



Manifestações patológicas e mapa de danos: estudo de caso da ponte Duarte Coelho localizada na cidade do Recife/PE

Pathological Manifestations And Damage Map: Case Study Of The Duarte Coelho Bridge Located In The City Of Recife/PE

Manifestaciones Patológicas Y Mapa De Daños: Estudio De Caso Del Puente Duarte Coelho Ubicado En La Ciudad De Recife/PE

Igor Albuquerque da Rosa Teixeira

Mestrando, UPE.
Iart@poli.br

Carlos Fernando Gomes do Nascimento

Doutorando, UFPE.
carlos.fgnascimento@ufpe.br

Camila Marques do Régo Gonzaga

Mestrando, UPE.
cmrg@poli.br

Everson Silva de Albuquerque

Graduando, UNICAP.
everson15.silva@hotmail.com

Eliana Cristina Barreto Monteiro

Professora Doutora, UNICAP e Poli/UPE.
eliana@poli.br



RESUMO

As pontes desempenham um papel crucial na logística da Região Metropolitana do Recife – (RMR), que influencia na modernidade da arquitetura e paisagismo da cidade. Devido à importância dessas estruturas para o crescimento da cidade, é fundamental realizar estudos que possibilitem compreender melhor o estado de conservação atual da ponte. O presente estudo buscou investigar as manifestações patológicas recorrentes na estrutura da Ponte Duarte Coelho localizada em Recife/PE, que auxiliou no desenvolvimento do mapa de danos. Para a realização desse levantamento, foram realizadas inspeções visuais utilizando fichas de identificação de todos os danos que descrevem a situação atual e registradas através de fotografias e imagens obtidas pela câmera do Veículo Aéreo Não Tripulado – (VANT). O mapa de dano foi elaborado com o auxílio do software AutoCAD a partir dos dados cadastrados especificando os danos pontuais. Através das análises in loco, observou-se que a maioria das manifestações patológicas poderiam ser mitigadas a partir dos planos de prevenção e gerenciamento para manutenções periódicas. A ponte está em estado de conservação moderado e, diante do mapa de dano elaborado, observou-se que as manifestações patológicas mais recorrentes foram: bolor e mofo, manchas de umidade, eflorescência, fissuras, deslocamento do concreto e corrosão das armaduras. A análise realizada permitiu visualizar a precariedade, evidenciando a necessidade de reparos e a criação de um plano de manutenção preventivo. A prevenção evita a recorrência dessas anomalias, garantindo a segurança e a durabilidade das estruturas, além de preservar a importância logística e funcional das pontes para a sociedade.

PALAVRAS-CHAVE: Pontes. Manifestações patológicas. Mapa de danos. Vida útil.

SUMMARY

Bridges play a crucial role in the logistics of the Recife Metropolitan Region – (RMR), which influences the modernity of the city's architecture and landscaping. Due to the importance of these structures for the city's growth, it is essential to carry out studies that make it possible to better understand the current state of conservation of the bridge. The present study sought to investigate the recurrent pathological manifestations in the structure of the Duarte Coelho Bridge located in Recife/PE, which helped in the development of the damage map. To carry out this survey, visual inspections were carried out using identification sheets of all damages that describe the current situation and recorded through photographs and images obtained by the Unmanned Aerial Vehicle (UAV) camera. The damage map was created with the help of AutoCAD software from the registered data specifying the specific damages. Through on-site analyses, it was observed that the majority of pathological manifestations could be mitigated through prevention and management measures for periodic maintenance. The bridge is in a moderate state of conservation and, based on the damage map prepared, it was observed that the most recurrent pathological manifestations were: mold and mildew, damp spots, efflorescence, fissures, concrete spalling and reinforcement corrosion. The analysis carried out allowed us to visualize the precariousness, highlighting the need for repairs and the creation of a preventive maintenance plan. Prevention prevents the recurrence of these anomalies, ensuring the safety and durability of structures, in addition to preserving the logistical and functional importance of bridges for society.

KEYWORDS: Bridges. Pathological manifestations. Damage map. Lifespan.

RESUMEN

Los puentes juegan un papel crucial en la logística de la Región Metropolitana de Recife – (RMR), lo que influye en la modernidad de la arquitectura y el paisajismo de la ciudad. Debido a la importancia de estas estructuras para el crecimiento de la ciudad, es fundamental realizar estudios que permitan conocer mejor el estado actual de conservación del puente. El presente estudio buscó investigar las manifestaciones patológicas recurrentes en la estructura del Puente Duarte Coelho ubicado en Recife/PE, lo que ayudó en la elaboración del mapa de daños. Para realizar este relevamiento se realizaron inspecciones visuales mediante fichas de identificación de todos los daños que describen la situación actual y se registraron a través de fotografías e imágenes obtenidas por la cámara del Vehículo Aéreo No Tripulado (UAV). El mapa de daños se creó con la ayuda del software AutoCAD a partir de los datos registrados que especifican los daños específicos. A través de análisis in situ se observó que la mayoría de las manifestaciones patológicas podrían mitigarse mediante medidas de prevención y manejo de mantenimiento periódico. El puente se encuentra en moderado estado de conservación y, con base en el mapa de daños elaborado, se observó que las manifestaciones patológicas más recurrentes fueron: moho, manchas de humedad, eflorescencias, fisuras, desconchados del concreto y corrosión de las armaduras. El análisis realizado permitió visualizar la precariedad, destacando la necesidad de reparaciones y la creación de un plan de mantenimiento preventivo. La prevención previene la recurrencia de estas anomalías, garantizando la seguridad y durabilidad de las estructuras, además de preservar la importancia logística y funcional de los puentes para la sociedad.

PALABRAS CLAVE: Puentes. Manifestaciones patológicas. Mapa de daños. Vida útil.



1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da vida humana, o homem necessitou de artifícios para vencer grandes obstáculos, como as travessias de água, um dos grandes desafios enfrentados naquela época. Na Antiguidade, uma solução encontrada era a utilização de troncos de árvores, cordas e rochas (Vitório, 2015). Dentre esses recursos citados, o uso de árvores tombadas se assemelha, com a evolução da Engenharia Civil, ao que chamamos de pontes. Com o avanço da arquitetura e a modernidade das cidades, as pontes mais robustas foram se tornando mais precisas para as travessias dos rios.

Atualmente, por ser um material de grande vida útil, o concreto armado é considerado um dos materiais mais utilizados no Brasil, sendo muito utilizado na construção de obras de artes especiais como a arquitetura, em todo território nacional. Por ser um material de grande durabilidade, transmite a impressão de ser um material indestrutível. Existe uma grande ausência em questão da realização de manutenções periódicas em concreto armado no Brasil, levando ao aparecimento de diversas manifestações patológicas (Campos, 2018). Tendo em vista que são estruturas que interagem com a água e são utilizadas em grande escala, elas são classificadas como obras de arte especial por causa da sua necessidade de mão de obra especializada, cuja etapa construtiva precisa de maior atenção e é necessária uma manutenção periódica, para que tenha uma maior durabilidade e maior vida útil (Vasconcelos, 2018).

Recife, a capital Pernambucana, conhecida popularmente como Veneza brasileira, o município é cortado por três bacias hidrográficas, por dois principais rios, o Capibaribe e o Beberibe, e três rios de menor porte, sendo eles, o Jiquiá, o Jordão e o Tejipió, (Pinheiro; Silva; Florencio, 2018).

A cidade é intimamente ligada aos rios e canais, existem 26 canais e 8 rios que cortam a cidade. Possui 49 pontes em uso, que cumprirem a função de ligarem as vias e bairros, compõem, também, um importante conjunto de obras de engenharia e da própria história da cidade. Essas obras trouxeram muitas mudanças na cidade, tornando-a mais movimentada, e contribuindo para ser um polo comercial (Pinheiro; Silva; Florencio, 2018). Com a abundância de pontes na cidade do Recife, torna-se imprescindível implementar um programa de manutenção periódica para garantir que essas estruturas estejam continuamente em excelentes condições. A execução regular de manutenção se faz vital para assegurar a segurança e a durabilidade dessas importantes vias de conexão (Hautequestt, 2018).

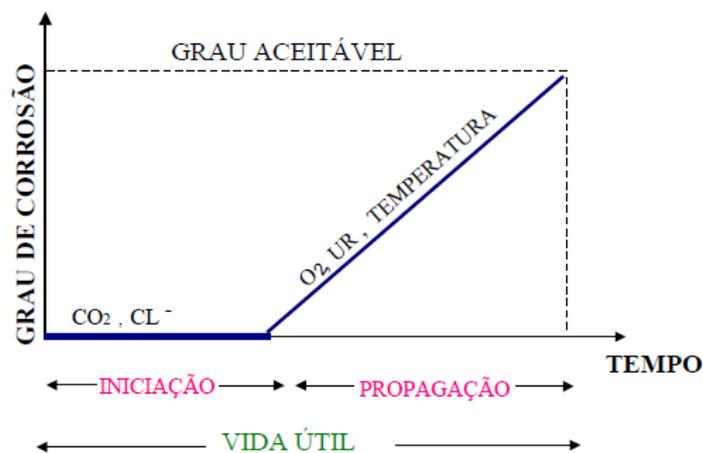
Para investigar as manifestações patológicas na Ponte Duarte Coelho, foi planejada a criação de mapas de danos. Estes mapas foram representados através de um levantamento fotográfico, do qual representou a situação das estruturas. Tal relato foi conduzido com rigor e minúcia, onde foram descritas as manifestações patológicas presentes nas estruturas. Esse processo visa oferecer uma visão abrangente e precisa das condições das pontes, fundamental para uma análise aprofundada das manifestações patológicas existentes (Hautequestt, 2018).

1.1 Patologias das construções

O termo “patologia” é utilizado em diversas disciplinas científicas que varia conforme a área de atuação. Na Engenharia Civil, esse termo é utilizado para designar as anomalias decorrentes das mudanças anatômicas e funcionais que, por sua vez, é caracterizado como manifestações patológicas que podem se desenvolver congenitamente, devido as falhas na execução de uma obra, na concepção do projeto ou, até mesmo, serem adquiridas ao longo da vida útil da construção (Cavalcanti, 2022).

No que diz respeito à durabilidade, compreende-se que está diretamente relacionada às características dos materiais e componentes. Assim, a durabilidade é caracterizada pela capacidade da estrutura ou de seus elementos de atender aos requisitos de desempenho do projeto por um intervalo específico de tempo, sob a influência de fatores ambientais mediante a uma manutenção planejada e sustentável (Santos *et al.*, 2023). Um modelo relevante que correlaciona a vida útil das estruturas de concreto armado com a corrosão das armaduras foi proposto por Tuutti (1982), como ilustrado na (Figura 1).

Figura 1 – Modelo da estimativa de vida útil.



Fonte: Adaptado de Tuutti, (1982).

1.2 Mapa de Danos

O processo de degradação de uma estrutura está diretamente relacionado com a exposição da mesma em ambientes agressivos e ausência de manutenção pode ocasionar a perda de durabilidade e vida útil, bem como da integridade física dos materiais. Diante disso, faz-se necessário analisar as manifestações patológicas, bem como sua origem com a finalidade de realizar um tratamento mais eficaz e sustentável. Para tanto, faz-se necessário realizar um diagnóstico preciso através dos mapas de danos que, de acordo com Silva e Cuperschmid (2022), são métodos que abrangem documentos elaborados com o objetivo de sintetizar as informações levantadas *in loco* referente ao estado de conservação de uma estrutura. Além disso, são representados através de gráficos fotográficos frente ao levantamento das manifestações patológicas.

Por outro lado, alguns estudiosos como Pacheco *et al.*, (2018) afirmam que a técnica não é explorada em sua totalidade. Os autores destacam que a sua relevância não se limita apenas a uma representação gráfica do estado atual das estruturas frente a presença das manifestações patológicas, mas contribui para o registro efetivo de modo a analisar a evolução temporal das anomalias associadas ao estado de conservação.

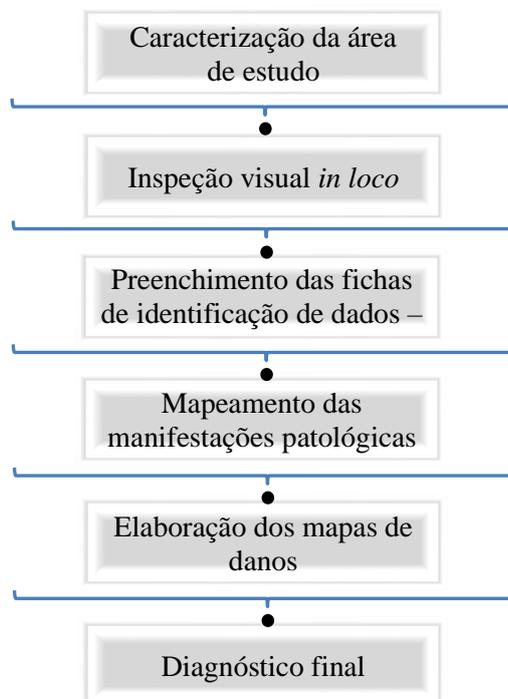
2 OBJETIVOS

Elaboração do mapa de danos da Ponte Duarte Coelho localizada na cidade do Recife/PE, a partir das investigações das manifestações patológicas encontradas *in loco*.

3 METODOLOGIA

Neste artigo, serão discutidos os métodos empregados na condução da pesquisa, abrangendo desde a coleta de dados até a análise das manifestações patológicas que auxiliam no processo de desenvolvimento dos mapas de danos. Na (Figura 2) pode ser visto um fluxograma que representa o delineamento de cada etapa.

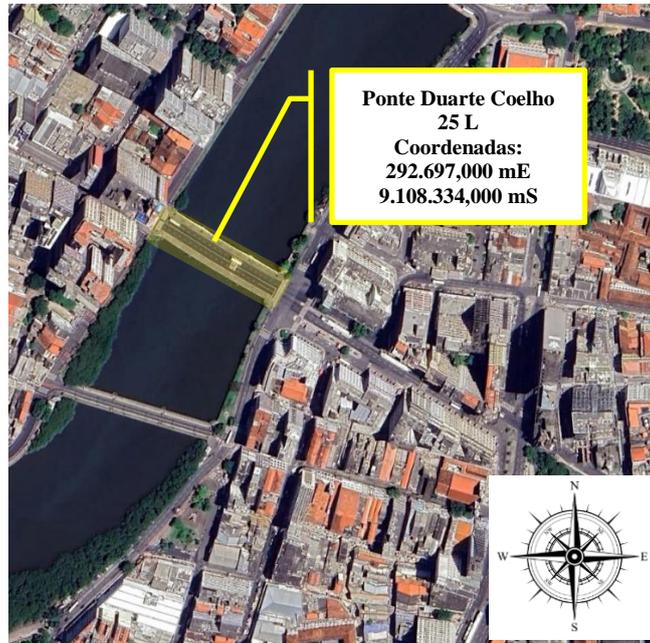
Figura 2 – Fluxograma das atividades desenvolvidas.



Fonte: Autor, (2023).

Assim, a Ponte Duarte Coelho foi escolhida, na qual é construída em concreto armado. Além disso, essa obra é importante para o fluxo viário da região. Na (Figura 3), observa-se a localização das pontes através do *Software* Google Maps.

Figura 3 – Localização da ponte em estudo.

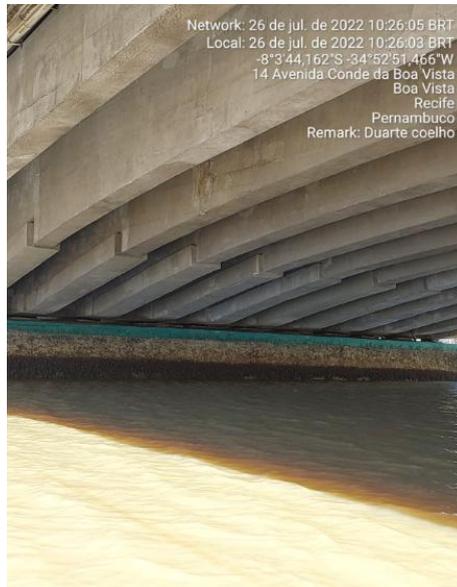


Fonte: *Software* Google Maps, (2024).

Para o levantamento das manifestações patológicas estrutura da ponte, foram realizadas visitas técnicas, no período compreendido entre os meses de agosto e setembro de 2022, com o auxílio de barqueiros locais.

A coleta fotográfica da parte inferior das estruturas foi conduzida por meio de um celular e utilizando o aplicativo *Timestamp Camera Free*, permitindo a adição de legendas, ajudando posteriormente na identificação das fotos, na ficha de identificação de danos. Observa-se, na (Figura 4), uma vista inferior do tramo central da ponte.

Figura 4 – Vista inferior do segundo tramo da Ponte Duarte Coelho.



Fonte: Autor, (2023).

Com base nas imagens obtidas, no levantamento das manifestações patológicas e nas Fichas de Identificação de Dados – (FID), foi possível elaborar os mapas de danos através do *Software* AutoCAD, onde todas as faces das pontes foram desenvolvidas com base nas imagens e filmagens obtidas durante o processo de inspeção.

Ao finalizar as projeções, procedeu-se à elaboração da representação dos danos no *Software* AutoCAD. Isso foi realizado mediante a aplicação de cores e hachuras, utilizando os dados provenientes da etapa de inspeção presencial, que incluiu fotografias, filmagens e as Fichas de Identificação de Dados. Em seguida, as manifestações patológicas foram inseridas de acordo com os dados coletados, e uma cor distinta foi atribuída a cada manifestação na legenda (Figura 5).

Figura 5 – Legenda utilizada nos Mapas de Danos.

Legenda

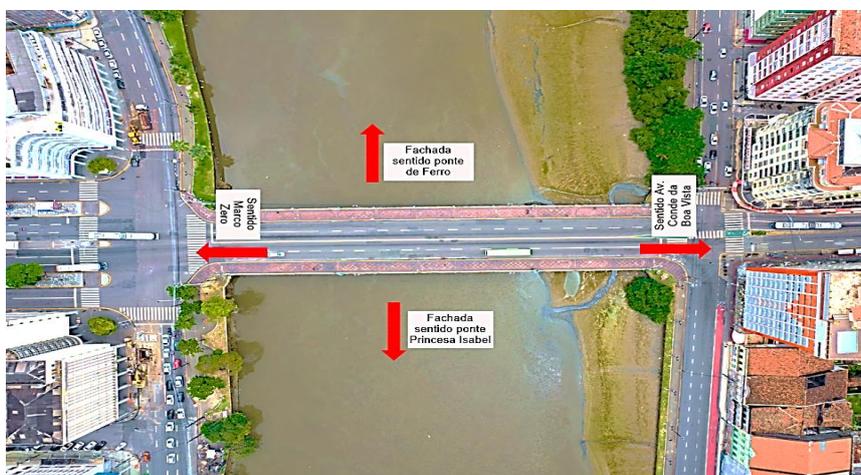
	Corrosão Metálica
	Desagregação da pintura
	Eflorescência
	Manchas de umidade
	Desplacamento
	Bolor
	Vegetação
	Vesícula
	Sujidade
	Vandalismo
	Incrustação
	Fissura

Fonte: Autor, (2023).

Durante as visitas, foram feitas inspeções visuais da estrutura, onde foi possível constatar que a Ponte Duarte Coelho possui 13 vigas longitudinais, é dividida em três tramos, no qual os tramos da extremidade possuem 5 vigas transversais e o tramo do meio possui 9 vigas transversais.

Para melhor organização dos dados levantados, as faces da ponte foram divididas em dois sentidos: a face sentido Ponte Princesa Isabel e a face sentido Ponte de Ferro, conforme a (Figura 6). Para melhor compreensão, a ponte foi dividida de acordo com os tramos, conforme ilustrado na (Figura 7) e mostra a vista panorâmica da face da Ponte Duarte Coelho.

Figura 6 – Vista superior da ponte Duarte Coelho, com os sentidos.



Fonte: Autor, (2023)

Figura 7 – Vista lateral e panorâmica da Ponte Duarte Coelho, com as divisões.



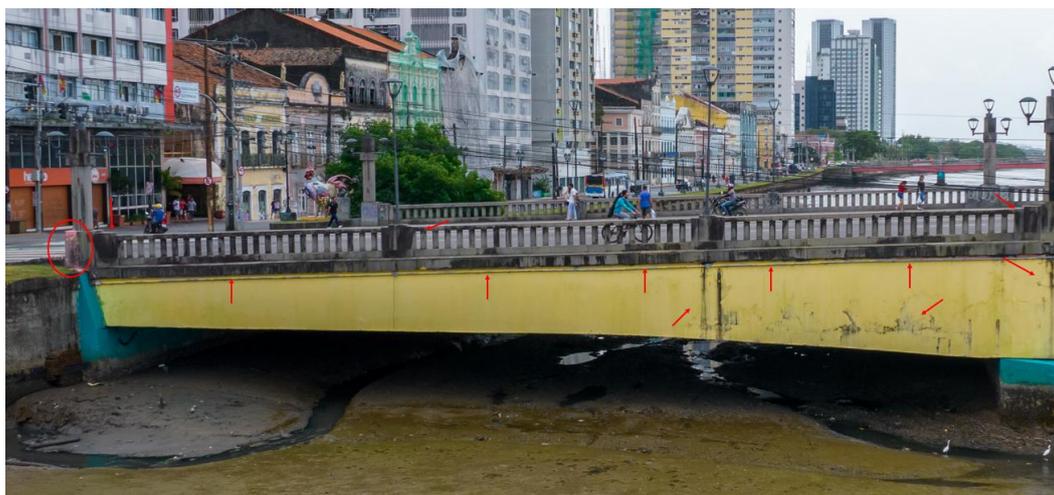
Fonte: Autor, (2023).

4 RESULTADOS

4.1 Primeiro tramo

Na face voltada para a Ponte de Ferro, identificaram-se manifestações patológicas, tais como bolor, sujidades e vandalismo, conforme ilustrado na (Figura 8).

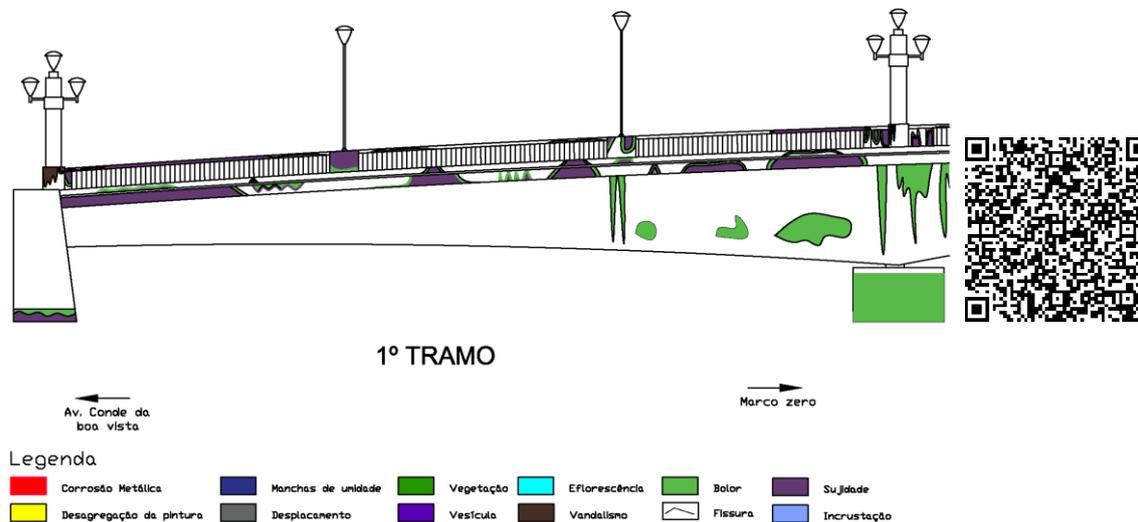
Figura 8 – Manifestações patológicas da face do primeiro tramo da Ponte Duarte Coelho, lado da ponte de Ferro.



Fonte: Autor, (2023).

Após a visita técnica e análise dos registros fotográficos, foi possível levantar o mapa de danos na face sentido Ponte de Ferro. Este mapa está detalhadamente apresentado na (Figura 9).

Figura 9 – Mapa de danos da face do primeiro tramo da Ponte Duarte Coelho, sentido Ponte de Ferro.



Fonte: Autor, (2023).

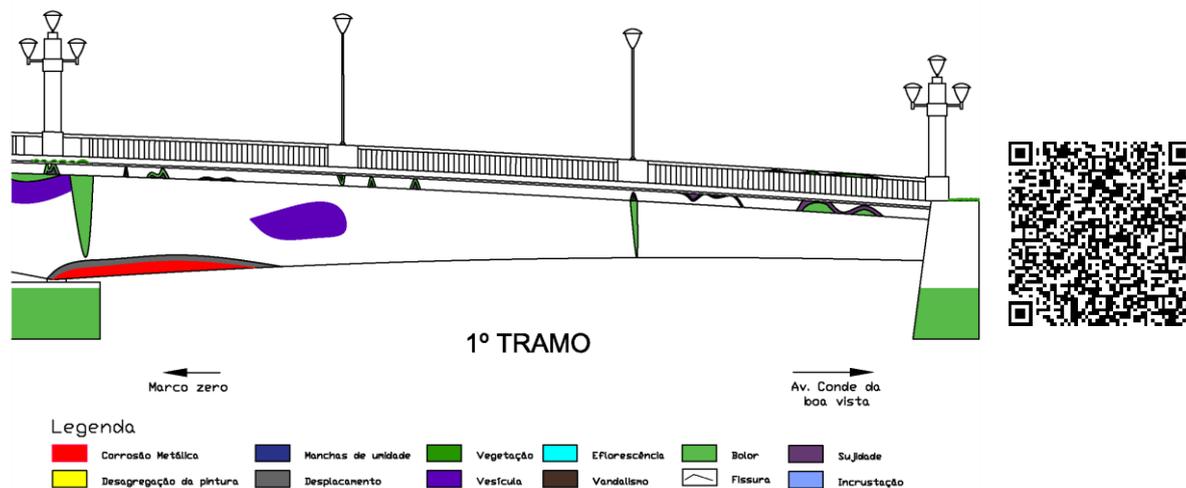
Na face voltada para a Ponte Princesa Isabel, observaram-se manifestações patológicas, tais como sujidades, bolor, pontos de deslocamento e corrosão da armadura, conforme evidenciado na (Figura 10). A (Figura 11) refere-se o mapa de danos da face sentido Ponte Princesa Isabel.

Figura 10 – Manifestações Patológicas da face do primeiro tramo da Ponte Duarte Coelho, sentido ponde de Princesa Isabel.



Fonte: Autor, (2023).

Figura 11 – Mapa de danos da face do primeiro tramo da Ponte Duarte Coelho, sentido Ponte de Princesa Isabel.



Fonte: Autor, (2023).

Na estrutura do primeiro tramo da ponte, além de manifestações patológicas como bolor, que estavam presentes nas faces, também foi possível observar problemas como, fissura, corrosão da armadura, eflorescência e manchas de umidade. A ocorrência de pontos de corrosão na estrutura pode ser atribuída a diversos fatores, destacando-se a falta de recobrimento adequado para o aço, a presença de íons cloretos livres e a carbonatação do concreto.

A existência de trincas e fissuras pode contribuir para a entrada de intempéries, desencadeando o processo corrosivo na estrutura. Esse fenômeno, por sua vez, pode resultar no deslocamento do concreto, gerando forças de tração em seu interior. A (Figura 12) apresenta pontos específicos na estrutura do primeiro tramo, evidenciando a presença de corrosão, deslocamento, fissuras e eflorescência.

Figura 12 – Deslocamento, corrosão, fissura e eflorescência da estrutura no primeiro tramo da Ponte Duarte Coelho.

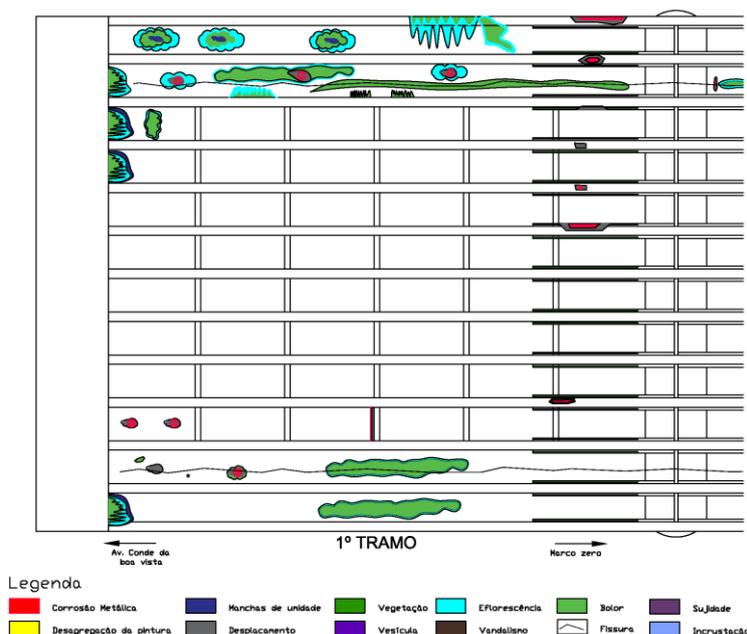


Fonte: Autor, (2023).

A presença de bolor na estrutura é resultado da umidade acumulada e da falta de ventilação no ambiente, proporcionando condições ideais para a proliferação de fungos. A eflorescência e manchas de umidade na estrutura originam-se de infiltrações.

A partir das informações obtidas por meio do registro fotográfico, das Fichas de Identificação (FIDs) e da inspeção visual, foi elaborado o mapa de danos, conforme exemplificado na (Figura 13).

Figura 13 – Mapa de danos do primeiro tramo da Ponte Duarte Coelho.



Fonte: Autor, (2023).

4.2 Segundo tramo

As principais manifestações patológicas identificadas tanto na face voltada para a Ponte Princesa Isabel quanto na direção da Ponte de Ferro incluem bolor, sujidades e vegetação. Já as (Figuras 14 e 15) fornecem uma visão ampliada, destacando a presença de vegetação, bolor e sujidade.

Figura 14 – Sujidades, vegetação, mofo e bolor na face do segundo tramo da Ponte Duarte Coelho, sentido Ponte de Ferro.



Fonte: Autor, (2023).

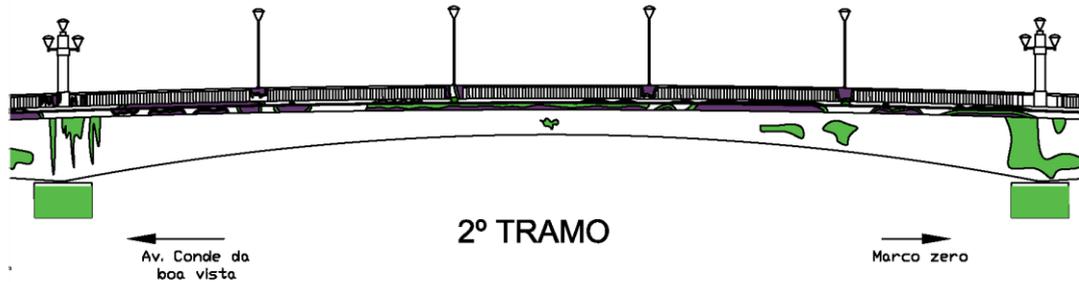
Figura 15 – Sujidades, mofo e bolor na face do segundo tramo da Ponte Duarte Coelho, sentido Ponte de Ferro.



Fonte: Autor (2023).

A face do segundo tramo, voltada para a Ponte de Ferro, apresenta sinais de desgaste, como evidenciado no mapa de danos representado na (Figura 16).

Figura 16 – Mapa de danos do segundo tramo da face da Ponte Duarte Coelho, no sentido ponte de Ferro.



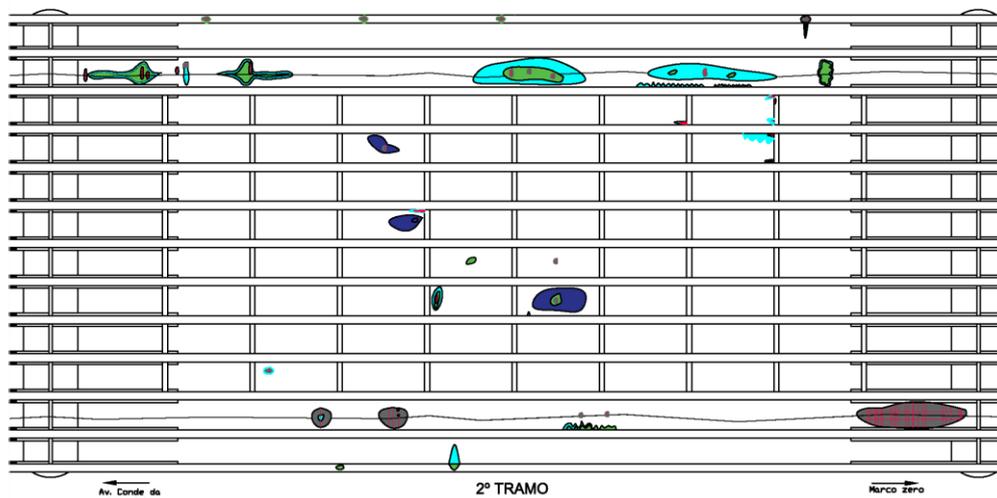
Legenda

Corrosão Metálica	Manchas de umidade	Vegetação	Eflorescência	Bolor	Sujeidade
Desagregação da pintura	Desplacimento	Vesícula	Vandalismo	Fissura	Incrustação

Fonte: Autor, (2023).

Também é perceptível a continuidade da fissura que se estende do primeiro tramo para o segundo, presente entre segunda e terceira viga longitudinal, bem como na décima primeira e décima segunda, conforme evidenciado no mapa de danos (Figura 17).

Figura 17 – Mapa de danos do segundo tramo da Ponte Duarte Coelho.



Legenda

Corrosão Metálica	Manchas de umidade	Vegetação	Eflorescência	Bolor	Sujeidade
Desagregação da pintura	Desplacimento	Vesícula	Vandalismo	Fissura	Incrustação

Fonte: Autor, (2023).



5 CONCLUSÕES

O presente artigo teve como finalidade avaliar a situação da Ponte Duarte Coelho localizado na cidade do Recife/PE, que a preservação do estado da arte é de grande relevância para uma cidade moderna e sustentável. E a partir das investigações das manifestações patológicas encontradas *in loco*, foi elaborado o mapa de danos para uma análise mais categorizada. No entanto, revelou uma extensão generalizada de manifestações patológicas, tais como mofo, bolor, sujidades, vegetação e destacamento de pintura. Pontos específicos também apresentaram trincas, fissuras, deslocamento, corrosão e sinais de vandalismo. Notavelmente, o estado de conservação da face ponte no sentido da Ponte de ferro parece ser mais comprometido.

Na estrutura da ponte, assim como na face, as manifestações patológicas se repetem em todos os tramos. Destacam-se duas trincas na laje, uma entre a segunda e terceira viga longitudinal e outra entre a décima primeira e décima segunda viga longitudinal. Uma possível explicação é que essas trincas ocorrem ao longo de juntas de dilatação. O mapa de danos se tornou uma ferramenta útil para este trabalho. A existência desta quantidade expressivas de patologias reforça que não há uma manutenção constante na estrutura, assim, a vida útil das pontes é consideravelmente reduzida.

Portanto, nota-se a necessidade da implementação de um programa de recuperação da ponte, além da implementação de um programa de manutenção, pelos responsáveis qualificados, a fim de garantir que as estruturas possuam uma boa vida útil, tendo em vista o caráter relevante deste tipo de infraestrutura para a cidade do Recife. Dessa maneira, o trabalho possui a importância de apresentar todas as manifestações patológicas da Ponte Duarte Coelho para que facilite a identificação dos pontos importante para serem explorados durante a manutenção e recuperação da estrutura.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, Bruna Veiga Ramos. **Estudo e avaliação das manifestações Patológicas nas pontes da cidade de Recife-PE**. 2018. 226 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

CAVALCANTI, Lucas Rodrigues. **Manifestações Patológicas e Mapa de Danos: um olhar sobre a preservação do patrimônio histórico da cidade do Recife/PE**. 2022. 119 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de Pernambuco, Recife, 2022.

FELIX, Emerson Felipe; BALABUCH, Tito José Rodrigues; POSTERLLI, Mariana Corrêa; POSSAN, Edna; CARRAZEDO, Rogério. Análise da vida útil de estruturas de concreto armado sob corrosão uniforme por meio de um modelo com RNA acoplado ao MEF. **Revista Alconpat**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 1-15, 31 jan. 2018. Alconpat Internacional. <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v8i1.256>.

HAUTEQUESTT FILHO, Genildo Coelho; ACHIAMÉ, Giovana Gonçalves. Diretrizes para Representação Gráfica de Mapa de Danos. In: 6ª CONFERÊNCIA SOBRE PATOLOGIA E REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS, 6., 2018, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Patorreb, 2018. p. 1-10.

PACHECO, Luiza S.; ROSADA, Mateus; LENS, Luciani N.; ANDRADE, Bruna F.; STORCK, Cristina; PERES, Leonardo S.; WOLLMANN, Luiza; JORIS, Nadiane D.; DOMINGUES, Quétlan R.; PORTO, Rhaíssa M. Time marks: an assessment of



the conservation status of tafona farm main house from damage maps. **Procedia Structural Integrity**, [S.L.], v. 11, p. 68-75, 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.prostr.2018.11.010>.

PINHEIRO, Maria Rafaela de Almeida; SILVA, Emmanuel Inácio da; FLORÊNCIO, Lutemberg de Araújo. Considerações a respeito das principais manifestações patológicas em pontes de concreto armado na cidade de Recife. In: 3º SIMPÓSIO PARANAENSE DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES, 3., 2018, Paraná. **Anais [...]**. Paraná: Cubo, 2018. p. 220-232.

SANTOS, Cláudio Silva dos; QUIRINO, José Renato de Azevedo; REIS, Leonardo Maffei dos Santos; GOMES, Gustavo José da Costa; FONSECA, Alessandra Alves. A Patologia Estrutural no Domínio da Engenharia Civil. **Revista Pesquisa e Educação a Distância**, São Paulo, v. 1, n. 30, p. 1-2, dez. 2023.

SILVA, Felipe Bruno Lima da; CUPERSCHMID, Ana Regina Mizrahy. HBIM e mapa de danos. **Parc Pesquisa em Arquitetura e Construção**, [S.L.], v. 13, p. 022003, 1 jan. 2022. Universidade Estadual de Campinas. <http://dx.doi.org/10.20396/parc.v13i00.8663653>.

TUUTTI, Kyösti. **Corrosion of steel in concrete**. Swedish Cement and Concrete Institute (CBI) nº 4-82. Stockholm, 1982.

VASCONCELOS, Flávio de Oliveira. **Análise das manifestações patológicas em pontes de concreto armado**: estudo de caso. 2018. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 2018.

VITÓRIO, José Afonso Pereira. **Pontes e Viadutos Rodoviários**: conceituação, conservação, segurança e reforço estrutural, Recife: Poli/Upe, 2015. p. 1-68.