

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM OBRAS DE ARTE ESPECIAIS DE CONCRETO

MARIANA SZORTIKA QUADROS¹; PROF^a. DRA. ÂNGELA AZEVEDO DE AZEVEDO²; ENG^o. GABRIEL LOPES INSAURRIAGA³; PROF^o. DR. HENRIQUE NOGUEZ DA CUNHA⁴.

¹Universidade Federal de Pelotas – mariszqua@gmail.com

²Universidade Católica de Pelotas – azevedoufpel@gmail.com

³Universidade Federal de Rio Grande – gabriellopesinsaurriaga@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – henrique.noguez@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Problemas patológicos simples são resolvidos com métodos padronizados e não exigem conhecimentos especializados. Já os problemas complexos demandam uma análise detalhada e profundo conhecimento de Patologia das estruturas. As manifestações patológicas representam um dos principais desafios na engenharia civil, afetando a durabilidade, segurança e desempenho das estruturas (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

As obras de arte especiais (OAEs), como pontes, viadutos e passarelas, desempenham papel vital na infraestrutura de transportes, viabilizando a continuidade de vias sobre rios, vales e obstáculos urbanos. Embora sejam projetadas para durar décadas, essas estruturas estão constantemente expostas a cargas cíclicas, intempéries do clima, ações químicas e biológicas, além de eventuais falhas de projeto, execução ou ausência de manutenção. Esses fatores podem desencadear manifestações patológicas que comprometem sua segurança, funcionalidade e vida útil (HELENE; PEREIRA, 2015).

Diante disso, a compreensão das principais manifestações patológicas em estruturas de concreto é fundamental para engenheiros, projetistas e órgãos públicos responsáveis pela gestão da infraestrutura viária. Tais manifestações, se não diagnosticadas e tratadas precocemente, podem resultar em interdições emergenciais e até em colapsos estruturais.

Este trabalho tem como objetivo apresentar, de forma resumida, as principais manifestações patológicas observadas em OAEs de concreto armado, discutindo suas causas, implicações estruturais e possibilidades de prevenção.

2. ATIVIDADES REALIZADAS

Manifestações patológicas são alterações físicas ou químicas que indicam a perda de desempenho de um elemento estrutural. Em OAEs, essas anomalias podem ter origem estrutural, construtiva ou funcional, sendo classificadas como simples (resolvíveis com manutenção padronizada) ou complexas (exigindo análise aprofundada e métodos especializados) (SOUZA; RIPPER, 2007).

As deficiências estruturais incluem fissuração excessiva, deformações e recalques diferenciais, bem como ruptura prematura de elementos estruturais. Os processos físicos estão relacionados à retração, fluência, variação volumétrica por temperatura e desgaste mecânico (NEVILLE, 2016). Já os processos químicos envolvem reação álcali-agregado, carbonatação do concreto e ataque por sulfatos e cloretos, que podem comprometer a integridade estrutural ao longo do tempo (CASTRO; CARASEK, 2012). Além disso, a presença de agentes biológicos, como

fungos e microorganismos, pode acelerar a degradação do material, reduzindo sua vida útil (SILVA; BAUER, 2019).

A classificação das patologias também pode seguir critérios normativos. A NBR 9452:2023 define critérios de inspeção e avaliação das anomalias, permitindo a priorização de intervenções corretivas.

Uma das manifestações mais comuns em estruturas de concreto é a fissuração, que pode ser causada por retração térmica, recalques diferenciais, esforços de tração ou falhas construtivas. As fissuras são classificadas quanto à abertura (capilar, fissura, trinca, rachadura, fenda ou brecha) e quanto à atividade (ativas ou passivas) (THOMAZ, 1998).

Fissuras ativas são aquelas que tendem a se modificar ao longo do tempo e representam maior risco à estrutura. Já as fissuras passivas, quando estáveis e superficiais, podem ter caráter apenas estético. O controle da fissuração envolve projeto adequado, dimensionamento estrutural, juntas de dilatação e cuidados na execução.

Já a carbonatação é um processo químico lento em que o dióxido de carbono do ambiente reage com os álcalis do concreto, reduzindo o pH e neutralizando a camada passivante que protege as armaduras. A partir disso, em presença de oxigênio e umidade, ocorre a corrosão eletroquímica das barras de aço, provocando sua expansão e o surgimento de fissuras e destacamento do revestimento (ROCHA, 2015).

A segregação também é muito recorrente, ocorrendo quando há separação entre os componentes da mistura de concreto, resultando em porosidade, bicheiras ou falhas de concretagem. Pode ocorrer por má dosagem, lançamento inadequado ou adensamento excessivo. Já a desagregação é um processo degenerativo posterior, causado por reações químicas, ação de agentes agressivos ou perda de coesão da matriz cimentícia (MEHTA; MONTEIRO, 2014). Ambas comprometem a resistência e facilitam a penetração de água e outros componentes, abrindo caminho para mais manifestações, como corrosão e infiltrações.

A eflorescência caracteriza-se por depósitos esbranquiçados de sais solúveis na superfície do concreto, geralmente decorrentes da presença de umidade e de compostos solúveis internos. Já a lixiviação consiste na dissolução e transporte de compostos, como o hidróxido de cálcio, que pode formar estalactites e estalagmites em locais de gotejamento constante (VASCONCELOS, 2018). Essas manifestações indicam processos de degradação em andamento e, embora não comprometam diretamente a capacidade resistente, sinalizam falhas de impermeabilização e exposição à umidade.

A Reação Álcali-Agregado (RAA) é uma das patologias mais severas em concretos expostos à umidade. Ocorre entre álcalis do cimento e agregados reativos, gerando um gel que absorve água e expande, provocando fissuras em forma de mapa. Pode ser dividida em Reação Álcali-Sílica (RAS) e Reação Álcali-Carbonato (RAC) (NBR 15577:2018).

A infiltração ocorre por meio de fissuras, juntas mal vedadas, falhas na drenagem ou porosidade elevada do concreto. Sua presença acelera todos os demais processos de degradação, pois favorece a carbonatação, a lixiviação e a corrosão. A correta impermeabilização, o projeto de drenagem e a manutenção das juntas são essenciais para evitar essa manifestação (TOFANETTO; OLIVEIRA, 2021).

Crescimentos biológicos, como fungos, musgos e raízes de vegetação, ocorrem especialmente em locais úmidos e sombreados, infiltrando-se por fissuras ou bicheiras. Além de indicarem problemas de estanqueidade, podem acelerar a

degradação superficial e comprometer a estética e a funcionalidade das OAEs (GONÇALVES, 2015).

As manifestações patológicas citadas acima, são apenas algumas das diversas anomalias que podem aparecer nas OAEs, de forma geral, uma frequência adequada de vistoria técnica e gestão eficaz das intervenções nas obras, com procedimentos bem planejados e a qualificação técnica da equipe são fundamentais e suficientes para garantir registro adequado de patologias e suportar decisões sobre intervenções emergenciais ou programadas (GOMIDE et al., 2017).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O entendimento das manifestações patológicas em obras de arte especiais é essencial para garantir sua durabilidade, segurança e desempenho, andando lado a lado com as normas de inspeção técnica.

A adoção de programas de inspeção regulares, conforme a NBR 9452:2023, permite o diagnóstico precoce e a definição de ações corretivas antes que os danos se tornem irreversíveis. Além disso, o uso de técnicas de ensaio não destrutivo, como esclerometria, ultrassom e medição de profundidade de carbonatação, vem se tornando essencial para a avaliação estrutural eficiente.

Investir em materiais adequados, mão de obra qualificada e manutenção preventiva reduz os custos ao longo do ciclo de vida da estrutura e aumenta a confiabilidade das OAEs.

As classificações críticas nas normas de desempenho estão diretamente relacionadas a manifestações patológicas graves, como fissuras ativas de grande abertura, trincas profundas com perda de seção, corrosão avançada das armaduras, ataques químicos intensos (como reação álcali-agregado), além de deformações excessivas e falhas em fundações. Tais manifestações comprometem significativamente a capacidade resistente da estrutura e podem evoluir para colapsos parciais ou totais, exigindo interdição imediata e medidas corretivas emergenciais. A presença desses danos evidencia a importância de inspeções regulares e da adoção de medidas preventivas para evitar o agravamento das patologias.

A norma NBR 9452:2023 classifica com notas essas anomalias conforme sua gravidade e potencial de comprometimento da estrutura. Patologias como fissuras ativas extensas, corrosão generalizada de armaduras e deformações excessivas podem resultar nas piores avaliações, como a nota 0, que exige medidas emergenciais de escoramento ou interdição (ABNT, 2023). Dessa forma, o acompanhamento sistemático do estado das OAEs permite a priorização de intervenções corretivas e a prevenção de falhas catastróficas.

Por fim, métodos avançados de monitoramento estrutural, que combinam drones, sensores e modelagem digital, estão se consolidando como instrumentos eficazes para o acompanhamento em tempo real das patologias estruturais. Em especial, tecnologias como laser scanning e sensores de vibração permitem detectar alterações dimensionais, fissuração ativa e corrosão antes que se manifestem visualmente. A integração do estudo aprofundado sobre patologias nas construções e esses sistemas com normas como a NBR 9452:2023 e diretrizes do DNIT potencializa a precisão no diagnóstico, favorecendo planos de manutenção preventiva que prolongam a vida útil das obras de arte especiais e garantem a segurança dos usuários.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **NBR 9452: Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto – Procedimento.** Rio de Janeiro, 2023.

ABNT. **NBR 15577-1:2013 – Concreto – Reação álcali-agregado em estruturas de concreto – Parte 1: Requisitos para avaliação da reação álcali-sílica potencial dos agregados.** Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

CASTRO, L. S.; CARASEK, H. **Patologia das Estruturas de Concreto.** São Paulo: PINI, 2012.

GOMIDE, Tito Lívio Ferreira et al. **Manual de Engenharia Diagnóstica.** 1. ed. São Paulo: PINI, 2017.

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

HELENE, P. R. L.; PEREIRA, J. C. **Patologia das Estruturas de Concreto.** 2. ed. São Paulo: PINI, 2015.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais.** São Paulo: IBRACON, 2014.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

ROCHA, B. S. **Manifestações patológicas e avaliação de estruturas de concreto armado.** UFMG, 2015.

SILVA, R. M.; BAUER, E. **Patologias em Estruturas de Concreto: Diagnóstico e Soluções.** Florianópolis: UFSC, 2019.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto.** São Paulo: PINI, 2007.

THOMAZ, E. M. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação.** São Paulo: PINI, 1998.

TOFANETTO, C. P.; OLIVEIRA, A. M. **Projeto de Impermeabilização para Estruturas de Pontes e Viadutos.** XII CBPE, 2021.
VASCONCELOS, R. M. Manifestações patológicas em estruturas de concreto. IBRACON, 2018.

VASCONCELOS, Flávio de Oliveira. **Análise das manifestações patológicas em pontes de concreto armado - estudo de caso.** Universidade Federal de Alagoas, Curso de Engenharia Civil, 2018.