



VII Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas

21, 22 e 23 de
maio de 2014
RIO DE JANEIRO

Realização:



COMEMORANDO 40 ANOS DA PONTE RIO NITEROI

Ponte sobre Riacho Guaraná, Palmares/PE - Estudo de Caso

Lawrence Francisco COSTA¹, Sandro Inácio Carneiro da CRUZ²

¹Paineira Engenharia Ltda / Engenharia / lawrencece@hotmail.com

² Companhia Hidro Elétrica do São Francisco / Universidade Estácio de Sá - Recife / sandroc@chesf.gov.br

Resumo

O Estado de Pernambuco possui cerca de 2.600 km de estradas classificadas como vicinais. Destas, cerca de 95% estão implantadas com revestimento primário ou em leito natural. Muitas destas vias servem de conexão entre as principais estradas de escoamento rodoviário até pequenos aglomerados populacionais, sendo utilizadas tanto no escoamento de produção agrícola quanto no deslocamento cotidiano dos moradores. Este artigo propõe apresentar o estudo de caso da Ponte sobre o Riacho Guaraná, localizado no município de Palmares, na rodovia estadual PE-131. A rodovia possui cerca de dez quilômetros e acessa três povoados e um distrito do município de Palmares, sendo uma das vias alternativas para atendimento de cerca de 2000 habitantes. A ponte sobre o Riacho Guaraná sofreu graves avarias quando das enchentes ocorridas nos anos de 2010 e 2011. A ponte atual teve colapso parcial em uma de suas cabeceiras fruto da ação contínua e acelerada da água nas ocasiões de cheia. As condições atuais da estrutura demonstram que não cabe recuperação da mesma, mas sim, a construção de uma nova ponte dentro das normas dos órgãos reguladores. Oportunamente, o presente artigo pretende também caracterizar o ambiente pelo qual houve o colapso parcial da ponte, bem como seu estado de deterioração, além de descrever as características da nova ponte que está sendo construída, sob as novas diretrizes técnicas capazes de suportar com autonomia as ocasiões de cheia máxima.

Palavras-chave

Patologia em obras de arte; Projeto; Cheia de Projeto; Planejamento de Obras.

Introdução

A ponte sobre o Riacho Guaraná está localizada no município de Palmares, na zona da mata Sul do estado de Pernambuco. Esta ponte está localizada em uma estrada vicinal identificada como PE-131 que liga a BR-101 Sul ao distrito rural de Santo Antônio dos Palmares e mais outros povoados de engenhos canavieiros. A estrada possui cerca de 10 quilômetros de extensão com revestimento primário, com ações de manutenção, tanto por parte do governo estadual quanto por parte dos produtores de cana.

O município de Palmares/PE possui cerca de 21% da população (pouco mais de 12.700 habitantes) em zona rural, número que exorta a importância das estradas vicinais por parte desta população. A PE-131 liga a área urbana do município ao distrito de Santo Antônio passando pelos engenhos Monte Pio, Milão e Boas Novas, de forma a atender aproximadamente três mil habitantes. Levantamentos documentais realizados identificaram que o estado de Pernambuco possui cerca de 38% de sua malha rodoviária classificada como vicinal, sendo que 50% destas vias ainda se encontram em leito natural.



VII Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas

21, 22 e 23 de maio de 2014
RIO DE JANEIRO

COMEMORANDO 40 ANOS DA PONTE RIO NITEROI

Realização:



A cidade de Palmares nos anos de 2010 e 2011 sofreu com fortes chuvas que provocaram enchentes históricas, tanto no Rio Una que corta a cidade quanto nas drenagens que afluem a ele. Neste cenário, grandes prejuízos foram contabilizados tanto no centro urbano quanto na zona rural. Cabendo ressaltar que a ponte sobre o Riacho Guaraná foi fortemente impactada nestes eventos, quando a estrutura de contenção de um de seus encontros ficou desaprumada. A ponte passou por duas vistorias realizadas pelo Corpo Técnico da Casa Militar do Estado de Pernambuco. As vistorias possibilitaram classificar como crítico o estado da ponte.

Sendo assim, o Governo do Estado de Pernambuco, representado pela Casa Militar, decidiu construir uma nova ponte, a fim de garantir a circulação segura dos usuários. Desta forma, foi contratada por processo licitatório a confecção dos projetos executivos, sendo a Norconsult – Projetos e Consultoria Ltda a vencedora do certame.

Os serviços de construção de uma nova ponte foram iniciados no meado do ano de 2013, através de contrato celebrado entre a Casa Militar/PE e a construtora Paineira Engenharia Ltda. Atualmente os serviços de desvio do riacho e construção dos encontros já foram realizados, estando os serviços de escoramento e montagem das formas para o tabuleiro em andamento.

Descrição do Local de Implantação

O município de Palmares se encontra a 120 quilômetros da cidade do Recife, capital do estado de Pernambuco. A Figura 1 apresenta a localização do referido município.



Figura 1 – Localização do município de Palmares (NORCONSULT, 2012).

A ponte se encontra implantada na estrada vicinal PE-131, tendo seu acesso cerca de oito quilômetros, descendo a sul pela BR-101, a partir do centro urbano do município de Palmares.



VII Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas

21, 22 e 23 de maio de 2014
RIO DE JANEIRO

Realização:



COMEMORANDO 40 ANOS DA PONTE RIO NITEROI

A Figura 2 mostra parte do mapa rodoviário de Pernambuco e o local de construção da nova ponte.



Figura 2 – Local de implantação da nova ponte na PE-131 (adaptado de DER, 2013).

A área de implantação da ponte está situada dentro da Província Geológica Borborema, com ocorrências locais próprias do Complexo Cabrobó, sendo identificadas em campo afloramentos de gnaiss e xistos, litologias comuns deste complexo.

O local de implantação da estrutura possui uma topografia aplainada e cercada de morrotes, típico de uma pretérita bacia de inundação. A Figura 3 apresenta uma vista geral da localidade.



Figura 3 – Vista do Local de implantação da ponte (NORCONSULT, 2012).

A caracterização geotécnica do terreno de fundação dos novos encontros foi feita com a realização de duas sondagens a percussão. Estas investigações se estenderam até 19,20 metros de profundidade, sendo encontrado um horizonte de aluvião silto-arenoso, com pedregulhos, com 6,0 metros de espessura média e consistência de média a rija, seguido de um horizonte de solo residual arenoso com espessura média de 3,0 metros, mediamente compacto, seguido por um solo saprolítico até o final da sondagem.



VII Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas

21, 22 e 23 de maio de 2014
RIO DE JANEIRO

Realização:



COMEMORANDO 40 ANOS DA PONTE RIO NITEROI

Estado de Deterioração

Oportunamente, os autores realizaram uma inspeção extraordinária, de cunho particular, no mês de setembro de 2013 nos moldes propostos pelo DNIT (DNIT, 2004A e DNIT, 2004B). A estrutura existente possui um vão de 7,0 metros, com um tabuleiro de 6,0 metros de largura, sem passeio para pedestres. A laje tem uma espessura variando de 17,0 a 20,0 centímetros, sendo apoiada em 4 longarinas com largura de 30,0 centímetros e projeção de 50,0 centímetros de altura, contados da face inferior da laje de tabuleiro ao fundo da longarinas. A Figura 4 apresenta uma vista de jusante da ponte existente.



Figura 4 – Vista de jusante da ponte

A inspeção possibilitou observar que a estrutura cria uma seção de controle. O aterro do acesso avança pela pretérita bacia de inundação, tendo a sua maior altura no local de implantação da ponte. Os encontros que definem o vão da ponte determinam um ponto de restrição da largura natural do riacho.

Diante do exposto, quando analisada a dinâmica do escoamento, observa-se que muros alas não conferiam boa proteção ao aterro, ficando assim, este exposto a correntes de recirculação. A suavização do ângulo de ataque e o prolongamento dos muros alas poderiam conferir maior proteção à estrutura dos encontros.

A Figura 5 mostra a face inferior do tabuleiro, sendo identificadas as longarinas e as condições de falência de um dos encontros da estrutura.



VII Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas

21,22 e 23 de maio de 2014
RIO DE JANEIRO

Realização:



COMEMORANDO 40 ANOS DA PONTE RIO NITEROI



Figura 5 – Face inferior do tabuleiro

Não foi possível identificar a presença de aparelhos de apoio sob as transversinas de encabeçamento. No entanto, a estrutura nesta região se encontrava sem cobertura, além da estrutura apresentar grave desaprumo.

Nesta ocasião, a população local, a fim de minimizar os efeitos deste colapso, introduziu nos vazios da estrutura pedaços de madeira e matacões.

A pista de rolamento se encontrava desgastada e com algumas fissuras; além disso, foi possível observar alguns pontos de acúmulo de água.

O guarda-corpo era formado por uma viga invertida de concreto armado nos limites da largura do tabuleiro, com uma largura de 20,0 centímetros e altura de 50,0 centímetros.

Não foi encontrada nenhuma sinalização que indicasse a entrada da ponte ou sinalização da pista no tabuleiro. Não foi possível precisar se elas foram arrancadas pelo tempo ou pelas cheias dos anos de 2010 e 2011.

Por fim, tomando como referência as orientações de vistoria constantes nos manuais de inspeção do DNIT e as orientações propostas por Lourenço et al. (2009) para avaliação de patologias, foi possível caracterizar a condição crítica em que se encontrava a estrutura. Dadas as exigências propostas pelo Manual de Projetos de Obras-de-Arte Especiais do DNIT (1996), não seria recomendável a recuperação da estrutura.



Características do Novo Projeto

A **Norconsult – Projetos e Consultoria Ltda.** propôs a construção de uma nova ponte em concreto armado, com vão de 15,00m de extensão e largura de 10,00m e com previsão de passeios para pedestres. A Figura 6 apresenta o corte longitudinal da estrutura da ponte.

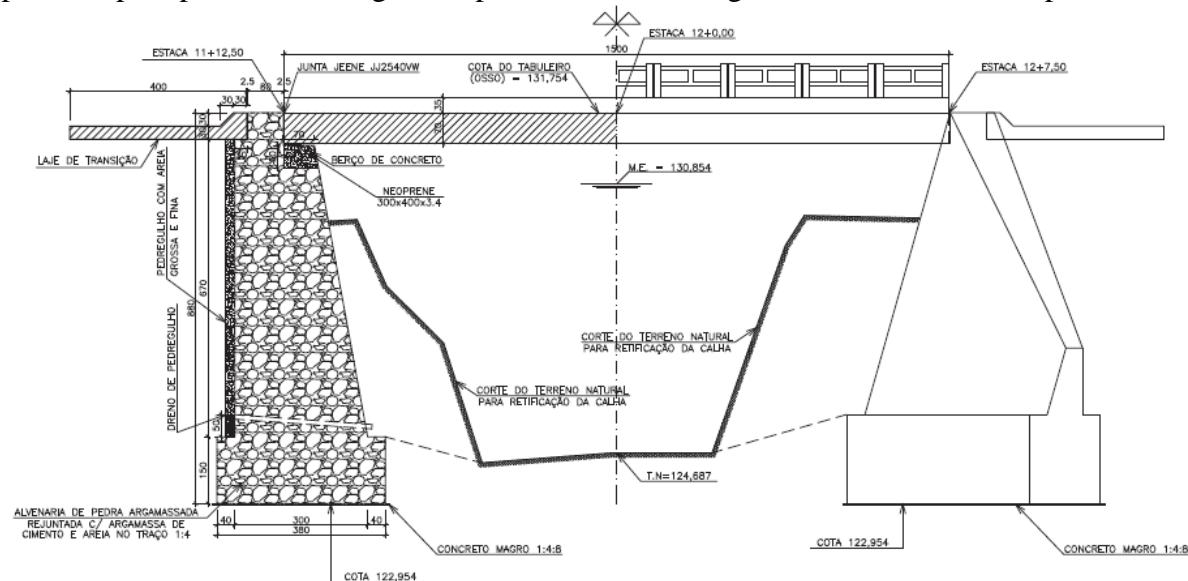


Figura 6 – Corte longitudinal (NORCONSULT, 2012)

A seção transversal é constituída por uma pista de rolamento de 7,00m de largura e 0,70m de espessura, e por dois passeios de pedestres de 1,50m de largura e 0,15m de espessura. A Figura 7 apresenta a seção transversal do tabuleiro da ponte, ilustrando as dimensões geométricas, a espessura da pavimentação, o sistema de drenagem e altura de guarda-corpo.

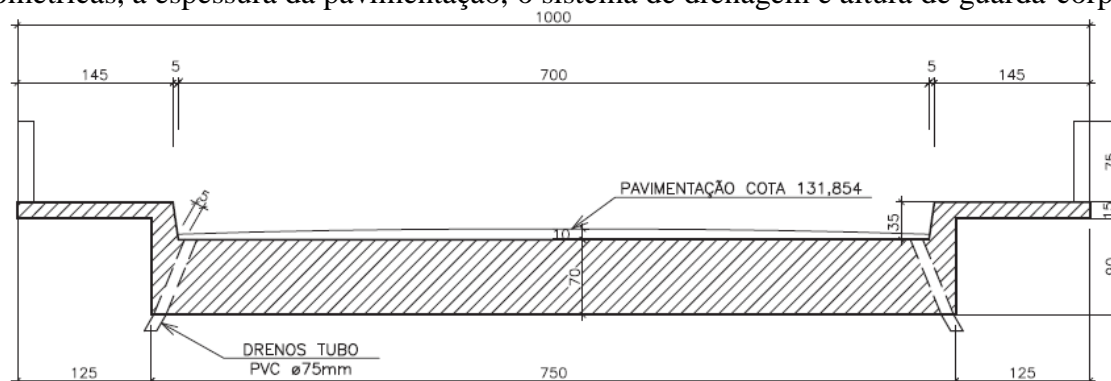


Figura 7 – Seção Transversal (NORCONSULT, 2012)

A mesoestrutura é constituída por dois encontros em alvenaria de pedras argamassadas que recebem as cargas transmitidas pelo tabuleiro, através de aparelhos de apoio em neoprene. As fundações dos encontros são do tipo direta, também constituídas de alvenaria de pedras argamassadas.



VII Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas

21, 22 e 23 de
maio de 2014
RIO DE JANEIRO

Realização:



COMEMORANDO 40 ANOS DA PONTE RIO NITEROI

O projeto estrutural foi elaborado considerando um veículo-tipo de 450kN de peso total (Classe 45), conforme a norma ABNT NBR 7188 (ABNT, 2013).

Outro aspecto relevante do projeto é que a nova estrutura está sendo implantada em uma cota que possibilita uma cheia máxima de 404,59 m³/seg, estando assim cerca de 1,10 metros acima da lâmina de máxima enchente calculada, a fim de possibilitar a passagem de detritos carregados pelas futuras enchentes.

Planejamento da Construção

O planejamento de construção foi dividido em sete macro-atividades, sendo: 1- mobilização e construção de um canteiro provisório; 2 - construção de acesso provisório com a instalação de um bueiro de concreto; 3 - escavação das fundações; 4- construção dos encontros; 5 – lançamento do aterro compactado; 6 – superestrutura (laje de tabuleiro); e, 7 – revestimento de pista e proteção vegetal dos taludes do aterro compactado.

Os serviços de mobilização foram iniciados com a chegada de alguns equipamentos de terraplanagem, de forma a possibilitar a limpeza do terreno para instalação do canteiro provisório. Esta etapa contemplou também os serviços topográficos, para implantação de marcos de controle da obra.

A cerca de cem metros a montante do local de implantação, foi identificado um estrangulamento natural da drenagem. Este local foi escolhido para a construção de um bueiro duplo tubular de concreto (BDTC). Sobre este foi lançado aterro, a fim de possibilitar a passagem provisória dos usuários da via.

O estabelecimento desta passagem possibilitou a interdição da via existente. Assim, os serviços de escavação das fundações dos encontros foram iniciados. Com o término das escavações, a cota de assentamento das fundações foi inspecionada e liberada para construção da estrutura em pedra argamassada.

Em sequência, os muros de encontros foram iniciados e concluídos. Após a cura, os serviços de lançamento do aterro compactado foram iniciados. Foi previsto o lançamento de aterro em camadas de 20cm de espessura e controle de compactação a cada 200 metros quadrados.

Antes do início da montagem da forma do tabuleiro, o aparelho de apoio em neoprene foi instalado sobre um berço de concreto, possibilitando desta forma a liberação da montagem da forma da laje de tabuleiro, para acolhimento das armações.

A etapa final de construção prevê aplicação do revestimento asfáltico pré-misturado a frio e a proteção vegetal por hidrossemeadura dos taludes do aterro compactado.

Conclusões

Cerca de 38% da malha rodoviária do estado de Pernambuco é classificada como vicinal, sendo que 50% destas vias ainda se encontram em leito natural, demandando um programa específico de manutenção das vias, a fim de possibilitar a digna circulação dos cidadãos.

A inspeção possibilitou observar que a estrutura criava uma seção de controle, sendo observado que o aterro do acesso avança pela pretérita bacia de inundação, tendo a sua maior



VII Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas

21, 22 e 23 de
maio de 2014
RIO DE JANEIRO

Realização:



COMEMORANDO 40 ANOS DA PONTE RIO NITEROI

altura no local de implantação da ponte, local onde este equipamento se configura como uma restrição da largura natural do riacho.

A estrutura possuía muros alas que não conferiam boa proteção ao aterro do acesso, ficando este exposto a correntes de recirculação e fadado a ações retro-erosivas. A suavização do ângulo de ataque e o prolongamento destes muros alas poderiam conferir maior proteção à estrutura dos encontros.

A nova estrutura foi projetada para uma cheia máxima de $404,59 \text{ m}^3/\text{seg}$, sendo implantada com uma altura de revanche de 1,10 metros, ficando assim acima da lâmina da máxima enchente calculada.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Casa Militar do Estado de Pernambuco pela autorização para a publicação deste artigo e o fornecimento de todas as informações. Como também agradecem o apoio prestado pela Companhia Hidrelétrica do São Francisco – CHESF quando das inspeções aéreas realizadas no ano de 2010 e à Comissão Técnica do VII Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas pelo acolhimento deste artigo.

Referências

- ABNT, 2003. Associação Brasileira de Normas Técnicas - Projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido - Procedimento - NBR 7187.
- ABNT, 2013. Associação Brasileira de Normas Técnicas - Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas - NBR 7188.
- CPRM, 2005. Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Palmares, estado de Pernambuco / Organizado por João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Manoel Julio da Trindade G. Galvão, Simeones Neri Pereira, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 22 p.
- DER, 2013. Departamento de Estradas de Rodagens de Pernambuco. Relatório do Sistema Rodoviário Estadual, 2013. Secretaria de Transportes / PE.
- DNIT, 1996. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de Projetos de Obras-de-arte Especiais - Rio de Janeiro, 233p. (IPR. Publ., 698). DNIT, 2004A. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação do Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido – Procedimento, Norma DNIT 010/2004 - PRO. Rio de Janeiro, 2004. 18p.
- DNIT, 2004B. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação do Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias. 2. ed. Rio de Janeiro, 2004. 253p.
- DNIT, 2010. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de recuperação de pontes e viadutos rodoviários. - Rio de Janeiro, 161p. (IPR. Publ., 744). Norconsult, 2012. Norconsult – Projetos e Consultoria Ltda, Projeto Executivo de Engenharia Construção da Ponte sobre o Riacho Guaraná. Contrato 030-OR/2011, à Casa Militar de Pernambuco – CAMIL/PE, Pernambuco.
- LOURENÇO ET AL., 2009. Lourenço, L.C, Alves, V.R., Jordy J.C., Mendes L.C. e Lourenço M.V.C. - Parâmetros de Avaliação de Patologias em Obras-de-Arte Especiais. Revista Engenharia Civil, n. 34, p5-15. Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Minho, Portugal.



VII Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas

21, 22 e 23 de
maio de 2014
RIO DE JANEIRO

COMEMORANDO 40 ANOS DA PONTE RIO NITEROI

Realização:



MENDES, P. T. C., MOREIRA, M. L. T. e PIMENTA, P. M., 2012. Pontes de concreto armado: efeitos da corrosão e da variação do módulo de elasticidade do concreto. Revista Ibracon de Estruturas e Materiais, Volume 5, Número 3 (Junho 2012) p. 388-419.