



II CONPESQ Congresso de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação

Os novos rumos da ciência pós-pandemia

12 a 16 de abril de 2021 Universidade Federal do Cariri - UFCA

Inspeção e Diagnóstico de Obras de Arte Especiais (OAEs) Localizadas no Interior do Estado do Ceará

Rayanne Sales Alcântara Primo¹

João Victor Martins da Paz²

Erwin Ulises Lopez Palechor³

Igor Silva Santos⁴

RESUMO: Obras de Arte Especiais, como pontes, viadutos e passarelas, são elementos fundamentais da infraestrutura necessária para o desenvolvimento de um país, dando suporte às diferentes redes rodoviárias e ferroviárias para transporte de pessoas e de cargas. As obras de arte especiais, como toda obra, estão sujeitas ao envelhecimento natural e à deterioração de suas propriedades funcionais e estruturais, mesmo que em velocidade e extensão diferentes. Sendo assim, o presente trabalho consiste na montagem de uma base de dados de três pontes localizadas na região do Cariri Cearense, utilizando o método recomendado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. O Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias define os seguintes tipos de inspeções: cadastral, rotineira especial, extraordinária, intermediária. A proposta do presente trabalho foi a realização de inspeções visuais em três pontes e viadutos localizados na região do Cariri, utilizando como ferramenta, as fichas cadastrais e rotineiras para a identificação e registro das características e eventuais anomalias existentes. Após a coleta de informação foram gerados mapas de danos, que servirão como ferramentas visuais para a melhor visualização e identificação das diferentes manifestações patológicas presentes em cada estrutura. Os dados das fichas de inspeção foram inseridos no software ArcGIS PRO, para a elaboração de um mapa temático com a localização das pontes.

PALAVRAS-CHAVE: Inspeção Rodoviária; Pontes; Mapa de Danos.

ABSTRACT: Special Structures such as bridges, viaducts and pedestrian bridges, are fundamental elements of the infrastructure necessary for the development of a country, supporting the different road and rail networks for transporting people and loads. Bridges, like all works, are subject to natural action and deterioration of their functional and structural properties. Thus, the present work consists of assembling a database of three bridges located in the Cariri- Ceará region,

1 Universidade Federal do Cariri, rayanne.sales@aluno.ufca.edu.br, UFCA.

2 Universidade Federal do Cariri, joao.martins@aluno.ufca.edu.br, FUNCAP.

3 Universidade Federal do Cariri, erwin.lopez@ufca.edu.br.

4 Universidade Federal do Cariri, igor.santos@ufca.edu.br.

using the method recommended by the National Department of Transportation Infrastructure. The Manual for the Inspection of Road Bridges defines the following types of inspections: cadastral, special routine, extraordinary and intermediate. This work proposed to perform visual inspections on three bridges and viaducts located in the Cariri region, using as a tool, the cadastral and routine forms for the identification and recording of the characteristics and everything existing anomalies. After collecting information, damage maps were generated, which will serve as visual tools for better visualization and identification of the different pathological manifestations present in each structure. The data from the inspection forms were inserted in the ArcGIS PRO software, for the elaboration of a thematic map with the location of the bridges.

Keywords: Visual Inspection; Bridges; Damage Map.

1 INTRODUÇÃO

Obras de Arte Especiais (OAEs), como pontes e viadutos, são estruturas que tem como finalidade transpor obstáculos como rios, lagos, avenidas, ruas, etc.

O grande número de obras de arte especiais presentes na rede viária de um país tem representatividade econômica significativa. As obras de arte são de suma importância para a integridade da via e continuidade do tráfego. Caso esse tráfego seja interrompido por falhas na obra, implicará em imensos prejuízos nas atividades econômicas, além dos custos de reforço ou até mesmo reposição das estruturas. Devido a estes motivos, faz-se primordial o estabelecimento de planos regulares de inspeção das obras de arte, com o objetivo de conservá-las em bom estado e evitar avarias que acabem por restringir o tráfego (PFEIL, 1983).

As Obras de Arte especiais, assim como qualquer tipo de construção, estão sujeitas a um envelhecimento e a uma necessidade de manutenção. Isso pode ser observado pelo surgimento de manifestações patológicas ao longo da estrutura. Segundo a NBR 9452:2019, as estruturas como pontes e viadutos estão sujeitas à ação da intempérie, das cargas móveis e das cargas permanentes, e são vulneráveis a acidentes, diminuindo a sua capacidade estrutural com o passar do tempo. Além disso, a falta de vistorias técnicas nessas obras se torna um dos principais desafios na gestão da malha rodoviária.

Entre as metodologias utilizadas para classificação de pontes rodoviárias, a GDE/UnB é um método de trabalho que objetiva avaliar estruturas de concreto, visando evidenciar os problemas nas estruturas sistematizando um processo de inspeção e classificando as estruturas em função dos problemas encontrados por meio da definição de um grau de risco e fatores de ponderação (CALAZANS, 2015).

As rodovias federais e municipais que compõem a malha rodoviária do Brasil não contam com gestão eficiente das suas pontes e viadutos. Na maioria dos casos, não

possuem procedimentos de inspeção e manutenção. Isso provoca, ao longo dos anos, um processo de deterioração das OAE, podendo até chegar a causar a ruína estrutural. Esse problema se agrava quando se diz respeito a obras mais antigas, tanto pela falta de manutenção como pela maneira como foram projetadas, usando carregamentos que foram superados pelos provocados por veículos atuais (VITÓRIO, 2002).

O presente trabalho tem como principal objetivo a montagem de uma base de dados de três pontes localizadas na região do Cariri, por meio da inspeção visual, utilizando o método recomendado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT). A base de dados será realizada com a ajuda do software ArcGIS PRO, com a localização das pontes e a apresentação, em forma de mapas temáticos interativos, o estado de conservação atual das pontes localizadas na região do Cariri, mapas de danos e o diagnóstico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com Souza e Ripper (1998), as manifestações patológicas podem ser classificadas em intrínsecas ao elemento estrutural ou extrínsecas ao corpo da estrutura. As intrínsecas são inerentes à própria estrutura, ou seja, todas as que tem origem nos materiais e peça estruturais durante as fases de execução e/ou de utilização das obras por falhas humanas, por ações externas e acidentes. As extrínsecas são as que independem do corpo estrutural em si, assim como da composição interna do concreto ou falhas inerentes ao processo de execução, ou seja, são causas que ocorrem ao longo da vida útil da estrutura devido a fatores externos.

Os danos mais comuns em pontes de concreto armado ou protendido são:

- a) **Fissuras** - Um dos danos mais observados nas estruturas é o fissuramento causado pela baixa resistência à tração do concreto. Elas podem ser estáveis ou estarem em movimentação.
- b) **Carbonatação** - Resulta da ação dissolvente do gás carbônico (CO₂) presente na atmosfera, sobre o cimento hidratado, havendo então, a formação de carbonato de cálcio (CaCO₃) e a consequente redução do pH do concreto a valores inferiores a nove (SOUZA; RIPPER, 1998).
- c) **Desagregação** - Trata-se de um fenômeno comum em estruturas de concreto, e, normalmente, aparece em conjunto com a fissuração. Souza e Ripper (1998) definem desagregação do concreto como a própria separação física de placas ou

fatias de concreto, com perda de monolitismo e, na maioria das vezes, perda da capacidade de engrenamento entre os agregados e da função ligante do cimento, ocasionando na região afetada da estrutura, uma perda na capacidade de resistir aos esforços que a solicitam.

- d) **Disgregação** - Caracteriza-se pela ruptura do concreto, em especial nas partes salientes da estrutura.
- e) **Segregação** - É a separação entre os elementos do concreto, a brita e a argamassa após o lançamento, caso comum de acontecer quando não é realizado um controle tecnológico in loco durante a construção da obra.
- f) **Perda de Aderência** - Ocorre entre a armação e o concreto, causando folgas na estrutura, geralmente acontece pela oxidação ou dilatação da ferragem.
- g) **Corrosão das armações** - A porosidade do concreto, a existência de trincas e a deficiência no cobrimento fazem com que a armação seja atingida por elementos agressivos, acarretando, desta maneira, a sua oxidação. A parte oxidada aumenta o seu volume em cerca de 8 vezes e a força da expansão expõe o concreto do cobrimento, expondo totalmente a armadura à ação agressiva do meio. A continuidade desse fenômeno acarreta a total destruição da armação (VITÓRIO, 2002).
- h) **Corrosão do concreto** - O concreto, mesmo sendo bastante resistente quando de boa qualidade, está sujeito a sofrer danos em presença de agentes agressivos.
- i) **Movimentações estruturais** - As movimentações estruturais podem ser provocadas por recalques diferenciais, desníveis, vibrações excessivas, variações de temperatura entre outros.
- j) **Calcinação** - É o ressecamento das camadas superficiais do concreto devido à ocorrência de incêndios.

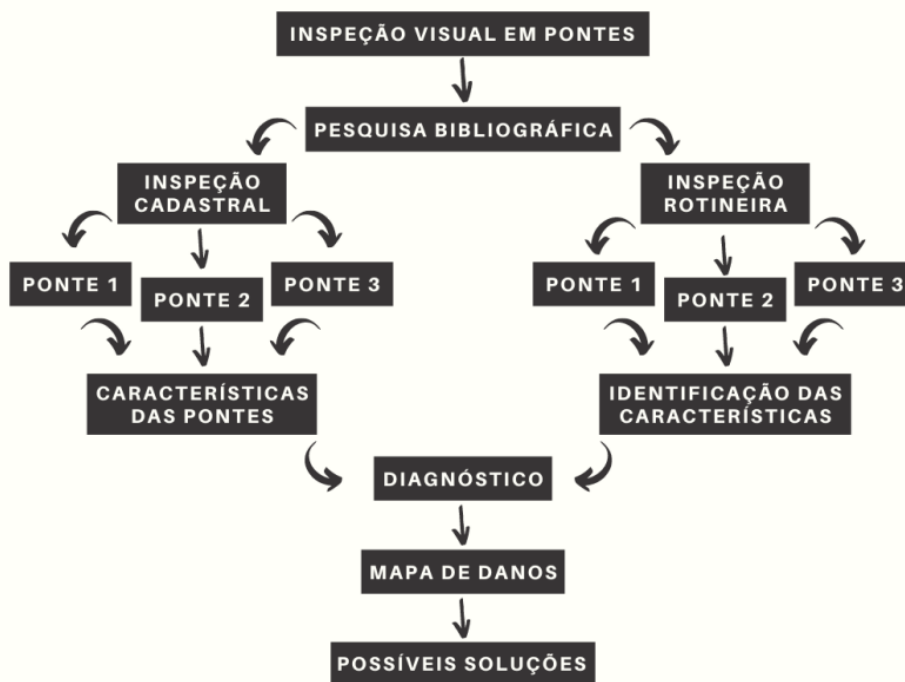
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS (METODOLOGIAS)

O presente trabalho foi desenvolvido a partir da realização de inspeções visuais em pontes e viadutos, localizados na região do Cariri Cearense. Para isto foi empregada a metodologia do DNIT, utilizando as fichas de inspeção cadastral e rotineira presentes nos Anexos A e B do normativo DNIT 010/2014 - PRO.

Inicialmente foram realizadas pesquisas bibliográficas para desenvolvimento do trabalho. Após a pesquisa, foram selecionadas três Obras de Arte Especiais. A seleção

levou em conta a facilidade de acesso, o tipo de ponte, a segurança e a localização. Para cada visita técnica foram realizadas uma inspeção cadastral e uma inspeção rotineira. Entre os instrumentos utilizados estão trenas e fichas de inspeção, além de equipamentos de proteção individual. Esse procedimento está apresentado no fluxograma da Figura 1.

Figura 1 – Procedimento das inspeções



Fonte: Os autores

As inspeções foram realizadas nas seguintes OAEs:

- a) Ponte 01 ($7^{\circ}13'36.011''$ S, $39^{\circ}23'22.3''$ W) - Ponte sobre o Rio Saco e Lobo;
- b) Ponte 02 ($7^{\circ}13'12.8''$ S, $39^{\circ}23'15.3''$ W) - Ponte sobre o Rio Saco e Lobo;
- c) Ponte 03 ($7^{\circ}14'13.99''$ S, $39^{\circ}24'36.23''$ W) - Viaduto sobre a Rua José Marrocos.

Em campo, foram preenchidas as fichas de inspeção cadastral (mostrada na Figura 2) e fichas de inspeção rotineira. A partir dos dados obtidos nas vistorias de três pontes, localizadas no município de Crato – CE, foram elaborados os croquis e os mapas de danos de cada OAE. Após isto, com toda a informação coletada, as pontes foram inseridas e localizadas no software ArcGIS PRO, para que as informações e as características de cada uma das pontes fossem arquivadas e suas notas estão de acordo com as características apresentadas na Tabela 1.

Figura 2 - Ficha de inspeção cadastral - Ponte 01

Anexo A (normativo)
Ficha de inspeção cadastral expedida

1 DADOS BÁSICOS

IDENTIFICAÇÃO / LOCALIZAÇÃO / JURISDIÇÃO Data: 18/12/20

DAE Código: 01 Nome: 01117-0000-0-010-SECO-0-1000

Tipo de Estrutura: Código: Nat. Transporte: Código: 4 Sinal. Construtivo: Código: 11

UNIT: Residência: Rodovia: BR: UF: CE

Trecho (PNV): Localização (km): Cidade Prov.: CE/110

ADMINISTRAÇÃO

DNIT DER CONCESSÃO OUTROS

Nome: (para o caso concessão / outros)

PROJETO / CONSTRUÇÃO

Projeto: Ano de Construção:

Construtor: Arquivar: Trem - Tipo Classe:

COMPRIMENTO / LARGURA

Comprimento: 20,07 m Largura: 5,91 m

2 DADOS SOBRE CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS

CARACTERÍSTICAS PLANIALTIMÉTRICAS

Região: PLANA ONDULADA MONTANHOSA Gréis: Rampa Máxima(%):

Tragado: TANGENTE CURVO Ralo: m Travessia: ORTOGONAL ESCONDA

CARACTERÍSTICAS DA PISTA

Larg. Total de Pista: 3,07 m Pavimento: Asfalto Concreto Drenas: SIM NÃO

Nº de Faixas: 2 Passado: SIM NÃO Pingalinas: SIM NÃO

Acostamento: SIM NÃO Guarda-Rodas: P.Anglo N.Jersey Outro

Larg.Acostamento: m

GABARITOS

Para Viaduto: Horizontal: m Vertical: m

Para Ponte si Rio Navegável: Horizontal: m Vertical: m

Proteção dos Pilares Contra Choque de Embarcação? SIM NÃO

JUNTAS DE DILATAÇÃO

Número total de juntas:

Tipo de vedação: Nenhuma, nos pilares / articulação Tipo: _____

TRAFEGO

VMD: veículos/24h

Frequência de Carga Móvel a 30 t: Alta Média Baixa

Passagem de Cargas Excepcionais: Frequentemente Esporadicamente

(Anexo A (continuação))

Anexo A (continuação)
Ficha de inspeção cadastral expedida

3 CARACTERÍSTICA DA ESTRUTURA

MATERIAIS / SEÇÃO / TIPO Data: / /

COMPONENTE	MATERIAL (CÓDIGO) (VER TABELA 2)	SEÇÃO TIPO (CÓDIGO) (VER TABELA 3)	TIPOS DE APARELHOS DE APOIO	
			Cód.	Descrição
LAJES	CA		FR	Freyssinet
VIGAS PRINCIPAIS	CA	IG	NP	Napreana
PILARES	CA	IG	TF	Teflon
FUNDAÇÕES	CA	IG	CH	Placa de Chumbo
			RM	Rolo Metálico
			AM	Articulação Metálica
			PD	Pêndulo
			LP	Ligação Pêrtico
			TE	Tipo Especial
			NI	Não Informado

Aparelhos de Apoio

Apóio: CA CB CC CD CE CF CG CH CI CJ CK

Obs.: para tipos de aparelhos de apoio ver tabela acima.

PARTICULARIDADES

Número de Vãos: 0 Altura da Viga no Apoio (m): 0,52 Extrem. Inicial: ENCONTRO BALANÇO

Número de Juntas Garber: 0 Altura da Viga no Vão (m): 0,5 Extrem. Final: ENCONTRO BALANÇO

Comprimento do Vão Maior (m): 3,22 Altura Máxima de Pilar (m): 3,0 Laje de Aprox.: SIM NÃO

Comentários: APOIO COM → IMPLICA NO ENCONTRO VOLTADO A DIREÇÃO DE CRUZAÇÃO DE RUA - E APOIO JUNTAS → IMPLICA NO ENCONTRO VOLTADO A DIREÇÃO DE JUBAZERO DO VÃO - VTE - CE

4 OUTROS ASPECTOS

Desnível Máx. entre Gréis e Terreno: m As Fundações encontram-se em Solo Mofo? SIM NÃO

Lâmina D'água: Normal: m na Cheia: m A vibração da Estrutura é Excessiva? SIM NÃO

O Meio Ambiente é Agressivo? SIM NÃO O Regime de Rio é Torrencial? SIM NÃO

A Seção de Vazio é Adequada? SIM NÃO O Leito do Rio é Erosivo? SIM NÃO

Existe Drenagem no interior do calado? SIM NÃO Histórico da Manutenção: Boa Regular Ruim

ROTAS ALTERNATIVAS: EXISTEM NÃO EXISTEM Aproximo de Distância: 0,12 km

Descrição do Itinerário: 0,12 KM METRO DE QUILÔMETRO - AV. TOHAC, COSTEIRA DE BARRA - CE

INSPEÇÃO ROTINEIRA (PARÂMETROS):

Melhor Época para Vistorias: VTE, ESCOTO, B. INCHURRO

Periodicidade: Normal (2 anos) Reduzida (1 ano) Dilatada (4 anos) Especial (Consultor)

Especial (2 a 200h) Especial (Equipamento) Parcial

Acesso: Direto / Bônulo: Vão Equipamento Especial: Vão _____

Interior de Viga Celular: Acessível Não Acessível

Comentários:

(Anexo A (continuação))

Fonte: Os autores

Tabela 1 – Notas conforme as condições de estabilidade

Nota	Danos no elemento	Ações corretivas	Condições de estabilidade	Classificação das condições da ponte
5	Não há danos nem insuficiência estrutural.	Nada a fazer.	Boa.	Obra sem problemas.
4	Há alguns danos, mas não há sinais de que estejam gerando insuficiência estrutural	Apenas serviços de manutenção.	Boa.	Obra sem problemas importantes.
3	Há danos gerando alguma insuficiência estrutural, mas não há sinais de comprometimento da estabilidade da obra.	A recuperação da obra pode ser postergada, devendo-se, porém, colocar-se o problema em observação sistemática.	Aparentemente boa.	Obra potencialmente problemática. Recomenda-se acompanhar a evolução dos problemas através das inspeções rotineiras, para detectar, em tempo hábil, um eventual agravamento da insuficiência estrutural.
2	Há danos gerando significativa insuficiência estrutural na ponte, porém não há	A recuperação da obra deve ser feita a	Sofrível.	Obra problemática. Postergar a recuperação da obra pode levá-la a um estado crítico,

	ainda, aparentemente, um risco tangível de colapso estrutural.	curto prazo.		implicando em um comprometimento da vida útil da estrutura.
1	Danos que geram grave insuficiência estrutural na ponte; o elemento em questão encontra-se em estado crítico, com risco de colapso estrutural.	Recuperação ou, em alguns casos, substituição da obra.	Precária.	Obra crítica. Em alguns casos, pode configurar á uma situação de emergência.

Fonte: Adaptado de Calazans (2015)

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS (RESULTADOS E DISCUSSÃO)

Os resultados das inspeções serão apresentados de acordo com a seguinte sequência: Exposição de uma tabela resumo das fichas de inspeção cadastral e rotineira aplicadas em cada ponte em estudo, croquis das pontes selecionadas e exposição dos mapas de danos.

4.1 Ponte 01 (7°13'36.011'' S, 39°23'22.3'' W) - Ponte sobre o Rio Saco e Lobo

A seguinte tabela (Tabela 2) foi confeccionada a partir dos dados obtidos pelas fichas de inspeção cadastral e rotineira, apresentando as seguintes características para a Ponte 01.

Tabela 2 – Quadro Resumo Dos Dados da Ponte 01.

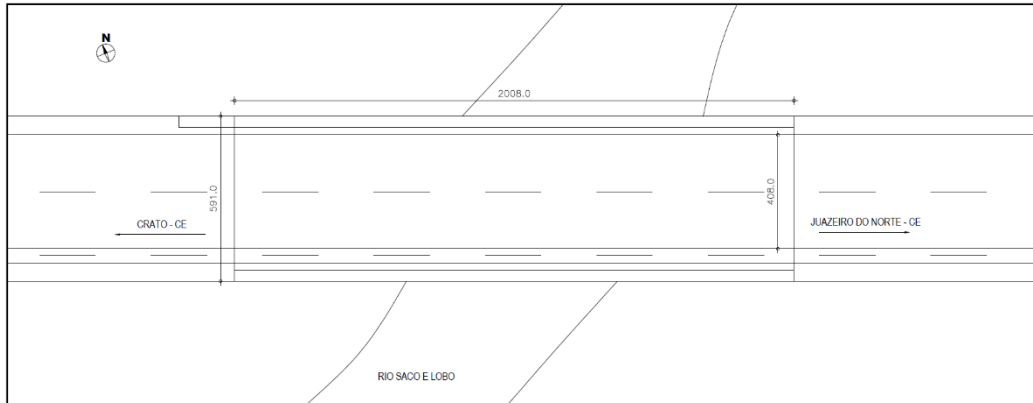
<i>Localização</i>	Sobre o Rio Saco e Lobo – Bairro São Miguel
<i>Coordenadas</i>	7°13'36.011'' S, 39°23'22.3'' W
<i>Sistema estrutural</i>	Ponte sobre duas vigas
<i>Largura total da pista de rolamento</i>	4,08m
<i>Número de faixas</i>	2
<i>Comprimento total</i>	20,08m
<i>Material constituinte</i>	Concreto Armado
<i>Traçado</i>	Tangente
<i>Número de vãos</i>	3
<i>Acréscimo de distância da rota alternativa</i>	0,14km
<i>Condições de conservação</i>	Boa
<i>Nível de vibração do tabuleiro</i>	Normal
<i>Inspeção especializada necessária</i>	Não

Fonte: Os autores

A ponte visitada possui, em sua pista de rolamento apenas guarda-rodas do tipo New Jersey e uma ciclofaixa. Largura de tabuleiro de 20,8m, apoiado sobre quatro vigas

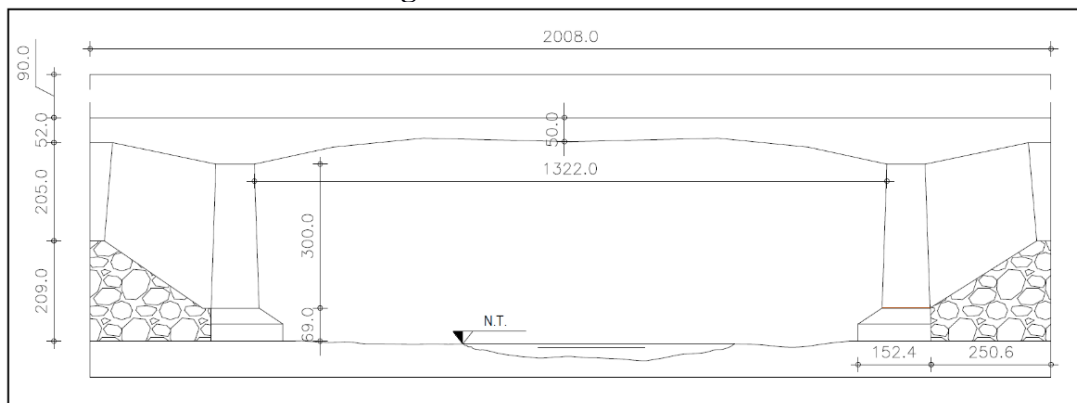
longarinas de seção variável, possuindo, em seus encontros duas regiões em balanço. Os croquis a seguir (Figuras 3 a 5), medidos em campo, fornecem uma melhor visualização da ponte.

Figura 3 - Vista em planta - Ponte 01



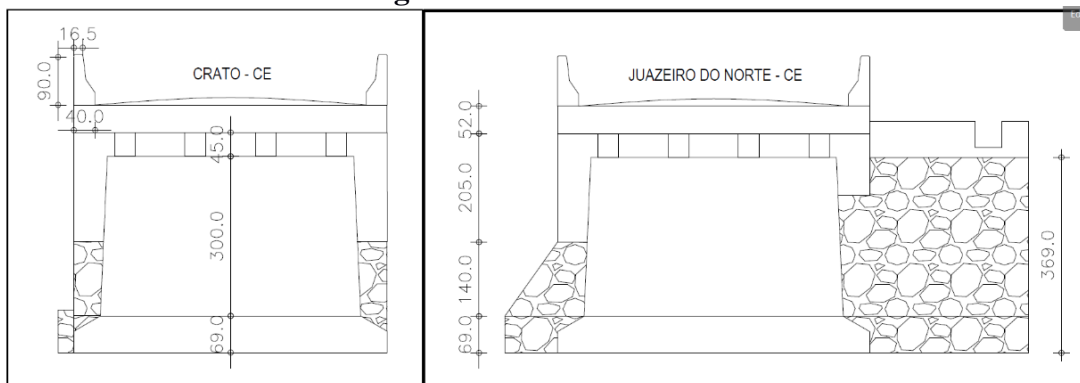
Fonte: Os autores

Figura 4 - Vista frontal - Ponte 01



Fonte: Os autores

Figura 5 - Vistas laterais - Ponte 01








Fonte: Os autores

As manifestações patológicas mais evidentes nessa ponte foram, a presença de vegetação, presença de fissuras principalmente na base dos pilares, manchas, armadura

exposta próximo ao apoio do vigamento principal e a perda de elementos ou deslocamento em alguns pontos. Nos seguintes mapas de danos (Figuras 6 a 9), é possível visualizar a localização das manifestações patológicas.

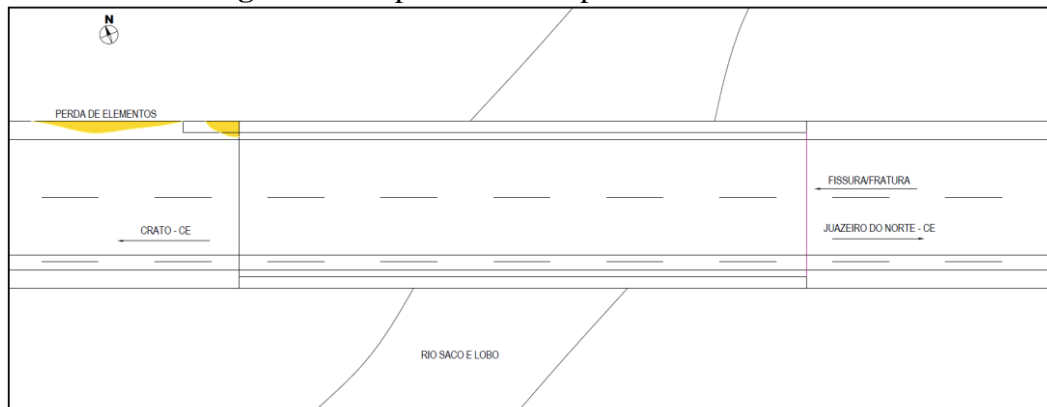
Figura 6 – Legenda – Ponte 01

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANO

DANO	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA
VEGETAÇÃO	
COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA	
FISSURAS-FRATURAS	
MANCHA	
PERDA DE ELEMENTOS	

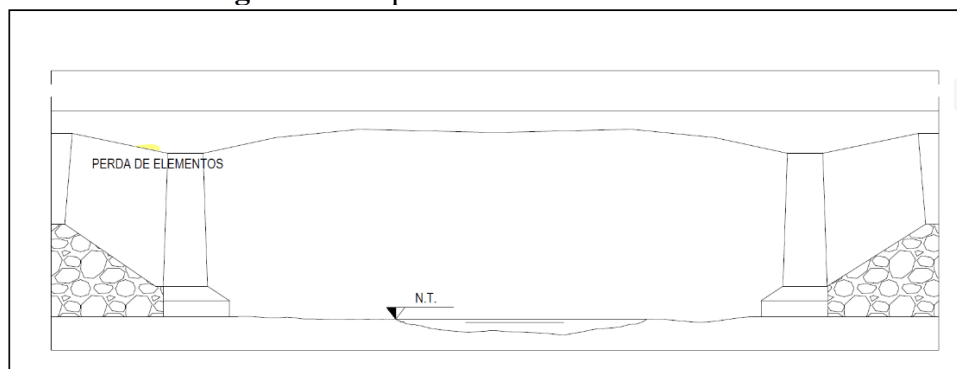
Fonte: Os autores

Figura 7 - Mapa de dano da pista de rolamento - Ponte 01



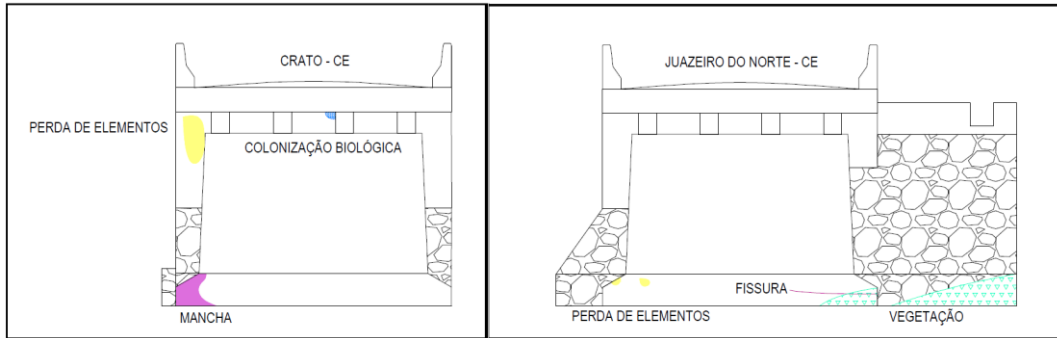
Fonte: Os autores

Figura 8 - Mapa de dano da vista frontal - Ponte 01



Fonte: Os autores

Figura 9 - Mapa de dano das vistas laterais - Ponte 01



Fonte: Os autores

A Figura 10, mostrada a seguir, oferece uma visualização da estrutura da ponte visitada, dando destaque para a sua pista de rolamento e sua vista frontal.

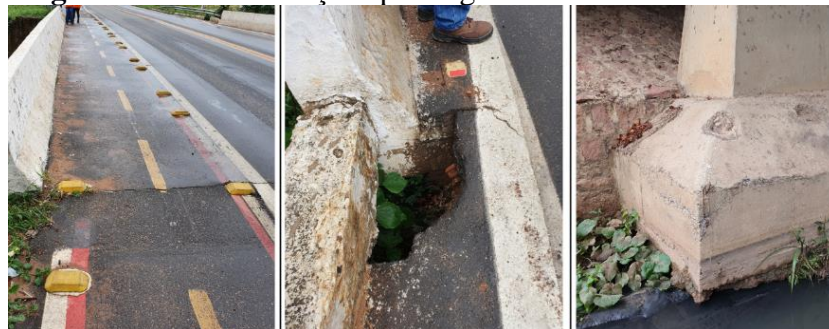
Figura 10 – Fotografias da Ponte 01



Fonte: Os autores

Quanto aos danos apresentados na ponte, a Figura 11 destaca a fissura na pista de rolamento, no sentido Juazeiro do Norte - CE, e o buraco localizado no sentido Crato – CE. Na estrutura de fundação, também foram encontradas fissuras e deslocamentos ou perdas de seção, além da presença de vegetação.

Figura 11 – Manifestações patológicas encontradas na Ponte 01



Fonte: Os autores

A ponte recebeu nota 4, em sua ficha de inspeção rotineira, com boa condição de

estabilidade. Devido aos problemas encontrados, recomenda-se, para uma melhor estabilidade e segurança da ponte analisada, ações corretivas na pista de rolamento e em suas fundações.

4.2 Ponte 02 (7°13'12.8''S, 39°23'15.3'' W) - Ponte sobre o Rio Saco e Lobo

A Ponte 02 apresenta as seguintes características (Tabela 3), obtidas por meio das fichas de inspeção cadastral e rotineira, aplicadas em campo.

Tabela 3 – Quadro Resumo Dos Dados da Ponte 02.

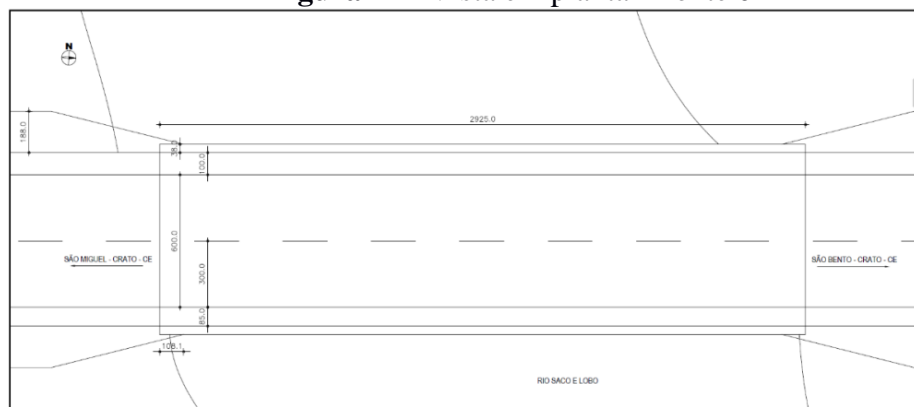
Localização	Sobre o Rio Saco e Lobo – Bairro São Bento
Coordenadas	7°13'12.8''S, 39°23'15.3'' W
Sistema estrutural	Ponte sobre duas vigas
Passeio	Não
Largura total da pista de rolamento	6,00m
Comprimento total	29,25m
Material constituinte	Concreto Armado
Traçado	Tangente
Número de vãos	3
Comprimento do vão maior	6,55m
Acréscimo de distância da rota alternativa	11,0km
Condições de conservação	Boa
Nível de vibração do tabuleiro	Normal
Inspeção especializada necessária	Não

Fonte: Os autores

A Ponte 02 não possui passeios e na pista de rolamento há presença de guardarodas do tipo New Jersey. O tabuleiro está apoiado sobre duas vigas longarinas e quatro transversinas, possuindo dois pilares de formato circular.

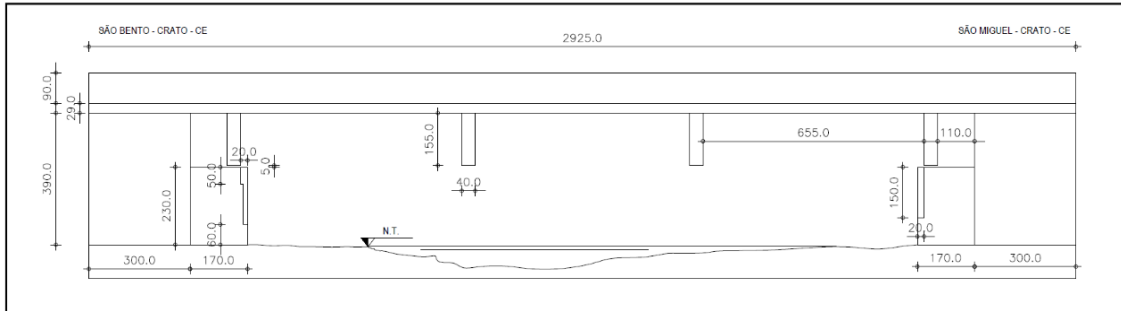
Com as medidas obtidas em campo, foram confeccionados os croquis a seguir (Figuras 12 a 14).

Figura 12 - Vista em planta - Ponte 02



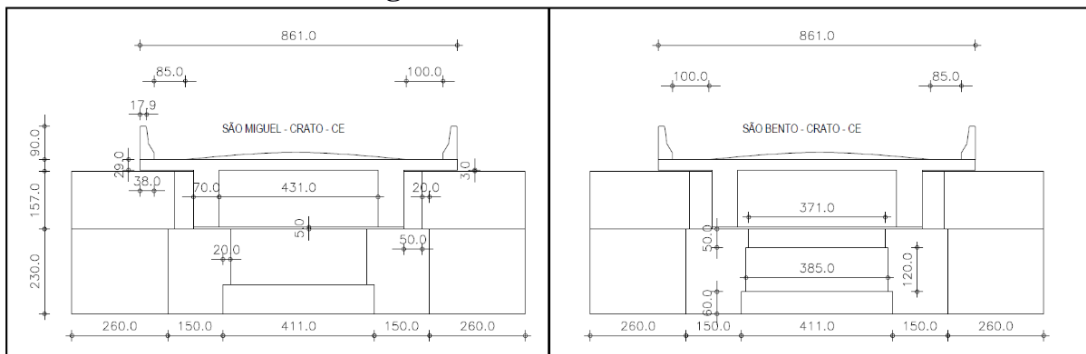
Fonte: Os autores

Figura 13 - Vista frontal - Ponte 02



Fonte: Os autores

Figura 14 - Vistas laterais - Ponte 02



Fonte: Os autores

Os problemas mais evidentes dessa ponte foram o depósito superficial (acumulação de vários tipos de materiais, como poeira, solo, etc) em suas faixas de rolamento, as manchas e alterações cromáticas em sua base, fissuras e perda de elemento em um dos pilares.

A seguir (Figuras 15 a 18), são apresentados os mapas de danos com a identificação e localização das respectivas manifestações patológicas.

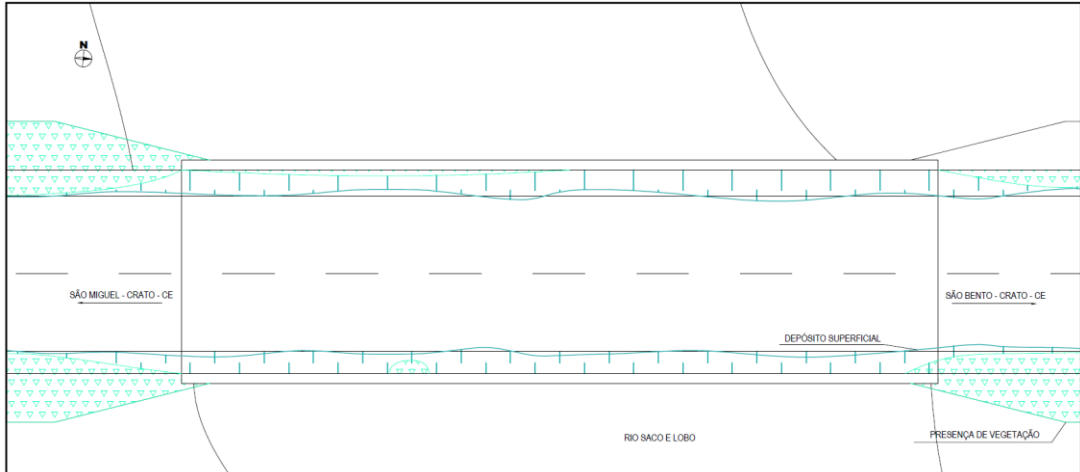
Figura 15 – Legenda – Ponte 02

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANO

DANO	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA
VEGETAÇÃO	
DEPÓSITO SUPERFICIAL	
FISSURAS-FRATURAS	
MANCHA	
PERDA DE ELEMENTOS	
ALTERAÇÃO CROMÁTICA	

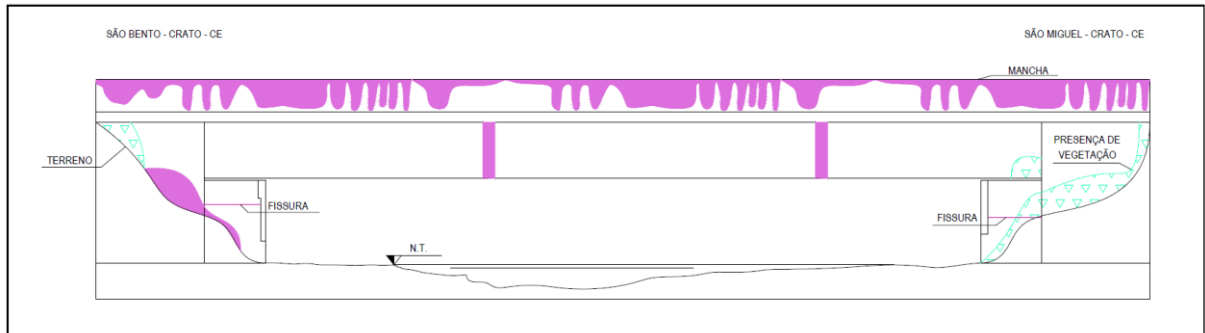
Fonte: Os autores

Figura 16 - Mapa de dano da pista de rolamento - Ponte 02



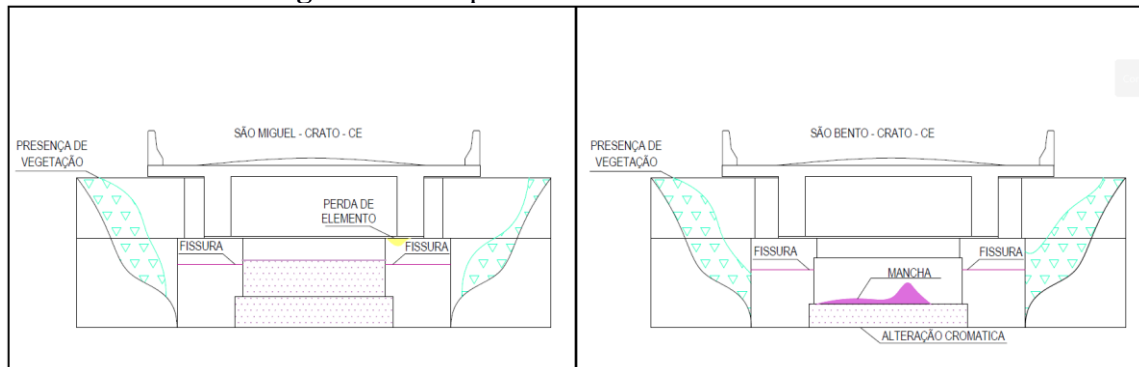
Fonte: Os autores

Figura 17 - Mapa de dano da vista frontal - Ponte 02



Fonte: Os autores

Figura 18 - Mapa de dano das vistas laterais - Ponte 02



Fonte: Os autores

A seguir são apresentadas as imagens da Ponte 02 (Figura 19).

Figura 19 – Fotografias da Ponte 02



Fonte: Os autores

As manifestações patológicas apresentadas na Figura 20 dão destaque à alteração cromática e manchas presentes na ponte, a perda de elemento na parte superior do pilar e ao depósito superficial próximo aos guarda-rodas.

Figura 20 – Manifestações patológicas encontradas na Ponte 02



Fonte: Os autores

Após análise dos problemas identificados nessa ponte, a ficha de inspeção rotineira foi preenchida e a ponte recebeu nota 5, com boa condição de estabilidade. Como recomendação, deve se analisar primeiramente os pilares e realizar uma inspeção especializada com equipamentos mais apropriados para verificar a estabilidade.

3.3 Ponte 03 (7°14'13.99'' S, 39°24'36.23'' W) - Viaduto sobre a Rua José Marrocos

A Ponte 03 apresenta as seguintes características (Tabela 4):

Tabela 4 – Quadro resumo dos dados da Ponte 03.

<i>Localização</i>	Viaduto sobre a R. José Marrocos
<i>Coordenadas</i>	7°14'13.99'' S, 39°24'36.23'' W
<i>Largura total da pista de rolamento</i>	5,55m
<i>Comprimento total</i>	17,47m
<i>Material constituinte</i>	Concreto Armado

<i>Traçado</i>	Tangente
<i>Número de vãos</i>	2
<i>Condições de conservação</i>	Regular
<i>Nível de vibração do tabuleiro</i>	Normal
<i>Inspeção especializada necessária</i>	Não

Fonte: Os autores

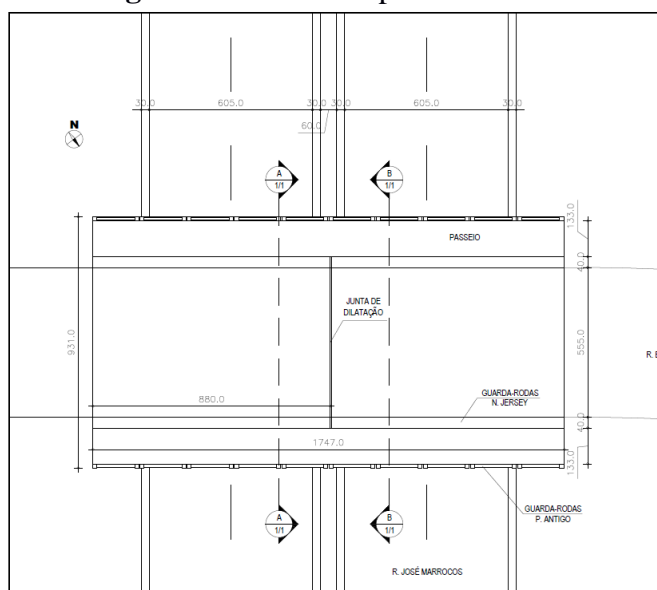
A Ponte 03 possui, em sua pista de rolamento dois passeios e guarda-rodas do tipo New Jersey. O tabuleiro tem uma largura de 20,8m, apoiado sobre três vigas longarinas. A rua à qual ele atravessa, a R. José Marrocos, possui dois níveis e possui 4 escadarias para o acesso do viaduto. A ponte pode ser visualizada a partir das imagens, apresentadas na Figura 21, e os croquis apresentados nas Figuras 22 a 24.

Figura 21 – Fotografias da Ponte 03



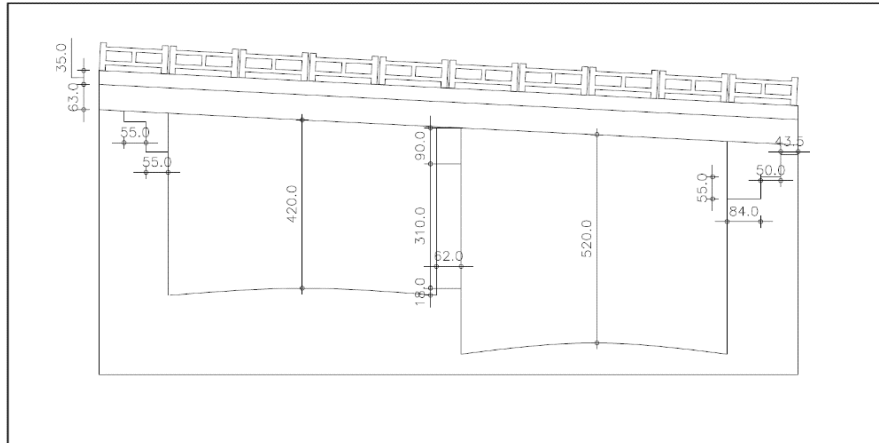
Fonte: Os autores

Figura 22 - Vista em planta - Ponte 03



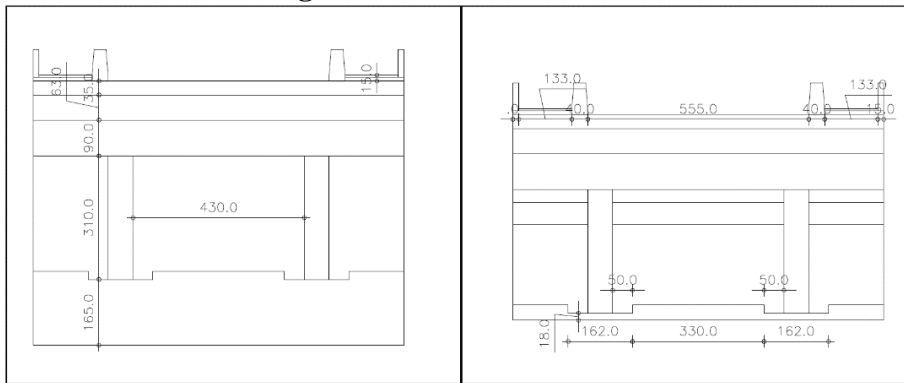
Fonte: Os autores

Figura 23 - Vista frontal - Ponte 03



Fonte: Os autores

Figura 24 - Vistas laterais - Ponte 03



Fonte: Os autores

As manifestações patológicas mais evidentes nessa ponte foram a degradação dos guarda rodas, fissuras no tabuleiro e nos guarda corpos, além de diversas manchas prentes nos pilares. As localizações das manifestações patológicas estão indicadas nos seguintes mapas de danos (Figuras 25 a 28).

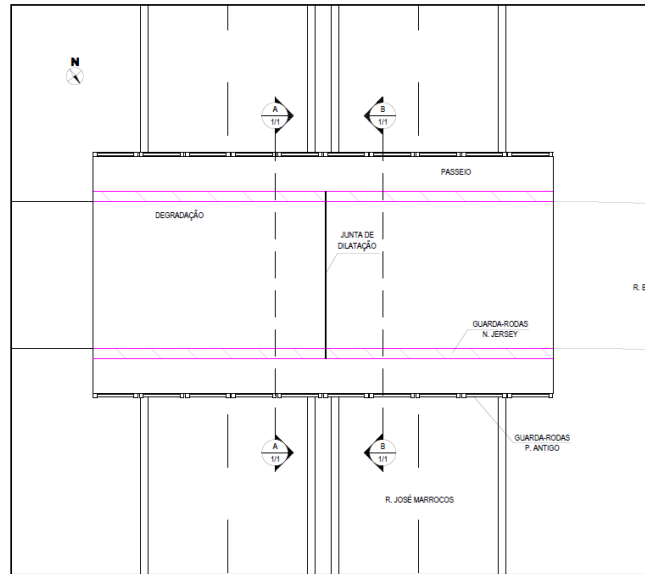
Figura 25 – Legenda – Ponte 03

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANO

DANO	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA
VEGETAÇÃO	
FISSURAS-FRATURAS	
MANCHA	
LACUNA	
DEGRADAÇÃO	
ALTERAÇÃO CORMÁTICA	

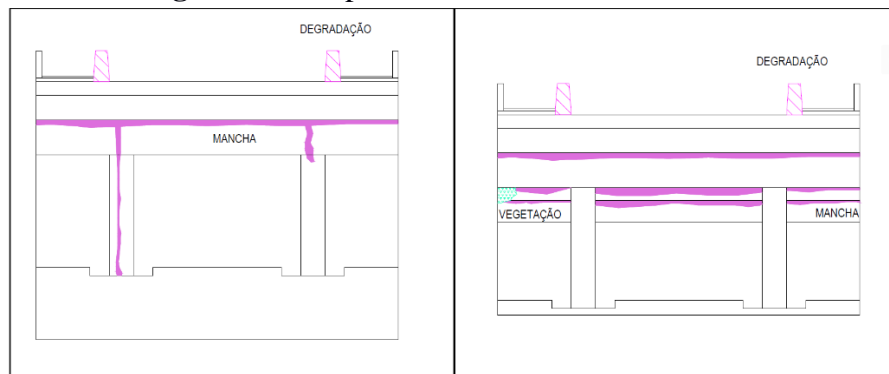
Fonte: Os autores

Figura 26 - Mapa de dano da pista de rolamento - Ponte 03



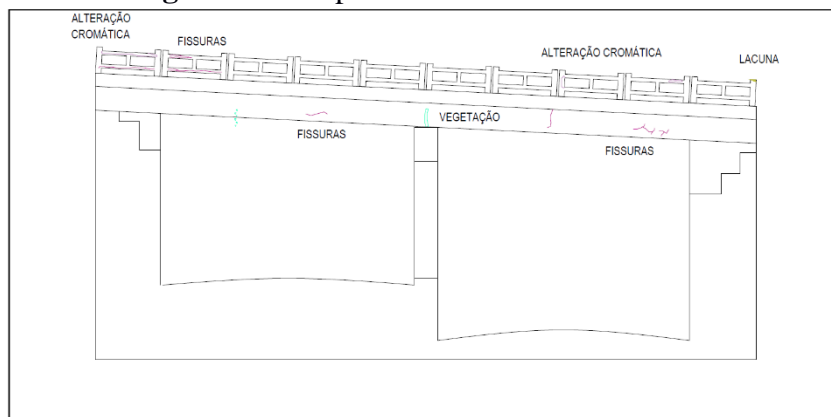
Fonte: Os autores

Figura 27 - Mapa de dano das vistas laterais - Ponte 03



Fonte: Os autores

Figura 28 - Mapa de dano da vista frontal - Ponte 03



Fonte: Os autores

Quanto aos danos apresentados na Ponte 03 (Figura 29), destacam-se a fissura no tabuleiro, a degradação do guarda-rodas e as diversas manchas encontradas em todos os

elementos estruturais.

Figura 29 – Manifestações patológicas encontradas na Ponte 03

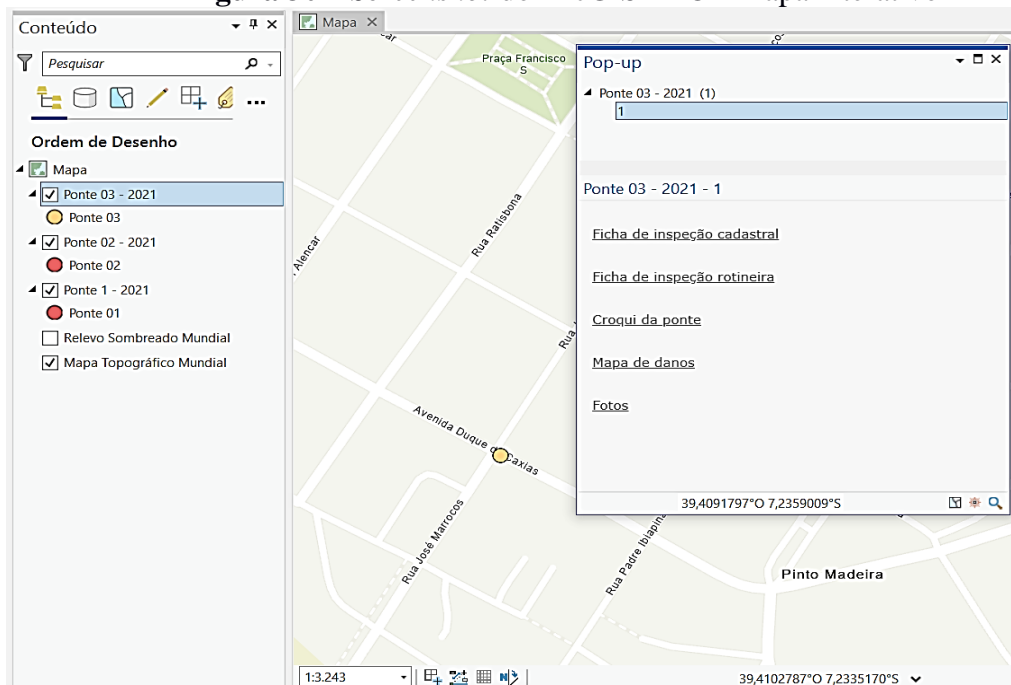


Fonte: Os autores

O viaduto estudado recebeu nota 4, com boa condição de estabilidade. Para melhoria nas condições de estabilidade, é necessário o reparo dos guarda rodas e guarda corpos. Ações corretivas na pista de rolamento além de serviços básicos de manutenção preventiva.

Após a coleta de dados das pontes, estes foram armazenados no software ArcGIS (Figura 30), de forma que, ao clicar na ponte, uma janela é aberta para dar acesso a suas informações.

Figura 30 – Screenshot do ArcGIS PRO - Mapa interativo



Fonte: Os autores

5 CONCLUSÕES

De acordo com NBR 9452:2019, as inspeções rotineiras devem ser realizadas em um prazo não superior a um ano, enquanto as cadastrais devem ser realizadas imediatamente após a sua conclusão ou anterior a um monitoramento quando não é possível acessar esses dados.

A ponte 03 apresentou maiores manifestações patológicas por conta do envelhecimento, uma vez que esta é a mais antiga das OAEs vistoriadas. Apesar de ter sido pintada há pouco tempo ainda foi possível destacar manchas causadas pela umidade. Além disso, como mostrado na Tabela 5, podemos destacar que nas OAEs inspecionadas não foram encontrados problemas graves de estabilidade estrutural.

Entre as manifestações patológicas mais comuns encontradas estão a fissuração, manchas, perda de elementos, lacunas, vegetação, alterações cromáticas, degradação do concreto e colonização biológica.

Tabela 5 – Quadro resumo das classificações das condições das pontes de acordo com o Anexo C do Manual do DNIT

<i>Obra de Arte Especial</i>	<i>Nota técnica</i>	<i>Condições de Estabilidade</i>	<i>Classificação das Condições da Ponte</i>
Ponte 01	4	Boa	Há alguns danos, mas não há sinais de que estejam gerando insuficiência estrutural.
Ponte 02	5	Boa	Não há danos nem insuficiência estrutural.
Ponte 03	4	Boa	Há alguns danos, mas não há sinais de que estejam gerando insuficiência estrutural.

Fonte: Os autores

Dessa forma, foi concluído que, as inspeções rotineiras são necessárias para evitar possíveis problemas e diminuir custos de manutenção corretiva elevados. Ainda, a utilização de fichas e mapas de danos proporciona uma melhoria na gestão das pontes, não só na região do Cariri Cearense, como do Brasil. Da mesma forma, a ferramenta ArcGIS permite a organização dos dados e uma apresentação mais dinâmica dos resultados, podendo ser usada na gestão de obras rodoviárias.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9452/2019: Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto - Procedimento**. 3 ed. Rio de Janeiro: ABNT,

2019. 48 p.

MITRE, M. P. **Metodologia para inspeção e diagnóstico de pontes e viadutos de concreto.** 2005. Dissertação de Mestrado, Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 148 p, 2005.

PFEIL, Walter. **Pontes: Curso Básico.** Rio de Janeiro: Campus, 1983.

SOUSA, J. C. **Inspeção Visual em Pontes nos Municípios de Crato e Juazeiro do Norte no Estado do Ceará.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Engenharia Civil, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte, Ceará, 115p, 2019.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto.** São Paulo: Pini, 1998.

VERLY, Rogério Calazans. **Avaliação de metodologias de inspeção como instrumento de priorização de intervenções em obras de arte especiais.** 2015.

VITÓRIO, Afonso. **Pontes Rodoviárias: Fundamentos, Conservação e Gestão.** Pernambuco – CREA-PE, 2002.