

Análise Patológica: um estudo de caso voltado à segurança do modal rodoviário nas Pontes Tortas e Pontilhão – MG.

Lucas Souza Guedes¹, Míriam dos Santos Perdigão², Ladir Antônio da Silva Júnior³, Wagner Cavaleiro de Souza⁴

¹ Universidade do Estado de Minas Gerais / lucas.guedess123@gmail.com

² Universidade do Estado de Minas Gerais / myh_19santos@hotmail.com

³ Universidade do Estado de Minas Gerais / ladir@hotmail.com

⁴ Universidade do Estado de Minas Gerais / wcavaleiro2005@yahoo.com.br

Resumo

À vista de um cenário em que as relações de migrações têm assumido evidências em debates acerca do transporte de cargas e locomoção de pessoas, e em conformidades normativas, pode-se apontar uma ressignificação de uso comum regente às pontes estruturais, em especial, as construídas em datações antigas. Em meio a essa observância, no que se diz respeito ao uso expresso de vias em pontes brasileiras, percebe-se em alguns casos a inadequação de fatores de segurança e ocorrência de problemas patológicos às estruturas, que geram por ora, interferências em relação às finalidades para as quais foram projetadas. O objetivo geral deste artigo pauta a análise *in loco* das condições patológicas das pontes Torta e Pontilhão, localizadas respectivamente na mediação da BR-381 no Km 350; e estrada Capela Branca-Taquaril do município de Bela Vista de Minas, ambas no estado de Minas Gerais. A presente pesquisa caracterizou-se por uma metodologia exploratória de cunho quantitativo e qualitativo na avaliação de avarias em pontes estruturais, de maneira a identificar possíveis fatores geradores de interferências à segurança e usabilidade previstas em projetos, no mapeamento e classificação de desempenho de obras de artes, para assim proceder no reforço ou recuperação da estrutura. Dentre as diversas patologias encontradas destacam-se a manifestação de carbonatação do concreto, oxidação de armaduras, surgimento de fissuras, além da deficiência construtiva de elementos de proteção laterais. Sendo assim, infere-se que as pontes em questão apresentam condições parciais de degradação, devendo sofrer intervenções de manutenções preventivas e reparatórias em suas principais patologias para garantir o desempenho e vida útil das estruturas, fundamentado por ações cabíveis de melhorias de usabilidade conduzidas pelo DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte), garantindo assim, a integridade e segurança dos usuários que por ali trafegam.

Palavras-chave: Pontes; Patologias; Segurança.

1 - Introdução

Presentes desde a antiguidade na urbanização de cidades, as construções de pontes contribuíram no marco da caracterização artística e cultural das civilizações egípcias, romanas e mesopotâmicas, cujo legado é preservado na atualidade por replicações em diversos países, com diferentes finalidades, formatos e dimensões projetadas.

De acordo com registros históricos percebe-se que ainda na Idade Média era bastante empregado nas pontes o formato de arcos, o que representava não somente estética, mas também a alternativa mais segura até então desenvolvida à época. A partir da Revolução Industrial ocorrida no século XIX foi observado o surgimento de pontes com emprego de novas estéticas e técnicas construtivas, a saber, com a utilização de ferro forjado, fios de aços entrelaçados, suspensas com correntes metálicas e, hoje, possível contemplar modernas pontes estruturais compostas por vidro (LOURENÇO, 2009).

Consideradas obras de artes especiais (OAEs), as pontes são estruturas arquitetônicas utilizadas em vias urbanas e rurais, visando promover acesso de veículos, pessoas e animais sobre obstáculos que transpõem a mobilidade. As pontes Torta e Pontilhão em estudo estão localizadas na região sudeste de Minas Gerais. A primeira está situada nas mediações do Km 350 da BR-381, constando 195,0 m de comprimento e 45,0 m de altura em relação ao espelho d'água do rio Piracicaba. Mediante as informações obtidas com moradores das proximidades, pode-se entender um pouco da história local, que se resume em: construída no período compreendido entre o fim da década de 60 e início da década de 70, possuía a princípio apenas um tabuleiro de madeira sem proteção lateral apoiado sobre duas bases de concreto, cuja sustentação foi realizada com conjuntos de reforços, hoje, conhecidos popularmente como mão francesa. Em ambas as extremidades de seu acesso havia curvas que aparentavam aos trafegantes a perspectiva de que a ponte se encontrava deslocada fora da rota, justificando assim, o termo designado. Por se tratar de uma construção antiga, a ausência de inspeções e manutenções provocou o colapso da estrutura, o que resultou na ampliação do trecho na execução de uma nova ponte com estruturas em concreto armado, que herdou consequentemente o nome da antiga ponte, chamada Torta, mas também conhecida pela comunidade local como Ponte da Morte. O Pontilhão da Capela Branca-Taquaril, por sua vez, foi construído no município de Bela Vista de Minas em 1937 em atendimento ao transporte de passageiros e cargas na Estrada de Ferro Central do Brasil sobre o Rio Santa Bárbara, que ainda apresenta vegetação ciliar nativa. Em meados dos anos 60 passou a pertencer a atual Vale S.A. para o transporte de commodities de ferro e níquel. Após a desativação da linha férrea na localidade a ponte foi utilizada como meio de travessia de veículos e pessoas das comunidades locais. O Pontilhão foi executado predominantemente em estruturas metálicas treliçadas, cujos apoios estão sobrepostos a tabuleiros dormentes de madeira e fundações em concreto armado (CATÁLOGO PATRIMÔNIO CULTURAL, 2014).

Com base na NBR 9452 define-se como vistoria em inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto – procedimento, sendo como: “conjunto de procedimentos técnicos e especializados que compreendem a coleta de dados necessários à formulação de um diagnóstico e prognóstico da estrutura, visando manter ou reestabelecer os requisitos de segurança estrutural, de funcionalidade e de durabilidade” (ABNT, 2019, p.1). Por meio dos levantamentos de dados sobre as obras de artes, literatura, entrevistas com moradores da redondeza e com as prefeituras dos municípios onde as obras de artes estão localizadas, pode-se perceber que apesar de não serem obras de artes recentes, ambas não passaram por nenhuma intervenção de grande porte e não possuem registros de inspeções rotineiras, para uma avaliação de uma deterioração precoce de seus compósitos devidos aos fatores de exposição que ambas pontes vem sofrendo ao longo de sua vida útil. Sendo que, ao longo de toda a sua vida útil, as OAEs estão expostas a diversas intempéries, ocasionando o desgaste, incidência das cargas acidentais e o envelhecimento da estrutura (ARAÚJO, 2017). Com a finalidade de prevenção quanto aos surgimentos de patologias mantendo o desempenho e a durabilidade da estrutura, se torna necessário a realização de manutenções periódicas (CRUZ, 2017).

Entende-se por vida útil estrutural como o período de tempo do qual os elementos estruturais estão sujeitos a manter as suas finalidades estruturais estabelecidas em projetos, sem que haja a necessidade de intervenções de manutenções corretivas. Assim, conceitua-se que para o atendimento à vida útil a estrutura deverá conservar uma durabilidade prolongada (POSSAN, 2010). A NBR 6118 no âmbito do item 6.2.3 trás a definição quanto à vida útil, dispondo que: “o conceito de vida útil aplica-se à estrutura como um todo ou às suas partes. Dessa forma, determinadas partes das estruturas podem merecer consideração especial com valor de vida útil diferente do todo, como, por exemplo, aparelhos de apoio e juntas de movimentação” (ABNT, 2014). Em outras palavras a NBR 15575 define vida útil como uma medida temporal da durabilidade de um edifício ou de suas partes (ABNT, 2013).

Assim sendo, diante de todo exposto, o objetivo deste estudo é identificar as principais manifestações patológicas encontradas na Ponte Torta e no Pontilhão, através de vistorias realizadas *in loco* e determinar suas prováveis causas, como também possíveis formas de correção, com intuito de se manter o desempenho das estruturas analisadas ao longo de toda sua vida útil.

A presente pesquisa caracterizou-se por uma metodologia exploratória de cunho quantitativo e qualitativo na avaliação de avarias em pontes estruturais, de maneira a identificar possíveis fatores geradores de interferências à segurança e usabilidade previstas em projetos, o mapeamento e classificação de desempenho de obras de artes. Sendo que o processo de análise de problemas patológicos se deu conforme a metodologia proposta por Linchtenstein (1985), com a análise em três passos: levantamento de subsídio, diagnóstico e definição de conduta.

2 - Resultados e discussão

O desenvolvimento patológico em estruturas de grandes dimensões como pontes estruturais pode originar em decorrência de fatores diversos, desde a ocorrência de recalques do solo ao esforço demasiado em períodos prolongados de tempo, ação de agentes agressivos ou até mesmo falhas de cálculos de projeção ou execução construtivas, que geram por ora, a perda de durabilidade e comprometimento da vida útil, ressaltando quando concebe reparos corretivos imediatamente após identificado, quando possível (THOMAZ, 1989).

Os agentes considerados agressivos são produzidos por ações mecânicas, físicas, químicas ou biológicas, atuando de forma isolada ou associada entre si. Os produzidos por ações mecânicas são em grande maioria sobrecargas, impactos, vibrações e cavitações, produzidos por causas naturais ou artificiais (ANDRADE FILHO, 2008).

As patologias nas estruturas de concreto são facilmente evidenciadas de forma visual pelo surgimento de trincas, fissuras, manchas de umidade, corrosão de armações e alterações de nivelamento altimétrico. As trincas e fissuras são comuns em estruturas de concreto, resultantes da baixa capacidade do concreto na resistência à tração, de tal maneira que colapsa sem apresentar indícios prévios, evidenciando a importância de emprego adequado de armaduras estruturais.

Com intuito de apresentar as principais manifestações patológicas encontradas nas OAEs analisadas, na sequência deste capítulo são abordadas, de forma separada as principais patologias, apresentado uma breve definição do fenômeno, de acordo com a literatura e na sequência, o que pôde ser observado através das inspeções visuais elaboradas em cada estrutura.

2.1 - Fissuras

A manifestação de fissuras é comumente tida como a patologia mais frequente relacionada à utilização do concreto, se dispondo da perda de uniformidade da camada superficial de revestimento em pelo menos 0,5 mm de abertura do elemento, ou em casos excepcionais, chegando a atingir profundidades consideravelmente superiores. As fissuras são ocasionadas quando as deformações do sistema estrutural são insuficientes para resistir aos esforços solicitados, induzindo a aparição de aberturas fissurais para alívio de tensões (VITÓRIO, 2003).

A manifestação de fissuras é indício de que a estrutura perde sua durabilidade e o nível de segurança, comprometendo sua utilização tanto na redução de sua vida útil quanto no prejuízo ao seu funcionamento e estética, podendo causar a corrosão da armadura, quando estas se encontram em ambiente agressivo (CAMONA FILHO, 2005).

Em análise às características visuais da Ponte Torta foi identificado que a ocorrência de fluxo intenso de tráfego veicular sobre a superestrutura tem atuado na promoção de esforços demasiados em longo prazo, de forma que se observou a manifestação de fissuras cujas dimensões variam em sua extensão, apontando para a possibilidade do concreto que a compõe se encontrar em estado limite de serviço com perda de durabilidade pela força cortante, mas, sobretudo, pelo intemperismo - Classe de agressividade II - NBR 6118 (ABNT, 2014).

A Figura 1-a caracteriza a observação de fissuras nos elementos horizontais do guarda-corpo, sendo ainda possível evidenciar que na Figura 1-b o cobrimento de concreto tende a desprender à medida que acometido por tensões solicitantes, situação que porventura pode vir a promover a exposição de armaduras e resultar em degradação dos elementos pelo processo de carbonatação.



Figura 1 – Manifestação de fissuras na Ponte Torta.

2.2 - Carbonatação

Por sua manifestação, entende-se como a carbonatação o processo de reação físico-químico que ocorre lentamente dos elementos estruturais. Assim, o contato molecular entre os compostos do concreto com a água (H_2O) e gases da atmosfera, sobretudo dióxido de carbono (CO_2) penetrados nos poros, provoca a redução do pH, tornando propício à ocorrência de avarias como agravamento dimensional de fissuras, alterações das condições de permeabilidade e corrosão de armaduras expostas (FERREIRA, 2013).

Destaca-se à Ponte Torta o surgimento de carbonatação nas estruturas em concreto, que pode estar relacionada a diversos fatores, dentre eles o desgaste da camada de cobrimento provocada por fissuração e intemperismo.

Na Figura 2 é apresentado como exemplo do processo de carbonatação os elementos de proteção lateral da Ponte Torta, onde pode-se perceber que o processo de carbonatação está tão avançado, onde juntamente com o mesmo aconteceu a oxidação da armadura da região carbonatada, com a expansão desta armadura e por consequência o destacamento do concreto de cobrimento desta armadura.

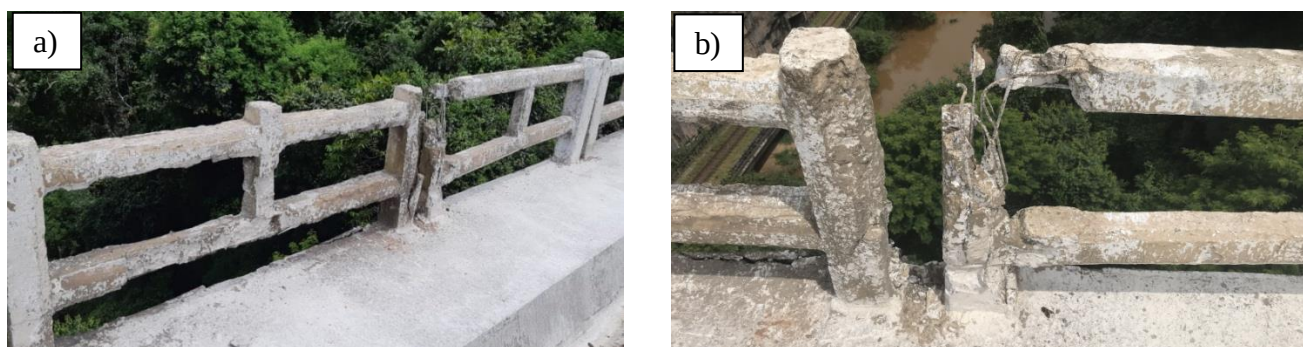


Figura 2 – Elementos de proteção lateral da Ponte Torta acometidos pela ocorrência de carbonatação.

2.3 - Oxidação

O fenômeno de oxidação é um processo natural ocorrido em elementos de composição metálica em que se consta a transferência de elétrons em reações químicas. O aumento da taxa de oxidação dos átomos pode ser visualmente identificado pela presença de ferrugem, que em longo prazo compromete a capacidade dos materiais de base metálica em exercer capacidades de resistência estrutural. Mesmo a exposição ao ambiente e ar sem nenhuma proteção oxidação é o primeiro passo da degradação não sendo o processo mais crítico da deterioração e sim a corrosão, seguida pelo processo de oxidação, porém oriunda um ciclo mais vicioso na qual o aço fica mais exposto aos danos causados ao contato com o meio e a atmosfera, considerado processo mais preocupante (CASCUDO, 1997).

A deterioração de elementos metálicos estruturais do Pontilhão por oxidação está ligada, possivelmente, à exposição demasiada à umidade relativa do ambiente em que foi executada, imediatamente acima do Rio Santa Bárbara. Por meio de análises visuais não se faz possível identificar o mínimo indício de manutenções preventivas de revestimentos das superfícies dos elementos em aço, que se encontram oxidados, sendo em alguns pontos com grande nível de deterioração.

A Figura 3 aponta as condições do Pontilhão pela oxidação total dos elementos estruturais, reforçando a importância das ações de controle e prevenção de agravamento, de maneira que não resulte em corrosão dos compósitos metálicos.

Somado a isso, infere-se que a presença de matéria orgânica localizada em pontos específicos nos perfis (conforme mostrado na Figura 3) contribuiu significativamente para a intensificação da agressividade à corrosão, questão que poderia ser controlada caso houvesse recebido tratamentos de pinturas impermeabilizantes e anticorrosivas de forma periódica.



Figura 3 – Manifestação de oxidação em elementos estruturais do Pontilhão.

2.4 - Patologias pela ação de agentes orgânicos

Sabe-se que precedido à execução de projetos é de suma importância a realização de análise prévia do local. Em situações de construção rente a vegetação, é possível a observância de patologias provenientes de fatores naturais. A madeira, por exemplo, material base que compõe o dormente do Pontilhão, está sujeita a deteriorar pela ação de insetos xilógrafos, fungos, intemperismo e fogo (ABDALLA, 2002).

Exposta a situação de implantação do Pontilhão atrelado à vegetação ciliar nativa, o risco das interferências dos agentes biológicos foi assumido sem que houvesse uma preparação da estrutura para resistir à perda de durabilidade de forma prolongada ao longo dos anos seguintes. Acredita-se que após a desativação da linha férrea outrora instalada sobre a ponte, que a ação de agentes orgânicos nos interstícios de provocou aceleração de degradação da estrutura, observou-se também que em alguns pontos de encontros principalmente, mais próximos à vegetação manchas de coloração esverdeadas e preto-esverdeadas oriundas da presença de bolores e limos, fungos que se instalaram devido à umidade do ambiente.

Dessa forma, a Figura 4 aborda por meio de perspectivas frontal e lateral a manifestação pontual de agentes orgânicos nos elementos estruturais do Pontilhão, representados por densa vegetação nas bases de apoio.



Figura 4 – Observância de matéria orgânica nos interstícios estruturais do Pontilhão.

2.5 - Patologias nos elementos de proteção

Com a finalidade de garantir a segurança e proteção adequada, os dispositivos como guarda-corpos e a defesa, nas construções os guarda-corpos utilizados quando houver passeios laterais, assegurando a proteção a pedestres e ciclistas, feita sem solução de continuidade e sem superfícies salientes as defensas sendo também um dispositivo de proteção lateral, posicionadas ao acostamento com a finalidade de proteção quanto aos veículos, essas empregadas algumas vezes nas construções das OAEs (DNER, 1996).

As anomalias mais evidenciadas na Ponte Torta, partindo-se das premissas de atendimento à segurança na utilização do estrado e elementos laterais de resistência a impactos, indicam que os serviços devem ser refeitos devido à discriminação de avarias que inviabilizam contemplar os objetivos dos qual foram projetados. A Ponte Torta apresenta fatores expressivos de degradação dos guarda-corpos laterais, conforme consulta em Norma 088 (DNIT, 2006), de tal maneira que é possível identificar visualmente a presença de umidade e rompimento de elementos em concreto armado, que já apresentam a exposição de armaduras. Em alguns trechos os guarda-corpos apresentam a perda de continuidade pela ausência de elementos de contenção resultantes da observância frequente de acidentes notificados, que por hora, não resistem a impactos provenientes de colisões. De acordo com informações fornecidas por moradores das comunidades locais, diante da falta de manutenções preventivas da ponte por iniciativa governamental, os mesmos atuam na construção de reparos e reposição dos elementos de guarda-corpos da ponte, ainda que não sejam predimensionadas. Assim, justifica-se a despadronização dos elementos de proteção em toda a extensão da ponte.

A representação da Figura 5 traz a visualização da ausência de padrão construtivo dos guarda-corpos da Ponte Torta. Durante as vistorias foi identificado que algumas das contenções executadas pelas comunidades ainda se encontravam enformadas, onde era possível identificar que o concreto empregado nesta manutenção paliativa agregava consistência demasiadamente fluida, o que se deixa inferir que os reparos não se configuram em condições de resistência a impactos.

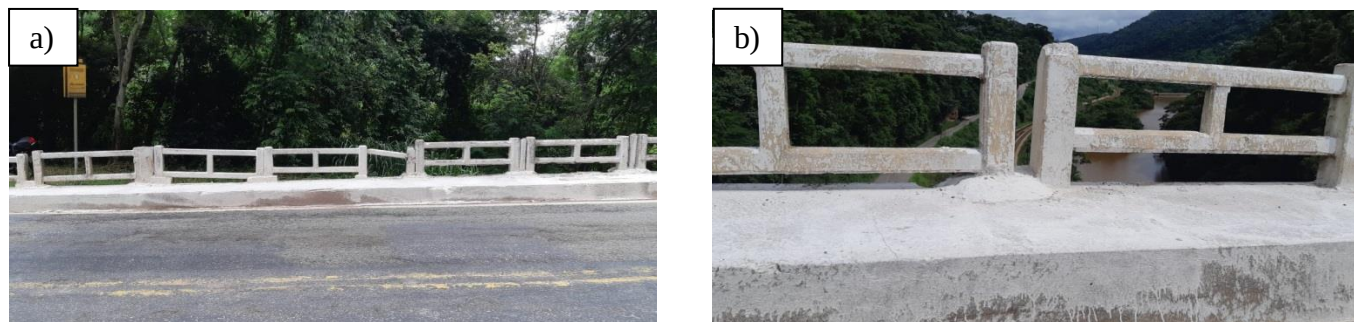


Figura 5 – Despadronização construtiva dos elementos de proteção lateral da Ponte Torta.

2.6 - Patologias nas juntas de dilatação

As juntas de dilatação, concebidas a fim de garantir a movimentação entre duas estruturas contínuas, são dispositivos empregados às técnicas construtivas para assessorar o controle de efeitos vibratórios, variação de temperatura e movimentações inerentes aos elementos estruturais. Dessa forma, as juntas auxiliam a estrutura no alívio de tensões solicitantes geradoras de fissuras e trincas, bem como a durabilidade e estabilidade do sistema, estanqueidade da superestrutura, de modo a promover segurança rodoviária e ferroviária. (DNIT 091 ES, 2006).

As avarias relacionadas à Ponte Torta no que se diz respeito às juntas de dilatação obtiveram significância considerável, dado a identificação de aberturas com magnitudes acerca de 10 cm. Assim, é previsto que o desgaste do dispositivo tende a se agravar de tal maneira a comprometer a estrutura no equilíbrio estático decorrente de movimentações diferenciais. No interior das fendas ainda foi possível encontrar objetos não pertencentes aos materiais e técnicas construtivas, o que pode em algum momento comprometer a dilatação do pavimento ou até mesmo induzir a degradação parcial da ponte. Em alguns trechos foi ainda identificado que o tabuleiro da pista de rolamento contempla somado às fissuras, a ocorrência de desprendimento das juntas de dilatação. Assim, o pavimento da ponte apresenta aberturas profundas e elevações pontuais que necessitam de reparos, como pode ser visto na Figura 6.

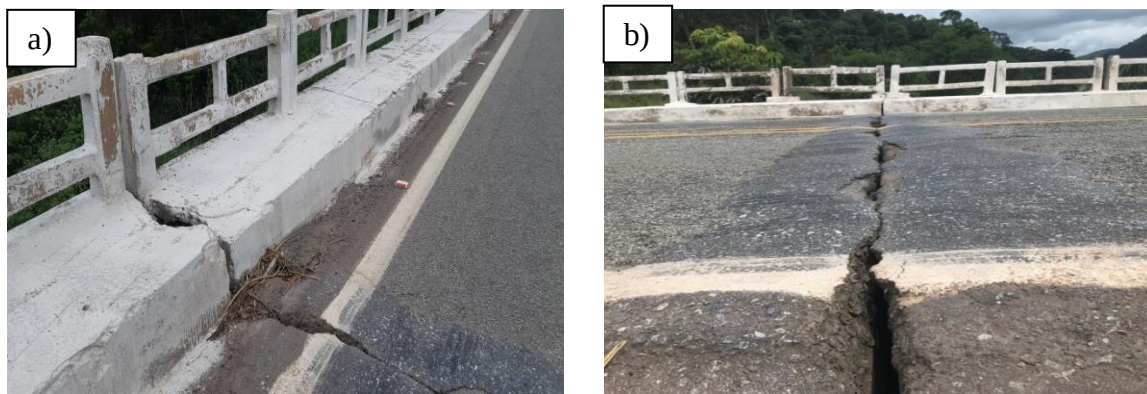


Figura 6 – Comprometimento de juntas de dilatação do tabuleiro da Ponte Torta.

2.7 - Patologias nos elementos de ligações

Ao tocante relacionada à estabilidade estrutural em pontes metálicas, tem-se como primordial a ligação adequada dos elementos para que seja possível o funcionamento monolítico do sistema, não abrindo mão da seleção coerente do grau de rigidez eficiente para suporte de cargas previstas em projeto para o comportamento homogêneo de deformações da estrutura. Compostas por chapas, parafusos e soldas, as ligações modernas de estruturas metálicas substituem os rebites utilizados em tempos passados. Assim, as ligações oferecem resistência mecânica compatível com os esforços atuantes mediante a especificação do tipo de aço.

A Figura 7 representa as ligações estruturais dos elementos metálicos do Pontilhão, justapostas em travamentos treliçados em suas dimensões superficiais.

Pode-se dizer que, aparentemente, dentre os elementos constituintes de uma ponte, a superestrutura do Pontilhão é a mais comprometida pela perda de durabilidade em relação às condições para o qual foi projetada. Assim se procede pela observância do estado de desgaste de dormentes de madeira, já consumidos por insetos xilógrafos, conforme demonstrado na Figura 8. Nota-se que, durante a passagem de veículos sobre o estrado da ponte, é possível sentir o deslocamento das chapas de madeira, que não se encontram integralmente ligadas entre si, o que gera certa instabilidade no pavimento.



Figura 7 – Vista panorâmica do Pontilhão, com enfoque aos elementos de ligações.





Figura 8 – Degradações pontuais no dormente do Pontilhão em decorrência da presença de insetos xilógrafos.

3 - Considerações Finais

Por meio dos estudos de caso realizados, percebeu-se que as Pontes Torta e Pontilhão agregam patologias que possivelmente tiveram origem por falhas de execução ou dimensionamento em projetos, mas, sobretudo, pela ausência de inspeções e manutenções preventivas periódicas.

Considera-se para todos os fins que, em decorrência da época em que as pontes foram construídas, as mesmas estiveram sujeitas à exposição aos diversos agentes degradantes dos materiais construtivos empregados.

É válido ressaltar que os pontos mais críticos ponderados, no que diz respeito à Ponte Torta, são passíveis a correções imediatas em caráter de compatibilização das diretrizes normativas de segurança com o uso expresso do modal rodoviário por veículos. Assim, recomenda-se em primeira instância a atuação de reparos técnicos às juntas de dilatação e substituição de guarda-corpos por defensas como elementos de proteção laterais. Ao Pontilhão, por se tratar de uma construção expressivamente metálica com suporte de madeira e concreto armado de forma auxiliar, sugere-se a limpeza e retirada da camada superficial oxidada, aplicação de primer e pintura impermeável nas chapas de aço, além da substituição dos dormentes de madeira e instalação de gradis laterais para incrementar segurança aos transeuntes locais.

As análises realizadas almejam abordar uma contextualização para as ocorrências observadas em caráter de contribuição para a continuidade ou, pelo menos, agregar dados para a realização de novos estudos.

Como continuação futura do estudo, torna-se viável a realização de inspeções técnicas das pontes, acompanhado de testes de cargas; analisar a situação de controle de avarias supracitadas após submetidas às manutenções.

Referências

- ABDALLA A. C. P. B. Utilização de madeira de eucalyptus em estruturas de pontes. Dissertação (Mestrado em ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2002. 108p.
- ARAUJO, C. J. R. V. (São Paulo). Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Principais aspectos abordados na ABNT NBR 9452:2016, a importância das atividades de manutenção em pontes e viadutos e as dificuldades das condições de acesso às inspeções. Revista IPT | Tecnologia e Inovação, São Paulo, v. 1, n. 5, p.18-40, ago. 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto — Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9452: Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.575: Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 1. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIADAS, INSTITUTO AÇO BRASIL – Emissões de gases de efeito estufa nos processos industriais – Produção de metais: ferro e aço. Ministério da Ciência e Tecnologia, Instituto Aço Brasil, Brasília - DF, 2010.
- CASCUDO, O.; CARASEK, H. Ações da carbonatação no concreto. In: ISAIA, G. C. (Cord.) Concreto: Ciência e Tecnologia. 1a. ed. São Paulo. IBRACON, v 1, p 849-885, 2011.
- CRUZ, R. B. C. et. al.. Contribuições sobre Inspeções em Pontes e Viadutos Conforme NBR 9452:2016 – Vistoria de Pontes, Viadutos e Passarelas de Concreto. Engenharia Estudo e Pesquisa, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p.19-29, jan./jun., 2017.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Norma DNIT 088/2006 – ES: Dispositivos de segurança lateral: guarda-rodas, guarda-corpos e barreiras – Especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Norma DNIT 091: Tratamento de aparelhos de apoio: concreto, neoprene e metálicos – Especificação de Serviço. Espírito Santo, 2006.

LINCHTENSTEIN, N. B. Patologia das construções: procedimento formulação diagnósticos de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações. Dissertação (Mestrado). EPUSP, São Paulo, 1985.

MINAS GERAIS. Prefeitura Municipal de Bela Vista de Minas. Catálogo de proteção ao patrimônio cultural. Bela Vista de Minas: PMBV, 2014. 01-437 p.

THOMAZ, E. Trincas em Edifícios, Causas, Prevenção e Recuperação. 1. ed. São Paulo: PINI, 1989.

VITÓRIO, A. Fundamentos da patologia das estruturas nas perícias de engenharia. Instituto Pernambucano de Avaliações e Perícias de Engenharia. Recife, 2003. Disponível em: http://vitorioemelo.com.br/publicacoes/Fundamentos_Patologia_Estruturas_Pericias_Engenharia.pdf.

Acesso em: 20 janeiro 2021.