CAPÍTULO 90 · Parte V · Diagnóstico
DOI do capítulo: https://doi.org/10.67775/24e8n489
Trabalho apresentado no CBPAT 2026 e publicado nos anais do evento: https://doi.org/10.67775/j73nwr94

Investigação da Integridade Estrutural de uma Ponte de 20 m no Povoado Santo Amaro, Caxias–MA

Paulo Ricardo Alves Dos Reis Dos Santos[1], Heveraldo Brito Serra[2]*;
*Autor de contato: heveraldob12@gmail.com

[1] Professor Mestre em Engenharia Civil, Centro Universitário de Ciências e Tecnologia do Maranhão, Caxias - Maranhão, Brasil
[2] Graduando do Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário de Ciências e Tecnologia do Maranhão, Caxias - Maranhão, Brasil

RESUMO

As pontes são elementos fundamentais da infraestrutura viária, garantindo a continuidade das vias e a mobilidade entre regiões. Ao longo do tempo, podem apresentar manifestações patológicas causadas por falhas construtivas, ações ambientais, aumento de cargas ou falta de manutenção. Este estudo avaliou as condições estruturais de uma ponte de concreto armado no povoado Santo Amaro, em Caxias – MA. A metodologia baseou-se em inspeção visual *in loco*, seguindo as normas ABNT NBR 9452:2023 e DNIT 010/2004 – PRO. Foram utilizados fissurômetro, trena, câmera fotográfica e solução de fenolftaleína. Identificaram-se manifestações patológicas como recalque diferencial, carbonatação do concreto e corrosão das armaduras. Também foram observadas falhas nas juntas de dilatação. A análise classificou a ponte como Nota 01 – Obra Crítica, recomendando interdição imediata e inspeção detalhada.
Palavras-chave: pontes de concreto armado; manifestações patológicas; inspeção estrutural; obras de arte especiais; recalque diferencial.

ABSTRACT

Bridges are essential elements of road infrastructure, ensuring road continuity and mobility between regions. Over time, these structures may develop pathological manifestations caused by construction defects, environmental actions, increased loads, or insufficient maintenance. This study evaluated the structural conditions of a reinforced concrete bridge located in Santo Amaro village, in Caxias – MA. The methodology was based on an *in loco* visual inspection following ABNT NBR 9452:2023 and DNIT 010/2004 – PRO standards. Instruments such as a crack gauge, measuring tape, camera, and phenolphthalein solution were used. Pathologies manifestations identified included differential settlement, concrete carbonation, and reinforcement corrosion. Failures in the expansion joints were also observed. The bridge was classified as Rating 01 – Critical Structure, requiring immediate closure and detailed inspection.
Keywords: reinforced concrete bridges; structural pathology; bridge inspection; special engineering structures; differential settlement.

1. INTRODUÇÃO

A infraestrutura desempenha um papel fundamental no desenvolvimento econômico e social, uma vez que possibilita o funcionamento de sistemas essenciais para a sociedade, como transporte, saneamento, energia e comunicação. Para Rocha e Ribeiro (2022), a infraestrutura pode ser compreendida como o conjunto de estruturas básicas que viabilizam o funcionamento da economia e o desenvolvimento das atividades humanas em diferentes dimensões. Nesse contexto, a adequada implantação, manutenção e avaliação dessas estruturas são fatores fundamentais para garantir sua segurança, durabilidade e eficiência ao longo do tempo.

Entre as estruturas de maior relevância para a engenharia civil destacam-se as pontes. Segundo Valeriano (2025), essas estruturas podem ser classificadas como Obras de Arte Especiais (OAEs), denominação atribuída a construções destinadas a vencer obstáculos naturais ou artificiais, permitindo a continuidade de vias de transporte em locais onde anteriormente não havia passagem. De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT (2004), ponte é definida como uma estrutura, incluindo seus apoios, construída sobre uma depressão ou obstrução, como cursos d'água, rodovias ou ferrovias, destinada a sustentar uma pista para a passagem de veículos e outras cargas móveis, possuindo vão livre superior a seis metros, medido ao longo do eixo da rodovia.

Apesar de sua grande importância para a mobilidade e integração territorial, as pontes estão sujeitas ao surgimento de manifestações patológicas ao longo de sua vida útil. Nesse sentido, segundo Weimer, Thomas e Dresch (2018), a patologia das estruturas pode ser definida como a área responsável pelo estudo das origens, formas de manifestação, consequências e dos mecanismos que levam ao aparecimento de defeitos nas construções civis. De maneira análoga à patologia na área da medicina, essa área busca não apenas identificar os sintomas apresentados pelas estruturas, mas também compreender as causas dos danos, permitindo a proposição de medidas de prevenção, manutenção e recuperação das estruturas.

Diante da importância da manutenção da segurança e da durabilidade das obras de arte especiais, torna-se necessária a realização de inspeções e avaliações estruturais periódicas, a fim de identificar possíveis manifestações patológicas e prevenir o comprometimento da estrutura. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo investigar e avaliar a integridade estrutural de uma ponte com 20 metros de extensão localizada no povoado Santo Amaro, no município de Caxias – MA.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Normas Técnicas Aplicáveis

O presente estudo fundamenta-se nos princípios da inspeção de pontes, conforme estabelecido nas normas técnicas vigentes, especialmente na ABNT NBR 9452:2023 – Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto – Procedimento e na DNIT 010/2004 – PRO – Inspeção de Obras de Arte Especiais, entre outras regulamentações pertinentes.

De acordo com a ABNT NBR 9452 (2023), a inspeção consiste na avaliação técnica do estado de conservação das estruturas, realizada por meio da identificação de manifestações patológicas e da análise das condições de uso e segurança, com o objetivo de subsidiar a tomada de decisões relacionadas à manutenção, reabilitação ou substituição dessas estruturas.

Essa definição complementa o disposto em outras normas, como a DNIT 010/2004 – PRO, na qual estabelece critérios e procedimentos para a realização de inspeções rotineiras e especiais em obras de arte especiais, visando garantir sua funcionalidade, segurança estrutural e durabilidade. Além dessas normas, outras regulamentações também contribuem para a avaliação estrutural, como a ABNT NBR 8681:2003, que trata das ações e segurança nas estruturas, e a ABNT NBR NM 315:2007, referente aos procedimentos de ensaios visuais não destrutivos.

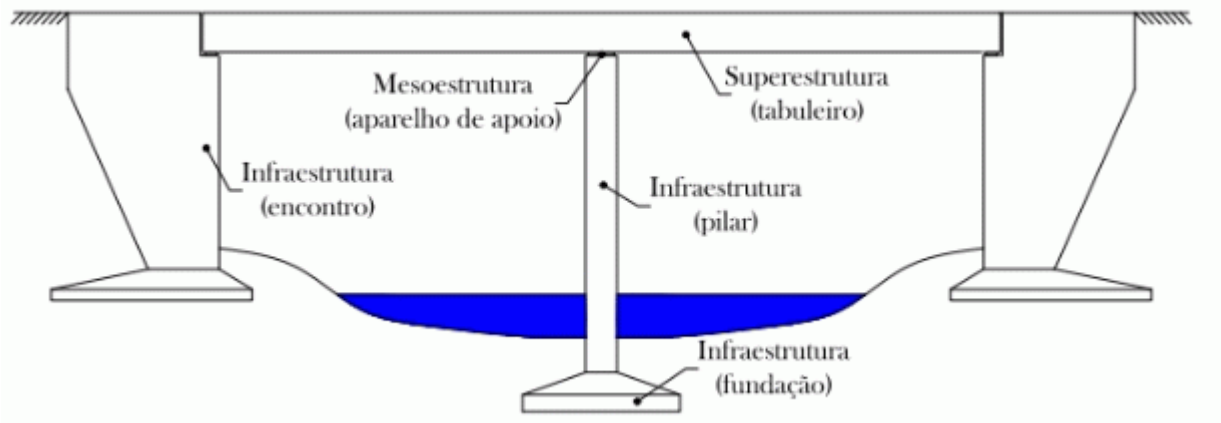
2.2 Pontes e Viadutos

Ponte é uma estrutura destinada a transpor diversos tipos de obstáculos, garantindo a continuidade de uma via. De acordo com El Debs (2022), dependendo da natureza do obstáculo a ser vencido, essas estruturas podem receber diferentes denominações. Quando o obstáculo corresponde a um curso d'água ou outra superfície líquida, a estrutura é denominada ponte; quando a transposição ocorre sobre vales ou outras vias, denomina-se viaduto, podendo este ser classificado como viaduto de acesso quando tem a função de conduzir à ponte.

2.2.1 Elementos Estruturais das Pontes e Viadutos

De acordo com Cavalcante (2019), os elementos estruturais que compõem as OAEs podem ser divididos em três partes principais: superestrutura, mesoestrutura e infraestrutura, conforme ilustrado na Figura 01. A superestrutura é formada pelas estruturas principais e secundárias; as principais são constituídas pelas peças estruturais responsáveis por vencer o vão livre, enquanto as secundárias são compostas pelo tabuleiro, elemento que recebe diretamente as ações das cargas e as transmite para a estrutura principal. A mesoestrutura é composta pelos aparelhos de apoio, responsáveis por realizar a ligação entre a superestrutura e os elementos de suporte. Por sua vez, a infraestrutura é constituída pelos encontros, pilares e elementos de fundação, responsáveis por transmitir as cargas da estrutura ao solo.

Figura 01 - Esquema ilustrativo das composição de pontes.



Fonte: Cavalcante (2019).

2.3 Inspeção e Avaliação Estrutural de Pontes

Para a resolução das manifestações patológicas, torna-se necessária a realização de uma avaliação estrutural da ponte, a qual, em muitos casos, é realizada por meio de inspeções. Segundo o DNIT (2004), a inspeção de pontes pode ser definida como uma atividade técnica especializada que envolve a coleta de informações de projeto e construção, a realização de um exame detalhado da estrutura, a elaboração de relatórios técnicos, a avaliação do estado de conservação da obra e a emissão de recomendações. Essas recomendações podem incluir a necessidade de novas vistorias, bem como a execução de obras de manutenção, recuperação, reforço ou reabilitação da estrutura.

Nesse contexto, o diagnóstico pode ser obtido por diferentes métodos e constitui uma etapa fundamental na identificação das manifestações patológicas. De acordo com Fonteles, Sampaio e Craveiro (2025), diagnosticar uma manifestação patológica consiste em identificar suas causas e avaliar sua gravidade potencial com base na observação dos sintomas, bem como na realização de estudos e ensaios específicos. Além disso, as consequências dessas manifestações podem comprometer tanto a segurança da estrutura quanto o seu desempenho em serviço, conforme Verly (2022).

2.4 Manifestações Patológicas

As manifestações patológicas em estruturas de concreto armado representam sinais de degradação que podem comprometer o desempenho, a durabilidade e a segurança das construções. Segundo Bolina, Tutikian e Helene (2025), essas manifestações estão associadas a fatores como falhas de projeto, deficiências construtivas, ações ambientais e ausência de manutenção adequada ao longo da vida útil da estrutura. Os autores destacam ainda que, no Brasil, o desempenho estabelecido em projeto para os sistemas construtivos deve ser preservado durante o período de uso da edificação por, no mínimo, 50 anos no caso de edificações convencionais, conforme os requisitos de desempenho definidos para a vida útil das estruturas.

2.4.1 Recalque diferencial em estruturas

Embora todas as fundações sob carregamento apresentem recalques, uma vez que segundo Milititsky, Consoli e Schnaid (2025), tais deslocamentos são naturais devido às características deformáveis do solo. No entanto, quando esses deslocamentos ocorrem de forma desigual entre os elementos de fundação, configura-se o recalque diferencial, que pode ocasionar manifestações patológicas prejudiciais à estrutura. De acordo com Bolina, Tutikian e Helene (2025), o recalque diferencial ocorre quando um elemento estrutural, como um pilar, sofre um deslocamento distinto em relação aos demais, podendo gerar consequências imediatas para o comportamento e a integridade da estrutura.

2.4.2 Carbonatação do concreto

Uma das manifestações patológicas mais comuns em estruturas de concreto é a carbonatação. Segundo Bolina, Tutikian e Helene (2025), agentes químicos podem inicialmente atacar o concreto, provocando fissuras ou reduzindo sua alcalinidade. Esse é o caso do gás carbônico (CO_2) presente na atmosfera, que reage com os compostos hidratados do cimento, promovendo a carbonatação do concreto. Esse processo consome substâncias responsáveis por manter a alcalinidade do material e, consequentemente, a passivação das armaduras, tornando-as mais suscetíveis à corrosão.

Nesse Contexto, Cassavara, Rodrigues Filhos e Costa (2023), a porosidade e permeabilidade do concreto, são fatores de extrema influência para que ocorra a carbonatação e que estão diretamente ligados ao seu fator água/cimento. Quanto mais poroso e permeável o concreto, mais fácil o dióxido de carbono penetrará, tornando mais profunda a região acometida pela carbonatação

2.4.3 Corrosão das armaduras

Como contextualizado anteriormente, uma das consequências da carbonatação é tornar as armaduras do concreto expostas à corrosão. Segundo Verly (2022), o processo de corrosão das armaduras inicia-se com a perda da proteção natural do aço, denominada passivação. Essa perda ocorre, principalmente, quando determinadas substâncias penetram no concreto de cobrimento e alcançam a superfície das armaduras, como o dióxido de carbono (CO_2) ou íons cloreto. A presença desses agentes agressivos reduz a alcalinidade do concreto e rompe a camada protetora do aço, favorecendo o início do processo corrosivo.

Quando a armadura entra em processo de corrosão, diversos sinais podem ser observados na estrutura. De acordo com Nascimento (2015), esse problema manifesta-se por meio de manchas superficiais, fissuras, destacamento do cobrimento de concreto e perda de massa das armaduras, resultando na redução da seção resistente dos elementos estruturais.

Nesse contexto, a inspeção das estruturas torna-se fundamental para a identificação dessas manifestações patológicas. Segundo o DNIT (2004), durante as inspeções devem ser realizados procedimentos como a limpeza de determinadas áreas da ponte, a fim de possibilitar a verificação da existência de trincas, corrosão ou outros defeitos que possam estar encobertos na superfície da estrutura.

2.4.4 Fissuras em estruturas de concreto

Segundo Weimer, Thomas e Dresch (2018), existe uma variedade de agentes capazes de provocar manifestações patológicas nas estruturas, entre os quais se destacam as cargas atuantes, as variações de umidade e temperatura, a ação de agentes biológicos e atmosféricos, bem como a incompatibilidade entre materiais, entre outros fatores.

Nesse contexto, a NBR 6118 (ABNT, 2023) destaca a inevitabilidade da fissuração em estruturas de concreto armado, em razão da grande variabilidade do material e de sua baixa resistência à tração. Contudo, a norma estabelece que as fissuras devem ser controladas, não devendo ultrapassar limites máximos de abertura até 0,4 mm, dependendo da classe de agressividade ambiental e do tipo de elemento estrutural.

Complementarmente, Verly (2022) destaca que é necessária a correta identificação do tipo de fissura, pois estas podem ser classificadas como ativas ou passivas em relação à sua movimentação. As fissuras ativas são aquelas que apresentam variação em sua abertura conforme o carregamento ou as condições de solicitação da estrutura. Essa avaliação pode ser realizada por meio da utilização de selos de gesso ou plaquetas de vidro, fixados sobre a fissura para verificar possíveis movimentações ao longo do tempo.

3. METODOLOGIA

3.1 Delimitação Geográfica

A OAE em análise está localizada no povoado Santo Amaro, 2º distrito do município de Caxias - MA, sob o curso d'água do riacho do Itapecuruzinho. Podemos observar na Figura 02 a vista superior da geolocalização da ponte, objeto de análise deste documento.

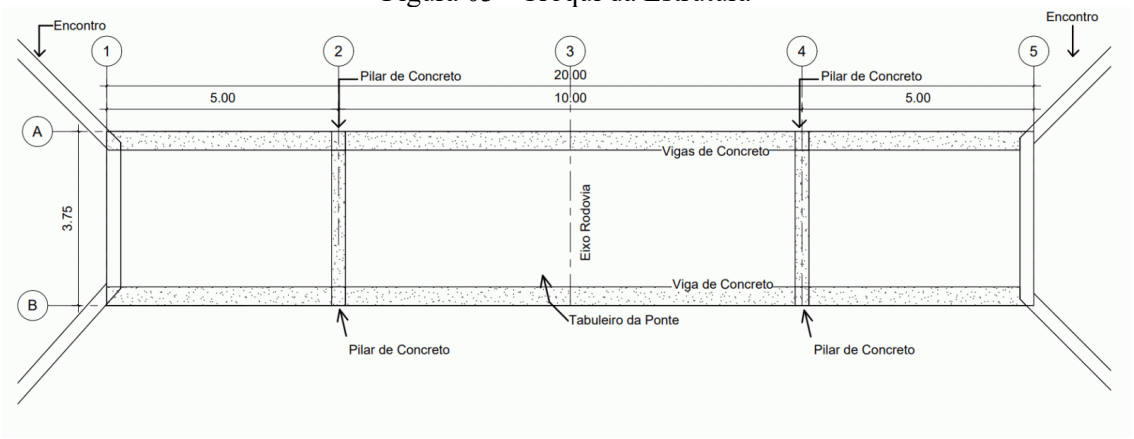
Figura 02 - Localização da edificação (5°01'33.0"S 43°18'32.0"W)



Fonte: Google Earth (2025)

A ponte em estudo caracteriza-se como uma ponte em viga, apresentando aproximadamente 20 m de comprimento e 3,75 m de largura. A estrutura é composta por um tabuleiro em laje maciça de concreto armado, com espessura de 15 cm, apoiado sobre duas longarinas pré-moldadas de concreto armado, com seção transversal de 25 cm × 65 cm. A superestrutura encontra-se subdividida em três vãos, sendo sustentada por quatro pilares intermediários de concreto, com seção de 30 cm × 40 cm, além de encontros de concreto nas extremidades da estrutura. Durante a vistoria não foi possível identificar a tipologia das fundações da ponte. A partir dessas informações, foi elaborado um croqui da estrutura da ponte, conforme apresentado na Figura 03.

Figura 03 - Croqui da Estrutura



Fonte: Os autores.

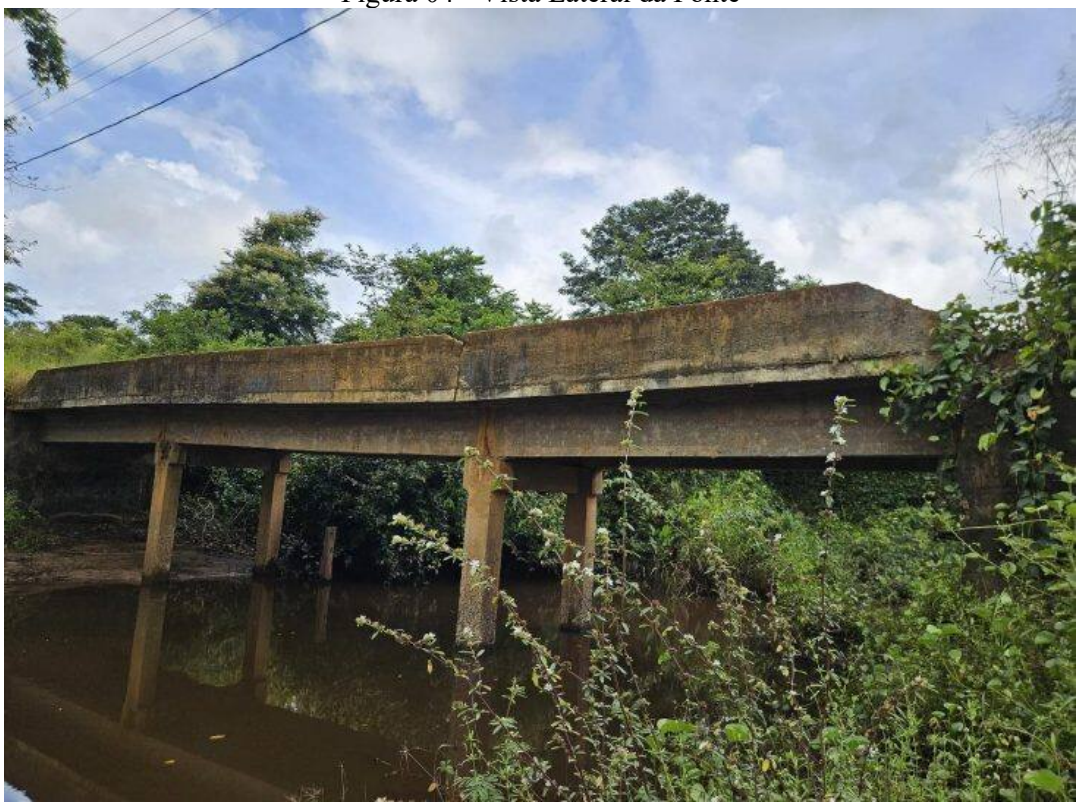
3.2 Coleta de dados

A coleta de dados teve como objetivo obter informações acerca das atuais condições de conservação e da integridade estrutural da ponte analisada. Para isso, foi realizada uma inspeção visual da estrutura, seguindo os procedimentos estabelecidos pelas normas técnicas aplicáveis.

Durante o levantamento em campo, foram utilizados instrumentos e equipamentos auxiliares, tais como prancheta, trena, fissurômetro, câmera fotográfica, cinto de segurança, capacete, marreta e ponteira para o ensaio de carbonatação, e solução de fenolftaleína a 1%, que possibilitaram o registro e a verificação das manifestações patológicas presentes na estrutura.

Ressalta-se que não foram disponibilizados projetos estruturais ou quaisquer documentos técnicos referentes à execução da obra. Dessa forma, as informações apresentadas baseiam-se nas informações disponíveis no momento da inspeção e nas observações obtidas por meio das vistorias *in loco* realizadas nas datas supracitadas, bem como os registros fotográficos coletados durante a visita técnica, incluindo a Figura 04, que apresenta a vista lateral da ponte.

Figura 04 - Vista Lateral da Ponte



Fonte: Os autores.

3.3 Análise Técnica

Com base nas observações obtidas durante a inspeção *in loco*, foi possível identificar diferentes manifestações patológicas e irregularidades construtivas que afetam o desempenho estrutural e a durabilidade da ponte analisada. Nesse contexto, a Tabela 01 apresenta uma síntese das anomalias verificadas, incluindo sua classificação, grau de severidade e considerações técnicas acerca dos impactos e das possíveis medidas corretivas

Tabela 01 - Classificação e grau de severidade das manifestações patológicas observadas na ponte.

ANAMALIA	CLASSIFICAÇÃO	GRAU DE SEVERIDADE	OBSERVAÇÕES
Recalque diferencial do apoio intermediário	Estrutural	Grave	Compromete estabilidade e exige intervenção imediata
Carbonatação eflorescência e corrosão	Funcional/durabilidade	Moderado a grave	Requer correção para evitar evolução do quadro
Apoio inadequado das vigas	Construtiva/Estrutural	Grave	Necessária regularização com introdução de aparelhos de apoio
Falha na Monoliticidade do encontro	Construtiva	Moderado	Recomenda-se reconstituição estrutural ou junta técnica apropriada
Ausência de Tratamento nas juntas de dilatação	Construtiva/ Funcional	Grave	Exige restabelecimento imediato da função das juntas

Fonte: Os autores.

3.3.1 Recalque Diferencial e Deslocamento da Superestrutura

Foi identificado recalque diferencial em um dos apoios intermediários da ponte, ocasionando o deslocamento da superestrutura, incluindo tabuleiro e longarinas. Essa movimentação resultou em desníveis visíveis e deformações estruturais, comprometendo a estabilidade e a funcionalidade da estrutura. As evidências dessa condição podem ser observadas nas Figuras 05 e 06.

A análise de imagens históricas do Google Earth, datadas de outubro de 2023, indica que anteriormente não havia indícios de afundamento ou anomalias no tabuleiro, sugerindo que a manifestação patológica possui ocorrência relativamente recente. Tal condição pode estar associada ao aumento do tráfego de veículos de maior porte, resultando em acréscimo de sobrecarga nos elementos estruturais.

Adicionalmente, observou-se que o processo executivo adotado apresenta incompatibilidades com o sistema estrutural da ponte, o que pode ter contribuído para a introdução de cargas não previstas, agravando o quadro observado.

Figura 05 - Afundamento no tabuleiro da ponte



Fonte: Os autores.

Figura 06 - Região crítica de deformação da ponte



Fonte: Os autores.

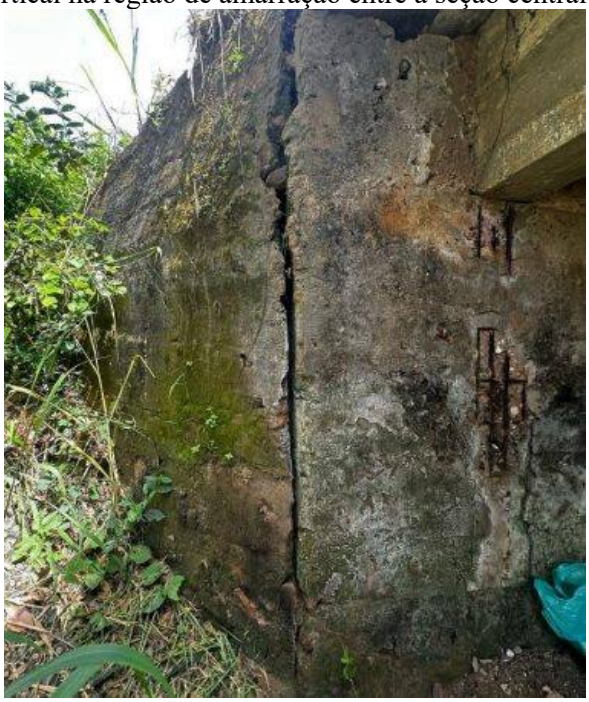
3.3.2 Degradação dos Materiais por Ação da Umidade

Com o uso dos materiais adequados, foram identificadas manifestações patológicas associadas à ação da umidade sobre os elementos estruturais da ponte, tais como carbonatação do concreto, evidenciada pela presença de eflorescências e manchas escuras; corrosão das armaduras, com indícios de desplacamento do cobrimento e exposição do aço; além da presença de trincas e fissuras, principalmente nas regiões dos encontros da ponte e na base dos pilares. Exemplos dessas ocorrências podem ser observados nas Figuras 07.

Essas manifestações indicam processos de degradação do concreto e perda da passivação das armaduras, comprometendo a durabilidade da estrutura. As condições de umidade favorecem a propagação da corrosão e a consequente redução da seção resistente das armaduras, afetando a capacidade estrutural dos elementos. Tal suscetibilidade à ação da umidade pode estar relacionada

ao emprego de materiais inadequados na execução da estrutura, bem como à ausência de mecanismos de proteção, fatores que contribuem para o desenvolvimento dessas manifestações patológicas e para a redução da vida útil da construção.

Figura 07 - Fissura vertical na região de amarração entre a seção central do encontro e as alas.



Fonte: Os autores.

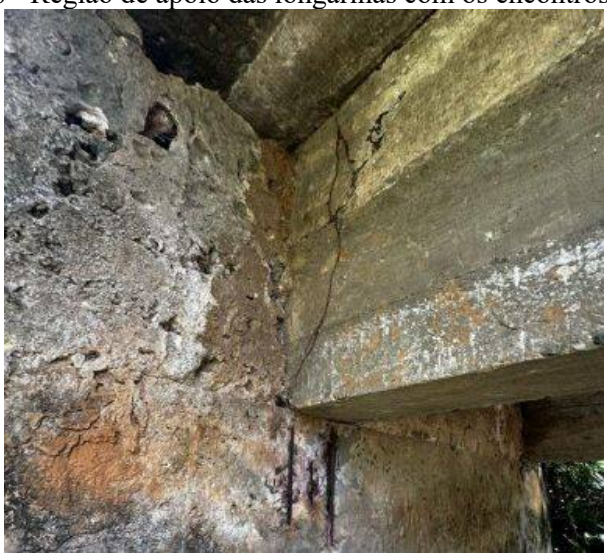
3.3.3 Deficiências Executivas e Construtivas

Constatou-se a presença de falhas executivas nos encontros da ponte e na superestrutura, principalmente nas ligações entre as longarinas e os elementos de suporte da estrutura, bem como a ausência de tratamento adequado das juntas de dilatação.

Em relação aos encontros, observou-se que a seção central foi executada de forma independente das alas do muro de encontro, resultando em uma estrutura não monolítica. Essa descontinuidade compromete a adequada transmissão de esforços entre os elementos estruturais e favorece o surgimento de fissuras verticais nas regiões de transição entre as alas e a seção central.

No que se refere à superestrutura, verificou-se que as longarinas pré-moldadas estão apoiadas diretamente sobre os encontros e pilares, sem a utilização de aparelhos de apoio. Essa solução é tecnicamente inadequada, pois compromete a distribuição uniforme das cargas verticais e horizontais, além de impedir os movimentos de dilatação, retração e possíveis recalques diferenciais entre os elementos estruturais. Como consequência, ocorre concentração de tensões que favorece o surgimento de falhas localizadas, situação evidenciada na Figura 08 .Esse tipo de ligação rígida, sem a presença de elementos de transição, não está alinhado às boas práticas construtivas aplicadas às Obras de Arte Especiais, podendo comprometer o desempenho estrutural e a durabilidade da ponte.

Figura 08 - Região de apoio das longarinas com os encontros da ponte



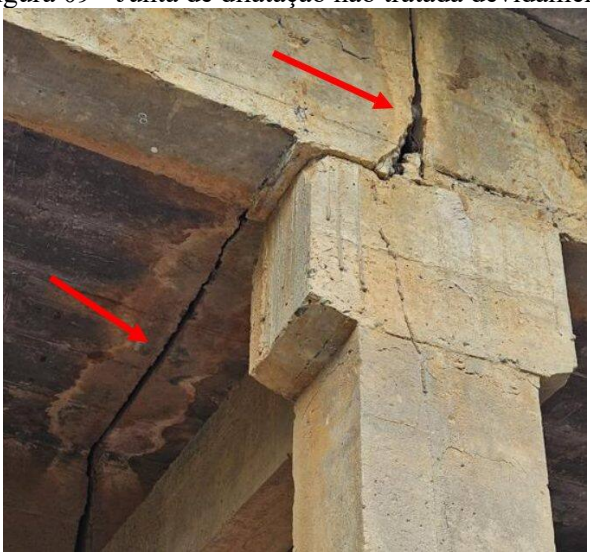
Fonte: Os autores.

3.3.4 Ausência de Tratamento Adequado das Juntas de Dilatação

Durante a inspeção também foi constatada a ausência de tratamento ou execução adequada das juntas de dilatação ao longo do tabuleiro e nos encontros da ponte, conforme ilustrado na Figura 09. Em diversos pontos, verificou-se o fechamento indevido dessas juntas ou sua obstrução por detritos e vegetação, além da presença de infiltrações nas bordas da estrutura.

A inexistência ou o comprometimento do funcionamento adequado das juntas de dilatação pode acarretar diversos problemas estruturais e funcionais, tais como a restrição à livre movimentação da estrutura frente às variações térmicas e aos carregamentos dinâmicos, a transferência indevida de tensões para os apoios e extremidades do tabuleiro, o favorecimento do surgimento de trincas longitudinais e transversais no revestimento, bem como a facilitação da infiltração de água pluvial e de agentes agressivos para o interior da estrutura, contribuindo para a aceleração de processos de degradação dos elementos estruturais.

Figura 09 - Junta de dilatação não tratada devidamente



Fonte: Os autores.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos critérios estabelecidos pela DNIT 010/2004 – PRO, a ponte analisada foi classificada com Nota 01 – Obra Crítica, condição que indica comprometimento estrutural severo e elevado risco à segurança dos usuários. A análise técnica evidenciou a presença de anomalias estruturais, construtivas e funcionais de elevada gravidade, destacando-se o recalque diferencial em um dos apoios, a ausência de aparelhos de apoio adequados, o comprometimento das juntas de dilatação e a degradação dos elementos estruturais associada à ação da umidade, manifestada por processos de carbonatação, corrosão das armaduras e desplacamento do cobrimento de concreto. Tais condições comprometem significativamente a segurança estrutural, a durabilidade e a funcionalidade da ponte, exigindo a adoção de medidas corretivas imediatas.

Diante desse cenário, recomendam-se as seguintes ações técnicas: (i) interdição imediata da estrutura, seguida da realização de uma inspeção detalhada de nível III, com execução de sondagens e ensaios específicos para avaliação da capacidade estrutural e identificação das causas das falhas observadas; (ii) elaboração de projeto de reforço estrutural ou de substituição da ponte, com base nos resultados obtidos na inspeção detalhada; (iii) intervenção corretiva nos apoios danificados e na fundação afetada, visando restabelecer as condições adequadas de estabilidade da estrutura; (iv) instalação de aparelhos de apoio compatíveis com o sistema estrutural da ponte, garantindo adequada transferência de esforços e permitindo os movimentos estruturais previstos; (v) restabelecimento completo das juntas de dilatação, com utilização de materiais e técnicas apropriadas; e (vi) tratamento das manifestações patológicas associadas à ação da umidade, incluindo intervenções para mitigação da carbonatação, corrosão das armaduras e recomposição do cobrimento de concreto.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos ao Centro Universitário de Ciências e Tecnologia do Maranhão (UNIFACEMA) pelo apoio institucional e incentivo à produção científica. Agradecem também à Liga Acadêmica de Tecnologia e Inovação do UNIFACEMA (LATEC) pelo estímulo à pesquisa, à inovação e ao desenvolvimento acadêmico, fatores que contribuíram para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8681: ações e segurança nas estruturas. Rio de Janeiro, 2003b.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118:2023. Projeto de estruturas de concreto – procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

BOLINA, Fabricio L.; TUTIKIAN, Bernardo F.; HELENE, Paulo Roberto do L. Patologia de Estruturas. Porto Alegre: Oficina de Texto, 2025. E-book. p.6. ISBN 978-85-7975-340-4. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/978-85-7975-340-4/.

CAVALCANTE, Gustavo Henrique F. Pontes em concreto armado: análise e dimensionamento. São Paulo: Editora Blucher, 2019. E-book. p.20. ISBN 9788521218623. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521218623/.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Norma DNIT 010/2004: inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido – procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

DO NASCIMENTO, Felipe Bomfim Cavalcante. Corrosão em armaduras de concreto. Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS, v.3, n.1, p.177-188, 2015.

EL DEBS, Mounir Khalil. Pontes de concreto: com ênfase na aplicação de elementos pré-moldados. Oficina de Textos, 2022.

Fernanda Torres Gonçalves Cassavara, José Marcos Rodrigues Filho, & Rafaela Dos Santos Costa. (2023). Carbonatação em Estruturas de Concreto Armado. Tudo é Ciência: Congresso Brasileiro De Ciências E Saberes Multidisciplinares, (2). https://doi.org/10.47385/tudoeciencia.1064.2023

MILITITSKY, Jarbas; CONSOLI, Nilo C.; SCHNAID, Fernando. Patologia das Fundações. 2. ed. Porto Alegre: Oficina de Texto, 2025. E-book. p.7. ISBN 9788579751820. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788579751820/.

ROCHA, Igor Lopes; RIBEIRO, Rafael Saulo Marques. Infraestrutura no Brasil: contexto histórico e principais desafios. 2022. Acesso em: 06 mar. 2026.

VALERIANO, Ricardo. Pontes. Porto Alegre: Oficina de Texto, 2025. E-book. p.7. ISBN 9786586235289. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786586235289/.

VERLY, Rogério Calazans. Conceitos essenciais sobre patologias em estruturas de concreto. Brasília: Escola Nacional de Administração Pública (ENAP), 2022. Disponível em: https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/7815. Acesso em: 7 mar. 2026.

WEIMER, Bianca F.; THOMAS, Maurício; DRESCH, Fernanda. Patologia das estruturas. Porto Alegre: SAGAH, 2018. E-book. p.14. ISBN 9788595023970. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595023970/.