

## **LEVANTAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS IDENTIFICADAS NA PONTE METÁLICA FERROVIÁRIA NO MUNICÍPIO DE CAXIAS-MA.**

LIRANA LAMARA BARRETO DA SILVA<sup>1</sup>; JULIANA SILVA CARNEIRO\*;  
PAULO RICARDO ALVES DOS REIS SANTOS<sup>3</sup>; PAULYSENDRA FELIPE SILVA<sup>4</sup> LUIZ FERNANDO SEIXAS CURY<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia Civil, FACEMA, Caxias - MA, liranamengao@hotmail.com;

<sup>2</sup> Graduada em Engenharia Civil, FACEMA, Caxias - MA, julianad7@hotmail.com;

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia Civil, FACEMA, Caxias - MA, paulinho.ars@hotmail.com;

<sup>4</sup> Graduanda em Engenharia Civil, FACEMA, Caxias - MA, sendra\_102@hotmail.com;

<sup>5</sup> Professor especialista, FACEMA, Caxias - MA, luizfernando\_phb@hotmail.com.

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018  
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

**RESUMO:** As pontes, também denominadas tecnicamente de obras-de-arte especiais, são construções que, em geral possuem um grande valor patrimonial e histórico para a localidade onde estão inseridas, tanto pela sua funcionalidade, quanto por se construírem como parte integrante da paisagem de onde estão instaladas. Estas obras, em geral, estão sujeitas à ação de diversos agentes que instigam o aparecimento de patologias, o que pode vir a reduzir a capacidade portante da estrutura, avultando o risco de colapso da mesma. Diante disso, o presente trabalho tem por objetivo identificar as principais manifestações patológicas em uma ponte ferroviária metálica no município de Caxias-Maranhão, a qual possui cerca de 40 anos de construída, buscando-se avaliar as condições estruturais e de segurança em que se encontra a referida obra de arte. Para isso, fora realizado um estudo *in situ*, e através de inspeção visual e registros fotográficos, foi possível realizar uma avaliação das partes mais afetadas, constatando desta forma, as prováveis causas das manifestações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Manifestações Patológicas, Ponte, Estrutura.

### **LIFTING OF THE PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IDENTIFIED AT RAILWAY METAL BRIDGE IN THE CAXIAS-MA MUNICIPALITY.**

**ABSTRACT:** The bridges, which are also technically referred to as special works of art, are constructions that generally have a great equity value and historical value for the locality where they are inserted, both for their functionality and for being built as an integral part of the landscape from which they are inserted. These works are usually subject to the action of several agents that instigate the appearance of pathologies, which can reduce the bearing capacity of the structure, adding to the risk of collapse. Therefore, the present work aims to identify the main pathological manifestations in a metallic railway bridge in the municipality of Caxias-Maranhão, which is built around 40 years ago, seeking to evaluate the structural and safety conditions in which said work of art is located. For that, an *in situ* study had been carried out, and through visual inspection and photographic records, it was possible to carry out an evaluation of the most affected parts, thus verifying the probable causes of the manifestations..

**KEYWORDS:** Pathological Manifestations, Bridge, Structure.

### **INTRODUÇÃO**

O advento da Revolução Industrial na Inglaterra no séc. XVIII viria a trazer consigo avanços na engenharia de pontes, sendo o principal a inserção de estruturas metálicas na construção destas (LOURENÇO, 2009). O ferro, e mais tarde o aço, passaram a se firmar como novos materiais de construção, assumindo inclusive funções estruturais, sendo largamente aplicados na indústria da construção. Posteriormente, percebeu-se que a utilização desses materiais possibilitaria a concepção de

estruturas maiores, capazes de vencer grandes vãos e com elevada resistência, características que futuramente seriam imprescindíveis para a construção de pontes.

A primeira ponte metálica de que se tem notícia, ficou conhecida como Iron Bridge, concebida em 1779 no distrito de Shorspshire, na Inglaterra, construída por inteiro em ferro, levou cerca de 4 anos para o término de sua execução.

Esta ponte, apesar de já construída com o novo material, estruturalmente não possui nenhuma inovação com relação a aspectos estruturais quando comparadas as anteriores, feitas em pedra. O tabuleiro e o arco da ponte ainda preservam as características arquitetônicas e o comportamento estrutural semelhante a elementos construídos em alvenaria (MEIRELES, 2010).

### **Principais aspectos de deterioração em pontes metálicas**

As OAEs (Obras de arte especiais) estão sujeitas a ocorrência de diversas manifestações patológicas. Essas, estão associadas a diversas causas, podendo ser conseqüentes do próprio projeto, em razão de detalhes mal resolvidos, devido à utilização inadequada e, naturalmente, da falta de manutenção adequada (GONÇALVES, 1992).

Outra causa associada a ocorrência de manifestações patológicas em pontes é a incidência de catástrofes naturais, onde, por serem imprevisíveis, solicitam a estrutura com uma intensidade não prevista, e que supera a sua capacidade resistente (LOURENÇO et. al, 2009).

### **Principais tipos de deterioração que ocorrem em pontes**

#### **Corrosão**

A corrosão provoca a degradação de um material por ação física, química ou eletroquímica do meio ambiente, podendo ser associada ou não a esforços mecânicos, gerando grandes prejuízos ocasionados pelos custos envolvidos na reparação de estruturas metálicas deterioradas, com destaque para as das pontes, por estarem expostas diretamente a efeito de agentes degradativos como: chuva, insolação, poluentes, etc. (VITÓRIO, 2015).

#### **Afrouxamento de ligações**

De acordo com Gonçalves (1992), o afrouxamento de ligações parafusadas e rebitadas é um problema grave em estruturas de pontes metálicas. As cargas móveis que solicitam estas estruturas, conduzem ao deslizamento das ligações, o que provoca deslocamentos e distorções nos elementos estruturais. Em caso mais severos, há o rompimento dos rebites ou parafusos. Este dano, causa principalmente dois problemas nas estruturas: deformações excessivas e a ruptura dos elementos que fazem parte da ligação.

#### **Danos estruturais devido ao impacto de objetos ou veículos**

“A deterioração por impacto, necessita de um agente externo móvel e provoca, geralmente, abaulamentos e deformações plásticas localizadas nos elementos estruturais” (GONÇALVES, 1992, p.73). Este problema está ligado principalmente à: acidentes sobre pontes, colisão de veículos em colunas, danos nas diagonais ou montantes provocados por carga transportada em vagões ou caminhões, danos em vigas principais ocasionados por caminhões com altura superior à permitida, etc.

#### **Aparelhos de apoio e fundações**

Os aparelhos de apoio são responsáveis pela ligação da superestrutura com pilares e encontros, transmitindo os esforços provenientes da superestrutura para os pilares e fundações. Alguns tipos de deterioração nos aparelhos de apoio são: a presença de sujeira e detritos (o que favorece a corrosão, altera o esquema estático considerado, e pode gerar esforços adicionais não previstos, etc.) e a movimentação de pilares ou encontros (causando deslocamentos horizontais dos aparelhos de apoio, desnivelamento e desalinhamento dos tramos da ponte e em casos extremos o colapso da estrutura) (GONÇALVES, 1992).

Ainda de acordo com Gonçalves (1992), nas fundações, os problemas estão associados principalmente a deterioração dos elementos que a constituem (blocos, estacas, etc.) e do solo (recalques, erosões, etc.)

## Má conservação das vias

A má conservação das vias em pontes ferroviárias pode ocasionar, diversos problemas, os quais são listados por Gonçalves (1992), resumidos na Tabela 1 abaixo:

Tabela 1. Problemas relacionados a má conservação das vias.

|   |   |
|---|---|
| Elevação dos esforços provenientes do impacto (o coeficiente de impacto adotado nas normas técnicas considera as linhas e trilhos alinhados). | Concentração de tensões ocasionada pela má distribuição de esforços transversais devido ao comprometimento dos dormentes. |
| Deslocamento da superestrutura provocado por forças transversais não previstas no cálculo.  | Surgimento de tensões não previstas no cálculo.   |

## Fadiga

De acordo com o Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias do DNIT, fissuras ou trincas de fadiga decorrem de carregamentos repetidos, cíclicos, que submetem a estrutura. As trincas de fadiga podem provocar a ruptura brusca do elemento estrutural, e devem ser identificadas nas estruturas antes de sua manifestação literal.

O Manual lista ainda, alguns fatores que originam as trincas por fadiga, exposto na Tabela 2:

Tabela 2. Fatores que originam as trincas por fadiga.

|   |                       |                                      |
|---|-----------------------|--------------------------------------|
| Grande amplitude de variação de tensões         | Tipo de detalhe       | Qualidade da solda                   |
| Alta ocorrência de tráfego de caminhões pesados | Qualidade do material | Idade e histórico de cargas na ponte |

## MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia adotada é de natureza descritivo-exploratória, onde, a partir de coleta de dados *in loco* e observações visuais, avaliaram-se as anomalias aparentes na ponte, de forma a identificar e elencar as principais manifestações passíveis de análise.


Uma vez que não foram feitas pesquisas experimentais, analisaram-se as patologias e suas possíveis causas, com auxílio de um levantamento fotográfico.

Levantamentos deste tipo, são de grande valia, uma vez que abordam diversos aspectos com relação à manutenção e preservação das estruturas, uma vez que as restaurações possuem um custo elevado, além de serem complicadas de se executar, pois, demandam de mão de obra e materiais específicos.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O quadro 1, descrito abaixo, exemplifica o estado atual da Ponte Metálica da cidade de Caxias-MA, discriminando as principais manifestações patológicas encontradas, e suas possíveis causas, aferidas de acordo com estudo bibliográfico realizado.

Quadro 1. Patologias Identificadas no estudo de caso – Ponte Metálica localizada na cidade de Caxias-MA

| Imagem   | Descrição   | Causas Prováveis  |
|--|---|---|
| <p>Figura 1.</p>  | Corrosão nas peças que liga os trilhos aos dormentes. | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ação da água.</li><li>• Exposição ao ambiente.</li><li>• Proteção com película deficiente ou inadequada dos perfis;</li><li>• Falta de limpeza/manutenção.</li><li>• Deposição de material nocivo ao aço.</li></ul> |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <p>Figura 2.</p>   | <p>Peças de madeira com manchas e pequenas fissuras e desenvolvimento de microorganismo.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausência de impermeabilização.</li> <li>• Ausência de tratamento contra ação térmica.</li> </ul>  |
| <p>Figura 3.</p>  <p>Figura 4.</p>     | <p>Figura 3, corrosão da barra de apoio aos usuários.</p> <p>Passarela demonstra instabilidade na passagem dos usuários.</p> <p>Figura 4, Corrosão ao longo da extensão da ponte, nos trilhos e material ligante trilho-dormente.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de tratamento anti-corrosão nas barras.</li> <li>• Falta de tratamento contra umidade, acelerando processo corrosivo nos ligantes trilho-dormente.</li> </ul>   |
| <p>Figura 5.</p>  <p>Figura 6.</p>  | <p>Figuras 5 e 6, passarela da ponte, apresenta severa corrosão por ferrugem, ao longo de toda extensão da ponte.</p> <p>Em pontos específicos é visíveis buracos de diâmetros superiores a 30 cm.</p>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reações de oxidorredução.</li> <li>• Espessura da passarela insuficiente.</li> <li>• Ausência de tratamento contra agentes erosivos nas placas metálicas.</li> </ul>  |
| <p>Figura 7.</p>  <p>Figura 8.</p>  | <p>Figuras 7 e 8, início e final das passarelas em estado severo e preocupante de corrosão, ausência de estabilidade para passagem de usuários.</p> <p>Lastro de brita insuficiente.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fixação entre passarela e estrutura da ponte mal dimensionado.</li> <li>• Sobrecarga.</li> <li>• Ação da água, condições físicas impostas.</li> <li>• Utilização de material inadequado para compor passarela.</li> </ul> |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| <p>Figura 9.</p>  | <p>Figura 10.</p>  | <p>Figura 9, perfis de apoio da estrutura em estado severo de corrosão e ferrugem. Manchas na estrutura.</p> <p>Figura 10, espaço em umidade constante. Corrosão e desprendimento do metal.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acúmulo de água e variações de temperatura gerando processo corrosivo, desprendimento e esfarelamento do metal.</li> <li>• Umidade constante ocasionando as manchas.</li> </ul> |
|--|---|---|--|

Fonte: Autores, 2018.

## CONCLUSÃO

Através de visitas à ponte metálica, constatou-se que durante a fase de projeto, de construção e de manutenção, ocorreram alguns erros, no que se refere a:

- provável utilização de material inadequado, em desacordo com a sobrecarga que receberia.
- Ausência de manutenção preventiva e periódica na estrutura.
- Inexistência de impermeabilização nas peças de madeira (dormentes), devido à disposição de algumas peças metálicas constituintes da ponte, além da existência de acúmulo de água ao longo de algumas partes da ponte (trilhos, longarinas, etc.), ocasionando corrosão e desgaste nestes componentes.

Vale ressaltar, que o acesso dos pedestres à ponte, comumente utilizada para travessias dos mesmos, está completamente comprometido, devido o estado atual das passarelas, solicitando dessa forma, o reparo imediato, evitando assim acidentes e até mesmo perdas humanas.

Visando contribuir com o poder público, foram levantadas e elencadas as manifestações patológicas mais recorrentes na ponte, onde tais, podem vir a ocasionar maiores problemas aos usuários. Pretende-se então, elaborar e entregar um relatório a Secretária de Obras do Município, o qual conterá os resultados mais pertinentes resultantes desta pesquisa, identificando as manifestações patológicas detectadas, e especificando suas possíveis causas, servindo de subsídio para a tomada de decisões do poder público, quanto a realização de manutenções e intervenções a serem realizadas na Obra de Arte aqui estudada.

Como pesquisa futura, torna-se importante realizar a análise da mesoestrutura, bem como dos apoios da ponte em contato com o solo, buscando-se analisar a situação portante destes componentes.

## REFERÊNCIAS

- VITÓRIO, J.A.P. Pontes Metálicas e Mistas: Tópicos de conservação, danos e reforços estruturais. Recife, 2015.
- GONÇALVES, R.M. Alguns aspectos relativos à inspeção e recuperação de pontes de aço: ênfase em pontes ferroviárias. São Carlos, 1992.
- LOURENÇO, L. da C.; LOURENÇO, M. V. da C.; MENDES, L.C. Verificação da corrosão e de outras patologias em pontes metálicas. 2009.
- MEIRELES, A.P.C. Levantamento e diagnóstico de uma ponte metálica antiga. 2010.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. Manual de recuperação de pontes e viadutos rodoviários. Rio de Janeiro, 2010.