

Estádio do Castelão

Cobertura e fachada metálicas envelopam antiga estrutura da arena de Fortaleza, a mais adiantada da Copa

infraestrutura urbana

projetos, custos e construção

Ponte com viga mista

Projeto padrão com tabuleiro de concreto e estrutura metálica

www.infraestruturaurbana.com.br

nº 18 . ano 2 . setembro 2012 . R\$ 39,00



Projetos metálicos

Edição especial traz parâmetros técnicos e de custo para construção de pontes, passarelas, mobiliários, estádio e edificações públicas com elementos estruturais de aço

Cobertura para quadras . UPA em steel frame . Estações de BRT . Habitação com perfis de aço . Tunnel liner . Estais em pontes . Postes galvanizados . Defensas

Manutenção de estais em pontes

A periodicidade e os principais elementos a serem inspecionados na construção e durante o ciclo de vida de obras de arte estaiadas

Por Carlos Carvalho

Colocação de estais na ponte do Rio Negro, no Amazonas, por consolos sucessivos

FOTOS: DIVULGAÇÃO ENESCIL



Pontes estaiadas têm durabilidade

de aproximadamente 100 anos e são projetadas com materiais de alta resistência, mas isso não significa que estejam imunes a patologias. Por isso, recomenda-se realizar inspeções a cada dez anos, aproximadamente, sobretudo dos cabos de estaiamento. De acordo com o vice-presidente da Associação Brasileira de Pontes e Estruturas (ABPE), Ubirajara Ferreira da Silva, “é desejável que os estais possam ser inspecionados visualmente, em especial a superfície, a placa de neoprene que veda a ligação entre o tubo-guia do cabo e os anéis de neoprene”, diz.

O objetivo principal da inspeção é verificar se há sinais de deformações ou alguma não conformidade geométrica dos estais. “Caso a obra apresente alguma deformação, é simples identificar a força de cada estai por uma pesagem, para verificar se aquelas forças estão de acordo com o previsto. Se for necessário, basta ajustar o tensionamento dos estais”, diz o diretor-executivo da Enescil Engenharia de Projetos, o engenheiro Catão Ribeiro.

Tanto para o retensionamento dos estais, como para alguma eventual substituição, não há necessidade de interrupção do tráfego da ponte. “Com um macaco, solta-se todas as cordoalhas necessárias e as substitui, tensionando novas cordoalhas no lugar dessas. Mesmo quando é



As barras são envolvidas por tubos de proteção ou bainhas de polietileno. Em alguns casos, realiza-se proteção especial contra ventos mais fortes

necessária uma substituição de um estai completo – o que é raro –, esse processo é simples. As pontes estão preparadas para ficar até sem dois estais contínuos, próximos, de uma única vez”, explica.

O estais são elementos constituídos de aço galvanizado de elevada resistência à tração. São compostos por fios de aço trefilado ou por cordões individuais formados por cordoalhas paralelas. Estão submetidos a grandes variações de tensões devido às cargas atuantes no tabuleiro, tais como cargas móveis, efeitos de temperatura, gradientes térmicos, vento e efeitos sísmicos. A capacidade resistente dos estais depende especificamente da quantidade de fios ou cordoalhas que formam os cordões. Normalmente, pode-se trabalhar com forças de 300 t a mil toneladas.

Na inspeção visual dos estais, recomenda-se observar:

- Se há fissuramento longitudinal e trans-

versal ou estufamento excessivo na bainha, assim como danos nas conexões com os amortecedores;

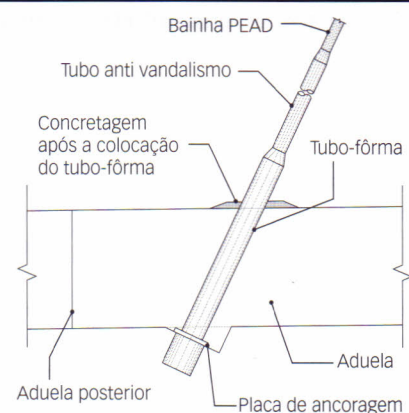
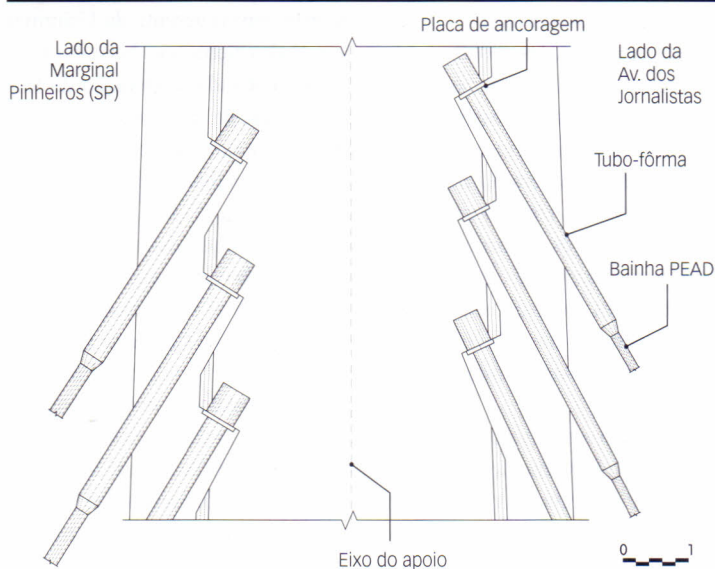
- Possíveis irregularidades no alinhamento dos cabos, incluindo ondulações ou abaulamentos, identificados por meio de dispositivos óticos, imagem de vídeo ou fotos;

- Condições do greide do tabuleiro da ponte;

- Danos por afrouxamento, falta de vedação à água, defeitos nos grampos das bracheiras e deterioração dos neoprenes;

- Potenciais danos como corrosão e fissuramento nas partes visíveis das “selas”. Os cordões de aço que compõem os estais têm proteção anticorrosiva formada por três barreiras: 1) com bainha de polietileno de alta densidade e de cor

COMPOSIÇÃO DOS TUBOS



Detalhes do projeto da ponte Roberto Marinho, em São Paulo, mostram a composição dos estais. Tubos antivandalismo protegem as cordoalhas até 3,5 m do nível do tabuleiro. Uma camada de concreto na face superior do tabuleiro em torno do tubo visa evitar infiltrações de água. Todos os cabos foram equipados com sistemas de amortecedores.

clara, especialmente concebida para resistir aos raios ultravioleta; 2) com bainha individual de polietileno; e 3) com capa de cera especial;

- Umidade ou escape de graxa dos componentes da ancoragem;
- Encurvamento por perda de força dos cabos, necessitando ser retensionado. A medição do ângulo de cada cabo pode ser feita com um inclinômetro em locais específicos;
- Evidências de desgastes e fadiga, especialmente nas conexões;
- Condição dos amortecedores, se houver, e de acordo com as recomendações do fabricante.

Em geral, os acessos aos componentes dos cabos são realizados com caminhões “reach-all” e com elevadores ou guindastes com cestas.

Segundo Ubirajara, “cabe ao órgão proprietário da ponte, especificamente ao setor de obras de arte, ter engenheiros e pessoal técnico permanente para acompanhamento da estrutura, visitando e observando o estado da ponte. Nessas inspeções pode-se utilizar binóculos ou olho nu”, completa.

“O dono da obra tem o manual de operações da ponte e ele mesmo faz, ou contrata a empresa que projetou a ponte para fazer as verificações pertinentes”, complementa Catão. Como no Brasil não existe nenhuma norma específica para a realização dos projetos de pontes estaiadas, a normativa francesa, que é a única traduzida para o inglês, é a referência principal adotada atualmente no mercado brasileiro.

Fiscalização no canteiro

Na execução das pontes, também compete ao contratante inspecionar a devida montagem e regulagem dos cabos de estaiamento. A fiscalização já começa na preparação dos materiais. Antes de começar a montagem dos estais, deve-se comprovar se todas as peças alojadas na estrutura estão convenientemente posicionadas conforme o especificado no projeto.

Também se recomenda verificar: se os dispositivos de montagem dos cordões e de tensionamento estão em condições de funcionamento e em locais apropriados; se o

Tipos de pontes estaiadas



Existem vários modelos de pontes estaiadas, que se

diferenciam não apenas por conta da composição dos estais, mas também pela estrutura do tabuleiro, que pode ter armação metálica, mista ou totalmente de concreto. No caso dos estais, eles podem estar configurados de três maneiras: leque, quando todos os estais saem de um mesmo ponto no mastro; semi-harpa, no qual os estais são colocados separados uns dos outros e essa separação vai aumentando até chegar ao tabuleiro; e harpa, em que todos os estais são colocados de forma paralela, do mastro até o tabuleiro.

De acordo com Ubirajara Ferreira da Silva, vice-presidente da Associação Brasileira de Pontes e Estruturas (ABPE), a prática tem mostrado que o sistema intermediário, semi-harpa, vem apresentando vantagens de projeto, construtivas e econômicas. Esse sistema também tem propiciado adequada rigidez ao conjunto da obra. “O modelo estrutural mais empregado em projetos de pontes estaiadas é formado por três vãos, sendo o central maior que os laterais. A melhor relação entre eles é adotar para cada vão adjacente a medida de 40% do vão central”, diz.

tubo-guia e a bainha de polietileno foram fabricados seguindo as especificações do projeto executivo; e se a rosca na ancoragem regulável está em posição correta.

Uma vez atendidas às instruções descritas acima, deve-se proceder à montagem das ancoragens no tabuleiro e na torre, assim como alocar as equipes de montagem e de tensionamento dos tirantes. A operação de regulagem dos estais consiste em induzir uma tensão de tal maneira que os momentos fletores no tabuleiro, sem atuação das cargas variáveis, sejam os menores possíveis. Este objetivo é também imperativo nos tabuleiros em concreto a fim de limitar, ao máximo, os efeitos de fluência.

As tensões de ajustes nos estais podem ser aplicadas antes do fechamento do tabuleiro ou podem ser diretamente reguladas na fase de construção, de tal maneira que sua tensão definitiva de projeto

seja obtida. Esta tem sido empregada nos tabuleiros em caixão, sendo contraindicada em tabuleiros leves.

De acordo com o gerente da Usiminas Mecânica, Pedro Sebastião Ferreira Marques, “após finalizada a operação de tensionamento, o ajuste da tensão no estai é feito por meio de um macaco que atua no conjunto de cordoalhas utilizando o anel de regulagem da ancoragem ativa”.

Marques explica que, depois de finalizadas as atividades de regulagens dos estais, as pontas das cordoalhas são cortadas deixando-se um comprimento suficiente para uma eventual desativação do estai. Em cada ancoragem, são instalados dispositivos que conformarão um sistema estanque para injeção da cera de petróleo. “Esta injeção de cera será a proteção definitiva das cordoalhas nuas no interior da ancoragem, das cunhas e das pontas excedentes”, diz. □