



Análise dos danos estruturais da Ponte sobre o Rio Desterro localizada na BR-101/PE

Analysis of the structural damages of the Desterro River's Bridge located at BR-101 / PE

Clayton GOMES¹, Eudes ROCHA², Afonso VITÓRIO³

¹Doutorando em Engenharia Civil - UFPE, Pernambuco, Brasil, claytonjgsilva@gmail.com

²Mestre em Engenharia Civil - UPE, Pernambuco, Brasil, eu_des@hotmail.com

³Prof. Dr. Convidado da UPE, Pernambuco, Brasil, afonsovitorio@gmail.com

Resumo A deterioração e os danos estruturais têm sido os principais causadores de degradação das Obras de Artes Especiais, particularmente no que tange aos viadutos e às pontes das rodovias brasileiras. Tais manifestações patológicas, associadas à ausência de planejamento ou de manutenções preventivas, além de elevar os custos das respectivas recuperações, podem causar nessas obras o Estado Limite de Serviço (quando a funcionalidade é comprometida) e até o Estado Limite Útil (quando é posta em risco a estabilidade estrutural). Diante do exposto, este trabalho analisou os danos estruturais e as manifestações patológicas da Ponte sobre o Rio Desterro na BR-101/PE. Para orientar a inspeção, foi utilizado o banco de dados do DNIT (SGO), tendo sido adotado os critérios da norma DNIT 010/2004 – PRO. Os resultados obtidos possibilitaram identificar o atual estado da estrutura analisada, bem como contribuir para alertar sobre a importância da realização de manutenções preventivas periódicas, no intuito de evitar o precoce aparecimento de deficiências estruturais e anomalias, além de proporcionar uma maior vida útil e durabilidade à ponte objeto deste estudo e às Obras de Arte Especiais da malha rodoviária brasileira.

Palavras-chave: Danos estruturais. Manifestações Patológicas. Inspeção. Pontes e Viadutos. Manutenção.

Abstract: The deterioration and structural damages have been the main cause of degradation of the special engineering structures (SES), particularly with regard to viaducts and bridges of Brazilian highways. The aforementioned problems associated with the absence of planning or preventive maintenance, as well as raising the costs of the respective recoveries, can promote to these constructions the attainment of the State Service Limit (when the functionality is compromised) and even the State Limit Useful (when the structural stability is adversely affected). In this context, this study analyzed the structural damages and pathological manifestations of the Desterro River's Bridge in BR-101 / PE. To guide the inspection, the DNIT database (SGO) was used, and the standard DNIT 010/2004 – PRO were also adopted. The results obtained allowed to identify the current state of the analyzed structure, as well as contribute to alert the importance of periodic preventive maintenance, in order to avoid the early appearance of structural deficiencies and anomalies, besides providing a longer life and durability to the object of this study and others special engineering structures of the Brazilian's road.



Keywords: Structural damage. Pathological manifestations. Inspection. Bridges and viaducts. Maintenance.

1 Introdução

O surgimento das primeiras pontes primitivas aconteceu por meio do tombamento de pequenos troncos de árvores sobre riachos ou depressões para permitir a transposição de tais obstáculos. O uso de travessias com o emprego de cipós inspirou o sistema estrutural das pontes pênséis (MEYER, 2011). Com o emprego de pontes rústicas (pedras) na Mesopotâmia, Egito, Pérsia e na Grécia, iniciou-se o desenvolvimento de melhores técnicas de construção. Após esse período, houve um destaque por parte dos romanos em relação às construções de pontes em arco.

Com a chegada da Revolução Industrial, foi possível utilizar o aço para construção de pontes de vãos grandes, particularmente no que diz respeito às denominadas pênsil. As tipologias de pontes caixão, mistas e estaiadas deram sequência a esse desenvolvimento, sendo as pontes de concreto armado e protendido as mais utilizadas no Brasil e mundialmente até os dias atuais.

Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT existem cerca de 6.000 pontes e viadutos cadastrados na malha rodoviária federal brasileira, sendo aproximadamente 600 localizadas nas rodovias federais do Estado de Pernambuco. A maioria dessas Obras de Arte Especiais FORAM concebidas na década de 70, cujo período se destacou pelo grande investimento financeiro e pelo elevado fluxo de veículos (Cunha, 2011). Porém, a ausência de estratégias públicas voltadas para sua manutenção, além da não observação do microclima onde estão inseridas, causou o desenvolvimento de manifestações patológicas e o aparecimento de danos estruturais a essas estruturas, trazendo como consequência a gradativa e excessiva deterioração das mesmas.

Baseado no exposto, a pesquisa verificou as condições estruturais da ponte sobre o Rio Desterro, localizada na rodovia federal na BR-101/PE, retratando ainda tópicos relativos à conservação e à estabilidade desta estrutura.

2 Conceitos relacionados ao Estudo

2.1 Patologia das estruturas e danos estruturais

Segundo Helene (1992), “Patologia pode ser entendida como a parte da Engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as causas e as origens dos defeitos das construções civis”. Os aspectos mencionados anteriormente se destacam por permitir o diagnóstico de qualquer estrutura. Além disso, é salutar identificar a decorrência dos problemas, também chamado de prognóstico. Em linhas gerais, retrata o que poderá acontecer à estrutura caso não se adotem as medidas preventivas.

Segundo Verly (2015), “Grande parte dos problemas patológicos se refletem em manifestações externas, ou sintomas, que permitem fazer julgamentos acerca das demais partes do diagnóstico do problema”. As denominações mais utilizadas para os sintomas são: danos, defeitos, lesões ou manifestações patológicas (HELENE, 1992).

Diversos são os tipos de manifestações patológicas. No presente estudo, serão abordadas aquelas mais presentes na estrutura analisada, tais como, corrosão de armaduras, eflorescências, deslocamento do concreto do cobrimento, fissuras, dentre outras.

2.2 Durabilidade, vida útil e desempenho

Normalmente, as referidas terminologias são utilizadas de maneira equivocada por possuírem conceitos similares. Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014), a durabilidade pode ser conceituada como “a capacidade da estrutura de resistir às influências previstas e definidas em conjunto pelo



autor do projeto estrutural e pelo contratante, no início dos trabalhos da elaboração do projeto”. Diferentemente da durabilidade, o período de vida útil “é o tempo durante o qual uma estrutura tem um comportamento satisfatório sob o ponto de vista da segurança, funcionalidade e economia” (APPLETON, 2013, p. 215).

No que diz respeito ao desempenho, Medeiros, Andrade e Helene (2011) mencionam que existem diversos níveis mínimos.

Sendo assim, percebe-se que há uma correlação entre os 3 conceitos, conforme exemplificado por Silva (2016) na Figura 1, adaptada de Andrade e Silva (2005).



Figura 1- Correlação entre Durabilidade, Vida útil e Desempenho

3 Estudo de caso

3.1 Metodologia

O Estudo de Caso contemplou a Ponte sobre o Rio Desterro, localizada na BR-101/PE, km 47,7, com base em algumas das informações obtidas do banco de dados do Sistema de Gerenciamento de Obras de Arte Especiais (SGO) do DNIT, e de vistoria rotineira na realizada na estrutura analisada.

Como elemento norteador, foi utilizada a metodologia da Norma DNIT 010/2004 – PRO, a qual conceitua a condição de estabilidade, através da atribuição de uma nota que pode variar de 1 (obra crítica) a 5 (obra sem problemas). Dessa forma, foi possível identificar e diagnosticar os problemas patológicos e os danos estruturais de maior incidência na ponte estudada.

3.2 Descrição da estrutura analisada

Trata-se de obra de arte especial com superestrutura em concreto armado. O tabuleiro tem de 8,4 m de largura útil entre barreiras tipo Jersey e 9 m de extensão, apoiado sobre encontros de alvenaria de pedra argamassada.

O sistema estrutural do tabuleiro é composto por três longarinas, de altura constante, intertravadas por transversinas. A laje tem dois balanços laterais de aproximadamente 1,15m.



As Figuras 2 a 4 exibem, respectivamente, a vista superior, seção transversal e longitudinal da Ponte sobre o Rio Desterro, respectivamente.



Figura 2- Vista Superior

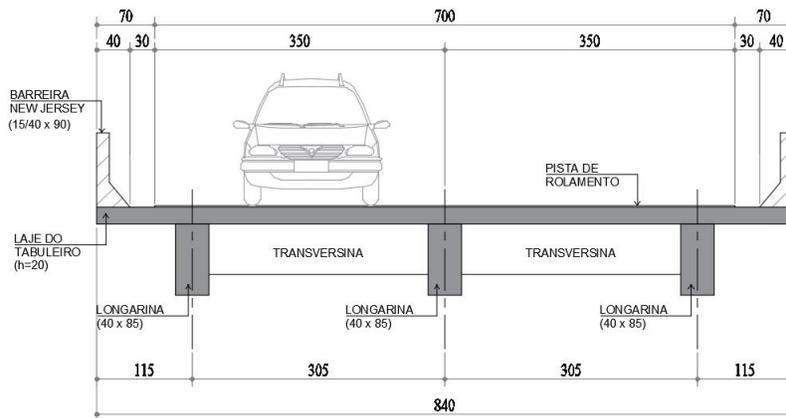


Figura 3 – Croqui da seção transversal da ponte (medidas em centímetros)

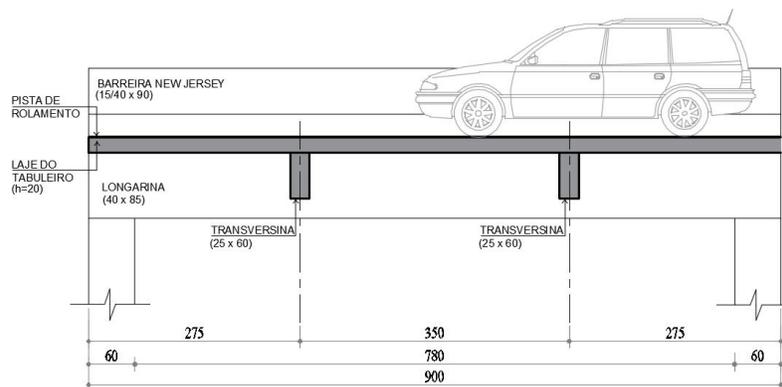


Figura 4- Croqui da seção longitudinal da ponte (medidas em centímetros)

3.2.1 Mapa de Localização

A Figura 5 apresenta a localização da ponte onde se percebe que a OAE se encontra próxima ao Oceano Atlântico. A obra em estudo cruza o Rio Desterro que segundo Paiva (2014) é um rio com alto nível de poluição, recebendo esgotos sanitários, rejeitos industriais e resíduos sólidos descartados pelas comunidades ribeirinhas que contribuem para alteração do curso natural do rio. Muito embora a estrutura em estudo não sofra a ação da névoa salina, por estar a uma distância considerável do oceano, pode-se classificar o ambiente ao qual a estrutura está submetida como uma zona de agressividade ambiental muito forte (nível IV), uma vez que as estruturas estão sujeitas a respingos de maré e grande poluição do rio.



Figura 5- Localização da Ponte sobre o Rio Desterro

3.3 Manifestações patológicas e danos estruturais identificados na ponte estudada

Os principais danos estruturais e manifestações patológicas identificadas na ponte estudada estão ilustrados nas Figuras 6 a 13.



Figura 6 – Acentuada corrosão de armaduras e redução de seção na longarina de bordo, apresentando inclusive estribos rompidos



Figura 7 – Corrosão na armadura principal na longarina de bordo



Figura 8 – Corrosão de armaduras acelerada pelo cobrimento insuficiente em longarina de bordo



Figura 9 – Transversina apresentando corrosão de armaduras nas faces lateral e inferior



Figura 10 – Trinca existente em uma das alas da ponte



Figura 11 – Presença de eflorescência em transversina da ponte



Figura 12 - Ninhos (falhas) de concretagem em balanço da ponte, ocasionando corrosão de armaduras



Figura 13 – Bolor e umidade em balanço da ponte

4 Comentários finais

A degradação das Obras de Arte Especiais brasileiras se faz presente não somente nas rodovias federais, mas também em níveis estaduais e municipais. Sabe-se que o ambiente agressivo, a carência de políticas públicas e, principalmente, a inexistência de manutenções preventivas contribuem para o surgimento das manifestações patológicas e dos danos estruturais que



comprometem atualmente significativa quantidade de pontes e viadutos do sistema rodoviário brasileiro.

No que tange à condição de estabilidade da ponte, ela foi classificada com a Nota 1, conforme os critérios da norma DNIT 010-2004 PRO, tendo em vista que as longarinas de bordo se encontram altamente deterioradas e recebem o maior carregamento proveniente do fluxo de veículos. Em relação a isso, o DNIT já adotou as providências necessárias para sua reabilitação por meio de contratação de empresa para elaboração de anteprojeto o qual está em fase final de aprovação.

Este estudo da ponte do Rio Desterro mostra que providências importantes devem ser tomadas para evitar o aparecimento e a propagação desses sintomas. Para isso deverão ser observadas todas as etapas, iniciando por uma correta elaboração de projetos, uma definição apropriada das características dos materiais que devem ser utilizados conforme a tipologia construtiva, o atendimento ao preconizado nas normas vigentes, em especial, aos aspectos relacionados à durabilidade e vida útil, complementados por uma boa execução e uma fiscalização eficiente. Torna-se ainda essencial implantar e pôr em prática sistemas de gestão de pontes e viadutos nas esferas federal, estaduais e municipais, bem como utilizar novas técnicas de monitoramento, como já acontece em outros países, que possam proporcionar a tomada de decisão em momento oportuno sobre quais os tipos de intervenção que deverão ser realizadas em determinada ponte antes que a evolução dos danos amplie exponencialmente os custos de recuperação e reforço.

Evidentemente, a viabilização desse processo de gestão e manutenção de pontes irá depender de um adequado planejamento e da formação de equipes técnicas qualificadas para realizar as inspeções, diagnosticar as anomalias e propor as adequadas correções que deverão fazer parte de uma previsão orçamentária. Ou seja, a boa conservação das obras públicas de infraestrutura também é um importante fator de boa aplicação dos recursos públicos.

Por fim, salienta-se que é condição SINE QUA NON, para proporcionar aumento da durabilidade e da vida útil das pontes e dos viadutos rodoviários brasileiros, que sejam adotadas políticas mais abrangentes e sistemáticas, que se postas em práticas pelo poder público irão, além de impedir o precoce surgimento de anomalias e de deficiências estruturais nessas obras, também garantir uma maior segurança aos usuários das rodovias, e economia ao setor produtivo brasileiro que depende fundamentalmente do transporte rodoviário e pode ter prejuízos de grande magnitude quando acontece a interdição ou o desabamento de uma ponte.

5 Referências

ANDRADE, T.; SILVA, A. J. C. Patologia das estruturas. In: HELENE, P. R. L. (Dir.). **Concreto: ensino, pesquisa e realizações**. São Paulo: IBRACON. ISAIA, G. C. (Ed.), 2005, v. 2, p. 953 – 983.

APPLETON, J. **Estruturas de betão**. 1. ed. Portugal: Edições Orion, 2013, v. 1, p. 203 – 245.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: projeto de estruturas de concreto - procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

CUNHA, A. **A Estudo das patologias em obras de arte especiais do tipo pontes e viadutos estruturados em concreto**. 152p. Projeto final de curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Goiás, Goiânia, 2011.



DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Norma DNIT 010/2004 – PRO: inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido – procedimento. 1.ed. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **Sistema de gerenciamento de obras de arte especiais - SGO.** Inspeção rotineira e dados cadastrais. Brasília, 2015. 1 CD-ROM.

HELENE, P. R. L. Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto. 2 ed. São Paulo: Pini, 1992. 213 p.

MEDEIROS, M. H. F. de.; ANDRADE, J. J. de O.; HELENE, P. Durabilidade e vida útil das estruturas de concreto. 1. ed. In: FILHO, J. M. (Dir.). **Concreto: ciência e tecnologia.** São Paulo: IBRACON. ISAIA, G. C. (Ed.), 2011, v. 1, p. 773 – 808.

MEYER, K. F. Passarelas e pontes para dutos. 2. ed. Belo Horizonte: RONA. 2011. 243p.

PAIVA, J. Camaragibe-PE: Moradores sofrem e temem a poluição do rio quando as chuvas chegarem. **TV Replay**, jornalismo on line. Disponível em: <<http://www.tvreplay.com.br/jornalismo/camaragibe-pe-moradores-sofrem-temem-poluicao-rio-quando-chuvas-chegarem/>> Acesso em: abr. de 2017.

SILVA, C. J. G. **Uma amostra das condições estruturais e funcionais de pontes e viadutos das rodovias federais de Pernambuco.** 141p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Pernambuco, Recife, 2016.

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, Brasília, 2015.