MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS PONTES DE CONCRETO ARMADO SOBRE O RIO ARACATIAÇU NO ESTADO DO CEARÁ NO BRASIL

J. C. Sales^{1*}

*email: juscelinochaves@hotmail.com

¹ Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, Brasil.

RESUMO

As pontes são obras de arte que são construídas em quase 100% de sua totalidade para transpor rio, baías, lagos e vales em todo o mundo. O presente trabalho faz uma análise das manifestações patológicas nas duas pontes sobre o Rio Aracatiaçu no distrito de Patos no município de Sobral onde passa a rodovia federal BR-222. Para realizar este trabalho foram feitas visitas *in loco* às pontes, onde foram diagnosticadas as manifestações patológicas através de uma inspeção visual, sendo também feitos registros fotográficos. Foi possível concluir que as pontes apresentaram manifestações patológicas comprometedoras para suas estruturas de concreto armado. As manifestações patológicas mais encontradas foram a corrosão da armadura (viga e laje (tabuleiro da ponte)), vazios de concretagem (bicheiras no concreto armado), destacamento do cobrimento de pilares, fissuras etc. Foi possível concluir também que a existência das manifestações patológicas nas duas pontes sobre o Rio Aracatiaçu vem aparecendo devido a erro de execução e manutenção irregular das obras de arte ao longo dos anos.

Palavras-chave: pontes, Rio Aracatiaçu, manifestações patológicas, corrosão da armadura, vazios de concretagem.

ABSTRAT

Bridges are works of art that are built in almost 100% of their totality to cross rivers, bays, lakes and valleys around the world. The present work analyzes the pathological manifestations in the two bridges over the Aracatiaçu River in the district of Patos in the municipality of Sobral, where the federal highway BR-222 passes. To carry out this work, on-site visits were made where pathological manifestations were diagnosed through a visual inspection, and photographic records were also made. It was possible to conclude that the bridges presented compromising pathological manifestations for their reinforced concrete structures. The most common pathological manifestations were corrosion of the reinforcement (beam and slab (bridge deck)), concreting voids (reinforced concrete bins), detachment of pillar coverings, cracks, etc. It was also possible to conclude that the existence of pathological manifestations in the two bridges over the Aracatiaçu River has been appearing due to an execution error and irregular maintenance of the works of art over the years.

Keywords: bridges, Aracatiaçu River, pathological manifestations, reinforcement corrosion, concreting voids.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país de grande extensão territorial onde existem muitos rios e mais de 60% do transporte é feito através do modal rodoviário, daí vem a necessidade de construir pontes para transpor os rios, como também no Brasil especificamente no Estado do Rio de Janeiro se construiu uma ponte sobre uma baía (água salgada) que foi a ponte Rio-Niterói, que liga a cidade do Rio de Janeiro a cidade de Niterói passando sobre a Baía de Guanabara.

Muitas pontes no Brasil com mais de 50 anos de uso não receberam e nem recebem uma manutenção adequada ao longo de sua vida útil e isso acarreta uma insegurança para quem transita pela obra de arte, pois essas pontes foram dimensionada (calculadas) para receber uma determinada carga, e sabe-se que as carretas vem cada vez mais transportando mais carga (existem carretas bitrem que carregadas chegam a pesar 60 toneladas) aumentando assim a carga sobre a estrutura da ponte que não foi projetada para receber esse aumento de carga sobre ela.

As pontes em concreto armado estão sujeitas às diversas ações que ocasionam o seu envelhecimento e deterioração, comprometendo a sua estrutura e funcionalidade (Mascarenhas, 2019).

A maioria das pontes da malha de rodovias federais brasileiras é de concreto armado e tem idade superior a 30 anos, sendo escassas as informações sobre seus materiais constituintes e suas características mecânicas. Ao longo da vida útil dessas pontes ocorreram alterações de capacidade de carga e geometria dos veículos da frota circulante e alterações dos trens-tipo para o dimensionamento dessas estruturas. Muitas delas apresentam sinais perceptíveis de deterioração, tanto do concreto quanto da armadura, e não se conhece o grau de comprometimento dessas estruturas (Mendes, 2021).

As pontes e viadutos são estruturas de concreto que por estarem localizadas em zonas costeiras e/ou urbanas de grande tráfego de automóveis, são fortemente submetidas aos processos de carbonatação, ataques por sulfatos e cloretos, e solicitações mecânicas que em alguns casos são imprevisíveis, com por exemplo: inundações, explosões e abalos sísmicos. Nesses casos, a combinação desses processos pode acarretar o surgimento de manifestações patológicas, tais como: reação alcali-agregado (RAA), lixiviação, fissuras, corrosão das armaduras (Rubens et al., 2020).

As pontes são estruturas de extrema importância para o desenvolvimento de uma região. Por isso, tem-se a necessidade de um aprofundamento no estudo de seu comportamento mecânico, para buscar soluções mais rápidas, econômicas, duráveis e seguras (Turmina, 2016).

As manifestações patológicas mais encontradas nas duas pontes sobre o Rio Curu foram fissuras, erosão, recalque da fundação do pilar e corrosão da armadura (Sales, 2020).

A segregação no concreto, também conhecida como bicheira ou ninho, ocorre quando acontecem falhas no preenchimento das formas, durante os processos de concretagem, são aqueles vazios que ficam entre os agregados graúdos nas estruturas de concreto (Tecnocil, 2021).

Popularmente conhecidos como bicheiras, os vazios de concretagem são defeitos em pilares, vigas, lajes ou paredes que se manifestam por espaços não preenchidos no concreto. As consequências dessa patologia de estruturas de concreto armado, também chamada de ninhos de concretagem, variam de problemas estéticos que demandam o uso extra de materiais para revestimento, ao comprometimento da capacidade de suporte e da durabilidade da estrutura. Em casos mais severos, essas falhas de concretagem podem levar à segregação do concreto e expor as armaduras, provocando sua corrosão e, em último grau, o colapso da estrutura. Daí a importância de evitar os vazios a qualquer custo (Nakamura, 2021).

Em termos de durabilidade, a excelente resistência do concreto à água e à agressividade ambiental torna-o a solução estrutural geralmente com menor índice, periodicidade ou custo de manutenção em relação a outras, desde que adequadamente projetada ao ambiente de inserção (Bolina, 2019).

Pesquisadores calcularam as aberturas de fissuras (w_k) segundo a norma NBR 6118:2003, para duas seções transversais críticas de uma longarina de uma ponte ferroviária de concreto armado.

As fissuras são patologias muito frequentes em estruturas de concreto armado submetidas a esforços normais de tração devido à baixa resistência do concreto a esse tipo de solicitação. As fissuras provocam a exposição das armaduras levando ao aparecimento de problemas de durabilidade (Barroso, 2013).

Pesquisadores efetuaram uma estimativa probabilística da vida útil de elemento estrutural de uma ponte ferroviária de concreto armado efetuando diversas análises paramétricas, como a variação do cobrimento da armadura, fator água cimento, direções segundo as quais se tem diferentes exposições a umidade e diferentes tipos de cimentos e adições na mistura (Oliveira, 2013).

Azevedo (2017) analisou as manifestações patológicas de uma ponte sobre o Rio Acaraú feita de concreto armado na cidade de Sobral no Estado do Ceará e constatou a existências de várias manifestações patológicas que estão comprometendo a estrutura da ponte.

Pesquisadores encontraram uma patologia química, que consiste na exposição e corrosão das armaduras da viga principal da ponte Governador Magalhães Pinto, em decorrência do cobrimento inadequado, o qual não promoveu a proteção das armaduras (Mascarenhas, 2019).

A porosidade do concreto, a existência de trincas e a deficiência no cobrimento fazem com que a armação seja atingida por elementos agressivos, acarretando, desta maneira, a sua oxidação (Vitório, 2002).

O presente trabalho teve como objetivo analisar as manifestações patológicas nas duas pontes sobre o Rio Aracatiaçu mostrando as principais manifestações patológicas e suas causas, mostrando com maior ênfase o processo corrosivo das amaduras que afeta as pontes feitas em concreto armado.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado através de uma pesquisa de cunho bibliográfico em monografias, livros, artigos etc. Também foram realizadas visitas técnicas in loco as pontes sobre o Rio Aracatiaçu onde foram feitas inspeções visuais para detectar as manifestações patológicas, e foram feitos registros fotográficos. Também foram discutidas as causas das manifestações patológicas existentes nas duas pontes.

3. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS PONTES SOBRE O RIO ARACATIAÇU

As duas pontes foram feitas de concreto armado e analisadas, estão localizadas sobre o Rio Aracatiaçu no distrito de Patos no município de Sobral na região norte do Estado do Ceará.

A Figura 1 mostra as duas pontes sobre o Rio Aracatiaçu no distrito de Patos no município de Sobral, onde uma está no antigo trecho da rodovia federal BR-222 e a outra ponte está no novo trecho na BR-222 onde podemos perceber o nome 222 sobre a ponte mais nova. As duas pontes estão a menos de 100m uma da outra.

Figura 1. Duas pontes sobre o Rio Aracatiaçu. Fonte: Google Maps, 2020.

A Figura 2 mostra a ponte velha sobre o Rio Aracatiaçu onde temos três pilares em forma retangular confeccionados na mesma largura da ponte. Na antiga ponte só dar para passar um veículo de cada vez, ou seja não tem a possibilidade de passar dois veículos ao mesmo tempo, pois a ponte é muito estreita e foi usada até a década de 70, época em que foi inaugurada a nova ponte. Durante todo o comprimento da ponte é possível constatar a existencia de manifestações patológicas. A ponte foi construída em concreto armado com aço CA-24 liso (cilíndrico). Foi possível encontrar manifestações patológicas como corrosão de armadura (viga e laje (tabuleiro da ponte)), eflorescência, erosão no bloco de fundação dos pilares que ocorre devido a passagem da água, etc. Também foi possível constatar a existência de outras manifestações patológicas como a eflorescência, mofo etc. Foi possível constatar durante a última visita técnica a passagem de uma Hilux sobre a ponte velha que é um veículo um pouco mais pesado do que um carro de passeio.

Figura 2. Ponte velha em concreto armado sobre o Rio Aracatiaçu onde temos três pilares em forma retangular. Fonte: própria, 2019.

A Figura 3 mostra a ponte nova em concreto armado sobre o Rio Aracatiaçu que tem 86m de comprimento com os seus seis pilares em concreto armado de sustentação em forma cilíndrica onde

existem dois pilares distante cerca de 4m um do outro e ficam paralelos aos outros pares de pilares. Foi possível perceber a existência de eflorescência tanto no tabuleiro da ponte como na viga longitudinal que sustenta o tabuleiro de concreto armado.

Também ocorreu erosão no bloco de fundação dos pilares que são contornados por círculos de concreto armado. As manifestações patológicas ocorreram devido ao constante fluxo de água no leito Rio Aracatiaçu ao longo dos anos, ressaltando que só foi possível perceber a manifestação patológica da erosão, através da inspeção visual porque durante a visita in loco o Rio Aracatiaçu estava praticamente seco.

Sobre a ponte nova em concreto em armado vem ocorrendo um aumento contínuo das cargas sobre a sua estrutura, pois existe um trânsito pesado de veículos que vem aumentando ao longo dos anos como automóveis, caminhões, carretas, ônibus etc., isso ocorre devido a rodovia federal BR-222 ligar Fortaleza a região norte do Estado do Ceará como também a cidade de Teresina no Piauí.

Figura 3. Ponte nova sobre o Rio Aracatiaçu. Fonte: própria, 2019.

A Figura 4 mostra a viga em concreto armado cheia de vazios em uma das vigas da ponte nova. A viga foi concretada de uma maneira incorreta onde podemos ver que a sua base aparece com uma saliência, ou seja, a viga não está totalmente prismática. Os vazios de concretagem colocam em risco o desempenho da viga de concreto armado da ponte, valendo ressaltar que os vazios de concretagem (bicheiras) acarretam problemas de deformações que tem como consequência um futuro rompimento da viga e de toda a ponte, sabendo-se que a viga suporta o tabuleiro da ponte. Essa manifestação patológica ocorreu porque não fizeram um controle tecnológico do concreto, pois ocorreu um erro na hora de fazer concretagem da viga da ponte, que decorre do lançamento e adensamento do concreto, onde também durante o adensamento do concreto não foi feita uma vibração correta.

As falhas na concretagem, ocorreram durante a execução onde foram usadas formas inadequadas e um concreto (baixa qualidade) sem controle tecnológico.

Para recuperar as falhas na concretagem, que geram problemas na estrutura, deve-se preencher as falhas (bicheiras) de concretagem com a uso do adesivo epóxi ou graute.

Figura 4. Viga em concreto armado cheia de vazios de concretagem (bicheiras). Fonte: própria, 2019.

Em um dos pilares cilíndricos de concreto armado da ponte sobre o Rio Aracatiaçu na rodovia federal BR-222 foi possível constatar que o cobrimento está soltando do pilar da ponte nova. Essas fissuras no pilar aconteceram no concreto por causa da umidade e do ciclo térmico. Nesse caso com o destacamento do cobrimento do pilar já está acontecendo a corrosão da armadura do pilar pois a armadura já estar em contato com o oxigênio mesmo sem a armadura estar exposta (visível) (Figura 5). Foi possível perceber que está ocorrendo o esmagamento do pilar de concreto armado cilíndrico.

Figura 5. Destacamento do cobrimento do pilar. Fonte: própria, 2019.

Foi diagnosticado corrosão na armadura que está exposta, na superestrutura da ponte especificamente no tabuleiro da ponte nova em forma bastante acentuada. As armaduras expostas corroídas podem serem vistas na base da viga e na lateral da viga de concreto armado.

Foi possível perceber as avarias em lajes centrais do tabuleiro onde a laje está em avançado estado de deterioração como também da viga transversal. O processo corrosivo que afeta a ponte é mais incisivo porque o cobrimento de concreto que serve de proteção da armadura possui uma espessura

muito estreita e está fora do que é recomendado pela norma técnica da ABNT (Figura 6). Foi possível constatar que tanto a viga e a laje do tabuleiro da ponte feitas em concreto armado possuem uma densa armadura que pode ser vista através da inspeção visual. Deficiências na hora da execução da viga e da laje (tabuleiro) podem ter acarretado uma redução do cobrimento nominal das armaduras de aço. Foi possível perceber a exposição de armaduras, especialmente estribos na face inferior.

Figura 6. Corrosão na armadura na viga transversal e na laje (tabuleiro da ponte nova).
Fonte: própria, 2019.

A estrutura de concreto armado da ponte também sofre carbonatação no concreto devido a liberação dos gases (CO_2) de automóveis, ônibus e carretas que passam sobre a ponte diariamente, pois a rodovia federal BR-222 tem um tráfego intenso. A rodovia federal BR-222 liga a cidade de Fortaleza até o Estado do Pará, passando por cidades de médio e grande porte como Sobral, Teresina etc.

Nas pontes não vem sendo dada a manutenção periódica com se faz necessário pelo DNIT- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, que é um órgão do Governo do Brasil, ligado ao Ministério de Infraestrutura.

As duas pontes analisadas construídas em concreto armado possuem aspectos construtivos diferentes, tendo como exemplo os pilares de sustentação dos tabuleiros das pontes enquanto em uma um é cilíndrico, já na outra o pilar tem a forma retangular.

4. CONCLUSÃO

Foi possível concluir que a existência das manifestações patológicas nas duas pontes sobre o Rio Aracatiaçu vem aparecendo devido a erro de execução e manutenção irregular das obras de arte ao longo dos anos.

As manifestações patológicas mais encontradas foram a corrosão de armadura (viga e laje (tabuleiro da ponte)), vazios de concretagem (bicheiras no concreto armado) decorrentes de erros no processo de concretagem na hora do lançamento e adensamento do concreto, destacamento do cobrimento de pilares, eflorescência, erosão, fissuras, mofo etc.

As duas pontes sobre o Rio Aracatiaçu estando precisando de uma manutenção urgente pois as manifestações patológicas diagnosticadas estão comprometendo a estrutura das pontes.

Foi possível perceber que sobre a ponte velha de concreto armado só está transitando pequenos veículos.

As principais causas para o aumento de manifestações patológicas nas pontes estudadas foram a falta de manutenção, erros de concretagem na ponte nova, o aumento da carbonatação nas estruturas de concreto armado e o aumento da carga sobre a estrutura das pontes.

REFERÊNCIAS

Azevedo, R. I. F. (2017). “*Análise das manifestações patológicas de uma ponte da cidade de Sobral (CE)*”. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia Civil - Universidade Estadual Vale do Acaraú. Sobral.

Barroso, T., Veloso, L. (2013). “*Estudo da fissuração em pontes de concreto armado*”. 55º Congresso Brasileiro do Concreto. Gramado.

Bolina, F. C., Tutikian, B. F., Helene, P. R. L. (2019). “*Patologia das Estruturas*”. Editora Oficina de Textos, São Paulo.

Google Maps. (2020). Disponível em: <<https://www.google.com/maps/place/Tamboril+-+CE,+Brasil/@4.9401721,40.279334,3556m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x795de08d8362fad:0x32c552307519c70c!8m2!3d-4.8330598!4d-40.3212889?hl=pt-PT>>. Acesso em: 24 mar. 2020.

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

Mendes, P. T. C.; Moreira, M. L. T.; Pimenta, P. M. (2012). “*Pontes de concreto armado: efeitos da corrosão e da variação do módulo de elasticidade do concreto*”. Rev. IBRACON Estrut. Mater. 5 (3). <https://doi.org/10.1590/S1983-41952012000300008>.

Nakamura, J. (2021). “*Vazios de concretagem põem em risco desempenho de estruturas de concreto armado*”. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/vazios-de-concretagem-poem-em-risco-desempenho-de-estruturas-de-concreto-armado/14605>>. Acesso em: 21 abr. 2021.

Oliveira, R., Zarzar Junior, F., Bittencourt, T. (2013). “*Estimação probabilística da vida útil de componentes estruturais de pontes submetidas a carbonatação*”. 55º Congresso Brasileiro do Concreto. Gramado.

Rubens, T. D. M *et al*. (2020). “*Avaliação não-destrutiva dos pilares de ponte da localidade de Peixe Gordo, Tabuleiro do Norte*”. (Org) Marinho, J. L. A; Mesquita, E. F. T. Patologia das edificações - manifestações nas edificações e no patrimônio histórico. 1. ed. São Paulo: Leud. v. 1. p 122-131.

Sales, J. C. (2020). “*Patologias nas pontes sobre o Rio Curu*”. IV Congresso Brasileiro de Patologia das Construções. p 3660-3667. On line.

Tecnocil. (2021). “*Manifestação patológica: segregação do concreto (bicheira no concreto)*”. Disponível em: <<https://www.tecnosilbr.com.br/manifestacao-patologica-segregacao-do-concreto-bicheira-no-concreto/>>. Acesso em: 12 ago. 2021.

Turmina, G. (2016). “*Estudo dos esforços atuantes em uma ponte em concreto armado*”. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná–UTFPR, Pato Branco.

Vitório, J. A. P. (2002). “*Pontes rodoviárias: fundamentos, conservação e gestão*”. Recife, CREA-PE, 140p.