

FACULDADE VALE DO AÇO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JOÃO HENRIQUE BEZERRA OLIVEIRA

**A UTILIZAÇÃO DOS TESTES DE PROVA DE CARGA COMO REQUISITO
PARA A AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DE CONCRETO EM IMÓVEIS A
VENDA.**

JOÃO HENRIQUE BEZERRA OLIVEIRA

**A UTILIZAÇÃO DOS TESTES DE PROVA DE CARGA COMO REQUISITO
PARA A AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DE CONCRETO EM IMÓVEIS A
VENDA.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil
da Faculdade Vale do Aço para obtenção
do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a): Prof. Esp. Randal Silva
Gomes

**Ficha catalográfica - Biblioteca José Amaro Logrado
Faculdade Vale do Aço**

O48u

Oliveira, João Henrique Bezerra.

A utilização dos testes de prova de carga como requisito para a avaliação estrutural de concreto em imóveis à venda. / João Henrique Bezerra Oliveira. – Açailândia, 2022.

62 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Civil, Faculdade Vale do Aço, Açailândia, 2022.

Orientador: Prof. Esp. Randal Silva Gomes.

1. Estruturas. 2. Prova de carga. 3. Avaliação de imóveis. I. Oliveira, João Henrique Bezerra. II. Gomes, Randal Silva. (orientador). III. Título.

CDU 693.95:347.235-047.43

Elaborada pela bibliotecária Thairine Nascimento Costa – CRB-13/944

JOÃO HENRIQUE BEZERRA OLIVEIRA

**A UTILIZAÇÃO DOS TESTES DE PROVA DE CARGA COMO REQUISITO
PARA A AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DE CONCRETO EM IMÓVEIS A
VENDA.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil
da Faculdade Vale do Aço para obtenção
do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a): Prof. Esp. Randal Silva
Gomes.

Aprovado em 07/02/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Randal Silva Gomes (Orientador)

Faculdade Vale do Aço – FAVALE

Prof. Ma. Rachel Andrade Avelar da Silva

Faculdade Vale do Aço – FAVALE

Prof. Ma. Ludimilla da Silveira Ferreira

Faculdade Vale do Aço – FAVALE

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela dádiva da vida e pela grande oportunidade que Ele me concedeu de cursar a graduação de Engenharia Civil. Assim também, agradeço a todos os meus amigos e familiares, que foram imensamente importantes em todo esse processo até a elaboração deste trabalho de conclusão.

Então meu muito obrigado a toda minha família, em especial a meus pais, que foram e são a minha base, sempre me apoiaram e me auxiliaram nos momentos mais conturbados e difíceis da minha vida, eles são a minha essência. Agradeço também a minha namorada, por todo apoio e paciência que sempre teve comigo.

Além disso, agradeço a todo o corpo profissional da FAVALE, em especial todos os meus professores, que me trouxeram muitos ensinamentos sobre engenharia e sobre a vida, e um muito obrigado a meu orientador Randal Gomes, por me dar o suporte necessário para a realização desse trabalho.

Aqui também, expresso a minha gratidão ao Engenheiro Civil Sergio Almeida, pelos conhecimentos compartilhados comigo acerca dos testes citados nesse trabalho.

Dedico este trabalho a todas as pessoas que acreditaram e confiaram em mim, mesmo quando eu não era capaz de acreditar, mas tinham fé que mais uma etapa da minha vida seria concretizada.

RESUMO

O setor imobiliário está em constante desenvolvimento e em conjunto, evoluem também os processos metodológicos ligados a ele. Diante disso, existem práticas e diretrizes já estabelecidas que norteiam as avaliações de imóveis, a fim de que exista um padrão dentro dessas atividades. No entanto, verifica-se que essas análises são feitas tendo como base, aspectos visuais, de localização e estatísticos como fonte para a determinação de valores desses, mas não são citadas análises estruturais que visem verificar as condições características ligadas a resistência e outros termos dessas estruturas, assim, a ausência de estudos podem acarretar em falhas ligadas a segurança e bem estar dos moradores, isso dependendo do grau de severidade que esses defeitos, também conhecidos como patologias, se apresentem e agreguem instabilidades a estrutura. Sendo assim, esse trabalho buscar apresentar, através de contextualizações históricas das realizações de análises e verificações de imóveis, por meio da apresentação das normativas e pesquisas relacionando os mesmos e a apresentação dos testes de prova de carga em estruturas de concreto armado como item necessário durante essas verificações, a fim de serem estabelecidos parâmetros que visem a segurança e o desempenho estrutural durante todo o ciclo de vida útil do bem avaliado.

Palavras-chave: Estruturas. Prova de Carga. Avaliação de imóveis.

ABSTRACT

The real estate sector is in constant development and together, the methodological processes linked to it also evolve. In the face of thereof, there are already established practices and guidelines that orientate the property valuation, so that there is a standard within these activities. However, it appears that this analyzes are made based on visual, location and statistical aspects as a source for the determination of these values, but structural analyzes aimed at verifying the characteristic conditions linked to resistance and other terms of those structures are not mentioned, therefore, the absence of studies can lead to failures related to the safety and well-being of the residents, depending on the degree of severity that these defects, also known as pathologies, present and add instabilities to the structure, thus, this work seeks to present, through historical contextualization of the realizations of analyzes and verification of properties, through the presentation of regulations and research relating them and the presentation of load proof tests in reinforced concrete structures as a necessary item during these verification, to establish parameters that aim at safety and structural performance throughout the useful life cycle of the evaluated asset.

Keywords: Structure. Load proof. Property Valuation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - CLASSIFICAÇÃO DE FISSURAS QUANTO AOS ESFORÇOS ATUANTES.	34
Figura 2 - RACHADURA APARENTE EM ESTRUTURA DE CONCRETO.	37
Figura 3 - CORROSÃO DE ARMADURA GERANDO A DESAGREGAÇÃO DO CONCRETO.....	37
Figura 4 - FISSURA CAUSADA POR RECALQUE.....	38
Figura 5 - INFILTRAÇÃO APARENTE EM PAREDES GERANDO O DESGATE DE MATERIAL.	39
Figura 6 - VEGETAÇÃO CRESCENDO EM JUNTA DE DILATAÇÃO DE UM VIADUTO.	40
Figura 7 - DEFEITOS EM JUNTAS DE CONCRETAGEM GERANDO PERDA DE ADERENCIA E EXPOSIÇÃO DE ARMADURA.....	41
Figura 8 - TESTE DE CARREGAMENTO REALIZADO POR LEONARDO DA VINCI.	42
Figura 9 - TESTES DE TENSÕES REALIZADOS POR GALILEO GALILEI.....	43
Figura 10 - REQUISITOS PARA O ESTABELECIMENTO DOS CARREGAMENTOS.	47
Figura 11 - CÁLCULOS PARA A DETERMINAÇÃO DAS CARGAS.	48
Figura 12 - DEFINIÇÃO DOS DESLOCAMENTOS LIMITES.....	48
Figura 13 - LIMITES PARA DESLOCAMENTO - NBR 6118/14.....	49
Figura 14 - DEFINIÇÃO DOS PONTOS DE CARREGAMENTO.	50
Figura 15 - ETAPA DE CARREGAMENTO EM LAJE E VIGA.....	50
Figura 16 - EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO - TRENA A LASER, TRENA CONVENCIONAL E RELÓGIO COMPARADOR DIGITAL.	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - SINDICATOS ATUANTES NO SETOR IMOBILIÁRIO.....	16
Quadro 2 - EXPOSIÇÃO DOS TIPOS DE VALORES RELACIONADOS A VALORES DE MERCADO E ESPECÍFICOS.....	22
Quadro 3 - METODOLOGIAS USADAS PARA A IDENTIFICAÇÃO DE VALORES, CUSTOS E INDICADORES DE VIABILIDADE DE IMÓVEIS.	25
Quadro 4 - DIMENSÕES DE FISSURA, TRINCA E RACHADURA.	33
Quadro 5 - ORIGEM DE FISSURAÇÕES.	34
Quadro 6 - HISTÓRICO DOS TESTES DE CARREGAMENTO POR HALL E TSAI (1989).....	43
Quadro 7 - CRITÉRIOS DE APLICAÇÃO DA PROVA DE CARGA PARA NORMATIVAS INTERNACIONAIS.	46

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACI - American Concrete Institute

AS – Australian Standard

BNH – Banco Nacional de Habitação

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção

EHE – Instrucción de Hormigón Estructural

ELS – Estado Limite de Utilização

IBAPE – Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia

IEL – Instituto de Engenharia Legal

NBR – Norma Brasileira

PIB – Produto Interno Bruto

P-NB – Projeto de Norma Brasileira

RILEM – TBS – International Union of Laboratories and Experts in Construction

Materials, Systems and Structures

SERFHAU – Serviço Federal de Habitação e Urbanismo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo Geral	14
2.2 Objetivos Específicos	14
3. MERCADO IMOBILIÁRIO NO BRASIL	14
3.1 Histórico do mercado imobiliário e engenharia de avaliações	14
3.2 Normas de avaliação de bens NBR 14.653-1/2019 e NBR 14.653-2/2011	19
3.2.1 Definições e métodos	19
4. PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO.....	28
4.1 Conceitos e características	28
4.2 Manifestações patológicas em estruturas de concreto.....	33
4.2.1 Fissuras, trincas e rachaduras	33
4.2.2 Outros fenômenos patológicos.....	38
5. TESTES DE PROVA DE CARGA	41
5.1 Contexto histórico e normativas	41
6. METODOLOGIA.....	51
7. RESULTADOS E DISCUSSÕES	52
8. CONCLUSÃO.....	55
REFERÊNCIAS.....	56

1. INTRODUÇÃO

Desde os primórdios, o ser humano busca desenvolver-se dentro das mais diversas áreas de estudo e junto a isso a sociedade e os processos ligados a ela se desenvolvem em conjunto. Como precursor de muitos feitos históricos, a Revolução Industrial abriu caminho para o desenvolvimento de novas tecnologias, isso também relacionado com o setor da construção civil, com o implemento de processos construtivos, relacionados as novas exigências do mercado. Junto a essas implementações, surge um mercado que necessita cada vez mais de padrões e métodos estabelecidos, seja durante a concepção estrutural ou no momento da comercialização desses bens e serviços. (WILPER ENGENHARIA LTDA, 2012).

Inerente a isso, surge uma ramificação de estudos chamada de engenharia de avaliações, definida por DANTAS (2003) *apud* STEINER et al., (2008) como uma parte da engenharia que reúne um conjunto de conhecimentos dessa área, da arquitetura e de outras (ciências sociais, exatas e da natureza), com o propósito de determinar, de uma forma técnica, o valor de um bem, de seus direitos, frutos e custos de reprodução, subsidiando tomadas de decisões a respeito de valores envolvendo bens de qualquer natureza, estabelecendo assim, um importante aliado ao setor de negociações de imóveis dentro do mercado imobiliário.

Tal setor, ora citado, está em constante evolução, e por se tratar de um ramo que possui atividades essenciais, conforme estabelecido no decreto nº 10.342, de 7 de maio de 2020, mesmo em período pandêmico, de acordo com dados divulgados pela CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção, o setor obteve um crescimento de cerca de 10% o que assegurou, como afirma a matéria publicada pelo órgão ora citado: em relação à economia do país, um auxílio na redução da queda do PIB – Produto Interno Bruto, tornando este ramo um dos pilares úteis para a sustentação econômica.

O mercado imobiliário é uma das áreas mais dinâmicas do setor econômico terciário, e as principais dificuldades para a avaliação dos bens advêm das características (atributos, variáveis) dos imóveis que são bastante heterogêneas e podem guardar relacionamentos entre si. A avaliação de imóveis, seja para a cobrança de impostos, venda, garantia em financiamentos ou outros, é feita, em geral, de forma subjetiva com base na experiência pessoal

dos gerentes imobiliários e de outros profissionais, que comparam os dados do imóvel da transação com os de imóveis já negociados. (STEINER et al., 2008).

Decorrente do exposto, para que haja a negociação de imóveis dentro desse setor, se faz necessário que eles sejam avaliados, e para essas avaliações tem-se como base a NBR 14653-1/2019 - Avaliação de bens – Parte 1: Procedimentos gerais e NBR 14.653-2/2011 - Avaliação de bens – Parte 2: Imóveis Urbanos, que padronizam os métodos que devem ser utilizados para a avaliação do bem. Diante disso, o imóvel é observado levando-se em conta aspectos relacionados a estética, localização, proximidade de locais de importância significativa, como hospitais e outros. Além disso, faz-se um apanhado de valores de outros imóveis da mesma região, com isso, estatisticamente, pode-se determinar um valor aproximado da edificação.

No entanto, percebe-se que todos esses métodos são embasados na observação, outrossim, não são citadas análises estruturais da edificação como uma das partes necessárias para a avaliação (STEINER et al., 2008). Logo, além da aplicação de métodos visuais e estatísticos, faz-se necessário a utilização de técnicas para que seja feita a verificação estrutural desses imóveis e a identificação de possíveis patologias presentes na estrutura, visando assegurar maior confiabilidade e segurança ao cliente.

Dessa forma com a aplicação de estudos estruturais, tendo como escolha os testes de prova de carga, definidos na NBR 9607/2019 - Prova de carga estática em estruturas de concreto – Requisitos e procedimentos, existe a possibilidade de se identificar o comportamento dessa estrutura sob a influência de cargas atuantes, e com esses dados coletados, poder realizar uma determinação de valor mais preciso do imóvel, além de verificar as possíveis patologias e/ou falhas estruturais que não eram visíveis, dessa maneira, norteados para valor mais aproximado da construção. Assim, com a implementação dessa análise, além de obter-se maior garantia no sentido econômico, pode-se analisar a estrutura como um todo, assegurando também outros fatores, como durabilidade, confiabilidade e segurança dessas edificações.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Implementar os testes de prova de carga para a análise estrutural de edificações, demonstrando sua importância a fim de estabelecer essas análises como requisito necessário junto a avaliação de imóveis em geral (residenciais e comerciais).

2.2 Objetivos Específicos

- Garantir maior confiabilidade, através da implementação dos estudos e análises da estrutura, para o cliente no momento da compra do imóvel;
- Fazer um levantamento dos benefícios gerados em termos de economia e segurança;
- Estabelecer o teste de prova de carga como requisito, junto a essas verificações.

3. MERCADO IMOBILIÁRIO NO BRASIL

3.1 Histórico do mercado imobiliário e engenharia de avaliações

O processo de aquisição de imóveis e terras no Brasil surge durante a época da chegada da coroa portuguesa, mais especificamente em meados de 1530, quando foi implementado um sistema administrativo por nome de Capitânicas Hereditárias, em que as áreas eram repartidas em faixas de terra e entregues aos nobres, contudo, sobre essas terras ainda eram incididos impostos, sendo estes recebidos pela coroa, para que ela pudesse administrar essas áreas e desenvolvê-las (WILPER ENGENHARIA LTDA, 2012).

Tal sistema administrativo não persiste por muito tempo, devido o rápido desenvolvimento das vilas e províncias dentro deste território, e em 1822, após a assinatura do manifesto da Proclamação da República, por Marechal Deodoro da Fonseca, o país dá início a seu desenvolvimento por meio de um regime governamental, com a divisão dos estados que existem na atualidade. Desde então o Brasil tem se desenvolvido e instituído leis para a realização e aprimoramento das relações imobiliárias. Decorrente a isso, historicamente tem-se a Lei nº 1.237 de 24

de setembro de 1864 (Reforma a Legislação Hypothecaria) – revogada – que teria por finalidade a diferenciação das propriedades públicas e privadas da época.

Após esse período e com a crescente necessidade de regularização das terras e imóveis, o mercado imobiliário passou a se desenvolver de maneira constante, alcançando o que se conhece hoje, com leis tais quais a Lei nº 6.216 (Lei de Registros Públicos), de 30 de Junho de 1975, que determina e regulamenta o registro imobiliário no país, ou seja, as diretrizes se evoluem assim como as necessidades do mercado surgem, a fim de garantirem serviços adequados para a sociedade.

Com o implemento dessas leis, surge ao mercado às incorporadoras, preexistente junto a Lei n. 4.591/64 (Lei de Condomínios e Incorporações), que definem a incorporação como: “[...], considera-se incorporação imobiliária a atividade exercida com o intuito de promover e realizar a construção, para alienação total ou parcial, de edificações ou conjunto de edificações compostas de unidades autônomas, (VETADO)”. Ou seja, atuam como mediadoras das atividades que relacionam o dono da propriedade e os construtores que irão executar à obra, ou quando tais edifícios/residências já estão construídos, atuam diretamente com os clientes, por meio da corretagem desses itens, o Art. 29 da referida Lei define o incorporador da seguinte forma:

Art. 29. Considera-se incorporador a pessoa física ou jurídica, comerciante ou não, que embora não efetuando a construção, compromisse ou efetive a venda de frações ideais de terreno objetivando a vinculação de tais frações a unidades autônomas, (VETADO) em edificações a serem construídas ou em construção sob regime condominial, ou que meramente aceite propostas para efetivação de tais transações, coordenando e levando a termo a incorporação e responsabilizando-se, conforme o caso, pela entrega, a certo prazo, preço e determinadas condições, das obras concluídas. (BRASIL, 1964).

Diante disso tem-se como incorporador o profissional que deve atuar diretamente dentro do processo garantindo que todos os itens prescritos nas leis e normativas sejam devidamente cumpridos, outrossim, em conjunto com a criação dessas leis, mais especificamente através da Lei n. 4.380/64 que institui a correção monetária nos contratos imobiliários de interesse social, o sistema financeiro para aquisição da casa própria e a criação de órgãos como o Banco Nacional de Habitação (BNH), Serviço Federal de Habitação e Urbanismo (SERFHAU), órgãos estes que

serão utilizados pelo Governo Federal para que o mesmo realize suas intervenções junto ao setor habitacional.

Além desses órgãos, existem certos sindicatos que atuam no território nacional visando o seguimento dessas regulamentações bem como auxiliar os profissionais que atuam dentro desse setor, tais como estão descritos no quadro 1 a seguir:

Quadro 1 - SINDICATOS ATUANTES NO SETOR IMOBILIÁRIO.

SECOVI – Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação ou Administração de Imóveis Residenciais ou Comerciais	Acompanhar o desenvolvimento das construções em território nacional
SIDISCON – Sindicato da Indústria da Construção Civil	Representa os interesses coletivos e individuais das empresas
ADEMI – Associação de Dirigentes de Empresas do Mercado Imobiliário	Promove o compartilhamento de informações entre pessoas físicas e jurídicas do setor imobiliário
CRECI – Conselho Regional de Corretores de Imóveis	Regularização dos profissionais que atuam na área garantindo a integridade da profissão
COFECI – Conselho Federal dos Corretores de Imóveis	Supervisionar a atuação dos corretores de imóveis dentro do território nacional

FONTE: AUTOR, 2021.

Ademais, para que seja possível a negociação desses bens, se faz necessário o seguimento de padrões historicamente estabelecidos por meio do desenvolvimento da Engenharia de Avaliações, que é definida como:

Conjunto de conhecimentos técnico-científicos especializados, aplicados à avaliação de bens por arquitetos e engenheiros e a avaliação de bens consiste na análise técnica, para identificar valores, custos, ou indicadores de viabilidade econômica, para um determinado objetivo, finalidade e data, consideradas determinadas premissas, ressalvas e condições limitantes. (ABNT NBR 14.653-1, 2019).

Sendo assim, tal setor é responsável pela verificação e análise desses bens, segundo critérios padronizados. Tal processo de avaliação, iniciou-se no Brasil na década de 1910, como forma de seguimento da Lei das Terras, nº 601 de 1850, a qual estabelece a propriedade particular:

Dispõe sobre as terras devolutas no Império, e acerca das que são possuídas por título de sesmaria sem preenchimento das condições legais. bem como por simples título de posse mansa e pacífica; e determina que, medidas e demarcadas as primeiras, sejam elas cedidas a título oneroso, assim para empresas particulares, como para o estabelecimento de colonias de nacionais e de estrangeiros [...]. (BRASIL, 1850).

Com isso, em consonância com a Lei ora citada, tem-se que se extingue o antigo regime instituído pela coroa portuguesa, conhecido como o Sistema de Concessões. Dessa forma, as parcelas de terra se tornam uma espécie de amparo econômico para o Estado, pois passam a ser observadas como fontes geradoras de renda, dentro de uma sociedade que migra para o capitalismo. Além disso, por se tornar um bem passível de valor, essas parcelas de terra passam a ser utilizadas como formas de garantia para negociações e a serem bens negociáveis.

Decorrente a esses acontecimentos, com o crescimento constante das negociações desses bens, surge a necessidade de existirem técnicas de avaliações, para a imposição de análises criteriosas, envolvendo diferentes campos de estudo, no qual o Engenheiro de Avaliações irá ser atuante. Assim, retomando para a década de 1910, iniciou-se uma série de estudos que nortearam o desenvolvimento dos padrões a serem seguidos para a realização dessas avaliações (WILPER ENGENHARIA LTDA, 2012).

Devido a esse desenvolvimento acelerado, foram criados órgãos, como o Instituto de Engenharia Legal (IEL), criado no ano de 1953 na cidade do Rio de Janeiro e surgiu por conta da necessidade que os profissionais da área de avaliações tinham de serem representados Juridicamente e perante a sociedade na qual eram atuantes. No ano seguinte, em 1954, no estado de São Paulo surge o IBAPE – Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia, que tem como objetivos, conforme descrito no Artigo 6º do seu Estatuto:

Artigo 6º – São objetivos do IBAPE:

- a) O aprimoramento, divulgação e transmissão do conhecimento técnico nas áreas de avaliações, perícias e inspeções de engenharia e arquitetura através de:
 - i. Desenvolvimento de pesquisas, estudos, análises e discussões; [...]

- v. Elaboração e divulgação de normas técnicas, regulamento de honorários, relatórios, monografias, boletins, revistas especializadas, pesquisas e trabalhos de interesse geral;
- b) A congregação em âmbito nacional de entidades constituídas por profissionais e pessoas jurídicas dedicados às atividades de avaliações, perícias e ou inspeções de engenharia e arquitetura;
- c) Manter filiação à UPAV e outros organismos internacionais, mediante aprovação prévia da Assembleia Geral;
- d) Difundir e exigir que se cumpram os princípios contidos no Código de Ética adotado;
- e) Defender os legítimos interesses profissionais nas áreas de avaliações, perícias e inspeções de engenharia e arquitetura.

Conforme descreve o seu Estatuto, o instituto se desenvolveu promovendo atividades voltadas ao crescimento e aprimoramento do setor. Decorrente a isso, devido seu crescimento o Instituto de Engenharia Legal (IEL), filiou-se ao IBAPE, já atuante em âmbito nacional.

Dentro desse período de surgimento de tais órgãos, em 1957 foi elaborado o projeto de norma P-NB-74, pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas e tal acontecimento, norteou o desenvolvimento de outras normativas essenciais para o campo de estudo da Engenharia de Avaliações, como a 1º Norma Brasileira de avaliações a NB 502 /77, posteriormente revisada em 1980 e registrada em 1989 como ABNT NBR 5676 (NBR 14653-1, 2019).

Seguindo esses eventos surge uma serie de normativas, tais quais:

- NBR 5676/1990 – Avaliação de imóveis urbanos;
- NBR 8951/1985 – Avaliação de glebas urbanizáveis;
- NBR 8976/1985 – Avaliação de unidades padronizadas;
- NBR 8977/1985 – Avaliação de máquinas, equipamentos, instalações e complexos industriais;
- NBR 8799/1985 – Avaliação de imóveis rurais;
- NBR 12.721/2006 – Avaliação de custos unitários e preparo de orçamento da construção para incorporação de edifício em condomínio.

Sendo essas normativas substituídas, pelo grupo de normas ABNT NBR 14.653, que entraram em vigor no ano de 2001 e são vigentes na atualidade, sendo divididas em 7 partes, sendo elas:

- NBR 14.653 – 1/2019: Avaliação de bens: Procedimentos gerais;
- NBR 14.653 – 2/2011: Avaliação de bens: Imóveis urbanos;
- NBR 14.653 – 3/2019: Avaliação de bens: Imóveis rurais e seus componentes;
- NBR 14.653 – 4/2002: Avaliação de bens: Empreendimentos;
- NBR 14.653 – 5/2006: Avaliação de bens: Máquinas, equipamentos, instalações e bens industriais em geral;
- NBR 14.653 – 6/2008: Avaliação de bens: Recursos naturais e ambientais;
- NBR 14.653 – 7/2009: Avaliação de bens: Patrimônios históricos.

Assim, tais normativas norteiam o processo de avaliação imobiliária, por meio do estabelecimento de fatores, métodos e critérios que devem ser utilizados pelos profissionais que atuam na Engenharia de Avaliações, a fim de garantirem a integridade do setor. Acerca das normas, a NBR 14.653 – 1, apresenta em seu texto os parâmetros necessários e conceituações sobre o processo de avaliação imobiliária e sua sucessora, a NBR 14.653 – 2, abrange as metodologias que devem ser utilizadas para a execução dessas avaliações. Portanto, deve se garantir o seguimento das diretrizes presentes nas duas partes para realizar a elaboração das avaliações de imóveis urbanos.

3.2 Normas de avaliação de bens NBR 14.653-1/2019 e NBR 14.653-2/2011

3.2.1 Definições e métodos

A NBR 14653-1/2019 define a avaliação de bens como:

“A avaliação de bens, de seus frutos e diretos é uma análise técnica para identificar valores, custos ou indicadores de viabilidade econômica, para um determinado objetivo, finalidade e data, consideradas determinadas premissas, ressalvas e condições limitantes claramente explicitadas.”

Logo, é um processo criterioso e de etapas definidas que devem ser asseguradas pelo profissional durante a execução de suas atividades. Diante disso, a classe de normas ABNT NBR 14.653, traz consigo conceituações necessárias para o

entendimento e seguimento de suas diretrizes, assim, a fim de explicitar tais termos segue algumas das definições abaixo:

- **Mercado**

É o ambiente no qual bens, frutos e direitos são ofertados e transacionados mediante um mecanismo de preço e tem como características sua estrutura, conjuntura, conduta e desempenho. (NBR 14.653-1, 2019).

- **Valor de mercado**

O valor é definido por meio das características do imóvel e das influencias que elas geram no todo, assim ele é a “quantia mais provável pela qual se negociaria voluntariamente e conscientemente um bem, numa data de referência, dentro das condições do mercado vigente.” (NBR 14.653-1, 2019).

- **Valor desmonte**

“Valor presente da renda líquida auferível pela venda dos bens que compõem o empreendimento, na condição de sua desativação.” (NBR 14.653-4, 2002).

- **Custo**

“Total dos gastos diretos e indiretos necessários à produção, manutenção ou aquisição de um bem, numa determinada data e situação.” (NBR 14.653-1, 2019).

- **Preço**

“Quantia pela qual se efetua, ou se propõe efetuar, uma transação envolvendo um bem, um fruto ou um direito sobre ele.” (NBR 14.653-1, 2019).

- **Dados de mercado**

“Conjunto de informações coletadas no mercado relacionadas a um determinado bem.” (NBR 14.653-1, 2019).

- **Fator de comercialização**

“Razão entre o valor de mercado de um bem e o seu custo total, que pode ser igual, maior ou menor do que 1.” (NBR 14.653-1, 2019).

Exemplificando tal termo, tem-se a formulação:

$$\text{Fator de Comercialização} = \frac{\text{Valor de mercado}}{\text{Custo total}}$$

- **Bens tangíveis e intangíveis**

Os bens avaliados podem ser tangíveis, que são identificados materialmente (por exemplo: imóveis, equipamentos, matérias-primas) ou intangíveis, sendo eles

bens não identificados materialmente (por exemplo: fundo de comércio, marcas e patentes). E o retorno financeiro trazido por ambos podem ser por meio de aluguéis, arrendamentos, cessões e entre outros. (NBR 14.653-1, 2019).

Sobre esses bens, os valores de mercado são passíveis de flutuações, assim como está disposto na norma citada:

As variações de valor dos bens ao longo do tempo resultam de influências econômicas, sociais e ambientais. Essas influências podem ser gerais, como no caso do nível da atividade econômica, com seus efeitos sobre o poder aquisitivo na sociedade, ou específicas, como mudanças tecnológicas e urbanísticas ou eventos ambientais impactantes. (ABNT NBR 14.653-1, 2019).

Assim, identifica-se que as características atreladas aos imóveis, sejam elas direta ou indiretamente ligadas ao mesmo, como o ambiente e mudanças que possam ocorrer no mesmo, acarretam flutuações significativas. Devido a isso, existem alguns princípios que são considerados e se relacionam a natureza e objetivo do bem, além da finalidade da avaliação, sendo eles:

- a. lei da oferta e da procura: observados isoladamente estes dois aspectos, o preço de um bem diminui com o aumento da sua oferta e cresce com o aumento da sua procura;
- b. princípio da semelhança: em uma mesma data, dois bens semelhantes, em mercados semelhantes, têm valores semelhantes;
- c. princípio da proporcionalidade: as diferenças de valor são proporcionais às diferenças das características relevantes dos bens;
- d. princípio da substituição: um bem pode substituir outro considerando-se aspectos como utilidade, destinação, funcionalidade, durabilidade, características tecnológicas, desempenho técnico e econômico;
- e. princípio da rentabilidade: o valor de um bem, passível de exploração econômica, é função da renda que previsivelmente proporciona;
- f. princípio do maior e melhor uso: o valor de um bem que comporta diferentes usos e aproveitamentos é o que resulta economicamente de maneira mais eficiente, consideradas as suas possibilidades legais, físicas e mercadológicas;
- g. princípio da exequibilidade: quando existirem vários cenários ou possibilidades, são adotados os mais viáveis. (ABNT NBR 14.653-1, 2019).

Diante disso, vê-se que tais flutuações ocorrem tendo diversos fatores/princípios que acarretam tal situação. Por conta disso, existem diferenças no que tange as abordagens de valor desses imóveis em que a mesma pode ocorrer de

duas maneiras, sendo elas, por valores de mercado, quando se faz a identificação da quantia mais provável que esse bem pode ser negociado no mercado e por meio de valores específicos, que são valores que divergem dos valores de mercado (NBR 14.653-1/2019). Para eles, existem alguns tipos de valores que os caracterizam, como mostra o quadro 2 a seguir, com dados extraídos na NBR 14.653-1/2019:

Quadro 2 - EXPOSIÇÃO DOS TIPOS DE VALORES RELACIONADOS A VALORES DE MERCADO E ESPECÍFICOS.

Valores de mercado	Valores Específicos
Valor econômico – quando à aplicação de taxas de descontos praticadas no mercado.	Valor especial – quando reflete características relevantes e/ou são adotadas premissas vinculadas a um comprador especial.
Valor patrimonial – quando em situações específicas, a somatória dos valores dos bens corresponderem ao valor de mercado.	Valor patrimonial – quando a soma dos bens não corresponde ao valor de mercado.
Valor em risco – quando o bem for segurado pelo valor de mercado.	Valor em risco – que identifica o montante para fins de cobertura securitária do bem, conforme dita sua apólice, quando estes valores divergirem do valor de mercado.
-----	Valor de liquidação forçada – divergência do valor de mercado, por conta da negociação do imóvel em prazo inferior ao usual.
-----	Valor sinérgico - quando as sinergias estiverem disponíveis a um comprador específico.

FONTE: ABNT NBR 14.653-1, 2019.

Assim, o mercado imobiliário apresenta certas particularidades dentro das suas seções e das características ligadas a ele, tornando-se um mercado imperfeito, em que o acesso aos valores, na maioria das vezes é limitado ao vendedor, e tal item

sofre grande influência de agentes externos e/ou deformações causadas por conta dos interesses do informante, influenciando na amostra de dados coletada pelo profissional, criando algumas das flutuações entre os valores anteriormente citados (NBR 14.653-1, 2019).

Diante disso, tendo conhecimento desses conceitos e a necessidade de realização da avaliação de imóveis, deve-se definir alguns parâmetros, como o tipo de bem, em que podem ser classificados como bens tangíveis ou intangíveis, ou seja, bens que são identificados ou não em relação material (NBR 14.653-1, 2019), bem como outras características relevantes para a avaliação, as quais devem ser realizadas por profissional capacitado e habilitado para tal, conforme pede o requisito 5.1 da referida norma.

Dentre as características, devem ser identificados alguns aspectos essenciais, descritos no item 6 da NBR 14.653-1/2019 e reafirmadas na execução dessas análises em imóveis urbanos, citadas no item 7 da NBR 14.653-2/2011, sendo eles:

É recomendável que o engenheiro de avaliações, ao ser contratado ou designado para fazer uma avaliação, esclareça aspectos essenciais para a adoção do método avaliatório e eventuais níveis de fundamentação e precisão que se pretende atingir, entre outros:

- finalidade: locação, aquisição, doação, alienação, dação em pagamento, permuta, garantia, fins contábeis, seguro, arrematação, adjudicação e outros;
- objetivo: valor de mercado de compra e venda ou de locação; outros valores, tais como: valor em risco, valor patrimonial, custo de reedição, valor de liquidação forçada, valor de desmonte (ver definição na ABNT NBR 14653-4:2002); indicadores de viabilidade e outros;
- prazo-limite para apresentação do laudo;
- condições a serem utilizadas, no caso de laudos de uso restrito.

(ABNT NBR 14.653-2, 2011).

Com isso, o engenheiro de avaliações deve-se atentar para tais dados, bem como todas as documentações relativas ao bem em questão, a fim de garantir o cumprimento da normativa vigente. Decorrente da identificação de tais aspectos inerentes ao bem, dá-se início à coleta de dados, que segundo requisito 6.4 da NBR 14.653-1/2019:

Convém que seja planejada com antecedência, tendo em vista as características do bem avaliando, disponibilidade de recursos, informações e pesquisas anteriores, plantas e documentos, prazo de execução de serviços, enfim, tudo que possa esclarecer aspectos relevantes para a avaliação.

(ABNT NBR 14.653-1,2019).

A coleta de dados ocorre sendo observados aspectos quantitativos, que se caracterizam pela busca de dados dentro do mercado, com elementos semelhantes e comparáveis ao bem avaliando. Além disso, identificam-se aspectos qualitativos, em que são observadas as informações do bem com base em diversificadas fontes de informação, a fim de garantir uma maior precisão delas, descrevendo suas características mais relevantes para a análise (NBR 14.653-1, 2019).

Para a realização de tais dados, deve-se realizar uma breve vistoria, objetivando a caracterização desse bem, relacionados a sua região, o terreno em que está construído, além de caracterizar as edificações e benfeitorias ligadas a mesma, seguindo alguns parâmetros de identificação, como é descrito no requisito 7.3.3 – Caracterização das edificações e benfeitorias, presente na NBR 14.653-2/2011:

- aspectos construtivos, qualitativos, quantitativos e tecnológicos, comparados com a documentação disponível;
- aspectos arquitetônicos, paisagísticos e funcionais, inclusive conforto ambiental;
- adequação da edificação em relação aos usos recomendáveis para a região;
- condições de ocupação;
- patologias aparentes como anomalias, avarias, danos construtivos, e outras, conforme definidas na ABNT NBR 13752 que possam influenciar de forma significativa a variação dos preços relativos aos elementos amostrais.

(ABNT NBR 14.653-2, 2011).

Diante de tais comparações, é válido ressaltar a importância da análise criteriosa de cada um dos aspectos citados, em especial o que se relaciona a patologias e possíveis anomalias presentes na estrutura em questão. Sendo que essas verificações devem ocorrer seguindo as orientações presentes na

NBR13.752/1996, norma essa que trata das perícias de engenharia na construção civil, que subdivide essas análises em algumas etapas básicas, sendo elas:

- a) vistoria e/ou exame do objeto da perícia;
- b) diagnóstico dos itens objeto da perícia;
- c) coleta de informações;
- d) escolha e justificativa dos métodos e critérios periciais;
- e) análise das ocorrências e elementos periciais;
- f) soluções e propostas, quando possível e/ou necessário;
- g) considerações finais e conclusões.

(ABNT NBR 13.752, 1996).

Inerente a coleta de dados deve-se se atentar também para a escolha da metodologia que será utilizada para a avaliação do bem, como descreve o requisito 7.1.1 na classe de generalidades da NBR 14.653-1/2019:

7.1.1 A metodologia aplicável é função basicamente, da natureza do bem avaliando, da finalidade da avaliação e da disponibilidade, qualidade e quantidade de informações colhidas no mercado. A sua escolha deve ser justificada e ater-se ao estabelecimento desta norma (todas as partes), com o objetivo de retratar o comportamento do mercado por meio de modelos que suportem racionalmente o convencimento do valor. (ABNT NBR 14.653-1, 2019).

Tais metodologias se aplicam as situações do mercado, norteados os procedimentos avaliatórios com a intenção de buscar com maior precisão o valor do bem, assim como os frutos, direitos e custos ligados aos bens avaliados. Diante disso, são dispostos no quadro 3 as metodologias usuais para a realização das análises segundo seus critérios e parâmetros específicos, conforme estabelecido no item 7 – Metodologia aplicável – da NBR 14.653-1/2019.

Quadro 3 - METODOLOGIAS USADAS PARA A IDENTIFICAÇÃO DE VALORES, CUSTOS E INDICADORES DE VIABILIDADE DE IMÓVEIS.

METODOLOGIAS USUAIS PARA A AVALIAÇÃO DE BENS	
I. Métodos para identificar o valor de um bem, de seus frutos e direitos	
Método comparativo direto de dados de mercado.	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica o valor de mercado do bem por meio de tratamento técnico dos atributos dos

	<p>elementos comparáveis, constituintes da amostra;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utiliza o modelo de estatística inferencial; • Amostras descritas como “acidentais”, devendo possuir elevado grau de representatividade, logo, devem ser garantidas as especificações claras dos imóveis que compõe a população analisada em relação ao imóvel avaliando.
Método Involutivo.	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica o valor do bem, alicerçado no seu aproveitamento eficiente, baseado no modelo de estudo de viabilidade técnico-econômica, mediante hipotético empreendimento compatível com as características do bem e com as condições do mercado no qual está inserido.
Método Evolutivo.	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica o valor do bem pelo somatório dos valores de seus componentes. Caso a finalidade seja a identificação do valor de mercado, deve ser considerado o fator de comercialização.
Método da capitalização de renda.	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica o valor do bem, com base na capitalização presente da sua renda líquida prevista, considerando-se cenários. Pode identificar o valor de mercado.
II. Métodos para identificar o custo de um bem	
Método comparativo direto de custo	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica o custo do bem por meio de tratamento técnico dos atributos dos elementos comparáveis, constituintes da amostra.
Método da quantificação de custo	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica o custo do bem ou de suas partes por meio de orçamentos sintéticos ou analíticos, a partir das quantidades de serviços e respectivos custos diretos e indiretos.
III. Métodos para identificar indicadores de viabilidade da utilização econômica de um empreendimento	

- São baseados no fluxo de caixa projetado, a partir do qual são determinados indicadores de decisão baseados no valor presente líquido, taxas internas de retorno, tempos de retorno, entre outros.

FONTE: ABNT NBR 14.653-1, 2019.

Sobre tais metodologias, a própria normativa indica a preferência pela utilização do método comparativo direto de dados de mercado, para a identificação de seu valor, tendo, porém, que se analisar a aplicabilidade de tal método. Além disso, a normativa descreve prováveis problemas que podem implicar a não utilização de suas diretrizes, em que, sendo comprovada tal impossibilidade, é facultado ao profissional o uso de outro procedimento, desde que devidamente justificado (NBR 14.653-1, 2019).

Por conseguinte, independentemente do método escolhido, ao final da avaliação o profissional deve apresentar suas análises seguindo o modelo de laudo presente no item 9 – Apresentação do laudo de avaliação – da NBR 14.653-1/2019:

Os requisitos mínimos do laudo de avaliação estão listados a seguir:

- a) identificação do solicitante do trabalho;
- b) objetivo da avaliação;
- c) finalidade da avaliação;
- d) identificação e caracterização do bem avaliando;
- e) documentação utilizada para a avaliação;
- f) pressupostos e condições limitantes da avaliação;
- g) dados e informações efetivamente utilizados;
- h) memória de cálculo;
- i) indicação do(s) método(s) utilizado(s), com justificativa de escolha;
- j) especificação da avaliação;
- k) resultado da avaliação e sua data de referência;
- l) qualificação legal completa e assinatura do(s) responsável (is) técnico(s) pela avaliação;
- m) local e data da elaboração do laudo;
- n) outros requisitos presentes nas demais partes desta Norma.

(ABNT NBR 14.653-1, 2019).

Sobre o item “n” dos requisitos citados que devem estar presentes no momento de apresentação do laudo, a NBR 14.653-2/2011 que trata das avaliações de imóveis urbanos, apresenta um acréscimo aos mesmos, sendo eles:

j) no caso de utilização do método comparativo direto de dados de mercado, descrição das variáveis do modelo, com a definição do critério de enquadramento de cada uma das características dos elementos amostrais. A escala utilizada para definir as diferenças qualitativas deve ser especificada de modo a fundamentar o correto agrupamento dos dados de mercado;

k) tratamento dos dados e identificação do resultado — Explicitar os cálculos efetuados, o campo de arbítrio, se for o caso, e justificativas para o resultado adotado. No caso de utilização do método comparativo direto de dados de mercado, deve ser apresentado o gráfico de preços observados versus valores estimados pelo modelo;

(ABNT NBR 14.653-2, 2011).

Assim, todos os itens devem ser cumpridos para que análise do bem seja validada conforme direciona a normativa e suas demais partes. Ademais, é perceptível que, as análises ora citadas por meio dos requisitos e metodologias ligadas a elas, apresentam uma avaliação que ocorre através de verificações visuais, estatísticas, utilizando-se de métodos diretos e indiretos a fim de que se trace com maior precisão o valor do bem dentro do atual mercado imobiliário (STEINER et al., 2008).

4. PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

4.1 Conceitos e características

Para LOTTERMANN (2013), “o termo "patologia", é derivado do grego (*pathos* - doença, e *logia* - ciência, estudo) e significa "estudo da doença". Na construção civil pode-se atribuir patologia aos estudos dos danos ocorridos em edificações”. Sendo assim, já se subentende por seu nome que patologia se caracteriza por estudar e analisar doenças, essas inicialmente ligadas apenas à medicina tradicional, servindo assim, segundo FREIRE (2010) *apud* LIMA (2020), para “relatar as modificações anatômicas e funcionais causadas pelas doenças no organismo”. No entanto, o uso e conseqüentemente o conceito de patologia se difundiu para outros campos de estudo, alcançando o setor da construção.

Percebeu-se que, assim como um ser vivo qualquer, a “saúde” das edificações depende não só dos cuidados durante sua “gestação” (fase do projeto), mas também durante seu crescimento (fase da construção) e ao longo de toda a sua vida (fase de manutenção), sob pena, caso não tomada

as devidas precauções, de adquirir “doenças” (patologias). (GRANDISK, 1995 *apud* LIMA, 2020, p. 15).

Diante disso, CREMONINI (1988) *apud* ZUCHETTI (2015), define:

Patologias das construções é a área da engenharia civil que analisa o desempenho insatisfatório de elementos que compõem uma edificação, desempenho este, atualmente regido por normas técnicas, a análise do defeito em questão é o que trata o ramo de patologias, fazendo uma análise através dos tipos de manifestações, causas e origens, a engenharia utiliza o termo como a área de estudo das origens e mecanismos de ocorrência das diversas falhas que afetam aspectos estruturais e estéticos de uma edificação.

Diante disso, tem-se que a ramificação científica que trata dos estudos relacionados as patologias em estruturas, tem por objetivo, analisar e investigar as possíveis causas que levaram a apresentação de tais anomalias, podendo gerar por meio disso as corretas tratativas para a resolução do problema encontrado, a fim de garantir a integridade estrutural.

Dessa maneira, podem ser estabelecidas medidas para a manutenção da edificação, através do diagnóstico correto de sua manifestação patológica.

Através da análise e observação do comportamento da edificação, quando esta é submetida a um problema ou apresenta baixo desempenho em algum dos seus sistemas, o campo das patologias das construções atua apontando as causas, as origens, o grau de ocorrência, as consequências da falha ou anomalia construtiva na vida útil da edificação em estudo. Semelhante aos estudos na medicina, nas edificações, as patologias trataram dos problemas e definem causas e tratamentos. (NASCIMENTO, 2018).

A vista disso, existem normas, como a ABNT NBR 14.037/2011, que estabelece as diretrizes para a elaboração de manuais de uso, operação e manutenção de edificações, descrevendo como devem ser elaborados e o que deve estar contido nesses documentos. Decorrente disso, MACHADO (2003) *apud* LIMA (2020), diz que:

[...] por ocasião da entrega da obra, as construtoras entregarem aos proprietários um texto informativo contendo todas as recomendações para a utilização e manutenção da construção, relação dos colaboradores

responsáveis pelos serviços terceirizados e os fornecedores dos materiais empregados. [...] essa postura propicia segurança ao usuário do imóvel, uma vez que serve como instrumento de auxílio para a resolução de possíveis problemas ou para elucidação do funcionamento de uma edificação.

Sendo assim, tal assertiva corrobora com a importância de se manter um acompanhamento constante da edificação, através de manutenções periódicas e auxílio no que se refere a sua utilização de forma adequada. Diante disso, por meio de tal acompanhamento, é possível que problemas sejam identificados mais precocemente. Com isso, é importante que as anomalias, quando identificadas, sejam observadas e mantidas de acordo com seu grau de severidade. Alguns autores dividem essa análise em algumas etapas, a exemplo disso, tem-se LICHTENSTEIN (1985) *apud* ANTONIAZZI (2008), que realiza a divisão desse estudo em três etapas, sendo elas:

1. Levantamento de subsídios: que envolve a vistoria do local, histórico de ocorrências e ou defeitos no mesmo, ensaios complementares e pesquisa;
2. Elaboração do diagnóstico: tal documento deve ser acompanhado do estudo de viabilidade relativo à execução das atividades;
3. Estudo das alternativas de manutenção: etapa em que serão definidos os métodos que serão utilizados para a manutenção e tratativa das anomalias.

Semelhantemente a esses conceitos, CABREDO (2009) *apud* LIMA (2020), compara esses estudos a uma obra teatral, também dividida em três partes, ou como ele descreve, três atos, em que:

1. ATO – Conhecimento do defeito/anomalia na construção;
2. ATO – Implementação de metodologias de estudo, seguindo algumas premissas, sendo elas: reconhecimento, pré-diagnostico, investigação detalhada e diagnostico;
3. ATO – Tratativa para a manifestação patológica.

Assim, tem-se que tais eventos ao serem identificados devem ser devidamente analisados e identificados. A vista disso, é importante estabelecer a diferença entre patologias e manifestações patológicas, tendo em vista que um, conforme define FRANÇA (2011) *apud* LIMA (2020):

[...] manifestação patológica é a expressão que resulta de um mecanismo de degradação e podem ser identificadas com o emprego dos cinco sentidos

humanos, enquanto a patologia pode ser definida como a ciência formada por um grupo de teorias consolidadas cujo objetivo é explicar tais mecanismo e a causa da incidência de determinadas manifestações patológicas.

Levando-se em conta tais fatos, a busca pela origem das manifestações patológicas, ou seja, a patologia, é imprescindível para a realização de uma análise mais criteriosa do evento. Tendo isso em vista, NASCIMENTO (2018), divide a origem dessas ocorrências em algumas partes, sendo elas:

1. Origem de patologias no planejamento;
2. Origem de patologias relacionadas ao projeto;
3. Origem de patologias relacionadas à execução;
4. Origem relacionada aos materiais;
5. Origem relacionada a utilização e/ou manutenção.

Com isso, em afirmação a esses fatos, SOUZA e RIPPER (1998) *apud* NASCIMENTO (2018), diz:

[...] uma vez iniciada a construção, podem ocorrer falhas das mais diversas naturezas, associadas a causas tão diversas como falta de condições locais de trabalho (cuidados e motivação), não capacitação profissional da mão-de-obra, inexistência de controle de qualidade de execução, má qualidade de materiais e componentes, irresponsabilidade técnica e até mesmo sabotagem. Quando se trata de uma obra de edificação habitacional, alguns erros são grosseiros e saltam à vista. Casos como falta de prumo, de esquadro e de alinhamento de elementos estruturais e alvenarias, desnivelamento de pisos, falta de caimento correto em pisos molhados, ou execução de argamassas de assentamento de pisos cerâmicas demasiado espessas, e flechas excessivas em lajes, são exemplos de erros facilmente constatáveis.

Sendo assim, cada etapa do processo de concepção de uma nova estrutura possui sua especificidade, exigindo rigor em suas execuções, haja vista que, desvios relacionados aos mesmos, podem se tornar alicerces para o aparecimento das manifestações patológicas. Com isso, para que se tenha êxito dentro dessas atividades, deve-se implementar um minucioso processo de gestão da qualidade, certos de que, essas ações irão auxiliar na diminuição do aparecimento desses problemas estruturais. Sendo assim, o correto desenvolvimento dos processos de

execução é de vital importância para a garantia de desempenho e durabilidade durante a edificação. Acerca disso, OLIVEIRA (2013) conceitua:

Desempenho: Por desempenho entende-se o comportamento em serviço de cada produto, ao longo da vida útil, e a sua medida relativa espelhará, sempre, o resultado do trabalho desenvolvido nas etapas de projeto, construção e manutenção.

Durabilidade: [...] é a capacidade de a estrutura manter as suas características estruturais e funcionais originais pelo tempo de vida útil esperado, nas condições de exposição para as quais foi projetada.

Vida útil: [...] é aquela durante a qual a estrutura conserva todas as características mínimas de funcionalidade, resistência e aspectos externos exigíveis.

Atualmente no Brasil, existem algumas normas que estabelecem requisitos e estabelecem ações que podem nortear tais estudos, desde o planejamento dessas estruturas a manutenção delas. A exemplo disso, tem-se o grupo de normas ABNT NBR 15.575, conhecidas como Normas de Desempenho, que como o próprio nome revela, descreve os requisitos necessários para o bom desempenho, garantindo durabilidade e a vida útil dessas edificações. Tendo isso em vista, as avaliações têm por objetivo:

6.1.1 A avaliação de desempenho busca analisar a adequação ao uso de um sistema ou de um processo construtivo destinado a atender a uma função, independentemente da solução técnica adotada.

6.1.2 [...] na avaliação do desempenho é realizada uma investigação sistemática baseada em métodos consistentes, capazes de produzir uma interpretação objetiva sobre o comportamento esperado do sistema nas condições de uso definidas. Em função disso, a avaliação do desempenho requer o domínio de uma ampla base de conhecimentos científicos sobre cada aspecto funcional de uma edificação, sobre materiais e técnicas de construção, bem como sobre os diferentes requisitos dos usuários nas mais diversas condições de uso.

(ABNT NBR 15.575-1, 2021).

4.2 Manifestações patológicas em estruturas de concreto

4.2.1 Fissuras, trincas e rachaduras

Como já foi exposto, tem-se que que patologia é um campo de estudo se significativa importância ligado a engenharia civil, que surge com o intuito de investigar e analisar as causas e origem de defeitos/falhas, por meio dos dados obtidos durante a investigação, que surgem na estrutura no decorrer de sua vida útil, evitando a ocorrência de problemas repetitivos, contribuindo para um melhor controle de qualidade nos processos de construção (HEERDT et al., 2016). Sendo assim, tais análises se tornam importantes, pois auxiliam no fomento de dados necessários para se conhecer alguns atributos necessários para as edificações, como, durabilidade, qualidade, resistência, segurança e estética.

Diante disso, tem-se algumas manifestações comumente encontradas em estruturas, sendo elas, fissuras, trincas e rachaduras. Tais manifestações se assemelham, e ao mesmo tempo se diferenciam no que concerne a amplitude de suas dimensões, assim como mostra o quadro 4:

Quadro 4 - DIMENSÕES DE FISSURA, TRINCA E RACHADURA.

ABERTURA	ESPESSURA
Fissura	Até 0,5 mm
Trinca	0,5 mm a 1,0 mm
Rachadura	Superior a 1,0 mm

FONTE: Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo - IBAPE/SP, 2011.

SOUZA e RIPPER (1998), definem fissuras como sendo:

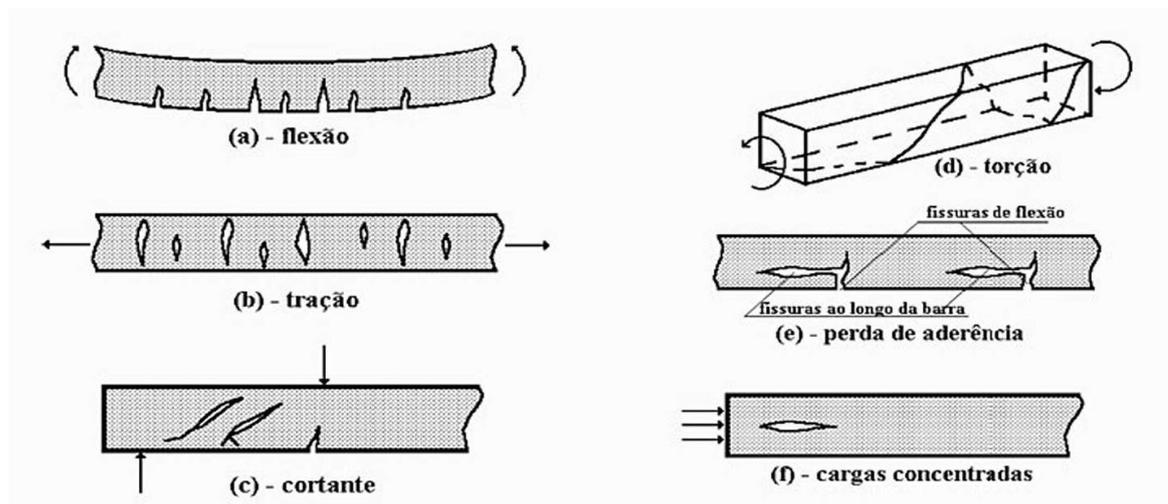
[...] manifestação patológica característica das estruturas de concreto, sendo mesmo o dano de ocorrência mais comum e aquele que, a par das deformações muito acentuadas, mais chama a atenção dos leigos, proprietários e usuários aí incluídos, para o fato de que algo de anormal está a acontecer.

Em complemento a isso, CORSINI (2010) *apud* LIMA (2020), diz que:

[...] fissuras são um tipo comum de patologia nas edificações e sua manifestação interfere na estética, durabilidade e nas características estruturais da obra. O mecanismo de ação da fissura é originário da atuação de tensões nos materiais, atuando tanto nas alvenarias quanto nos elementos estruturais de concreto. Quando a sollicitação é maior que a capacidade resistiva do material, fissuras surgem como um meio de alívio das tensões.

Diante disso, conforme o autor sobredito, tem-se que as fissuras são anomalias que podem surgir na edificação devido a ação das tensões atuantes em seus componentes, dessa maneira interferindo no que se refere ao bom desempenho dela. E seus exemplos e classificações estão visíveis a seguir na figura 1.

Figura 1 - CLASSIFICAÇÃO DE FISSURAS QUANTO AOS ESFORÇOS ATUANTES.



Fonte: SOUZA e RIPPER (1998, p. 58).

Logo, tal anomalia pode surgir por diversos motivos. Souza e Ripper (1998), escalam algumas das causas que podem originar esse problema, como mostra o quadro 5.

Quadro 5 - ORIGEM DE FISSURAÇÕES.

Deficiência de projeto	Decorre de falhas ocorridas no desenvolvimento do projeto estrutural, assumindo diferentes configurações em função do tipo de esforço a que está submetida.
Contração plástica do concreto	Ocorre ainda no momento da pega do concreto, por conta da rápida evaporação da água utilizada para a confecção dele.

Assentamento do concreto	Ocorre sempre que o movimento natural da massa, resultante da ação da força da gravidade, é impedido pela presença de fôrmas ou de barras da armadura,
Retração do concreto	Acontece por conta de erros na fase de projeto ou execução, relacionados a falta de detalhamento ou consideração de tal comportamento natural da massa.
Deficiências de execução	Se origina por erros ocorridos na fase de execução de projeto.
Reações expansivas	Surge por conta da formação de um gel expansivo dentro da massa de concreto.
Corrosão de armaduras	Ocorre devido a deterioração dos elementos de aço presentes na estrutura, podendo gerar perda de aderência do concreto, que pode gerar outros defeitos, como a desagregação dele.
Recalques diferenciais	O recalque ocorre por conta de na interação solo-estrutura. Diante disso, a fissuração acontece devido a capacidade da estrutura assimilar ou não tal evento.
Ações aplicadas	Resulta de ações aplicadas localizadamente, como por introdução de esforços de protensão, ou ainda pela carga de vigas ou pilares, consideradas como cargas concentradas

FONTE: Souza e Ripper, 1998.

Logo o processo de fissuração pode se apresentar durante toda a vida útil da construção, desde a sua concepção a sua utilização. Além disso, as fissuras podem ser classificadas de duas maneiras ativas ou passivas.

[...] ativas classificam-se como sendo as trincas que ainda se movimentam, alterando assim suas dimensões no decorrer do tempo. Já as trincas passivas são aquelas que podem ficar estabilizadas por anos, sem se quer observar-se alterações em suas dimensões, tanto na forma, quanto em sua largura e abertura. (JUNIOR, 2006 *apud* HEERDT et. al, 2016).

Dessa maneira, assim como diz Souza e Ripper, 1988, quanto a identificação das fissurações: “é necessário desenvolver análises consistentes, que incluam a mais correta determinação da configuração das fissuras, bem como da abertura - e de sua

variação ao longo do tempo —, da extensão e da profundidade das mesmas”. Com isso, pode-se traçar a tratativa mais adequada para a resolução do problema. No que tange a isso, os mesmos autores descrevem:

“O tratamento de peças fissuradas está diretamente ligado à perfeita identificação da causa da fissuração, ou, dito de outra forma, do tipo de fissura com que se está a lidar, particularmente no que diz respeito à atividade (variação de espessura) ou não da mesma, e da necessidade ou não de se executar reforços estruturais.

A formulação do tratamento poderá ainda ser merecedora de alguns ajustes em função da existência ou não de rede de fissuras [...] e da penetração da fissura no elemento estrutural, ou seja, da superficialidade ou profundidade da fissura.

[...] se tratando de fissuras ativas, deve-se promover a vedação, cobrindo os bordos externos da mesma e, eventualmente, preenchendo-a com material elástico e não resistente. [...] Já nos casos passivos, para além do estabelecimento do dispositivo protetor, há que se garantir que a peça volte a funcionar como um todo, monoliticamente, ou seja, há que se fechar a fissura, o que é conseguido pela injeção de um material aderente e resistente, normalmente resina epoxídica.” (Souza e Ripper, 1988)

Como já foi citado anteriormente, anomalias como as fissuras, trincas e rachaduras são diferenciadas por conta de suas dimensões e/ou causas (IBAPE/SP, 2011). No que tange a esse contexto, relacionando as causas para o surgimento dessas anomalias, tendo em vista o exposto, tem-se que as fissuras são deformações que podem afetar a superfície da estrutura, sendo capaz de deixá-la mais vulnerável a ação de agentes agressivos (GONÇALVES, 2015).

“Já no caso de trinca e rachadura, sua patologia tem origem diretamente relacionada com problemas estruturais geralmente graves, devido as fundações mal calculadas ou solo incorreto, cálculo estrutural errado e dimensionamento errado da ferragem. (FORÚM DA CONSTRUÇÃO, 2016 *apud* HEERDT et. al, 2016).

Sendo assim, pode-se dizer que quanto maior a amplitude da referida manifestação patológica, maior poderá ser a sua severidade, por isso se faz importante o tratamento precoce de tais problemas, haja vista que, conforme descreve FIGUEIREDO et. al, 2012 *apud* HEERDT et. al, 2016 “[...] toda rachadura tem seu

início a partir de uma fissura, por isso deve-se ficar atento e observar se há ou não evolução do problema ao longo do tempo, ou se a fissura permanece estável”. Logo, a diferenciação do tipo de abertura é essencial para a escolha da metodologia de análise e posterior tratativa que será aplicada. Para exemplificar, segue abaixo nas figuras 2, 3 e 4 a ilustração de alguns dos defeitos comumente encontrados em estruturas de concreto.

Figura 2 - RACHADURA APARENTE EM ESTRUTURA DE CONCRETO.



FONTE: Blog – Patologia da Construção, 2021.

Figura 3 - CORROSÃO DE ARMADURA GERANDO A DESAGREGAÇÃO DO CONCRETO.



FONTE: MaxFiber, 2016.

Figura 4 - FISSURA CAUSADA POR RECALQUE.



FONTE: ELBRIDGE, 1982 *apud* LIMA, 2020.

4.2.2 Outros fenômenos patológicos

Além das manifestações relacionadas a fissurações e suas possíveis evoluções para trincas e rachaduras, afetando o conceito estrutural da edificação, existem outras manifestações patológicas, que conforme dizem HEERDT et al. (2016), as mesmas devem ser tratadas de maneira rigorosa, pois podem gerar uma sequência de eventos, alcançando defeitos estruturais graves.

- **Infiltrações**

Segundo ZAMBONI (2013) *apud* HEERDT et al., 2016:

As infiltrações podem surgir por muitos motivos, como estrago nas tubulações, pisos danificados, rejunte mal executado, pisos inadequados para área molhada que absorvem água, esquadrias externas mal feitas, falta de proteção em alvenarias externas no 1º pavimento, telhados danificados, além das impermeabilizações com danos nas áreas externas. As infiltrações são mais comuns nas áreas mais molhadas da casa, como cozinha, banheiro, varanda, garagem, já que estão em maior contato com a água e solventes químicos, que agredem as proteções contra infiltrações.

Dessa forma, observa-se como cita o autor, que essa manifestação patológica pode se apresentar em diferentes áreas da edificação, a exemplo disso, tem-se uma de suas formas de manifestação ilustrada na figura 5.

Figura 5 - INFILTRAÇÃO APARENTE EM PAREDES GERANDO O DESGATE DE MATERIAL.



Fonte: La Presse, 2013.

- **Desagregação do concreto**

Souza e Ripper (1998), definem esse termo como:

Deve-se entender como desagregação a própria separação física de placas ou fatias de concreto, com perda de monolitismo e, na maioria das vezes, perda também da capacidade de engrenamento entre os agregados e da função ligante do cimento. Como consequência, tem-se que uma peça com seções de concreto desagregado perderá, localizada ou globalmente, a capacidade de resistir aos esforços que a solicitam.

Ainda segundo os mesmos autores supracitados, “a desagregação do material é um fenômeno que frequentemente pode ser observado nas estruturas de concreto, causado pelos mais diversos fatores”. Dentre essas fontes, podemos citar alguns exemplos que causam tal anomalia:

1. Fissuras – Já citada anteriormente, essa manifestação pode gerar quebras na estrutura de concreto, ocasionando em deslocamento de elementos dela. Dessa maneira, além do quesito estético, com a desagregação destes, as armaduras da estrutura podem ficar aparentes o que pode auxiliar no desenvolvimento de outras anomalias, como a corrosão do aço.
2. Movimentação de formas - Sobre isso, destacam-se os casos de criação de juntas de concretagem não previstas, devido o deslocamento lateral das formas, da fuga de cimento ou das existências de fendas nesses elementos,

provocando a segregação do concreto, gerando assim a sua desagregação, segundo SOUZA e RIPPER (1998).

3. Ataques Biológicos – “várias são as ações biológicas (raízes de vegetação, microrganismos etc.) que, ao penetrarem no concreto e acharem o ambiente próprio ao seu desenvolvimento, vêm a ocupar o espaço dentro de uma massa estrutural, gerando tensões internas e fraturando o concreto.” SOUZA e RIPPER (1998). A exemplo disso tem-se a figura 6, ilustrando tal manifestação.

Figura 6 - VEGETAÇÃO CRESCENDO EM JUNTA DE DILATAÇÃO DE UM VIADUTO.



Fonte: Jung, 2011 *apud* Pase, 2017.

- **Perda de aderência**

De acordo com Souza e Ripper (1998), “A perda de aderência é um efeito que pode ter consequências ruinosas para a estrutura, e pode ocorrer entre dois concretos de idades diferentes, na interface de duas concretagens, ou entre as barras de aço das armaduras e o concreto”. Sendo assim, esse evento impacta diretamente a resistência e durabilidade da estrutura de concreto, pois a sua manifestação pode estar relacionada a defeitos gerados na execução, ou a falhas presentes ou em desenvolvimento nos elementos de aço.

Para os mesmos autores, os cenários citados relativos ao surgimento desses problemas, se relaciona com a perda de aderência entre dois concretos de idades diferentes, sendo ocasionados devido a sujeira durante a concretagem entre as superfícies a serem concretadas ou a falta de preparo da junta de concretagem

adjunto com o elevado espaço de tempo entre as concretagens, citando além desses, o surgimento de trincas que podem gerar tal anomalia.

Outrossim, defeitos presentes na armadura podem gerar a perda de aderência do concreto e sobre isso, Souza e Ripper (1998), citam alguns agentes que causam o esse problema, relacionado a perda entre concreto e aço e são ilustrados na figura 7.

- Corrosão do aço;
- Corrosão do concreto;
- Dilatação ou retração das armaduras;
- Aplicação de inibidores de corrosão.

Figura 7 - DEFEITOS EM JUNTAS DE CONCRETAGEM GERANDO PERDA DE ADERENCIA E EXPOSIÇÃO DE ARMADURA.



FONTE: Mapa da Obra, 2016.

5. TESTES DE PROVA DE CARGA

5.1 Contexto histórico e normativas

Em um contexto histórico, assim como as técnicas construtivas se desenvolveram, os testes e a necessidade de se assegurar que as estruturas erguidas suportariam as cargas atuantes sobre ela, garantindo segurança e confiabilidade a obra, foram criadas e desenvolvidas até os dias atuais, métodos práticos e analíticos para a verificação da atuação dos esforços sobre determinados elementos estruturais.

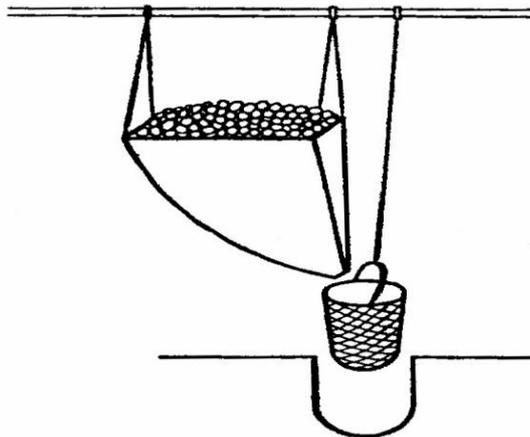
Devido o desenvolvimento das sociedades houve a necessidade de se conhecer mais a fundo as edificações que eram levantadas, por esses motivos os testes de carga em estruturas passaram a se desenvolver. Tendo em vista o exposto, o desenrolar dessas técnicas iniciou-se no período renascentista, em que estudiosos

como Leonardo da Vinci e Galileo Galilei, fizeram a documentação de alguns testes realizados em estruturas com o objetivo de estudar tensões atuantes sobre elas.

Segundo Timoshenko (1953) *apud* OLIVEIRA (2006), Leonardo da Vinci foi o primeiro a documentar um ensaio de carga atuantes em uma estrutura de ferro de diferentes dimensões, com o objetivo de verificar a carga máxima que esta suportaria. Seguindo dele, Galileo Galilei apresentou alguns trabalhos relacionados a esse campo de estudo, a fim de verificar a atuação das cargas sobre determinada estrutura. Ainda segundo o autor supracitado, em seus estudos relacionados a mecânica dos materiais, ao analisar as estruturas e realizar considerações de como são feitas e qual a sua resistência, Galileo conclui empiricamente que a resistência de uma barra é proporcional à sua área de seção transversal e é independente do comprimento.

Com isso, estão expostos a seguir, os testes realizados por esses estudiosos, dando início ao campo de estudos sobre as cargas e as ações que elas causam nas estruturas, por meio de testes e métodos analíticos e práticos, a respeito disso tem-se o teste realizado por Da Vinci, ilustrado na figura 8.

Figura 8 - TESTE DE CARREGAMENTO REALIZADO POR LEONARDO DA VINCI.

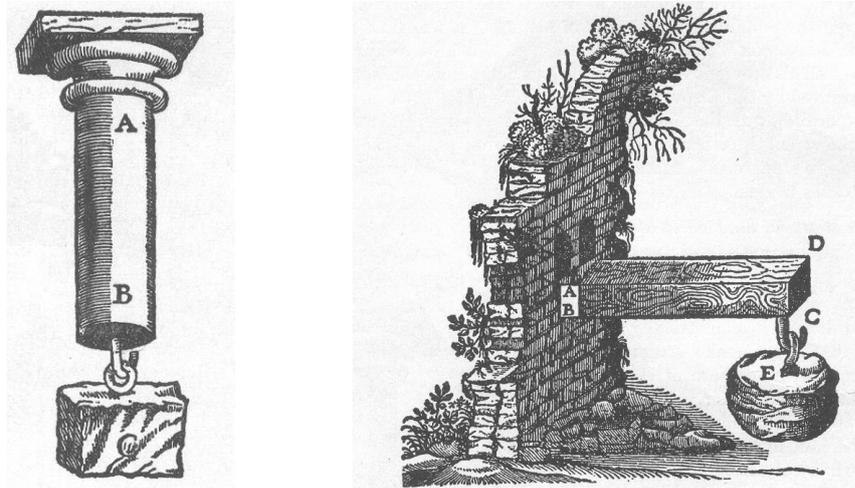


FONTE: TIMOSHENKO, 1953 *apud* OLIVEIRA, 2006.

O teste realizado por Da Vinci se dá através da aplicação de uma carga em sacos de areia, que foram colocados sobre barras de ferro, que eram substituídas durante o teste variando suas dimensões, bem como as amplitudes das cargas atuantes. Tal teste era destrutivo, ou seja, o ensaio ocorria até que houvesse o rompimento da barra de ferro, sendo verificados nesse momento a dimensão e a carga atuante no momento de ruptura. Já Galileo Galilei, objetivou em seus testes a

verificação do comportamento das estruturas por meio da distribuição dessas tensões sobre ela, como mostra a figura 9.

Figura 9 - TESTES DE TENSÕES REALIZADOS POR GALILEO GALILEI.



FONTE: TIMOSHENKO, 1953 *apud* OLIVEIRA, 2006.

A partir disso, desenvolveram-se ao longo do tempo estudos, que nortearam as parametrizações e normativas que atualmente estabelecem diretrizes que auxiliam na realização e análise dos dados relacionados aos testes de desempenho estruturais. Ainda sobre seu contexto histórico, OLIVEIRA (2006), expõe uma linha do tempo desenvolvida por HALL e TSAI (1989) em seu artigo *Load testing, structural reliability and test evaluation* (Teste de carga, confiabilidade estrutural e avaliação de testes), ele está disposto a seguir no quadro 6.

Quadro 6 - HISTÓRICO DOS TESTES DE CARREGAMENTO POR HALL E TSAI (1989).

Período	Prática de engenharia	Testes de carga vs cálculos
Antiguidade	Uma arte passada de construtor para construtor (experiência).	Intuição, tentativa e erros. Pouco uso de testes de carga e/ou cálculos.
Renascimento	Primeiras tentativas de padronização de testes e procedimentos de dimensionamento (compressão, tração, flexão).	Testes de carregamento utilizados para calibrar modelos teóricos de resistência.
Séc. XIX	Manuais que davam pequenas informações sobre a resistência dos materiais (elevados coeficientes de incerteza).	Torna-se usual o emprego de procedimentos padrão para testes de carregamento, principalmente destinados à caracterização de materiais. Procedimentos de dimensionamento pouco desenvolvidos.

Início do séc. XX	Primeiros equipamentos de ensaios para caracterização de materiais (Irmãos Wright e indústria Automobilística) Primeiros códigos de normalização (ASTM).	Grande incremento na utilização de testes de carregamento em elementos estruturais e estruturas. Grande desenvolvimento de procedimentos analíticos de dimensionamento.
Atualidade	Uma ciência baseada em normalizações de comportamento resistente de materiais e procedimentos de dimensionamento.	Estruturas tipicamente projetadas mediante procedimentos analíticos padronizados. Testes de carregamento especificados e padronizados.

FONTE: HALL E TSAI, 1989 *apud* OLIVEIRA, 2006.

Assim, de acordo com OLIVEIRA (2006), em consonância com as ideias aqui apresentadas, os testes de carregamento em elementos estruturais realizados antigamente foram e são de suma importância para os estudos e métodos existentes atualmente, pois tais estudos, fundamentados em modelos empíricos, nortearam o desenvolvimento dos métodos de análises acerca do comportamento e resistência dos materiais. Sendo assim, o homem passa a utilizar de tais recursos para estudar e categorizar o desempenho estrutural através de análises matemáticas e práticas, por meio dos testes de prova de carga realizados na estrutura ou em partes isoladas dela.

Decorrente disso, diversas diretrizes surgiram e com isso esses testes foram padronizados, atingindo graus de complexidade cada vez mais elevados e conseqüentemente, análises estruturais mais precisas. Com isso, surgem normativas como a NBR 9607/2019 que trata de provas de carga estáticas em estruturas de concreto, estabelecendo seus requisitos e procedimentos, e tal normativa define prova de carga como sendo um conjunto de atividades destinadas a analisar o desempenho de uma estrutura por meio da medição e controle de efeitos causados pela aplicação de ações externas de intensidade e natureza previamente estabelecidas. Ainda mais a recomendação espanhola EHE (1998) *apud* OLIVEIRA (2006), conceitua prova de carga como instrumentos válidos de efetivo estabelecimento de parâmetros de dimensionamento de estruturas, tais como distribuição de carregamentos, rotações de apoio e deslocamentos verticais máximos. Assim, a difusão desses conceitos é desenvolvida dentro das normativas existentes nacional e internacionalmente.

Segundo OLIVEIRA (2006), existem dois tipos de prova de carga, sendo eles, a prova de carga estática que ocorre por meio da observação do comportamento da estrutura sob a atuação de uma carga estática, além disso, tal teste pode ser classificado em dois tipos de ensaios, os destrutivos, que como o próprio nome induz, leva a estrutura até o seu esforço limite último de carregamento, e os ensaios não

destrutivos, em que são aplicadas cargas dentro dos limites de serviço da estrutura, permitindo que a mesma possa ser utilizada novamente. Por conseguinte, tem-se também a prova de carga dinâmica, que diferente da anterior, consiste na vibração e observação do comportamento da estrutura.

Diante do exposto, tais ensaios tem como objetivo analisar o comportamento real da estrutura, quando ela está sob a influência de cargas. Assim, os testes de carregamento devem ser realizados com o intuito de se alcançar uma finalidade já estabelecida, e isso irá definir os critérios de aplicação de cargas. Diante disso, a normativa brasileira NBR 9607/2019, estabelece duas condições para tal:

1. Utilização prevista para a estrutura;
2. Estado limite de serviço (ELS), relativo a deformações e fissurações existentes.

Acerca disso, a norma também define em quais condições esses testes devem ser aplicados, instituindo alguns critérios, sendo eles:

- a) aceitação da estrutura;
- b) alterações das condições de utilização da estrutura;
- c) fases construtivas que acarretam solicitações excepcionais em parte da estrutura;
- d) falta total ou parcial de elementos de projeto;
- e) desconhecimento das condições construtivas;
- f) estudo do comportamento/desempenho da estrutura;
- g) dimensões, qualidade e/ou quantidades dos materiais que não atendam aos requisitos de projeto;
- h) passagem de conjuntos transportadores de cargas especiais indivisíveis.

(ABNT NBR 9607, 2019).

Sobre esses critérios, em seu trabalho, OLIVEIRA (2007), destaca os requisitos que outras normativas internacionais definem sobre a aplicabilidade desses ensaios, conforme está exposto no quadro 7 a seguir.

Quadro 7 - CRITÉRIOS DE APLICAÇÃO DA PROVA DE CARGA PARA
NORMATIVAS INTERNACIONAIS.

NORMA	CRITÉRIOS DE APLICABILIDADE
ACI – 318 (2002)	Indicada quando existem dúvidas em relação à segurança da estrutura ou partes dela.
RILEM TBS-2 (1984)	Executados sempre que se necessite obter conhecimento do comportamento real de parte ou de uma estrutura completa, quando carregada.
AS 3600 (2001)	Deve ser executada em circunstâncias especiais e no caso de estruturas (protótipos) com procedimentos de dimensionamento não englobados pelos códigos vigentes.
EHE (1998)	Recomenda uma prova de carga visando à segurança estrutural e classifica os testes de carregamento em três categorias, de acordo com sua finalidade: Provas de Carga Regulamentares, como Informações Complementares e para Avaliar a Capacidade Resistente.

FONTE: OLIVEIRA, 2007.

OLIVEIRA (2007) discorre que no Brasil, não existe a obrigatoriedade para a realização da prova de carga em estruturas de concreto, desde que ela tenha sido construída conforme as especificações presentes no projeto e utilizando todos os materiais ora indicados. No entanto, no caso de um imóvel já construído e que haja o objetivo de direcioná-lo para uma nova utilização, o teste deve ser realizado.

Para a realização dos testes deve-se determinar alguns parâmetros, como por exemplo a intensidade dos carregamentos e outros itens, conforme são descritos nos itens 6.1 que trata das generalidades relacionadas a esses ensaios e o item 6.2 que estabelece as diretrizes para o dimensionamento dos carregamentos de prova, como estão expostos nas figuras 10 e 11.

Figura 10 - REQUISITOS PARA O ESTABELECIMENTO DOS CARREGAMENTOS.

6.1 Requisitos gerais

É condição necessária para a execução de uma prova de carga a realização de estudos teóricos prévios que determinem os critérios de ensaio, como:

- a) determinação da capacidade portante da estrutura;
- b) dimensionamento do carregamento;
- c) escolha dos efeitos e pontos da estrutura a serem controlados;
- d) previsão teórica destes efeitos;
- e) tolerâncias dos desvios entre as medidas realizadas e as previsões teóricas para as medidas que devem ser adotadas como requisitos de aceitação;
- f) requisitos de aceitação ou liberação para as várias fases de carregamento, permanência de carga e descarregamento.

6.2 Dimensionamento do carregamento de prova

6.2.1 Generalidades

O carregamento deve ser dimensionado conforme as ABNT NBR 6118, ABNT NBR 6120, ABNT NBR 7187 e ABNT NBR 7188, de modo a submeter a estrutura, ou parte dela, às solicitações de intensidade previamente estabelecidas. No seu dimensionamento devem ser considerados:

- a) hipóteses de projeto;
- b) avaliações prévias relativas aos materiais, vinculações, restrições e estado de conservação da estrutura, conforme as prescrições da Seção 5;
- c) finalidade do ensaio;
- d) classificação da prova de carga;
- e) parcelamento do carregamento;
- f) limitações dos efeitos do carregamento.

FONTE: ABNT NBR 9607, 2019.

Figura 11 - CÁLCULOS PARA A DETERMINAÇÃO DAS CARGAS.

6.2.2 Prova de carga em estruturas de edificações e passarelas para pedestres

Para estruturas de edificações e passarelas para pedestres, adotar o seguinte carregamento:

$$P_{\text{ensaio}} = 0,85.[1,35.(G - G_0) + 1,5.Q] - G_1$$

Sendo

$$G = G_0 + G_1 + G_2$$

onde

- G representa as ações permanentes totais;
- P_{ensaio} é a carga a ser aplicada na prova de carga;
- G_0 representa as ações permanentes devidas ao peso próprio;
- G_1 representa as ações permanentes atuantes no momento do ensaio, exceto o peso próprio;
- G_2 representa as ações permanentes adicionais, previstas ao longo da vida útil da estrutura;
- Q representa as ações variáveis previstas ao longo da vida útil da estrutura.

FONTE: ABNT NBR 9607, 2019.

Após determinação desses valores e o estabelecimento das condições mínimas para a realização dos testes, deve-se ter como referência os critérios e valores estabelecidos pela ABNT NBR 6118 (2014), que institui os dados relacionados aos deslocamentos-limites que se pode obter durante a realização do dito ensaio, como ilustram as figuras 12 e 13.

Figura 12 - DEFINIÇÃO DOS DESLOCAMENTOS LIMITES.

13.3 Deslocamentos-limites

Deslocamentos-limites são valores práticos utilizados para verificação em serviço do estado-limite de deformações excessivas da estrutura. Para os efeitos desta Norma, são classificados nos quatro grupos básicos a seguir relacionados:

- a) aceitabilidade sensorial: o limite é caracterizado por vibrações indesejáveis ou efeito visual desagradável. A limitação da flecha para prevenir essas vibrações, em situações especiais de utilização, deve ser realizada como estabelecido na Seção 23;
- b) efeitos específicos: os deslocamentos podem impedir a utilização adequada da construção;
- c) efeitos em elementos não estruturais: deslocamentos estruturais podem ocasionar o mau funcionamento de elementos que, apesar de não fazerem parte da estrutura, estão a ela ligados;
- d) efeitos em elementos estruturais: os deslocamentos podem afetar o comportamento do elemento estrutural, provocando afastamento em relação às hipóteses de cálculo adotadas. Se os deslocamentos forem relevantes para o elemento considerado, seus efeitos sobre as tensões ou sobre a estabilidade da estrutura devem ser considerados, incorporando-as ao modelo estrutural adotado.

FONTE: ABNT NBR 6118, 2014.

Figura 13 - LIMITES PARA DESLOCAMENTO - NBR 6118/14.

Tabela 13.3 – Limites para deslocamentos				
Tipo de efeito	Razão da limitação	Exemplo	Deslocamento a considerar	Deslocamento-limite
Aceitabilidade sensorial	Visual	Deslocamentos visíveis em elementos estruturais	Total	$l/250$
	Outro	Vibrações sentidas no piso	Devido a cargas acidentais	$l/350$
Efeitos estruturais em serviço	Superfícies que devem drenar água	Coberturas e varandas	Total	$l/250^a$
	Pavimentos que devem permanecer planos	Ginásios e pistas de bolche	Total	$l/350 + \text{contraflecha}^b$
	Elementos que suportam equipamentos sensíveis	Laboratórios	Ocorrido após nivelamento do equipamento	$l/800$
Efeitos em elementos não estruturais	Paredes	Avenaria, cablhos e revestimentos	Após a construção da parede	$l/500^c$ e 10 mm e $\theta = 0,0017 \text{ rad}^d$
		Divisórias leves e cablhos telescópicos	Ocorrido após a instalação da divisória	$l/250^c$ e 25 mm
		Movimento lateral de edifícios	Provocado pela ação do vento para combinação frequente ($\Psi_1 = 0,50$)	$H/1700$ e $H/850^e$ entre pavimentos ^f
		Movimentos térmicos verticais	Provocado por diferença de temperatura	$l/400^g$ e 15 mm

Efeitos em elementos não estruturais	Forros	Movimentos térmicos horizontais	Provocado por diferença de temperatura	$H/500$
		Revestimentos colados	Ocorrido após a construção do forro	$l/350$
Pontas rolantes	Desalinhamento de trilhos	Revestimentos pendurados ou com juntas	Deslocamento ocorrido após a construção do forro	$l/175$
		Deslocamento provocado pelas ações decorrentes da frenagem	$H/400$	

Efeitos em elementos estruturais	Afastamento em relação às hipóteses de cálculo adotadas	Se os deslocamentos forem relevantes para o elemento considerado, seus efeitos sobre as tensões ou sobre a estabilidade da estrutura devem ser considerados, incorporando-os ao modelo estrutural adotado.
----------------------------------	---	--

^a As superfícies devem ser suficientemente inclinadas ou o deslocamento previsto compensado por contraflechas, de modo a não se ter acúmulo de água.

^b Os deslocamentos podem ser parcialmente compensados pela especificação de contraflechas. Entretanto, a atuação isolada da contraflecha não pode ocasionar um desvio do plano maior que $l/350$.

^c O vão l deve ser tomado na direção na qual a parede ou a divisória se desenvolve.

^d Rotação nos elementos que suportam paredes.

^e H é a altura total do edifício e H_0 o desnível entre dois pavimentos vizinhos.

^f Esse limite aplica-se ao deslocamento lateral entre dois pavimentos consecutivos, devido à atuação de ações horizontais. Não podem ser incluídos os deslocamentos devidos a deformações axiais nos pilares. O limite também se aplica ao deslocamento vertical relativo das extremidades de lintéis conectados a duas paredes de contraventamento, quando H_0 representa o comprimento do lintel.

^g O valor l refere-se à distância entre o pilar externo e o primeiro pilar interno.

NOTAS

1 Todos os valores-limites de deslocamentos supõem elementos de vão l suportados em ambas as extremidades por apoios que não se movem. Quando se tratar de balanços, o vão equivalente a ser considerado deve ser o dobro do comprimento do balanço.

2 Para o caso de elementos de superfície, os limites prescritos consideram que o valor l é o menor vão, exceto em casos de verificação de paredes e divisórias, onde interessa a direção na qual a parede ou divisória se desenvolve, limitando-se esse valor a duas vezes o vão menor.

3 O deslocamento total deve ser obtido a partir da combinação das ações características ponderadas pelos coeficientes definidos na Seção 11.

4 Deslocamentos excessivos podem ser parcialmente compensados por contraflechas.

FONTE: ABNT NBR 6118, 2014.

Decorrente disso, a NBR 9607/2019 estabelece dentro do quesito de limites de deslocamentos, o deslocamento residual – item necessário para a aprovação da prova de carga – definido pela equação:

$$\Delta r = \Delta / 4$$

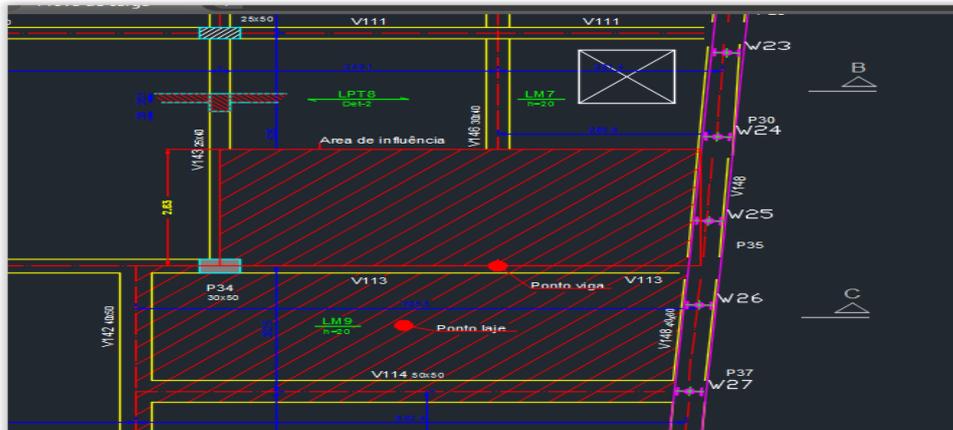
Δr – deslocamento residual: medido após o descarregamento da estrutura;

Δl – deslocamento máximo: obtido após a aplicação da carga de ensaio.

Além desses requisitos deve-se levar em consideração o aparecimento de fissuras e/ou outros defeitos na estrutura durante o processo de carregamento. Os limites relacionados a abertura de fissuras ou similares é definido pela NBR 6118/2014, em que elas não podem exceder valores entre 0,2 mm e 0,4 mm., quando estão sob a ação das tensões atuantes. Com isso, tem-se que o objetivo dessas análises é de determinar os efeitos dessas ações, com a intenção de verificar os estados limites-últimos e de serviços das estruturas em questão. Tendo isso em vista, conforme descreve o item 7.1 da NBR 9607/2019, o desempenho da prova de carga depende diretamente da perfeita coordenação entre a aplicação do carregamento da estrutura, medição dos efeitos, análise imediata dos resultados e liberação das etapas

de execução que irão se suceder, sendo essas etapas executadas conforme ilustram as figuras 14, 15 e 16 a seguir.

Figura 14 - DEFINIÇÃO DOS PONTOS DE CARREGAMENTO.



FONTE: ALMEIDA GUIMARÃES, 2021.

Figura 15 - ETAPA DE CARREGAMENTO EM LAJE E VIGA.



FONTE: ALMEIDA GUIMARÃES, 2021.

Figura 16 - EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO - TRENA A LASER, TRENA CONVENCIONAL E RELÓGIO COMPARADOR DIGITAL.



FONTE: ALMEIDA GUIMARÃES, 2021

6. METODOLOGIA

Esse trabalho teve como visão realizar uma pesquisa com o objetivo de explicar o que são os testes de prova de carga conforme é descrito na normativa que o rege, a NBR 9607/2019, através de uma pesquisa aplicada aos métodos de avaliações de imóveis dentro do mercado imobiliário brasileiro apresentando de forma sucinta as normativas que estabelecem as diretrizes necessárias para a realização dessas atividades dentro desse setor econômico.

Sendo assim, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, trazendo definições por meio da utilização de estudos já publicados em artigos, leis, normativas e afins, esses citados dentro do desenvolvimento desta pesquisa, explanando os conceitos de maneira descritiva, extraídos por meio de pesquisa qualitativa, ou seja, realizando análises teóricas acerca dos dados coletados sobre a temática em questão.

Além disso, realizou-se uma entrevista com o Engenheiro Civil e especialista em estruturas de concreto armado de edifícios de médio e grande porte, o Sr. Sergio de Almeida, proprietário e responsável técnico pela empresa Almeida Guimarães, empresa atuante no setor de engenharia civil e sediada no estado de São Paulo. Tal entrevista foi realizada através de ligação, sendo realizada com o objetivo de conhecer melhor os testes de prova de carga e como eles são aplicados às estruturas de concreto armado, assim proporcionando a junção dos conhecimentos atribuídos por meio da revisão bibliográfica, com a aplicação prática, haja vista que esta é uma empresa que realiza esses estudos.

Dado o exposto, mediante o estabelecimento do referencial teórico e os conceitos de aplicações práticas das metodologias estudadas, foi dado desenvolvimento a esse estudo, a fim de estabelecer uma nova visão no que tange a avaliação de imóveis que estão sendo comercializados dentro do mercado imobiliário brasileiro.

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O ramo Imobiliário é um campo de significativa dinâmica dentro do setor terciário, já que a relação custo de construção e venda, possuem algumas variáveis, como a volatilidade nos preços de materiais, excesso de casas a venda ou a baixa demanda por imóveis, que geram mudanças contínuas dentro do mercado. No que tange a venda de imóveis, existem certas dificuldades em termos de avaliação, principalmente por conta das diferentes características que eles possuem. Decorrente a isso, esses bens são avaliados por meio de métodos analíticos e estatísticos, pautados na observação, em que esses imóveis são examinados de maneira subjetiva, utilizando-se também de dados como valores de negociações dentro da região em que a edificação está inserida para a determinação de seus valores.

Ademais, tem-se que o constate desenvolvimento das tecnologias, aliadas com a evolução dos processos construtivos e aprimoramento dos materiais de construção, junto a um mercado cada vez mais competitivo, tem incentivado a construções de edificações mais econômicas e esbeltas ao longo do tempo. Contudo, o progresso do setor industrial em conjunto com o aumento das grandes metrópoles, auxiliou na elevação dos níveis de poluição urbana, expondo cada vez mais as edificações a agentes prejudiciais à sua estrutura.

Com isso, seguindo esse conceito ligado ao mercado imobiliário, tem-se o campo de estudo da Engenharia de Avaliações, área essa que realiza a união de conhecimentos ligados a engenharia civil, demais setores ligados a construção civil e outros campos das ciências, com o objetivo de determinar de uma forma técnica o valor de um bem, de seus direitos, frutos e custos contribuindo para a tomadas de decisões a respeito dos valores ligados a esses bens, independentes de sua natureza.

Tendo em vista o que foi apresentado anteriormente, observa-se que os métodos utilizados para a avaliação de bens para venda dentro do mercado imobiliário, são pautadas em análises estatísticas e visuais. Assim, é levado em conta para a avaliação e determinação de valores, aspectos relacionados a estética, localização, proximidade de locais de importância significativa, como shoppings, hospitais, praças, cursos d'água e outros. Além disso, faz-se também um apanhado dos valores negociados em imóveis da região em que o objeto de estudo está inserido, para que haja uma determinação mais aproximada dos valores.

Contudo, não são inclusas análises estruturais desses imóveis, porém, apesar de não existir a obrigatoriedade de realização das análises estruturais durante o processo de avaliação imobiliária, as normativas que regem e estabelecem os métodos de avaliações como a NBR 14.653-2/2011, criam vínculos com outras normas que trazem à tona a necessidade de se realizarem estudos prévios sobre os elementos estruturais da edificação em questão. Tendo isso em vista, durante a caracterização do imóvel avaliando, a norma citada anteriormente estabelece certos critérios que devem ser observados, dentre eles estão a verificação das patologias e/falhas presentes na estrutura.

Sobre patologias, tem-se que ela se refere a uma ramificação de estudos dentro do campo da construção civil que busca entender as causas e origens dessas manifestações patológicas, a fim de se estabelecer as corretas tratativas para sanar tal problema. No Brasil, para esses fins, tem-se a NBR 13.752/1996 que trata sobre as perícias de engenharia na construção civil, estabelecendo parâmetros que devem ser observados acerca dos problemas identificados durante as inspeções visuais.

Diante do exposto, observa-se que a norma que rege os métodos que devem ser utilizados para a realização das análises imobiliárias, cita dentro dessas metodologias a necessidade de verificação de ocorrências das manifestações patológicas, que por sua vez, podem afetar características importantes para a estrutura, como sua resistência, que por sua vez traz agravos ao desempenho estrutural desses elementos, sendo assim, faz-se necessário a implantação de metodologias que visem garantir tal característica. Acerca disso, no Brasil existe um grupo de normas denominado de normas de desempenho, composto pelas NBR's 15.575, que trazem parâmetros que tem como objetivo, garantir a qualidade da estrutura do bem em análise.

Sobre isso, dentro de tal grupo de normas, tem-se a NBR 15.575-1/2021, que estabelece os requisitos gerais sobre desempenho estrutural e em seu requisito 6.1.2 determina como deve ocorrer a avaliação de desempenho de elementos estruturais, que em suma, se caracteriza como uma investigação, que visa interpretar o comportamento esperado de um sistema estrutural por meio da aplicação de métodos consistentes, ou seja, testes que estudem a estrutura e garantam o conhecimento das características desse sistema, visando garantir a integridade e qualidade do bem avaliando.

Dessa maneira, para garantir as características que visem o bom desempenho desses elementos estruturais, se faz necessário a utilização de métodos que proporcionem tais dados. Assim, sobre essas metodologias, tem-se os testes de prova de carga, regidos pela NBR 9607/2019 que é composto por atividades que tem por objetivo analisar o desempenho da estrutura, por meio da aplicação de cargas sobre o elemento em avaliação e acompanhamento do comportamento do mesmo durante o período de ensaio.

Sendo assim, analisando o exposto, tem-se que apesar de não haver diretamente a obrigatoriedade da realização de análises estruturais durante o período de avaliação imobiliárias, as normativas que regem essas atividades, indiretamente criam relações com outras normas já citadas, estabelecendo assim, a necessidade do estudo dos sistemas estruturais, a fim de conhecer e garantir o correto desempenho da estrutura do imóvel avaliando.

Dessa maneira, em uma análise geral, a aplicação dos testes de prova de carga e posterior análise dos resultados obtidos, garante maior segurança ao cliente, trazendo consigo um laudo, contendo informações sobre o comportamento da estrutura em relação as cargas atuantes na mesma. Além disso, tal estudo trará a implementação de um novo método a respeito das avaliações de imóveis para venda, ou seja, avaliações que contenham dados não apenas relacionados a estética, localização e demais fatores, mas também dados relacionados a resistência e confiabilidade da estrutura.

Tendo isso em vista, a análise estrutural é um passo de vital importância no que tange a avaliação de imóveis, principalmente quando o objetivo é realizar mudanças na estrutura e a aplicação de novos carregamentos a ela, pois através da mesma será possível identificar parâmetros importantes, como os estados de limites de serviço de maneira pratica, a qualidade dos materiais e observações inerentes ao seguimento da edificação durante a o projeto e execução, podendo assim indicar falhas não observadas em inspeções visuais.

8. CONCLUSÃO

O controle da qualidade no processo de confecção de uma edificação é de fundamental importância, pois por intermédio dele, pode-se garantir em grande parte que a estrutura construída é aceita em termos de desempenho, garantindo a confiabilidade para os clientes. Decorrente a isso, foram citados inúmeros problemas que podem ocorrer nas estruturas e que se ligam diretamente a essas falhas, ou seja, podem ser gerados problemas estruturais que se apresentam em curto ou longo prazo. Diante disso, tal edificação não proporcionaria um item crucial, a segurança.

Analisando os estudos e dados anteriormente expostos, as manifestações patológicas observadas durante as análises visuais de imóveis em avaliação, podem gerar riscos imensuráveis aos clientes, com isso a implementação de uma análise fundamentada em estudos práticos, que proporcionem a investigação e coleta de dados relacionados as ocorrências das manifestações patológicas, bem como a verificação da qualidade da estrutura que as apresenta é fundamental.

Desta forma, esse trabalho buscou apresentar os dados e metodologias ligados a avaliação de bens dentro do mercado imobiliário brasileiro que é regido por normas, como o grupo de normas NBR's 14.653 – Avaliação de bens e outras que direcionam e estabelece as diretrizes de como realizar essas avaliações. Contudo, foi observado que dentro dessas metodologias, não estão presentes as análises praticas ligadas a qualidade da estrutura e sua resposta a atuação das cargas.

Diante disso, se faz a orientação para a implementação do uso dos testes de prova de carga dentro dos procedimentos avaliatórios, a fim de identificar falhas “mascaradas” e ainda não aparentes. Bem como a verificação da qualidade dos meterias e componentes ligados a estrutura. Além disso, por meio desses testes é possível analisar se o empreendimento está de acordo com as diretrizes estabelecidas por outras normas brasileiras como, NBR 6118/2014 - Projeto de estruturas de concreto — Procedimento, NBR 6120/2019 - Ações para o cálculo de estruturas de edificações, NBR 5674/2012 – Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção, e outras, que estabelecem os critérios básicos que uma estrutura deve apresentar. Dessa forma, assegurando aquilo que foi anteriormente citado, o correto desempenho, garantindo durabilidade durante a vida útil e o mais importante, a segurança.

REFERÊNCIAS

ABNT - NBR 13.752/1996. **Perícias de engenharia na construção civil.** Disponível em: <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/27135/nbr13752-pericias-de-engenharia-na-construcao-civil>. Acesso em 08 de janeiro de 2021.

ABNT - NBR 14.037/2011. **Diretrizes para a elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para a elaboração e apresentação dos conteúdos.** Disponível em: <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/27172/nbr14037-diretrizes-para-elaboracao-de-manuais-de-uso-operacao-e-manutencao-das-edificacoes-requisitos-para-elaboracao-e-apresentacao-dos-conteudos>. Acesso em 10 de janeiro de 2022.

ABNT - NBR 14.653-1/2019. **Avaliação de bens – Parte 1: Procedimentos gerais.** Disponível em: <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/27261/nbr14653-1-avaliacao-de-bens-parte-1-procedimentos-gerais>. Acesso em 27 de outubro de 2021.

ABNT - NBR 14.653-2/2011. **Avaliação de bens – Parte 2: Imóveis Urbanos.** Disponível em: <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/27300/nbr14653-2-avaliacao-de-bens-parte-2-imoveis-urbanos>. Acesso em 27 de outubro de 2021.

ABNT – NBR 15.575-1/2021. **Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais.** Disponível em: <https://www.target.com.br/Pesquisa/Resultado.aspx?pp=16&c=40674>. Acesso em 24 de janeiro de 2022.

ABNT - NBR 5674/2012. **Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção.** Disponível em: <http://www.macedoadministradora.com.br/arquivos/leis/Norma%20ABNT%20NBR%205674.pdf>. Acesso em 18 de dezembro de 2021.

ABNT - NBR 6118/2014. **Projeto de estruturas de concreto — Procedimento.** Disponível em: https://www.galaxcms.com.br/up_arquivos/1149/NBR61182014-20190807180913.pdf. Acesso em: 27 de outubro de 2021.

ABNT - NBR 6120/2019. **Ações para o cálculo de estruturas de edificações.** Disponível em: https://www.academia.edu/40581002/ABNT_NBR_NORMA_BRASILEIRA_A%C3%A

7%C3%B5es para o c%C3%A1lculo de estruturas de edifica%C3%A7%C3%B5es Design loads for structures. Acesso em 27 de outubro de 2021.

ABNT - NBR 9607/2019. **Prova de carga estática em estruturas de concreto – Requisitos e procedimentos**. Disponível em: <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/36219/nbr9607-prova-de-carga-estatica-em-estruturas-de-concreto-requisitos-e-procedimentos>. Acesso em 27 de outubro de 2021.

ALMEIDA GUIMARÃES. **AVALIAÇÃO ESTRUTURAL PELO MÉTODO DE PROVA DE CARGA: DOCUMENTO DE ENGENHARIA**. São Paulo, 2021. Acervo empresarial. Acesso em 31 de outubro de 2021.

ANDRADE, Paloma Raquel Silva de. SILVA, Leila Brito da. SOTERO, Camila da Silva. **Estudo de patologias em uma residência térrea**. *Rev. Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento [online]*. 2020, Ano 05, Ed. 10, Vol. 17, pp. 158-172. ISSN: 2448-0959. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/residencia-terrea>. Acesso em 06 de setembro de 2021.

ANTONIAZZI, Juliana Pippi. **Patologia da construção: Abordagem e diagnóstico**. UFSM-RS, 2008. Disponível em: http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/documentos/PROJETO_TCC_JULIANA.pdf. Acesso em 09 de janeiro de 2022.

BRASIL. LEI Nº 4.380, DE 21 DE AGOSTO DE 1964. Institui a correção monetária nos contratos imobiliários de interesse social, o sistema financeiro para aquisição da casa própria, cria o Banco Nacional da Habitação (BNH), e Sociedades de Crédito Imobiliário, as Letras Imobiliárias, o Serviço Federal de Habitação e Urbanismo e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4380.htm. Acesso em 04 de janeiro de 2022.

BRASIL. LEI Nº 601 DE 18 DE SETEMBRO DE 1850. Dispõe sobre terras devolutas do império. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l0601-1850.htm. Acesso em 04 de janeiro de 2022.

BRASIL. LEI Nº DE 16 DE DEZEMBRO DE 1964. Dispõe sobre o condomínio em edificações e as incorporações imobiliárias. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4591.htm. Acesso em 06 de janeiro de 2022.

CBIC – Camara Brasileira da indústria da Construção. **Desempenho da Construção Civil em 2020 e perspectivas para 2021**. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2020/12/balanco-construcao-2020-2021.pdf>. Acesso em 24 de outubro de 2021.

CBIC – Camara Brasileira da indústria da Construção. **INDICADORES IMOBILIÁRIOS NACIONAIS – 2º TRIMESTRE DE 2021**. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2021/08/indppt2t2021.pdf>. Acesso em 24 de outubro de 2021.

FAVALE – Faculdade Vale do Aço. **MANUAL DE NORMAS E ORIENTAÇÃO PARA ELABORAÇÃO DE TRABALHOS ACADÊMICOS E CIENTÍFICOS**. FAVALE, 2020. Disponível em: <https://ensino.favale.edu.br/EDITAIS/2021/Manual%20de%20Normaliza%C3%A7%C3%A3o%20de%20Trabalhos%20Acad%C3%AAmicos%20da%20FAVALE%202021.pdf>. Acesso em 04 de abril de 2021.

FONSECA, Eliana Amorim C. **FISSURAS, TRINCAS, CAUSAS, PREVENÇÕES E TERAPIA EM EDIFICAÇÕES**. Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, 2009. Disponível em: <https://dspace.mackenzie.br/bitstream/handle/10899/184/Eliana%20Amorim%20Coutinho%20Fonseca1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 11 de janeiro de 2022.

FRAZÃO, Yuri Abas. SPOT – Patologia da Construção. **Fissura, Trinca, Rachadura ou Fenda?**. Disponível em: <https://spotcursos.com.br/blogs/patologia-da-construcao/posts/fissura-trinca-rachadura-ou-fenda>. Acesso em 04 de janeiro de 2022.

GONÇALVES, Eduardo Albuquerque Buys. **Estudo das patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações**. Rio de Janeiro: UFRJ/ ESCOLA POLITÉCNICA, 2015. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014879.pdf>. Acesso em 10 de janeiro de 2022.

HALL, W. Brent, TSAI, Maolin. **Load testing, structural reliability, and test evaluation / Teste de carga, confiabilidade estrutural e avaliação de testes**. Structural Safety, *Elsevier Science Publishers*, v.6, p. 285-302, 1989. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0167473089900283?via%3Dihub>. Acesso em 06 de janeiro de 2022.

HEERDT, Giordano Bruno; PIO, Vanessa Mafra; BLEICHVEL, Natália Cristina Thiem. **PRINCIPAIS PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. UNIASSELVI/ FAMESUL, 2016. Disponível em: <https://www.webartigos.com/artigos/principais-patologias-na-construcao-civil/146527>. Acesso em 10 de janeiro de 2022.

IBAPE – RJ. INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Disponível em: <http://ibape-rj.org.br/institucional/sobre-o-ibape-rj/>. Acesso em 06 de janeiro de 2022.

IBAPE NACIONAL. **ESTATUTO**. Disponível em: <http://www.ibape-nacional.com.br/documentos/estatuto/estatuto-1.pdf>. Acesso em 07 de janeiro de 2022.

IBAPE NACIONAL. **NORMA DE INSPEÇÃO PREDIAL NACIONAL**. Disponível em: <http://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2012/12/Norma-de-Inspe%C3%A7%C3%A3o-Predial-IBAPE-Nacional.pdf>. Acesso em 06 de janeiro de 2022.

IBAPE-SP. **NORMA DE INSPEÇÃO PREDIAL IBAPE/SP - 2011**. Disponível em: <https://www.ibape-sp.org.br/adm/upload/uploads/1602690838-NORMA-DE-INSPECAO-PREDIAL-2011.pdf>. Acesso em 06 de janeiro de 2022.

IFB – Instituto Federal de Brasília. **MANUAL DE PROCEDIMENTOS SOBRE AS AVALIAÇÕES DE BENS IMÓVEIS DO IFB**. Disponível em: <https://docero.com.br/doc/1cxnces>. Acesso em 31 de outubro de 2021.

IMOVELWEB. **5 ÓRGÃOS E SINDICATOS DO MERCADO IMOBILIÁRIO**. Disponível em: <https://www.imovelweb.com.br/noticias/socorretor/dicas-para-corretor/5-orgaos-e-sindicatos-do-mercado-imobiliario/>. Acesso em 21 de dezembro de 2021.

LACERDA, Evando de. et al. **EVOLUÇÃO HISTÓRICA DOS ENSAIOS DE PROVA DE CARGA / HISTORICAL EVOLUTION OF LOAD TEST**. *Rev. Construindo [online]*. Belo Horizonte, 2015, v. 15, n. 1. Disponível em: <http://revista.fumec.br/index.php/construindo/article/view/3948>. Acesso em 06 de setembro de 2021.

LIMA, Eduardo Moraes. **AVALIAÇÃO DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFÍCIOS ESCOLARES DE GOIÂNIA-GO: ESTUDO DE CASO EM ESCOLAS PÚBLICAS MUNICIPAIS**. Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Goiânia, 2020. Disponível em:

https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/892/1/Trabalho_TCC2_56_Eduardo.pdf. Acesso em 09 de janeiro de 2022.

LOTTERMANN, André Fonseca. **Patologias em estruturas de concreto: estudo de caso**.

LPE ENGENHARIA. **Qual a diferença entre fissura e trinca?**. Disponível em: <http://lpe.tempsite.ws/blog/index.php/qual-a-diferenca-entre-fissura-e-trinca/>. Acesso em 04 de janeiro de 2022.

MAPA DA OBRA. **Vazios de concretagem: saiba como evitar**. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/saiba-como-evitar-os-vazios-de-concretagem/>. Acesso em 06 de janeiro de 2022.

NADALINI, Ana Carolina Valerio. CARVALHO, Ednelson Teles de. **ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA VARIÁVEL INDEPENDENTE “VAGAS DE GARAGEM” NA DETERMINAÇÃO DO VALOR UNITÁRIO DO IMÓVEL**. XIX COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS. FOZ DO IGUAÇU, 2017. Disponível em: <https://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2017/08/055.pdf>. Acesso em 07 de janeiro de 2022.

NASCIMENTO, Kamylla Lima do. **Patologia das Construções: Investigação das origens das manifestações patológicas**. *Rev. IPOG – ESPECIALIZE [online]*. Goiania, 2018, v. 01, n. 16. ISSN 2179-5568. Disponível em: <https://ipog.edu.br/wp-content/uploads/2020/11/kamylla-lima-do-nascimento-1817470.pdf>. Acesso em 09 de janeiro de 2022.

NBR 15575 – 1/2013. **Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais**. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5660736/mod_folder/content/0/NBR%2015575/NBR15575-1.pdf?forcedownload=1. Acesso em 18 de dezembro de 2021.

OLIVEIRA, C. R. **Prova de carga em estruturas de concreto**. 2006. 129p. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/258259>. Acesso em 06 de setembro de 2021.

OLIVEIRA, Clayton Reis de; MORENO JUNIOR, Armando Lopes. **Considerações sobre prova de carga em estruturas de concreto**. *Rev. Esc. Minas [online]*. Ouro Preto, 2007, vol.60, n.1, p.29-36. ISSN 1807-0353. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rem/a/jtVBRQgsGQkNQvfDJvGHdTN/?lang=pt>. Acesso em 06 de setembro de 2021.

OLIVEIRA, Daniel Ferreira. **LEVANTAMENTO DE CAUSAS DE PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. UFRJ, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10007893.pdf>. Acesso em 07 de janeiro de 2022.

PASE, Marina Casarin. **MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO**. UFSM, Santa Maria - RS, 2017. Disponível em: <https://docplayer.com.br/79631661-Universidade-federal-de-santa-maria-centro-de-tecnologia-departamento-de-estruturas-e-construcao-civil-curso-de-graduacao-em-engenharia-civil.html>. Acesso em 06 de janeiro de 2021.

POSSAN, Edna. DEMOLINER, Carlos Alberto. **DESEMPENHO, DURABILIDADE E VIDA ÚTIL DAS EDIFICAÇÕES: ABORDAGEM GERAL**. *Rev. Técnico-científica do CREA-PR*. Paraná, 2013, v. 1. p. 1-14. ISSN 2358-5420. Disponível em: <http://creapr16.crea-pr.org.br/revista/sistema/index.php/revista/article/view/14>. Acesso em 06 de janeiro de 2022.

REIS, Matheus Nunes; OLIVEIRA, Jorge Antônio da Cunha; LIMA, Jocinez Nogueira. **AVALIAÇÃO, ANÁLISE E REFORÇO DA ESTRUTURA DE EDIFICAÇÃO EM CONCRETO ARMADO: ESTUDO DE CASO EM BRASÍLIA / EVALUATION, ANALYSIS AND STRUCTURAL REINFORCEMENT OF A CONCRETE BUILDING: CASE STUDY IN BRASÍLIA**. *Rev. Brazilian Journal of Development [online]*. Curitiba, 2019, vol. 05, n. 1. ISSN 2525-8761. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/3536>. Acesso em 06 de setembro de 2021.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PATOLOGIA. **Três mil anos de estudo: a história da patologia**. Disponível em: <http://www.sbp.org.br/tres-mil-anos-de-estudo-a-historia-da-patologia/>. Acesso em 10 de janeiro de 2022.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. **PATOLOGIA, RECUPERAÇÃO E REFORÇO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO**. São Paulo: Pini, 1998. Disponível em: <https://lucasmonteirosite.files.wordpress.com/2017/08/vicente-custc3b3dio-e-thomaz-ripper-patologia-recuperacao-e-reforco-de-estruturas-de-concreto.pdf>. Acesso em 07 de janeiro de 2022.

STEINER, Maria Teresinha Arns. et al. **Métodos estatísticos multivariados aplicados à engenharia de avaliações**. *Rev. Gestão e Produção [online]*. São Carlos, 2008, v. 15, n. 1, p. 23-32. ISSN: 1806-9649. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/c68Dkk4QhhQyv7KWQ6FRPCb/?lang=pt>. Acesso em 06 de setembro de 2021.

THIBAudeau, Carole. LA PRESSE. **Infiltrations d'eau: peut-on agir au printemps? / Infiltração de água: podemos agir na primavera?**. Disponível em: <https://www.lapresse.ca/maison/renovation/201304/02/01-4636727-infiltrations-deau-peut-on-agir-au-printemps.php>. Acesso em 06 de janeiro de 2022.

THOMAZ, Ercio. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção**. São Paulo: Editora Pini, 2001. Disponível em: <https://azdoc.tips/documents/tecnologia-gerenciamento-e-qualidade-na-construcao-5c18ed10eb7f0>. Acesso em 09 de janeiro de 2022.

WILPER ENGENHARIA LTDA. **Engenharia de Avaliações – Histórico**. Disponível em: <https://www.wilper.com.br/engenharia-de-avaliacoes.html>. Acesso em 07 de janeiro de 2022.

ZUCHETTI, Pedro Augusto Bastiani. **PATOLOGIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: INVESTIGAÇÃO PATOLÓGICA EM EDIFÍCIO CORPORATIVO DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA NO VALE DO TAQUARI/RS**. UNIVATES, Lajeado, 2015. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/939/1/2015PedroAugustoBastianiZuchetti.pdf>. Acesso em 07 de janeiro de 2022.