

INSPEÇÃO TÉCNICA E ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DA PONTE PHELIPPE DAOU, MANAUS/AM

Samuel Calôba Aguiar¹
samuel.caloba@gmail.com

Renan Melo Bastos²
renanmelo_bastos@hotmail.com

Wagner Queiroz Silva³
wqs@ufam.edu.br

ÁREA: PATOLOGIA

Resumo

A Ponte Phelippe Daou sobre o Rio Negro, atualmente considerada a maior ponte fluvial do Brasil, transformou-se em um dos maiores ícones do Estado do Amazonas sendo responsável pela interligação dos municípios que compõem a Região Metropolitana de Manaus. Desde a sua inauguração, em outubro de 2011, a estrutura vem sofrendo frequentemente com ações de vandalismo (pichações, depredações e furtos) e não há notícias ou indícios de que tenham sido realizadas as manutenções preventivas - previstas para serem realizadas com seis meses e cinco anos após sua conclusão, respectivamente. Assim, a estrutura já apresenta sinais de manifestações patológicas que podem vir a futuramente comprometer o seu desempenho e a sua funcionalidade. Com o objetivo de apresentar as atuais condições técnicas da ponte Phelippe Daou, especialmente em relação às patologias construtivas, o presente artigo apresenta em seu escopo os procedimentos e os resultados obtidos a partir de um processo de inspeção dos elementos que compõem a superestrutura, mesoestrutura e infraestrutura desta obra de arte. Após a inspeção, foi também realizada uma análise crítica das patologias encontradas procurando identificar suas possíveis causas.

Palavras-chave: Ponte Phelippe Daou
Inspeção
Patologia em concreto armado
Patologia de pontes

¹ Bacharel em Engenharia Civil, Universidade Federal do Amazonas – UFAM

² Estudante de Engenharia Civil, Universidade Federal do Amazonas – UFAM

³ Professor DSc. do curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Amazonas – UFAM

INSPECCIÓN TÉCNICA Y ANÁLISIS DE MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS DEL PUENTE PHELIPPE DAOU, MANAOS/AM

Samuel Calôba Aguiar¹

samuel.caloba@gmail.com

Renan Melo Bastos²

renanmelo_bastos@hotmail.com

Wagner Queiroz Silva³

wqs@ufam.edu.br

AREA: PATOLOGÍA

Resumen

El puente Phelippe Daou sobre el río Negro, actualmente considerado el mayor puente fluvial de Brasil, se ha convertido en uno de los más significativos íconos del Estado de Amazonas y es responsable por la interconexión de las provincias que componen la Región Metropolitana de Manaus. Desde su inauguración, en octubre de 2011, la estructura viene sufriendo frecuentemente por acciones de vandalismo (pintadas, depredaciones y hurtos) y no hay ninguna noticia o señal de que hayan sido realizadas las mantenuciones preventivas previstas para haber sido hechas dentro de seis meses y cinco años tras su conclusión, respectivamente. Así, la estructura ya presenta señales de manifestaciones patológicas que pueden futuramente comprometer su rendimiento y funcionalidad. Con el objetivo de presentar las actuales condiciones técnicas del puente Phelippe Daou, especialmente relacionadas a las patologías constructivas, lo presente artículo presenta en su contenido los procedimientos y resultados obtenidos a partir de un proceso de inspección de los elementos que se componen la superestructura y la infraestructura de dicha obra de arte. Cumplida su inspección, se realizó un análisis crítico de las patologías encontradas buscándose identificar las probables causas.

Palabras clave: Puente Phelippe Daou

Inspección

Patología del hormigón armado

Patología de puentes

¹ Graduado en Ingeniería Civil, Universidade Federal do Amazonas - UFAM

² Estudiante de Ingeniería Civil, Universidade Federal do Amazonas - UFAM

³ Profesor DSc. del Grado de Ingeniería Civil, Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Introdução

O Amazonas é talvez um dos estados brasileiros que possui o maior potencial e maior necessidade de construções de pontes, uma vez que engloba a maior rede hidrográfica do País, sendo cortado por cursos d'água em toda a sua extensão. Assim, vários de seus municípios somente podem ser acessados atualmente através dos modais aéreo e aquaviário, dificultando o transporte de passageiros e de produtos.

Segundo Aguiar (1), com vistas a melhorar este cenário de desenvolvimento socioeconômico do Amazonas, instituiu-se em 2007 a Região Metropolitana de Manaus (RMM) e consigo a construção da Ponte Phelippe Daou para interligar toda a área da Grande Manaus. Além de ser responsável pelo desenvolvimento econômico e pela integração da Região Metropolitana de Manaus, a Ponte Phelippe Daou tornou-se um cartão postal da cidade pela sua magnitude estrutural, imponência arquitetônica e pela importância tecnológica, já que se trata da maior ponte estaiada sobre água doce do mundo, com 3.595 metros de extensão.

Considerando sua relevância aos cenários socioeconômico e cultural, fica patente que esta construção não pode deixar de cumprir o seu desempenho estrutural para assegurar a funcionalidade e segurança dos usuários. Esse desempenho deve ser averiguado através de procedimentos de inspeção, acompanhados de ações de manutenção preventiva. A primeira inspeção da estrutura estava programada para ser realizada cinco anos após o término de sua construção, contudo, não há notícias sobre a sua efetiva realização.

Conforme Alves (2), a ponte Phelippe Daou vem sofrendo pela ação de vândalos desde a sua inauguração. Dentre as depredações mais comuns observam-se roubos de fiações elétricas/lâmpadas de iluminação cênica e pichações. Além disso, verificações *in loco* constataram a existência de patologias de cunho estrutural, principalmente nos blocos de fundação da ponte, algumas destas graves.

O presente artigo traz em seu escopo os resultados dos procedimentos de inspeção na estrutura da Ponte Phelippe Daou, analisando criticamente as causas das patologias desta obra de arte, contribuindo assim para a manutenção de sua segurança e desempenho ao longo dos anos.

Procedimentos metodológicos

Como parte metodológica deste trabalho realizaram-se inspeções visuais em três etapas: a primeira e a segunda, realizadas ao longo de toda a zona transitável pelo modal rodoviário da estrutura, foram realizadas nos dias 08 e 12 de outubro de 2017 para levantamento e melhor entendimento de seu atual estado de conservação. A terceira etapa ocorreu no dia 06 de dezembro de 2017, desta vez através de modal aquaviário, para a inspeção da meso e da infraestrutura.

Durante estas oportunidades, realizou-se o registro fotográfico com dois equipamentos distintos, sendo eles um *smartphone* e uma máquina fotográfica semiprofissional dotada de lente *zoom* (EF-S 55-250mm f/4-5.6 IS STM).

Após os registros buscou-se, sempre que possível, comparar as atuais condições com imagens registradas previamente durante a fase de construção e quando da sua inauguração, para que o diagnóstico se tornasse mais preciso.

Manifestações patológicas na ponte Phelippe Daou

Superestrutura

Durante as duas primeiras etapas do processo de inspeção, verificou-se visualmente o estado em que se encontravam alguns dos elementos que compõe a superestrutura da ponte Phelippe Daou. Dentre estes, o pavimento, os guarda-rodas, pilares e lajes do mastro central, as aduleas do vão central e a passarela de pedestres.

O pavimento da ponte começa a apresentar sinais de patologias pela união de trincas reticuladas conhecidas como “couro de jacaré” (Figura 1) e da ocorrência de afundamento plástico de trilho de roda, sobretudo próximo à cabeceira da margem esquerda (Manaus), possivelmente em virtude da fadiga do material e excesso de ligante na mistura asfáltica, respectivamente.



Figura 1: Trincas reticuladas no pavimento. Fonte: Acervo próprio.

Algumas barreiras do tipo New Jersey apresentam corrosão na armadura, possivelmente pelo não atendimento ao cobrimento mínimo de projeto. Algumas destas barreiras, inclusive com desprendimento de concreto, exposição e perda de seção da armadura em função do processo de oxidação, como ilustrado na figura 2. Apesar desta manifestação patológica ainda não ter comprometido a resistência estrutural do elemento, faz-se necessária a sua correção para manutenção de vida útil.



Figura 2: Corrosão das armaduras dos guarda-rodas. Fonte: Acervo próprio.

Já a passarela de pedestres encontra-se, de maneira geral, em um estado de conservação aceitável. Contudo, identificaram-se pontos com problemas de exposição de armaduras e um espaçamento excessivo entre elementos pré-moldados, o que representa risco ao trânsito de pedestres, uma vez que distam aproximadamente 8 centímetros entre si – valor superior à largura média de um pé tamanho 32 (Figura 3).



Figura 3: Vão excessivo entre lajes da passarela. Fonte: Acervo próprio.

Um dos pilares do mastro central – que dá sustentação à câmara de estais – está com parte dos estribos corroídos, possivelmente fruto de não conformidade construtiva no que tange ao atendimento do cobrimento mínimo nominal especificado em projeto. Nota-se, a partir de análise da figura 4, que já houve perda de seção de aço e afloramento da armadura com desprendimento de camadas de concreto.



Figura 4: Sinais de corrosão de armaduras em um dos mastros centrais. Fonte: Acervo próprio.

Além disto, ainda no mastro central, constatou-se a existência de manchas de oxidação e lixiviação na laje da câmara de estais, o que, em primeiro momento, nos remeteria a pensar se tratar de mais um problema de corrosão. No entanto, a partir de entrevistas a Costa (3), investigações e análise de fotografias datadas de pouco tempo após a sua construção (2010), verificou-se que a estrutura já apresentava estas marcas de oxidação

(Figura 5), fato este que nos faz acreditar ocorrer pela existência de manchas nas formas no momento da concretagem e que foram transmitidas ao material por processo de corrosão.

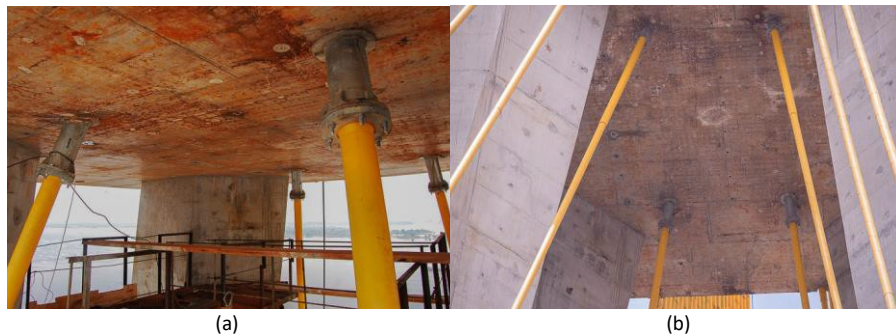


Figura 5: Laje do mastro central durante construção (a); e em 2017 (b). Fonte: Acervo próprio.

Por sua vez, percebe-se que as manchas de lixiviação não possuem a mesma justificativa e, apesar de não representar um problema de patologia estrutural, as marcas pré-existentes contribuem para camuflar possível manifestação patológica, o que pode prejudicar o procedimento de inspeção, acarretando também em prejuízo estético.

Além do citado, observou-se que as aduelas presentes no trecho central do vão estaiado possuem manchas de umidade e não se encontram em perfeito alinhamento. Aponta-se a esta última patologia duas hipóteses principais: falha no processo de execução ou deformação/afrouxamento dos estais.

Após confrontar fotografias antigas e recentes tiradas do mesmo ângulo, inferiu-se que as deformações já existiam, porém, houve aumento perceptível (Figura 6). Uma provável causa pode estar relacionada a um alívio nas forças de protensão, ou a um alargamento dos cabos (estais), porém, apenas uma análise mais aprofundada poderá confirmar a(s) real(is) causa(s).

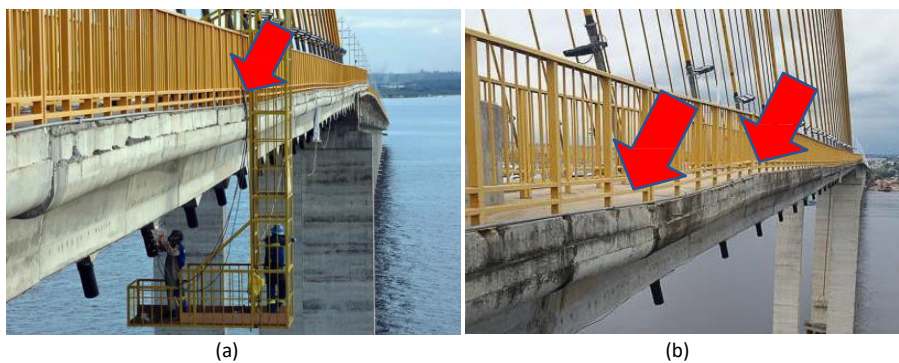


Figura 6: Aduelas durante construção (a); e em 2017 (b). Fonte: Acervo próprio.

Meso e infraestrutura

Na ocasião de inspeção pelo modal aquaviário foi possível observar as condições dos blocos de fundação e pilares. Contudo, verificou-se a ocorrência de patologias apenas nos blocos de fundação e não foi encontrada nenhuma não conformidade na estrutura de pilares.

Uma das manifestações patológicas mais frequentes na infraestrutura foi a de corrosão das armaduras (presente em aproximadamente 15% dos blocos de fundação) resultante,

possivelmente, do não atendimento ao cobrimento mínimo durante a fase de construção. Como maneira representativa, elencou-se o caso de maior relevância, o qual se encontra ilustrado na figura 7.



Figura 7: Exposição de armaduras da parte inferior do bloco de fundação do apoio 67.
Fonte: Acervo próprio.

No apoio 45 foi observada a formação de ninho de concretagem (figura 8 à esquerda) e o desprumo de uma estaca escavada (figura 8 à direita).



Figura 8: Ninho de concretagem (à esquerda) e desprumo de estaca (à direita) do bloco de fundação do apoio 45. Fonte: Acervo próprio.

Um dos apoios com estado de deterioração mais acentuado foi o de número 39, situado próximo ao apoio de sustentação do mastro estaiado da ponte. A partir de análise da figura 9, percebe-se a ocorrência, segundo a classificação proposta por Kofler (4), de brechas nos blocos, com exposição total, corrosão de armaduras e deposição de estrutura cristalina (possivelmente oriunda das águas do rio Negro). Aponta-se como principal causa dessas

manifestações patológicas possíveis falhas durante o processo de concretagem, uma vez que o formato das aberturas não as caracteriza como oriundas de choque mecânico.



Figura 9: Brecha e formação de estrutura cristalina (à esquerda) e brecha no concreto com corrosão de armaduras (à direita) no bloco de fundação do apoio 39. Fonte: Acervo próprio.

O apoio 41, igualmente localizado na região próxima ao apoio central da construção, apresenta sinais de mancha de umidade e de choque de embarcações, o que diminui o cobrimento das armaduras e reduz a vida útil do material (Figura 10).



Figura 10: Manchas de umidade e sinal de choque mecânico na infra e mesoestrutura do apoio 41. Fonte: Acervo próprio.

Considerações finais

A realização de procedimento de inspeção visa colaborar com órgãos públicos responsáveis pela manutenção da ponte Phelippe Daou através da indicação das patologias presentes na estrutura, especialmente nas fundações, pilares, pista de rolamento e guardarodas, permitindo que procedimentos para a manutenção sejam facilitados e proporcionando assim informações técnicas que permitam a melhoria do desempenho e da funcionalidade da estrutura.

O procedimento de inspeção permitiu inferir que a ponte Phelippe Daou apresenta manifestações patológicas em diferentes elementos, desde a corrosão nas armaduras dos blocos de fundação aos pilares do mastro central.

No geral, a estrutura não manifesta patologias que comprometam a curto prazo a segurança e funcionalidade da ponte, porém, estas contribuem acentuadamente com a redução da sua vida útil. Apesar disto, o estado geral de conservação da obra de arte demonstrou desempenho inferior ao previamente estimado pelo tempo de sua construção. Aponta-se como possível causa principalmente a não execução dos procedimentos de manutenção preventiva agendados para a estrutura, o que, permanecendo nesta condição, poderá acarretar em aumento do custo de manutenção como preconizado por Vitório (5) e poderá vir a prejudicar a integridade da ponte futuramente.

Bibliografia

- (1) AGUIAR, R. L.; Entrevista concedida a Samuel Calôba Aguiar. Manaus, 2017.
- (2) ALVES, J. G.; **“Vandalizada”, Ponte Rio Negro deve passar por recuperação, diz secretaria.** G1AM, Manaus, 2015. Disponível em <<http://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2015/07/vandalizada-ponte-rio-negro-deve-passar-por-recuperacao-diz-secretaria.html>>. Acesso em 16 out 2017.
- (3) COSTA, A. M. M.; Entrevista concedida a Samuel Calôba Aguiar. Manaus, 2017.
- (4) KOFLER, M.; **Revestimentos e patologias.** Notas de aula. Univerisdade Luterana do Brasil, 2015. Disponível em <<https://www.slideshare.net/MonicaKofler/aula-patologias-em-alvenarias-62200620>>. Acesso em 12 out 2017.
- (5) VITÓRIO, J. A. P.; **Manutenção e Gestão de Obras de Arte Especiais.** Anais do VII Encontro Nacional das Empresa de Arquitetura e Engenharia Consultiva, 2005.