

Avaliação e recuperação das estruturas metálicas da Ponte Arquiteto Wilson Campos Junior

Ademir Santos

ADS Engenharia e Inovação. Doutorando em Engenharia Civil na Universidade do Minho

José Afonso P. Vitório

Viório&Melo Projetos Estruturais e Consultoria. Prof. Dr. Convidado Escola Politécnica da UPE

José Antônio Silva Carvalho Campos Matos

Prof. Dr. Universidade do Minho

Resumo

Este artigo apresenta os procedimentos adotados para a avaliação e recuperação das estruturas metálicas da Ponte Arquiteto Wilson Campos Júnior, localizada na rodovia PE-024, Pernambuco, Brasil. A obra executada pela Concessionária Rota dos Coqueiros (CRC), foi inaugurada em 2009 e teve o Projeto Estrutural Executivo elaborado pelo 1º autor deste texto.

Trata-se de uma ponte com 290m de comprimento, com tabuleiro em concreto protendido executado pelo sistema de balanços sucessivos, vão central com 130m e dois vãos extremos com 85m e 75m respectivamente. Sobre os apoios intermediários existem duas estruturas metálicas estaiadas, denominadas praças, que funcionam como mirantes para a contemplação da paisagem.

O local onde a ponte está implantada tem agressividade ambiental classificada pela norma brasileira NBR 6118: 2014, como muito forte e com elevado risco de deterioração estrutural. A inspeção especial realizada em 2018 recomendou, com base nos parâmetros estruturais, funcionais e de durabilidade previstos na Norma NBR 9452:2016, a recuperação imediata das estruturas das praças que se encontravam em um processo progressivo de corrosão e, também, algumas intervenções localizadas de recuperação da estrutura de concreto. Estas últimas não serão aqui abordadas por não se enquadrarem nas ações prioritárias definidas nesta etapa. O Projeto Executivo de recuperação das estruturas metálicas foi elaborado pelos 1º e 2º autores deste trabalho.

O artigo descreve os procedimentos adotados para a recuperação dos elementos metálicos, como vigas, mãos francesas, chapas de fixação, parafusos e mastros dos estais, todos com corrosão variando de moderada a severa. Também foram recuperados e/ou substituídos, os tubos de envolvimento das cordoalhas dos estais, ancoragens e luvas de transição.

Os procedimentos do projeto de recuperação estão devidamente ilustrados por especificações técnicas, detalhes executivos e fotografias dos elementos estruturais, antes e depois da recuperação. Também são feitas recomendações visando garantir uma adequada vida útil dos serviços de recuperação realizados.

Palavras-chave: Corrosão; Estruturas Metálicas; Pontes; Recuperação

1. INTRODUÇÃO

A Ponte Arquiteto Wilson Campos Júnior, também conhecida como Ponte do Paiva, está situada sobre o rio Jaboatão, na Rodovia Pe-024, no Km 001 + 100 no trecho entre as cidades de Jaboatão dos Guararapes e do Cabo de Santo Agostinho. Tem 290m de extensão, largura total de 13,80m e foi construída em concreto protendido pelo método dos balanços sucessivos. Sobre os apoios intermediários existem duas estruturas metálicas estaiadas, denominadas praças, que são mirantes em forma de semicírculos fixados na estrutura da ponte e destinados aos pedestres para contemplação da bela paisagem do local. A superestrutura de cada praça é composta por um mastro com 14 estais, sendo 13 distribuídos ao longo do semicírculo e equilibrados por um tirante de retaguarda.

A figura 1 mostra uma vista geral das estruturas metálicas dos dois mirantes estaiados posicionados sobre os apoios intermediários da ponte.



Figura 1. Vista da estrutura metálica das praças apoiada na estrutura de concreto da ponte.

A ponte foi concluída em 2009 e é administrada pela CRC. Em outubro de 2018 passou por uma inspeção especial realizada pela empresa Beltrame Engenharia [1], cujo relatório final, emitido em 09/01/2019, recomendou a necessidade de recuperação das estruturas metálicas das duas praças que se encontravam em um processo de corrosão variando de moderada a severa.

2. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS IDENTIFICADAS NAS ESTRUTURAS METÁLICAS

As estruturas metálicas das duas praças apresentavam manifestações patológicas relacionadas à corrosão em quase todos os seus componentes. Tais problemas foram causados principalmente pela agressividade ambiental de região onde a ponte está localizada, classificada pela norma ABNT NBR 8800:2008[2] que trata dos projetos de estruturas metálicas de edifícios, como C5-M, que corresponde à categoria de corrosividade muito alta (marinha). A NBR 6118:2014[3] voltada para projetos de estruturas de concreto, também classifica a agressividade ambiental do local como muito forte e elevado risco de deterioração estrutural.

A inspeção especial identificou os problemas que estão descritos a seguir e que foram confirmados pelos autores em inspeções de constatação realizadas antes da elaboração do projeto de recuperação.

De modo geral foram identificadas grande corrosões nas chapas e parafusos de fixação da base e do topo do mastro dos estais, além de algumas ondulações/deformações nos tubos de PEAD que envolvem as cordoalhas que compõem os estais. Foram ainda observados grandes danos nas luvas de transições dos estais com os tubos antivandalismo.

Também foram observadas as condições precárias dos dispositivos das ancoragens superiores dos estais, que apresentavam corrosão na ligação com a extremidade superior do mastro.

A fig.2 mostra o sistema estrutural das duas praças com as respectivas cargas nos tirantes; na fig. 3 são mostrados os parafusos e arruelas de fixação de um dos mastros dos estais em processo de corrosão. Na fig. 4 pode ser vista a corrosão nos dispositivos de ancoragens no topo do mastro, classificada entre moderada e média.

Um dos principais problemas identificados na estrutura estaiada foi a situação precária da grande maioria dos elementos de transição entre os estais e os tubos antivandalismo que estavam bastante danificados. Os tubos também apresentavam corrosão em estágio moderado. Essa situação pode ser vista na fig.5 que mostra um caso típico das condições em que se encontravam tais peças de transição.

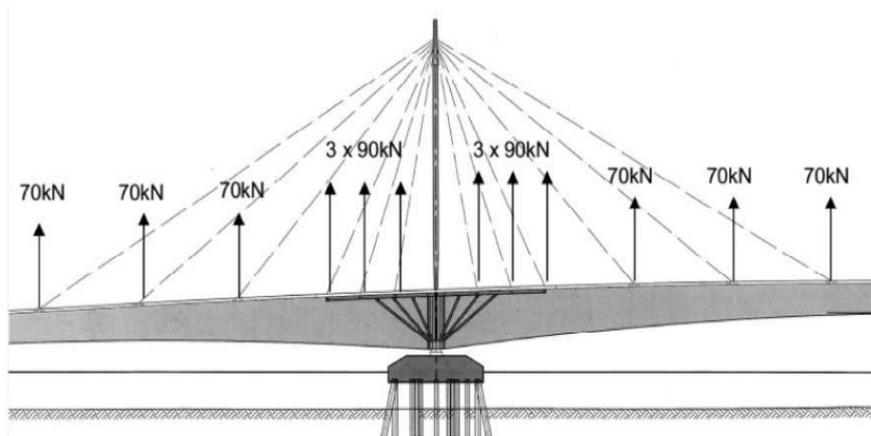


Figura 2. Esquema estrutural das duas praças metálicas estaiadas.



Figura 3. Corrosão dos parafusos e arruelas da fixação da base dos mastros dos estais.



Figura 4. Corrosão dos dispositivos de fixação dos estais na extremidade superior do mastro.



Figura 5. Danos nos elementos de transição entre os estais e os tubos antivandalismo.

Mereceu especial atenção, a situação da maioria das caixas metálicas das ancoragens inferiores dos estais que apresentavam corrosão moderada e cujas tampas de proteção estavam com os parafusos corroídos, alguns deles semi-destruídos. Isso chamou a atenção para a possibilidade de ter ocorrido infiltração de água para o interior das ancoragens, o que poderia ter ocasionado a corrosão das próprias cordoalhas nas extremidades inferiores dos cabos junto às ancoragens, caracterizando uma condição de risco para o sistema de estais. A fig. 6 mostra uma situação típica da corrosão dos parafusos das tampas de proteção das ancoragens inferiores dos cabos. Também foram avaliadas as estruturas localizadas no nível de piso das praças, constituídas de vigas transversais, escoras, chapas e anéis, constatando-se que apresentavam corrosão entre moderada e média, conforme pode ser visto na fig.7



Figura 6. Situação típica das ancoragens inferiores com os parafusos e tampa de proteção corroídos.



Figura 7. Elementos da estrutura no nível do piso das praças, com corrosão entre moderada e média.

3. METODOLOGIA ADOTADA PARA A RECUPERAÇÃO

O Projeto executivo de recuperação estrutural, (Santos e Vitório) [4] adotou como metodologia o planejamento de uma sequência de execução que não interferisse no funcionamento da ponte e considerasse as etapas das intervenções com base na prioridade da realização de cada reparo, de modo que não houvesse interferência no tráfego sobre a ponte. Foi ainda considerada a necessidade da utilização de equipamentos especiais e a disponibilidade orçamentária da Concessionária para a execução de cada etapa. A partir de tais premissas, o Projeto as built da ponte (Santos) [5] foi utilizado para o mapeamento e localização de todas as manifestações patológicas na estrutura metálica,

incluindo as avaliações dos respectivos níveis de gravidade modo a definir as prioridades dos serviços de recuperação que estão relacionadas a seguir.

Prioridade 1- Recuperação e/ou substituição imediata dos guarda-corpos metálicos, pelo fato de diversas barras apresentarem corrosão severa e substituição imediata dos dispositivos de transição dos estais com os tubos antivandalismo e dos parafusos das caixas de ancoragens, pelo avançado estado de deterioração e a impossibilidade de serem recuperados. Nesta etapa também foi prevista uma avaliação detalhada sobre o estado de conservação das ancoragens, das cordoalhas e das ondulações observadas em alguns estais.

Prioridade 2- Recuperação no prazo máximo de seis meses dos mastros dos estais, por causa dos pontos de corrosão média a severa dos parafusos e arruelas das bases e dos anéis metálicos de sustentação das luminárias.

Prioridade 3- Recuperação no prazo máximo de doze meses das estruturas metálicas no nível do piso, constando das vigas transversais, escoras, chapas, anéis e parafusos com corrosão moderada a média, mas sem apresentarem sinais de riscos à estabilidade estrutural. .

A partir dessas definições o projeto de recuperação foi elaborado, sendo constituído por desenhos e memoriais descritivos em nível executivo, além de especificações técnicas e quantitativos dos procedimentos necessários para a boa execução da obra de recuperação das estruturas metálicas.

4. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DOS PRINCIPAIS SERVIÇOS DE RECUPERAÇÃO REALIZADOS

A obra de recuperação foi realizada obedecendo à sequência de prioridades estabelecida pelo Projeto Executivo e conforme os procedimentos que estão resumidamente discriminados nos itens seguintes:

4.1. Recuperação dos guarda - corpos

As barras dos guarda-corpos e corrimões metálicos que estavam com avançado grau de corrosão foram totalmente substituídas e as que estavam com corrosão moderadas foram recuperadas e repintadas conforme os procedimentos usualmente utilizados para esses tipos de componentes.

4.2. Substituição dos dispositivos de transição e avaliação das ancoragens dos estais

Diante da impossibilidade da recuperação, os dispositivos de transição entre os estais e os tubos antivandalismo foram totalmente substituídos por outros especialmente fabricados para essa obra. O mesmo aconteceu com os parafusos da tampa de proteção das ancoragens. Todos esses serviços foram realizados por técnicos da Empresa PROTENDE, que foi a responsável pela fabricação e montagem do sistema original de estaiamento das estruturas metálicas da ponte. Na ocasião, as ancoragens foram examinadas pelos profissionais da empresa fabricante, que atestaram o bom estado de conservação, sem a necessidade de qualquer intervenção ou substituição. Também foi feita uma análise sobre as ondulações observadas em alguns estais, tendo sido consideradas dentro dos padrões aceitáveis. Os detalhes dos novos dispositivos de transição estão ilustrados na fig.8. Na fig. 9 pode ser observado o bom estado das cordoalhas durante a análise realizada em cada caixa de ancoragem inferior dos estais.



Figura 8. Substituição de todos os dispositivos de transição entre estais e tubos antivandalismo.



Figura 9. Análise das ancoragens e cordoalhas de todos os estais, comprovando as boas condições.

4.3. Recuperação dos mastros dos estais

O projeto executivo especificou para a recuperação dos mastros dos estais das duas praças quatro fases de procedimentos de acordo com a sequência abaixo:

Fase 1-Tratamento por meio de jateamento abrasivo, pinturas de fundo, intermediária e de acabamento para os suportes das luminárias na extremidade superior, por apresentarem corrosão severa.

Fase 2 – Repintura do corpo do mastro, por apresentar pontos localizados de corrosão sem grandes desgastes.

Fases 3 e 4- Tratamento com hidrojateamento e ferramentas mecânicas, seguido de pintura, dos trechos do topo e da base dos mastros, considerando as corrosões severas nos parafusos e porcas.

A fig. 10 mostra o mastro dos estais de uma das praças após a recuperação. Também pode ser visto na mesma figura os guarda-corpos metálicos da ponte totalmente recuperados.



Figura 10. Mastro totalmente recuperado, mostrando também a recuperação dos parafusos da base e a recuperação dos guarda-corpos metálicos.

4.4. Estrutura metálica no nível do piso das praças

A sequência de prioridades para a realização dos serviços, definida no Projeto Executivo, estabeleceu para essa estrutura a prioridade 3 pelo fato de, mesmo apresentando sinais de corrosão na quase totalidade dos seus componentes, não mostrar indícios de risco estrutural. Os procedimentos adotados para a recuperação constaram do tratamento das superfícies, da retirada total da pintura existente e da aplicação do novo sistema de pintura.

Para a remoção da pintura existente e tratamento da superfície foram utilizados hidrojateamento com jato de água de alta pressão, ferramentas manuais (lixas e esovamento) e ferramentas mecânicas (escovas rotativas e lixadeiras rotativas).

Para a definição do novo sistema de pintura dos elementos a recuperar foram considerados todos os dados necessários para garantir a eficiência e a durabilidade da proteção como: ambiente, substrato, preparação da superfície, sequência de aplicação, número de demãos, espessura, tipo de aplicação e as condições de trabalho às quais a superfície está submetida. Também foi analisada a compatibilidade do novo sistema de pintura com o sistema originalmente utilizado na construção da ponte. Após todos os estudos e análises foi adotado o Sistema CBCA-17 (Gnecco et al) [6] que tem excelente resistência ao ambiente marinho, boa resistência à calcinação e expectativa de vida útil de 7 a 11 anos. A Fig. 11 mostra uma visão da etapa final da recuperação das estruturas metálicas das praças.



Figura 11. Etapa final da recuperação das estruturas metálicas das praças estaiadas da ponte.

5. CONCLUSÕES

Os procedimentos que foram apresentados neste artigo e utilizados para a recuperação das estruturas metálicas dos dois mirantes, denominados praças, da ponte Arquiteto Wilson Campos Júnior foram baseados na experiência profissional dos autores, que utilizaram os conceitos e diretrizes da literatura disponível sobre o tema, em nível nacional e internacional e, também, a prática de projetos de recuperação e reforço realizados anteriormente.

Este esclarecimento é importante porque o Brasil ainda não dispõe de normas para inspeção nem para recuperação e reforço de pontes metálicas. As duas normas nacionais disponíveis para inspeção de pontes existentes são a DNIT-010-PRO:2004 e a ABNT NBR9452:2016 que definem os procedimentos para inspeções em pontes e viadutos de concreto. Diante disso, o projeto objeto deste artigo utilizou normas brasileiras que se referem ao tratamento e pintura de estruturas metálicas, em especial as normas ABNT NBR 1487:2002 [7], ABNT NBR 7348:2017[8] e ABNT NBR 15239:2005[9] que definem procedimentos para inspeção, tratamento de superfície e pinturas de estruturas metálicas em geral, considerando as condições de uso e a agressividade ambiental. Também foi utilizada a ABNT 8800:2008 que mesmo se tratando de uma norma voltada para o projeto de estruturas metálicas e mistas de edifícios, também define alguns procedimentos que podem ser adotados em projetos de pontes metálicas.

A garantia do bom desempenho e da durabilidade dos serviços de recuperação que foram executados com base nos procedimentos definidos pelo projeto executivo, irá depender fundamentalmente da realização de inspeções rotineiras que devem ser realizadas a cada ano, para identificar e corrigir os problemas que possam surgir logo no início, antes que evoluam e a correção se torne mais trabalhosa

e onerosa. As inspeções rotineiras deverão ser realizadas por empresas especializadas e com a participação de inspetores qualificados, que emitirão relatórios conclusivos sobre as condições da estrutura por ocasião de cada inspeção, para permitir a tomada de decisão por parte da Concessionária, quanto às intervenções de correção que se fizerem necessárias. Se durante uma inspeção rotineira for constatada a necessidade de inspeção especial, deverá ser feita por um especialista em estruturas e constar de um estudo de maior profundidade do problema observado, incluindo a devida solução para a correção, tendo sempre como horizonte o alcance da vida útil definida no projeto de recuperação .

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à engenheira Rafaela Elaine C. L. Araujo, Diretora-Presidente da CRC, pelo dedicado trabalho de conservação da ponte e pelas valiosas informações fornecidas, que muito contribuíram para o alcance dos objetivos do Projeto de Recuperação.

REFERÊNCIAS

- [1] Beltrame Engenharia. (2019). Relatório de inspeção especial da ponte Arquiteto Wilson Campos Junior.
- [2] ABNT NBR 8800. (2008). Projeto de estrutura de aço e estrutura mista de aço e concreto de edifícios.
- [3] ABNT NBR 6118. (2013). Projeto de estruturas de concreto- procedimento.
- [4] Santos, A., Vitória, J.A.P. (2019). Projeto executivo de recuperação das estruturas metálicas da Ponte Arquiteto Wilson Campos J.
- [5] Santos, A. Projeto estrutural e *as built* da Ponte sobre o rio Jaboatão. (2008). CRC.
- [6] Gnecco, C. Et al. (2006). Tratamento de superfícies e pintura, CBCA.
- [7] ABNT NBR 1487. (2002). Inspeção de serviços de pintura em superfícies metálicas- procedimento.
- [8] ABNT NBR 7348. (2017). Pintura industrial – preparação de superfícies com jateamento abrasivo ou hidrojateamento.
- [9] ABNT NBR 15239. Tratamento de superfícies de aço com ferramentas manuais e mecânicas.