

## **Análise Patológica de uma Passarela Metálica**

**Gabriella Darold Vieira<sup>1</sup>, André Luís da Silva Batista<sup>2</sup>, Leandro Pantoja Paranhos<sup>3</sup>, Pedro Henrique Gama Neiva<sup>4</sup>, Plínio Glauber Carvalho dos Prazeres<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal do Pará/ Instituto de Tecnologia - ITEC / [gabriella\\_darold@hotmail.com](mailto:gabriella_darold@hotmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal do Pará/ Instituto de Tecnologia - ITEC / [andrebatista.ufpa@gmail.com](mailto:andrebatista.ufpa@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal do Pará/ Instituto de Tecnologia - ITEC / [leandroparanhos1@globo.com](mailto:leandroparanhos1@globo.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal do Pará/ Instituto de Tecnologia - ITEC / [bending.ufpa@gmail.com](mailto:bending.ufpa@gmail.com)

<sup>5</sup>Universidade Federal do Pará/ Instituto de Tecnologia - ITEC / [plinio@ufpa.br](mailto:plinio@ufpa.br)

### **Resumo**

Este trabalho teve como objetivo realizar um levantamento patológico detalhado de uma passarela metálica situada na região metropolitana de Belém-PA. Esse levantamento foi efetuado por meio de uma inspeção visual rigorosa, utilizando como referência as instruções contidas no manual do DNIT para vistoria de Obras de Arte Especiais (OAEs), de modo a buscar estabelecer possíveis soluções para os problemas encontrados. Como parte dessa proposta, inclui-se o levantamento de campo com auxílio de registro fotográfico das manifestações patológicas nos principais elementos estruturais e apresentação dos aspectos gerais e as causas prováveis das anomalias detectadas. Foi constatada que a principal manifestação patológica presente é a corrosão, encontrada de diversas formas e em boa parte da passarela. O aparecimento dessa manifestação patológica pode ser justificado pela ausência de manutenção, que promove o acúmulo de água no tabuleiro devido a obstrução do sistema de drenagem da passarela ocasionado pela presença de cantoneiras nesses pontos, além da inexistência de manutenção da pintura anticorrosiva. Como soluções para o problema, verificou-se a necessidade de reforço ou a substituição da peça, na maioria dos casos.

### **Palavras-chave**

Passarela Metálica; Manifestações Patológicas; Inspeção visual.

### **Introdução**

Uma passarela, segundo GOLD e WRIGHT (2000), é uma ponte construída para pedestres sobre uma via de trânsito motorizado, e separa fisicamente os fluxos de pedestres e veículos de modo a eliminar os conflitos entre os mesmos. Esse tipo de estrutura é de grande importância para o sistema de transportes de uma região, tornando seguro o trânsito de pedestres por regiões de intenso fluxo de veículos ou com obstáculos naturais. Assim como pontes e viadutos, uma passarela possui configurações estruturais e arquitetônicas muito singulares, como se verifica pela esbeltez dos seus elementos, aliado ao seu baixo peso próprio, no caso de estrutura metálica, além dos sistemas estruturais muito arrojados, caso de estruturas estaiadas e pênseis, por exemplo, sendo considerada uma Obra de Arte Especial (OAE).

Por conta de tais configurações estruturais tão particulares, pensadas de modo a vencer grandes vãos e atender aos requisitos estéticos idealizados pelos arquitetos, as OAEs estão sujeitas a ações naturais e antrópicas que podem reduzir sua vida útil. Portanto, faz-se necessário um acompanhamento regular de seu estado de conservação para monitorar eventuais manifestações patológicas ou eventos que possam reduzir a capacidade resistente da estrutura (colisões de veículos na estrutura, por exemplo) e, conseqüentemente, impor limites a sua utilização.

De acordo com TUTIKIAN e PACHECO (2013), para o diagnóstico correto de uma manifestação patológica, faz-se necessário realizar, inicialmente, uma inspeção visual para que seja feita uma coleta de dados, identificando todos os sintomas observados, assim como sua localização e intensidade. Uma agenda regular de inspeções possibilita aos gestores de OAEs identificar manifestações patológicas ainda em estágios iniciais, em que os impactos na estrutura são de pequena intensidade, de modo que soluções podem ser tomadas antes que os efeitos dos danos na estrutura imponham restrições a sua capacidade operacional.

Com base no exposto, o presente trabalho teve como principais objetivos realizar inspeção visual em uma passarela de pedestres de estrutura metálica presente na Região Metropolitana de Belém, de modo a fazer um levantamento das manifestações patológicas existentes, e propor possíveis soluções técnicas a essas.

### **Manifestações patológicas em estruturas metálicas**

Conforme diz TORRES et al. (2016), em uma estrutura, um sintoma, para ser considerado patológico, deve comprometer algumas das exigências de funcionalidade da construção, seja de capacidade mecânica, de utilização ou estética. As manifestações patológicas são causadas por erros de projeto, falhas em processos construtivos, danos oriundos do uso ou pela própria deterioração dos materiais.

Segundo SACCHI e SOUZA (2017), os principais agentes agressivos responsáveis por interferir no desempenho de uma estrutura ao longo de sua vida útil são: ações ambientais, tais como umidade elevada e respingos de maré; agentes externos agressivos, tais como gases nocivos e produtos químicos; e causas naturais relacionadas ao envelhecimento dos materiais constituintes das estruturas.

Em estruturas metálicas a corrosão é um tipo de dano muito frequente e é caracterizado como uma manifestação patológica de maior conhecimento do público em geral (SACHHI e SOUZA, 2017). A corrosão é causada pelo contato entre os elementos metálicos e umidade ou gases nocivos, e é um problema grave, pois modifica as propriedades do metal que são desejáveis para o bom desempenho do elemento estrutural metálico.

A NBR 8800 (2008), responsável por descrever as diretrizes do projeto de estruturas metálicas e mistas (aço e concreto), diz que para garantir que a estrutura permaneça com suas características determinadas em projeto ao longo de todo o período de vida útil da construção é necessário proteger os elementos estruturais contra corrosão e outros

agentes agressivos e essa proteção deve passar por inspeções periódicas. Além disso, os elementos estruturais de concreto armado devem respeitar os requisitos de durabilidade estabelecidos pela norma brasileira de projetos de estruturas de concreto armado, NBR 6118 (2014).

## Metodologia

### Descrição da estrutura

Para realizar a análise patológica foi selecionada uma passarela presente na região metropolitana de Belém-PA. A mesma foi escolhida por ser alvo recorrente de reclamações por parte dos usuários, devido à ausência de manutenção que corrobora para uma degradação evoluída da superestrutura. A localização da passarela pode ser observada na Figura 1:



**Figura 1 – Localização da passarela analisada (Fonte: Google Earth).**

Segundo o Manual do DNIT ISF - 219, a passarela em questão é do tipo sobrejacente, isto é, fica acima das pistas de rolamento. Verificou-se que a passarela é composta pelos seguintes elementos: a mesoestrutura, constituída por três pilares de concreto armado, os acessos, constituídos por duas escadas também em concreto armado, e a superestrutura, constituída por tabuleiro e vigas, em estrutura metálica, que será o foco deste trabalho. Além disso, a passarela em questão apresenta guarda-corpo metálico e cobertura, conforme mostra a figura abaixo.



**Figura 2 – Passarela analisada (Fonte: Google Earth).**

A Tabela 1 discrimina as informações das dimensões da obra de arte especial estudada.

**Tabela 1 – Dimensões da passarela.**

Largura	2,05 m
Comprimento	40 m

#### Inspeção visual

A análise de patologias da estrutura metálica foi dividida nas seguintes etapas:

- Levantamento geométrico e dimensional de toda estrutura;
- Levantamento visual de patologias com o auxílio de fotografias dos principais elementos estruturais;
- Avaliação das prováveis causas das manifestações patológicas identificadas;
- Indicação das possíveis soluções dos problemas constatados.

Para o levantamento visual das patologias foi utilizado como base o Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias do DNIT (2004), bem como as fichas cadastrais presentes no mesmo.

#### Resultados e Discussões

A partir da realização das inspeções visuais in loco nos elementos da superestrutura pôde-se constatar que a principal manifestação patológica encontrada na passarela foi a corrosão, que demonstra o estado crítico de conservação em que a passarela se encontra. A corrosão, de acordo com GENTIL (1987), pode ser entendida como a deterioração de um material, geralmente metálico, por ação química ou eletroquímica do meio ambiente, aliada ou não a esforços mecânicos. Este fenômeno faz com que os materiais percam suas qualidades essenciais para o bom desempenho da estrutura, tais como resistência mecânica, elasticidade, ductilidade, estética, etc. (CASTRO, 1999), ocasionando, quando em processo avançado, perda da seção e formação de buracos, como os encontrados em diversos pontos do tabuleiro e no guarda-corpo da passarela.



**Figuras 3 e 4 – Pontos de corrosão encontrados no tabuleiro e no guarda-corpo metálicos.**

Segundo GONÇALVES (1989), pode-se considerar que a perda da seção transversal dos elementos estruturais é o principal problema causado pela corrosão. Constatada a perda, pode ocorrer o aumento da concentração de tensões (por diminuição da área efetiva) reduzindo conseqüentemente a capacidade última resistente e, em casos extremos, podendo até provocar a ruína da peça por insuficiência da seção ou perda de estabilidade.

Como corrobora CASTRO (1999), são necessários quatro elementos para que haja corrosão: o ânodo, o cátodo, a ligação elétrica e o eletrólito. O próprio metal, na maioria das situações reais, se torna o elemento de ocorrência dos três primeiros. Entretanto, o eletrólito pode aparecer sob diferentes condições. Em edificações, a origem do eletrólito vem essencialmente da atmosfera, da água ou do solo.

Sendo a atmosfera o processo mais comum de ocorrência de corrosão nas estruturas metálicas, a este fator também podem ser atribuídas às causas da corrosão na passarela em questão, devido ao fato da localização da mesma em um ambiente de agressividade moderada, com altos índices pluviométricos e de umidade, além das altas temperaturas, características do clima tropical.

Diante disso, o aparecimento dessa manifestação patológica pode ser justificado pela ausência de manutenção, que faz com que a pintura anticorrosiva, um dia já presente, não seja suficiente para cumprir sua função, deixando a estrutura desprotegida e suscetível aos processos corrosivos. Além disso, a ausência de manutenções periódicas pôde ser verificada pelos vários pontos no tabuleiro onde há acúmulo de água, o que pode ter sido causado pela obstrução dos drenos por duas cantoneiras posicionadas sobre esses.



**Figura 5 – Acúmulo de água no tabuleiro.**

A presença e o acúmulo de água no tabuleiro também podem ser considerados como umas das possíveis causas para o surgimento da corrosão. A água atinge a passarela nas frequentes chuvas torrenciais que são características dessa região do país, adentrando no tabuleiro, mesmo coberto, lateralmente ou pelas goteiras formadas na cobertura. Dessa forma, a água acaba sendo acumulada, como já mencionado anteriormente, devido a obstrução dos drenos ou também a uma possível deformação plástica das chapas metálicas em alguns pontos da sua superfície, o que favorece o acúmulo de líquidos.

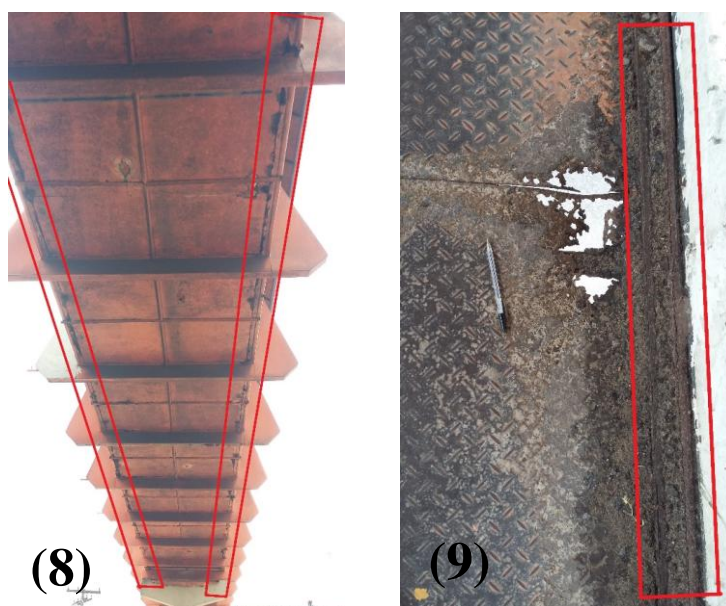
Para CASTRO (1999), a corrosão em estruturas metálicas apresenta-se basicamente sob duas formas, corrosão em frestas e corrosão uniforme, e o conhecimento do mecanismo da corrosão auxilia na identificação e na aplicação de medidas adequadas de recuperação. Ainda segundo o mesmo autor, há três formas de tratar a patologia, são elas a terapia para o tratamento inicial e prevenção do problema, o reforço ou a substituição da peça (dependendo das condições pode ser necessário de somente um tipo de tratamento ou até mesmo a combinação entre eles).

As figuras abaixo mostram os casos de corrosão uniforme de acordo com a classificação de CASTRO (1999). Este tipo de corrosão é bastante visível e fácil de ser detectada e, por esse motivo é considerada como a menos perigosa. O problema em questão é quando há a perda localizada total da seção transversal da peça formando buracos, para tanto, possíveis soluções seriam a substituição da placa metálica, removendo toda a área afetada ou a soldagem de placas metálicas de mesma espessura nas regiões atingidas. No caso da Figura 7, a região afetada ainda não apresenta furo devido à corrosão, mas pode-se notar que essa manifestação patológica atingiu significativamente, reduzindo sua seção transversal e comprometendo a resistência da peça no local afetado. As soluções podem ser adotadas como no caso anterior. Entretanto, é importante ressaltar que as soluções a serem empregadas não seguem uma prescrição fixa, variando em cada caso e localidade.



**Figuras 6 e 7 – Estado avançado de corrosão uniforme no tabuleiro.**

Nas Figuras 8 e 9 a área marcada em vermelho mostra a estrutura atingida pela corrosão em frestas na união do tabuleiro com o guarda corpo. Nesse caso, pode-se pensar em um reforço, como a soldagem de chapas metálicas nos locais atingidos, visto que a corrosão atinge peças de porte considerável e por esse motivo a substituição pode-se tornar muito onerosa.



**Figuras 8 e 9 – Áreas afetadas pela corrosão por frestas.**



Nas outras regiões do tabuleiro, a corrosão atinge as chapas de forma mais superficial, de modo que uma limpeza da superfície com jateamento de areia e posterior renovação da pintura são soluções suficientes para garantir o bom desempenho da estrutura metálica. Nos outros elementos da estrutura, como nos guarda-corpos, não foram verificadas manifestações patológicas significativas, com exceção de alguns pontos com pequenos descascamentos da pintura.

## **Conclusões**

O desenvolvimento do presente estudo fornece o embasamento para a tomada de decisões a respeito de intervenções na superestrutura da passarela metálica analisada, visto que houve a identificação de manifestações patológicas na estrutura que necessitam passar por ações de manutenção. Tais ações vão desde uma simples limpeza em áreas com corrosão superficial, até mesmo o reforço da peça com a substituição de chapas metálicas em regiões onde a corrosão foi mais severa e causou buracos na estrutura.

Diante do exposto, a pesquisa corrobora em uma discussão a respeito da gestão e conservação de Obras de Arte Especiais, principalmente quanto à garantia da integridade física e estrutural durante sua vida útil. Portanto, faz-se necessário um acompanhamento regular de seu estado de conservação, que condicionado a processos de inspeções, culmina em tomadas de decisões mais rápidas e efetivas quanto às soluções para as manifestações patológicas identificadas, preservando ainda mais a capacidade resistente da estrutura para que não haja problemas quanto a sua utilização.

## **Referências**

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8800: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
- BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação do Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias. 2. ed. Rio de Janeiro, 2004.
- CASTRO, E. M. C. Patologia dos edifícios em estrutura metálica. Ouro Preto, 1999. 202 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto, 1999.
- GENTIL, V. Corrosão, 2ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1987.
- GONÇALVES, R. M.; SÁLES, J. J.; NIMIR, W. A. Alguns aspectos da deterioração e inspeção de pontes metálicas. In: 4º Seminário Uso do Aço na Construção. São Paulo, SP. EPUSP. 1989.
- GOLD, P. A.; WRIGHT, C. L. Passarela e Segurança no Trânsito: Divisão de Finanças e Infra-estrutura Básica 1 – Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2000.
- SACCHI, C. C.; DE SOUZA, A. S. C. Manifestações Patológicas e Controle de Qualidade na Montagem e Fabricação de Estruturas Metálicas. Revista Eletrônica de Engenharia Civil, vol. 13, nº 01, p. 20-34, 2017.





TORRES, A. S.; SILVA, V. M. B.; PALIGA, C. M. Análise das Manifestações Patológicas em Reservatórios Elevados na Cidade de Pelotas/RS. Revista Eletrônica de Engenharia Civil, vol. 12, nº 01, p. 12-22, 2016.

TUTIKIAN, B.; PACHECO, M. O que é Inspeção, Diagnóstico e Prognóstico na Construção Civil? Boletín Técnico nº 1 – Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología e Recuperación de la Construcción – ALCONPAT Int. Março, 2013. 17p.