



Elaboração de mapas de danos para análise comparativa do estado de conservação da Ponte Santa Isabel nos anos de 2021 e 2022

Elaboration of damage maps for comparative analysis of the conservation status of the Santa Isabel Bridge in the years 2021 and 2022

Elaboración de mapas de daños para análisis comparativo del estado de conservación del Puente Santa Isabel en los años 2021 y 2022

Camila Marques do Rêgo Gonzaga

Mestranda, UPE, Brasil.
cmrg@poli.br

Felipe Duan Moura Vasconcelos

Mestrando, UPE, Brasil.
fdmv@poli.br

Marcelo Avelino da Silva

Mestrando, UPE, Brasil.
mas2@poli.br

Eliana Cristina Barreto Monteiro

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

Simone Rosa da Silva

Professora Doutora, UPE, Brasil.
simonerosa@poli.br



RESUMO

A cidade do Recife possui inúmeras pontes que existem há vários anos e que são essenciais para o devido funcionamento da sociedade. Com o passar do tempo, essas obras de arte especiais vão sofrendo com a ação de intempéries externas e, em alguns casos, a ação do homem, o que acaba gerando inúmeras manifestações patológicas que necessitam de correção. Em virtude disso, esta pesquisa tem como objetivo principal realizar um estudo comparativo dos níveis de degradação da Ponte Santa Isabel entre os anos de 2021 e 2022, visando colaborar com futuras obras de restauro no local e também, com o aumento no número de pesquisas voltadas para a temática estudada. Dessa forma, o estudo de caso foi escolhido como base metodológica, sendo dividido em quatro etapas: seleção do objeto de estudo, realização de duas inspeções fotográficas da ponte selecionada (sendo uma em 2021 e outra em 2022), elaboração das Fichas de Identificação dos Dados (FID) e dos mapas de danos, e execução da análise comparativa da situação da ponte no período estudado. Como resultado, foram encontradas diversas manifestações patológicas nas fachadas e no tramo central da ponte e, a partir da elaboração dos mapas de danos, foi possível identificar as áreas que necessitavam de reparos mais urgentes devido ao alto grau de incidência das anomalias. Com base nos resultados, foi possível mostrar a importância da conservação desse tipo de estrutura, visto que ela é um instrumento importante para o desenvolvimento econômico, social e ambiental das cidades.

PALAVRAS-CHAVE: Manifestações patológicas. Mapa de dano. Estado de conservação.

SUMMARY

The city of Recife has numerous bridges that have existed for several years and are essential for the proper functioning of society. Over time, these special works of art suffer from the action of external weather and, in some cases, the action of man, which ends up generating countless pathological manifestations that require correction. As a result, this research's main objective is to carry out a comparative study of the levels of degradation of the Santa Isabel Bridge between the years 2021 and 2022, aiming to collaborate with future restoration works at the site and also, with the increase in the number of research aimed at for the topic studied. Therefore, the case study was chosen as the methodological basis, being divided into four stages: selection of the object of study, carrying out two photographic inspections of the selected bridge (one in 2021 and the other in 2022), preparation of the Identification Sheets of Data (ISD) and damage maps, and execution of a comparative analysis of the bridge's situation during the studied period. As a result, several pathological manifestations were found on the facades and in the central section of the bridge and, from the preparation of damage maps, it was possible to identify the areas that required more urgent repairs due to the high degree of incidence of anomalies. Based on the results, it was possible to show the importance of conserving this type of structure, as it is an important instrument for the economic, social, and environmental development of cities.

KEYWORDS: Pathological manifestations. Damage Map. Conservation state.

RESUMEN

La ciudad de Recife cuenta con numerosos puentes que existen desde hace varios años y son fundamentales para el buen funcionamiento de la sociedad. Con el tiempo, estas especiales obras de arte sufren por la acción de la intemperie externa y, en algunos casos, de la acción del hombre, lo que acaba generando innumerables manifestaciones patológicas que requieren corrección. En consecuencia, el objetivo principal de esta investigación es realizar un estudio comparativo de los niveles de degradación del Puente Santa Isabel entre los años 2021 y 2022, con el objetivo de colaborar con futuras obras de restauración del sitio y también, con el aumento del número de investigaciones dirigidas al tema estudiado. Por ello, se eligió como base metodológica el estudio de caso, dividiéndose en cuatro etapas: selección del objeto de estudio, realización de dos inspecciones fotográficas del puente seleccionado (una en 2021 y otra en 2022), elaboración de las Fichas de Identificación de Datos (FID) y mapas de daños, y ejecución de un análisis comparativo de la situación del puente durante el periodo estudiado. Como resultado, se encontraron varias manifestaciones patológicas en las fachadas y en el tramo central del puente y, a partir de la elaboración de mapas de daños, se pudo identificar las áreas que requerían reparaciones más urgentes debido al alto grado de incidencia de anomalías. Con base en los resultados se pudo evidenciar la importancia de conservar este tipo de estructura, ya que es un instrumento importante para el desarrollo económico, social y ambiental de las ciudades.

PALABRAS CLAVE: Manifestaciones patológicas. Mapa de daño. Estado de conservación.



1 INTRODUÇÃO

As estruturas de concreto armado são muito comuns na construção civil há vários anos e sua disseminação foi impulsionada devido a vários fatores, em especial sua longa durabilidade e sua fácil manipulação (PINHEIRO, 2022). Contudo, com o passar dos anos, muitas dessas estruturas sofrem com as ações de manifestações patológicas, originadas como consequência de vários aspectos, sendo alguns deles: falhas na execução da estrutura, erros de projeto, mau uso da estrutura pelos usuários, ausência de manutenções preventivas no decorrer do tempo, entre outros (COSTA *et al.*, 2022).

Quando se trata de manutenções preventivas, Correa *et al.* (2022) citam que esse tipo de manutenção é bastante útil por promover um aumento da durabilidade e da vida útil das estruturas, além de identificar com antecedência possíveis problemas que possam gerar danos mais críticos no futuro. Devido a isso, os autores ainda citam que é fundamental a realização de um correto planejamento para execução apropriada dessas manutenções, visando a proteção e o bem-estar dos usuários que as utilizam diariamente.

Entretanto, no Brasil, a realização de manutenções periódicas continua sendo negligenciada por boa parte da população, em virtude de ser considerada bastante onerosa financeiramente (VIEIRA, 2015). Além desse fato, o desconhecimento dos usuários acerca da importância da realização de manutenções colabora para o crescimento do número de manifestações patológicas existentes nas estruturas de concreto armado nos últimos anos (NUNES, 2019).

As pontes e os viadutos são estruturas que também sofrem com a ação de danos patológicos, principalmente pela sua exposição direta aos mais diversos tipos de intempéries (sol, chuva, ação dos ventos, entre outros), bem como o constante fluxo de veículos leves e pesados que trafegam todos os dias por seus pavimentos (VASCONCELOS, 2018). Devido a sua importância para o tráfego urbano das cidades, essas obras de arte especiais necessitam de cuidados mais específicos e periódicos, que visem a manutenção constante da sua durabilidade e que garantam o bom funcionamento e a segurança da estrutura para os milhões de cidadãos que as utilizam cotidianamente (BOZIO; FISCH, 2023).

Atualmente, além de visar a manutenção da durabilidade e segurança das pontes, qualquer tipo de intervenção que possa vir a ser feita nessas estruturas necessita levar em consideração também o aspecto da sustentabilidade. Segundo Barbosa *et al.* (2018), as atividades de manutenção ou recuperação dessas obras de arte especiais devem visar os três pilares da sustentabilidade (social, econômico e ambiental), focando suas ações em técnicas e procedimentos que não venham a ser prejudiciais para o cotidiano da população, que não causem gastos excessivos a gestão pública, e que visem agredir o mínimo possível o meio ambiente.

Uma ferramenta bastante útil que auxilia na investigação do estado de conservação de estruturas de concreto armado é o mapa de danos, cuja definição consiste na representação gráfica de todas as manifestações patológicas e todos os danos existentes numa estrutura (Tinoco, 2009). Essa ferramenta é de extrema importância para a realização de intervenções em estruturas de concreto, visto que ela identifica as áreas mais danificadas e que precisam de



reparos imediatos. Contudo, mesmo com várias pesquisas sendo feitas visando a normatização desse mecanismo, ainda não há uma regulamentação apropriada que direcione ou estabeleça qual a melhor forma de produzir mapas de danos atualmente (ROCHA *et al.*, 2018).

A cidade do Recife é conhecida por muitos como a “Veneza Brasileira”, em virtude de ser banhada pelo Oceano Atlântico, além dos rios Capibaribe, Beberibe e outros de menor tamanho. Devido a isso, a cidade possui atualmente 49 pontes em uso, as quais 7 delas são consideradas as principais e mais importantes (sendo a Ponte Santa Isabel uma delas), uma vez que ligam diversos bairros importantes da capital pernambucana ao centro da cidade (Pinheiro; Silva; Araújo, 2018).

Devido à passagem do tempo e à falta de manutenção adequada, essas construções sofrem com o aparecimento de inúmeras manifestações patológicas que acabam deteriorando suas estruturas e reduzindo suas vidas úteis. Em função disso, existe atualmente uma grande preocupação em preservar de forma sustentável essas obras de arte especiais, em virtude da grande relevância que elas possuem para o funcionamento e organização das sociedades (JÚNIOR *et al.*, 2023).

Sendo assim, este trabalho tem por objetivo realizar um levantamento das principais manifestações patológicas encontradas na Ponte Santa Isabel, através da elaboração de mapas de danos, visando realizar um estudo comparativo do estado de conservação da ponte nos anos de 2021 e 2022.

2 METODOLOGIA

O estudo de caso foi o método de pesquisa escolhido para a concepção deste trabalho e foi dividido em quatro etapas, sendo primeiramente realizada a seleção do objeto de estudo e o levantamento dos dados históricos da ponte selecionada. Na sequência, foram realizadas duas inspeções visuais e fotográficas na ponte, sendo uma em 2021 e outra em 2022, nas quais foram analisados os estados de conservação das fachadas e dos tramos. Após esta etapa, foram elaboradas as Fichas de Identificação dos Dados (FID), juntamente com os mapas de danos das fachadas da ponte e da parte inferior do tramo central, uma vez que esse tramo era o que mais apresentava manifestações patológicas. Por fim, a partir dos mapas de danos desenvolvidos, foi realizada a análise comparativa da situação da ponte nos anos de 2021 e 2022.

2.1 Seleção do objeto de estudo e levantamento dos dados históricos

A ponte Santa Isabel, também conhecida popularmente como ponte Princesa Isabel, foi o objeto de estudo selecionado para esta pesquisa em virtude da necessidade de reparos emergenciais na sua estrutura, conforme exposto por veículos de comunicação do estado de Pernambuco há alguns anos (SILVEIRA, 2019).

A ponte está situada sobre o rio Capibaribe e liga os bairros de Santo Antônio e da Boa Vista. Ela foi a primeira ponte de ferro construída na cidade do Recife, sendo idealizada pelo projetista e político francês Louis Léger Vauthier e construída pelo engenheiro inglês William Martineau. Na época da sua inauguração, em dia 2 de dezembro de 1863, a ponte possuía vigas

mestres e estruturas transversais de ferro, contudo suas juntas eram de alvenaria e pedras. Durante o século XX, a ponte Santa Isabel foi reconstruída duas vezes, sendo a primeira em 1913, com o intuito de modernizar e substituir sua arquitetura metálica pelo concreto armado, e a segunda em 1967, devido a duas grandes enchentes que acometeram a cidade do Recife e danificaram partes de sua estrutura (GASPAR, 2021).

De acordo o Portal Folha de Pernambuco (2022), em janeiro de 2022, após muitos anos de degradação por falta de manutenções adequadas dos órgãos responsáveis, a ponte Santa Isabel recebeu uma requalificação na sua pintura, contando ainda com alguns pequenos reparos superficiais realizados nas suas fachadas, mas nada que envolvesse de fato ações de recuperação estrutural.

A ponte estudada pode ser observada na fotografia a seguir (Figura 1) feita pelo fotógrafo Francisco Du Bocage, considerado o mais importante nome da fotografia pernambucana no começo do século XIX (VASQUEZ, 1993).

Figura 1 – Ponte Santa Isabel em 1895



Fonte: Enciclopédia Itaú Cultural de Arte e Cultura Brasileira, 2024

2.2 Levantamento das manifestações patológicas presentes no objeto de estudo

Após a seleção do objeto de estudo, foram executadas duas inspeções visuais e fotográficas na ponte, com a finalidade de levantar todas as manifestações patológicas, além de determinar o estado de conservação da mesma durante os dois períodos analisados.

A primeira visita para coleta de dados ocorreu em setembro de 2021 e foi realizada com o auxílio de um barco catamarã. Foi durante o seu percurso que se tornou possível a realização dos registros fotográficos e a identificação das principais manifestações patológicas que afetavam a estrutura da ponte na época.

Já a segunda visita foi realizada em março de 2022, algum tempo depois da finalização das obras de pintura iniciadas no começo do mesmo ano. Essa inspeção foi feita com a ajuda de

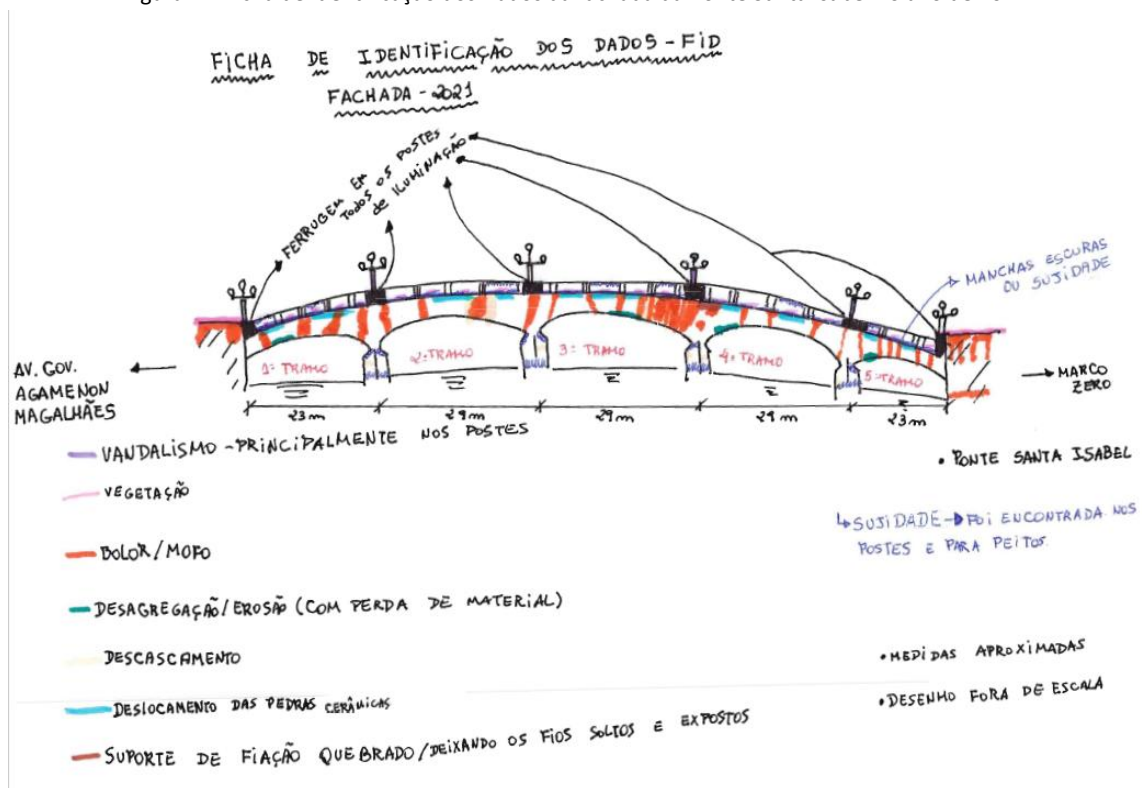
um barqueiro local que possibilitou a locomoção até a ponte estudada, na qual foi feito um novo registro fotográfico da sua estrutura. Diferentemente de como ocorreu na primeira inspeção, nesta foi possível navegar por todos os tramos da ponte, permitindo assim uma melhor análise e um registro mais preciso das manifestações patológicas observadas.

2.3 Elaboração das Fichas de Identificação dos Dados (FID) e dos mapas de danos

Após a realização das inspeções foi possível elaborar as Fichas de Identificação dos Dados (FID), sendo elas a reunião, em um único documento, de todas as informações relevantes coletadas durante as visitas na ponte e que serviram de auxílio para a elaboração dos mapas de danos. Elas foram desenvolvidas logo após as inspeções, enquanto as visitas ainda estavam recentes na memória, o que possibilitou relatos mais precisos da situação real da ponte estudada. As FIDs foram feitas à mão livre, sem medidas e nem escalas, visando apenas ajudar no entendimento e reprodução de tudo o que foi observado nas vistorias.

No total, foram produzidas 4 fichas, nas quais duas se referiam ao estado de conservação da ponte em 2021 e as outras duas ao estado de conservação em 2022 (mostrando a sua fachada e a parte inferior do tramo central nos dois anos estudados). Um exemplo de uma dessas fichas é apresentado na Figura 2 a seguir.

Figura 2 – Ficha de Identificação dos Dados da fachada da Ponte Santa Isabel no ano de 2021














Fonte: Autores

A partir das FIDs, e com o auxílio das fotografias feitas durante as inspeções, foi possível elaborar os mapas de danos das áreas analisadas, utilizando para tanto os softwares AutoCAD e Adobe Photoshop, que auxiliaram no ajuste das perspectivas de cada fachada e também na identificação e posicionamento preciso das manifestações patológicas identificadas em cada vista.

Em virtude da ausência de uma norma que determine os parâmetros para construção de mapas de danos no Brasil, foi adotada uma legenda de cores para identificar nos desenhos as manifestações patológicas encontradas no objeto de estudo. Essa legenda pode ser observada na Figura 3 a seguir.

Figura 3 – Legenda de cores utilizadas para elaboração dos mapas de danos

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

Fonte: Autores

Ao final do processo de elaboração dos mapas de danos, foi possível a realização da análise comparativa do estado de conservação da ponte. Para isso, foram comparados os mapas de danos das áreas analisadas e foi elaborado um checklist identificando as manifestações patológicas existentes na fachada e no tramo central da ponte nos dois períodos em estudo. Dessa forma, a partir dessas correlações, foi possível conhecer o nível de degradação da estrutura de um ano para o outro.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, são apresentados os resultados da análise do estado de conservação da Ponte Santa Isabel durante o período estudado, utilizando a metodologia previamente descrita. Para uma compreensão aprofundada do estado da ponte ao longo do tempo, este tópico começa com a descrição das principais manifestações patológicas identificadas durante as duas visitas. Em seguida, é realizada a análise comparativa do nível de degradação da ponte nos anos analisados.

3.1 Manifestações patológicas identificadas na Ponte Santa Isabel

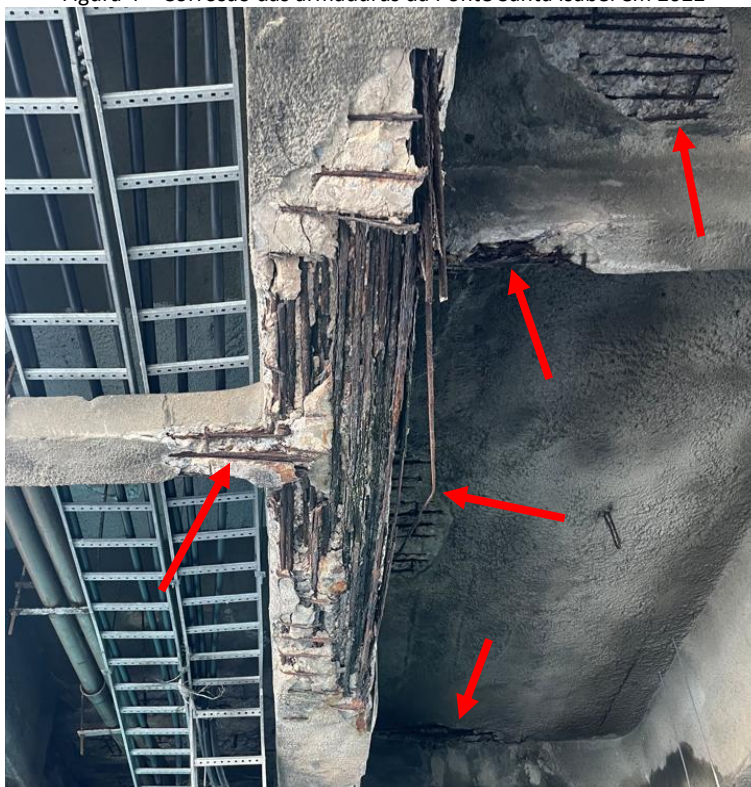
Com base nos dados coletados durante as visitas ao objeto de estudo e na análise das FIDs desenvolvidas, foram identificadas diversas manifestações patológicas presentes nos tramos e nas fachadas da ponte em estudo, sendo as principais delas apresentadas a seguir.

3.1.1 Corrosão de armaduras

A corrosão é a degradação de um material, geralmente de natureza metálica, causada pela ação química ou eletroquímica do ambiente, podendo ou não estar associada a esforços mecânicos (MEIRA, 2017). Como as pontes se encontram em meio aquoso e de alta agressividade ambiental, o processo de corrosão que ocorre é de natureza eletroquímica, sendo iniciado a partir da penetração de cloretos na estrutura de concreto, o que acaba levando a despassivação das armaduras (HELENE, 2014).

Na Ponte Santa Isabel foram detectados pontos críticos de corrosão das armaduras, principalmente na sua parte inferior, visto que nessa área há grande umidade e pouca presença da luz solar. Além disso, a ponte encontra-se próxima ao mar e recebe águas salobras na maré cheia, tornando o ambiente a qual está inserida ainda mais agressivo e propício ao desenvolvimento do processo de corrosão. A Figura 4 mostra uma dessas áreas onde a corrosão está bastante crítica, apresentando exposição quase que completa das armaduras e até mesmo armaduras soltas das demais.

Figura 4 – Corrosão das armaduras da Ponte Santa Isabel em 2022



Fonte: Autores

3.1.2 Biodeterioração

A biodeterioração em estruturas de concreto ocorre pela presença de agentes de natureza biológica, como fungos e bactérias, que causam a deterioração do concreto através da ação do metabolismo desses microrganismos. A presença de colonização microbiana em materiais é amplamente influenciada por fatores ambientais, como a disponibilidade de água, o pH, as variações climáticas, a quantidade de nutrientes, a composição química do material, e características como porosidade e permeabilidade, entre outros (BARBOSA; PIMENTEL; SANTIAGO, 2020).

Pontos de biodeterioração foram observados, principalmente, nas fachadas da ponte em estudo. Como a ponte passou por uma obra de revitalização da sua pintura em 2022, os pontos de maior incidência dessa manifestação patológica foram encontrados na primeira visita, em 2021, como pode ser observado na Figura 5 a seguir.

Figura 5 – Pontos de biodeterioração na fachada da Ponte Santa Isabel em 2021



Fonte: Autores

3.1.3 Eflorescência

As eflorescências são depósitos esbranquiçados e cristalinos de carbonato de cálcio (CaCO_3) que aparecem na superfície do concreto. Elas são originadas pela percolação da água em concretos altamente permeáveis, nos quais ocorrem a lixiviação do hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2), que acabam por reagir com o dióxido de carbono (CO_2) após a evaporação da água da superfície da estrutura, dando origem a esta manifestação patológica (NEVES *et al.*, 2023).

No objeto de estudo, essa manifestação patológica foi detectada com maior incidência na sua parte inferior, tanto em 2021 como em 2022, e pode ser observada na Figura 6 a seguir.

Figura 6 – Pontos de eflorescência na parte inferior da Ponte Santa Isabel em 2022



Fonte: Autores

3.1.4 Desagregação de material

Segundo Bozio; Fisch (2023), a desagregação de material é caracterizada pela separação física de placas ou camadas de concreto, resultando na perda da integridade monolítica da estrutura, da aderência entre os agregados e da função de ligante do cimento. Tanto de forma localizada quanto generalizada, esse fenômeno leva à redução da capacidade de resistência aos esforços aplicados.

Essa manifestação patológica foi encontrada em diversas áreas da ponte analisada, tanto em pontos da sua fachada, como em regiões da sua parte inferior. Além disso, essa anomalia estrutural foi identificada nas duas visitas realizadas a ponte, o que mostra que as ações de revitalização feitas no começo do ano de 2022 foram apenas superficiais, deixando ainda inúmeros problemas a serem resolvidos no futuro. A presença dessa manifestação no objeto de estudo pode ser observada na Figura 7 a seguir.

Figura 7 – Desagregação de material na fachada e na parte inferior da Ponte Santa Isabel em 2021



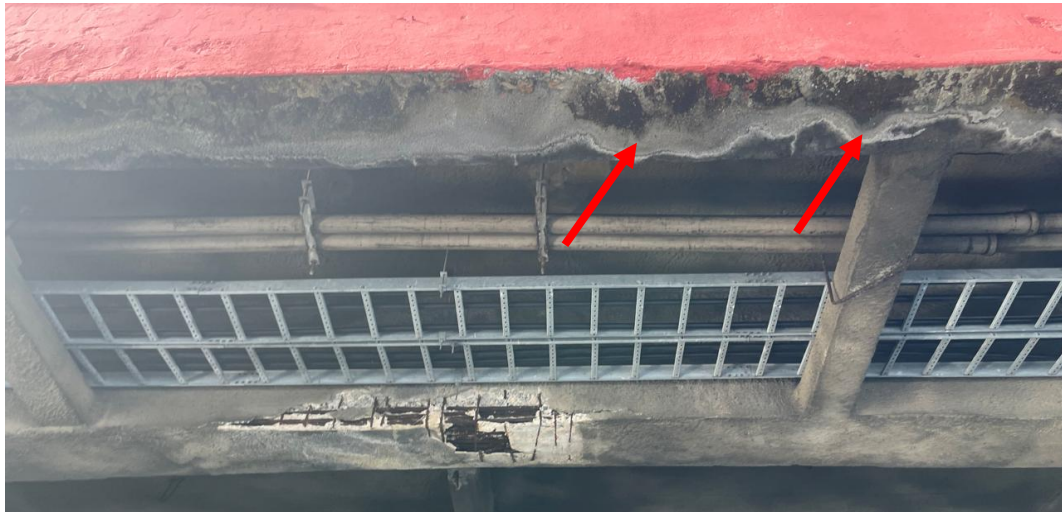
Fonte: Autores

3.1.5 Manchas de umidade

A presença de umidade nas construções de concreto armado é uma das principais causas do surgimento de problemas nessas estruturas. Ela acelera o transporte e a reação entre agentes externos e os materiais constituintes do concreto, resultando em manifestações patológicas como corrosão da armadura, carbonatação e ataques de cloretos, que se manifestam na estrutura por meio de manchas de umidade (VITÓRIO; BARROS, 2013).

Na Ponte Santa Isabel foram observados alguns pontos de umidade, sendo os principais deles na parte inferior da sua estrutura, provavelmente devido à ausência de um sistema de drenagem eficiente. Essa manifestação patológica pode ser observada na Figura 8 a seguir.

Figura 8 – Manchas de umidade na parte inferior da Ponte Santa Isabel em 2022

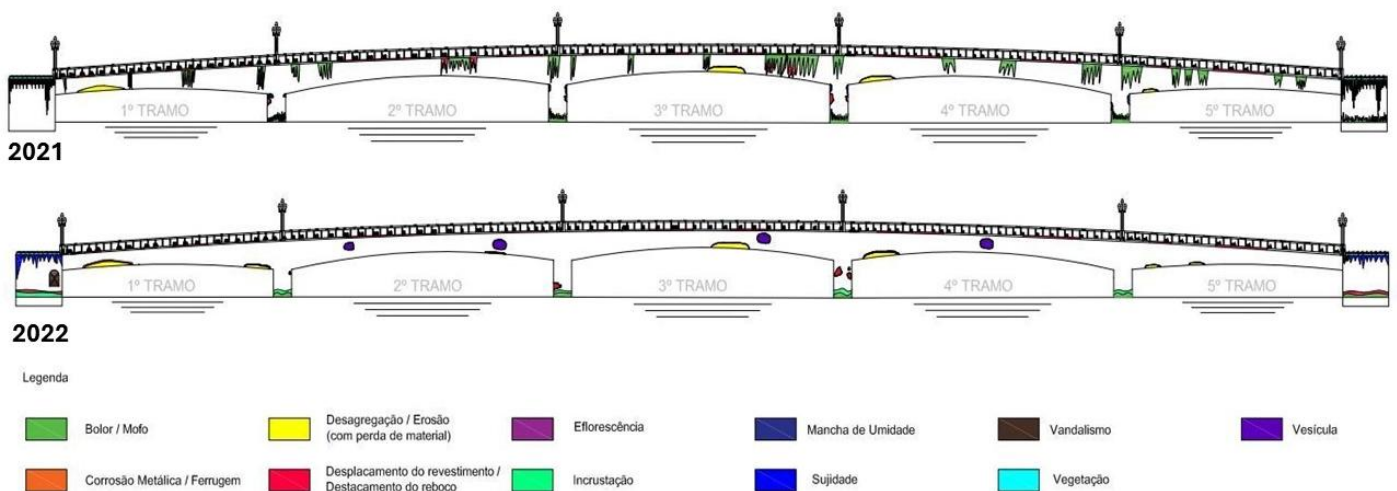


Fonte: Autores

3.2 Análise comparativa do estado de conservação da ponte nos anos de 2021 e 2022

Para realização do comparativo acerca do estado de conservação da ponte Santa Isabel, foram analisados os mapas de danos das fachadas e do tramo central nos dois anos estudados. Primeiramente, observou-se os mapas de danos das fachadas, apresentados na Figura 9 a seguir.

Figura 9 – Mapas de danos das fachadas da Ponte Santa Isabel nos anos de 2021 e 2022

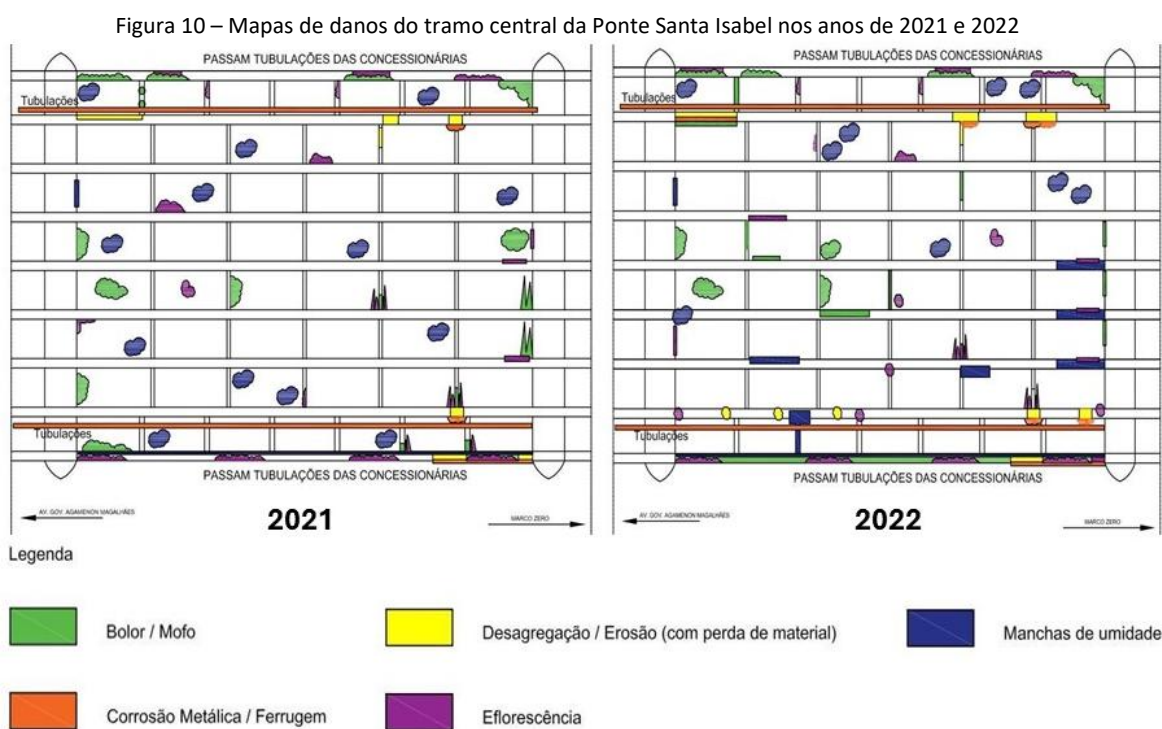


Fonte: Autores

Analisando os mapas foi possível perceber que algumas manifestações patológicas foram eliminadas das fachadas da ponte de 2021 para 2022, como por exemplo, a presença de biodeterioração e as manchas de infiltração e sujidade. Isso ocorreu devido a obra de revitalização da pintura das fachadas ocorrida no início do ano de 2022 e que foi encerrada alguns dias antes da realização da segunda visita ao objeto de estudo.

Contudo, essa obra focou apenas na parte estética e não na parte estrutural da ponte, levando a permanência de manifestações como desagregação do concreto (nos tramos 1, 3, 4 e 5), incrustações (nas bases de todos os pilares) e corrosão das armaduras (nos dois pilares centrais). Em relação a essa última, foi possível perceber um aumento da área corroída de um ano para o outro, evidenciando a necessidade de reparos urgentes nessa estrutura.

Em seguida, foram analisados os mapas de danos do tramo central da ponte (tramo 3), uma vez que esse tramo foi identificado como sendo o que mais apresentava manifestações patológicas dentre todos os outros. Esses mapas de danos podem ser observados na Figura 10 a seguir.



Fonte: Autores

Ao comparar-se os dois mapas foi possível perceber que o estado de conservação desse tramo piorou de um ano para o outro. Nota-se um aumento significativo de manchas de umidade e biodeterioração em todo o tramo, além do aparecimento de novas áreas com desagregação do concreto, especialmente próximas das tubulações existentes.

Também foi possível observar um pequeno aumento dos pontos de eflorescência em toda essa área, bem como houve um aumento considerável das áreas que apresentavam corrosão de armaduras. Nas duas extremidades, próximas das áreas onde passavam tubulações de concessionárias, verificou-se um aumento expressivo de biodeterioração e o surgimento de novas manchas de umidade que não haviam sido detectadas na primeira visita.

Por fim, foi elaborado um checklist identificando a presença ou ausência das manifestações patológicas observadas nas duas áreas estudadas (fachadas e tramo central). Esse checklist foi desenvolvido a partir das fotografias feitas durante as visitas e também através



do estudo dos mapas de danos apresentados anteriormente. Esse checklist é apresentado na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Checklist das manifestações patológicas existentes na Ponte Santa Isabel nos anos de 2021 e 2022

Manifestação Patológica	Fachada		Parte Inferior do 3º Tramo	
	2021	2022	2021	2022
Biodeterioração	X		X	X
Corrosão das armaduras	X	X	X	X
Crosta negra ou sujidades	X	X	X	X
Desagregação / Erosão (com perda de material)	X	X	X	X
Descascamento ou esfoliação	X			
Destacamento de revestimento / Destacamento do reboco	X	X		
Eflorescência	X		X	X
Fissuras, trincas e rachaduras				
Incrustação	X	X		
Infiltração				
Perda de material ou lacuna	X	X	X	X
Presença de vegetação	X	X		
Manchas de umidade	X		X	X
Vandalismo	X	X		
Vesícula		X		

Fonte: Autores

Através desse checklist foi possível notar a existência de muitas manifestações patológicas na ponte estudada, contudo, percebeu-se nas fachadas uma pequena diminuição nesse número de um ano para outro, em virtude da obra de revitalização da pintura realizada pela prefeitura do Recife no intervalo entre uma visita e outra.

Devido a essa obra, três manifestações não foram observadas nas fachadas durante a segunda visita, sendo elas: biodeterioração, descascamento e manchas de umidade. Essas manifestações são mais superficiais do que as demais e por isso foram eliminadas, contudo, caso não tenham sido tratadas as causas do aparecimento dessas anomalias, será bem provável a volta delas no futuro.

Em relação ao tramo central, não houve aumento no número de manifestações patológicas de um ano para outro, porém, como visto anteriormente nos mapas de danos, ocorreu nessa área um aumento dos níveis de degradação da estrutura, visto que não ocorreram manutenções nessa área durante o tempo entre as visitas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir deste estudo, foi possível concluir que as pontes são estruturas suscetíveis a diversas manifestações patológicas, dadas as condições impostas por vários agentes externos.



Tal fenômeno não é exceção no caso da ponte Santa Isabel, como evidenciado pela presença de inúmeras manifestações patológicas observadas nessa pesquisa.

Através da metodologia proposta, foi possível identificar essas manifestações e percebeu-se que muitas dessas anomalias poderiam ter sido evitadas caso tivessem sido feitas manutenções preventivas nesse local. Essas manutenções são de extrema importância para qualquer tipo de estrutura, especialmente as obras de arte especiais, visto que visam garantir e, até mesmo, elevar o tempo de vida útil dessas construções, uma vez que elas contribuem bastante para o desenvolvimento econômico, social e ambiental das cidades.

Também pode-se afirmar que o uso do mapa de danos foi de extrema importância para a correta identificação das manifestações patológicas, pois através deles foi possível identificar as áreas que estão mais afetadas e, conseqüentemente, necessitam de ações corretivas mais urgentes.

Por fim, espera-se que essa pesquisa possa contribuir para o aumento no número de estudos relacionados a conservação de obras de arte especiais. Essas estruturas são muito importantes para o funcionamento das cidades e necessitam de cuidados periódicos para que possam manter sua durabilidade e seu bom funcionamento diário, colaborando assim para o funcionamento adequado do cotidiano das populações.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco e a FACEPE (Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco) pelo financiamento dessa pesquisa.

6 REFERÊNCIAS

BARBOSA, M. T.; SILVA, B.; OLIVEIRA, H.; FIDELIS, P.; COURA, C. A importância da sustentabilidade na restauração do patrimônio histórico. Estudo de caso: Pontes. **Revista CONSTRUINDO**, v. 10, n. 1, pp. 01-09, 2018.

BARBOSA, M. T. G.; PIMENTEL, L.; SANTIAGO, I. Biodeterioração do Concreto em Tanques de Decantação. **Anais do V Congresso Internacional na "Recuperação, Manutenção e Restauração de Edifícios"** – CIRMARE, 2020. Rio de Janeiro, RJ: UFRJ.

BOZIO, A. F.; FISCH, F. Manifestações patológicas em pontes de concreto armado no rio Itajaí-Mirim (Brusque/SC). **Revista Eletrônica de Engenharia**, v. 19, n. 2, pp. 37-48, 2023. DOI: 10.5216/reec.V19i2.68614.

CORREA, T. dos S.; PACHECO, F.; EHRENBRING, H. Z.; CHRIST, R.; SIMONETTI, C. Analysis of pathological manifestations in two municipal schools in Canoas/RS: Comparative case study between innovative and conventional systems. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, 2022.

COSTA, V. S.; BRANDELLI, T. M.; SILVA, V. M. B. da; PALIGA, C. M.; TORRES, A. S. Comparative analysis of the state of conservation of social housing facades in Pelotas/RS. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i6.29420>.

ENCICLOPÉDIA ITAÚ CULTURAL DE ARTE E CULTURA BRASILEIRA. **Ponte Santa Isabel**. São Paulo: Itaú Cultural, 2024. Disponível em: <http://enciclopedia.itaucultural.org.br/obra19758/ponte-santa-isabel-recife-pe>. Acesso em: 10 abr. 2024. Verbete da Enciclopédia. ISBN: 978-85-7979-060-7.



GASPAR, Lúcia. **Ponte Santa Isabel** (Recife, PE). In: Pesquisa Escolar. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2021. Disponível em: <https://pesquisaescolar.fundaj.gov.br/pt-br/artigo/ponte-santa-isabel-recife/>. Acesso em: 10 abr. 2024.

HELENE, P. Introdução. In: RIBEIRO, D. V.; SALES, A.; SOUSA, C. A. C.; ALMEIDA, F. C. R.; CUNHA, M. P. T.; LOURENÇO, M. Z.; HELENE, P. (org.). **Corrosão em estruturas de concreto armado**: teoria, controle e métodos de análise. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. pp. 2-12.

JÚNIOR, M. J. da S.; SILVA, E. G. M. da; SANTANA, N. F. J. de; SILVA, A. F. da; MONTEIRO, E. C. B; JÚNIOR, A. C. L.; PÓVOAS, Y. V.; SILVA, S. R. da. Recuperação estrutural de pontes: Estudo de caso da antiga Ponte Giratória, Recife-PE. In. FONTGALLAND, I. L. (org.) **Cidades Inteligentes e Novos Modelos Industriais**. Campina Grande: Editora Amplla, 2023, pp. 175-187. DOI: 10.51859/amplla.cin3224-0.

MEIRA, G. R. **Corrosão de armaduras em estruturas de concreto**: fundamentos, diagnóstico e prevenção. João Pessoa: Editora IFPB, 2017. 130 p. Disponível em: <http://editora.ifpb.edu.br/index.php/ifpb/catalog/book/81>. Acesso em: 10 abr. 2024.

NEVES, P. do N.; SILVA, J. R. da; ALVES, E. C.; LIMA, F. F. L. de. Principais Manifestações Patológicas em Pontes e Viadutos de Concreto no Brasil: Descrições e Soluções Técnicas. **Revista Mirante**, v. 16, n. 4, pp. 63-79, 2023.

NUNES, P. C. C. Estudo das pontes. **Revista Tecnologias em Projeção**, v. 10, n. 2, pp. 121-134, 2019.

PINHEIRO, G. D. de C. **Mapeamento das Manifestações Patológicas da Ponte General Osório Localizada em Manoel Viana/RS**. 2022. 69 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pampa, Alegrete, RS, 2022.

PINHEIRO, M. R. de A.; SILVA, E. I. da; ARAÚJO, F. L. de. Considerações a respeito das principais manifestações patológicas em pontes de concreto armado na cidade de Recife. **Anais do 3º Simpósio Paranaense de Patologia das Construções**, pp. 220-232, 2018. Curitiba, PR: UFPR.

PORTAL FOLHA DE PERNAMBUCO. Pontes do Recife recebem nova pintura. **Folha de Pernambuco**, Recife, Pernambuco, 24 jan. 2022. Disponível em: <https://www.folhape.com.br/noticias/pontes-do-recife-recebem-nova-pintura-e-requalificacao/213345/>. Acesso em: 10 abr. 2024.

ROCHA, E. A.; MACEDO, J. V. S.; CORREIA, P.; MONTEIRO, E. C. B. Adaptação de mapa de danos para edifícios históricos com problemas patológicos: Estudo de Caso da Igreja do Carmo em Olinda PE. **Revista ALCONPAT**, v. 8, n. 1, pp. 51-63, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v8i1.198>.

SILVEIRA, M. Pontes do Recife têm desgaste e ferragens expostas. **G1**, Pernambuco, 7 jan. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/pe/pernambuco/noticia/2019/01/07/pontes-do-recife-tem-desgaste-e-ferragens-expostas.ghtml>. Acesso em: 10 abr. 2024.

TINOCO, J. E. L. **Mapa de danos – Recomendações básicas**. Centro de Estudos Avançados da Conservação Integrada. Olinda, PE, 2009.

VASCONCELOS, F. O. **Análise das manifestações patológicas em pontes de concreto armado**: Estudo de caso. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Delmiro Gouveia, AL, 2018.

VASQUEZ, Pedro. Três mestres da fotografia brasileira no século XIX. **Revista do Arquivo Nacional**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1/2, p. 4-5, jan./dez. 1993.

VIEIRA, F. N. **Proposta de elaboração de plano de manutenção para edificações a partir da obrigatoriedade legal da inspeção predial no contexto urbano das Cidades**. 2015. 126 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, 2015.

VITÓRIO, J. A. P.; BARROS, R. M. M. C. Análise dos danos estruturais e das condições de estabilidade de 100 pontes rodoviárias no Brasil. **Anais do 3º Congresso Nacional Sobre Segurança e Conservação de Pontes**, 2013. Porto, Portugal.