

## **Gestão ambiental na ponte Santa Isabel: levantamento de manifestações patológicas por meio de mapa de danos**

*Environmental management at Santa Isabel bridge: survey of pathological manifestations through damage mapping*

*Gestión ambiental en el puente Santa Isabel: levantamiento de manifestaciones patológicas a través de la cartografía de daños*

**Camila Marques do Rêgo Gonzaga**

Mestranda, UPE.  
cmrg@poli.br

**Felipe Duan Moura Vasconcelos**

Mestrando, UPE.  
fdmv@poli.br

**Eliana Cristina Barreto Monteiro**

Professora Doutora, UPE e UNICAP, Brasil.  
eliana@poli.br

## RESUMO

Objetivo de realizar um levantamento das manifestações patológicas na Ponte Santa Isabel, Recife-PE, através da elaboração de Mapa de Danos. A metodologia empregada consistiu na realização de inspeções visuais para registrar o estado da ponte e identificar anomalias. As informações coletadas foram compiladas em Fichas de Identificação de Dados (FID) que serviram como base para o mapa de danos. A pesquisa aborda detalhadamente as manifestações patológicas em uma ponte histórica de Recife, juntamente com a elaboração do mapa de danos que permitiu uma compreensão abrangente do estado da estrutura. A relevância do tema contribui para o conhecimento das causas e consequências das manifestações patológicas em estruturas de concreto armado, bem como fornece informações valiosas para futuras intervenções de manutenção e restauração. Além disso, considerando a importância das pontes para mobilidade e infraestrutura da cidade, este estudo pode ajudar a preservar os recursos, garantir a segurança e facilitar a mobilidade sustentável. Os principais resultados encontrados foram identificados e documentados, proporcionando uma análise das possíveis causas e apresentação de soluções adequadas. As contribuições teóricas e metodológicas incluem o desenvolvimento de um método de mapeamento de danos e análise detalhada das manifestações patológicas em pontes de concreto armado. O estudo tem contribuições sociais e ambientais ao promover a preservação de uma estrutura histórica e garantir a segurança dos cidadãos que utilizam a ponte diariamente, fornecendo dados que podem ser usados para o planejamento de ações de manutenção preventiva em outras estruturas similares.

**PALAVRAS-CHAVE:** Manifestação Patológica. Recuperação. Manutenção.

## SUMMARY

*Objective of carrying out a survey of pathological manifestations on Ponte Santa Isabel, Recife-PE, through the preparation of a Damage Map. The methodology used consisted of carrying out visual inspections to record the condition of the bridge and identify anomalies. The information collected was compiled into Data Identification Sheets (FID) that served as the basis for the damage map. The research addresses in detail the pathological manifestations in a historic bridge in Recife, together with the preparation of the damage map that allowed a comprehensive understanding of the state of the structure. The relevance of the topic contributes to the knowledge of the causes and consequences of pathological manifestations in reinforced concrete structures, as well as providing valuable information for future maintenance and restoration interventions. Furthermore, considering the importance of bridges for city mobility and infrastructure, this study can help preserve resources, ensure safety and facilitate sustainable mobility. The main results found were identified and documented, providing an analysis of possible causes and presentation of appropriate solutions. Theoretical and methodological contributions include the development of a damage mapping method and detailed analysis of pathological manifestations in reinforced concrete bridges. The study has social and environmental contributions by promoting the preservation of a historic structure and ensuring the safety of citizens who use the bridge daily, providing data that can be used to plan preventive maintenance actions in other similar structures.*

**KEYWORDS:** Pathological manifestation. Recovery. Maintenance.

## RESUMEN

*Objetivo realizar un levantamiento de manifestaciones patológicas en Ponte Santa Isabel, Recife-PE, mediante la elaboración de un Mapa de Daños. La metodología utilizada consistió en realizar inspecciones visuales para registrar el estado del puente e identificar anomalías. La información recopilada fue compilada en Fichas de Identificación de Datos (FID) que sirvieron de base para el mapa de daños. La investigación aborda en detalle las manifestaciones patológicas en un puente histórico en Recife, junto con la elaboración del mapa de daños que permitió una comprensión integral del estado de la estructura. La relevancia del tema contribuye al conocimiento de las causas y consecuencias de las manifestaciones patológicas en estructuras de hormigón armado, además de brindar información valiosa para futuras intervenciones de mantenimiento y restauración. Además, considerando la importancia de los puentes para la movilidad y la infraestructura de la ciudad, este estudio puede ayudar a preservar los recursos, garantizar la seguridad y facilitar la movilidad sostenible. Se identificaron y documentaron los principales resultados encontrados, brindando un análisis de posibles causas y presentación de soluciones adecuadas. Las contribuciones teóricas y metodológicas incluyen el desarrollo de un método de mapeo de daños y análisis detallado de manifestaciones patológicas en puentes de hormigón armado. El estudio tiene aportes sociales y ambientales al promover la preservación de una estructura histórica y garantizar la seguridad de los ciudadanos que utilizan el puente a diario, proporcionando datos que pueden usarse para planificar acciones de mantenimiento preventivo en otras estructuras similares.*

**PALABRAS CLAVE:** Manifestación patológica. Recuperación. Mantenimiento.

## 1. INTRODUÇÃO

A utilização do concreto armado no meio da construção civil é bastante comum e se popularizou pelo seu fácil manuseio, custo-benefício e durabilidade. Esses conhecimentos levaram a acreditar que esse material apresentava características indestrutíveis, mas com o passar dos anos foi analisado e comprovado a necessidade de um acompanhamento do comportamento desse material ao longo do tempo (PINHEIRO, 2018). A falta de manutenção, ao longo da vida útil da estrutura, é um dos fatores que mais influenciam na diminuição da durabilidade das estruturas de concreto armado, levando ao aparecimento de várias manifestações patológicas (SANTOS et al., 2017).

A durabilidade da estrutura é a capacidade que o material tem de resistir a esforços externos, sejam eles ambientais ou provocados pelo ser humano, tal capacidade deve ser estimada para que seja possível dimensionar uma estrutura que suporte tais esforços, proporcionando segurança. O conceito de durabilidade tem extrema importância para obras que utilizam concreto, pois afetam de forma direta o período de vida útil que a estrutura alcançará (ABNT NBR 6118/2014). As obras de concreto precisam ser projetadas e executadas de forma a fornecer o maior nível de segurança, em conjunto com o orçamento previsto e correspondente com o tempo de vida útil, que se espera, na época de sua construção, sendo realizadas manutenções preventivas, que são ações indispensáveis para conservar a qualidade da obra e prolongar a segurança da edificação (SANTOS et al, 2017).

Consequência do constante tráfego nas pontes e a ausência de inspeções que possam identificar o nível de deterioração nos elementos estruturais das pontes, pelo fato de ser apenas levado em conta a parte superior das pontes, como o aspecto do pavimento, se faz necessário estudos que abordem o estado de utilização, fazendo com que seja mantido os padrões de funcionalidade e segurança (VASCONCELOS, 2018). O estudo das causas do surgimento de manifestações patológicas em estruturas de concreto, proporciona conhecimento aos profissionais, que assim podem diagnosticar de forma adequada os possíveis casos, levando a correções mais assertiva para cada um deles, garantindo o bom funcionamento da estrutura e segurança para os seus usuários (SANTOS, 2019).

Devido a posição geográfica da cidade do Recife, a cidade possui atualmente aproximadamente 49 pontes em uso, espalhadas no seu território. Das diversas pontes existentes, 7 delas se destacam devido a sua localização central, ligando diversos bairros importantes da região metropolitana (PINHEIRO, 2018). Recife é uma cidade litorânea, banhada pelo mar e por bacias hidrográficas, sendo elas: Capibaribe, Beberibe e Tejipió, que são cortadas pelos Rios Capibaribe e Beberibe além de outros rios com menor porte como o Jiquiá, Jordão e Tejipió. Além do que já foi falado, Recife também possui inúmeros canais e pontes, justificando ser conhecida como a “Veneza brasileira” (PINHEIRO, 2018).

Para um melhor estudo das patologias que surgem nas edificações, é aconselhável que seja realizado um mapeamento de danos, que consiste em uma documentação (seja ela por um conjunto de gráficos ou fotografias) que ilustra a realidade da edificação, levando em consideração uma determinada data ou tempo. Este relato é feito de maneira rigorosa e minuciosa, detalhando as manifestações de deterioração que estejam presentes na edificação (HAUTEQUESTT, 2018). Portanto, o mapa de danos se resume a um documento gráfico que demonstra, por intermédio de representação gráfica, todas as manifestações patológicas que possam ser identificadas na edificação em estudo (CARVALHO, 2018).

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Elaboração do Mapa de Danos na Ponte de concreto armado intitulada como Ponte Santa Isabel, localizada na cidade de Recife-PE, quanto ao aspecto das manifestações patológicas e estado de preservação, visando a contribuir para a gestão sustentável de sua estrutura física.

## 2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar as manifestações patológicas e as condições de preservação da ponte, visando a formação de um banco de dados necessário para a elaboração dos mapas de danos;
- Definir as possíveis causas, mecanismos de ocorrência e origem das manifestações patológicas existentes na ponte, fornecendo uma análise que ajude na elaboração de soluções adequadas e eficazes para o reparo e manutenção da Ponte;
- Identificar as patologias e elaborar os Mapas de Danos, criando um documento com registros de anotações e fotografias sobre os danos existentes na ponte.

## 3. ESTUDO DE CASO

O item abordado, de forma descritiva, a realização do mapa de danos da ponte estudada, expondo os materiais utilizados e os meios que foram adotados, com o objetivo de melhor explicar o assunto, fornecendo as informações adquiridas.

### 3.1 Levantamento dos Dados Históricos da Ponte

A ponte Santa Isabel, conhecida popularmente como a ponte Princesa Isabel, que cruza o Rio Capibaribe, foi inaugurada em 1863, sendo a primeira ponte de ferro do município do Recife. Em 1913 a ponte foi reconstruída pela primeira vez e, em 1967 novamente devido duas enchentes no Rio Capibaribe. É possível visualizar a ponte Princesa Isabel em 1879, por meio da litogravura mostrada na Figura 01, da Fundação Joaquim Nabuco, do setor de Iconografia.

Figura 1: Ponte Santa Isabel, (Assembleia), Litogravura de F.H. CARLS. (1878).



Fonte: Fundação Joaquim Nabuco, Setor de Iconografia.

No ano de 1943 a ponte passou por uma reforma, substituindo sua estrutura metálica por concreto armado. Devido às enchentes no Rio Capibaribe, nos anos de 1965 e 1966, a Ponte Santa Isabel precisou passar por outra reconstrução em 1967. Em 2019, após diversas críticas realizadas pela mídia, expostas pelo Diário de Pernambuco, com relação aos estados em que as pontes da cidade se encontravam, a prefeitura do Recife começou a se movimentar para ações reparadoras. Porém, foi apenas em janeiro de 2022, que a ponte estudada recebeu uma requalificação na pintura, que contou ainda com alguns reparos, mas até o momento, sem ações de recuperação estrutural na mesma.

### 3.2 Levantamento das Manifestações

Na realização da análise da ponte em estudo, foi optado pela execução de inspeção visual, com o intuito de elaborar um levantamento de como a ponte se encontrava no momento do levantamento. A inspeção visual foi realizada em março de 2022, com a ajuda de um barqueiro local que auxiliou na locomoção até a ponte estudada para levantamento de dados, que se deu por registros fotográficos e gravações de vídeos. A Figura 2, mostrada a seguir, é uma vista panorâmica da fachada da Ponte Princesa Isabel, no ano de 2022.

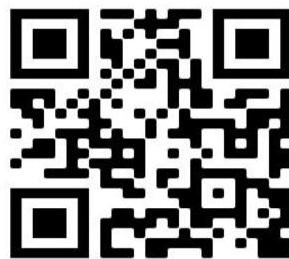
Figura 2: Vista panorâmica da fachada da Ponte Princesa Isabel, 2022.



Fonte: Autoral, 2022

A Figura 3, a seguir, é um QR CODE direcionando para um vídeo que mostra a vista panorâmica da fachada da ponte Princesa Isabel, no ano de 2022.

Figura 5: QR CODE mostrando vídeo Vista panorâmica da ponte Princesa Isabel em 2022.



Fonte: Autoral, 2022

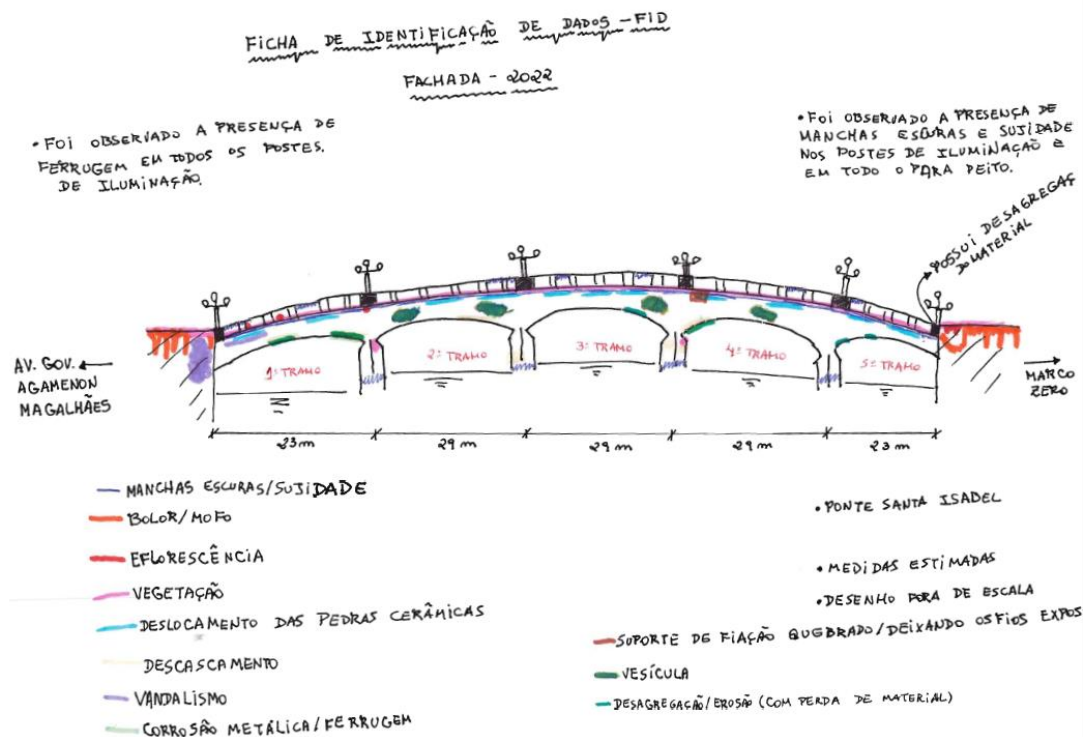
Com posse do material levantado, foi possível realizar a elaboração da FID, com informações relevantes sobre a evolução do estado da ponte que, por sua vez, auxiliou na concepção do mapa de danos, possibilitando a criação da linha do tempo da ponte.

### 3.3 Elaboração da Ficha de Identificação dos Dados (FID)

Após a inspeção visual, a próxima etapa foi a elaboração da ficha de identificação de dados, que se resume a compilação dos dados adquiridos por meio da vistoria, juntando todas as informações coletadas em um documento que será a base de toda a análise que será realizada. Em seguida foi realizada uma triagem das informações coletadas, fazendo com que apenas as informações mais importantes fossem consideradas para a montagem do mapa de danos.

Para o processo de elaboração da ficha de identificação de dados, foi levado em consideração todo o material obtido nas vistorias realizadas, visto que a ficha se torna uma extensão da inspeção, se resumindo a um memorial descritivo do que foi levantado. As fichas são montadas com a inspeção ainda recente na memória, possibilitando relatos mais precisos, com o auxílio das imagens adquiridas. A FID foi um relato feito a mão livre, sem medidas nem escalas, mas de modo que possa ajudar a entender e traduzir as fotografias obtidas nas vistorias. Na Figura 4, apresentada a seguir pode-se observar a FID da fachada, elaborada com os dados da inspeção visual de março de 2022.

Figura 4: Ficha de Identificação dos dados da vista panorâmica da fachada da Ponte Princesa Isabel, 2022.











Fonte: Autoral, 2022

### 3.4 Mapeamento da Fachada

Na confecção do mapa de danos foram consideradas fotografias capturadas durante a visita técnica e os dados presentes no FID. As imagens tiradas são ferramentas cruciais na formação do detalhamento das manifestações patológicas, pois são elas que guiam toda a produção do mapa, enriquecendo com os detalhes. A Figura 5, ilustrada a seguir, mostra a legenda que foi adotada para a identificação das manifestações patológicas, na confecção do mapa de danos.

Figura 5: Legenda adotada para identificação das manifestações patológicas, usando como base o trabalho de Barreto, 2019.

Simbologia	Manifestação Patológica	Simbologia	Manifestação Patológica
	Bolor / Mofo		Manchas de umidade
	Corrosão Metálica / Ferrugem		Sujeira
	Desagregação / Erosão (com perda de material)		Vandalismo
	Desplacamento do revestimento / Destacamento do reboco		Vegetação
	Eflorescência		Vesícula
	Incrustação		

Fonte: Autoral, 2022.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nessa seção são apresentados os resultados e as análises da inspeção visual técnica, realizada no local, contando com o acervo fotográfico com a finalidade de auxiliar na qualificação das manifestações patológicas que foram encontradas no objeto de estudo, se baseando na literatura que foi estudada e citada anteriormente. Diante do apresentado, foram verificadas as possíveis causas e origens das manifestações encontradas.

Com o mapeamento das manifestações patológicas confeccionadas foi possível

observar com mais clareza os pontos mais críticos da edificação e as proporções de cada manifestação, podendo identificar quais são as manifestações mais comuns, levando ao estudo das possíveis causas para um melhor diagnóstico da situação. Desse modo, os resultados obtidos foram organizados com o intuito de cumprir os objetivos definidos no início do trabalho.

## 4.1 Manifestações Patológicas

Alinhado com as informações presentes no FID e nos relatórios fotográficos, foi possível identificar na ponte Santa Isabel as manifestações patológicas a seguir:

### 4.1.1 Bolor

É uma manifestação patológica ligada a umidade, devido ser manchas oriundas da proliferação de fungos, podendo ser conhecida como mofo.

Segundo Souza (2008), essa manifestação patológica pode ser levada em consideração como um potencial problema nas edificações existentes, por poder provocar alterações nas fachadas e estrutura. Também é possível a identificação de bolor na estrutura da ponte Princesa Isabel com o auxílio de imagens adquiridas na elaboração deste projeto como mostra a Figura 6 a seguir.

Figura 6: Presença de Bolor na parte inferior da Ponte Princesa Isabel.



Fonte: Autoral, abril de 2022.

Causas: uma possível causa para o surgimento do bolor ao longo da ponte e em sua parte inferior é devido a presença de umidade, devido ao ambiente no qual está inserida ser de alta agressividade, podendo ter sido potencializado devido infiltrações de água ou vazamento que não estão aparentes.

### 4.1.2 Corrosão metálica / Ferrugem

A corrosão é o desgaste que o material metálico sofre devido um processo chamado eletroquímico. Como as pontes estão inseridas em um ambiente altamente agressivo, caso ocorra a exposição de materiais metálicos, como por exemplo a armadura do concreto, as chances de ocorrer corrosão no material é alta. A exposição da armadura pode se dar por alguns motivos e, quando ignorado, pode causar sérios danos à estrutura, ameaçando a segurança dos usuários que transitam pela infraestrutura diariamente.

A ferrugem é apresentada quando o material metálico se encontra exposto ao meio agressivo e está em processo de corrosão, apresentando coloração alterada e com aspecto áspero. A maior quantidade de ferrugem observada na ponte, como pode ser visualizado na Figura 7, se deu na parte inferior da mesma, ou seja, na parte que recebe menos luz solar, fator que, quando aderido à pontos de umidade, prolifera de forma mais ágil a corrosão dos materiais metálicos.



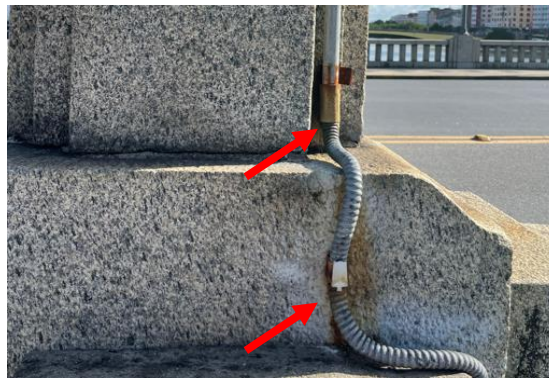
Figura 7: Situação de armadura localizada na parte de baixo da ponte Santa Isabel.



Fonte: Autoral, 2022.

A Figura 8 mostra a presença de ferrugem no poste da Ponte.

Figura 8: Ferrugem no poste.



Fonte: Autoral, 2022.

Causas: A entrada, pelos poros do concreto, de agentes agressivos por meio do ar é uma possível causa, ainda mais conhecendo o meio agressivo no qual a ponte encontra-se inserida. Com o desprendimento volumétrico do concreto, aumenta ainda mais as chances de ocorrer corrosão na armadura, acelerando o processo de corrosão. Problemas na execução do projeto também podem ter causado esses danos, pois o concreto pode ter se expandido causando fissuras que possibilitaram a entrada do ar, corroendo a estrutura de dentro pra fora até romper a massa do concreto e desprendê-lo completamente, deixando a armadura exposta.

#### 4.1.3 Desagregação / Erosão (com perda de material)

A desagregação com perda de material, também pode ser conhecida como desprendimento volumétrico, que é quando a estrutura perde massa de concreto, por ataques químicos expansivos ou devido à baixa resistividade do material que foi utilizado. Essa manifestação patológica foi bastante encontrada tanto na fachada da ponte, como na sua parte inferior. Foi possível identificar desagregação de material presente na fachada da Ponte Santa Isabel, conforme mostra na Figura 9 a seguir.

Figura 9: Desagregação de material presente na fachada da Ponte Santa Isabel, 2022.

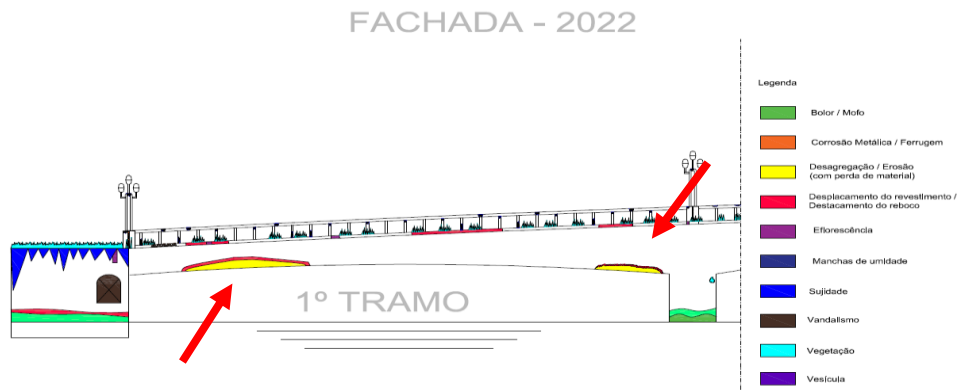


Fonte: Autoral, 2022.



No mapa de danos, a representação quanto a desagregação de massa é demonstrada na Figura 10 a seguir:

Figura 10: Mapa de danos da fachada da ponte Princesa Isabel, 2022.



Fonte: Autoral, 2022.

Causas: Devido a uma possível perda de função ligante do cimento, levou ao deslocamento de parte da massa superficial da fachada. As causas que levam a este tipo de manifestação patológica podem ser várias, sendo as principais: corrosão, calcinação do concreto, carbonização, impactos inesperados e erros na execução do projeto.

A perda de massa que foi observada no corpo do poste na ponte Santa Isabel está demonstrada na Figura 11 a seguir.

Figura 11: Perda de massa observada no corpo do poste na ponte Santa Isabel.



Fonte: Autoral, 2022.

#### 4.1.4 Deslocamento das pedras cerâmicas

O deslocamento das pedras cerâmicas é quando existe a movimentação das mesmas, podendo levar ao total deslocamento da pedra. As possíveis causas mais comuns são a presença de infiltração, a existência de vegetação com raízes, erros na execução (como por exemplo o uso incorreto do rejunte). O deslocamento de pedras ornamentais, na fachada está demonstrada nas Figuras 12 e 13 a seguir:

Figura 12: Deslocamento das pedras ornamentais, na fachada da Ponte Princesa Isabel.



Fonte: Autoral, 2022.

Figura 13: Deslocamento das pedras ornamentais, na fachada da Ponte Princesa Isabel.

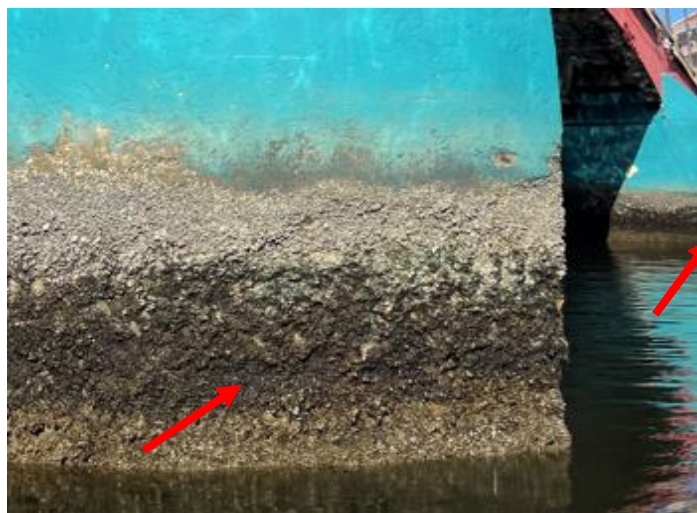


Fonte: Autoral, 2022.

#### 4.1.5 Incrustação

Pode ser considerado incrustação toda a sedimentação de partículas suspensas que estejam presentes na água que passa pela superfície da estrutura. Foi encontrada a presença de incrustação na base da ponte, conforme pode ser visto na Figura 14, mostradas a seguir.

Figura 14: Incrustação observada na base da ponte Princesa Isabel.



Fonte: Autoral, 2022.

#### 4.1.6 Manchas de Umidade

As manchas de umidade são condensações do vapor de água, muito frequente em lugares com baixa incidência da luz do sol e com alta quantidade de umidade. Essas manchas frequentemente aparecem com formato circular, prejudicando a superfície onde se encontra e provocando o desenvolvimento de mofo. As manchas por umidade podem ser observadas na lateral da ponte, conforme as Figuras 15 e 16 mostram.

Figura 15: Aparecimento de manchas de umidade na lateral da ponte Princesa Isabel.



Fonte: Autoral, 2022.

Figura 16: Manchas de umidade na lateral da ponte Princesa Isabel.

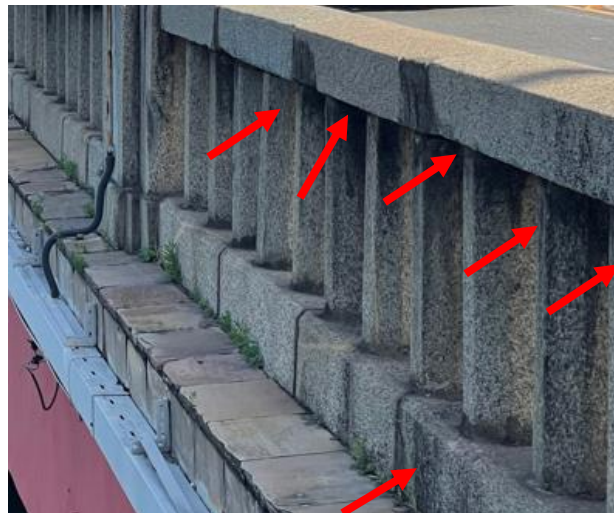


Fonte: Autoral, 2022.

#### 4.1.7 Sujidades

Sujidades são sujeiras acumuladas, geralmente apresentando coloração escura, devido ao acúmulo de poeira. A identificação de sujeira se mostrou constante na fachada da ponte, conforme mostrado na Figura 17 apresentada a seguir.

Figura 17: Sujidade na fachada da ponte Princesa Isabel.



Fonte: Autoral, 2022.

#### 4.1.8 Vandalismo

Vandalismo é caracterizado como a ação de depredação, danificando ou destruindo uma propriedade, seja ela pública ou privada. Não existe uma causa específica que explique o motivo que leva as pessoas terem esse tipo de comportamento. O vandalismo se fez presente na fachada da ponte, como pode ser observado nas Figuras 13 e 15 apresentadas anteriormente.

#### 4.1.9 Vegetação

É considerada uma manifestação patológica quando se apresenta em locais onde não foi projetado para contê-las, geralmente é possível encontrar esse tipo de manifestação patológica devido às infiltrações pelos poros dos materiais, pois essas infiltrações além de transportar água, também leva matéria orgânica. Pode ser verificada a presença de vegetação na fachada da ponte Santa Isabel, conforme mostrado nas Figuras 12, 13 e 17, que já foram apresentadas anteriormente.

#### 4.2 Sugestões de Soluções

Para que a ponte possa continuar proporcionando os seus benefícios de logística e locomoção, além de embelezar a paisagem da cidade, é aconselhável que exista um maior cuidado quanto a manutenção da ponte, montando uma estratégia para que seja realizada periodicamente vistorias e levantamentos da sua situação e que, quando identificado comportamentos indevidos ou não previstos, que possa ser reparado e cuidado celeridade.

## 4.2.1 Tramo 01

Na Figura 18, é possível observar o mapa de danos feito neste trabalho, mostrando a situação da fachada do tramo 01 da ponte.

Figura 18: Mapa de danos da fachada do tramo 01 da ponte Santa Isabel - 2022.

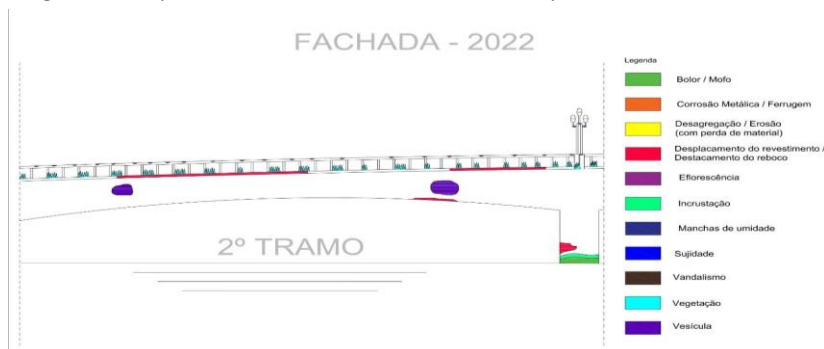


Fonte: Autoral, 2022.

## 4.2.2 Tramo 02

O mapa de danos elaborado da situação da fachada do tramo 02 está exposto na Figura 19.

Figura 19: Mapa de danos da fachada do tramo 02 da ponte Santa Isabel - 2022.

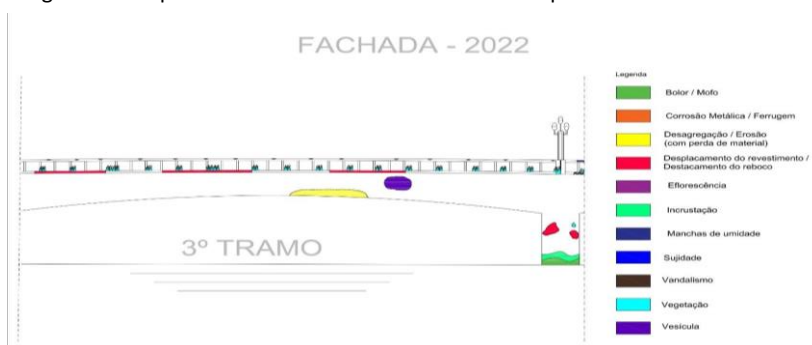


Fonte: Autoral, 2022.

## 4.2.3 Tramo 03

O mapa de danos da fachada do tramo 3 da ponte, pode ser observado a seguir, na Figura 20.

Figura 20: Mapa de danos da fachada do tramo 03 da ponte Santa Isabel - 2022.



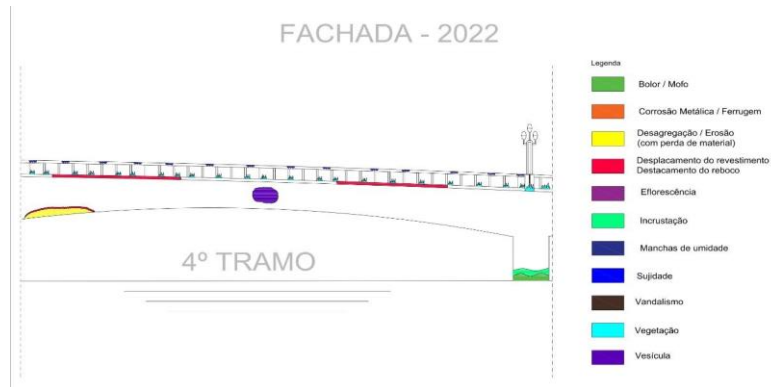
Fonte: Autoral, 2022.

## 4.2.4 Tramo 04

O mapa de danos da fachada do tramo 4 pode ser observado a seguir, na Figura 21.



Figura 21: Mapa de danos da fachada do tramo 04 da ponte Santa Isabel - 2022.



Fonte: Autoral, 2022.

#### 4.2.5 Tramo 05

O mapa de danos da fachada do tramo 5 pode ser observado a seguir, na Figura 22.

Figura 22: Mapa de danos da fachada do tramo 05 da ponte Santa Isabel - 2022.

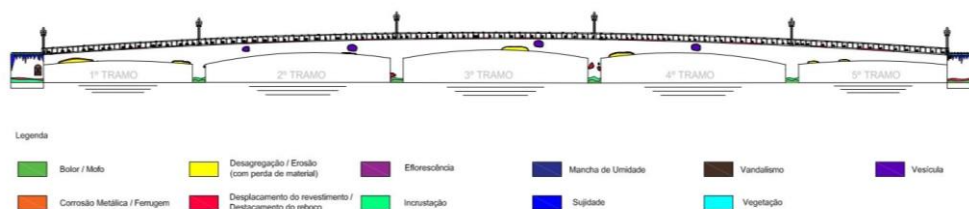


Fonte: Autoral, 2022.

#### 4.2.6 Fachada completa

O mapa de danos da fachada completa, pode ser observado a seguir, na Figura 23 a seguir.

Figura 23: Mapa de danos da fachada completa da ponte Santa Isabel - 2022.



Fonte: Autoral, 2022.

## 5 CONCLUSÕES

Em acordo com o que foi abordado no trabalho, foi possível conhecer as condições de preservação da ponte em estudo, formando um banco de dados, contendo memorial fotográfico, que auxiliou na elaboração dos mapas de danos. Tornando o resultado do trabalho satisfatório e em acordo com o objetivo traçado no início do projeto. Durante o desenvolvimento do projeto. Com todos os materiais coletados em mãos, foi possível identificar mais claramente as possíveis causas e mecanismos que levaram à origem das manifestações patológicas existentes tanto na fachada. Identificadas as manifestações patológicas foram elaborados os mapas de danos da fachada, formando um memorial fotográfico e um banco de dados de informações sobre a mesma.

Durante o processo de estudo foram encontradas algumas adversidades, quando relacionado a bibliografia de levantamento de dados para elaborar mapa de danos em pontes, devido à escassez de literatura abordando o tema. Devido a isso, a maior parte do material tomado como base foram de estudos realizados referente a edifícios ou edificações históricas. Mas, em suma, as dificuldades de encontrar estudos sobre o assunto foi o que motivou a realização desse trabalho, pois as pontes são essenciais para a evolução econômica e social da região onde a mesma esteja incluída, mostrando a importância de estudos relacionados a sua situação, trazendo ao diálogo as condições atuais dessa infraestrutura, apresentando a necessidade dos devidos cuidados, sejam eles preventivos, com manutenção, ou de recuperação.

Portanto, nota-se a importância de um programa de manutenção preventiva e corretiva dessas construções, por parte da gestão governamental. Pois a manutenção realizada corretamente é feita a fim de garantir, ou até mesmo, elevar o tempo de vida útil das estruturas e, ainda, assegurar sua devida funcionalidade, além de ajudar a preservar os seus recursos, garantindo a segurança dos seus usuários, promovendo a eficiência energética, podendo optar pela utilização de materiais mais sustentáveis, facilitando a mobilidade sustentável e aumentando a resiliência às mudanças climáticas. A manutenção adequada das pontes desempenha um papel fundamental na construção de um ambiente urbano mais sustentável e seguro. Sendo assim, é importante ressaltar que toda estrutura requer a necessidade das manutenções preventivas e corretivas nas estruturas das obras de arte especiais da engenharia, visto que alcançar a vida útil de projeto em boas condições é fundamental para a segurança de quem trafega sobre essas estruturas.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118/2014: **Projeto de estruturas de concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7188/2013: **Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas**. Rio de Janeiro, p1.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: **EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS – DESEMPENHO**. Rio de Janeiro, 2013.
- BARRETO, Lydia Marques. Manifestações Patológicas em Fachadas de Edificações Religiosas: Um estudo na Cidade de Recife – PE. **TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2019.
- CAMPOS, Bruna Veiga Ramos. Estudo e avaliação das manifestações patológicas nas pontes da cidade de Recife-PE. **TRABALHO DE PÓS-GRADUAÇÃO NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**, Universidade de Pernambuco, Pernambuco, 2018.
- CARVALHO, Geovanna Brasil de. **PROPOSTA PARA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE MAPAS DE DANOS EM FACHADAS MODERNISTAS DE CONCRETO ARMADO APARENTE**. 2018. xv, 126 f., il. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) —Universidade de Brasília, Brasília, 2018.
- ERDLY, Jeffrey L.; SCHWARTZ, Thomas A. **Building Facade Maintenance, Repair and Inspection**. Pennsylvania, 2004.
- HAUTEQUESTT FILHO, G. C.; ACHIAMÉ, G. G.. **DIRETRIZES PARA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE MAPA DE DANOS**. 6ª Conferência sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios. POLI/UFRJ – Cidade Universitária, 2018.
- HELENE, P. **Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto**. Ed. PINI, 2ª ed. São Paulo, 1992
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 13823: **GENERAL PRINCIPLES ON THE DESIGN OF STRUCTURES FOR DURABILITY**. 2008. 39p.
- LIMA, Lucianne de Andrade Araújo. **MAPA DE DANOS COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADA DE UMA EDIFICAÇÃO VERTICAL NA RMR**. Projeto final de curso (Graduação em engenharia civil) – Universidade Católica de Pernambuco, Escola ICAM TECH, 2021.
- FRANÇA, A. A. V. et al. **Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil**. TÉCNNE, 2011.
- MAHFUZ, E. **MATERIAIS DE PROJETO**. Revista AU- Arquitetura e Urbanismo. Ed. 184. São Paulo. 2009.



MARQUES, Natany. **MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS OCASIONADAS PELA UMIDADE: ESTUDO DE CASO EM EDIFICAÇÕES EM RIO VERDE – GOIÁS**. Monografia (Graduação em engenharia Civil) – Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2021.

MASCARENHAS, Fernando Júnior Resende *et al.* Patologias e inspeção de pontes em concreto armado: Estudo de caso da ponte Governador Magalhães Pinto. **ENGEVISTA**, Minas Gerais, v. 21, n. 1, p. 288-302, maio 2019.

PINHEIRO, M. R. A.; SILVA, E. I., **CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PONTES DE CONCRETO ARMADO NA CIDADE DE RECIFE**. 3º Simpósio Paranaense de Patologia das Construções (3º SPPC), artigo 3SPPC1020, pp. 220 – 232, 2018. DOI: 10.4322/2526-7248.020

SANTOS, Alfredo Gomes Francisco da Siva *et al.* **LEVANTAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE UMA PONTE DE CONCRETO ARMADO JUNTO AS SUAS POSSÍVEIS TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO**. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DE PATOLOGIA E RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS, 2017, Recife-PE.

SANTOS, C. A.. **MAPA DE DANOS PARA EDIFÍCIOS HISTÓRICOS COM MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS: ESTUDO DE CASO DA CATEDRAL NOSSA SENHORA DAS MERCÊS EM PORTO NACIONAL (TO)**. Engineering Sciences, v.7, n.1, p.1-10, 2019. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-3055.2019.001.0001>.

SANTOS, C. G. DOS; BENETTI, H. P.; DIAS, G. L.. **TÉCNICAS PARA RECUPERAÇÃO DE PONTE DE CONCRETO ARMADO: ESTUDO DE CASO**. 4º Simpósio Paranaense de Patologia das Construções (4º SPPC), artigo 4SPPC112, pp. 91 – 100, 2019. DOI: 10.4322/2526-7248.032

SILVESTRO, Laura. **VALIDAÇÃO DE MODELO PARA PREVISÃO DE VIDA ÚTIL DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO: INICIAÇÃO DA CORROSÃO POR CLORETOS**. 158 f. **Dissertação (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil**, Ufrgs, Porto Alegre, 2018.

SOUZA, M. F. Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações. 2008. 64 p. **Monografia (Especialização) - Curso de Construção Civil**, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

VASCONCELOS, Flávio de Oliveira. Análise das manifestações patológicas em pontes de concreto armado: estudo de caso. 2018. 69 f. **TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL)** - Unidade Delmiro Gouveia-Campus do Sertão, Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, 2018.

WINKEL, Rodolfo Luis. Análise das manifestações patológicas em pontes na cidade de Teutônia/RS. 2019. **Monografia (Graduação em Engenharia Civil)** – Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 12 dez. 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10737/2760>.