

PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PONTES E VIADUTOS DE CONCRETO NO BRASIL: DESCRIÇÕES E SOLUÇÕES TÉCNICAS

63

MAIN PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN CONCRETE BRIDGES AND VIADUCTS IN BRAZIL: DESCRIPTIONS AND TECHNICAL SOLUTIONS

PABLO DO NASCIMENTO NEVES

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Goiás (UEG) e Especialização em Perícias e Avaliações em Obras pela Faculdade EducaMais (UNIMAIS)
pablonascimento44@gmail.com

JULIANO RODRIGUES DA SILVA

Doutor em Estruturas e Construção Civil pela Universidade de Brasília (UnB) e Docente do Curso de Engenharia Civil na Universidade Estadual de Goiás (UEG - CCET, Campus Henrique Santillo, Anápolis - GO)
julianorodriguessilva@gmail.com

EDER CHAVEIRO ALVES

Ministério Público do Estado de Goiás, Gestor de Engenharia
eder.alves@mpgo.mp.br

FELIPE FERNANDO LISOT DE LIMA

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Goiás (UEG)
lipelisot@gmail.com

Resumo: Entende-se que patologia é o estudo capaz de caracterizar anomalias, além de garantir os reparos necessários para a conservação de uma obra. No Brasil, a utilização do concreto armado e a negligência de sua preservação após a conclusão da construção, abre espaço para manifestações patológicas em diversos graus. Trazendo para pontes e viadutos, tais estruturas são conhecidas pela sua grande complexidade, dimensão e função dentro do transporte. Nessa conjuntura, as suas maiores são construídas de concreto armado e sofrem com a falta de manutenção e, conseqüentemente, com manifestações patológicas. A partir disso, entender esses surgimentos, possui relevância no mundo construtor. Foi constatado que apenas as rodovias federais possuem um sistema de gerenciamento de suas pontes. Porém, tais sistemas sofrem com a deficiência de informações básicas, o que dificulta maiores detalhamentos. Indo além, a falta de qualificação de mão de obra durante a execução, torna-se um problema pertinente e, falhas durante o processo causam futuras patologias. Diante a reunião de diversos autores sobre o assunto, observou-se que os principais problemas e incidências de patologias em pontes e viadutos de concreto armado são infiltrações e umidade, eflorescência e exposição de armaduras. Ainda, foram realizadas visitas em pontes e viadutos na cidade de Anápolis, Goiás, demonstrando a frequência dessas adversidades. Para mais, soluções técnicas para a resolução dessas manifestações, são discutidas.

Palavras-chave: Pontes. Viadutos. Patologia. Concreto armado.

Abstract: It is understood that pathology is the study capable of characterizing anomalies, in addition to guaranteeing the necessary repairs for the conservation of a work. In Brazil, the use of reinforced concrete and the negligence of its preservation after the completion of construction, opens space for pathological manifestations in different degrees. Bringing to bridges and viaducts, such structures are known for their great complexity, size and function within transport. At this juncture, most of them are built with reinforced concrete

and suffer from lack of maintenance and, consequently, pathological manifestations. From this, understanding these emergencies has relevance in the construction world. It was found that only federal highways have a management system for their bridges. However, such systems suffer from a lack of basic information, which makes further details difficult. Going further, the lack of skilled labor during execution becomes a relevant problem and failures during the process cause future pathologies. In view of the meeting of several authors on the subject, it was observed that the main problems and incidences of pathologies in reinforced concrete bridges and viaducts are infiltrations and humidity, efflorescence and exposure of reinforcements. Also, visits were made to bridges and viaducts in the city of Anápolis, Goiás, demonstrating the frequency of these adversities. Furthermore, technical solutions for resolving these manifestations are discussed.

Keywords: Bridges. Viaducts. Pathology. Reinforced concrete.

Introdução

A grande parte dos autores, assim como Helene (1998), definem patologias das estruturas como o novo campo da engenharia civil que se ocupa das origens, formas de ocorrência, consequências, avaliação e reparo das manifestações patológicas. Tal autor também afirma que a principal causa das manifestações patológicas nas pontes do Brasil se encontra na falta de manutenção destas estruturas.

Souza e Ripper (2009) afirmam que a busca de construções cada vez mais estáveis e seguras, proporcionaram o desenvolvimento contínuo de materiais, técnicas e métodos construtivos. Sendo assim, a utilização do concreto como material estrutural se tornou recorrente para a construção de estruturas essenciais e adaptadas às necessidades dos usuários. Por este motivo que, segundo Vitório (2015), a grande maioria das pontes do Brasil é construída em concreto armado ou protendido.

Vasconcelos (1993) relata que as pontes de madeira foram as primeiras pontes devidamente registradas, e foram largamente utilizadas entre os séculos XVI e XIX. Diversas destas obras foram utilizadas durante séculos. Atualmente, utiliza-se madeira apenas na construção de pontilhões para a travessia de riachos e córregos, em caráter provisório, ou em estradas da zona rural com reduzido volume de tráfego e pequenas cargas. O concreto armado como material para construção começou a ser utilizado a partir do final do século XIX e continua sendo um dos principais materiais de construção de pontes (VITÓRIO, 2007).

Para os autores citados anteriormente, o aprimoramento do controle tecnológico e dos métodos de dimensionamento estrutural resultaram em obras com elevado nível de qualidade, atendendo a quase todas as situações. Tal material é utilizado em todos os componentes de pontes e viadutos, sendo então, o mais utilizado para a confecção destas.

Aitcin (2000) afirma que a atualização dos estudos de manifestações patológicas em estruturas de concreto se faz importante para proporcionar informações técnicas para projetistas, fabricantes de insumos e construtores, de modo a incentivar a busca pelo aperfeiçoamento das estruturas. Portanto, a escolha deste tema se justifica, pois, avaliar corretamente e compreender as manifestações patológicas das pontes e viadutos de concreto armado no Brasil se faz necessário no sentido de aprimorar os aspectos técnicos a fim de reduzir os acidentes nestas obras, otimizando os cenários sociais e econômicos proporcionados por estas.

Metodologia

Dentre a diversidade obras que existem, pontes e viadutos merecem destaque, por serem, de acordo com Vitório (2007), construções dotadas de características estruturais, construtivas e funcionais, específicas que demandam consideráveis habilidades técnicas e criativas para seu projeto, execução e manutenção.

A partir do entendimento desse conceito, a pesquisa busca demonstrar as principais manifestações patológicas em pontes e viadutos de concreto armado no Brasil, bem como suas descrições e soluções técnicas. Para esse desenvolvimento, foi utilizado a pesquisa bibliográfica. Sousa, Oliveira e Alves (2021) demonstram que o objetivo desse tipo de pesquisa é aprimorar e atualizar o conhecimento através de estudos científicos de obras já publicadas. Dessa forma, para que isso fosse feito, buscaram-se referenciais teóricos que tratam de patologia, pontes, viadutos e manifestações patológicas em obras de concreto armado. Esse mecanismo foi possível através de livros, artigos, trabalhos de conclusão de cursos, dissertações, teses e outros documentos com validações acadêmicas.

Pela ampla finalidade de descrever as principais manifestações patológicas em pontes e viadutos de concreto armado no Brasil, foi necessária a inclusão de diversos autores. Buscando complementar esse fator e auxiliando na construção da pesquisa, foram realizadas algumas visitas *in loco* à pontes e viadutos na cidade de Anápolis, no Estado de Goiás. Demonstrando que, apesar dos autores analisarem regiões específicas, os problemas se tornam pertinentes ao longo do território nacional. Os registros fotográficos dessas visitas são encontrados no progresso da investigação. Nesse levantamento, destaca-se o viaduto Ayrton

Senna, o viaduto da BR-153 no encontro das avenidas Universitária e Goiás e a ponte da Avenida Ana Jacinta.

Resultados e discussão

Panorama de pontes e viadutos no Brasil

A partir de dados obtidos junto a órgãos federais e concessionárias responsáveis por rodovias federais, Mendes (2009) constituiu um cadastro de 5619 pontes, contendo informações cadastrais de todas elas e dados de inspeção detalhada de algumas delas. É válido ressaltar que neste cadastro não foram incluídas as pontes municipais e estaduais, pois, segundo o autor, não existe um sistema padronizado de gerenciamento destas pontes.

No cadastro criado por Mendes (2009), foi realizada a distinção das pontes quanto ao sistema construtivo utilizado. Desta distinção, destacam-se as 3341 pontes em vigas de concreto armado (60% do total) e as 1588 pontes as quais o sistema construtivo não foi informado (28% do total). A figura 1 mostra a distribuição das pontes por sistema estrutural, evidenciando que 94% das pontes brasileiras foram construídas com sistemas estruturais predominantemente em concreto, demonstrando que este material é o mais utilizado na construção destas pontes.

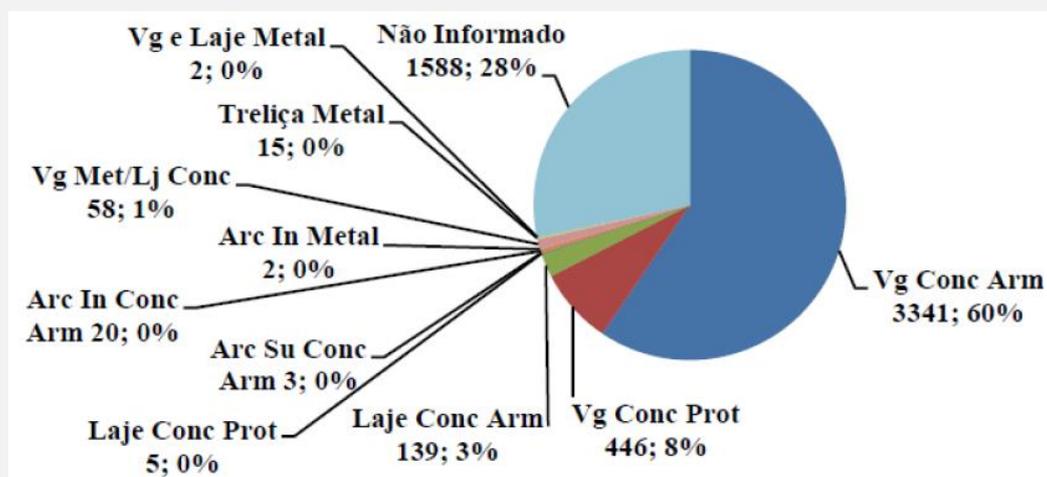


Figura 1 - Distribuição das pontes por sistema estrutural. Fonte: Mendes, 2009.

Silva *et al.* (2014) afirmam que a maior parte das pontes que constituem a malha rodoviária brasileira datam da década de 60 do século passado e não foram adaptadas para atender as necessidades atuais de uso e tráfego. Afirma ainda, que a falta de adaptação e manutenção aliadas a outros fatores como ações de intempéries, variações térmicas são condições favoráveis ao aparecimento de anomalias nestas estruturas.

No cadastro das pontes federais citado anteriormente, Mendes (2009) afirma que dos 3,98 milhões de área de tabuleiro das pontes catalogadas, 44% do total correspondem a 2316 pontes as quais não se conhecem os anos de construção. Ainda é possível evidenciar a influência de fatores políticos e históricos com a quantidade de pontes construídas. Dentre esses fatores, pode-se citar o período do presidente Juscelino Kubitschek (1956 a 1960) e o período revolucionário que se iniciou em 1964, que impulsionaram a expansão da malha rodoviária no país, promovendo um aumento significativo na construção de ponte.

De acordo com Vitório (2006), a realização de manutenções periódicas compõe parte de um processo de gestão amplo e funcional, garantindo maior vida útil e desempenho estrutural estratégico. Entretanto, no Brasil, ainda não existe um conhecimento técnico-científico sistemático e de qualidade para a avaliação das pontes e viadutos rodoviários existentes, dificultando a prática regular da manutenção. A falta de informação das pontes do cadastro citado anteriormente constitui uma amostra da dificuldade de uma análise mais detalhada do panorama das pontes do Brasil.

As manifestações patológicas presentes nas pontes e viadutos brasileiros

Diversos autores analisaram quantitativamente os defeitos mais usuais em pontes e viadutos. Vitório (2013) fez um estudo em 100 diferentes pontes em estados do Nordeste e levantou os principais tipos de manifestação patológica, apontadas na figura 2. Neste estudo foi detectado que grande parte dos danos estruturais das pontes pesquisadas ocorrem devido à falta de manutenção. Além disso, o principal problema está relacionado a infiltrações e eflorescências.

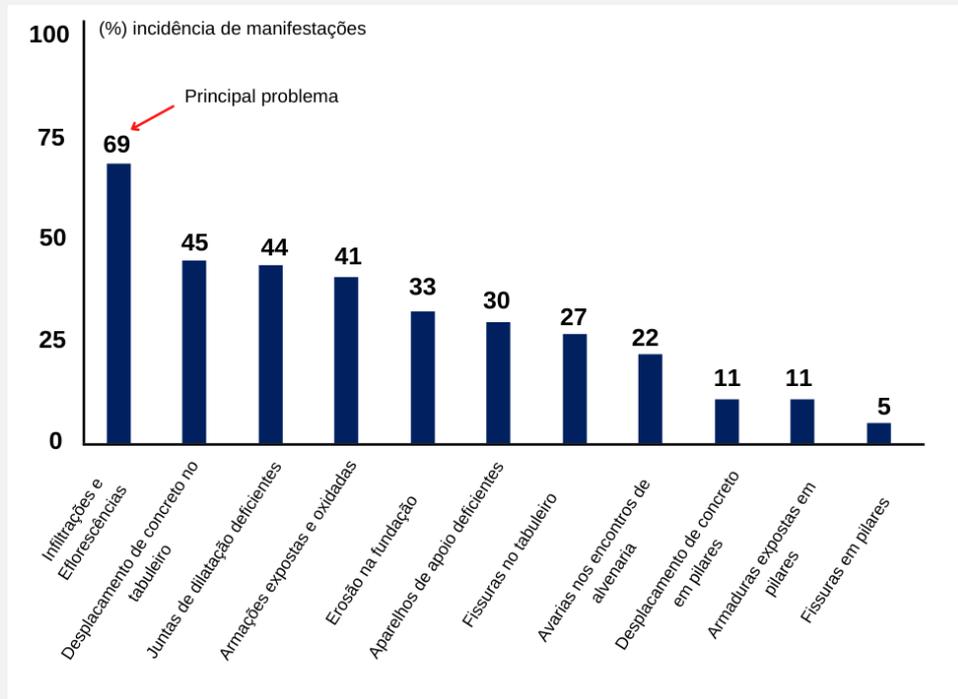


Figura 2 - Incidência dos principais danos estruturais nas pontes pesquisadas. Fonte: Vitório, 2013 – Adaptado.

Pintan *et al.* (2015) apontam como principal causa de manifestações patológicas, a infiltração de água nas estruturas de concreto das pontes e viadutos. A seguir, a figura 3 mostra os resultados da análise de pontes e viadutos na cidade do Recife.

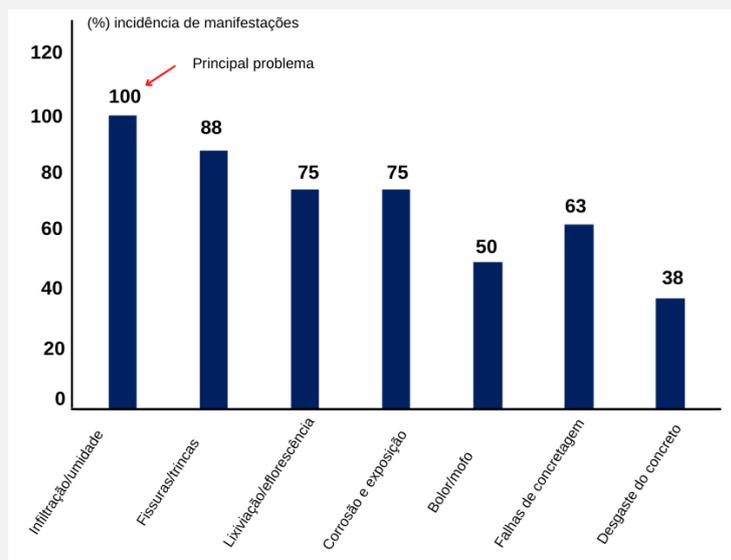


Figura 3 - Incidência das principais manifestações patológicas em pontes no Recife. Fonte: Pintan *et al.*, 2015 – Adaptado.

Por fim, Milani e Kripka (2012) analisaram 58 pontes no Paraná. A figura 4 demonstra o resultado.

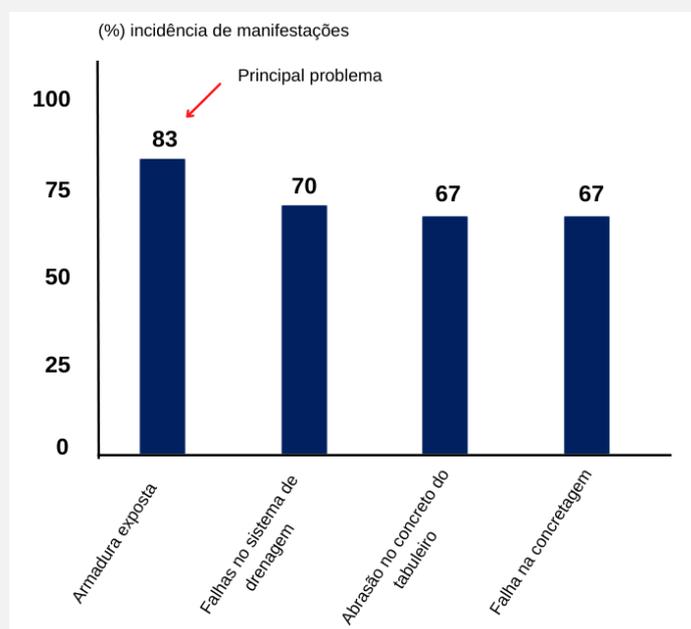


Figura 4 - Principais manifestações patológicas em pontes no Paraná. Fonte: Milani e Kripka, 2012 – Adaptado.

Descrição das principais manifestações

Dentre as incidências observadas, há destaque para infiltrações e umidade, eflorescência e exposição de armaduras. Amplificando essa estrutura, busca-se entender a origem das manifestações. Souza e Ripper (2009) dizem que no Brasil, devido a precariedade dos processos construtivos, a origem das manifestações patológicas tem predominância nas etapas de execução. A imagem 5 ilustra a situação de origem das manifestações patológicas para as construções em território brasileiro. Nota-se ênfase na fase da execução. Estendendo as considerações de Sousa e Ripper (2009), destacam que os defeitos de execução são causados exclusivamente por falhas humanas presentes na etapa de construção e geralmente ocorrem devido à baixa qualificação profissional. Dentre os problemas, se destacam deficiências na concretagem, inadequação nas formas e escoramentos, deficiência nas armaduras, utilização inadequada dos materiais de construção e inexistência de processos de controle de qualidade.

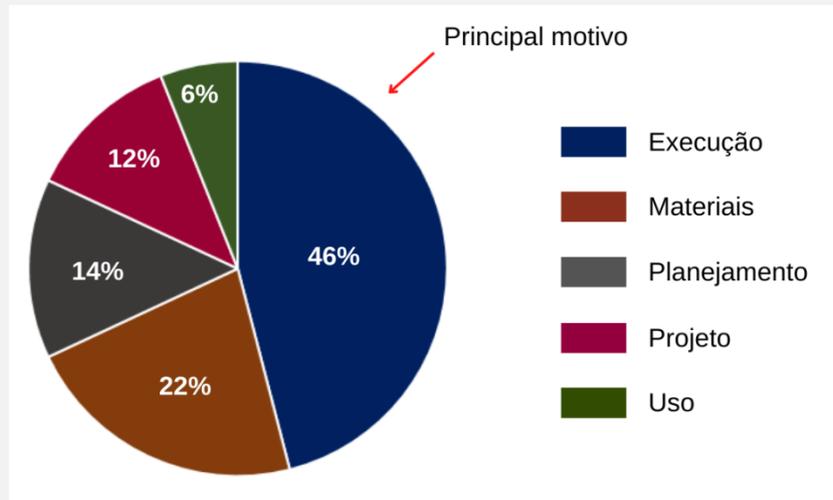


Figura 5 - Origem das manifestações patológicas com relação às etapas de produção e uso das obras civis no Brasil. Fonte: Souza e Ripper, 2009 – Adaptado.

Cánovas (1994) afirma que muitas falhas de projeto e execução se manifestam na forma de fissuras, por não permitir que os elementos estruturais resistam as cargas adequadamente. Geralmente são causadas por falhas de concepção, ausência de juntas de dilatação, concretagens inadequadas e principalmente por falta de armadura suficiente. Complementando esse fato, Vieira (2022) aponta que a umidade de infiltração pode ocorrer através dessas fissuras e, posteriormente trincas, além da capacidade de absorção do material. Nessa ocasião, há uma passagem de umidade exterior para o interior. Ainda de acordo com Vieira (2022), as falhas mais comuns na construção civil, são relativas a umidade. Os diversos tipos de infiltração atingem a estrutura e trazem problemas como manchas, corrosões, mudanças de colorações dos revestimentos, entre outros. Portanto, a umidade aliada à fissura, é capaz de deteriorar qualquer material de construção, causando desvalorização e perigo. Para mais, demonstra ser um problema frequente.

Para Vitório (2007), a presença de umidade nas estruturas de concreto armado é um dos principais responsáveis pelo surgimento de anomalia nestas estruturas. Esta é responsável por acelerar o transporte e a reação entre agentes externos com os materiais constituintes do concreto causando manifestações patológicas como corrosão da armadura, carbonatação e ataques de cloretos, sendo evidenciado na estrutura por manchas de umidade.

Apesar de também ocorrerem devido a outras anomalias como fissuras e alta porosidade do concreto, as manchas de umidade têm como maior causa os defeitos no sistema

de drenagem das estruturas de concreto. Em pontes e viadutos, Vitório (2013) afirma que os principais defeitos em sistemas de drenagem são dreno obstruído, gárgula obstruída ou não nivelada com o pavimento, calceiras partidas, falta de grelha e tubos de queda não revestidos, obstrução dos tubos de queda com cotovelos e estreitamento de tubagem.

A figura 6 ilustra um caso de sistema de drenagem mal executado no viaduto Ayrton Senna na cidade de Anápolis-GO. Esse registro foi conseguido a partir de uma visita no local. Nota-se que nesse sistema, os tubos de drenagem lançam as águas drenadas diretamente nas estruturas de concreto, provocando manchas de umidade.



Figura 6 - Tubo de drenagem lançando água diretamente no pilar. Fonte: Autores.

Prosseguindo, a figura 7 demonstra manchas de umidade na ponte da Avenida Ana Jacinta na cidade de Anápolis, Goiás. Notam-se tons escuros em toda a extensão da laje que se encontra em balanço. Esse elemento suporta o guarda-corpos, além de ser apoio na passagem para pedestres.



Figura 7 – Manchas de umidade na ponte da Avenida Ana Jacinta. Fonte: Autores.

A partir dessa cadeia de falha de execução, fissuras, infiltrações e umidade, novos problemas são originados, dentre eles a eflorescência, incidência recorrente nos estudos de Vitório (2013) nas 100 diferentes pontes em estados do Nordeste.

Para Carasek (2010), as eflorescências são formações de depósitos salinos na superfície dos revestimentos, alvenarias, concretos e argamassas, como resultado da sua exposição à água resultante de infiltrações ou intempéries e se manifestam nas estruturas como manchas esbranquiçadas.

De acordo com Neville e Brooks (2013), a eflorescência é um depósito esbranquiçado de carbonato de cálcio (CaCO_3), causado pela percolação da água que ocorre nos concretos muito permeáveis, sendo observada a lixiviação do hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2), que reage com o dióxido de carbono (CO_2) após a evaporação da água da superfície da estrutura, causando esta manifestação patológica.

Para a ocorrência do fenômeno da eflorescência, devem existir, concomitantemente, sais solúveis nos materiais ou componentes, presença de água e pressão hidrostática necessária para que a solução migre para a superfície. Esses sais constituintes podem ser agressivos e causar desagregação profunda, além da modificação do aspecto visual na estrutura, pois há um contraste de cor entre os sais e o substrato sobre os quais se depositam. A figura 8 mostra diversos pontos de eflorescência no tabuleiro do viaduto da BR-153 no encontro das Avenidas Universitária e Goiás na cidade de Anápolis-GO, registro fotográfico obtido através da visita ao local.



Figura 8 - Manchas de eflorescência no viaduto da BR-153. Fonte: Autores.

Prosseguindo o desenvolvimento, as substâncias químicas presentes na água, solo e atmosfera, podem agir e danificar as estruturas. Helene (2003) afirma que as armaduras de concreto são as mais generalizadas das patologias de concreto observadas, principalmente, em peças de concreto aparente. Tal aparência ocorre a partir da desagregação e desgaste. Souza e Ripper (2009) entendem a desagregação como a separação física de placas ou fatias de concreto com a perda da característica monolítica da estrutura, da aderência entre os agregados e da função de ligante do cimento. Portanto, localizada, ou generalizada, há perda da capacidade resistente aos esforços solicitantes. Para mais, de acordo com Santos (2012), essa perda da capacidade aderente do concreto pode trazer diversas consequências à estrutura, como o aumento da porosidade e permeabilidade da camada de concreto, surgimento de fissuras na estrutura, decomposição química dos elementos estruturais e exposição da armadura. Estas constituem o principal mecanismo de deterioração das estruturas de concreto armado. Ambientes agressivos, alta porosidade, alta capilaridade, deficiência no revestimento, materiais de construção contendo impurezas e fissurações acentuadas, correspondem aos fatores de maior influência na formação de um estado de exposição e corrosão de armaduras.

Geralmente, a armadura do concreto encontra-se protegida da corrosão devido à alta alcalinidade deste material. O nível elevado de pH favorece a formação de uma camada de óxido de ferro passivos e compactos sobre a superfície da armadura, chamada camada passivante. Esta camada protege a armadura contanto que o concreto não fissure e não apresente alterações em suas características físicas e químicas. Souza e Ripper (2009) caracterizam a corrosão de armadura como sendo a deterioração da camada passivante.

Segundo Marcelli (2007), a corrosão da armadura consiste em um processo eletroquímico que envolve uma reação anódica de dissolução do metal e outra catódica que ocorre simultaneamente. Nestas condições forma-se um efeito pilha no qual a corrosão se iniciará pela corrente elétrica que se dirige do ânodo para o cátodo.

Fusco (2008) relata que ocorre uma expansão da armadura devido ao surgimento de uma camada de ferrugem, causando fissurações e perda de seção no concreto e reduzindo a aderência entre a armadura e concreto. Portanto, para o autor citado anteriormente, a corrosão das armaduras além de prejudicar a resistência mecânica da estrutura, também facilita a penetração de outros agentes nocivos, que agrava a situação das armaduras bem como contribui para o surgimento de outras manifestações patológicas.

A seguir, a figura 9 mostra a base de um pilar do viaduto Ayrton Senna na cidade de Anápolis-Goiás, na qual pode-se observar desagregação no concreto com consequente exposição e corrosão das armaduras. Registro fotográfico gerado através da visita ao local.



Figura 9 - Desagregação do concreto em pilar do viaduto Ayrton Senna. Fonte: Autores.

Para Mascarenhas *et al.* (2019), é muito comum que elementos estruturais de pontes e viadutos também apresentem desagregação devido a ação de agentes biológicos. O desenvolvimento de raízes e briófitas em espaços na estrutura originados por falhas de concretagem, ou juntas de dilatação inadequadas, podem gerar tensões internas não previstas no dimensionamento das peças, resultando na fissuração e, posterior, desagregação do concreto.

Soluções técnicas para os problemas apresentados

Durante o desenvolvimento, observou-se umidade e eflorescência. Segundo Souza e Ripper (2009), para a remoção destas manifestações recomenda-se, inicialmente realizar o lixamento manual ou mecânico para a limpeza da superfície afetada e após este procedimento é feito o jateamento com água em alta pressão, para a retirada dos resíduos do lixamento.

Em relação a incidência de corrosão nas armaduras associada ao deslocamento do concreto, Souza e Ripper (2009) dizem que para a realização do reparo desta anomalia, pode-

se utilizar a técnica de corte da área do concreto deteriorado, limpeza da corrosão e reconstrução da peça.

Uma vez identificado o local que apresenta armaduras com presença de corrosão, é necessário efetuar a remoção profunda do concreto da região degradada através da escarificação manual ou mecânica. De acordo com Souza e Ripper (2009), o corte do concreto deve ir além da armadura cerca de 2 cm na profundidade até que se alcance a camada de concreto sem presença de resquícios de corrosão e o corte longitudinal só deve ser interrompido no ponto onde não se detectam mais sinais de corrosão, pois todo o trabalho pode ser perdido se a limpeza da área não for completa.

Após identificar os limites da presença de corrosão, é feita a delimitação da área de corte do concreto em regiões retangulares ou quadradas, uma vez que não é indicado que o corte seja feito acompanhando o contorno da superfície degradada. Com o uso de um disco de corte efetua-se o corte de toda a região, após isso realiza-se a limpeza do aço corroído e do substrato do concreto com jatos de água, areia ou ar comprimido. Feita esta primeira limpeza, realiza-se a escovação manual do aço com escovas de cerdas de aço e aplica-se o tratamento de proteção das armaduras expostas com aplicação de pintura anticorrosiva, argamassas poliméricas ou de outro método de proteção (SANTOS, 2012).

Depois de realizar o tratamento da armadura é feita a saturação da superfície com água, de modo a garantir melhor aderência entre os materiais que irão preencher a abertura. O preenchimento pode ser realizado com diversos tipos de argamassa ou concretos. Após realizar o preenchimento procede-se com a cura da região tratada para evitar trincas e fissuras na superfície. Ressalta-se que o preenchimento pode ser realizado da maneira convencional se os reparos forem em pequenas regiões ou através de jateamento se for a grandes extensões. A sequência descrita pode ser visualizada, a seguir, na figura 10. É importante ressaltar que se constatado o estado avançado de corrosão da armadura com perda superior a 15% de seu diâmetro, Souza e Ripper (2009) recomendam a inserção de novas barras de mesmo diâmetro, obedecendo ao comprimento de amarração necessário para a garantia de uma ligação eficiente entre as barras. O processo de tratamento continua o mesmo citado anteriormente, sendo acrescentada apenas a etapa de inserção de uma nova barra após a escovação das armaduras. Os autores citados anteriormente alertam que dependendo da localização, intensidade e extensão do dano serão necessárias realizar o escoramento para a realização da intervenção.



Figura 10 - Sequência de tratamento de corrosão de armaduras. Fonte: Santos, 2012.

Nesse cenário, Vitório (2006) afirma que a demora em iniciar os reparos em uma obra que apresenta manifestações patológicas, torna os reparos mais difíceis de executar, além de mais onerosos. Dessa forma, inspeções são necessárias.

As Normas DNIT 010/2004 – PRO e NBR 9452/2016 propõe quatro tipos de inspeções em obras de arte especiais – cadastral, rotineira, especial e extraordinária, e independente do tipo de inspeção realizada, é imprescindível que esta seja feita por pessoal devidamente qualificado, seja nas atividades de campo ou nas atividades de escritório e laboratório. O quadro 1 aponta os tipos de inspeções e sua definição.

Quadro 1 – Tipos de inspeções e suas definições.

Tipo	Definição
Cadastral	Primeira vistoria a ser realizada, e, obrigatoriamente, ocorre logo após a sua construção, quando ainda estão disponíveis informações de projeto e relatórios de fiscalização ou supervisão.
Rotineira	Vistorias periódicas que servem para acompanhar o estado de conservação das pontes e viadutos e acompanhar anomalias existentes ou que estejam em iminência de surgir.
Especial	Inspeção visual pormenorizada, acompanhada de ensaios de campo e/ou laboratório. Por se tratar de uma inspeção mais detalhada e criteriosa do que as demais e por exigir informações de diagnósticos e terapias necessárias, deve ser feita ou acompanhada por um engenheiro especialista.
Extraordinária	Vistoria não programada e não periódica, solicitada para avaliar um dano estrutural excepcional, causados pelo homem ou pela natureza

Fonte: DNIT, 2004; ABNT, 2016 - Adaptado

Entretanto, apesar da existência das normas e suas obrigatoriedades, Santana, Neto e Lima (2022) demonstram que existe uma carência no costume de manutenção, especialmente preventiva. A maior parte das pontes e viadutos possuem atenção apenas na fase de execução, isto é, em seu feito. Dessa forma, políticas de estímulos à conservação não são aplicadas. Essa ausência prejudica os usuários, uma vez que estão em risco de algum acidente.

Conclusão

A partir do desenvolvimento da pesquisa, foi possível fazer um levantamento das principais manifestações patológicas associadas às pontes e viadutos de concreto armado no Brasil, detalhando as origens, causas e sintomas desses agentes de degradação estrutural. Nota-se que no levantamento, as incidências de infiltrações e umidade, eflorescência e exposição de armaduras são problemas frequentes. Comprovando esse fator, têm-se os registros fotográficos das visitas realizadas em algumas pontes e viadutos da cidade de Anápolis, Goiás.

Além das patologias, as pontes e os viadutos de concreto armado no Brasil, sofrem com problemas de execução. Nesse contexto, a falta de mão de obra qualificada para construção avança como empecilho dessas estruturas. Foi observado que 46% da origem das manifestações patológicas são relacionados a atividade de executar e que essas falhas causam efeitos desgastantes. Fatores como deficiências na concretagem e nas armaduras e inexistência de processos de controle de qualidade, são adversidades que merecem destaque e melhorias, já que são fortes influenciadoras nas manifestações patológicas.

Outro importante elemento são as inspeções. Embora existam deveres e normas, o país sofre com inspeções cadastrais. A falta de informações básicas como ano de construção, pode prejudicar as diretrizes de conservação. Como observado, apenas as rodovias federais possuem algum tipo de controle de suas pontes. Assim, rodovias estaduais e municipais sofrem com a falta de um sistema de gerenciamento. Além disso, há negligência nas demais inspeções, especialmente as rotineiras, cujo intuito é acompanhar a preservação prezando por cuidados e remediações com anomalias em sua fase inicial. Dessa forma, devem existir maiores estímulos governamentais. Gastos com manutenções devem ser colocados em pauta e, a necessidade de profissionais habilitados para tal atividade, deve ser suprida a partir de

especializações técnicas, uma vez que, entender as soluções técnicas para reversão dessas patologias, são essenciais.

Referências

AITCIN, P. **Concreto de alto desempenho**. 1. ed. São Paulo: PINI, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9452 - Vistorias de pontes, viadutos e passarelas de concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2016.

CÁNOVAS. M. F. **Patologia y terapeutica del hormigón armado**. 3.ed. Madrid: Rugart, 1994. 487p.

CARASEK, H. **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. Ed. Pini, Brasil, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **NORMA DNIT 010/2004 - PRO: Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido - Procedimento**. Rio de Janeiro: Diretoria de Planejamento e Pesquisa/IPR, 2004. 18 p.

FUSCO, P. **Técnica de armar as estruturas de concreto**. São Paulo: Pini. 2008, 392p.

HELENE, P. R. L. **Envelhecimento e inspeção de pontes e viadutos**. São Paulo, Engenharia Estrutural, Ciência & Tecnologia, ABECE, n. 1, 1998.

HELENE, P., PEREIRA, F. **Manual de rehabilitación de estructuras de hormigón. reparación, refuerzo y protección**. CYTED, 2003.

MARCELLI, M. **Sinistros na construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras**. São Paulo: Pini, 2007.

MASCARANHAS, F. J. R. et al. Patologias e inspeção de pontes em concreto armado: estudo de caso da ponte Governador Magalhães Pinto. **ENGEVISTA**, v. 21, n.2, p.288-302, 2019.

MENDES, P. T. C. **Contribuição para um modelo de gestão de pontes de concreto aplicado a rede de rodovias brasileira**. 2009. 235 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Curso de Engenharia das Estruturas. Escola Politécnica da Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 2009.

MILANI, C. J.; KRIPKA, M. Monitoramento de pontes. **Revista Infraestrutura Urbana**, São Paulo, v. 16, Pini, 2012.

NEVILLE, A. M. BROOKS, J. J. **Tecnologia do concreto**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

PINTAN, N. M. *et al.* Pathological manifestations and the study of corrosion present on bridges on the city of Recife. **Electronic Journal of Geotechnical Engineering**, v. 20, 2015.

SANTANA, Leonardo Moreira; NETO, Lázaro Lourenço; LIMA, Fernanda Fonseca. Análise de manifestações patológicas em estruturas de pontes de concreto. **Revista Novos Desafios**, Guaraí, v. 2, n. 1, 2022.

SANTOS, M. R. G. **Deterioração das estruturas de concreto armado – Estudo de caso**. 2012. Monografia (Especialização em Construção Civil) - UFMG, Belo Horizonte, 2012.

SILVA, P. F. *et al.* Efeitos da mudança da NBR 7188:2013 nos projetos de pontes: estudo de caso: projeto de recuperação da ponte sobre o Rio Correias na BR 101/SC. **Anais do VII Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas**, Rio de Janeiro, 2014.

SOUSA, Angélica Silva de; OLIVEIRA, Guilherme Saramago de; ALVES, Laís Hilário. A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. **Cadernos da Fucamp**, Monte Carmelo, v. 20, n. 43, 2021.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 2009.

VASCONCELOS, A. C. **Pontes brasileiras, viadutos e passarelas notáveis**. São Paulo: Pini, 1993.

VIEIRA, Valdinei Barbosa. **Patologias por infiltração**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2022.

VITÓRIO, J. A. P. Acidentes estruturais em pontes rodoviárias – causas, diagnósticos e soluções. **Anais do II Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas**, Rio de Janeiro, 2007.

VITÓRIO, J. A. P. **Pontes e viadutos rodoviários: conceituação, conservação, segurança e reforço estrutural**. Recife: Escola Politécnica de Pernambuco, 2015.

VITÓRIO, J. A. P. Vistorias, conservação e gestão de pontes e viadutos de concreto. **Anais do 48º Congresso Brasileiro do Concreto**, Rio de Janeiro, 2006.

VITÓRIO, J. A. P., BARROS, R.M.M.C. Análise dos danos estruturais e das condições de estabilidade de 100 pontes rodoviárias no Brasil. **Anais do 3º Congresso Nacional Sobre Segurança e Conservação de Pontes**, Porto, Portugal, 2013.