

CONCRETO

& Construções



IBRACON
Instituto Brasileiro do Concreto

Ano XL

66

ABR-JUN • 2012

ISSN 1809-7197
www.ibracon.org.br

PONTES E VIADUTOS

ESTADO DA ARTE EM ANÁLISE E PROJETOS, MÉTODOS CONSTRUTIVOS E MEDIDAS CONSERVATIVAS



PERSONALIDADE ENTREVISTADA

JULIO TIMERMAN:
PAIXÃO PELAS ESTRUTURAS

NORMALIZAÇÃO TÉCNICA

QUALIFICAÇÃO DE PESSOAL
PARA CONTROLE TECNOLÓGICO
DO CONCRETO DE PAVIMENTOS

INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO

TIPO DE TRATAMENTO DA ÁGUA
NA DURABILIDADE DA PISCINA
DE CONCRETO ARMADO

Medidas preventivas para manutenção de pontes

CARLOS HENRIQUE SIQUEIRA – D.Sc. CONSULTOR
CCR PONTE

1. ASPECTOS INICIAIS

Pontes podem ser definidas como estruturas que ligam topônimos, vencem obstáculos, transpõem acidentes geográficos, encurtam distâncias, dão continuidade às rodovias, enfim, são obras de extrema necessidade ao deslocamento e conforto da vida humana. Será que alguém já fez a indagação de que é possível viver sem elas, ou o que elas representam para o seu cotidiano?

Algumas pontes no mundo são verdadeiros ícones internacionais, em razão de emoldurarem paisagens, pelo que são também conhecidas como obras de arte especiais. Encaixam-se nesta assertiva a Golden Gate, em São Francisco, nos Estados Unidos, inaugurada em 1937; a Akashi Kaikyo, em Kobe, no Japão, aberta ao tráfego em 1998 (fig.1); a Ponte Rio-Niterói, em serviço desde 04 de março de 1974 (fig.2); e tantas outras, como as recentes edificadas na China, seja a Donghai, funcionando desde 2005, com 32,5 km, seja a Hangzhou Bay Bridge, ligando Ningbo a Shanghai, com 36 km, aberta em 2008, e, mais recentemente, a Jiao Zhou Wan Bay Bridge, funcionando a partir 30 de junho de 2011, com 42 km, a maior ponte do mundo, desbancando o título da Lake Pontchartrain Bridge, nos Estados Unidos, com 38 km, e que durante 42 anos manteve esse recorde. A atual

Foto 1 – Akashi Kaikyo Bridge, no Japão, o maior vão do mundo, com 1990.80m



maior ponte do planeta Terra foi edificada em homenagem aos 90 anos do partido comunista.

Apesar de toda essa significância, a história não sabe precisar quando foi construída a primeira ponte pelo homem, visto não haver registro confiável indicando o local e a data da primogênita obra de arte especial edificada pelo ser humano.

A literatura técnica especial sobre pontes e viadutos sugere que a natureza se encarregou de moldar, pela contínua ação eólica ao longo de milhares de anos, as emblemáticas travessias em rocha observadas no Parque Nacional de Utah, nos Estados Unidos (fig.3), consideradas as primeiras “pontes” pelas quais o homem pré-histórico fez uso para encurtar distâncias.

Foto 2 – Ponte Rio-Niterói. A maior obra de arte especial do hemisfério sul, com 14 km



Datam de épocas remotas as pontes em pedra edificadas pelo homem, representando belo exemplo a estrutura de 51m, formada por 17 vãos de 3m cada, na Inglaterra, cuja data de construção o tempo se encarregou de esquecer. A obra, entretanto, é ainda hoje considerada uma relíquia pelos ingleses e retratada em literatura sobre o assunto

O advento das pontes construídas em aço e o surgimento do cimento em 1824, que gerou a era das pontes em concreto armado e, posteriormente, em concreto protendido, permitiram a construção de obras de arte especiais magníficas, dentre as quais as citadas em parágrafo anterior.

2. VISTORIA E MANUTENÇÃO DAS PONTES NO BRASIL

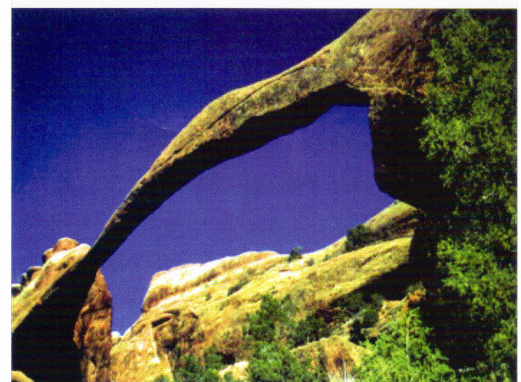
Inaugurada em 1974, a Ponte Rio-Niterói permaneceu até 1979, sem qualquer tipo de vistoria de suas estruturas e isto foi determinante para que, quando das primeiras inspeções, em fevereiro daquele ano, o declínio de sua qualidade fosse observado, motivado pela ineficácia das juntas de dilatação, pelas trincas nas uniões soldadas e no metal base dos vãos metálicos, e na pavimentação asfalto/epóxi sobre as chapas da mesa superior ortótropa. A partir daquela data, a ponte jamais deixou de ter manutenção, mesmo que, antes da concessão, as ações reparadoras e mantenedoras não atendessem plenamente as necessidades da obra. Apesar de tudo, o início das vistorias e manutenções da Ponte Rio-Niterói é um marco no Brasil, não se conhecendo outra ponte ou viaduto que, antes dela, tenha passado por vistoria e reparação similares.

A ênfase no construir e o descaso no manter é notório em nosso país, sendo que os exemplos podem ser vistos no âmbito municipal, estadual e federal, a exceção das obras de arte especiais nas rodovias concessionadas, estas sempre melhor tratadas por força de exigência contratual. Em decorrência disso, a manutenção de pontes no Brasil não é mais um problema grave, mas crítico.

Em janeiro de 2011, uma audiência pública no auditório do DNIT, em Brasília, onde o autor se fez presente, exibiu a sugestão daquele órgão com respeito às pontes brasileiras nas rodovias federais, aquelas sob a jurisdição direta do governo, através do programa denominado PROARTE – Programa de Recuperação de Obras de Arte Especiais. A idéia inicial era recuperar 500 pontes mediante a aplicação de recursos da ordem de R\$ 1.200.000.000,00 (um bilhão e duzentos milhões de reais) e, posteriormente mais 4500 obras, programadas para consumirem algo em torno de R\$ 4.800.000.000,00 (quatro bilhões e oitocentos milhões de reais). Em abril de 2012, 14 meses depois, no evento Road Show, realizado em São Paulo, o programa ainda não tinha começado, continuando suspenso por motivos de ajustes e adequações, conforme pronunciamento do diretor geral do DNIT.

Nunca se sabe com exatidão a quantidade de pontes no cenário de rodovias federais. Em alguns pronunciamentos externados em congressos e afins, técnicos do setor no governo teriam contabilizado cerca de 8.000 obras de arte especiais, mas este número jamais foi seguramente confirmado.

Figura 3 – “Ponte” moldada pela ação eólica durante milhares de anos, no Parque Nacional de Utah, nos Estados Unidos



O descaso com a manutenção das pontes e viadutos não é apenas “privilégio” no âmbito federal, mas também nos segmentos estadual e municipal. Alguns acidentes recentes traduzem esta afirmação, podendo ser destacado a Ponte dos Remédios em São Paulo, que ficou interditada alguns meses, por conta de problemas estruturais, e voltou a apresentar descontinuidade com a queda de um dos passeios, recentemente.

No Rio de Janeiro o autor tem conhecimento de algumas obras de arte especiais que contêm vários defeitos, sem que as suas estruturas sejam reparadas em tempo hábil. O Elevado do Joá é um exemplo de notórias notícias em jornais, por conta do seu estado precário, tanto no que se refere à durabilidade quanto ao aspecto estrutural.

3. PATOLOGIAS FREQUENTES

Uma extensa variedade de patologias pode ser encontrada nas obras de arte especiais no Brasil, porém algumas costumam ser mais frequentemente vistas, como já dito, juntas de dilatação ineficazes, aparelhos de apoio disformes e corrosão de armaduras. Ainda que não tão comum, tem-se notícia de que reação álcali-agregado está sendo observada em determinadas pontes e viadutos, fato que há 10 anos não se tinha notícias.

A experiência do autor tem revelado que dificilmente se encontra uma ponte ou viaduto cujas juntas de dilatação estejam desempenhando com plenitude as funções para as quais foram concebidas. Sabe-se que, em primeiro lugar, as juntas de dilatação existem para vedar a passagem de águas pluviais, situação que normalmente não é verificada, pelo menos na maioria esmagadora das obras de arte especiais no Brasil.

Os aparelhos de apoio em elastômero fretado também participam com boa parcela de descontinuidades observadas nas obras, muitas vezes por conta de pouco tempo de atuação normal em serviço. Apesar de representarem pequena parcela do custo do empreendimento, aparelhos de apoio e junta de dilatação podem responder por grande parcela das dores de cabeça.

Ao longo de cerca de 3.000 obras de arte especiais vistoriadas pelo autor, a corrosão de armaduras foi uma patologia muito freqüente, o que a torna lugar comum em praticamente toda ponte ou viaduto em vias de ser recuperado.

Os gastos com a reparação das obras de arte especiais apresentando as lesões indicadas anteriormente são vultosos e, por conseguinte, qualquer medida que venha a minorar tais custos é sempre bem vinda.

4. MEDIDAS PREVENTIVAS EM OBRAS NOVAS E EM OBRAS A SEREM REPARADAS

Dos quatro defeitos elencados no parágrafo anterior não será objeto de análise mais detalhada a reação álcali-agregado, porquanto se trata de uma patologia que ainda não se conhece plenamente todas as suas nuances, embora uma série de pesquisadores já tenha se dedicado a estudos mais profundos e o assunto, atualmente, seja melhor entendido.

As obras em construção têm por obrigação realizar análise dos agregados, para avaliar a possibilidade de uma futura reação com os álcalis do cimento. Isto poderá evitar a formação de um gel de alto poder expansivo, capaz de suplantar as tensões de tração do concreto, dando início a um estado fissuratório incomum.

A caracterização dos agregados, como medida preventiva, deverá contemplar a análise petrográfica, para identificar a presença de fases reativas. O ensaio acelerado em barras de argamassa e o ensaio de longa duração em prisma de concreto são capitais à identificação prévia do problema. É importante assinalar que a ABNT NBR 15577-2 indica a periodicidade com que deve ser realizado ensaio dos agregados, para verificação da potencialidade reativa.

O assunto deixa dúvida quanto à informação de que a reação álcali-agregado só pode ser evitada com conhecimento prévio da potencialidade do material, tendo em conta que já se fala que, mesmo confirmado ser inócuo, o desenvolvimento das reações pode, no futuro, ocorrer, conforme comentado durante o evento Bridges Brazil 2012.

4.1 JUNTAS DE DILATAÇÃO

As juntas de dilatação são uma parte da obra que vem sendo estudada há mais de 35 anos pelo autor. O autor pode asseverar que a maioria esmagadora das pontes e viadutos no Brasil sofre de juntas defeituosas que não desempenham plenamente as funções para as quais foram projetadas.

O difícil é atribuir a quem cabe a maior parcela de culpa pelas juntas apresentando defeitos. Certamente, o proprietário das obras responde por parcela ponderável da culpabilidade, já que, em outras construções, o mesmo tipo de junta que apresentou deficiência precoce vem a ser usado novamente, como se nada desabonasse a sua aplicação. Construtores e projetistas também participam do vício da aplicação de uma junta que não funcionou a contento, fazendo uso do mesmo procedimento em outras obras. Desconhecimento ou desatenção sobre o fato?

É de assinalar, também, que há os defeitos intrínsecos das juntas (fig.4), e as patologias por elas geradas com a sua ineficácia, estas sobejamente mais danosas às estruturas de concreto, com a formação de estalactites, lixiviação, eflorescências, manchas de umidade, exposição e corrosão das armaduras.

Para atenuar o problema, sugere-se, no mínimo, que sejam postas em prática as seguintes medidas, quando da aquisição das juntas:

- Fixar na tomada de preço que a unidade fabril deve abrir as portas para o desenvolvimento de um trabalho de acompanhamento da produção e do controle da qualidade internos, por parte do cliente;
- Verificar a realização de todos os ensaios de qualidade do material, de acordo com a ABNT NBR 12624:2006, na unidade laboratorial do parque fabril;
- Extrair amostra do material de acordo com as imposições dessa norma, e enviar para laboratório idôneo, externamente à fábrica;
- Acompanhar, na íntegra, todos os ensaios de qualidade conforme a ABNT NBR 12624:2004, sem esquecer o teste acelerado de envelhecimento em ozônio, que traduz a vida útil do material, já que está se tratando de perfis extrudados de elastômero;
- Exigir e fazer cumprir o prazo de garantia oferecido pelo fabricante e instalador da junta, que não deve ser menor que cinco anos;
- Observar atentamente o desempenho da junta durante e após períodos chuvosos, onde pode ser constatada a eficácia do processo quanto à vedação contra a passagem de águas pluviais;
- Exigir os devidos reparos em tempo hábil, tão logo seja diagnosticada qualquer deficiência, tanto de vedação quanto de qualidade de rodagem.

Figura 4 – Ineficácia de junta de dilatação permitindo passagem de água pluvial



Se as etapas anteriores forem seguidas, será possível que os defeitos oriundos das juntas, que tanto prejudicam as obras e custam muito às reparações, sejam reduzidos.

Quando da elaboração deste trabalho, o Brasil dava os primeiros passos na aplicação de juntas de dilatação do tipo selante, em substituição aos perfis extrudados de elastômero. Alguns fracassos foram inicialmente observados (fig 5), porém outros fabricantes apostavam no sucesso de novos selantes, conquanto as aplicações práticas ainda fossem muito incipientes para prognosticar qualquer comentário mais amido.

4.2 APARELHOS DE APOIO

Quanto aos aparelhos de apoio em policloropreno, a receita para o sucesso passa pelas mesmas etapas

Figura 5 – Defeito em fenda de dilatação apetrechada com selante moldado no local



Figura 6 – Instalação errônea de aparelho de apoio, motivando expulsão da almofada do berço de assentamento



indicadas para as juntas de dilatação, alterando apenas a norma que os regem, a saber, ABNT NBR 9783:1987.

Entretanto, é necessário lembrar que enquanto as juntas de dilatação são aplicadas por empresa especializada, o que poderia, em princípio, garantir estarem menos suscetíveis a problemas, os aparelhos de apoio fixos em policloropreno fretado são instalados pelo próprio construtor, aumentando sensivelmente as chances de surgimento de defeitos já nessa ocasião.

De tanto observar aplicabilidade de apoios de forma errônea (fig.6), chega-se a conclusão de que nada adianta uma produção esmerada, com atendimento aos índices normativos, se a instalação é falha. As regras mínimas que devem ser levadas em conta na instalação de aparelhos de apoio retangulares, que são a maioria no Brasil, são:

- O centro de gravidade da almofada de policloropreno deve coincidir com o centro de gravidade do berço de assentamento;
- A menor dimensão da almofada elástica deve ser colocada no sentido longitudinal da viga;
- Não deve haver obliquidade entre o apoio e o fundo da viga/berço de assentamento.

Além disso, o berço de assentamento e o da viga devem estar perfeitamente paralelos, para que haja uma distribuição perfeita de carregamento, sem o que algumas áreas do apoio podem vir a ser mais solicitadas que outras, favorecendo a possibilidade de au-

mento de bojamentos laterais das camadas individuais de elastômero, com o conseqüente aparecimento de fissuras ou rasgamentos.

4.3 CORROSÃO DE ARMADURAS

Como em qualquer outro segmento da vida, a construção das pontes e viadutos também passa por processos evolutivos. Nos dias atuais, o mercado exibe várias categorias de cimento, a sílica ativa pode entrar com algum percentual na quantidade de aglomerante total, possibilitando concretos com propriedades especiais, os agregados podem ser selecionados, de forma a evitar eventuais problemas futuros com a reação álcali-agregado, os aditivos de última geração permitem dosificações com baixíssimas relações água/aglomerante, culminando com resistências elevadíssimas e durabilidade assegurada, além das resinas e concretos de pós reativos. Todas essas novas tecnologias têm proporcionado obras espetaculares e cada vez mais arrojadas.

Todavia, que medida tem sido tomada pela engenharia civil para minimizar ou até evitar a corrosão das armaduras, uma das mais cotidianas patologias que pontes e viadutos exibem? Que obra carece de recuperação sem que a corrosão das armaduras não esteja presente?

Estudos internacionais dão conta de que entre 20 e 25% do aço produzido no mundo são perdidos anualmente por causa da corrosão, equivalendo a dizer que isto representou cerca de 4% do PIB de uma nação como os Estados Unidos, durante levantamento estatístico realizado em 1975. São bilhões e bilhões de dólares perdidos com a destruição de materiais metálicos com a corrosão.

O saudoso, e não menos famoso, professor Vicente Gentil comenta em seu livro sobre corrosão que durante reunião sobre o assunto realizada em Bruxelas, em 1937, um painel apresentava “enquanto você lê este painel 750 kg de ferro estão sendo corroídos”. De lá para cá, com o progresso da civilização, esse número só tem aumentado.

Desnecessário é assinalar que o aço é um produto que tem como matéria prima o minério extraído

Figura 7 – Corrosão de armaduras principais de pilar



da natureza e, portanto, toda vez que ele é destruído por corrosão, tem-se que recorrer aos mananciais “in natura”, ou seja, abusa-se da exploração terrena para suprir o que foi consumido por esta patologia, que é um processo natural dos materiais metálicos.

Em pontes e viadutos, o autor tem observado que, invariavelmente, a corrosão está presente em todas as obras que careçam de ser recuperadas. Juntamente com os defeitos intrínsecos das juntas de dilatação, a corrosão é a patologia mais assídua nas construções (fig.7).

Que motivos levam a corrosão ser tão presente nas obras de arte especiais? Talvez a resposta seja um somatório de causas que culminam na contaminação da armadura, quando em contato com o oxigênio do ar. Certamente é uma afirmação que tem crédito, mas muito aberta. O que poderia ser mais diretamente imputada como causa?

A experiência de cerca de 3000 obras vistoriadas tem revelado que a diminuta espessura de cobertura das armaduras é lugar comum, e isto, com certeza, tem motivado o surgimento de aços corroídos. No recente evento Mega Pontes, em março de 2012, em São Paulo, um engenheiro de uma das maiores construtoras do Brasil foi categórico em afirmar que, de fato, os cuidados com a garantia no cobertura das armaduras são muito pouco, ou quase nenhum, em razão de que tudo fica por conta dos obreiros, que certamente não têm consciência tecnológica para discernir sobre a importância de um correto espaçamen-

to entre a armadura e a epiderme do concreto. Até na Ponte Rio-Niterói, obra edificada exemplarmente, a corrosão por deficiência de cobertura se faz presente em algumas lajes inferiores da superestrutura do Trecho sobre o Mar, não havendo consequências maiores pela pronta ação reparatória imposta pela Concessionária da Ponte S/A.

Como se sabe que o quadro de exposição e corrosão das armaduras é este há muitos anos, a situação reforça a utilização de barras de aço galvanizadas para o concreto armado, a exemplo do que é adotado em algumas obras nos Estados Unidos, Taiwan, México, Bermudas, Chile, e outros países, que viram reduzir os despropositados gastos com manutenção, na medida em que inseriam armaduras galvanizadas em suas construções, ou recuperações.

Conquanto sejam mais dispendiosas no ato da compra, ao longo dos anos as barras de aço galvanizadas se tornam muito mais baratas, na medida em que eliminam a possibilidade de manutenção mais amígdas das obras, resultando em grande economia. Os galvanizadores anunciam pelo menos 50 anos de garantia no processo da galvanização à quente, através de um banho de zinco a altas temperaturas das barras de aço, e prazo até maior caso o sistema seja duplo, isto é, também pintado com tinta à base de zinco.

Levantamento efetuado com os reparos na Ponte Rio-Niterói de 1979 a 1995, isto é, antes da concessão, indica que se tivessem sido utilizadas barras de aço galvanizadas durante a construção, em 17 anos elas estariam pagas, com o montante que deixaria de ser gasto na manutenção contra a corrosão.

No Museu Iberê Camargo, em Porto Alegre, por imposição do projeto arquitetônico, foram utilizadas barras de aço galvanizadas, como forma de evitar as manchas avermelhadas no acabamento superficial do concreto de coloração branca. No Rio de Janeiro, na construção do Museu de Arte do Rio, as armaduras são galvanizadas. Na reparação do Elevado da Avenida Perimetral, também no Rio, no trecho que não se cogita demolição, as especificações do projeto de recuperação indicam barras de aço galvanizadas.

5. CONCLUSÕES

Defeitos em juntas de dilatação, aparelhos de apoio e corrosão das armaduras estão intimamente relacionados à sustentabilidade, na medida em que se extraí da natureza as matérias primas às suas confecções. Em assim sendo, deve-se observar os princípios de um desenvolvimento sustentável, que é aquele que não agride ou reduz de forma agressiva os recursos para as gerações futuras, mantendo o equilíbrio do tripé social-ambiental-econômico.

Se as regras aqui indicadas para aparelhos de apoio e juntas de dilatação forem seguidas, a redução de defeitos nestes elementos será notória.

Se forem utilizadas barras de aço galvanizadas no concreto armado, a redução dos custos de manutenção será visível.

A junção dos dois parágrafos anteriores permite asseverar que a sustentabilidade vem à reboque, tendo em conta que se deixa de explorar a natureza de forma vil.

Referências Bibliográficas

- [01] Gentil, Vicente - Corrosão, 3ª edição 2003
- [02] Siqueira, Carlos Henrique - Aparelhos de Apoio de Elastômero Fretado, Uma Visão Técnico-Econômica - 2003.
- [03] Brown, David J. - Bridges, Three Thousand Years of Defying Nature - 1996.
- [04] ICZ - Instituto de Metais não Ferrosos - Catálogos sobre galvanização à quente - 2011.
- [05] IDD - Instituto De Luca, Daher - Notas de aulas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da cadeira de Vistoria de Pontes e Viadutos de Concreto - 2012. ●



A experiência de quem saber fazer.

A Mega Concreto chega com uma equipe motivada e liderada por profissionais experientes que gostam de desafios. Não é a toa que muitas das histórias do concreto no Brasil foram escritas por eles e pelo visto escreverão muitas mais.

Nossa estrutura

- 120 m³/h de produção de concreto de qualidade.
- Produção e entregas informatizadas.
- Precisão e rapidez no atendimento.
- Estrutura eficiente de pós-venda.
- Soluções para obras de pequeno, médio e grande porte.
- Usinas de canteiro.

11 3616.2244 www.megaconcreto.com.br

