



## **Condições de Pontes Rodoviárias: Cenário, Diagnóstico e Manutenção**

**Maisa Beatriz Marinho Fausto da Silva<sup>1</sup> e Ricardo Almeida de Melo<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> UFPB / Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental / <sup>1</sup>biafausto@hotmail.com / <sup>2</sup>ricardo@ct.ufpb.br

### **Resumo**

O campo do conhecimento que inclui inspeção, diagnóstico e manutenção de Obras de Artes Especiais (OAEs), tem despertado interesse por estar diretamente relacionado à mobilidade e à segurança viária nas rodovias. Deste modo, este artigo tem como objetivo discutir o estado de condição de pontes rodoviárias da Paraíba. Para este fim, o banco de dados das inspeções nas OAEs do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) foi consultado. As informações obtidas foram analisadas conforme os critérios da norma DNIT 010/2004 – PRO e da norma ABNT NBR 9452/2016. Os resultados demonstraram, que de um total de 188 pontes cadastradas no Sistema de Gerência de Obras de Artes Especiais (SGO) do DNIT, 76,60% estão em situação de "obra potencialmente problemática" à "obra crítica" em torno de 144 pontes. As estruturas em situação de "obra sem problema importante" em torno de 44 pontes, apresentaram componentes como juntas de dilatação danificadas em 77,27%, aparelhos de apoio não identificados ou danificados em 65,91% e dispositivos de drenagem danificados em 36,36%. Estes componentes possuem vidas úteis inferiores à da estrutura da ponte, mas podem se transformar em elementos geradores de patologias que aceleram o processo de deterioração estrutural e possibilitam diminuição de vida útil. Sendo assim, o estudo pode consistir em uma importante contribuição para a melhoria das pontes rodoviárias da Paraíba. A pesquisa traz um diagnóstico do atual estado de condição das OAEs, onde é possível vislumbrar ações estratégicas quanto ao gerenciamento das atividades de manutenção nessas estruturas, bem como pontes de outros estados do Brasil que, de modo geral, sofrem dos mesmos problemas.

### **Palavras-chave**

Diagnóstico; Estado de condição; Inspeção; Manutenção; Pontes rodoviárias.

### **INTRODUÇÃO**

As Obras de Artes Especiais (OAEs) são estruturas como, ponte, pontilhão, viaduto ou passarela. Por definição, ponte é uma estrutura destinada à transposição de obstáculo à continuidade do leito normal de uma via, e cujo obstáculo deve ser constituído por canal aquífero (NBR 9452:2016). De forma complementar, a norma DNIT 010/2004 – PRO estabelece que a ponte tem um vão livre, medindo ao longo do eixo da rodovia, de mais de seis metros. As pontes envolvem estruturas de variações morfológicas e de concepções estruturais diversas, servindo como via de ligação a pontos do sistema viário. Sendo assim, estas estruturas são essenciais devido a sua funcionalidade na continuidade do tráfego.

Desse modo, para prolongar a vida útil das OAEs, procedimentos devem ser realizados, dentre estes inspeções, diagnósticos e manutenções. As inspeções visam a coleta de elementos, de projeto e de construção, o exame da estrutura, a elaboração de relatórios e a avaliação do estado de condição da obra. O diagnóstico reflete a adequabilidade das pontes às vias onde se insere, em termos estruturais e funcionais. E a manutenção baseia-se, fundamentalmente, nos resultados obtidos nas atividades de inspeção. Por isso, as inspeções se configuram como elemento primordial para a definição de estratégias de conservação adotadas nas OAEs.

Segundo a FHWA (2011), manutenção é uma atividade de conservação feita em OAEs. De acordo com o DNIT (2016), a manutenção de pontes pode ser definida como o conjunto de atividades que visam manter a integridade estrutural em um nível adequado de uso. Apesar do papel importante que a manutenção possui para os elementos que compõem a infraestrutura, esta é feita muitas vezes de maneira corretiva.



Daí possivelmente o porquê da grande quantidade de recursos necessários para recuperar, reforçar ou substituir obras que não atendem aos requisitos de estabilidade e funcionalidade. Isso corrobora com a “Lei de Sitter”, a qual mostra que os custos de manutenção corretiva crescem segundo uma progressão geométrica de razão cinco.

De maneira geral, as OAEs sofrerão danos durante a suas vidas úteis, devido as condições ambientais, ao tráfego, ao envelhecimento natural dessas estruturas, bem como pela falta da atividade de manutenção. Nos EUA, de acordo com a ASCE (2017), das 614.387 pontes do *National Bridge Inventory (NBI)*, 40% têm 50 anos ou mais. No Canadá em torno de 74.316 pontes estão com idades entre 25-75 anos. Sendo assim os EUA e o Canadá estão em uma "crise de ponte”, porque grande parte dessas infraestruturas foram construída no período pós-Segunda Guerra Mundial e estão chegando ao fim de sua vida útil (KHANZADA, 2012).

No Brasil existem aproximadamente 137.000 OAEs, destas 6.612 estão sob a responsabilidade do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e pelo menos 3.351, encontram-se em situações que variam de “condições precárias” a “mau estado de conservação” (TIMERMAN, 2015). Na Suíça, de 1000 pontes, entre 30 e 50 passam por reparos ou substituições por ano, ou seja, no máximo em torno de 5% (SCHELLENBERG *et al.* 2016). No Japão, 18% das 400.000 pontes do país tem mais de 50 anos (MLIT, 2013). Na Coreia do Sul a partir de 2016, havia 30.983 pontes, e foi nos anos 90 e 2000 que houve um aumento no número de pontes usadas por mais de 30 anos (*Ministry of Land, 2016*).

Com o envelhecimento e o processo de deterioração das pontes rodoviárias surgem os problemas patológicos, que afetam o estado de condição dessas estruturas. Segundo MASCARENHAS *et al.* (2019), as principais patologias causadas por agentes mecânicos nas OAEs são fissurações por esforços de flexão, esmagamento, cisalhamento, torção e tração, bem como degradações por choques de veículos e por incêndios. E os principais fenômenos químicos que ocorrem nessas estruturas são reações, ataques de sulfatos e cloretos, carbonatação, corrosão e lixiviação. A presença de agentes biológicos, tais como raízes, briófitas e fezes de morcegos também contribuem para a desagregação do concreto nas pontes.

Por isso, a conservação das OAEs é uma das atividades mais importantes a serem executadas pelos setores públicos e privados responsáveis pelas rodovias. A fase relativa à operação da ponte, a qual surge a solicitação de manutenção deve receber atenção por parte dos órgãos responsáveis. Vale ressaltar, que as demais fases do ciclo de vida devem ter suas tarefas monitoradas e integradas também. A falta de políticas e estratégias voltadas para a manutenção das obras públicas ao longo das últimas décadas intensificou um processo de desgaste e deterioração das rodovias, atingindo diretamente as pontes que, de modo geral, apresentam danos estruturais e funcionais (SILVA, 2018).

Em relação aos aspectos funcionais, segundo MENDES (2009) ao longo dos anos ocorreram modificações relativas às pontes em termos de volume de tráfego, de capacidade de carga e do número de eixos de veículos. Percebe-se mudança também nas normas de projeto e construção, nos materiais utilizados e na matriz de financiamento de execução e gestão desses patrimônios. Como exemplo de alteração de norma, temos a NB 6 (1960), que estabelecia uma carga móvel de Trem Tipo igual a 360 kN, inferior à prevista atualmente na NBR 7188 (2013), de 450 kN. Logo, adequa às pontes a uma carga móvel de 450kN, é um dos exemplos, que faz da conservação dessas estruturas uma tarefa extremamente desafiadora para a gestão pública.

A carência de estratégias públicas voltadas à manutenção gerou também uma grande lacuna no que se refere às informações sobre o real estado das obras de infraestrutura do Brasil, em especial das pontes, tornando, portanto, imprescindível a realização de inspeções periódicas que permitam a obtenção de dados sobre as condições de segurança e de funcionalidade dessas obras.



Diante da relevância do tema e da contextualização feita anteriormente, tem-se um caminho aberto para o campo do conhecimento que engloba a inspeção, diagnóstico e manutenção das OAEs. A partir do qual a comunidade científica tem dedicado maior atenção no desenvolvimento de estudos que contribuam com essa inquietação.

VERLY (2015) a partir de 2 métodos de inspeção visual fez uma avaliação em 22 OAE's de Brasília/DF e os dados coletados foram utilizados para melhorar a tomada de decisão quanto à priorização de intervenções nessas estruturas. MOSCOSO (2017) contribuiu com modelos de degradação para aplicação em Sistemas de Gerenciamento de OAEs. Foi realizado no estudo um comparativo dos modelos de degradação, e após a calibragem dos modelos de previsão com um banco de dados, foi determinado o modelo de degradação mais apropriado para as OAEs sob responsabilidade do DNIT e banco de dados similares.

NIETOA (2019) desenvolveu uma estrutura de tomada de decisão para a manutenção de ponte baseado no estado de conservação e em estudos do tráfego. A pesquisa citada anteriormente corrobora com com IVANKOVIĆ *et al.* (2019), nem sempre a inspeção visual será suficiente para avaliação do estado de conservação da ponte e, portanto, são necessários dados adicionais sobre estas estruturas. Como exemplos típicos de dados adicionais, tem-se os dados de tráfego e dados específicos do local, neste último, por exemplo, informações ambientais. No entanto, não é suficiente possuir um volume extenso de informações sobre as pontes, se estas não contribuem na compreensão do problema e com a tomada de decisão.

Por isso, o estado de condição das pontes, importante fator para o direcionamento das atividades de manutenção e um dos elementos chave do sistema de gerenciamento de infraestrutura; deve ser visto como parte integrante de um processo sistemático, que permita uma compatibilização entre os elementos de inspeção, diagnóstico e manutenção. O processo sistemático permite acompanhar as atividades de manutenção e possibilita ajustes as necessidades identificadas. De acordo com FHWA (2011), um sistema de gerenciamento deve possuir uma abordagem equilibrada entre substituição, reabilitação e manutenção.

Sendo assim, este trabalho analisou o estado de condição de pontes da Paraíba. A partir dos resultados obtidos, foi delineado, ainda que de modo preliminar, o perfil atual das OAEs que compõem as rodovias brasileiras, que, de modo geral, estão sob condições similares e apresentam possivelmente os mesmos problemas.

## **MÉTODO DE TRABALHO**

A pesquisa foi desenvolvida a partir dos dados de inspeções em 188 pontes da Paraíba, no período de 08/01/19 à 07/05/19. Estas OAEs estão sob jurisdição do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT) e estão cadastradas no Sistema de Gerência de Obras de Artes Especiais (SGO). O referido sistema, é atualmente o responsável pelo cadastramento, avaliação e acompanhamento de pontes localizadas em rodovias federais brasileiras.

Sendo assim, após a consulta das informações cadastrais das 188 pontes foi possível realizar um levantamento dos aspectos gerais destas estruturas, tais como ano de construção, sistema construtivo, tipo de carregamento da estrutura e localização dentro da rede rodoviária. Bem como, a classificação do atual estado de condição dessas OAEs. Com vistas a manutenção, foram sugeridas frente as necessidades identificadas algumas soluções com base no DNIT (2016).

Para identificar a condição das OAEs utilizou-se a norma DNIT 010/2004-PRO, esta atribui aos elementos da ponte uma nota, que reflete a gravidade dos problemas existentes. Esta classificação pode ser visualizada na tabela 1.

**Tabela 1 – classificação da condição de OAE**

Nota	Condição de estabilidade	Danos no elemento
5	Obra sem problemas	Não há danos nem insuficiência estrutural
4	Obra sem problemas importantes	Há algum dano, mas não há insuficiência estrutural
3	Obra potencialmente problemática	Há danos com insuficiência estrutural, mas sem comprometer a estabilidade
2	Obra problemática	Há danos com significativa insuficiência estrutural, mas não aparente risco de colapso
1	Obra crítica	Há danos com grave insuficiência estrutural, com risco tangível de colapso estrutural

Fonte: Adaptada da norma DNIT 010/2004-PRO

Também foi realizada análise, buscando-se caracterização funcional das pontes. Pois a norma DNIT 010/2004-PRO faz a avaliação das condições de estabilidade, ou seja, há maior ênfase para os elementos com função estrutural. Sendo assim optou-se por explorar na NBR 9452:2016, apenas os parâmetros funcionais. Neste caso, a classificação se dá a partir da correlação entre as notas obtidas e a condição verificada segundo os parâmetros funcionais. A referida classificação está apresentada na Tabela 2:

**Tabela 2 – classificação da condição de OAE segundo os parâmetros funcionais**

Nota	Condição	Caracterização Funcional
5	Excelente	Apresenta segurança e conforto aos usuários.
4	Boa	Apresenta pequenos danos que não chegam a causar desconforto ou insegurança ao usuário.
3	Regular	Apresenta desconforto ao usuário, com defeito que requerem ações de médio prazo.
2	Ruim	Com funcionalidade visivelmente comprometida, com riscos de segurança ao usuário, requerendo intervenções de curto prazo.
1	Crítica	Não apresenta condições funcionais de utilização.

Fonte: NBR 9452:2016

Para as condições verificadas, segundo os parâmetros funcionais e suas respectivas notas tem-se as situações:

- **Drenagem** - drenagem deficiente sem causar empoçamento ou aquaplanagem (4), drenagem no tabuleiro deficiente com empoçamentos localizados que não provoquem o fenômeno de aquaplanagem (3), drenagem ineficiente ou inexistente gerando pontos úmidos e formação de lâmina de água, possibilitando derrapagem ou o fenômeno de aquaplanagem (1).
- **Pista** - pista com pequenas irregularidades, sem gerar desconforto ao usuário (5), pista com irregularidades, gerando desconforto ao usuário (4); desníveis no pavimento, na transição terrapleno x tabuleiro e juntas de dilatação, causando solavancos (3).
- **Juntas** - pontos danificados nas juntas de dilatação sem causar desconforto ao usuário (4), berço danificado nas juntas de dilatação, gerando pequeno desconforto ao usuário (3).
- **Dispositivos de segurança** - dispositivos de segurança com pontos danificados (segregação de concreto, armadura exposta) (3), dispositivos de segurança inexistentes, comprometendo a segurança dos usuários (1), inexistência de dispositivos de segurança para proteção de peças estruturais sujeitas a impactos (2).
- **Passeio e Guarda-corpo** - guarda-corpo rompido ou inexistente (1).
- **Gabaritos** - sinalização horizontal e vertical inadequadas ou inexistentes, com risco à segurança (2), acidentes com choques de veículos ou embarcações na estrutura (2).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Aspectos gerais das pontes

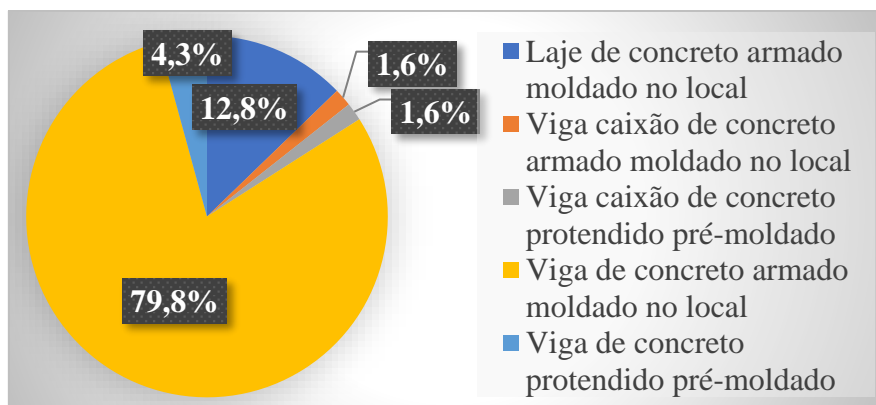
As OAEs desse estudo são aquelas situadas em rodovias-tronco federais e estaduais ou nas rodovias principais de ligação entre esses troncos, classificadas como Classe I. Bem como, pontes situadas em rodovias de ligação secundárias, mas que haja conveniência em se prever a passagem de veículos pesados, estas classificadas como Classe II. Na tabela 3 tem-se o número de pontes em relação ao período de construção.

**Tabela 3 – Número de pontes em relação ao período de construção.**

Ano de Construção	Nº de pontes	Percentual
1950-1965	50	26,6%
1968-1986	40	21,3%
Não identificado	98	52,1%

Em percentual de 52,1% das pontes não foram identificados os anos de construção, mas apesar desses dados, terem se perdido ou até mesmo não estarem disponíveis tão facilmente, e em tempo hábil; os dados disponíveis para cerca de 90 pontes, sugere possivelmente o período de 1960-1985 como perfil de idade dessas estruturas.

Quanto ao sistema construtivo, os respectivos dados são observados na figura 1. O concreto armado moldado no local é possivelmente um dos mais utilizados na construção de pontes, e comprovou-se isso neste estudo.



**Figura 1 – Sistema Construtivo das pontes.**

A partir da figura 1 percebe-se que há o uso do concreto armado moldado no local, em 92,6 % das pontes desse estudo. Com maior representatividade tem-se a viga de concreto em 79,8% e a laje de concreto em 12,8% ambos moldados no local.

Na tabela 4, estão as informações referentes ao Trem-tipo, conjunto do carregamento móvel a ser aplicado à estrutura das pontes dessa pesquisa.

**Tabela 4 – Trem-tipo.**

Classe	Nº de pontes	Percentual
Classe 24	16	8,5%
Classe 36	44	23,4 %
Classe 45	32	17,0%
Não identificado	96	51,1%

De acordo com a tabela 4 em 51, 06% das pontes estudadas não foram identificadas. As estruturas, das quais, se tem informações estão na maioria, em torno de 23,40% na classe 36. Vale ressaltar, que as pontes de trem-tipos classe 24 e 36, estão em não-conformidade com a NBR 7188 (2013), que estabelece um trem-tipo de classe 45.

Na tabela 5 visualiza-se a localização das OAEs estudadas dentro da malha rodoviária do Estado da Paraíba. A partir disso é pertinente destacar, que em relação a contagem de tráfego, existem 7 (sete) pontos na Paraíba (de 2014 a 2018), onde apenas um na BR 101, Km 76, engloba trecho onde estão localizadas 2 pontes do estudo. Com base na forte influência que o tráfego gera no desempenho das pontes, é pertinente a reflexão de fixar mais pontos de contagem de tráfego nos trechos onde estes elementos se localizam.

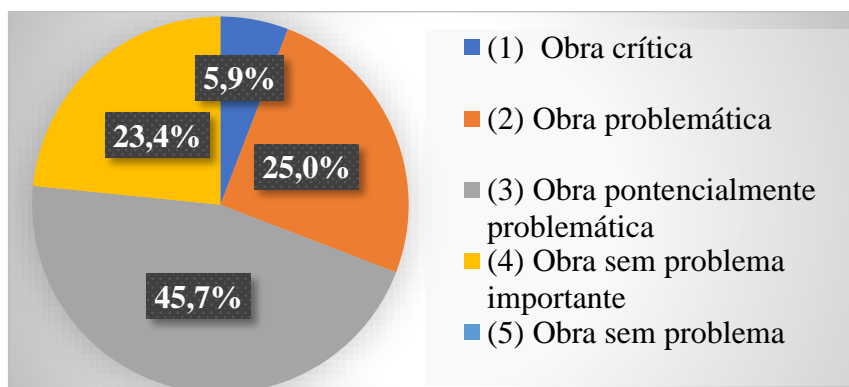
**Tabela 5 – Número de pontes por rodovia.**

Rodovia	Nº de pontes
BR - 230	52
BR - 361	36
BR - 412	25
BR - 101	24
BR - 104	21
BR - 405	10
BR - 110	10
BR - 427	7
BR - 426	2
BR - 434	1

De acordo com a tabela 5 percebe-se que na BR – 230 estão localizadas 52 pontes, a maioria do estudo. Na BR – 101 encontram-se localizadas apenas 24 pontes desse estudo.

### Estado de condição das pontes

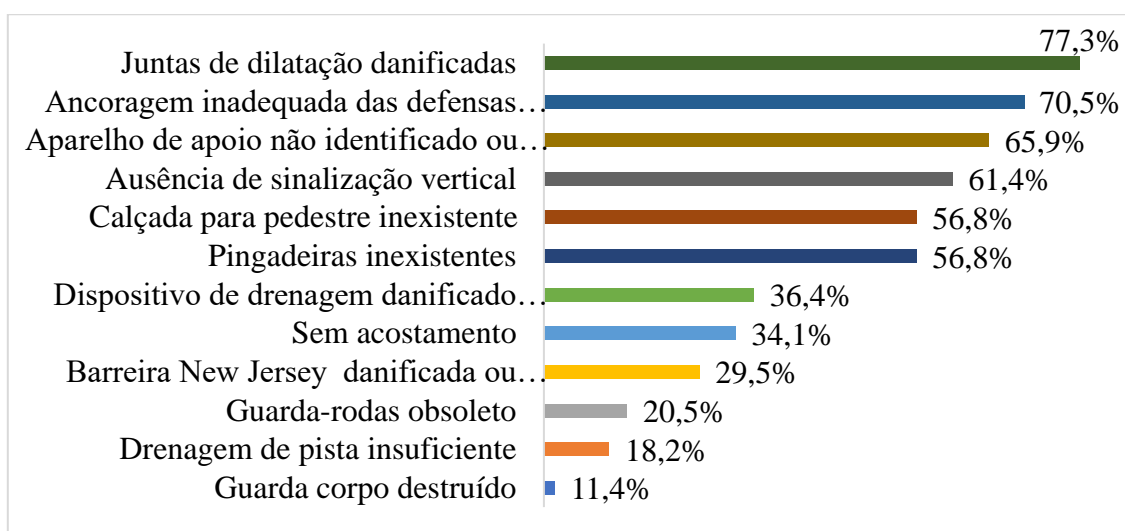
No tocante a avaliação do estado de condição de uma OAE, tem-se por objetivo retratar as anomalias presentes nos elementos da ponte, indicando as condições de estabilidade e funcionalidade. Na figura 2 observa-se uma síntese do estado de condição das pontes pesquisadas a partir da norma DNIT 010/2004-PRO.



**Figura 2 – Notas do estado de condição das ponte.**

Na figura 2 de um total de 188 pontes cadastradas pelo DNIT, as estruturas em situação de "obra potencialmente problemática", aquelas de nota (3) à "obra crítica", aquelas de nota (1), somam um número de 144 OAE's, que representam 76,6% do total das pontes analisadas neste artigo. As estruturas em situação de "obra sem problema importante", aquelas de "nota 4", em torno de 23,40%, ou seja, 44 pontes, mesmo em condições estruturais satisfatórias, no que se refere as condições funcionais estão deficientes. Não foram observadas pontes que obtiveram "nota 5", aquelas em situação de "Obra sem problemas".

As deficiências funcionais observadas nas OAEs de nota 4 "obra sem problema importante" estão representadas na figura 3.



**Figura 3 – Deficiências funcionais das OAEs “Obra sem problemas importantes”.**

Na figura 3 pode ser visto que 77,3% das “obras sem problemas importantes” possuem juntas de dilatação danificadas ou inexistentes, 65,9% aparelhos de apoio não identificados ou danificados e 36,4% dispositivos de drenagem danificados ou inexistentes. Nas figuras 4 e 5 tem-se ilustrado as deficiências funcionais, junta de dilatação danificada e aparelho de apoio danificado respectivamente.



**Figura 4 – Junta de dilatação danificada (Fonte: SGO, 2019).**

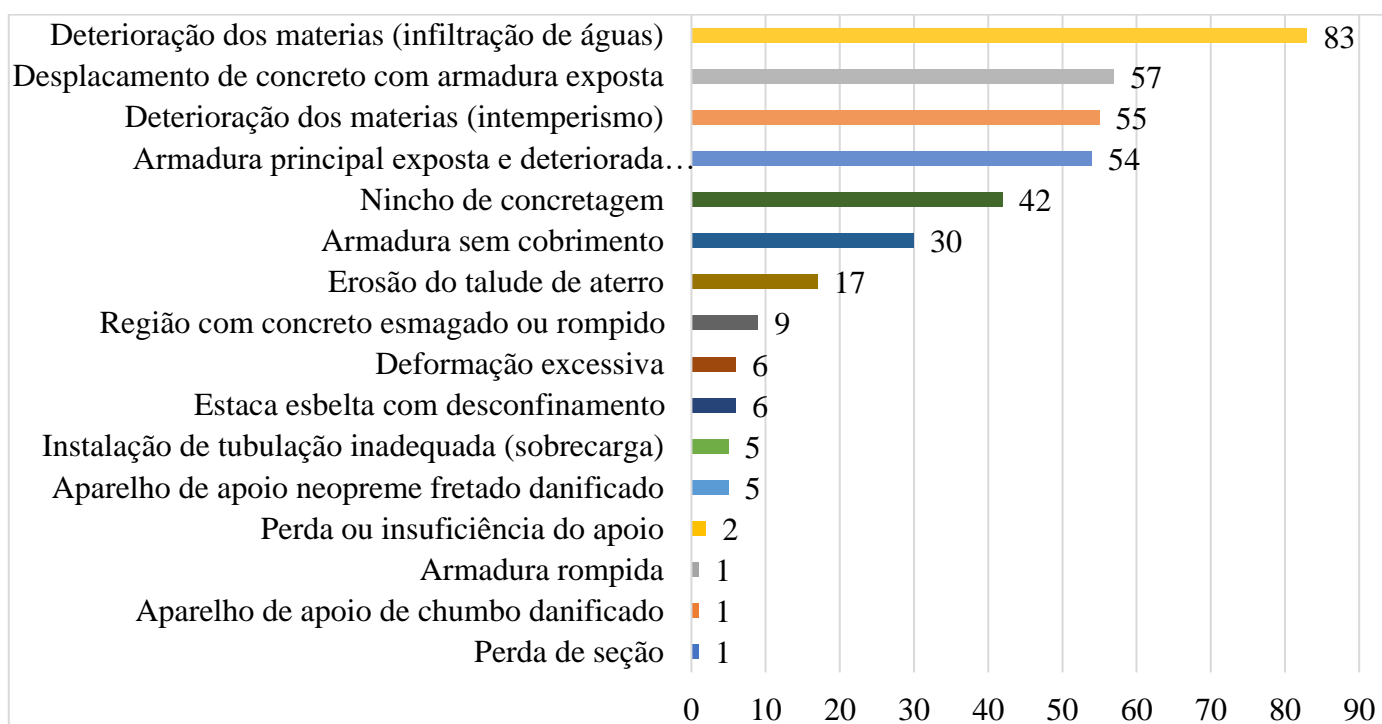


**Figura 5 – Aparelho de apoio danificado (Fonte: SGO, 2019).**

Como exemplo, para a deficiência funcional de junta de dilatação danificada vista na figura 4; uma estratégia de manutenção corretiva seria a recolocação do perfil elástico no preenchimento da junta (DNIT, 2016).

Os elementos funcionais das OEA's possuem vidas úteis inferiores à da estrutura, mas podem se transformar em geradores de patologias que aceleram a deterioração estrutural e a diminuição da vida útil. As 44 pontes em situação de "obra sem problemas importantes" (nota 4) avaliadas pela DNIT 010/2004-PRO possivelmente receberiam notas entre "regular" (nota 3) a "ruim" (nota 2) nos parâmetros funcionais pela NBR 9452: 2016.

A quantidade de OAEs em situação de obra potencialmente problemática à crítica estão representadas na figura 6, bem como os danos que ocorreram nestas.



**Figura 6 – Danos observadas nas OAEs em situação de "obra potencialmente problemática" à "obra crítica".**

Destacam-se na figura 6, os danos da deterioração dos materiais (infiltração de águas) em 83 OAEs e deslocamento de concreto com armadura exposta em 57 pontes. Nas figuras 7 e 8 tem-se exemplos de danos existentes nas OAE's do referido artigo, erosão do talude de aterro e Nincho de concretagem respectivamente.



**Figura 7 – Erosão do talude de aterro (Fonte SGO, 2019).**

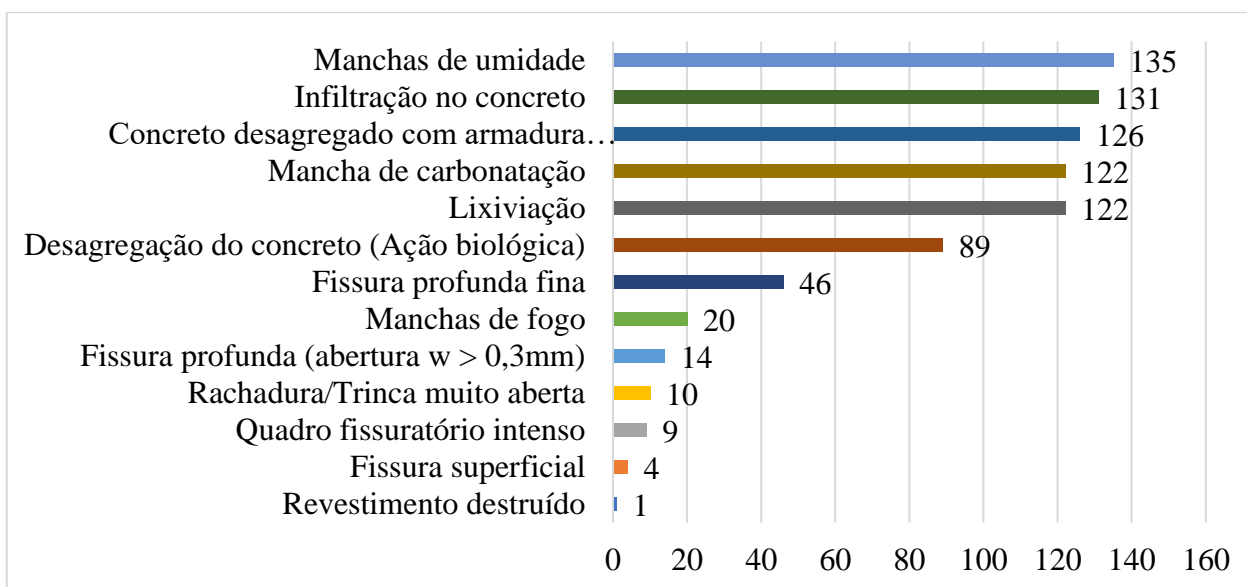


**Figura 8 – Nincho de concretagem (Fonte: SGO, 2019).**



Como exemplo, no dano visto na figura 7, erosão do talude; para a manutenção tem-se a estabilização, neste caso, o revestimento artificial “argamassas de cimento ou bolsas de concreto” (DNIT, 2016).

Na figura 9 estão demonstradas as patologias recorrentes nas pontes avaliadas.



**Figura 9 – Manifestações patológicas observadas nas OAEs em situação de "obra potencialmente problemática" à "obra crítica."**

Na figura 9 percebe-se manchas de umidade, em 135 pontes, infiltração no concreto em 131 OAEs, concreto desagregado com armadura exposta e oxidada em 126 pontes e mancha de carbonatação e lixiviação em 122 OAEs. Nas figuras 10 e 11 podem ser visualizadas manifestações patológicas mencionadas anteriormente.



**Figura 10 – Lixiviação e mancha de carbonatação (Fonte: SGO, 2019).**



**Figura 11 – Fissura, infiltração e Manchas de fogo (Fonte: SGO, 2019).**

Como exemplo de intervenção nas fissuras vistas na figura 11, deve-se aplicar material selante, preferivelmente líquido com base polimérica, e por fim garantir o tempo adequado de secagem (DNIT, 2016).

## CONCLUSÕES

Na avaliação do estado de condição deve-se analisar o comportamento estrutural e funcional da OAE, de forma a verificar se as anomalias afetam ou não componentes vitais desta.



Neste estudo ficou evidente que intervenções são fundamentais, ante as patologias vistas, e que estas devem garantir segurança estrutural e funcional as pontes. Por fim, de modo preliminar, traçou-se o perfil das pontes rodoviárias brasileiras, que, de modo geral, estão sob condições similares e sofrem possivelmente dos mesmos problemas das OAE's da Paraíba. O artigo tem relevância acadêmica, social e para gestão pública, uma vez que é de interesse comum sistemas de gerência que melhor compatibilize inspeção, diagnóstico e manutenção.

## REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NB 6**: Cargas móveis em pontes rodoviárias. Rio de Janeiro, 1960.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7188**: Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas. Rio de Janeiro, 2013.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9452**: Vistorias de Pontes e Viadutos de Concreto. Associação Brasileira de Normas Técnicas. 3. ed. Rio de Janeiro, 2016.
- ASCE - AMERICA SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS. Report Card of America's Infrastructure, <https://www.infrastructurereportcard.org/cat-item/bridges/>. 2017.
- DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE. **PNCT - Plano Nacional de Contagem de Tráfego**. Disponível em: <http://servicos.dnit.gov.br/dadospnct/ContagemContinua>. Acesso em: 27 de jan. 2020
- DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE. **NBR 010/2004 – PRO**: Inspeções em Pontes e Viadutos de Concreto Armado e Protendido – Procedimento. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Rio de Janeiro, 2004.
- DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE. **Minuta do Manual de Manutenção de Obras de Artes Especiais – OAEs**. Brasília. 2016.
- FHWA – FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. Bridge Preservation Guide: Maintaining a State of Good Repair Using Cost Effective Investment Strategies. U.S. Department of transportation. August 2011.
- IVANKOVIĆ, A. M.; Skokandić, D.; Žnidarič, A. e Kreslin, M. Bridge Performance Indicators Based on Traffic Load Monitoring. Structure and Infrastructure Engineering, vol. 15, no. 7, 899–911. 2019.
- KHANZADA, K. M. (2012) State of Bridge Management in Canada. Dissertation. North Dakota State University of Agriculture and Applied Science.
- MASCARANHAS, F. J. R.; CORTEZÃO, A. W. S.; JÚNIOR, A. P. A.; ANDRADE, B. D.; OLIVEIRA, L. S.; VIANA, P. S. Patologias e inspeção de pontes em concreto armado: Estudo de caso da ponte Governador Magalhães Pinto. ENGEVISTA, V. 21, n.2, p.288-302, maio 2019.
- MENDES, P. T. C. Contribuições para um Modelo de Gestão de Pontes de Concreto Aplicado à Rede de Rodovias Brasileiras. Tese- Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 2009.
- MINISTRY OF LAND, INFRASTRUCTURE, TRANSPORTATION, AND TOURISM. White paper on land, infrastructure, transportation, and tourism in Japan. Tokyo. 2013.
- MINISTRY OF LAND, INFRASTRUCTURE AND TRANSPORT. Roadworks Manual, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Sejong, Korea. 2016.
- MOSCOSO, Y. F. M. Modelos de Degradação para Aplicação em Sistemas de Gerenciamento de Obras de Arte Especiais – OAE's. Tese de Doutorado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Distrito Federal. 2017.
- NIETOA, C. C.; SHANB, Y.; LEWIS, P. e HARTELL, J. A. Bridge maintenance prioritization using analytic hierarchy process and fusion tables. Automation in Construction, 99–110. 2019.
- SHELLENBERG, K.; HESS, R.; MÜLLER, R.; HUBER, H. Defining a Bridge Maintenance Strategy –Some Practical Constraints. 19th IABSE Conference. Stockholm. 2016.
- SILVA, C. J. G.; MONTEIRO, E. C. B.; VITÓRIO, J. A. P. “Condições estruturais e funcionais de pontes e viadutos das rodovias federais de Pernambuco”, Revista ALCONPAT, 8 (1), pp. 79 – 93. 2018.
- VERLY, R. C. Avaliação de Metodologias de Inspeção como Instrumento de Priorização de Intervenções em Obras de Arte Especiais. 198p. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil). Universidade de Brasília. 2015.
- TIMERMAN, J. Inspeção de pontes: o estágio atual da normalização. São Paulo. 2015.