

# COMPARAÇÃO DAS NORMAS DE INSPEÇÃO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS VIGENTES NO BRASIL

Eduarda de Queiroz Motta, D. Sc.<sup>1</sup>, Maria Helena Melo Ferrer de Moraes, M.Sc.<sup>2</sup>, Fausto Henriques Martins Gomes Mafra Filho<sup>3</sup>, Giovanni Baier Nunes<sup>4</sup>, Genival Andrade de Oliveira<sup>5</sup>, Thiago Guimarães Tavares<sup>6</sup> e Clayton José Gomes Silva, M.Sc.<sup>7</sup>

<sup>1</sup> DNIT – Ministério da Infraestrutura, SEMAB, Avenida Antônio de Góes 820, Pina, Recife, Brasil. 51.010-000  
email: eduarda.motta@dnit.gov.br

<sup>2</sup> DNIT – Ministério da Infraestrutura, SEPLAN, Avenida Antônio de Góes 820, Pina, Recife, Brasil. 51.010-000

<sup>3</sup> DNIT – Ministério da Infraestrutura, UL Recife, BR-101, S/N - Km 69,8, Curado, Recife, Brasil. 51240-340

<sup>4</sup> DNIT – Ministério da Infraestrutura, UL Recife, BR-101, S/N - Km 69,8, Curado, Recife, Brasil. 51240-340

<sup>5</sup> DNIT – Ministério da Infraestrutura, SECONT, Avenida Antônio de Góes 820, Pina, Recife, Brasil. 51.010-000

<sup>6</sup> DNIT – Ministério da Infraestrutura, SEMAB, Avenida Antônio de Góes 820, Pina, Recife, Brasil. 51.010-000

<sup>7</sup> DNIT – Ministério da Infraestrutura e UFPE - Universidade Federal de Pernambuco, CTG - Departamento de Engenharia Civil, Av. Prof. Moraes Rego, 1235, Cidade Universitária, Recife, Brasil. 50670-901

---

*No Brasil há normatizações para realização de inspeções de pontes e viadutos, a Norma Brasileira – ABNT NBR 9452:2016 e a Norma DNIT 010/2004 – PRO. Apresenta-se uma comparação entre as duas normas, através da qual se observou que Norma da ABNT possibilita um diagnóstico mais abrangente e realista da estrutura, significando assim um avanço, considerando as limitações para a avaliação da segurança de pontes existentes no Brasil, especialmente quando se tem conhecimento da tendência mundial para avaliar as condições estruturais de pontes existentes através da utilização de avançados métodos probabilísticos.*

---

**Palavras-chave:** Inspeção de OAE; Pontes Rodoviárias; Viadutos Rodoviários; Obras de Arte Especiais; Pontes Brasileiras.

## 1 INTRODUÇÃO

O modal rodoviário é hoje o principal sistema logístico no Brasil, seja para transporte de cargas ou de passageiros. No entanto, foi no final década de 1950, época do presidente Juscelino Kubitschek, que se fortaleceu a iniciativa para construção de rodovias, com intenção de integrar o Brasil, facilitando relações comerciais e possibilitando povoamento em áreas mais afastadas. Passados 60 anos, a construção e a ampliação das rodovias brasileiras chegou ao seu auge, acarretando aumento do fluxo de veículos e de cargas.

O efeito da ampliação das rodovias pode ser observado nas pontes e viadutos rodoviários. A idade elevada dessas estruturas, algumas com mais de 50 anos, o aumento das cargas solicitantes desde sua construção e a falta de intervenções sistemáticas de conservação resultaram em um quadro que caracteriza algumas dessas Obras de Arte Especiais como problemáticas, com riscos severos para a operação rodoviária nos segmentos onde estão localizadas.

Observam-se no Brasil diversas Obras de Artes Especiais – OAEs (pontes e viaduto) apresentando manifestações patológicas e danos estruturais, visto que as normas brasileiras mais antigas não previam os carregamentos e tráfego atualmente existente no país. Segundo [1], as primeiras normas brasileiras relacionadas ao cálculo e execução de estruturas de concreto armado abrangiam obras com diferentes geometrias transversais, calculadas para solicitações causadas por diferentes carregamentos e dimensionadas e detalhadas seguindo os critérios utilizados na época da realização de seus projetos, critérios esses não mais aceitos.

Atualmente, existe cadastrado na Base de Dados do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT, versão 2018; de 8.336 OAEs em Rodovias Federais do Brasil, sendo 6.134 sob a administração do DNIT e as demais estão em áreas de Concessão, Estaduais Coincidentes, Convênios Administrativos e Atos Legais (Medidas Provisórias - MPs). Através das últimas inspeções realizadas em 4.742 dessas OAEs rodoviárias, para avaliar o estado da obra se baseando na presença de danos estruturais existentes e de manifestações patológicas na estrutura de concreto, conforme Norma DNIT 010/2004 – PRO [2], indicaram que cerca de 58% das OAEs está em condição boa (com notas 4 e 5), 38% regular (nota 3) e 4% problemática (notas 1 e 2).

A falta de estratégias e políticas públicas voltadas ao monitoramento e à manutenção das estruturas em concreto armado, fato observado por muito tempo no Brasil, levou à redução da vida útil das OAEs. Em alguns casos, elas são recuperadas ou reabilitadas somente ao atingir o Estado Limite Último. Muitas vezes, devido aos custos destas obras serem extremamente elevados, a opção mais viável pode ser a sua demolição.

Diante dessa problemática, constata-se a importância da realização de inspeções para obtenção de informações relativas à estabilidade e à segurança, além de observar problemas ou deficiências nos elementos estruturais nas fases iniciais de deterioração, para que sejam definidas ações e tomadas as medidas necessárias para sanar as não conformidades conferindo assim maior durabilidade à OAE e, por conseguinte, o aumento da sua vida útil. Neste sentido, o DNIT se utiliza de normativo próprio para inspeção em pontes e viadutos de concreto armado e protendido, a Norma DNIT 010/2004 – PRO.

Outro normativo vigente no Brasil para inspeção de OAEs é o da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, a Norma Brasileira - ABNT NBR 9452:2016 [3]. Considerando essa publicação mais recente, foi realizada uma avaliação comparativa dos procedimentos de inspeção, dos principais conceitos e pontos que deverão ser observados no momento da vistoria, abrangidos pela Norma DNIT 010/2004 - PRO e pela Norma ABNT NBR 9452:2016.

## **2 INSPEÇÃO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS**

Inspeção das Obras de Arte Especiais é um conjunto de procedimentos técnicos especializados que abrange a coleta de elementos de projeto e de construção e o exame minucioso da OAE para formulação de um diagnóstico e prognóstico da estrutura. O produto dessa inspeção é o relatório com a avaliação do estado da obra e as recomendações, visando manter ou reestabelecer os requisitos de segurança estrutural, de funcionalidade e de durabilidade. As orientações podem ser de nova vistoria, de obras de manutenção, de obras de recuperação, de reforço ou de reabilitação.

As inspeções de OAEs no Brasil devem ser realizadas de acordo com uma das normas:

- (i) Norma DNIT 010/2004 – PRO - Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido – Procedimento (utilizada em rodovias federais)
- (ii) Norma ABNT NBR 9452:2016 – Inspeções de pontes, viadutos e passarelas de concreto – Procedimento

O primeiro normativo fixa as condições exigíveis na realização de inspeções em pontes, viadutos, pontilhões e bueiros de concreto estrutural (armado ou protendido) utilizados em estradas de rodagem e apresentação dos resultados destas inspeções. Apresenta ainda, o planejamento e o procedimento para a realização das inspeções, fixando os diversos tipos e suas respectivas frequências de realização. A segunda norma especifica os requisitos exigíveis na realização de inspeções em pontes, viadutos e passarelas de concreto e na apresentação dos resultados destas inspeções, classificando a OAE segundo parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade. Apresenta-se a seguir as principais características destas normas.

### **2.1 Norma DNIT 010/2004 - PRO**

As instruções para atribuição de notas de avaliação aos elementos de uma OAE com função estrutural admitem para cada elemento componente da ponte uma nota de avaliação, variável de 1 a 5, a qual refletirá a maior ou a menor gravidade dos problemas existentes no elemento, conforme Quadro 1.

Quadro 1. Instruções para atribuição de notas de avaliação (Norma DNIT 010/2004 – PRO)

| NOTA | DANOS NO ELEMENTO / INSUFICIÊNCIA ESTRUTURAL  | AÇÃO CORRETIVA  | CONDIÇÕES DE ESTABILIDADE | CLASSIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DA PONTE  |
|------|---|---|---------------------------|---|
| 5    | Não há danos nem insuficiência estrutural   | Nada a fazer  | Boa                       | <b>Obra sem problemas</b>   |
| 4    | Há alguns danos, mas não há sinais de que estejam gerando insuficiência estrutural  | Nada a fazer; apenas serviços de manutenção   | Boa                       | <b>Obra sem problemas importantes</b>   |
| 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, neste caso, colocar-se o problema em observação sistemática | Boa aparentemente         | <b>Obra potencialmente problemática</b><br>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 ainda, aparentemente, um risco tangível de colapso estrutural                    | A recuperação (geralmente com reforço estrutural) da obra deve ser feita no curto prazo.                                  | Sofrível                  | <b>Obra problemática</b><br>Postergar demais a recuperação da obra pode levá-la a um estado crítico, implicando também sério comprometimento da vida útil da estrutura. Inspeções intermediárias são recomendáveis para monitorar os problemas.   |
| 1    | Há danos gerando grave insuficiência estrutural na ponte; o elemento em questão encontra-se em estado crítico, havendo um risco tangível de colapso estrutural. | A recuperação (geralmente com reforço estrutural) – ou em alguns casos, substituição da obra – deve ser feita sem tardar  | Precária                  | <b>Obra crítica</b><br>Em alguns casos, pode configurar uma situação de emergência, podendo a recuperação da obra ser acompanhada de medidas preventivas especiais, tais como: restrição de carga na ponte, interdição total ou parcial ao tráfego, escoramentos provisórios, instrumentação com leituras contínuas de deslocamentos e deformações etc. |

A Inspeção deve incluir, mas não, necessariamente, ficar limitada às observações da geometria e condições viárias; dos acessos; cursos d'água; encontros e fundações; dos apoios intermediários; aparelhos de apoio; da superestrutura, seja em vigas e em laje maciça ou em caixão; da pista de rolamento; das juntas de dilatação; barreiras e guarda-corpos; da sinalização e instalações de utilidade pública.

O documento fotográfico deve ser abrangente e completo; devendo-se registrar as vistas superior, inferior, laterais e detalhes de apoios, articulações, juntas etc. Os defeitos eventualmente encontrados em qualquer elemento estrutural devem ser cuidadosamente examinados e registrados para permitir avaliar suas causas. Orienta-se para efetuar a limpeza de determinadas áreas da ponte, para verificar se há trincas, corrosões ou outros defeitos encobertos. Havendo possibilidade, a OAE deve ser observada durante a passagem de cargas pesadas, para verificar se há vibrações ou deformações excessivas.

As Inspeções Cadastral e Rotineira poderão dar origem a três tipos de providências: (1) Observação de defeitos toleráveis, dando origem a trabalhos de manutenção, dentre estas ocorrências podem ser citadas: a) falhas locais, de fácil correção; b) limpeza e drenagem; c) correção em aparelhos de apoio; d) reparos na pista de rolamento sem acréscimo de espessura da mesa; e) reparos em barreiras e guarda-corpos; (2) Observação de defeitos que podem afetar o desempenho das pontes, defeitos graves ou críticos, caracterizando a necessidade da realização de uma Inspeção Especial; (3) Observação de defeitos toleráveis, que não reduzem substancialmente o desempenho da obra, mas cuja velocidade de evolução não foi avaliada, podendo caracterizar a necessidade de uma Inspeção Intermediária.

O normativo do DNIT classifica as inspeções cinco tipos:

- (i) Cadastral: primeira inspeção que se realiza em uma ponte, logo após sua construção. Sempre que houver modificações na configuração estrutural da OAE, deve se realizar nova Inspeção Cadastral.
- (ii) Rotineira: são periódicas, realizadas a cada dois anos, nessas inspeções deve ser verificada visualmente a evolução de falhas detectadas em inspeção anterior, bem como anotados novos defeitos e ocorrências.
- (iii) Intermediária: recomendada para monitorar uma deficiência suspeitada ou já detectada, tal como um pequeno recalque de fundação, uma erosão incipiente, um encontro parcialmente descalçado, o estado de um determinado elemento estrutural etc.
- (iv) Especial: inspeções visuais pormenorizadas, realizadas em intervalos não superiores a cinco anos. São necessárias quando a Inspeção Cadastral ou Rotineira revelar defeitos graves ou críticos na estrutura da obra, ou em pontes que se distinguem por seu vulto ou complexidade, ou ainda em ocasiões especiais, como antes e durante a passagem de cargas excepcionais.
- (v) Extraordinária: inspeção não programada, solicitada para avaliar um dano estrutural excepcional, causado pelo homem ou pela natureza.

## **2.2 Norma ABNT NBR 9452:2016**

A Norma ABNT NBR 9452:2016 apresenta um roteiro básico e fichas específicas para a inspeção cadastral, rotineira e especial, além de orientar a classificação das notas segundo sua relevância no sistema estrutural e especificar notas para cada condição verificada na inspeção para os parâmetros estruturais, funcionais e de durabilidade. Este normativo apresenta ainda um roteiro para inspeção subaquática para detalhamento dos elementos submersos da OAE que deve ser considerada como parte integrante das inspeções especiais, quando realizadas em intervalos regulares; ou das inspeções extraordinárias, quando realizadas em situações excepcionais decorrentes de alterações ambientais ou acidentes.

O registro fotográfico de caracterização da estrutura deve ser constituído pelo menos por uma vista geral, pelas vistas superior, lateral e inferior do tabuleiro, dos elementos da mesoestrutura e da infraestrutura, quando aparentes, e os detalhes julgados necessários. As fotos devem permitir a visualização da situação, aspecto geral e esquema estrutural. Deve conter também o registro das anomalias detectadas que comprometam as condições estruturais, funcionais e de durabilidade da obra. As fotos da obra devem ser datadas.

Esse normativo classifica a OAE segundo os parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade e a gravidade dos problemas detectados, respeitando as Normas Brasileiras aplicáveis em cada caso. Os parâmetros estruturais são aqueles relacionados à segurança estrutural da OAE, ou seja, referentes à sua estabilidade e capacidade portante, sob o critério de seus estados limites último e de utilização.

Os parâmetros funcionais são os aspectos da OAE relacionados diretamente aos fins a que ela se destina, devendo, para tanto, possuir requisitos geométricos adequados, como: visibilidade, gabaritos verticais e horizontais. Deve proporcionar também conforto e segurança a seus usuários, apresentando, por exemplo, guarda-corpos íntegros, ausência de depressões e/ou buracos na pista de rolamento e sinalização adequada.

Finalmente, os parâmetros de durabilidade são aqueles relacionados diretamente à sua vida útil, ou seja, com o tempo estimado em que a estrutura deve cumprir suas funções em serviço. Deste modo, estes parâmetros vinculam-se à resistência da estrutura contra ataques de agentes ambientais agressivos. Exemplificam-se como anomalias associadas à durabilidade, ausência de cobrimento de armadura, corrosão, fissuração que permite infiltrações, erosões nos taludes de encontros, entre outras. A relevância dos problemas de durabilidade deve ser avaliada em conjunto com a agressividade do meio em que se situam, com objetivo de inferir na velocidade de deterioração a eles associados.

O critério para atribuição de notas de classificação da OAE consiste da atribuição de avaliação de sua condição, que pode ser excelente, boa, regular, ruim ou crítica, associando notas aos parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade. Essas notas de avaliação devem variar de 1 a 5, refletindo a maior ou menor gravidade dos problemas detectados, conforme Quadro 2.

Quadro 2. Classificação da condição de OAE por parâmetro (Norma ABNT NBR 9452:2016)

| NOTA | CONDIÇÃO  | CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL  | CARACTERIZAÇÃO FUNCIONAL   | CARACTERIZAÇÃO DE DURABILIDADE  |
|------|-----------|--|--|---|
| 5    | Excelente | A estrutura apresenta-se em condições satisfatórias, apresentando defeitos irrelevantes e isolados   | A OAE apresenta segurança e conforto aos usuários  | A OAE apresenta-se em perfeitas condições, devendo ser prevista manutenção de rotina  |
| 4    | Boa       | A estrutura apresenta danos pequenos e em áreas, sem comprometer a segurança estrutural  | A OAE apresenta pequenos danos que não chegam a causar desconforto ou insegurança ao usuário                                 | A OAE apresenta pequenas e poucas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de baixa agressividade ambiental  |
| 3    | Regular   | Há danos que podem vir a gerar alguma deficiência estrutural, mas não há sinais de comprometimento da estabilidade da obra. Recomenda-se acompanhamento dos problemas. Intervenções podem ser necessárias a médio prazo  | A OAE apresenta desconforto ao usuário, com defeitos que requerem ações de médio prazo                                       | A OAE apresenta pequenas e poucas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de moderada a alta agressividade ambiental ou a OAE apresenta moderadas a muitas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de baixa agressividade ambiental |
| 2    | Ruim      | Há danos que comprometem a segurança estrutural da OAE, sem risco iminente. Sua evolução pode levar ao colapso estrutural. A OAE necessita de intervenções significativas a curto prazo  | OAE com funcionalidade visivelmente comprometida, com riscos de segurança ao usuário, requerendo intervenções de curto prazo | A OAE apresenta anomalias moderadas a abundantes, que comprometam sua vida útil, em região de alta agressividade ambiental  |
| 1    | Crítica   | Há danos que geram grave insuficiência estrutural na OAE. Há elementos estruturais em estado crítico, com risco tangível de colapso estrutural. A OAE necessita intervenção imediata, podendo ser necessária restrição de carga, interdição total ou parcial ao tráfego, escoramento provisório e associada instrumentação, ou não | A OAE não apresenta condições funcionais de utilização   | A OAE encontra-se em elevado grau de deterioração, apontando problema já de risco estrutural e/ou funcional   |

A Norma Brasileira classifica as inspeções em 04 (quatro) tipos:

- (i) Cadastral: primeira inspeção realizada na obra, devendo ser efetuada após sua conclusão, instalação ou assim que se integra a um sistema de monitoramento e acompanhamento viário. Deve também ser realizada quando houver alterações na configuração da obra.
- (ii) Rotineira: inspeção de acompanhamento periódico, visual, com ou sem a utilização de equipamentos e/ou recursos especiais para análise ou acesso, realizado em prazo não superior a um ano. Na inspeção rotineira deve ser verificada a evolução de anomalias já observadas em inspeções anteriores, bem como novas ocorrências, reparos e/ou recuperações efetuadas no período.
- (iii) Especial: A inspeção especial deve ter uma periodicidade de cinco anos, devendo ser pormenorizada e contemplar mapeamento gráfico e quantitativo das anomalias de todos os

elementos aparentes e/ou acessíveis da OAE, inclusive inspeção subaquática, com o intuito de formular o diagnóstico e prognóstico da estrutura. Pode ser necessária a utilização de equipamentos especiais para acesso a todos os componentes da estrutura, lateralmente e sob a obra e, se for o caso, internamente, no caso de estruturas celulares.

- (iv) Extraordinária: gerada por uma demanda não programada, como necessidade de avaliar com mais critério um elemento ou parte da OAE, ocorrência de impacto de veículo, trem ou embarcação na obra, ou ocorrência de eventos da natureza, como inundação, vendaval, sismo e outros. Deve contemplar inspeção subaquática quando a demanda for decorrente de alterações ambientais ou acidentes.

### 3 AVALIAÇÃO DE RESULTADOS DE INSPEÇÕES PELAS DUAS NORMAS

As informações do presente estudo foram obtidas por meio das fichas das inspeções executadas em OAEs do Estado de Pernambuco - Brasil, tendo em vista a celebração pelo DNIT/PE, em 2017, de contratos para elaboração de anteprojetos para recuperação, reforço e reabilitação de 277 pontes e viadutos rodoviários. Esses dados possibilitaram a realização da análise comparativa entre resultados obtidos pelas Normas DNIT 010/2004-PRO e ABNT NBR 9452:2016. Assim, são apresentadas representativamente as análises de três OAEs, uma delas situada na rodovia BR-407/PE e as demais na BR-101/PE. Nessas análises são indicadas as manifestações patológicas, as deficiências estruturais e a nota da classificação da estrutura para sua condição de estabilidade.

#### 3.1 Viaduto dos Barraqueiros (BR-407/PE - km 128,500)

A estrutura, dimensionada para o trem-tipo classe 360 kN, foi executada em um tabuleiro tipo caixão celular em concreto armado moldado no local. Contém 137,40 m de extensão e largura variável entre 7,50 a 12,85 m. É composta por 5 vãos, tendo o maior deles a extensão de 27,00 para transposição da rodovia. A Figura 1 apresenta: (a) a vista superior do viaduto estudado; (b) a sua vista lateral, os trechos em rampa e o detalhe do pilar e da laje do trecho central; (c) e (d) exibem as algumas das anomalias e dos danos encontrados no viaduto.



**Fig.1. (a) Vista superior do Viaduto dos Barraqueiros; (b) vista lateral, os trechos em rampa e o detalhe do pilar e da laje do trecho central; (c) junta de encontro recoberta por capa asfáltica com sinal de ruptura e (d) concreto desagregado com armadura exposta e estribos rompidos.**

No Viaduto dos Barraqueiros, situado na BR-407/PE km128,500, foram identificadas as seguintes deficiências: a) Concreto desagregado com armadura exposta, corroída e com estribos rompidos nos apoios; b) Fissura com abertura de 0,4mm no pavimento flexível, sem grande incidência; c) Concreto segregado com armadura exposta e corroída na cortina; e d) Ruptura e crescimento de vegetação no dispositivo de drenagem em um dos encontros e juntas danificadas apresentando aspecto de ruptura. Em virtude da grande incidência de corrosão de armaduras e da deterioração elevada do concreto foi atribuída Nota 1 a essa estrutura pela Norma DNIT 010/2004-PRO.

### 3.2 Ponte sobre o Rio Barro Branco-LD (BR-101/PE – km 50,260)

A estrutura em questão também foi dimensionada para o trem-tipo classe 360 kN, tendo sido construída em concreto armado. Possui 18,00 m de extensão, largura de 11,00 m e altura máxima de pilar de 2,55 m. A altura das longarinas no apoio e no meio do vão é de 1,20 m. Os aparelhos de apoio são do tipo Neoprene (elastômero fretado). A Figura 2 destaca o esquema longitudinal da OAE. A Figura 3 apresenta: (a) a vista superior da ponte estudada; (b); (c) e (d) exemplificam as algumas das deficiências observadas na estrutura analisada.

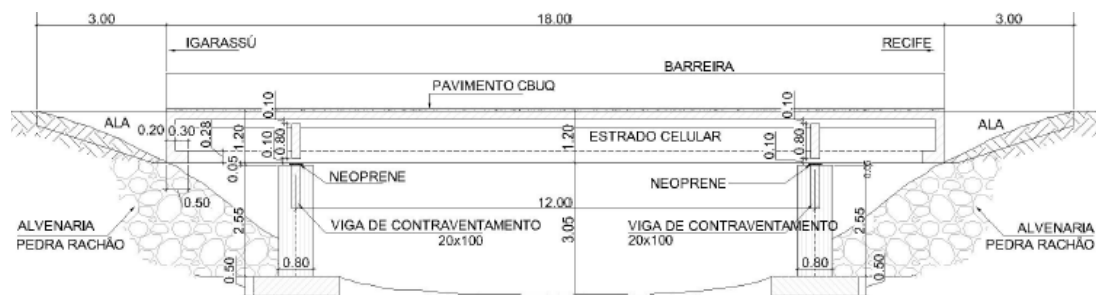


Fig.2. Esquema longitudinal da Ponte sobre o Rio Barro Branco



Fig.3. (a) Vista superior da Ponte sobre o Rio Barro Branco; (b) Exposição e oxidação de armaduras com desprendimentos de concreto na face lateral da extremidade da cortina; (c) exposição de armaduras transversais com deslocamentos de concreto, agravado pela deficiência de cobertura na face do pilar e (d) erosão de pedras no revestimento do talude, cuja evolução poderá carrear o material de aterro na ligação com o pavimento e causar danos na cabeceira da obra.

Na Ponte sobre o Rio Barro Branco BR-101/PE LD km 50,260 foi observada a existência de armadura exposta, concreto desagregado, pouco cobrimento e manchas de infiltração na laje em balanço (Superestrutura). Já a mesoestrutura apresentou danos a determinado trecho de pilar, exibindo alto grau de concreto desagregado e cobrimento inadequado, bem como corrosão de armaduras acentuadas. Tendo em vista ao exposto, foi atribuída Nota 3 à OAE analisada pela Norma DNIT 010/2004-PRO.

### 3.3 Ponte situada na BR-101/PE LE – km 58,620

A ponte situada no km 58,620 (LE) da BR-101/PE foi projetada para o trem-tipo classe 360 kN, tendo sido construída em concreto armado moldado no local. A estrutura apresenta 18,92 m de extensão, largura de 9,45 m e altura máxima de pilar de 1,46 m. A altura das longarinas no apoio e no meio do vão é de 1,18 m. Os aparelhos de apoio são do tipo Neoprene (elastomérico frettado). A Figura 4 apresenta: (a) a vista superior da ponte estudada; (b) a vista lateral da OAE; (c) e (d) alguns problemas estruturais verificados.



**Fig.4. (a) Vista superior da Ponte BR-101/PE (LE) – km 58,620; (b) vista lateral; (c) exposição de armaduras devido ao processo corrosivo, com perdas de seção na face frontal da travessa e do pilar com deslocamentos do cobrimento e (d) deslocamento de parte do muro de contenção em alvenaria de pedras argamassadas sob a cortina.**

No que concerne à Ponte localizada na rodovia BR-101/PE km 58,620 LE, foram identificados problemas relacionados à superestrutura: a) A laje em balanço contém marcas de infiltração, concreto desagregado e cobrimento insuficiente; b) A laje central e o trecho da laje em balanço apresentam corrosão de armaduras com severa exposição; c) A face inferior do vigamento principal possui também armadura exposta. A mesoestrutura contém as deficiências com alto nível de deterioração, tais como, aparelhos de apoio danificados, pilares e travessas (degradação do topo) possuindo armadura exposta, concreto com aspecto ruim e desagregado, além de insuficiência em seu cobrimento e deslocamento de parte do muro de contenção da cortina. Essa estrutura apresenta condição de estabilidade sofrível, fato que implicou na atribuição da Nota 2 pela Norma DNIT 010/2004-PRO.



### 3.4 Avaliação das condições de estabilidade das OAEs pela Norma Dnit 010/2004 - PRO

A fim de constatar o grau de degradação das OAEs, foram seguidas as orientações contidas na Norma DNIT 010/2004-PRO, a qual permitiu identificar, através de inspeção visual, as anomalias e deficiências proeminentes nas estruturas analisadas. Desse modo, foi atribuída uma nota para as OAEs, relativa aos danos e à insuficiência estrutural observados nos seus elementos, conforme Quadro 1 anteriormente apresentado. O Quadro 3 exibe uma síntese das notas que foram atribuídas a cada OAE e a respectiva condição de estabilidade.

Quadro 3 - Notas atribuídas às OAEs analisadas - NORMA DNIT 010/2004-PRO

| RODOVIA   | OAE   | TREM TIPO | NOTA ATRIBUÍDA |   |   |   |   | CONDIÇÃO DE ESTABILIDADE         |
|-----------|---|-----------|----------------|---|---|---|---|----------------------------------|
|           |   |           | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 |                                  |
| BR-407/PE | Viaduto dos Barraqueiros (km 128,500)         | 360 kN    | X              |   |   |   |   | Obra crítica                     |
| BR-101/PE | Ponte sobre o Rio Barro Branco LD (km 50,260) | 360 kN    |                |   | X |   |   | Obra potencialmente problemática |
|           | Ponte LE (km 58,620)                          | 360 kN    |                | X |   |   |   | Obra problemática                |

### 3.5 Avaliação das condições de estabilidade das OAEs pela Norma ABNT NBR 9452:2016

As informações obtidas nas inspeções das OAEs foram utilizadas na análise pela Norma ABNT NBR 9452:2016, a qual abrange os parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade inseridos. O Quadro 4 apresenta o resultado da análise das OAEs de acordo com os aludidos parâmetros e a incidência de problemas patológicas e deficiências estruturais identificadas.

Quadro 4 –Classificação da condição das OAEs por parâmetro - ABNT NBR 9452:2016

| VIADUTO DOS BARRAQUEIROS BR-407/PE (km 128,500)           |                |               |                |                          |          |       |            |
|---|----------------|---------------|----------------|--------------------------|----------|-------|------------|
| Parâmetro   | Superestrutura | Mesoestrutura | Infraestrutura | Elementos complementares |          | Pista | Nota Final |
|   |                |               |                | Estrutura                | Encontro |       |            |
| Estrutural  | 4,0            | 1,0           | 5,0            | -                        | -        | 3,0   | 1,0        |
| Funcional   | 3,0            | NA            | NA             | -                        | -        | 3,0   | 3,0        |
| Durabilidade  | 4,0            | 3,0           | 5,0            | -                        | -        | 3,0   | 3,0        |
| PONTE SOBRE O RIO BARRO BRANCO (LD) BR-101/PE (km 56,260) |                |               |                |                          |          |       |            |
| Parâmetro   | Superestrutura | Mesoestrutura | Infraestrutura | Elementos complementares |          | Pista | Nota Final |
|   |                |               |                | Estrutura                | Encontro |       |            |
| Estrutural  | 3,0            | 3,0           | 4,0            | -                        | -        | 5,0   | 4,0        |
| Funcional   | 4,0            | NA            | NA             | -                        | -        | 3,0   | 4,0        |
| Durabilidade  | 3,0            | 3,0           | 4,0            | -                        | -        | 4,0   | 3,0        |
| PONTE NA BR-101/PE (LE) (km 58,620)                       |                |               |                |                          |          |       |            |
| Parâmetro   | Superestrutura | Mesoestrutura | Infraestrutura | Elementos complementares |          | Pista | Nota Final |
|   |                |               |                | Estrutura                | Encontro |       |            |
| Estrutural  | 2,0            | 2,0           | 3,0            | -                        | -        | 5,0   | 2,0        |
| Funcional   | 4,0            | NA            | NA             | -                        | -        | 4,0   | 4,0        |
| Durabilidade  | 2,0            | 2,0           | 3,0            | -                        | -        | 5,0   | 2,0        |

## 4 CONCLUSÕES

A comparação das Normas para inspeção de OAEs DNIT 010/2004 – PRO e ABNT NBR 9452:2016 permitiu verificar que ambas se fundamentam na atribuição de uma nota para classificação da estrutura indicando sua condição de estabilidade. A Norma do DNIT contempla conceitos, tipos de inspeções, a exigência necessária para qualificação dos inspetores e a frequência mínima das vistorias. Verificou-se que os critérios existentes na Norma do DNIT foram melhorados e inseridos na última revisão da Norma da ABNT. Este fato proporcionou às inspeções das OAEs uma maior variação nos preceitos de avaliação, devido à inserção dos parâmetros estruturais, funcionais e de durabilidade. Assim, foi observado que tais parâmetros refinaram os critérios de classificação existentes na Norma do DNIT.

Com relação à verificação das condições de estabilidade, observou-se que o desmembramento em parâmetros executado pela Norma da ABNT permitiu um indicativo estrutural mais abrangente. Tal situação pode ser observada, por exemplo, na análise das Pontes sobre o Rio Barro Branco (LD) BR-101/PE (km 50,260) e BR-101/PE (LE) (km 58,620) as quais foram restritivamente qualificadas no que diz respeito aos parâmetros estrutural e de durabilidade, mas possuem uma melhor avaliação no requisito da funcionalidade. Considerando a avaliação estrutural do Viaduto dos Barraqueiros BR-407/PE, devido à severa corrosão de armaduras com rompimento de estribos na base de um dos pilares, foi atribuída Nota 1 (obra crítica), sendo necessária uma intervenção imediata para restituir a sua condição de estabilidade.

Ambos os normativos proporcionaram uma boa identificação das deficiências estruturais e das anomalias, não tendo sido observadas diferenças consideráveis na análise das OAEs do presente estudo. No entanto, a avaliação das OAEs pela Norma da ABNT possibilitou um diagnóstico mais abrangente e realista das principais manifestações patológicas sem que ocorressem diferenças significativas no que se refere à observação dos danos e de outras anomalias existentes na amostra utilizada na pesquisa, significando assim um avanço, considerando as limitações para a avaliação da segurança de pontes existentes no Brasil, especialmente quando se tem conhecimento da tendência mundial para avaliar as condições estruturais de pontes existentes através da utilização de avançados métodos probabilísticos.

## 5 AGRADECIMENTOS

Ao DNIT, pelo fornecimento dos dados utilizados para realização desse trabalho.

## 6 REFERÊNCIAS

1. A. C. V. P. Giovannetti, *Avaliação do Estado de Conservação de Pontes: Estudo de Caso*, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – UFSC, 130p., Florianópolis, 2014.
2. IPR, *NORMA DNIT 010/2004 – PRO: Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido – Procedimento*. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 18p., Rio de Janeiro, 2004.
3. ABNT, *NBR 9452: Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto - Procedimento*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 48p., Rio de Janeiro, 2016.