2020 ENTAC
XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

DIAGNÓSTICO DAS FALHAS E ANOMALIAS NO CICLO DE VIDADE UMA EDIFICAÇÃO

CAVALCANTE, Guilherme Fagner Sales (1); SANTANA, Carlos Lima de (2)

(1) Unifacisa, gfagner@gmail.com
(2) Unifacisa, csantana.eng@gmail.com

RESUMO

As anomalias e falhas que ocorrem em uma construção podem ter sido originadas nas etapas de projeto, execução e/ou uso-manutenção, seja por inobservância às exigências técnicas regulamentadoras ou devido à ausência dos controles de produção e recepção nos serviços que constituem um projeto de edificação, o qual, por sua vez, deve conter requisitos mínimos, como: segurança, habitabilidade e sustentabilidade. Nesse contexto, torna-se imprescindível desenvolver avaliações do comportamento em uso de edificações, a fim de identificar a possível ocorrência de irregularidades que possam, de repente, ocasionar redução dos níveis mínimos aceitáveis de desempenho, comprometendo deste modo a operação ideal da edificação para o fim a qual foi projetada. Deste modo, este estudo procura, através de inspeção visual, investigar a ocorrência de possíveis manifestações patológicas em uma edificação de uso comercial na cidade de Campina Grande-PB, buscando a identificação da origem da falha ou anomalia e o grau de risco, segundo critérios estabelecidos pelo Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias (IBAPE). Após a inspeção da edificação e análise dos dados coletados, constatou-se que a ocorrência das manifestações patológicas identificadas na edificação teve sua origem distribuída entre todas as etapas do processo construtivo e a etapa de uso-manutenção.

Palavras-chave: *Desempenho, falhas, anomalias, manifestação patológica, uso-manutenção, reparo.*

ABSTRACT

The anomalies and faults that occur in a construction may have its origin during the stages of design, execution and / or during its use, either due to non-compliance with the regulatory technical requirements or due to the absence of quality control services toward the construction process. The building project must contain minimum requirements, such as: safety, habitability and sustainability. In this context, it is essential to develop building behavioral evaluations in order to identify the possible occurrence of irregularities that may cause the unachievment of the minimum acceptable levels of performance, thus compromising the optimal operation of the building. Thus, this study applies visual inspection to investigate the possible occurrence of pathological manifestations in a building for commercial use in the city of Campina Grande-PB, aiming to identify the origin of the fault or anomaly and to determine the risk degree they represent , according to criteria established by the Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias (IBAPE). After the building inspection and analysis of the collected data, it was concluded that the pathological manifestations identified in the building had its origin during the construction process stages and also during the usage stage.

Keywords*: Performance, failures, anomalies, pathological manifestation, use-maintenance, repair.*

1 INTRODUÇÃO

A engenharia civil é um campo do conhecimento humano que se encontra em constante evolução devido ao aprimoramento das práticas construtivas e desenvolvimento de inovações tecnológicas. Entretanto, este desenvolvimento contínuo ainda tem apresentado insuficiências e limitações, principalmente no que diz respeito a inobservância das prescrições normativas, ausência de planejamento, vícios construtivos e ausência de atividades de manutenção durante a etapa de uso. Este último merece destaque pois, como está inerente na natureza dos materiais a deterioração - devido à ação climática, ação do tempo e as condições de uso - é praticamente inevitável a realização de algum tipo de manutenção durante a vida útil do edifício.

É salutar a manutenção preventiva e preditiva do edifício e de seus sistemas, tanto por razões funcionais, para garantir um ambiente salubre e adequado, quanto por razões econômicas, ao evitar custos não programados. Quanto a isso a NBR 5674 (ABNT, 2012) aborda a necessidade em estabelecer percentual entre 1% a 2%, ao ano, do custo total da construção para o desenvolvimento de ações de manutenibilidade, já que este percentual representa a despesa habitual na operação e manutenção das edificações em uso durante este intervalo.

Em estudo realizado pelo Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE/SP, 2012), constatou-se que cerca de 70% dos casos de falhas nas edificações têm como origem a ausência de manutenção. Deste modo, fica clara a necessidade da implementação de um programa de inspeção e manutenção periódica de todos os elementos constituintes de uma edificação, de maneira a promover níveis aceitáveis de funcionalidade e de segurança. Logo, sendo perseguida essa meta, evidencia-se que a adequada gestão de manutenção predial diminui os riscos de acidentes ao imóvel e as pessoas e, além disso, auxilia na minoração dos custos de operação, haja vista a manutenção preventiva ser menos onerosa do que a manutenção corretiva, constatação essa confirmada pela Lei de Sitter (1984), Helene (1997), Pereira (2011) e Santana (2015).

É consenso também na literatura técnica, assegurado pela NBR 15.575 (ABNT, 2013), NBR 5674 (ABNT, 2012) e NBR 14037 (ABNT, 2011), que a realização das intervenções realizadas em períodos preestabelecidos auxilia na manutenção da vida útil planejada para a edificação, de seus sistemas, indica e orienta os investimentos e valoriza o imóvel.

Diante deste contexto, o objetivo deste trabalho foi de realizar uma inspeção in loco em uma edificação de uso comercial, a fim de identificar ocorrência de possíveis manifestações patológicas, não conformidades e vícios construtivos aparentes, apurar suas origens, classificar como falhas ou anomalias e determinar o grau de risco que estas incidem sobre os usuários, partindo das premissas estabelecidas pelo Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias (IBAPE).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Patologia é um termo de origem grega que quer dizer estudo das doenças. Quando este conceito é aplicado à construção civil seu objeto de estudo passa a ser a ciência que busca analisar as falhas e anomalias de uma edificação, que através dos sintomas expostos, denominados manifestações patológicas, busca a identificação de suas causas, os efeitos que estas acarretam à edificação e, por fim, a elaboração do seu diagnóstico e correção (GONÇALVES, 2015).

A patologia quando tratada no âmbito da engenharia civil tem como objeto de estudo edificações e componentes que, por algum motivo, deixaram de atender o desempenho planejado e, além de fazer uma análise das inconformidades através do estudo das manifestações patológicas, busca identificar a origem, causas, os mecanismos de ocorrências e as consequências (CREMONINI, 1988). Degussa (2003) corrobora com esta conceituação, definindo a patologia das edificações como o estudo dos sintomas, mecanismos, causas e origens das falhas e anomalias nas edificações, sua terapia, correção e a solução de suas manifestações. Oliveira (2013, p. 24) endossa esta definição ao complementar que a patologia na construção civil representa o "(...) estudo das partes que compõem o diagnóstico do problema".

Com exceção dos casos em que sua origem é advinda da ocorrência de catástrofes naturais, as manifestações patológicas tem gênese em falhas que ocorreram em uma ou mais atividades referentes ao processo construtivo da edificação (OLIVEIRA, 2012). As causas mais frequentes, segundo Gonçalves (2015, p. 34), são: "(a) falhas na concepção do projeto; (b) má qualidade dos materiais; (c) erros na execução; (d) utilização para fins diferentes dos calculados em projeto; (e) falta de manutenção no decorrer do tempo."

Identificar a origem de uma manifestação patológica não é uma atividade simples. Para Gonçalves (2015), os problemas patológicos não tem sua origem concentrada em fatores isolados, mas sofrem influência de um conjunto de variáveis. Variáveis estas que podem ser classificadas de acordo com o processo patológico, com os sintomas, com a causa que gera o problema ou ainda a etapa do processo produtivo em que ocorrem, além de apontar falhas no sistema de controle de qualidade.

A NBR 16747 (ABNT, 2020) determina que as irregularidades constatadas devem ser classificadas em falhas ou anomalias. A norma distingue essa classificação da seguinte forma:

a) anomalias se caracterizam pela perda de desempenho de um elemento, sistema ou subsistema construtivo. Podem ser:

- endógenas: quando a perda de desempenho se origina da etapa de projeto e/ou execução;
- exógenas: quando a perda de desempenho está relacionada a fatores externos a edificação;
- funcionais: quando a perda de desempenho decorre da degradação natural através da ação do tempo.

b) falhas se caracterizam pela perda de desempenho de um elemento, sistema ou subsistema construtivo devido ao uso, operação e manutenção.

Otoni et al. (2019) destacam que, independentemente do nível da inspeção, é essencial que esta seja capaz de promover a classificação das falhas e anomalias identificadas quanto ao grau de risco que estas podem oferecer aos usuários.

Em relação a classificação de uma anomalia ou falha quanto ao grau de risco, o IBAPE/SP (2012) define as seguintes classes:

- grau mínimo: quando a falha ou anomalia levantada representa pequenos prejuízos relacionados a estética, não configurando ameaça a estabilidade do imóvel ou ao seu valor imobiliário;
- grau médio: quando a falha ou anomalia levantada pode provocar a perda

parcial do desempenho e funcionalidade do imóvel sem oferecer empecilho a operação direta de seus sistemas ou promover a deterioração precoce;

- grau crítico: quando a falha ou anomalia levantada representa risco a saúde e segurança dos usuários, promovendo uma excessiva perda de desempenho e funcionalidade, encarecimento de manutenção e recuperação, acentuada desvalorização, comprometimento da vida útil, e possível paralisação da edificação.

Diante do que foi exposto, percebe-se a importância fundamental da etapa inspeção predial para, a partir da identificação da falha ou anomalia, buscar obter como resultado o diagnóstico e, posteriormente, seguir para a escolha da terapia adequada das manifestações patológicas antes identificadas.

3 DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO OBJETO DE ESTUDO E METODOLOGIA DE PESQUISA

Para o desenvolvimento desse estudo, a priori, foi escolhida uma edificação para servir como objeto da pesquisa. Se determinou que o estudo teria como foco uma edificação comercial localizada na cidade de Campina Grande-PB.

A edificação, que está em funcionamento desde o ano de 2008, possui 3 pavimentos, totalizando 3.480,00 m² de área construída e foi executado com estrutura em concreto armado moldada in loco, vedações externas em alvenaria de bloco cerâmico com revestimento de argamassa e vedações internas com uma parcela em alvenaria de blocos cerâmicos com revestimento de argamassa e outra parcela em paredes em gesso acartonado (drywall). Os ambientes internos possuem revestimento cerâmico de piso e paredes pintadas com tinta epóxi. O prédio possui quatro fachadas que são revestidas de pastilha cerâmica, predominantemente na cor branca, porém apresentando detalhes em azul escuro (Figura 1).

Figura 1 – Fachada da edificação



Fonte: Autores (2020)

Concomitantemente a escolha da edificação objeto de estudo, foi realizada uma revisão bibliográfica com o intuito de construir um embasamento teórico e adquirir o conhecimento devido em relação à abordagem patologia das construções. Em seguida, foi realizada uma anamnese referente ao objeto de estudo a fim identificar circunstâncias que poderiam ser variáveis imperativas que, porventura, precisassem ser consideradas. Posteriormente, foi desenvolvido um instrumento de pesquisa, modelo checklist, para levantar os tipos de manifestações patológicas existentes. Com o instrumento em mãos, associado à planta-baixa do imóvel que foi o único projeto acessível, seguiu-se à etapa de inspeção do objeto de estudo. De posse das informações colhidas em campo, seguiu-se para a sua análise, sendo possível obter como produto o diagnóstico de todas as manifestações patológicas existentes no imóvel, elencando também a origem e o grau de risco, segundo critérios

estabelecidos pelo IBAPE.

4 RESULTADOS

Esta subseção apresenta, exclusivamente, informações referentes às anomalias e falhas encontradas nos elementos construtivos do imóvel objeto desta análise, buscando expor também a origem e o grau de risco existente.

4.1 Fachada

As falhas identificadas na fachada foram: pequenos pontos de sujeira, eflorescências (Figura 2) e descolamento do revestimento cerâmico.

Figura 2 – Eflorescência na fachada da edificação



Fonte: Autores (2020)

Deste modo, pode-se dizer que os problemas identificados em relação a fachada representam, no geral, grau mínimo de risco e que esta encontra-se em bom estado de conservação. O resumo da caracterização das falhas e anomalias identificadas na fachada pode ser visto no Quadro 1.

Quadro 1 - Caracterização das falhas da fachada.

Falha	Origem da falha	Grau de risco
Sujeira	Uso-manutenção	Mínimo
Eflorescência	Uso-manutenção	Mínimo
Descolamentos de revestimento cerâmico associado a drenagem dos climatizadores	Uso-manutenção	Regular

Fonte: Os autores

4.2 Cobertura

Como explicado anteriormente, a cobertura da edificação apresenta um caráter provisório, devido a pretensão de ampliação do prédio com a construção de mais um pavimento com a finalidade da operação de serviços de saúde desempenhados na edificação. Porém, apesar do caráter provisório, a inspeção visual realizada não identificou falhas ou anomalias na cobertura da edificação.

4.3 Estrutura de concreto

A análise resultou na detecção de anomalias que estão relacionadas a inconformidades à NBR 6118 (ABNT, 2014), a falhas de projeto e a falhas de execução. Apesar de não permitir maiores conclusões a respeito das condições de estabilidade da estrutura, a inspeção visual foi suficiente para determinar que, em geral, a

estrutura se encontra em bom estado de conservação, no entanto, o caráter das manifestações patológicas identificadas elevam a necessidade de atenção por parte dos serviços de manutenção.

A inspeção foi capaz de identificar na estrutura da edificação a insuficiência do recobrimento das armaduras. A deficiência no recobrimento da armadura significa deixá-la vulnerável aos agentes agressivos existentes na atmosfera que, consequentemente, resultará em manifestações patológicas, a exemplo de: corrosão das armaduras, desplacamento do cobrimento, fissuração intensa, perda da área útil da armadura ou até mesmo, em último caso, o colapso estrutural.

Conclui-se que a ocorrência de armaduras expostas na estrutura é decorrente da não conformidade com os critérios de recobrimento da armação determinadas pela NBR 6118 (ABNT, 2014). Esta anomalia tem como origem a falha de projeto ou falha de execução.

O Quadro 2 traz a caracterização de todas as anomalias detectadas na estrutura do imóvel.

Quadro 2 - Caracterização das anomalias da estrutura do imóvel.

Anomalia	Classificação da anomalia	Grau de risco
Recobrimento da armação insuficiente nas lajes (parte inferior)	Endógena	Mínimo
Recobrimento da armação insuficiente nas vigas	Endógena	Mínimo
Armadura aparente	Endógena	Mínimo
Corrosão da armadura	Endógena	Mínimo
Fissuras nas lajes	Endógena	Mínimo
Fibras de madeira na superfície de alguns pontos da estrutura	Endógena	Mínimo

Fonte: Os autores

4.4 Ambientes internos

As anomalias identificadas no revestimento argamassado foram: a ocorrência de manchas de umidade, mofo e empolamento no revestimento argamassado. Já a falha identificada nestes elementos foi apenas a sujeira. Nota-se que a ocorrência destes problemas teve seu surgimento relacionado a presença de excesso de umidade, consequente de infiltração por capilaridade, que foi, portanto, a origem destas anomalias identificadas. Estas manifestações patológicas foram observadas nas paredes de diversos locais do pavimento térreo da edificação, onde a presença de umidade se mostra crescente em relação a proximidade com os fundos da edificação.

O quadro 3 traz a caracterização das falhas e anomalias identificadas nestes ambientes.

Quadro 3 - Caracterização das falhas e anomalias dos ambientes internos.

Falha	Origem da falha	Grau de risco
Sujeira	Uso-manutenção	Mínimo

Anomalia	Classificação da anomalia	Grau de risco
Manchas de umidade	Endógena	Regular
Bolor	Endógena	Regular
Infiltração	Endógena	Regular
Empolamento no revestimento argamassado	Endógena	Regular

Fonte: Os autores

CONCLUSÃO

As anomalias identificadas estão relacionadas diretamente aos vícios construtivos que tiveram sua origem em uma ou mais etapas da construção (planejamento, projeto e execução), onde foi constatado o descumprimento das prescrições normativas. Por sua vez, as falhas detectadas ocorreram devido à ausência de atividades de manutenção e intervenções não planejadas durante a etapa de operação para adequação da finalidade de uso atual do imóvel.

A edificação objeto de estudo, apesar de todas as manifestações patológicas identificadas, foi considerada em condições de uso satisfatórias, devendo ser corrigidas as anomalias e falhas identificadas.

Concluiu-se também que as manifestações patológicas têm sua origem, no mínimo, em uma das etapas do processo construtivo e podem também serem desencadeadas durante a operacionalidade do imóvel, ficando evidente a importância do (a) controle de produção e de recepção das etapas precedentes e subsequentes durante todas as fases da construção; (b) projeto executivo que atenda às prescrições normativas técnicas regulamentadoras; (c) o emprego de material de boa qualidade e coerente com o projeto e a (d) a consideração da manutenibilidade afim de garantir os adequados procedimentos de manutenção na etapa de uso-operação. Por fim, recomenda-se a realização de um plano de manutenção preditiva e preventiva baseado em normas vigentes para garantir o melhor desempenho da edificação e auxiliar na realização de reparos futuros que venham a se tornar necessários.

O resultado deste estudo é um reflexo da condição do setor da construção civil em nosso país que, no geral, ainda se encontra em um estado arcaico. A negligência em relação as etapas de planejamento e ao controle de qualidade das etapas de construção são fatores que contribuem para a manutenção deste *status quo*.

Além dos fatores supracitados, é de fundamental importância a ampliação e melhoria da qualificação das pessoas envolvidas no processo construtivo. Vale salientar que a baixa qualidade da construção civil em nossa nação não se dá apenas por falta de recursos financeiros e tecnológicos, mas também por questões culturais. Por vezes os trabalhadores possuem acesso as informações corretas e fundamentadas, mas preferem permanecer no erro por uma questão habitual ou de conveniência, aliada à falta de conhecimento técnico aprofundado.

Ademais, conclui-se também a necessidade de difusão de uma cultura de manutenção. Pouco se houve em nosso país a respeito da manutenção predial, e esta carência do nosso setor construtivo reflete diretamente sobre a durabilidade de nossas edificações.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13755: Revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante - Projeto, execução, inspeção e aceitação — Procedimento**. Rio de Janeiro, 2017. 57p.

_____. **NBR 14037: Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações — Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos**. Rio de Janeiro, 2011. 16p.

_____. **NBR 15575-1**: **Edificações Habitacionais – Desempenho. Requisitos Gerais**. Rio de Janeiro, 2013. 71p.

_____. **NBR 5674**: **Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. Rio de Janeiro, 2012. 25p.

_____. **NBR 6118**: **Projeto de estruturas de concreto — Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014. 238p.

_____. **NBR 16747**: **Inspeção predial — Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento**. Rio de Janeiro, 2020. 14p.

CREMONINI, R.A. **Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares na região de Porto Alegre. Recomendações para projeto, execução e manutenção**. Porto Alegre, 1988. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1988.

DEGUSSA. **Manual de Reparo, Proteção e Reforço de Estruturas de Concreto**. 2003. Ed. Red. Rehabilitar. São Paulo, 2003. 718p.

GONÇALVES, Eduardo Albuquerque Buys. **Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificação**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - UFRJ, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014879.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2020.

HELENE, P. **Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado**, Tese (Livre docência) – Escola Politécnica da USP, São Paulo, Brasil (1993).

HELENE, P.; TERZIAN, P. **Manual de Dosagem e Controle do Concreto**. São Paulo: Ed. Pini, 1993.

HELENE, Paulo R. L. **Manual para reparação, reforço e proteção das estruturas de Concreto**. São Paulo: Ed. Pini, 1997.

IBAPE – Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo. **Norma de Inspeção Predial IBAPE-SP**. São Paulo, 2011. Disponível em: <www.ibape-sp.org.br/arquivos/norma_de_inspeção_predial.pdf> acessado em: 11 de fevereiro de 2020.

OLIVEIRA, Alexandre Magno de. **FISSURAS, TRINCAS E RACHADURAS CAUSADAS POR RECALQUE DIFERENCIAL DE FUNDAÇÕES**. 2012. Trabalho de final de curso de especialização (Especialização em Gestão em Avaliações e Perícias) - UFMG, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-9A3GCW>. Acesso em: 20 fev. 2020.

OTONI, Alessandro Ivo; FERREIRA, Bianor de Oliveira; LIMA, Jussara. **Inspeção predial na prática: Guia prático de inspeção predial para quem quer começar do zero**. 1. ed. [S. l.]: Realizar Eng. & Cons. Ltda, 2019. 82 p. E-book (82 p.).

SANTANA, Carlos Lima de. **O Desempenho das Edificações de Interesse Social Construídas com Pilares e Placas de Vedação de Concreto Armado**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - UFPB, João Pessoa, 2015.

SITTER, W. R. **Costs for service life optimization. The law of fives. Durability of concrete structures, Proceedings**... Compehagem: CEB-RILEM, 1984. p. 18-20.