

**Análise de Manifestações Patológicas em um Viaduto Localizado no
Centro da Cidade de Belém-PA**
**Catarina de Nazaré Pereira Pinheiro¹, Adriene Rodrigues Barbosa², Victória Dias
Reis³, Felipe Ramos de Oliveira⁴**
¹UFRJ / COPPE / catarina_pine@hotmail.com
²UFPA / Faculdade de Engenharia Civil / adriene2118@gmail.com
³UFPA / Faculdade de Engenharia Civil / reisvictoria.vdr@gmail.com
⁴UFPA / Faculdade de Engenharia Civil / fp.ramos.oliveira@gmail.com

Resumo

As obras de arte especiais apresentam grande importância para o âmbito socioeconômico de uma região. Dentre elas, destacam-se os viadutos, construções que têm como objetivo a manutenção da continuidade de uma via, quando esta precisa transpor um obstáculo, dessa forma, o fluxo rodoviário não é interrompido, melhorando a mobilidade urbana. Neste contexto, o presente artigo tem como objetivo a inspeção visual, embasada em registros fotográficos, realizada no Viaduto Paulo Fonteles localizado na principal via de acesso à cidade de Belém-PA. Apesar de manutenção efetuada em 2016, o viaduto apresenta problemas como: eflorescências, desagregação de concreto das peças, corrosão e exposição das armaduras nos pilares, deterioração das juntas de dilatação, fissuras, acúmulo de lixo próximo aos pilares, e presença de vegetação na estrutura. A partir da análise foram recomendadas ações corretivas para as patologias observadas.

Palavras-chave

Viaduto; Patologias; Concreto Armado.

Introdução

Segundo Pfeil (1979) as pontes são definidas como obras de transposição de obstáculos à continuidade do fluxo normal de uma via. Quando essa obstrução está relacionada com a existência de vales ou outras vias, esta obra recebe a denominação de viaduto. A existência dessas construções é datada como tão antiga quanto a humanidade. Meyer (2011) afirma que as primeiras pontes surgiram a partir dos tombamentos de troncos de árvores para transposição de riachos.

Apesar da sua importância histórica, as obras de arte especiais apresentam seu principal valor no aspecto socioeconômico. Segundo Laner (2001) essas estruturas nas grandes cidades são indispensáveis para a população pois, além de definir o principal escoamento das vias, melhorando a mobilidade urbana, elas também articulam cruzamentos nas grandes avenidas, encurtam caminhos e compensam acidentes geográficos. O mesmo autor declara que a falta dessas obras de artes especiais nas cidades provocaria um verdadeiro caos.

Essas estruturas estão submetidas às ações externas provenientes de fatores como a geração de cargas móveis pelos veículos, variações de temperatura, e ambientes com

alta agressividade. Assim, a degradação das obras de arte especiais é inevitável, e pode ser agravada por fatores como o uso inadequado para qual esta foi projetada, e a falta de inspeção e manutenção. Portanto, para garantia do desempenho dessas construções e preservação de sua vida útil, é necessário um conjunto de procedimentos de inspeção, manutenção preventiva e corretiva.

Assim, o objetivo do seguinte trabalho é a inspeção do Viaduto Paulo Fonteles, localizado na cidade de Belém-PA, e proposição de possíveis soluções para as patologias encontradas. Esta construção apresenta especial importância por estar presente na principal via de acesso à cidade, influenciando o trânsito local por completo. A interdição da estrutura levaria a gastos exorbitantes para reforma e tumulto na cidade.

Metodologia

A metodologia apresentada no seguinte estudo foi: o levantamento bibliográfico dos assuntos abordados, inspeção visual da construção, registro fotográfico das patologias encontradas, e elaboração de relatório com os problemas observados e possíveis ações corretivas. A pesquisa bibliográfica foi realizada a partir da consulta de normas, livros, artigos, dissertações e teses, baseadas em assuntos relacionados a patologias, pontes e estruturas de concreto armado.

A inspeção foi feita baseada na norma DNIT 010/2004-PRO, de procedimento de inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido. A partir do conhecimento técnico adquirido na literatura, realizou-se a visita à construção e, com auxílio de registro fotográfico, verificaram-se os aspectos mais importantes da estrutura como os tabuleiros, pilares, juntas de dilatação e barreiras de proteção. Após a fase de campo e de estudo dos problemas identificados, foi elaborado um relatório das manifestações, suas possíveis causas e respectivas soluções.

Resultados e Discussões

Caracterização da obra

Com aproximadamente 18 anos de construção, o Viaduto Paulo Fontelles, mais conhecido como Elevado da Dr. Freitas, é uma obra de arte em concreto armado que está localizada entre as Avenidas Dr. Freitas e Almirante Barroso, via de principal acesso à cidade. As figuras 01 e 02 retratam uma vista geral do Viaduto e sua localização respectivamente.



Figura 01 – Vista Geral do Viaduto (Fonte: Divulgação)

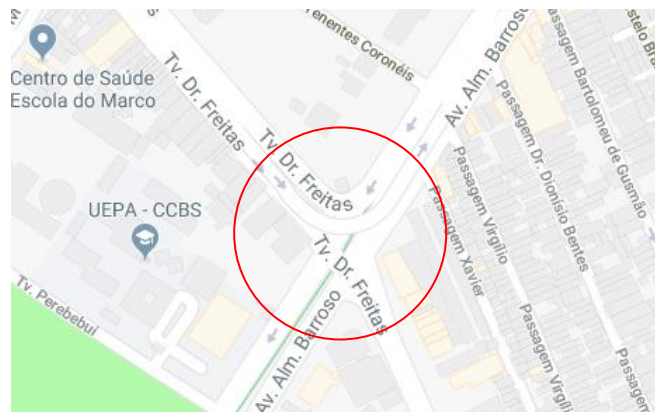


Figura 02 – Localização do viaduto em análise (Fonte: Google Maps)

Estado da obra

A partir da investigação realizada previamente em relação à estrutura analisada, identificou-se a execução de recente reforma realizada no viaduto no ano de 2017. Segundo os noticiários locais, os reparos estavam relacionados ao tabuleiro. Foram executados os serviços de limpeza e desobstrução das galerias de recebimento da água da chuva e nivelamento e reparo no pavimento (Figuras 03 e 04). Dessa forma, na inspeção visual realizada na estrutura, essa área da construção apresentava bom estado de conservação.



Figura 03 – Reparos na Estrutura (Fonte: Divulgação)



Figura 04 – Reparos na Estrutura (Fonte: Divulgação)

No entanto, com relação à mesoestrutura e a parte inferior do tabuleiro, foram localizadas algumas patologias de cunho construtivo e estrutural. Na infraestrutura, devido à falta do projeto de fundações, não foi possível realizar uma análise completa de patologias, contudo, na inspeção visual, a estrutura não apresentava graves problemas relacionados a fundação.

As possíveis causas dos problemas encontrados foram propostas com embasamento na literatura. Segundo o manual do DNIT (2010), as principais causas de manifestações patológicas encontradas em obras de artes especiais estão relacionadas com os seguintes fatores:

Intrínsecos; Resultantes do tráfego rodoviário; Ambientais; Resultantes do tipo e intensidade da manutenção; Correlacionados à atividade humana.

Os fatores intrínsecos estão relacionados com a estrutura e sua constituição inicial. Entre eles pode-se citar a idade e qualidade do concreto. Já os fatores resultantes do tráfego rodoviário são os ligados a utilização da estrutura, que provocam esforços externos na construção. Os ambientais são referentes à classe de agressividade ambiental onde a estrutura está localizada. O fator relacionado à manutenção influi na

durabilidade da estrutura. Todas as condições apresentadas acima podem estar correlacionadas à atividade humana, gerando um agravamento das manifestações.

Patologias Encontradas

Manifestações Patológicas nas Juntas de Dilatação

Devido as variações térmicas ambientais, estruturas de grande porte, como as pontes com extensos tabuleiros, necessitam de interrupção estrutural para movimentação, provocada pela expansão e retração do material. Essas interrupções são denominadas de juntas de dilatação e sua preservação requer alguns cuidados estabelecidos em normas. A NBR 7187 (2003) obriga o detalhamento dessas estruturas no projeto estrutural, de forma a acompanhar os movimentos e prover vedação perfeita do local.

Para cumprimento das diretrizes adotadas em norma e extensão da vida útil do viaduto, é fundamental que haja manutenção periódica nessa estrutura. No objeto em estudo, nota-se desgaste nas juntas, provocando abertura para percolação da água (Figura 05) e, por conseguinte, diversos problemas na parte inferior do tabuleiro como o surgimento de fissuras e eflorescência. (Figura 06)



Figura 05 – Desgaste nas juntas de dilatação (Fonte: Autor)



Figura 06 – Fenômeno de eflorescência e fissuras na área inferior do tabuleiro (Fonte: Autor)

Eflorescência e Presença de Vegetação

Quando a água entra em contato com o cimento, ela tende a hidrolisar ou dissolver os produtos que contêm cálcio. Devido à alta solubilidade na água, o hidróxido de cálcio é o mais sensível a eletrólise, o que gera o seu processo de lixiviação. Quando o produto deste processo entra em contato com CO_2 , o resultado é a precipitação de crostas brancas de carbonato de cálcio na superfície, que é conhecido como eflorescência (MEHTA e MONTEIRO, 1994). Na estrutura analisada, observa-se esse fenômeno no tabuleiro, mostrado previamente, e em partes das longarinas (Figura 07), indicando a falta de drenagem adequada.



Figura 07 – Fenômeno de eflorescência na longarina do viaduto (Fonte: Autor)

A presença de umidade na estrutura, aliada a existência de fissuras, juntas e acúmulo de detritos, também provocou o surgimento de elementos biológicos nas longarinas, nos aparelhos de apoio, e nos pilares (Figura 08). As vegetações presentes nas estruturas de concreto geram mais esforços externos e mais umidade. As ações das raízes desses vegetais também oferecem maiores condições ao deslocamento do reboco, podendo causar acidentes nas vias.

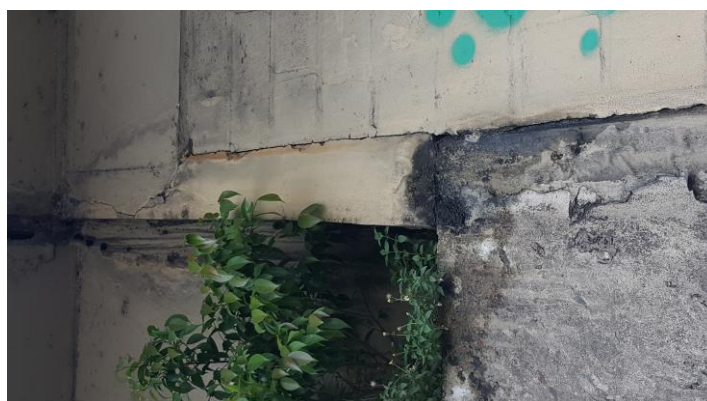


Figura 08 – Presença de vegetação na estrutura (Fonte: Autor)

Patologias no Guarda-Corpo

As barreiras e guarda corpos são dispositivos de segurança lateral presentes nos viadutos. Sua principal função é a proteção dos veículos, contra impactos provocados

por acidentes de trânsito, e dos pedestres. Esses dispositivos não modificam a resistência e nem a segurança da estrutura, entretanto, eles devem apresentar mínima resistência contra o impacto de veículos.

No viaduto avaliado, foi observado, além de problemas estéticos, o surgimento de fissuras e quebra do guarda-corpo em concreto (Figura 09). Laner (2001) destaca como possíveis causas dessa patologia o impacto de veículos na estrutura e a exposição a ambientes muito agressivos, devido à alta concentração de CO_2 gerado pela emissão dos veículos no tráfego intenso, onde o viaduto está localizado.



Figura 09 – Danos no guarda-corpo do viaduto (Fonte: Autor)

Corrosão das Armaduras e Segregação do Concreto

A corrosão das armaduras de concreto é definida por Helene (1986) como um fenômeno eletroquímico que pode ser acelerado a partir da presença de agentes químicos no concreto. No concreto armado, o aço encontra-se envolto em um meio alcalino que o protege contra a corrosão. No entanto, alguns fenômenos como a penetração de cloretos e a carbonatação, permitem o aumento da acidez, provocando a corrosão das armaduras e segregação do concreto.

Segundo Ferreira (2013), a carbonatação é o processo físico-químico que ocorre de forma lenta entre os produtos alcalinos presentes no concreto, provenientes da reação de hidratação do cimento, e os gases ácidos, oriundos do ambiente. Essas reações reduzem o pH do concreto, devido ao consumo desses compostos alcalinos.

Na obra de arte em estudo, notou-se a presença do processo de corrosão das armaduras e desagregação do concreto em alguns pilares (Figura 10 e 11). Os principais motivos considerados foram o processo de carbonatação, devido à elevada presença de gás carbônico liberado pelos veículos, e a acidez penetrada através do concreto pela urina humana em contato com os pilares. Os materiais possivelmente tóxicos provenientes dos lixos despejados ao longo da mesoestrutura (Figura 12) também foram diagnosticados como uma possível causa.



Figura 10 – Desagregação do concreto e corrosão das armaduras (Fonte: Autor)



Figura 11 – Desagregação do concreto (Fonte: Autor)



Figura 12 – Lixo despejado próximo aos pilares (Fonte: Autor)

Sugestões para ações corretivas

Juntas de Dilatação

Para correção das juntas de dilatação, quando ocorre a perda do material selante, o DNIT (2016) recomenda a substituição do material danificado para garantia da vida útil da obra de arte especial. Deve-se verificar a eficiência do sistema adotado para a



estrutura e, após comprovado a sua eficácia, iniciar o processo de troca. O procedimento a ser realizado deverá ser feito por empresa especializada, e corresponderá a retirada do sistema existente, com o corte e desbaste do concreto, caso necessário, e a instalação do novo sistema de juntas.

Eflorescência e Presença de Vegetação

Como solução para a eflorescência identificada na área do tabuleiro e longarina, recomenda-se a utilização do processo indicado por Lapa (2008) e pelo DNIT (2016). O procedimento trata da remoção das eflorescências por escovação com escova dura e seca, com a utilização de água caso necessário, ou ainda, o leve jateamento d'água ou de areia. Em relação as vegetações, o DNIT (2016) recomenda a remoção do material vegetativo, com o uso de ferramentas mecânicas ou manuais, evitando a danificação dos outros elementos estruturais. Ressalta-se a necessidade da resolução do problema da umidade para evitar o crescimento de novas vegetações.

Patologias no Guarda-Corpo

Como solução para as patologias encontradas no guarda-corpo recomenda-se o remendo do concreto e fechamento das fissuras. Em relação ao concreto, o procedimento que o DNIT (2016) recomenda é a marcação e posterior remoção da parte danificada, limpeza da área, umidificação do material para garantia da adesão e colocação do novo concreto. Para tratamento das fissuras, é recomendado a verificação do seu estado atual e, em caso passivo, recomenda-se a selagem das fissuras de acordo com o manual do DNIT (2016).

Destaca-se a necessidade de constantes inspeções e manutenções preventivas nos elementos de segurança de modo geral, devido a sua função de proteção dos veículos e possíveis pedestres, e ao alto índice de gás carbônico emitido na área. Dessa forma, recomenda-se a frequente manutenção desses elementos em conjunto com a do tabuleiro.

Corrosão das Armaduras e Segregação do Concreto

Reis (2001) propõe de forma sucinta um possível reparo para estruturas sujeitas à corrosão. É sugerido inicialmente a remoção do concreto afetado e dos produtos da corrosão. Em seguida, deve ser realizado tratamento das armaduras, com a sua limpeza superficial, e uso de pinturas protetoras de base orgânica ou mineral. Por fim, realiza-se a reconstrução do concreto com argamassas ou concretos comuns, modificados por polímeros, ou grautes.

Além disso, devem ser promovidas ações para conscientização da população, de forma a evitar a contaminação do concreto por urina e materiais possivelmente tóxicos jogados ao longo dos pilares da estrutura. É necessário um esforço por parte dos governantes e da população.

Conclusões

Apesar da recente manutenção em partes da estrutura, foram encontradas diversas patologias na mesoestrutura e em partes da superestrutura no viaduto Paulo Fontelles. O fato ocorreu devido à elevada classe de agressividade do local em estudo, à deficiência de manutenção preventiva nas áreas afetadas, e a falta de preservação por parte da população. A primeira causa está relacionada com o fator ambiental. As duas últimas condições estão relacionadas ao fator humano, descrito pelo DNIT (2010), sendo a segunda ligada também aos fatores de manutenção e rodoviários.

Para preservação da estrutura e extensão da sua vida útil é necessário a realização de ações corretivas. Esse estudo propôs sugestões para essas ações, todavia, recomenda-se estudo mais detalhado de algumas patologias com a utilização de ensaios não-destrutivos. Além disso, aconselha-se a promoção de frequentes manutenções preventivas, de forma a evitar futuras manifestações patológicas.

Referências

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR-7187 – Projeto de Pontes de Concreto Armado e de Concreto Protendido – Procedimento, Rio de Janeiro – RJ, 2003;
- DNIT, Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes – Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias, 2ª Edição, Rio de Janeiro – RJ, 2004;
- DNIT, Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes – Manual de recuperação de pontes e viadutos rodoviários. - Rio de Janeiro, 159p.;
- DNIT, Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes – Manual de Manutenção de Obras de Arte Especiais – OAEs. 1. Ed. Brasília D.F. – 2016 102 p.
- MEYER, K. F. Passarelas e pontes para dutos. 2. ed. Belo Horizonte: RONA. 2011. 243p.
- FERREIRA, M.B. Estudo da carbonatação natural de concretos com diferentes adições minerais após 10 anos de exposição. 2013. 196 f. Dissertação (Mestrado) – Curso Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás. Acesso em 15 jan.2018.
- HELENE, P. Corrosão em Armaduras para Concreto Armado. Editora Pini, São Paulo, 1986.
- LANER, F.J. Manifestações Patológicas nos Viadutos, Pontes e Passarelas do Município de Porto Alegre. 2001. 157 f. Dissertação (Mestrado) – Curso Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Acesso em 10 jan.2018.
- LAPA, J.S. Patologia, Recuperação e Reparo das Estruturas de Concreto. 2008. 56f. Monografia – Curso Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais. Acesso 17 jan.2018.
- MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J.M. Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais. Tradução de Paulo Helene et al. 1. ed. São Paulo, PINI, 1994. 580p.
- PFEIL.W. Pontes de Concreto Armado, Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora SA, 1979.
- REIS, L.S.N. Sobre a recuperação e reforço de estruturas de concreto armado. 2001. 114 f. Dissertação (Mestrado) – Curso Engenharia de Estruturas, Universidade Federal de Minas Gerais. Acesso 18 jan.2018