

## **Identificação e avaliação das manifestações patológicas presentes em passarela metálica na cidade de Açailândia -MA**

## **Identification and evaluation of pathological manifestations present on a metal walkway in the city of Açailândia -MA**

DOI:10.34115/basrv7n1-010

Recebimento dos originais: 23/12/2022

Aceitação para publicação: 26/01/2023

### **Sabrina de Oliveira Rodrigues**

Bacharelada em Engenharia Civil pela Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Endereço: Rua Topázio, nº 100, Vila São Francisco, Açailândia – MA, CEP: 65930-000

E-mail: [sabrinarodrigues.201762905@uemasul.edu.br](mailto:sabrinarodrigues.201762905@uemasul.edu.br)

### **Viviane Carvalho de Moraes**

Bacharelada em Engenharia Civil pela Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Endereço: Rua Topázio, nº 100, Vila São Francisco, Açailândia – MA, CEP: 65930-000

E-mail: [vivianemorais.2017082767@uemasul.edu.br](mailto:vivianemorais.2017082767@uemasul.edu.br)

### **Maria Rebeca Sousa Oliveira**

Bacharelada em Engenharia Civil pela Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Endereço: Rua Topázio, nº 100, Vila São Francisco, Açailândia – MA, CEP: 65930-000

E-mail: [mrebecaoliveira@gmail.com](mailto:mrebecaoliveira@gmail.com)

### **Victor Bezerra Carvalho**

Bacharelado em Engenharia Civil pela Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Endereço: Rua Topázio, nº 100, Vila São Francisco, Açailândia – MA, CEP: 65930-000

E-mail: [victorbc099@gmail.com](mailto:victorbc099@gmail.com)

### **Juliana Carvalho de Lima**

Bacharelada em Engenharia Civil pela Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Endereço: Rua Topázio, nº 100, Vila São Francisco, Açailândia – MA, CEP: 65930-000

E-mail: [julianalima.2017081447@uemasul.edu.br](mailto:julianalima.2017081447@uemasul.edu.br)

**Pedro Manoel Lima Gustavo Sousa**

Bacharelado em Engenharia Civil pela Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Endereço: Rua Topázio, nº 100, Vila São Francisco, Açailândia – MA, CEP: 65930-000

E-mail: pedrosousa.2017081563@uemasul.edu.br

**Jardylene Almeida Costa**

Bacharelada em Engenharia Civil pela Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Endereço: Rua Topázio, nº 100, Vila São Francisco, Açailândia – MA, CEP: 65930-000

E-mail: jardylenecosta.201763027@uemasul.edu.br

**Randal Silva Gomes**

Especialista em Infraestrutura e transportes pelo Instituto de Pós-graduação e Graduação (IPOG)

Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Endereço: Rua Topázio, nº 100, Vila São Francisco, Açailândia – MA, CEP: 65930-000

E-mail: randal.gomes@hotmail.com

**Ronnyere Pereira Staiger**

Especialista em Infraestrutura e transportes pela Faculdade Unyleya

Instituição: Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA)

Endereço: 1503 sul alameda 29, lote 12, plano diretor sul, Palmas – TO,

CEP: 77025-416

E-mail: ronnyere15@gmail.com

**RESUMO**

As passarelas são Obras de Artes Especiais (OAE's), podendo ser definidas como uma estrutura longilínea, destinada a transpor obstáculos naturais e ou artificiais de uso exclusivo de pedestres e ciclista. O objetivo deste trabalho é analisar as manifestações patológicas presentes na estrutura de uma passarela metálica localizada na cidade de Açailândia-MA. A metodologia do estudo se deu por duas etapas: a investigação visual da passarela, por meio de visitas técnicas, com registros fotográficos das manifestações patológicas e falhas observadas nos elementos estruturais analisados, e o levantamento de dados a respeito da estrutura, obtendo-se o dimensionamento para posterior indicação de viabilidade da metodologia corretiva. Os resultados mostram as manifestações patológicas encontradas, dentre elas, a corrosão da estrutura metálica, em estado avançado, que acarretaram em buracos no tabuleiro da passarela, falta de pintura de impermeabilização, falta de cobertura, presença de processos erosivos e taludes mal dimensionado. Pode-se concluir que a maioria dos problemas encontrados são devidos a falta de manutenção, falhas no projeto e execução, sendo necessário o reparo imediato da passarela.

**Palavras-chave:** manifestações patológicas, passarela, estrutura metálica.

**ABSTRACT**

Footbridges are Special Arts Works (OAE's), and can be defined as a long-line structure, designed to overcome natural and/or artificial obstacles for the exclusive use of

pedestrians and cyclists. The objective of this work is to analyze the pathological manifestations present in the structure of a metal walkway located in the city of Açailândia-MA. The study methodology was carried out in two stages: the visual investigation of the walkway, through technical visits, with photographic records of the pathological manifestations and failures observed in the analyzed structural elements, and the survey of data regarding the structure, obtaining the dimensioning for later indication of viability of the corrective methodology. The results show the pathological manifestations found, among them, corrosion of the metallic structure, in an advanced state, which resulted in holes in the footbridge deck, lack of waterproofing paint, lack of coverage, presence of erosion processes and poorly sized slopes. It can be concluded that most of the problems found are due to lack of maintenance, failures in design and execution, requiring immediate repair of the walkway.

**Keywords:** pathological manifestations, walkway, metal structure.

## 1 INTRODUÇÃO

A Revolução Industrial na Inglaterra no século XVIII trouxe inúmeros avanços na área da engenharia, em especial a engenharia de pontes, onde se teve a inserção de estruturas metálicas na construção das mesmas (SILVA *et al*, 2018).

Após a Revolução Industrial, o aço se estabeleceu como um novo material de construção, e a sua utilização possibilitou a construção de estruturas mais robustas, com elevada resistência e com a capacidade de vencer grandes vãos, características essenciais para a construção das pontes, viadutos e ou passarelas (SILVA *et al*, 2018).

As passarelas são Obras de Artes Especiais (OAE's) onde, segundo a norma ABNT NBR 7188 (2013) - *Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas*, é definida como sendo uma estrutura longilínea, destinada a transpor obstáculos naturais e ou artificiais de uso exclusivo de pedestres e ciclista.

As concepções das passarelas são de grande importância no sistema de transporte de uma região, pois traz segurança para os pedestres onde o fluxo de veículos é intenso ou com obstáculos naturais (VIEIRA *et al*, 2018).

As passarelas, assim como as pontes e viadutos, possuem características estruturais e arquitetônicas singulares, podendo ser verificado pela esbeltez dos elementos que a compõem aliado ao seu peso próprio reduzida, quando se tratando de estrutura metálica, além dos sistemas estruturais mais arrojados (VIEIRA *et al*, 2018).

Fialho (2004) afirma que as passarelas podem ser analisadas e caracterizadas pelo tipo de acesso, tipo de tabuleiro, tipo de vedação e pelo tipo de sistema estrutural utilizado. Quanto à classificação, as passarelas podem ser classificadas de acordo com o

material empregado, podendo ser de aço, madeira ou concreto, pela dimensão do vão a ser vencido, pequeno, médio ou grande, e ainda pelo sistema estrutural adotado, viga, treliça, arco, suspensão ou cabo estaiada.

As passarelas podem sofrer a ação de diversas manifestações patológicas, podendo ser em decorrência do seu uso recorrente, da ação de intempéries, na grande maioria dos casos pela falta de manutenção adequada e ainda por erros na concepção do projeto (LOURENÇO *et al*, 2009), o que pode ocasionar problemas gravíssimos, colocando em risco a integridade da estrutura (NOLASCO *et al*, 2022). Para a identificação de manifestações patológicas em passarelas é necessário que haja a realização de vistorias periódicas (BANDEIRA *et al*, 2022).

Segundo TORRES *et al*. (2016), em uma estrutura, uma ação, para ser considerada patológica, 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.

Defeitos executivos podem surgir durante as diversas etapas construtivas de uma edificação e, com o passar do tempo, podem se agravar ou até causar o colapso de uma estrutura. Isso, devido à má utilização dos materiais industrializados em obras de estruturas metálicas, até a falta de conhecimentos técnicos sobre a correta execução, prevenção de manifestações patológicas e as várias formas e ensaios existentes para se examinar uma estrutura metálica (SACCHI, 2016).

Sartorti (2008) descreve que as principais manifestações patológicas que mais ocorrem nas estruturas metálicas são: Corrosão do aço; Patologias das ligações soldadas e parafusadas; Patologias das tintas; Falhas causadas pela perda de estabilidade estrutural; Falhas devidas à situação de incêndio e colisões; Falhas causadas por vibrações devidas ao vento; Falhas causadas por vibrações excessivas induzidas por atividades humanas.

De acordo com Sacchi (2016) a corrosão é um tipo de deterioração que pode ser facilmente encontrada em obras metálicas e se caracteriza como um fenômeno patológico de maior conhecimento público. O aço oxida quando em contato com gases nocivos ou umidade, necessitando por isso de cuidados para prolongar sua durabilidade.

Segundo Carmo (2019) A corrosão se manifesta nos detalhes construtivos e, principalmente, nas ligações soldadas e parafusadas, em que o metal acaba perdendo suas qualidades essenciais, tais como resistência mecânica, elasticidade, ductilidade, estética

entre outros. PANNONI (2015) afirma que a corrosão atmosférica é a mais importante forma de corrosão uniforme, sendo também, a forma de corrosão metálica mais comum.

Portanto, o presente estudo tem como objetivo analisar as manifestações patológicas presentes na estrutura de uma passarela metálica localizada na cidade de Açailândia-MA, onde será elaborada uma investigação por inspeção visual da estrutura bem como os possíveis tratamentos patológicos com medidas preventivas e procedimentos que corroborem com sua recuperação estrutural.

## 2 METODOLOGIA

No estudo de caso, como metodologia principal se utiliza a investigação visual de uma passarela estruturada em aço, evidenciada por meio de visitas técnicas, com registros fotográficos das manifestações patológicas e falhas observadas nos elementos estruturais analisados.

Para a análise das manifestações patológicas selecionou-se uma passarela localizada na região de Açailândia-MA, devido a situação degradante que a mesma se encontra, onde é claro a ausência de manutenções, que corrobora para uma degradação evoluída de toda sua estrutura, colocando em risco a vida dos seus usuários. É possível observar a localização da passarela na Figura 1.

Figura 1 - Localização da Passarela



Fonte: Google Earth (2022)

## 2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA

A norma ABNT NBR 7188 (2013) define passarela como “estrutura longilínea destinada a transpor obstáculos naturais e /ou artificiais exclusivamente para pedestres e ciclistas”.

A constituição da passarela é da seguinte maneira: possui um comprimento de aproximadamente 27 metros, com 1 metro de largura, a sua superestrutura é composta por vigas em aço, e a mesoestrutura, contendo dois pilares em aço, onde um já se encontra completamente ausente. Além disso, a passarela em questão não apresenta cobertura e possui um guarda-corpo metálico.

O estudo das manifestações patológicas na passarela foi iniciado com o levantamento de dados a respeito da estrutura, obtendo-se o dimensionamento, além de inspeção visual, classificando as condições estruturais de acordo com o grau de agressão por intempéries, seguindo por fim, a indicação de viabilidade da metodologia corretiva para os problemas encontrados.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta etapa, serão apresentados os resultados obtidos pela investigação sendo realizada por inspeção visual e estudo fundamentais relacionados às manifestações patológicas, sendo eles causa, origem e mecanismo. Nas palavras de Helene (1992), causa se refere ao agente que eventualmente desencadeou tal manifestação, por origem se entende a fase ou etapa construtiva de ocorrência e mecanismo refere-se ao desenvolvimento da manifestação patológica em determinada estrutura.

Além disso, é apresentado as medidas de comportamento em uso e seus respectivos sistemas sendo estabelecidos por meio de manutenção. Sendo esta, o conjunto de atividades a serem executadas a fim de que se assegure a conservação e ou recuperação da capacidade funcional de uma estrutura, de modo que sejam atendidas as necessidades de segurança do usuário (SENA et al, 2020).

### 3.1 DISPOSIÇÕES ESTRUTURAIS DA PASSARELA

A estrutura da passarela é composta por mesoestrutura em pilares metálicos com perfis em “I” apresentando dimensões aproximadas entre 15 a 20 centímetros de altura. Os pilares são ligados estruturalmente por soldagem às vigas transversais e posteriormente ligadas ao tabuleiro da passarela. O tabuleiro da passarela é ligado estruturalmente por solda às vigas longitudinais, sendo perfis em “I”.

Figura 2 - Estrutura da Passarela



Fonte: Autores (2022).

### 3.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS APARENTES

A partir do relatório fotográfico realizado foi possível identificar os problemas provenientes da passarela localizada no bairro centro da cidade de Açailândia-MA, a seguir estão descritas suas possíveis causas.

A figura 3 ilustra que a passarela não possui cobertura, sendo que segundo Rossignolo e Fabrício (2007) esse elemento possui como principal atribuição a de proteger as obras, contra o efeito das intempéries, além das finalidades estéticas, econômicas e de uso. Com isso, a ausência da cobertura permitiu que a ação das intempéries agisse diretamente sobre a estrutura da passarela, sendo uma das possíveis razões para a provável deterioração da mesma.

Figura 3 - Cobertura da Passarela



Fonte: Autores (2022).

Logo, a chuva incide diretamente sobre a passarela, e como a mesma não possui pontos de drenagem, possibilita que no tabuleiro seja um local de acúmulo de água, que faz com que o processo corrosivo da mesma aconteça com mais rapidez.

Por efeito das ações do intemperismo na estrutura metálica, sendo estas decorrentes de umidade, clima tropical, agressividade do ambiente à estrutura e vento, tem-se, como efeito comum a formação da manifestação patológica de corrosão nos elementos metálicos, principalmente nas chapas do tabuleiro como demonstra a Figura 4 (INMET, 2018; VIEIRA *et al.*, 2018).

Figura 4 - Buraco provocado por corrosão na chapa metálica da passarela



Fonte: Autores (2022).

A corrosão tem sua origem advinda da interação entre o ambiente e o material constituinte, o qual a partir de reações químicas ou eletroquímicas em conjunto ou não aos agentes físicos ou esforços mecânicos, estes, por reação de eletrólitos em contato com os componentes metálicos da estrutura desenvolvem espontaneamente a corrosão (HELENE, 1993; MANIER, LETTA, 2001). A identificação deste problema foi realizada de forma visual nos mais diversos componentes metálicos ao longo de toda a estrutura, como exemplo a Figura 4, a manifestação pode ser identificada devido ao advento de manchas superficiais, perda de material superficial e estrutural, o que proporciona a diminuição da seção útil.

Figura 4 - Elementos afetados pela corrosão da estrutura da passarela e substituição do tabuleiro por tábuas de madeira



Fonte: Autores (2022).

As causas possíveis para os tipos de corrosões apresentados na estrutura, de acordo com Helene (1993), podem ser devido à falta de impermeabilização ou tintas de proteção, ausência de manutenção, além de baixa proteção contra os agentes agressivos ao aço provindos do ambiente. Diante disso, as corrosões na estrutura são presentes de forma uniforme na estrutura, sendo apresentadas em praticamente todos os elementos da estrutura da passarela (Figura 5).

Figura 5 - Processo de corrosão nos elementos estruturais da passarela



Fonte: Autores (2022).

O malefício provocado pela manifestação patológica da corrosão em estruturas de aço, conforme Castro (1999), podem afetar as qualidades intrínsecas do material, afetando o desempenho estrutural, resistência mecânica, ductibilidade e elasticidade, o que por conta do avanço do processo de corrosão pode ocasionar na diminuição das seções, perda local, formação de buracos, e diminuição considerável das propriedades mecânicas e geométricas do material. De acordo com Gonçalves (1989), estes problemas podem afetar a estabilidade ou até mesmo provocar a ruína da estrutura.

E como consequência da corrosão acelerada aliada à deficiência de manutenção periódica, a passarela iniciou um processo de degradação, onde em alguns pontos foram necessários colocar peças de madeiras para manter a mesma, circulável. Essa ação torna a passarela um local que apresenta perigo aos seus usuários, pois não cumpre com os requisitos de segurança que uma estrutura deve possuir.

Outra problemática encontrada foi a falta de estabilidade para os usuários realizarem a passagem, conforme Silva *et al.* (2018) isso pode ser explicado pela inexistência de tratamento anti corrosão nas barras e de drenos no tabuleiro da mesma, além da deficiência de fixação do tabuleiro e a estrutura da passarela, gerado por um mal dimensionamento. E para completar, o uso indevido de matérias para constituí-la.

### 3.3 MANUTENÇÃO CORRETIVA E PREDITIVA

Segundo Sena (2020), a manutenção corretiva trata-se da ação de recuperação após a ocorrência patológica, enquanto que manutenção preditiva destaca a análise de comportamentos em uso, sendo pautada pelo estudo comportamental da estrutura.

No tabuleiro metálico da passarela, por apresentar processo de corrosão em estado avançado pela perda de massa que atravessa a espessura da peça estrutural, é necessário a substituição das chapas metálicas sendo projetada e executada em compatibilização com as normas técnicas e com a estrutura já existente. A norma brasileira ABNT NBR 16694:2020, destaca a durabilidade de componentes de aço frente à corrosão onde estipula diretrizes correspondente a projetos de construção e manutenção de pontes em estrutura metálica ou mista. Sendo evidenciado o uso de aços estruturais resistentes à corrosão (aços patináveis) e proteção com pintura.

Em segundo ponto, destaca-se a implantação de segurança atrelada a qualidade da estrutura sendo atualizado às cargas móveis pelo volume de pedestres que utilizam a passarela. Além disso, é importante destacar a necessidade do alargamento do tabuleiro corroborando para área de circulação, assim como a execução de cobertura e redimensionamento do guarda-corpo com tela assegurando assim a segurança dos pedestres e da estrutura metálica.

## 4 CONCLUSÃO

Diante da análise realizada na passarela metálica estudada, foi possível constatar o aparecimento de algumas manifestações patológicas tais como a corrosão da estrutura metálica em estado avançado que acarretaram em buracos no tabuleiro da passarela, falta de pintura de impermeabilização, falta de cobertura, presença de processos erosivos e taludes mal dimensionado, entre outros, isso devido à falta de manutenção e falhas no projeto e execução, comprometendo a utilização e integridade da mesma por oferecer condições insalubres para aqueles que transitam no local.

Vale ressaltar que devido ao estado atual da passarela e ao risco que a mesma oferece, se faz necessário o reparo imediato da passarela, evitando assim acidentes e até mesmo perdas humanas. Além de que é fundamental também o acompanhamento regular do estado de conservação da mesma, que condicionado a processos de inspeções, resulta em ações corretivas mais eficientes e rápidas quanto às soluções para as manifestações patológicas identificadas, preservando assim a integridade e resistência da estrutura para que não haja problemas futuros quanto a sua utilização.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7188: Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas. Rio de Janeiro, 2013.

BANDEIRA, L. L. *et al.* Identificação de patologias presentes nas estruturas da ponte Dom Affonso Felipe Gregory. **Brazilian Applied Science Review**, Curitiba, v.6, n.6, p. 1621-1635, 2022.

CARMO, Adimilson Pereira. **Avaliação de manifestações patológicas em passarelas estruturadas em aço na cidade de Belo Horizonte/MG**. Revista técnico científica 18º edição. Paraná, 2019.

CASTRO, E. M. C. **Patologia dos edifícios em estrutura metálica**. Ouro Preto, 1999. 202 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto, 1999.

FIALHO, A. P. F. Passarelas urbanas em estrutura de aço. **Dissertação (mestrado)** - Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2004. 136 p.

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.

HELENE, P. **Contribuição ao Estudo da Corrosão em Armaduras de Concreto Armado**. Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, fev. 1993. 231p. (Tese de Livre-Docência).

HELENE, P. **Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto**. São Paulo, Editora PINI, 1992.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Normais climatológicas do Brasil 1961-1990**.

LOURENÇO, Líbia C. *et al.* Parâmetros de avaliação de patologias em obras-de-arte especiais. **Revista Engenharia Civil**, Braga, n.34, p. 5-14, 2009.

MAINIER, F. B.; LETA, F. R. **O ensino de corrosão e de técnicas anticorrosivas compatíveis com o meio ambiente**. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. 2001.

NOLASCO, A. C. P. *et al.* Avaliação de reforço com protensão externa da ponte Marcelino Machado, BR - 135, São Luís - MA. **Brazilian Applied Science Review**, Curitiba, v.6, n.6, p. 1636-1650, 2022.

PANNONI, F. D. **Manual Princípios da proteção de estruturas metálicas em situação de corrosão e incêndio**. 6. ed. Rio de Janeiro: Gerdau, 2015.

ROSSIGNOLO, J. A.; FABRÍCIO, M. M. **Coberturas**. Universidade de São Paulo. Departamento de Arquitetura e Urbanismo. São Carlos, 2007.

SACCHI, Caio César **Avaliação de desempenho estrutural e manifestações patológicas em estruturas metálicas** / Caio César Sacchi. -- São Carlos : UFSCar, 2016.

SARTORTI, A. L. **Identificação de patologias em pontes de vias urbanas e rurais no município de Campinas-SP.** Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas, 2008.

SENA, G. O. *et al.* **Patologia das Construções.** Salvador, Editora 2B Ltda, 2020.

SILVA, L. L. B. *et al.* Levantamento das Manifestações Patológicas Identificadas na Ponte Metálica Ferroviária no Município de Caxias-MA. **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia - CONTECC.** Maceió - AL, 2018.

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.

VIEIRA, G. D. *et al.* Análise Patológica de uma Passarela Metálica. **X Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas.** Rio de Janeiro, 2018.