preservação da estrutura a curto prazo, bem como preservar a saúde e integridade física dos moradores, visitantes e transeuntes.

- Essas intervenções não são definitivas e faz-se necessário estudos mais aprofundados como ensaio complementares de avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro, monitoramento das fissuras e extração de testemunho de concreto, a fim de indicar a real condição da estrutura e atestar sobre os riscos que ela pode vir a causar e se ela ainda se encontra em condições de ser habitada, pois apenas com uma análise visual, não é possível atestar as condições da estrutura e fundação, recomenda-se que essa avaliação seja feita em caráter de urgência.

- Grande parte dos problemas encontrados poderiam ter sido sanados com vistorias periódicas que apontam os dando às diversas partes da edificação e a necessidade de intervenções e reparos, não permitindo que os problemas evoluíssem e gerassem um acúmulo de deficiências na edificação. Para manter a preservação de uma edificação faz-se necessário montar e seguir um plano de

inspeção predial, de acordo com a NBR 16747:2020, que trata das diretrizes e procedimentos que devem ser realizados.

8 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo, será apresentado, possíveis temas de pesquisas para realização de trabalho complementares a este estudo de caso. Algumas sugestões são:

- A importância da elaboração do plano de inspeção predial para edificações com mais de 50 anos: Estudo de caso em uma edificação multifamiliar na cidade de Salvador - BA;
- Impactos econômicos na realização de avaliação e estudos mais aprofundados, incluindo ensaios complementares em edificações com mais de 50 anos: Estudo de caso de análise e levantamento de custos;
- Reparos de uma edificação multifamiliar em Salvador – BA, uma análise sobre o orçamento para recuperação da estrutura;
- Inspeção predial realizada com o uso de drones em edificação multifamiliar em Salvador – BA.

9 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. 3 ed. Rio de Janeiro: Moderna, 2014. 238 p.

_____. NBR 16747:2020 Inspeção predial - Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento. 1 ed. Rio de Janeiro: Moderna, 2020. 14 p.

_____. NBR 5674:1999 Manutenção de edificações - Procedimento. 1 ed. Rio de Janeiro: Moderna, 1999. 6 p.

_____. NBR15575:2013 Edificações habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. 4 ed. Rio de Janeiro: Moderna, 2013. 71 p.

_____. NBR 7584:2012 Concreto endurecido - Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão. 2 ed. Rio de Janeiro: Moderna, 2012. 10 p.

_____. NBR 7680-1:2015 Concreto - Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto - Parte 1: Resistência à compressão axial. 1 ed. Rio de Janeiro: Moderna, 2015. 24 p.

_____. NBR 13528: 2010 Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração. 2 ed. Rio de Janeiro: Moderna, 2010. 11 p.

_____. NBR 9607: 1986 Prova de carga em estruturas de concreto armado e protendido. 1 ed. Rio de Janeiro: Moderna, 1986. 8 p.

ANDRADE, M.S.C. Inspeção e Caracterização de Patologias em Edifícios de Habitação Visando a sua Reabilitação, 2016. Portugal, 2016.

BAUER, R.J.F. Patologia em revestimento de argamassa inorgânica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2.,1997. Salvador, 1997.

BORGES, Ezequiel. História da NBR 6118. 2019. Disponível em: <<https://www.tudoengcivil.com.br/2019/04/historia-da-nbr-6118.html>>. Acesso em: 17 ago. 2021.

CAMACHO, Jefferson Sidney. Concreto armado: Estados limites de utilização. 18 jun. 2015, 30 oct. 2015. 48 p. Notas de Aula. Disponível em: <<https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariacivil/nepae/estados-limites-de-servico.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2021.

CHAER Alberto Vilela Chaer; OLIVEIRA Maria das Graças Duarte. Estados limites de serviço. 10 mar. 2016, 20 apr. 2016. 16 p. Notas de Aula. Disponível em:

<http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/3922/material/c37_estados%20limites%20de%20servi%C3%A7o.pdf>. Acesso: 24 set. 2021.

CINCOTTO, M.A. Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações In: Tecnologia de Edificações. São Paulo: Ed. PINI, 1988.

COSTA, Pedro Laranja D'Araujo. PATOLOGIAS EM REVESTIMENTO DE FAÇADA EM EDIFÍCIOS RELACIONADOS AO PROCESSO EXECUTIVO. 2013. 81 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10008138.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2021.

DUARTE, R. B. Fissuras em alvenaria: causas principais medidas preventivas e técnicas de recuperação. Boletim Técnico nº 25 - CIENTEC – Fundação de Ciência e Tecnologia, Porto Alegre, 1998.

ERAT, Djuli; BRATFISCH, Maicon; RAITZ, Naiara; FLORIANI, Ricardo. ANÁLISE DE PATOLOGIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL. Revista Maiêutica, Indaial, v. 2, n. 1, p. 25-35, 18 ago. 2016. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/228916599.pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2021.

EVANGELISTA, Ana Catarina Jorge. AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO USANDO DIFERENTES ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS. 2002. 239 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/7562461-Avaliacao-da-resistencia-do-concreto-usando-diferentes-ensaios-nao-destrutivos-ana-catarina-jorge-evangelista.html>>. Acesso em: 18 set. 2021.

FIGUEIREDO, ENIO PAZINI. Efeitos da carbonatação e de cloretos no concreto, Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações, IBRACON, Cap. 27, p.829 – 855, V. 2, ed. Geraldo C. Isaia, São Paulo. 2005.

GIACOMELLI, Delane Vieira. Principais patologias encontradas nos prédios da UFSM executados pelo programa REUNI: campus sede. 2016. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7927/GIACOMELLI%20DELANE%20VIEIRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 07 set. 2021.

GONÇALVES, Eduardo Albuquerque Buys. ESTUDO DE PATOLOGIAS E SUAS CAUSAS NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO DE OBRAS DE EDIFICAÇÕES. 2015. 174 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em:

<<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014879.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2021.

GONÇALVES, Jardel Pereira; SILVA, Joseane Suzart Lopes da. Direito do Consumidor na construção civil: orientações básicas para quem quer comprar um imóvel com segurança. Salvador: Superintendência de Educação A Distância, 2019. 35 p. Disponível em: <<https://anaclarasuzart.com.br/wp-content/uploads/2019/11/CARTILHA-DIREITO-DO-CONSUMIDOR-NA-CONSTRU%C3%87%C3%83O-CIVIL.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2021.

HELENE, Paulo R. L. Manual prático para reparo e reforço de estruturas de concreto. São Paulo: Pini, 1988. 119 p. Disponível em: <<https://docero.com.br/doc/n8exc8>>. Acesso em: 05 set. 2021.

LEAL, Franz Eduardo Castelo Branco. ESTUDO DO DESEMPENHO DO CHAPISCO COMO PROCEDIMENTO DE PREPARAÇÃO DE BASE EM SISTEMAS DE REVESTIMENTO. 2003. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 2003. Disponível em: <<http://www.pecc.unb.br/wp-content/uploads/dissertacoes/M03-17A-Franz-Leal.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2021.

MARCELLI, Maurício. Sinistros na Construção Civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras. São Paulo: Pini, 2007. 270 p. Disponível em: <https://vivendoseguranca.files.wordpress.com/2017/07/sinistros-na-construc3a7c3a3o-civil.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2021.

NÓBREGA, Nadja Peixoto da. Patologias Na Construção Civil: análise das principais manifestações patológicas em residências do município de Paraú-RN. 2019. 12 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/4725/1/NadjaPN_ART.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2021.

NUNES, Harlen. Análise crítica da NBR ISO 9001:2000 x NBR 6118:2003 para aprovação de execução de estruturas de concreto armado. 2011. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Construção Civil, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/4659/3743.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 24 ago. 2021.

SAMPAIO, Victor Eduardo Pereira. ELABORAÇÃO DE UM MANUAL REFERENTE A TIPOLOGIA DAS FISSURAS EM ALVENARIAS COMO FERRAMENTA PARA AUXILIAR NO DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE EDIFICAÇÕES COM VALIDAÇÃO POR MEIO DE ESTUDO

DE CASO. 2019. 71 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Brasília, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/prefix/13991/1/21468605.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2021.

SCARDUA, B.A; MARTINS, J.V; HADDAD, M. A lei dos cinco: As referências de Sitter. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIAS DAS CONSTRUÇÕES, 3, 2018, Campo Grande. Anais [...]. Mato Grosso do Sul: ALCONPAT, 2018.

SEGAT, Gustavo Tramontina. Manifestações patológicas observadas em revestimento de argamassa: estudo de caso em conjunto habitacional popular na cidade de Caxias do Sul (RS). 2005. 164 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/10139/000521616.pdf?sequence=1&isAllow>>. Acesso em: 05 set. 2021.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. São Paulo: Pini, 1998. 257 p. Disponível em: <<https://lucasmonteiro.site.files.wordpress.com/2017/08/vicente-custc3b3dio-e-thomaz-ripper-patologia-recuperacao-e-reforco-de-estruturas-de-concreto.pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2021.

THOMAZ, Ercio. Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 1989. 194 p. Disponível em: <https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/ofitexto.arquivos/degustacao/trincas-em-edificios-2ed_deg.pdf>. Acesso em: 07 set. 2021.

YIN, R.K. Estudo de Caso: planejamento e métodos. São Paulo: Bookman, 2. ed, 2001.

ZANZARINI, José Carlos. Análise das causas e recuperação de fissuras em edificação residencial em alvenaria estrutural – Estudo de caso. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2016.

ZUCHETTI, Pedro Augusto Bastiani. Patologias da Construção Civil: investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no Vale do Taquari/RS. 2015. 114 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharel em Engenharia Civil, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (Cetec), Centro Universitário Univates, Lajeado, 2015. Disponível em: <<https://www.maratona.univates.br/bdu/bitstream/10737/939/1/2015PedroAugustoBastianiZuchetti.pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2021.