



**CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

MARIA IVANA MORAIS

**ANÁLISE DO PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO**

FORTALEZA

2021

MARIA IVANA MORAIS

ANÁLISE DO PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao curso de Engenharia Civil
do Centro Universitário Christus, como
requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. MSc. Mariana de
Araújo Leite

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Centro Universitário Christus - Unichristus
Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do
Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M827a Morais, Maria Ivana.

ANÁLISE DO PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO DE
MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS EM
CONCRETO ARMADO / Maria Ivana Morais. - 2021.
59 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro
Universitário Christus - Unichristus, Curso de Engenharia Civil,
Fortaleza, 2021.

Orientação: Profa. Ma. Mariana de Araújo Leite.

1. Manifestações patológicas. 2. Laudos técnicos. 3. Concreto
armado. I. Título.

CDD 624

MARIA IVANA MORAIS

ANÁLISE DO PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao curso de Engenharia Civil
do Centro Universitário Christus, como
requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. MSc. Mariana de
Araújo Leite

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Profa. Ma. Mariana de Araújo Leite (Orientadora)
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Prof. Marisa Teófilo Leitão
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Prof. Tatiana Soares de Oliveira
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

AGRADECIMENTOS

Uma das atitudes mais poderosas, é a gratidão. Ela abre caminho para que o bem aconteça cada vez mais em nossas vidas. Hoje, exercito a gratidão de uma maneira muito forte, escolhi agradecer pelas coisas boas e pelas coisas ruins que me ocorrem. Sou o resultado das minhas escolhas e tudo o que me acontece deve servir de aprendizado ou inspiração.

Sendo assim, agradeço, a todos que de alguma forma fizeram parte da minha jornada e contribuíram para que eu seja hoje quem sou.

Agradeço a minha professora orientadora, que por 12 meses me acompanhou pontualmente me dando todo o auxílio para a elaboração do projeto.

A todos que participaram das pesquisas, pela colaboração e disposição para que fosse possível a obtenção de dados.

Aos meus pais, que me deram a vida e os valores que hoje me movem, pela oportunidade e incentivo para que tenha chegado até aqui, sem me deixar desistir.

Aos amigos, que estiveram muito próximos a mim nesta jornada e pela paciência e compreensão dos desabafos e as vezes ausência temporária.

Por fim, para finalizar com o mais importante, a Deus, pela oportunidade de me permitir participar desse momento, na qual sou grata de olhar para trás e enxergar o quão gratificante e desafiador foi esse processo.

RESUMO

A importância e necessidade do processo de inspeção predial é assunto de grande discussão atualmente. A identificação de manifestações patológicas em sistemas estruturais, tendo em vista sua incidência comum em edificações de concreto armado e a necessidade de ter profissionais habilitados para tal atividade, é então foco do presente estudo. Com isso, o presente trabalho tem como objetivo fazer uma avaliação do processo de identificação das manifestações patológicas em estruturas de concreto armado, de forma a servir de subsídio para processos de inspeção predial. Os resultados, foram obtidos por meio de entrevistas a profissionais da área. As perguntas abrangeram 5 temas, os quais são os perfis dos entrevistados, os tipos mais comuns de manifestações patológicas, quais as diretrizes para realizar as inspeções prediais, como é a elaboração dos laudos técnicos e as orientações para os clientes, e a visão do profissional sobre o mercado da engenharia diagnóstica. Com as respostas dos entrevistados aos questionamentos nesses 5 temas, obteve-se respostas muito semelhantes apesar da atuação dos entrevistados em diferentes áreas, pôde-se concluir que as manifestações patológicas em estruturas de concreto armado são problemas corriqueiros que estão ligados a idade das edificações no cenário atual. Concluiu-se, também, que é bastante comum profissionais da área serem procurados para reparar as manifestações patológicas mas sem a preocupação na causa raiz do problema. Por fim, concluiu-se que apesar de existirem normas de inspeção predial, muitos profissionais buscam referência em outras bibliografias, não se sentindo amparados pela norma, e encontrando no mercado outros profissionais atuando sem experiência e capacitação, o que mostrou ter impacto negativo na correta execução do serviço de inspeção predial.

Palavra-chave: Manifestações patológicas. Laudos técnicos. Engenharia Diagnóstica. Concreto armado. Corrosão.

ABSTRACT

The importance and necessity of the building inspection process is a subject of great discussion today. The identification of pathological manifestations in structural systems, in view of their common incidence in reinforced concrete buildings and the need to have professionals qualified for this activity, is the focus of the present study. With this, the present work has as objective to make an evaluation of the process of identification of the pathological manifestations in reinforced concrete structures, in order to serve as a subsidy for building inspection processes. The results were obtained through interviews and professionals in the field. The questions covered 5 topics, which are the profiles of the interviewees, the most common types of pathological manifestations, which are the guidelines for carrying out building inspections, how is the preparation of technical reports and guidelines for clients, and the professional's view about the diagnostic engineering market. With the respondents' responses to the questions in these 5 themes, very close responses despite the interviewees' performance in different areas, it was concluded that the pathological manifestations in reinforced concrete structures are common problems that are linked with the age of buildings in the current scenario. It was also concluded that it is quite common for professionals in the field to be sought to repair pathological manifestations but without worrying about the root cause of the problem. Finally, it was concluded that although there are standards for building inspection, many professionals seek reference in other bibliographies, not feeling supported by the standard, and finding other professionals working in the market without experience and training, which has shown to have a negative impact on correct execution of the building inspection service.

Keyword: Pathological manifestations. Technical reports. Diagnostic Engineering. Reinforced concrete. Corrosion.

FIGURAS

Figura 1 – Aspecto visual do cimento Portland	15
Figura 2 – Corpos de prova de concreto com diferentes agregados.....	17
Figura 3 – Tipos de aderência do concreto com o aço.....	19
Figura 4 – Estrutura com processo de corrosão.....	25
Figura 5 – Conferência de carbonatação por aplicação de fenolftaleína.....	26
Figura 6 – Bolores em viga de concreto	27
Figura 7 – Desgaste do concreto por abrasão.	28
Figura 8 – Desgaste do concreto por erosão.	28
Figura 9 – Desgaste de concreto por cavitação.	29
Figura 10 – Desagregação do concreto em uma viga.....	30
Figura 11 – Processo das etapas metodológicas.....	37
Figura 12 – Gráfico das respostas sobre tipos de manifestações patológicas	42
Figura 13 – Corrosão em uma viga de concreto armado	43
Figura 14 – Fissura de revestimento/estrutural por falta de manutenção.....	44
Figura 15 – Fissuras estruturais ocasionadas pelo cisalhamento	45
Figura 16 – Bolores decorrente de infiltração.....	46
Figura 17 – Descamação de uma pintura decorrente de infiltração	47
Figura 18 – Gráfico das diretrizes	48
Figura 19 – Gráfico de reparos e indentificação.....	50
Figura 20 – Processo de laudo técnico pela visão dos entrevistados	51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Justificativa	11
1.2	Objetivos	12
1.2.1	<i>Objetivo geral</i>	12
1.2.2	<i>Objetivos específicos.....</i>	12
1.3	Estrutura.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Estruturas em concreto armado.....	14
2.1.1	<i>Materiais do concreto armado</i>	15
2.1.1.1	Cimento	15
2.1.1.2	Agregados	16
2.1.1.3	Água	17
2.1.1.4	Aditivos	18
2.1.1.5	Aço	18
2.1.2	<i>Aderência</i>	19
2.1.3	<i>Durabilidade</i>	19
2.2	Manifestações patológicas de edificações	20
2.2.1	<i>Causas das manifestações patológicas.....</i>	21
2.2.1.1	Falhas humanas durante o projeto	21
2.2.1.2	Falhas humanas durante a execução e utilização	22
2.2.1.3	Falhas provenientes dos materiais componentes e ações naturais	23
2.2.2	<i>Tipos de manifestações patológicas.....</i>	24
2.2.2.1	Manifestações químicas	24
2.2.2.2	Bolores	27
2.2.2.3	Desgaste do concreto.....	27
2.2.2.4	Desagregação do concreto.....	29
2.2.2.5	Fissuras	30
2.3	Norma de desempenho e vida útil de edificações	31
2.4	Lei de inspeção predial	33
3	METODOLOGIA.....	36
3.1	Enquadramento metodológico	36
3.2	Etapas metodológicas.....	36

3.2.1	<i>Pesquisa Bibliográfica</i>	37
3.2.2	<i>Coleta de dados</i>	38
3.2.3	<i>Análise da coleta de dados</i>	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
4.1	Perfil dos entrevistados	41
4.2	Tipos comuns de manifestações patológicas	42
4.3	Diretrizes para realização de inspeções prediais	48
4.4	Elaboração de laudos técnicos e orientações ao cliente	50
4.5	Visão do profissional sobre o mercado de engenharia diagnóstica	52
5	CONCLUSÕES	54
	REFERÊNCIAS	56

1 INTRODUÇÃO

Na medicina, o termo patologia pode ser interpretado como “estudo de doenças, sua origem, seus agentes causadores” (AZEVEDO, 2012), para que assim sejam feitos estudos para verificar como podem ser tratados e revertidos. Na engenharia, também se usa o termo patologia, com interpretação bem semelhante, mas no sentido de danos estruturais e avarias em sistemas complementares.

O termo manifestações patológicas também está bem presente no cotidiano da engenharia diagnóstica, área da engenharia responsável por identificar e prevenir diferentes problemas, como fissuras, infiltrações e incêndios. Esse termo, segundo Gomide *et. al* (2009), significa a arte de criar ações proativas, em função de diagnósticos, prognósticos e prescrições técnicas, apontando qualidade total da edificação, por meio de ferramentas diagnósticas.

As patologias estruturais ocorrem de maneiras distintas dependendo do material estrutural utilizado nos elementos. Gonçalves (2015) afirma que patologias em estruturas em concreto armado são mais preocupantes por conta da forma de reparo e reforço estrutural, visto que em estruturas metálicas e de madeira esse processo é facilitado pela própria forma de execução. Além disso, Ferraz (2003) afirma que a principal causa do uso do concreto armado em obras brasileiras é cultural, justificando a preferência por esse material estrutural. Assim, o foco do presente estudo será as patologias em concreto armado.

Para evitar ou acompanhar a incidência dessas patologias, faz-se necessários acompanhamentos de manutenção e reparos, que variam de acordo com a idade da edificação, e são conhecidos como inspeções prediais. Pela Lei Nº 9913, de 16 de julho de 2012, ficou estabelecida a obrigatoriedade de vistoria técnica, manutenção preventiva e periódica das edificações e equipamentos públicos e privados no âmbito do Município de Fortaleza. As edificações abrangidas por esta Lei devem possuir Certificação de Inspeção Predial, que será fornecida pelo órgão competente da Prefeitura Municipal de Fortaleza, após a apresentação, pelo responsável pelo imóvel, de Laudo de Vistoria Técnica.

Para engenharia, as patologias podem afetar não só esteticamente, mas também comprometer as condições de habitabilidade, estabilidade e segurança das edificações. A Lei Nº 9913, de 16 de julho de 2012, informa a importância dos laudos serem emitidos, segundo critérios e padrões estabelecidos, por profissionais

credenciados no CREA (Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia), visto que para a identificação das manifestações patológicas precisa existir uma análise aprofundada, por profissional com olhar habituado a tais fenômenos. Caso não exista tal análise, o reparo pode ser confundido ou realizado de maneira equivocada, causando um dano maior a edificação, uma vez que a causa primária não foi executada adequadamente.

O procedimento de inspeção predial é iniciado por meio de uma anamnese da edificação para identificar como se encontra a situação das estruturas e sistemas complementares. O foco desta análise inicial é a busca pela causa das patologias e, conseqüentemente, a orientação das medidas reparadoras. A aparição de tais manifestações patológicas são bem comuns, visto que podem aparecer tanto no início da vida útil, por erros de execução, mas também no decorrer dos anos, devido a agentes ambientais, climáticos e biológicos (SOUZA, 2019).

1.1 Justificativa

Diante do exposto, com a apresentação da importância do processo de inspeção predial e da identificação de manifestações patológicas em sistemas estruturais, tendo em vista sua incidência comum em edificações de concreto armado e a necessidade de ter profissionais habilitados para tal atividade, o presente trabalho se justifica por contribuir com dados sobre o processo de identificação dessas manifestações patológicas pela visão de profissionais que atuam diretamente com essa atividade.

Na prática, existem vários tipos de manifestações patológicas e, para identificá-las, faz-se necessário um estudo aprofundado delas. A ideia de se fazer uma avaliação dessas patologias é necessária, e o material desenvolvido no presente trabalho servirá de subsídio para encontrar os tipos mais corriqueiros e conseguir identificá-los através de uma coleta de dados que será feita por meio de questionários.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Analisar o processo de identificação de manifestações patológicas em estruturas em concreto armado.

1.2.2 Objetivos específicos.

- a) Identificar as principais manifestações patológicas em elementos estruturais em concreto armado, e elencar suas causas principais;
- b) Apresentar diretrizes de elaboração de laudo técnico;
- c) Elencar maiores dificuldades no processo de identificação de manifestações patológicas em estruturas em concreto armado;
- d) Analisar o cenário atual no processo de inspeção predial.

1.3 Estrutura

No Capítulo 1 será realizada uma breve introdução a respeito de manifestações patológicas, sobre o que é a engenharia diagnóstica e o papel da inspeção predial na identificação de patologias em edificações. Além de mostrar qual a problemática do trabalho e o seu objetivo.

No Capítulo 2 será abordado o referencial teórico onde nele deverá conter uma breve explanação da base teórica a ser utilizada no desenvolvimento do projeto proposto. Inicia-se este capítulo abordando-se conceitos a respeito do concreto armado como material estrutural, mostrando o motivo dele ser tão importante para a construção civil. As manifestações patológicas em edificações, como o tipo dessas manifestações, as causas também serão apresentadas. Por fim, tem-se como foco a questão normativa, onde a norma de desempenho será discutida, e conceito de vida útil das edificações será tratado, embasado na lei de inspeção predial.

O Capítulo 3 contém etapas de desenvolvimento do estudo com a descrição da metodologia seguida, apresentando o processo que foi adotado para realização do trabalho e os documentos utilizados para atingir os objetivos estabelecidos em cada uma das etapas da pesquisa realizada.

No Capítulo 4 serão apresentados os resultados obtidos na pesquisa realizada no presente trabalho. Estes resultados foram obtidos por meio de entrevistas, as quais estarão apresentadas de maneira comentada e comparativa neste capítulo. Com isso, neste capítulo serão feitas análises de cada pergunta mesclando as respostas dos entrevistados e analisando o cenário como um todo.

Por fim, no Capítulo 5 será apresentada a conclusão do presente trabalho com as observações gerais e as considerações dos objetivos atingidos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo contempla a pesquisa bibliográfica realizada de forma a embasar o trabalho aqui realizado. Dividiu-se o capítulo em 4 tópicos: estruturas em concreto armado, abordado um resumo das origens do uso do concreto armado para fins estruturais, seus materiais componentes e seu comportamento frente a diferentes esforços; manifestações patológicas e edificações, abordando as mais comumente encontradas, mostrando por meio de fotos como elas são encontradas em estruturas de concreto armado, separando pelas suas causas, tipos e reparos a serem feitos.

Contemplando ainda sobre as normas de desempenho e vida útil das edificações, mostrando o conceito do que é a Engenharia Diagnóstica e a Inspeção Predial, como citada na introdução do presente trabalho, apresentando ainda a Lei de Inspeção Predial do município de Fortaleza, o que ela orienta para as edificações públicas e privadas, como é o procedimento de certificação perante a lei.

2.1 Estruturas em concreto armado

Kaefer (1998) afirma que o concreto evoluiu muito desde o tempo de Roma. É possível inclusive afirmar que, antigamente, a preocupação com o uso correto dos materiais estruturais era sobreposta às funcionalidades das obras. Os templos gregos utilizavam para vencer seus vãos materiais como o mármore que, semelhante ao concreto simples, não possui resistência à tração. Em função disso, havia necessidade de pilares robustos e em grande quantidade.

O mercado da construção civil usa o concreto atualmente em campos muito diversos, em muitos casos sob ambientes extremamente agressivos. Para moldar-se aos novos usos, o homem criou uma infinidade de tipos de concretos, utilizando uma enorme gama de cimentos, agregados, adições, aditivos e formas de aplicação (como armado, protendido e projetado). Além disso, esse material continua passando por mudanças e aprimoramentos, de forma a atingir desempenhos cada vez melhores. (SOUZA, 2007)

Kaefer (1998) afirma ainda que, encontramos concreto na fundação de plataformas petrolíferas nos oceanos ou enterrado a centenas de metros abaixo da terra em fundações, túneis e minas a 452 m acima do solo em arranha-céus. O grande desafio da tecnologia de concreto hoje se encontra em aumentar a durabilidade das

estruturas, recuperar as danificadas e entender o mecanismo químico e mecânico dos cimentos e concretos.

2.1.1 *Materiais do concreto armado*

2.1.1.1 Cimento

O Cimento Portland é um pó fino com propriedades aglomerantes, aglutinantes ou ligantes, que endurece sob ação da água. Depois de endurecido, mesmo que seja novamente submetido à ação da água, o Cimento Portland não se decompõe mais. O cimento é o principal elemento dos concretos, sendo o responsável pela transformação da mistura de materiais que compõem o concreto no produto final desejado.

O cimento é composto de clínquer e de adições. O clínquer, principal composto do cimento, tem como matérias primas básicas o calcário e a argila. Para a fabricação, a rocha calcária inicialmente britada e moída é misturada com argila moída. A mistura é submetida a um calor intenso de até 1.450°C e então bruscamente resfriada, formando pelotas - o clínquer. Após moagem o clínquer transforma-se em pó. A propriedade básica do clínquer é ser um ligante hidráulico, que endurece em contato com a água (MEHTA e MONTEIRO, 1994). A Figura 1 mostra a representação do aspecto visual do cimento Portland.

Figura 1 – Aspecto visual do cimento Portland



Fonte: Lucena (2018).

O cimento é um material muito utilizado na construção civil, segundo Mehta e Monteiro (2008), é o mais consumido no mundo por conta de sua larga aplicação. Esse, em contato com a água, apresenta uma vasta resistência à compressão e é resistente a água e a sulfatos. O aumento da temperatura no interior de grandes estruturas de concreto, pode levar ao aparecimento de fissuras de origem térmica, portanto, a escolha do tipo ideal de cimento é responsável por eliminar futuras patologias, como a desagregação do concreto, pois caso seja feito o uso de maior da quantidade de água do que cimento em um certo traço, pode haver uma exsudação da pasta e a contornos de espalhamento mais irregulares, prejudicando a estrutura no decorrer do tempo de acordo com Barboza (2016).

2.1.1.2 Agregados

A NBR 9935 define agregado como “material granular pétreo, sem forma ou volume definido, a maioria das vezes quimicamente inerte, obtido por fragmentação natural ou artificial, com dimensões e propriedades adequadas a serem empregados em obras de engenharia”.

De acordo com Souza *et al*, (2012), a principal aplicação dos agregados, seja a areia ou a pedra, na fabricação do concreto é de natureza econômica, tendo em vista tratarem-se de materiais de baixo custo unitário, inferior ao do cimento. No entanto, os agregados possibilitam que algumas outras propriedades da rocha artificial a ser formada apresentem melhor performance, tais como: redução da retração da pasta de cimento, aumento da resistência ao desgaste, melhor trabalhabilidade e aumento da resistência ao fogo.

Algumas das características do concreto às quais relacionam os agregados são resistência à compressão, durabilidade e trabalhabilidade. A resistência à compressão do concreto pode alterar de um agregado para outro por conta de sua granulometria. Agregados com elevado teor de finos tendem a causar um maior índice de vazios no concreto. Quanto à durabilidade, o agregado deve ser inerte para garantir que o concreto não reaja com agentes externos e nem com o aço das armaduras, proporcionando assim longa vida útil e um menor risco de desenvolver patologias a curto prazo, como desagregação do concreto e desgaste por abrasão.

A trabalhabilidade do concreto, além do fator A/C, depende do formato e tamanho característico dos grãos do agregado. (AZEVEDO, 20017). Com isso, é possível afirmar que a escolha correta da dimensão dos agregados influencia diretamente no seu desempenho. A Figura 2 mostra corpos de prova com utilização de diferentes agregados, objetivando diferentes funções.

Figura 2 – Corpos de prova de concreto com diferentes agregados



Fonte: Romanelli e Bellei (2019).

2.1.1.3 Água

A água tem a função de ligar o cimento a outros aditivos, incluindo os aglomerados e os aglutinantes. Sem ela, os ingredientes não se misturam e o concreto não é formado. Dessa forma, ela deve ser adicionada em quantidades adequadas, dependendo de cada caso, isto é, do tipo de concreto e resistência que se deseja alcançar para determinado elemento.

Uma forma de estabelecer parâmetros para a quantidade de água é conferindo as determinações da ABNT NBR 12655:2015, que aborda sobre as diretrizes e determinações para o uso do Concreto na construção civil. Embora as tabelas de traço geral sejam importantes para criar um direcionamento, elas não devem ser o único fator a ser levado em consideração. Vivemos em um país continental em que as diferenças climáticas são enormes de uma região para outra. Dessa maneira, o estudo de dosagem do concreto deve ter papel fundamental em todo e qualquer processo executivo.

2.1.1.4 Aditivos

Segundo Cánovas (1984), os aditivos "são produtos que, acrescentados aos aglomerantes no momento de sua elaboração, e em condições adequadas, nas formas convenientes e nas doses precisas. Têm por finalidade modificar ou implementar, em sentido positivo e em caráter permanente, certas propriedades do conglomerado, para seu melhor comportamento em todos ou em algum aspecto, tanto no estado fresco como endurecido".

Com as dificuldades de se manusear o concreto na construção civil, como o transporte vertical e o preenchimento de elementos estruturais, Nardy Neto (2019) afirma que fez-se necessária a criação de métodos e produtos que facilitassem a produção de novos subsídios cimentícios. Os aditivos para concreto executam perfeitamente esta função.

Mesmo que cada um com sua aplicação específica, todos são utilizados para melhorar características do concreto, por exemplo a sua trabalhabilidade, resistência, compacidade ou fluidez, e neutralizar algum ponto fraco, como os efeitos de retração, de permeabilidade e o tempo de pega, acelerando ou retardando. Estes, contribuem ainda para uma menor necessidade de utilização de insumos na produção de concreto, reduzindo a relação A/C (água/cimento) e aumentando a resistência efetiva do concreto. (NARDY NETO, 2019).

2.1.1.5 Aço

Junior (2019), afirma que é perceptível que diante dos métodos construtivos o uso do aço tem presença constante em termos estruturais. Podem ser empregados nas construções de concreto armado, em sistemas de paredes de concreto moldada *in loco*, *steel frame* e pré-moldados. Esse material faz parte integrante desses sistemas por apresentar maior índice de resistência e seção transversal mais esbelta.

Afirma ainda que, esse material tem grande aplicação na Engenharia graças às seguintes características: ductilidade; incombustibilidade; facilidade de ser trabalhado; resistência a tração, compressão, flexão e torção; resistência a impacto, abrasão e desgaste. Em condições adequadas, apresenta também resistência a variações de temperatura, intempéries e agressões químicas.

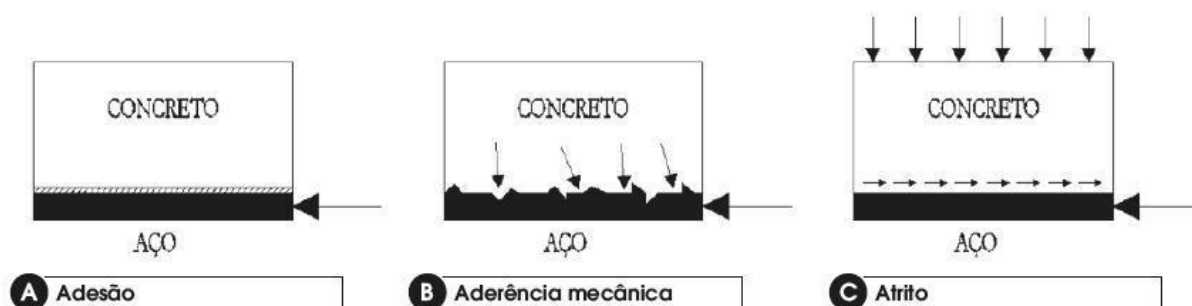
2.1.2 Aderência

A norma da ABNT NBR 6118 (2014) define o que são elementos de concreto armado: “são aqueles cujo comportamento estrutural depende da aderência entre concreto e armadura, e nos quais não se aplicam alongamentos iniciais das armaduras antes da materialização dessa aderência”.

O trabalho do concreto com o aço é aceitável porque seus coeficientes de dilatação térmica são praticamente iguais. O concreto também tem outra função importante: proteger o aço da corrosão, garantindo a durabilidade do conjunto. Porém essa proteção apenas é possível com a existência de uma espessura mínima de concreto entre a superfície externa da peça e a barra de aço (denominado cobrimento). Lembrando que outros fatores são determinantes para a proteção das barras de aço, como a qualidade do concreto, por exemplo (GONÇALVES, 2015).

Figura 3 mostra como é o comportamento de algumas aderências entre o concreto e o aço que são a aderência por adesão, aderência mecânica e aderência por atrito.

Figura 3 – Tipos de aderência do concreto com o aço



Fonte: NETO E SARMANHO, 2017.

2.1.3 Durabilidade

A NBR 6118 (2014) define durabilidade como sendo a capacidade da estrutura em resistir as influências previstas e acentuadas em conjunto pelo autor do projeto estrutural e o contratante, no início dos trabalhos de elaboração do projeto. De acordo com a mesma norma, as estruturas de concreto armado devem ser projetadas

e construídas de modo que, sob as condições ambientais previstas e quando empregadas conforme indicadas em projeto, conservem sua segurança, sua estabilidade e sua aptidão em serviço durante o tempo correspondente à sua vida útil, indicada pelo contratante.

O código FIP-CEB (Comitê Euro-internacional du Béton) determina durabilidade como a capacidade da estrutura em oferecer o desempenho requerido durante um período de vida útil desejado, de acordo com a influência dos fatores de degradação. Com isso, o concreto é considerado durável quando cumpre as funções que lhe foram conferidas, mantendo a resistência e a utilidade esperada, durante o andamento de utilização. (ARIVABENE,2015).

2.2 Manifestações patológicas de edificações

Entende-se por patologia do concreto armado a ciência que estuda os sintomas, mecanismos, causas e origens dos problemas patológicos encontrados nas estruturas de concreto armado. Lembrando que para um dano qualquer, existe a possibilidade de vários fatores serem responsáveis. Estes danos podem vir apenas a causar incômodos para aqueles que irão utilizar a obra segundo o fim para que foi feita, tais como pequenas infiltrações até grandes problemas que podem levar a estrutura ao colapso (HELENE, 1988).

Manifestações patológicas em estruturas de concreto armado que tenham sua causa na concepção do projeto são aquelas que advêm de um mau planejamento do mesmo ou falhas técnicas, sejam por desconhecimento ou negligência. Podem se originar de um mau lançamento da estrutura, erro em execução de anteprojeto ou até mesmo na elaboração do projeto de execução. (MENEZES,2020). De cada causa, podem ser originados diferentes tipos de manifestações patológicas, as quais devem ser corrigidas com técnicas e materiais específicos de forma a manter seu desempenho em uso. Com isso, os próximos tópicos apresentarão as principais manifestações patológicas em estruturas de concreto armado, de forma a embasar o estudo do presente trabalho, e serão divididos em 3 partes: causas, tipos e reparos.

2.2.1 *Causas das manifestações patológicas*

Da Trindade (2015), informa que os agentes causadores de manifestações patológicas possuem diversas origens, desde falha humana, tanto no projeto como execução, até problemas com a estrutura química dos componentes dos materiais, ou ainda, ataques de agentes agressivos ao material concreto e às armaduras. O tópico seguinte detalha melhor cada uma dessas causas.

2.2.1.1 Falhas humanas durante o projeto

O projeto de uma estrutura de concreto armado possui vários fatores que podem, ou não, levar o mesmo ao sucesso desejado. Dentre estes fatores que possuem influência direta no desempenho do elemento estrutural, que estão: má avaliação das cargas, inadequação ao ambiente, incorreção na interação solo-estrutura e incorreção na consideração de juntas de dilatação.

A inadequação ao ambiente se refere a casos de estruturas em que o projeto é realizado de maneira correta e estruturalmente não possui falhas ou estas são insuficientes para afetar a resistência mecânica, contudo possuem negligência aos cuidados e atenção ao meio, o que acaba por comprometer a durabilidade estrutural. Casos de repetição de projetos, onde um mesmo projeto estrutural é utilizado em diversos locais sem a adequação ao ambiente, podem, por exemplo, apresentar esse tipo de patologia.

Outro caso de falha em projeto é pela análise das cargas atuantes. As cargas em uma construção qualquer devem ser avaliadas corretamente a partir de normas que regulamentam as dimensões que o engenheiro calculista irá utilizar no projeto para determinar a geometria das estruturas. Caso não calculadas corretamente, ou caso algum dos tipos seja desprezado ou incorretamente ponderado, poderá ocasionar patologias nas estruturas de concreto armado.

Segundo Thomaz (1989), os elementos estruturais que compõem uma construção estão expostos, além das cargas, à variação de temperatura, tanto sazonais como diárias. Essa variação constante leva a uma variação dimensional deles (dilatação ou contração), sendo muitas vezes restringidos por vínculos que os envolvem e, por consequência, geram tensões que podem provocar fissuração.

Diante deste comportamento devem ser executadas juntas de dilatação, que consistem em uma separação entre as partes de uma estrutura para que estas possam movimentar-se sem haver transmissão de esforços de uma para outra, agindo como corpos isolados. Em casos de ausência ou de uma má execução de juntas, provavelmente irão ocorrer problemas. No caso em que há a ausência, provavelmente irão ocorrer fissurações, como também em casos de má execução como, por exemplo, permitir a entrada de elementos rígidos em meio à junta, ligando as duas partes que deveriam estar separadas.

Existem outras causas de falha humana em projetos de estruturas em concreto armado, como à falta de experiência, ou a utilização incorreta de considerações normativas. Contudo, as principais foram citadas, não devendo negligenciar nenhuma das possibilidades.

2.2.1.2 Falhas humanas durante a execução e utilização

Neste item são abordadas as causas que têm relação e responsabilidade direta humana, tanto na execução como em seu tempo de uso, que muitas vezes por desconhecimento ou negligência dos construtores e usuários, acabam por prejudicar e aumentar a chance de ocorrência de manifestações patológicas nas estruturas em concreto armado.

Países com economia crescente causaram uma aceleração em diversas áreas da engenharia, em especial da construção civil no qual habitações são construídas cada vez como dimensões maiores e de maneira mais rápida. Tal conjectura na construção civil gera uma alta demanda de funcionários da área, levando a muitas contratações de mão de obra desqualificada devido a necessidade e falta em determinado setor. Isso pode trazer um grande prejuízo quando se trata da questão de qualidade em uma obra, podendo ser fator que leve ao surgimento de manifestações patológicas. (THOMAZ, 1989).

Já com relação às etapas construtivas, SOUZA E RIPPER (1988) afirmam que existem casos no qual as condições do terreno e da fundação são modificadas sem haver um cuidado com as construções já existentes, de modo a alterar as condições de estabilidade das estruturas e do terreno. Pode-se citar como um exemplo dessas modificações, o rebaixamento do lençol freático e execução de obras na proximidade de uma estrutura já existente.

Ao se executar uma construção com o nível d'água próximo à superfície, pode-se realizar o rebaixamento do lençol freático, de forma a permitir a execução das escavações necessárias. Segundo Marcelli (2007), o que ocorre devido ao bombeamento da água, é uma redução da pressão neutra, o que resulta em um aumento da pressão efetiva, causando o adensamento do solo e consequentes recalques na fundação da estrutura. Dessa maneira, dependendo da magnitude dos recalques, poderão ocorrer pequenas fissuras ou até mesmo levar a construção vizinha ao colapso.

Além das formas de falhas durante a execução, tem-se alguns problemas relacionados ao uso, tanto acidentais, como os causados por desconhecimento. Choque de veículos é um desses exemplos, que podem ser causadores ou agravantes de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado, reduzindo drasticamente a resistência mecânica e podendo levar ao colapso.

Tem-se também problemas relacionados à reformas ou expansões, onde algumas vezes são feitas intervenções em elementos estruturais, como furos em vigas para passagens de tubulações, o que reduz sua capacidade resistente e compromete a segurança global da estrutura.

2.2.1.3 Falhas provenientes dos materiais componentes e ações naturais

A calcinação é o ressecamento das camadas superficiais do concreto devido à ocorrência de incêndios, consiste na perda de resistência e mudança de cor do concreto, que ocorre quando o mesmo se encontra na presença de fogo e começa a se desintegrar em uma temperatura próxima à 600° C.

Segundo Silva (2011), a abrasão consiste no desprendimento do material superficial devido ao arraste, fricção ou atrito causado pela passagem de pessoas, veículos, ou até mesmo por partículas carregadas pelo vento. Tendo ocorrência com maior frequência em lugares de intensa circulação de pessoas e grande tráfego. A magnitude da perda das partículas depende de vários fatores tais como: baixa resistência do concreto, exsudação excessiva, cura inadequada e até mesmo ao ataque químico de agentes agressores.

A erosão ocorre pelo movimento de fluídos ar ou água, os quais agem sobre a superfície do concreto de modo a desgastá-la devido à colisão que esta sofre das

partículas em suspensão. Em geral, ocorre em pilares de pontes, canais de irrigação, tubulações e vertedouros.

A cavitação consiste na formação de bolhas de vapor quando a água está em alta velocidade na ordem de 12m/s. Estas bolhas quando entram em regiões de maior pressão implodem e se impactam, deixando um aspecto corroído na superfície e um efeito mais nocivo quanto maior for o número de bolhas e menores forem. Quando uma região sofre este processo, o problema se agrava devido à mesma se tornar mais propensa a sofrer novamente a cavitação, de modo que o desgaste tenha uma tendência de aumentar cada vez mais caso não for reparado (SOUZA E RIPPER, 1998).

Segundo Marcelli (2007), algumas estruturas apresentam trincas sem qualquer indicio de falha da parte estrutural tanto na execução como projeto. Isso pode ocorrer devido a um fator externo que pode ser as raízes de uma árvore plantada próxima à edificação de modo que, passado algum tempo, penetram o solo até atingirem as fundações, podendo levantar a construção quando for leve ou causar recalques diferenciais que geram trincas.

2.2.2 *Tipos de manifestações patológicas*

2.2.2.1 Manifestações químicas

De acordo com Sousa *et. al.* (2008), em geral, a corrosão é um procedimento de deterioração do material por ação química ou eletroquímica, ocasionando a perda de massa deste material. Porém, é importante ressaltar que quando as armaduras são inseridas em componentes estruturais de concreto, estas estão, inicialmente, passivadas e protegidas contra o risco de corrosão. Isso ocorre pelo concreto de cobertura formar uma barreira física ao ingresso de agentes externos, ao passo que também proporciona uma barreira química devido à alta alcalinidade da solução aquosa presente nos poros do concreto.

No entanto, com o passar dos anos, as estruturas podem perder estas proteções devido principalmente aos fenômenos de contaminação por cloretos ou pelo avanço da frente de carbonatação no concreto o que pode desencadear um processo de deterioração progressivo e auto acelerante. A Figura 4 mostra um desses

exemplos, com parte da armadura de uma laje totalmente exposta, com armaduras apresentando perda de seção por conta da corrosão.

Figura 4 – Estrutura com processo de corrosão



Fonte: A autora, 2021.

Os agentes químicos enquanto considerados causadores de degradação extrínsecos, agem na vida útil da estrutura e atuam de modo semelhante dos agentes intrínsecos. Pode-se citar como alguns agressores: ar e gases, águas agressivas, águas puras, reações com ácidos e sais, reações com sulfatos e o gás carbônico quando traz o problema da carbonatação. Agindo nas armaduras causam corrosão, e no concreto, um processo conhecido como carbonatação.

Segundo Neville (2013, p. 259), “O concreto atacado por sulfatos tem uma aparência característica, cor esbranquiçada, com a deterioração começando pelas bordas e cantos, seguida por fissuração e lascamento do concreto”. Tendo como causadora desta aparência a formação do sulfato de cálcio (gesso) e sulfoaluminato de cálcio que acabam por ocupar um volume maior do que os compostos anteriores os quais eles substituíram, levando a uma expansão da estrutura do concreto e conseqüentemente a lascamentos, fissurações, descamação, desintegração e até

mesmo redução da resistência mecânica da mesma. Cascudo (1994), afirma que o processo de carbonatação, geralmente é um condicionador da corrosão das armaduras de estruturas de concreto armado.

Segundo Souza e Ripper (1998), se a carbonatação atingisse apenas a camada superficial, sem ultrapassar o cobrimento, este processo seria favorável ao elemento estrutural, pois, haveria uma diminuição da porosidade e um aumento da resistência mecânica. Porém, com a alcalinidade reduzida para valores próximos a um PH 8,5 e a armadura despассивada, o processo ao alcançar as armaduras de aço leva as mesmas a corrosão, desde que haja a presença de água e oxigênio, comprometendo seriamente a durabilidade. A Figura 5 mostra a verificação do processo de carbonatação por meio da aplicação de substância que identifica a profundidade do processo de carbonatação em estruturas de concreto.

Figura 5 – Conferência de carbonatação por aplicação de fenolftaleína



Fonte: RAISDORFER ET. AL, 2015.

2.2.2.2 Bolores

O bolor é o surgimento de fungos devido ao excesso de umidade. Estes fungos são micro vegetais que se alimentam de materiais orgânicos, e podem surgir em qualquer tipo de material, sejam eles cerâmicos, vidros, argamassas, dentre outros. A Figura 6 mostra um exemplo de estrutura em concreto armado comprometida pela presença de bolores.

Figura 6 – Bolores em viga de concreto



Fonte: A autora, 2021.

2.2.2.3 Desgaste do concreto

O desgaste da superfície do concreto ocorre geralmente por abrasão, erosão e cavitação. A Figura 7 mostra como a patologia no pavimento é visível o desgaste por abrasão. A Figura 8 mostra o desgaste do concreto por erosão dentro de uma galeria de esgoto, mostrando como fica aparente a armadura e os agregados graúdos. A Figura 9 mostra o desgaste por cavitação de uma ponte onde ocorreu um incêndio.

Figura 7 – Desgaste do concreto por abrasão.



Fonte: A autora, 2021

Figura 8 – Desgaste do concreto por erosão.



Fonte: AGUIAR E BAPTISTA, 2011.

Figura 9 – Desgaste de concreto por cavitação.



Fonte: CABRAL, 2016

2.2.2.4 Desagregação do concreto

Quando acontece um ataque químico expansivo devido a componentes intrínsecos ao concreto ou pela baixa resistência do mesmo, há uma diminuição da massa, ocorrendo, assim, a desagregação do concreto. Esta manifestação patológica é caracterizada por fazer com que os agregados se tornem facilmente removíveis.

Souza e Ripper (1998) entendem a desagregação do concreto, como a separação física do mesmo em fatias, de modo que a estrutura acaba por perder a capacidade resistente a esforços na região desagregada como é apresentado na e Figura 10. Vários são os fatores que podem ser causadores da desagregação: fissuração, movimentação das formas, corrosão do concreto, ataques biológicos e o fenômeno da calcinação.

Figura 10 – Desagregação do concreto em uma viga.



Fonte: ANDRADE, 2016.

2.2.2.5 Fissuras

As fissuras geralmente consistem nas manifestações patológicas que mais chamam atenção dos leigos, devido ao aspecto antiestético que trazem, juntamente com a sensação de insegurança. Podem ter origem nas causas intrínsecas e extrínsecas, ou na combinação das duas.

Segundo Cánovas (1988), fissuras são patologias que além do próprio risco que trazem para a segurança da estrutura, também acabam por ser uma porta aberta para a ocorrência de corrosões das armaduras, já que acabam por desproteger o aço.

As fissuras causadas pelas falhas de assentamento tendem a acompanhar a armadura. Esse tipo de fissura é, em geral, acompanhada a um vazio embaixo da armadura, chamado efeito de parede (RIPPER, SOUZA; 1998). A situação ainda pode ser agravada pela proximidade das barras, podendo haver uma conexão entre as fissuras e uma perda de aderência total entre a armadura e o concreto. Um ponto a ser salientado é que as fissuras ampliam o acesso a agentes nocivos tanto ao concreto quanto à armadura (RIPPER, SOUZA; 1998).

Em casos de movimentação das fôrmas ou do escoramento antes que o concreto tenha resistência necessária para manter sua forma inalterada, pode trazer danos às estruturas. Se as ligações não geram resistência o suficiente para o concreto se manter unido de forma a não estar desempenhando essa função, a tensão gerada pela gravidade em uma massa que não está inteiramente endurecida gera fissuras (RIPPER; SOUZA, 1998).

A retração plástica é a redução do volume do concreto devido à perda de água para o meio, ainda em seu estado fresco. Esse tipo de evento é mais comum em lajes em climas quentes e/ou com vento. Esse tipo de fissura é ocasionado pela falta de cura ou inadequação desse processo. Essas fissuras são mais comuns em lajes e superfícies extensas, tendo como padrão fissuras paralelas a 45° próximas aos cantos ou com aspecto de mapa (Ripper, Souza, 1998).

A reação álcali-agregado entre os silicatos e os íons álcalis gera um gel expansivo que absorve água por osmose e se expande entre os poros do concreto. Quando os vazios do concreto estão todos preenchidos por esse gel, gera-se uma tensão interna e o concreto é fissurado. Esta reação se desenvolve lentamente, podendo mesmo levar vários anos para surgir, sendo o sintoma mais aparente a fissuração desordenada nas superfícies expostas (GOMES; BARRETO, 2013).

Segundo Mehta e Monteiro (2008), as reações químicas envolvendo a formação de produtos expansivos podem danificar o concreto. Com a expansão há o aumento das tensões internas no concreto, resultando nas seguintes manifestações: fechamento de juntas de expansão; deformações; deslocamentos em diferentes partes da estrutura; fissuração; lascamento e pipocamento.

As fissuras podem ser classificadas como ativas ou inativas, ou seja, para a especificação de um correto tratamento, é de vital importância que se verifique se a fissura analisada é ativa (viva ou instável) ou inativa (morta ou estável). São chamadas de ativas, as fissuras que apresentam variação de abertura, e de inativas aquelas em que tal variação não ocorre. Tal verificação é feita, geralmente, através da utilização de “selos” rígidos, que são gesso ou plaquetas de vidro coladas, que se rompem caso a fissura apresente variação de abertura, ou através da medição direta (fissurômetro) dessa variação. (PIANCASTELLI, ÉLVIO M., 1997).

2.3 Norma de desempenho e vida útil de edificações

Até a publicação da ABNT NBR 15575 Partes 1 a 6, não existia, no corpo normativo brasileiro, conceituação sobre comportamento das edificações ao longo da vida útil. Com a publicação da ABNT NBR 15575 estabeleceu-se, de forma organizada e sistematizada, um arcabouço de métodos e procedimentos para avaliação do desempenho, que se estendem desde a concepção de projeto das edificações até a sua fase de conservação.

A norma de desempenho NBR 15575-1 (ABNT, 2013a) tem como principal objetivo promover a qualidade do setor da construção civil com atenção sobre a vida útil da edificação que busca prolongar o tempo de vida das construções habitacionais. O conceito de vida útil de projeto, inserido pela NBR 15575-1 (ABNT, 2013a), repercute na durabilidade das edificações, seus sistemas e na manutenção embutida nesse conceito. O uso adequado da vida útil dos materiais e seus componentes permite a obtenção de edifícios de melhor qualidade, que contribuem com a sustentabilidade da indústria da construção, tornando-os mais econômicos e beneficiando um grande número de pessoas (HERNÁNDEZ-MORENO, 2011).

O estudo e uso adequado de informações de vida útil dos materiais e componentes das construções habitacionais permitem a obtenção de edifícios de melhor qualidade. Como ressaltam Possan e Demoliner (2013), os profissionais devem considerar a vida útil mínima dos elementos e sistemas ainda na fase de projeto da edificação, buscando garantir que estes desempenhem suas funções durante a vida útil especificada.

Quando o material empregado na edificação é novo, ele atende aos requisitos de seu desempenho, porém com o passar do tempo, de acordo com Del Mar (2015), verificam-se desgastes e deteriorações, tornando necessária a realização de manutenções. Essas manutenções têm como objetivo fazer com que o material, produto ou equipamento atendam às condições de desempenho especificados no projeto.

Segundo a NBR 15575-6 (ABNT, 2013f), a vida útil dos componentes de um sistema depende da agressividade do meio ambiente, das características intrínsecas dos materiais e dos solos, podendo apresentar vida útil menor do que as estabelecidas como vida útil de projeto. Deste modo, o projeto deve constar o prazo de substituições e manutenções pertinentes. O surgimento das normas pode ser associado com as primeiras relações humanas de produção e comercialização através da linguagem escrita, regrando e uniformizando as medidas de tamanho, quantidade, forma e valor e para ter um controle a respeito do seguimento da norma, existem ferramentas diagnósticas com a finalidade de investigar e atestar tais seguimentos.

Considerando a finalidade técnica investigativa, bem como a progressividade e cumulatividade das ferramentas da Engenharia Diagnóstica, pode-se enunciar os seguintes conceitos conforme MUNHOZ DE MOURA (2017):

- Vistoria em Edificação é a constatação técnica de determinado fato, condição ou direito relativo a uma edificação, mediante verificação "in loco".
- Inspeção em Edificação é a análise técnica de fato, condição ou direito relativo a uma edificação, com base em informações genéricas e na experiência do Engenheiro Diagnóstico.
- Auditoria em Edificação é o a testamento técnico, ou não, de conformidade de um fato, condição ou direito relativo a uma edificação.
- Perícia em Edificação é a determinação da origem, causa e mecanismo de ação de um fato, condição ou direito relativo a uma edificação.
- Consultoria em Edificação é a prescrição técnica a respeito de um fato, condição ou direito relativo a uma edificação.

De acordo com alguns pesquisadores o conceito de Inspeção Predial:

"É o check-up da edificação, visando à boa qualidade predial e também a boa saúde de seus usuários. Ela requer o diagnóstico de seus sistemas para posteriores providências de reparos e serviços de manutenção predial" (GOMIDE, ET AL, 2009).

"É a análise das condições técnicas, de uso e de manutenção da edificação, visando orientar a Manutenção e a Qualidade Predial Total" (GOMIDE, TITO ET AL, 2009).

"É a avaliação isolada ou combinada das condições técnicas, de uso e de manutenção da edificação" (NORMA DE INSPEÇÃO PREDIAL DO IBAPE, 2009).

A ABNT NBR 16747 é a norma de inspeção predial do ano de 2020, usada como parâmetros para realizar uma inspeção, ela se aplica a edificações de qualquer tipologia, públicas ou privadas, e estabelece conceitos, diretrizes e procedimentos relativos à inspeção predial, uniformizando a metodologia a ser empregada nesta atividade, e definindo, as suas etapas mínimas. A inspeção predial, segundo definida nessa norma, ela consiste em uma avaliação global da edificação, observando-se, por exemplo, o seu estado de conservação e a conformidade de sua manutenção.

2.4 Lei de inspeção predial

Segundo IBAPE (2012), a lei de inspeção predial é a avaliação isolada ou combinada das qualidades técnicas, de uso e de manutenção da edificação. Ela muda segundo o município em questão, a lei apresentada no presente trabalho será a Lei de Inspeção Predial do município de Fortaleza. O nível de inspeção predial é classificado quanto à complexidade da vistoria e a elaboração de seu laudo final, quanto à necessidade do número de profissionais envolvidos e a profundidade nas constatações dos fatos.

IBAPE (2012) afirma ainda, que a Inspeção Predial é o processo correto a ser aplicado para efetivar este monitoramento, onde se busca averiguar o estado de conservação e funcionamento da edificação, seus sistemas e subsistemas, de forma a permitir um acompanhamento sistêmico da evolução do desempenho ao longo da vida útil.

As Inspeções Prediais devem ser realizadas por profissionais, engenheiros e arquitetos, devidamente registrados no Conselho Nacional de Engenharia e Agronomia (CREA) e dentro das respectivas atribuições profissionais, conforme resoluções do CONFEA. As inspeções prediais possuem características multidisciplinares, consoante à complexidade dos subsistemas construtivos a serem inspecionados, tal que o profissional responsável pela realização do trabalho pode convidar profissionais de outras especialidades para assessorá-lo junto a inspeção, conforme o nível de inspeção predial contratado. (IBAPE, 2012).

A inspeção predial é realizada e em seguida é elaborado um laudo que tem com critérios a análise do risco oferecido aos usuários, ao meio ambiente e ao patrimônio, diante as condições técnicas, de uso, operação e manutenção da edificação, bem como da natureza da exposição ambiental. A análise do risco consiste na classificação das anomalias e falhas identificadas nos diversos componentes de uma edificação, quanto ao seu grau de urgência, relacionado com fatores de conservação, depreciação, saúde, segurança, funcionalidade, comprometimento de vida útil e perda de desempenho. (IBAPE, 2012)

Pela Lei Nº 9913, de 16 de julho de 2012, ficou estabelecida a obrigatoriedade de vistoria técnica, manutenção preventiva e periódica das edificações e equipamentos públicos e privados no âmbito do Município de Fortaleza. As edificações abrangidas por esta Lei devem possuir Certificação de Inspeção Predial, que será fornecida pelo órgão competente da Prefeitura Municipal de

Fortaleza, após a apresentação, pelo responsável pelo imóvel, de Laudo de Vistoria Técnica:

I - Anualmente, para edificações com mais de 50 (cinquenta) anos;

II - A cada 2 (dois) anos, para edificações entre 31 (trinta e um) e 50 (cinquenta) anos;

III - A cada 3 (três) anos, para edificações entre 21 (vinte e um) e 30 (trinta) anos e, independentemente da idade, para edificações comerciais, industriais, privadas não residenciais, clubes de entretenimento e para edificações públicas;

IV - A cada 5 (cinco) anos, para edificações com até 20 (vinte) anos.

3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a metodologia utilizada para desenvolver o presente estudo. Primeiramente é apresentado o enquadramento metodológico, que é a classificação da pesquisa, segundo os procedimentos previstos, descrevendo-se a natureza, o tipo e a estratégia da pesquisa e os instrumentos de coleta de dados. Posteriormente, detalha-se os procedimentos metodológicos na forma de um fluxograma, tendo como base os objetivos estabelecidos na introdução do trabalho. Cada procedimento é explicado de modo a apresentar as formas de tratamento e análise dos dados.

3.1 Enquadramento metodológico

O presente trabalho tem como objetivo geral analisar o processo de identificação de manifestações patológicas em estruturas em concreto armado. Metodologicamente, a pesquisa define-se como aplicada. Em outras palavras, por meio do levantamento de dados específicos em estudo, busca-se gerar conhecimento sobre manifestações patológicas, com foco no seu processo de identificação em campo. Os dados serão obtidos por meio de entrevistas a partir de um questionário, previamente elaborado, com perguntas iguais para todos os entrevistados de forma a manter o foco no tema em estudo.

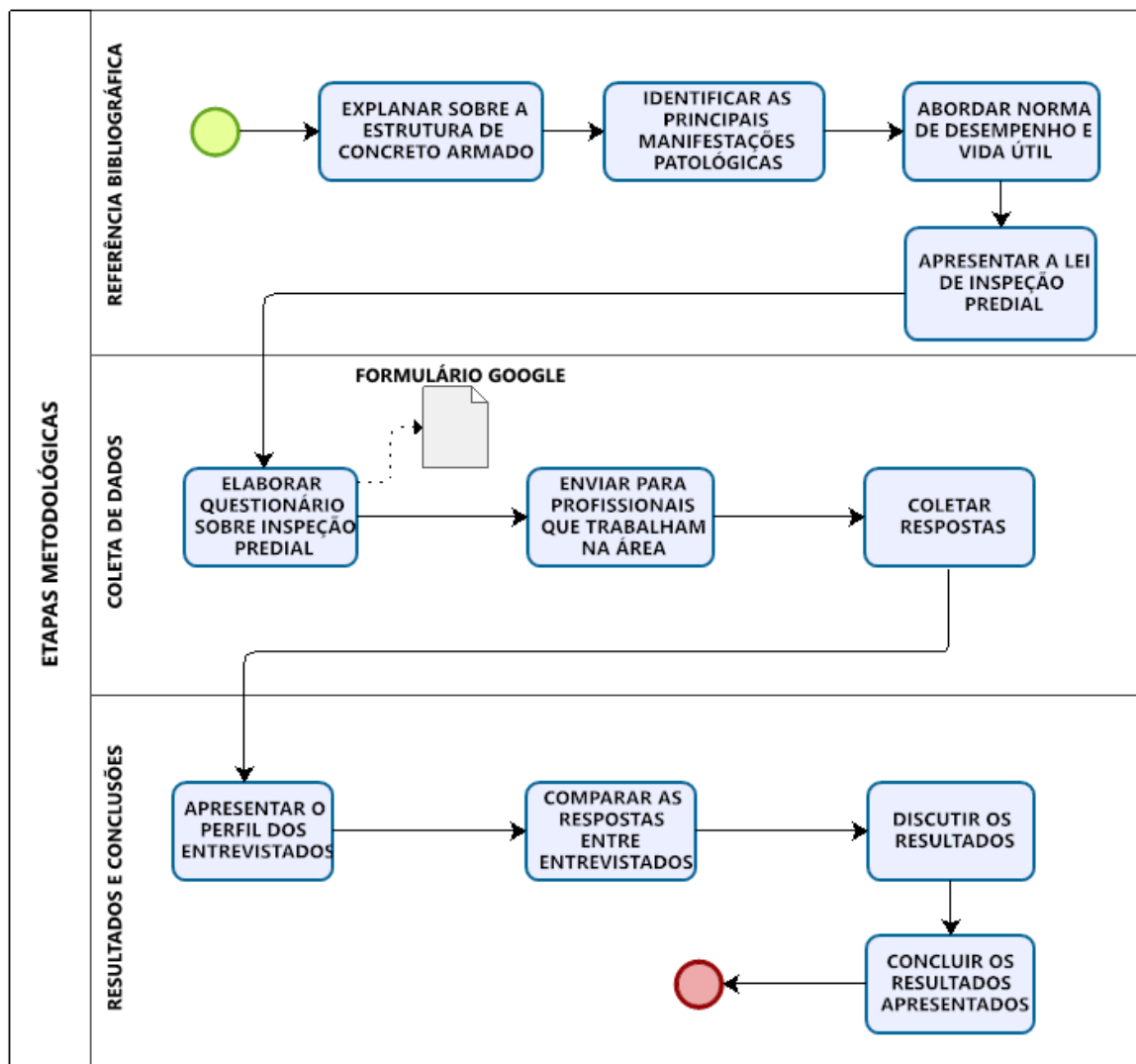
Para realizar uma descrição segura dos dados obtidos em entrevistas, utilizou-se um estudo bibliográfico dos tipos de manifestações patológicas no concreto armado e como são causadas tais manifestações. Logo, o presente trabalho trata-se de uma pesquisa descritiva, que é aquela que descreve um fenômeno ou um objeto de estudo e estabelece relações entre as suas variáveis (GIL, 2009). Além disso, a abordagem do estudo pode ser classificada como qualitativa, já que consiste na análise e interpretação de resultados que não podem ser quantificados, como uma coleta de dados baseada em observação direta.

3.2 Etapas metodológicas

De acordo com as definições estabelecidas na seção anterior, os procedimentos metodológicos previstos para a pesquisa foram elaborados e estão

apresentados na Figura 11. Cada um dos procedimentos foi detalhado nas seções posteriores.

Figura 11 – Processo das etapas metodológicas



Fonte: A autora, 2021

3.2.1 Pesquisa Bibliográfica

Os tópicos a seguir, correspondem a pesquisa bibliográfica com finalidade de contextualizar o presente estudo:

1. Estrutura em concreto armado, dando ênfase aos materiais utilizados, como concreto, agregados, aditivos, água e o aço. Mostrando o processo de aderência entre o concreto e aço, e citando ainda a durabilidade do concreto armado,

uma vez que todos esses fatores podem afetar a estrutura causando patologias futuras;

2. Manifestações patológicas em estruturas de concreto armado. Foram selecionadas e apresentadas as mais comuns nas edificações em concreto armado, descrevendo suas causas e seus tipos por meio de referências e figuras.

3. Normas de desempenho e vida útil das edificações, apresentando normas da ABNT sobre a vida útil das edificações, enfatizando a importância do estudo e uso adequado da vida útil das edificações, pois é na parte inicial desde o projeto que pode ser evitadas manifestações patológicas precoces.

4. Lei de Inspeção Predial, apresenta a lei municipal de Fortaleza- CE para edificações públicas e privadas, como deve ser feita a inspeção e qual profissional especializado deve fazer parte do processo e ainda, quais documentos são necessários para a formalização da Inspeção Predial.

Alguns complementos foram feitos através de referências, estas foram explanadas e discutidas a fim de requerer uma melhor análise crítica dos resultados no presente estudo de caso e dar uma consistência às conclusões alcançadas.

3.2.2 Coleta de dados

A análise do processo de inspeção predial foi realizada por meio de um formulário realizado no *Google Forms* contendo questões sobre esse processo e com isso enviados aos profissionais da área para que com suas repostas, seja apresentado uma análise de cada resposta do formulário, que tem como questão a análise do processo de inspeção predial. Abaixo se apresentam as 10 questões levantadas no formulário:

1. Explique um pouco do trabalho que você realiza/já realizou com relação ao processo de inspeção predial: Trabalhou somente com laudo? Orientou com relação à reparos e reforços? Realizou manutenções ou reparos?
2. Quais os principais tipos de manifestações patológicas que você citaria como as mais comuns em edificações residenciais, ou aquelas que você mais encontra em suas visitas técnicas?

3. Quais diretrizes você segue para realizar Inspeções Prediais (Livros? Manual? Normas?)?
4. O que você considera como a melhor forma de identificar manifestações patológicas e suas causas? Você utiliza algum equipamento para isso?
5. A norma brasileira de inspeção predial, NBR 16747 (2020) auxilia você no processo de elaboração de laudos ou no processo de reparos estruturais?
6. É mais comum a procura para reparar ou identificar manifestações patológicas?
7. Quando o laudo deve ser utilizado e o que deve conter para que as informações contidas nele sejam claras e objetivas, não tendo questionamentos futuros?
8. Em sua visão, como profissional, quais são os empecilhos impostos para o profissional perito, e o que pode ser feito para melhorar o seu trabalho?
9. Em sua visão, como profissional, quais são as habilidades que um profissional perito deve ter para elaborar um laudo de qualidade?
10. De forma geral, como você avalia o trabalho de inspeção predial no atual mercado da construção brasileiro?

3.2.3 Análise da coleta de dados

Para a melhor análise das respostas recebidas pelo questionário aplicado, dividiu-se as perguntas em 5 tópicos, os quais são apresentados nos resultados com a discussão e comparação das respostas dos entrevistados. Os tópicos dos resultados podem ser descritos como pontuado a seguir:

1. Perfil dos entrevistados, fazendo essa análise inicial e verificando quanto tempo ele tem de mercado e um pouco do serviço que é realizado por ele em sua profissão.
2. Os tipos comuns de manifestações encontradas por eles em seu trabalho.

3. Quais as diretrizes que são seguidas para realizar as inspeções prediais. Aqui será identificado qual material eles usam, se é feito uso de equipamento, livros, manuais ou NBR's.
4. Elaboração de laudos técnicos e orientações ao cliente, apresentando como é feito o laudo técnico e como ele é repassado ao cliente, mostrando também o que é mais procurado, se é identificar ou reparar patologias.
5. Visão do profissional sobre o mercado de engenharia diagnóstica, apresentado os empecilhos impostos pelo profissional perito, as habilidades que se deve ter para elaboração de um laudo técnico e como ele avaliam a inspeção predial no mercado atual.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos a partir das entrevistas, como descrito no capítulo anterior. Os tópicos a seguir representam as respostas para cada uma das perguntas feitas aos entrevistados, onde uma análise comparativa foi realizada entre essas respostas e apresentadas de forma a classificar qualitativamente o cenário de diagnóstico de patologias das construções.

4.1 Perfil dos entrevistados

Foram entrevistados 6 profissionais do setor da construção civil, os quais estão atualmente na área de engenharia diagnóstica com processos de inspeção predial e atuam no mercado a mais de 5 anos. A Tabela 1 apresenta um resumo do perfil dos entrevistados, onde seus nomes e empresas foram preservados pelo trabalho ter fins somente didáticos.

Tabela 1 – Perfil dos entrevistados

Entrevistado	Resumo da atuação profissional
A	Atua no mercado da construção, trabalhando com controle tecnológico do concreto e realizando inspeções prediais, fazendo laudos e orientando no processo de reparos e reforços estruturais.
B	Atua no mercado da construção com foco em construção e reforma, mas já realizou trabalho de reparos em laje, viga e pilar deteriorado pelo efeito da corrosão da armadura.
C	Trabalha de maneira autônoma, realizando laudos e inspeções prediais de edificações e orientando processos de reparos de manifestações patológicas e reforços estruturais quando necessário.
D	Trabalha de maneira autônoma, realizando laudos de edificações e orientando processos de reparos de manifestações patológicas.
E	Trabalha atualmente em empresa de soluções em engenharia fazendo laudos de inspeção predial, laudos periciais, bem como todo o acompanhamento dos reparos e manutenções orientados, de acordo com a demanda do cliente.
F	Possui empresa de engenharia que atua na realização de reparos e reforços estruturais em edificações residenciais.

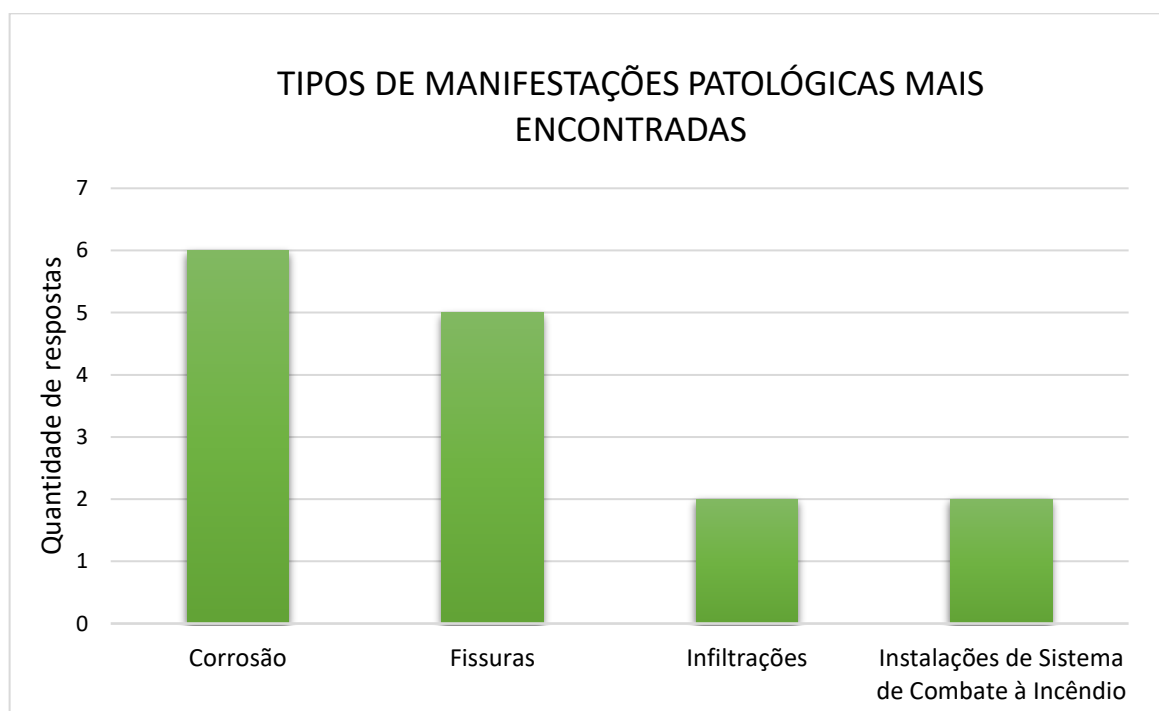
Fonte: A autora, 2021

Através da Tabela 1 é possível perceber que nem todos atuam somente no mercado de inspeção predial, mas possuem outras atuações e essa mistura de visões podem vir a ter impacto no laudo realizado pela sua experiência em outras áreas. É notório também que nem todos que trabalham nessa área de inspeção realizam laudos, apenas reparos e reforços embora a maioria realize laudos, uma vez que pela Lei de Inspeção Predial municipal é solicitado este documento.

4.2 Tipos comuns de manifestações patológicas

A primeira pergunta feita foi com relação ao tipo mais comum de manifestação patológica encontradas pelos entrevistados em seu cotidiano de trabalho, as respostas foram apresentadas no gráfico da Figura 12. E para uma melhor visualização dos tipos de manifestações citados pelos entrevistados, foram colocadas fotos autorais como mostrados nas figuras 13,14,15,16 e 17.

Figura 12 – Gráfico das respostas sobre tipos de manifestações patológicas



Fonte: A autora, 2021

É possível perceber que corrosão em amadurecida é a principal manifestação patológica apontada entre os entrevistados em seguida fissurações, infiltrações e instalações de sistema de combate a incêndio. Os problemas de corrosão, foram

citados por todos os entrevistados, alguns ainda acrescentaram que isso pode ser agravado devido a elevada idade das edificações nas grandes cidades. Sabe-se que as edificações estão envelhecendo e as normas se atualizando, o que demanda um olhar para essas obras mais antigas com cuidado e atenção. Já que a obrigatoriedade das manutenções é algo relativamente recente, esse tipo de manifestação termina sendo bem comum. Dentre outros fatores que foram apontados como causa das corrosões frequentes, foi citada também a falta de cobrimento, fator que poderia estar em desacordo com a norma a partir do conhecimento que temos atualmente, gerando essa patologia. De forma a ilustrar tal manifestação patológica, apresenta-se na Figura 13 um exemplo de corrosão em uma viga, identificada pela autora em edificação do seu cotidiano.

Figura 13 – Corrosão em uma viga de concreto armado



Fonte: A autora, 2021

Muitos citaram as fissurações como problema estrutural, já outros enfatizaram que elas ocorrem devido especialmente a fatores não estruturais, como pela falta de verga e contra verga. As fissuras foram relacionadas também ao sistema de revestimento, tanto devido a deformações, acomodações, como em relação a falta de manutenção em sistemas de revestimento, sendo fissuras que podem ser mais facilmente reparadas.

De qualquer forma, independente da origem, foi frisado que existe sempre a necessidade da verificação se são fissuras ativas ou não ativas, pois podem estar relacionadas a deformação excessivas ainda atuantes ou algum problema que venham a se tornar um problema estrutural futuro. De maneira a ilustrar tal manifestação patológica, a Figura 14 e a Figura 15 mostram exemplos de fissuras graves, identificadas pela autora em inspeção realizada.

Figura 14 – Fissura de revestimento/estrutural por falta de manutenção



Fonte: A autora, 2021.

Figura 15 – Fissuras estruturais ocasionadas pelo cisalhamento



Fonte: A autora, 2021

As infiltrações foram citadas apenas por dois entrevistados e foram relacionadas a problemas de impermeabilização, sistema considerado pelos entrevistados como de grande importância, a qual pode ser inicialmente onerosa, mas que futuramente pode aumentar a vida útil da construção se for bem realizada, pois pode evitar problemas como bolores, ilustrados na Figura 16, e evita problemas na manutenção das pinturas, como mostrado na

Figura 17.

Contudo, por melhor que seja sua execução, também é preciso um plano de manutenção para garantir seu desempenho a longo prazo. Alguns casos citados nas entrevistas mostram sistemas de impermeabilização existentes, mas antigos, necessitando de reparos, e prejudicando outros sistemas subjacentes.

Figura 16 – Bolores decorrente de infiltração



Fonte: A autora, 2021

Figura 17 – Descamação de uma pintura decorrente de infiltração



Fonte: A autora, 2021

Por fim, foram também citados problemas relacionados às instalações de sistema de combate à incêndios. Como citados pelos participantes, com o decorrer do tempo essas instalações podem ser falhas, e o problema mais comum são vazamentos dessas instalações, que se forem embutidas geram comprometimento de outros elementos. Embora ele não seja uma estrutura de concreto armado, um dos problemas gerados por essas instalações, podem ocorrer infiltração e gerar bolores nas estruturas em concreto armado, que é um tipo de manifestação patológica.

Outro ponto a ser considerado nessas instalações é que muitas não foram submetidas a manutenções preventivas, especialmente pelo fato de que a norma de incêndio ser relativamente recente. Com o uso dessa norma, os problemas em sistemas de combate à incêndios ficaram mais em evidência, mostrando a importância da manutenção, inclusive de forma a prevenir que uma patologia pontual se estenda a outros sistemas.

4.3 Diretrizes para realização de inspeções prediais

Foi levantado em questão se os profissionais entrevistados faziam uso de algumas diretrizes para a realização de inspeção predial, se eram utilizadas na identificação das causas das manifestações patológicas, como também na elaboração de laudos técnicos e algumas foram apontadas pelos entrevistados como mostradas abaixo na Figura 18.

Figura 18 – Gráfico das diretrizes



Fonte: A autora, 2021.

Os livros foram os mais citados, em seguida estão as normas técnicas e, por fim, as experiências de trabalhos passados e especializações na área. Quando questionado se as diretrizes seguidas se relacionavam a norma brasileira de inspeção predial, se NBR 16747 (2020) auxiliava no processo de elaboração de laudos ou no processo de reparos estruturais, os entrevistados C, D E e F apontaram que sim e os entrevistados A e B alegaram que não.

O entrevistado A afirmou que as normas são meramente orientativas, ficando a cargo do engenheiro as decisões, muitas vezes baseadas em outros autores. O B alegou que não utiliza a NBR 16747 (2020), mas sim a NBR 6118 (2020), tanto pelo costume, pois a norma é bastante recente e não possui versões anteriores, como pelo foco em estruturas que a NBR 6118 (2020) fornece, diferente do olhar abrangente da NBR 16747 (2020).

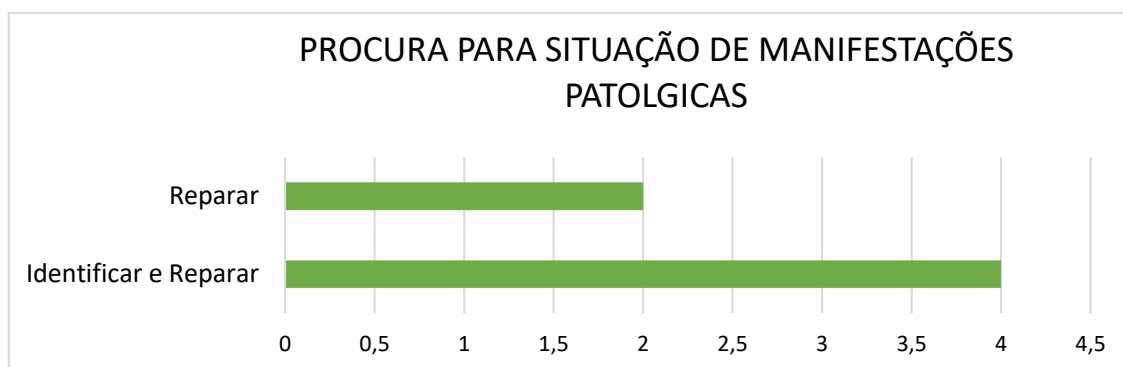
Quando colocado o que eles consideravam como a melhor forma de identificar manifestações patológicas, suas causas e se eles utilizavam algum equipamento para isso, a maioria das respostas foi que inicialmente era feito um mapeamento visual e, caso necessário, seria usado algum equipamento como paquímetro para medir a espessura de fissuras ou câmeras de infravermelho para identificar vazamentos.

O entrevistado A colocou ainda que é possível fazer uma Inspeção sem equipamentos, pela a experiência e conhecimentos adquiridos, mas os equipamentos trazem mais recursos para uma melhor identificação, principalmente quando for preciso a elaboração do laudo. O uso de câmeras e equipamentos específicos serão necessários para um embasamento maior para o laudo elaborado.

4.4 Elaboração de laudos técnicos e orientações ao cliente

Para realizar os laudos, primeiro se deve fazer um mapeamento visual do problema e alguns experimentos. Tendo em vista esses procedimentos necessários, foi questionado aos entrevistados o que é mais comum em seu cotidiano na área, se o profissional é contratado para identificar as causas do problema ou para reparar os sistemas danificados. A resposta dos entrevistados A, B, C e D foi que são contactados para fornecer serviço de identificação e reparo. As respostas do E e F, foram que são procurados apenas para o reparo, mostrado graficamente na Figura 19.

Figura 19 – Gráfico de reparos e indentificação



Fonte: A autora, 2021

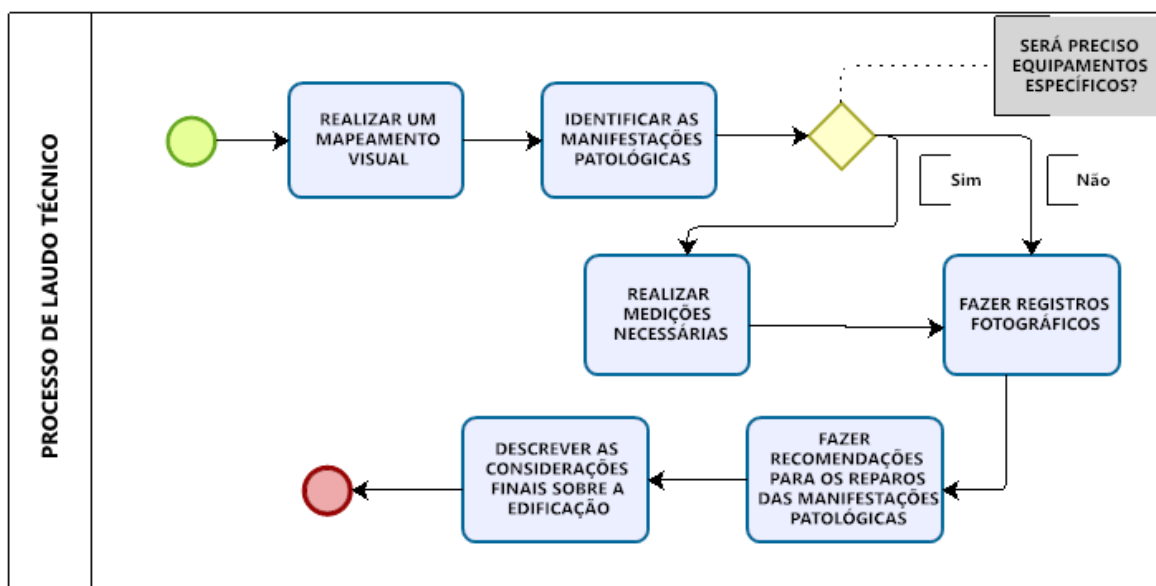
Alguns entrevistados indicaram que executam tanto o laudo como o reparo, o entrevistado A colocou que para o cliente a causa é um detalhe e que o cliente não se interessa muito no que causou, mas sim como vai ser resolvido. Complementando essa informação, o entrevistado B afirmou que nos últimos 3 anos, especialmente motivado pelas notícias recorrentes de colapsos prediais, a procura de síndicos já por uma recuperação estrutural só tem aumentado.

E diante dessa situação, os entrevistados responderam quando o laudo deve ser utilizado e como deve ser redigido para que as informações contidas nele sejam claras e objetivas, não tendo questionamentos futuros. Todos afirmaram que o laudo deve existir antes dos reparos, pois nele é onde se encontram as causas e com isso será visto a maneira adequada para o reparo. O entrevistado E afirmou que reparo antes do laudo pode “maquiar” o problema real. O A afirmou ainda que o laudo deve ter uma linguagem acessível ao leigo, o que não significa que não seja preciso usar termos técnicos. A linguagem técnica deve ser usada, pois o laudo se trata de um documento técnico, no entanto com explicações bem claras e imagens legendadas, tiradas durante a inspeção.

O entrevistado C citou que no laudo deve conter de forma clara quais as prioridades para os serviços de manutenção, de forma a orientar o cliente, a realizar o serviço de forma ordenada. Nesse mesmo sentido, o B citou a necessidade de colocar no laudo formas de sinalização e escoramentos, caso necessário, para auxiliar nos cuidados rápidos e preventivos.

Resumindo o que é preciso em um laudo de inspeção predial, o entrevistado F pontou o que é necessário, foi citado registros fotográficos das manifestações patológicas encontradas, identificando cada uma delas e descrevendo as suas possíveis causas. Com isso, é possível fazer as recomendações técnicas para a sua terapia e as considerações finais do profissional a respeito da situação atual da edificação. Essas diretrizes para o processo de laudo de inspeção predial pela visão dos entrevistados, estão apresentadas na Figura 20.

Figura 20 – Processo de laudo técnico pela visão dos entrevistados



Fonte: A autora, 2021

4.5 Visão do profissional sobre o mercado de engenharia diagnóstica

Foi questionado aos entrevistados quais empecilhos que são percebidos na área para a execução de um bom trabalho. A principal queixa de todos os entrevistados foi a dificuldade de os clientes compreenderem a importância da engenharia diagnóstica, principalmente como um serviço de identificação das causas de problemas patológicos, e não somente como fonte de reparo de danos em edificações. Todos citaram que muitas vezes eles são procurados, mas no final o cliente opta por simplesmente realizar reparos pontuais, visando somente o custo, com execuções geralmente baratas e não qualificadas. A entrevistado A acrescentou ainda sua visão de que esse comportamento é cultural, mostrando-se insatisfeito e citando a desvalorização do engenheiro em reparos de edificações. Afirmou ainda que, embora os clientes o escutem, normalmente ele opta pela solução mais barata, que normalmente vem de mestres de obra e pedreiros.

O entrevistado E citou também o elevado custo dos equipamentos de medição e a grande quantidade de pessoas não qualificadas realizando inspeções, trazendo uma concorrência desleal aos que se qualificaram para o trabalho. Também reforçou a importância de uma fiscalização maior da prefeitura diante desses casos, tendo uma visão mais crítica dos laudos emitidos.

Para a elaboração de um laudo de qualidade todos apresentaram uma visão em comum: o conhecimento na área e das normas. O entrevistado B acrescenta que é importante ter especialização na área e atualização dos materiais e tecnologias utilizadas na identificação e recuperação das patologias. Em outras palavras, afirma que ser criterioso e buscar a identificação das causas patológicas é fundamental para o perito realizar um laudo de qualidade. Os entrevistados A e E citaram ainda que ter um conhecimento em todas os sistemas que compõe a edificação é necessário, e é fundamental ser didático e claro na maneira de escrever o laudo e passar as informações para o cliente, pois muitas vezes é uma pessoa leiga na área.

Para finalizar o questionário foi perguntado aos entrevistados qual a visão que eles têm do mercado de trabalho atual. Os entrevistados A e C citaram que encontram dificuldades pelo que chamaram de concorrência desleal. Afirmaram que atuam no mercado atualmente profissionais sem qualificação e experiência, os quais realizam as inspeções prediais e escrevem o laudo apresentando um “álbum de figurinhas”, cobrando um valor bem abaixo do valor de mercado, sendo “atrativo” por esse baixo custo. Essa atitude dificulta o trabalho para os profissionais qualificados na área.

Os entrevistados B, D, E e F afirmaram que, apesar da engenharia diagnóstica ser uma área muito promissora, com a atual situação no país muitos engenheiros estão à deriva e migrando para essa área, o que gera uma concorrência no qual muitos desses profissionais não tem qualificação, uma vez que para realizar inspeção você precisa apenas do título de engenheiro.

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo principal analisar o processo de identificação de manifestações patológicas em estruturas em concreto armado. Tal objetivo foi atingido por meio de um estudo aplicado utilizando entrevistas como meio de obtenção de resultados.

Inicialmente foram levantados os tipos de manifestações mais comuns em estruturas de concreto armado. Concluiu-se que são as corrosões e fissuras, problemas normalmente causados pela idade da estrutura e materiais utilizados baseados em normas antigas, e muitas vezes sem a qualidade que é exigida atualmente.

Os resultados mostraram também que para se ter um bom laudo técnico é preciso ter conhecimento de todo o sistema da edificação e uma linguagem didática, para que a pessoa que esteja lendo, seja leigo ou profissional da área, consiga entender com clareza o que foi passado e consiga seguir conforme o que está escrito. Nesse mesmo sentido, foi possível concluir que um laudo de inspeção predial não deve fornecer somente informações sobre reparos, pois é fundamental a indicação da causa dos problemas, de forma a evitar que eles voltem a surgir.

Concluiu-se também que uma das maiores dificuldades da área de engenharia diagnóstica é a grande quantidade profissionais que não estão qualificados para o serviço e o custo que pelo qual é realizado, tornando a concorrência maior para aqueles que se qualificam para a atividade. Isso tem um grande impacto no cenário atual do processo de inspeção predial, uma vez que com a situação vivida atualmente no país diante de uma pandemia. Muitos profissionais estão migrando para a inspeção, já que não é necessária uma especialização, e acabam gerando oferecendo um serviço mais atrativo pelo baixo custo, apesar da entrega final geralmente incompleta ou sem aprofundamento.

O presente estudo limitou-se ao estudo da identificação das manifestações patológicas em estruturas em concreto armado, estando passível de continuidade. Com isso, tem-se como sugestão de trabalhos futuros:

- Associar os principais tipos de manifestações patológicas em estruturas em concreto armado às suas causas principais e às suas formas de reparo;
- Estudar o processo de identificação das manifestações patológicas em estruturas executadas em aço e madeira;

- Elaborar um guia de manifestações patológicas em estruturas a ser utilizado em processos de inspeção predial para auxiliar profissionais da área.
- Elaborar a pesquisa com um maior número de entrevistados, com foco em uma pesquisa quantitativa.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12655 - **Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento**. Rio de Janeiro: 2015.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 16747: **Inspeção predial– Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento**. Rio de Janeiro, 2020.

AGUIAR, J. Eduardo; BAPTISTA, Márcio P. **Erosões nas Estruturas de Concreto das Galerias de Águas Pluviais Urbanas**. IBRACON Structures and Materials Journal, v. 4, n. 1, 2011.

ANDRADE, Erika Bressan Botelho de. **Principais Manifestações Patológicas Encontradas em Edificação**. 2016.

ARIVABENE, Antonio Cesar. **Patologias em estruturas de concreto armado: Estudo de caso**. Revista Especialize On-line IPOG, Goiânia, v. 3, n. 10, p. 1-22, 2015.

AZEVEDO, F. F. et al. **Agregados miúdos: a importância dos agregados miúdos no controle tecnológico do concreto**. Revista Conexão Eletrônica. Três Lagoas, MS, v. 14, n. 1, 2017.

BARBOZA, Lucas da Silva. **Estudo sobre o impacto da redução do consumo de cimento no comportamento mecânico do concreto autoadensável**. 2016.

CÁNOVAS, Manuel Fernández. **Patología y terapéutica del hormigón armado**. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Servicio de Publicaciones, 1984.

CÁNOVAS, Manuel Fernández. **Patologia e terapia do concreto armado**. Pini, 1988.

CARVALHO, Roberto Chust; FIGUEIREDO FILHO, Jasson Rodrigues de. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado: segundo a NBR 6118: 2014**. São Carlos: EdUFSCar, 2014.

CASCUDO, O. **O controle da Corrosão de Armaduras em Concreto: Inspeção e Técnicas Eletroquímicas**. Goiânia: Editora UFG, 1997. 237 p.

DA TRINDADE, Diego dos Santos. **Patologia em estruturas de concreto armado**. 2015.

FERRAZ, Henrique. **O aço na construção civil**. Revista eletrônica de ciências. São Paulo, n. 22, 2003.

GIL, Antonio Carlos. **Estudo de caso**. Atlas, 2009.

GOMES NETO, D. P.; BARRETO, L. S. **Uma discussão sobre a reação álcali-agregado (RAA), seu mecanismo e os fatores que a influenciam**. In: IX CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE PATOLOGIA E RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS (CINPAR). 2013.

GOMIDE, Tito Lívio Ferreira; FAGUNDES NETO, Jerônimo Cabral Pereira; GULLO, Marco Antônio. **Normas técnicas para engenharia diagnóstica em edificações**. São Paulo: Pini, 2009.

GONÇALVES, Eduardo Albuquerque Buys. **Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2015.

HELENE, Paulo RL. **Manual prático para reparo e reforço de estruturas de estruturas de concreto**. PINI, 1988.

HERNÁNDEZ-MORENO, S. **Aplicación de la Información de la Vida Útil em la Planeación y Diseño de Proyectos de Edificación**. Acta Universitaria. Universidad de Guanajuato, v. 21, n. 2, 2011

IBAPE - Instituto Brasileiro de Avaliação e Perícias de Engenharia do estado de São Paulo – “Norma de Inspeção Predial Nacional”, 2012).

JUNIOR, Sidney Garcia. **Aço, importância, uso e comparativo com outros métodos construtivos na construção civil.** Intertemas ArqEng, v. 2, n. 2, 2019.

KAEFER, Luís Fernando. **A evolução do concreto armado.** São Paulo, v. 43, 1998.

MARCELLI, Maurício. **Sinistros na construção civil.** São Paulo: Pini, 2007.

MEHTA, Povindar K.; MONTEIRO, Paulo JM; CARMONA FILHO, Antônio. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais.** Pini, 1994.

MEHTA, Povindar Kumar; MONTEIRO, Paulo Jose Melaragno. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais.** Ibracon, 2008.

MENEZES, Marrony Araújo Mariz et al. **Análise das diretrizes técnicas para elaboração de laudo de inspeção predial e estudo de caso das manifestações patológicas no laboratório de engenharia civil da UFERSA/Angicos.** 2020.

MUNHOZ DE MOURA, Guilherme Henrique et al. **Diretrizes, roteiro e proposta de laudo para inspeções prediais.** 2017.

NARDY NETO, Arnaldo Martin et al. **Estudo da influência de aditivos em concreto.** 2019.

NETO, Juliano Geraldo Ribeiro; SARMANHO, Arlene Maria. **Análise experimental de um conector mecânico de cisalhamento em pilar misto de aço e concreto.** IBRACON Structures and Materials Journal, v. 10, n. 3, 2017.

NEVILLE, Adam M. **Tecnologia do concreto.** Bookman Editora, 2013.

PINHEIRO, M. R. A.; SILVA, E. I., **CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PONTES DE CONCRETO ARMADO NA CIDADE DE RECIFE**. 3º Simpósio Paranaense de Patologia das Construções (3º SPPC), artigo 3SPPC1020, pp. 220 – 232, 2018.

PIANCASTELLI, Élvio Mosci. **Comportamento e desempenho do reforço à flexão de vigas de concreto armado, solicitado a baixa idade e executado inclusive sob carga**. 1997.

POSSAN, Edna; DEMOLINER, Carlos Alberto. **Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral**. Revista técnico-científica, v. 1, n. 1, 2013.

RAISDORFER, J. W. et al. **Carbonatação–Previsão da vida útil das obras de artes especiais**. 2015.

RIBEIRO, Thiago Pinheiro. **Estudo Descritivo das Principais Patologias em Pavimento Flexível**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Edição 04. Ano 02, Vol. 01. pp 733-754, Julho de 2017.

RIPPER, T.; SOUZA, V. C. M. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: PINI, 1998. 255 p.

SILVA, Cristina Vitorino da. **Contribuição ao estudo do desgaste superficial por abrasão em concretos empregados em pisos**. 2011.

SILVA, Daniel Henrique. **Recuperação de estruturas de concreto – Corrosão das Armaduras – Estudo levantado no Centro Oeste de Minas Gerais**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 10, Vol. 02, pp. 64-77 outubro de 2018.

SOUZA, Flávio Vieira Vasques et al. **Utilização do Ensaio de Corrosão Fadiga na Avaliação de Inibidores de Corrosão**. 2008.

SOUZA, Ariane de et al. **Avaliação do ciclo de vida da areia em mineradora de pequeno porte, na região de São José do Rio Preto-SP**. 2012.

SOUZA, Iara Régia Teixeira de et al. **Estudos de manifestações patológicas em edificações**. 2019.

SOUZA, Paulo Alysson Brilhante Faheina de. **Estudo do comportamento plástico, mecânico, microestrutural e térmico do concreto produzido com resíduo de porcelanato**. 2007.

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