

Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade FUMEC
Escola de Engenharia da UFMG
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
<http://www.fumec.br/revistas/construindo/index>

ISSN 2318-6127 (online)
ISSN 2175-7143 (impressa)
Recebido para publicação em 21/12/2017
Aceito em 02/08/2018

A IMPORTÂNCIA DA SUSTENTABILIDADE NA RESTAURAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO. ESTUDO DE CASO: PONTES

THE SUSTAINABILITY IN THE RESTORATION OF HISTORICAL HERITAGE. CASE STUDY: BRIDGES

BARBOSA, Maria Teresa

D. Sc., Professora, Universidade Federal de Juiz de Fora
teresa.barbosa@engenharia.ufjf.br

SILVA, Bruno

Engenheiro Civil, Universidade Federal de Juiz de Fora
bruno.cesar@engenharia.ufjf.br

OLIVEIRA, Hugo

Engenheiro Civil, Universidade Federal de Juiz de Fora
hugo_rp_brasil@hotmail.com

FIDELIS, Paula

Graduanda em Engenharia Civil, Universidade Federal de Juiz de Fora
paulafidelisviana@gmail.com

COURA, Claudia

D. Sc., Professora, IFET Sudeste - MG
claudia.coura@ifsudestemg.edu.br

RESUMO

O Patrimônio Histórico representa uma importante fonte de pesquisa visto que o processo de restauração segue normas específicas a fim de preservar as características originais. O objetivo deste trabalho é efetuar uma documentação histórica das pontes: Arthur Bernardes, Antônio Carlos e Pedro Marques, respectivamente, bem como propor medidas corretivas adequadas decorrentes do avançado estágio de corrosão de armaduras. Nas recomendações a serem adotadas insere-se o conceito de desenvolvimento sustentável, especificando técnicas menos invasivas e mais compatíveis com a herança do patrimônio, garantindo que as medidas adotadas sejam reversíveis e substituídas por medidas mais apropriadas.

Palavras-chave: Preservação. Pontes. Corrosão das armaduras. Sustentabilidade.

ABSTRACT

The Heritage is one of important research for this reason the restoration process follows specific rules in order to preserve the technical features of the time it was built. This paper aims a historical documentation of the bridges: Arthur Bernardes, Antonio Carlos and Pedro Marques and propose corrective procedure appropriate for corrosion of the reinforcement. The recommendations to be adopted in order to preserve of these structures is part of the concept of sustainable development, assigning techniques less harmful and more compatible with the heritage of the built, ensuring that the recommendations taken are reversible and replaced in the future with the evolution of knowledge.

Keywords: Preservation. Bridges. Reinforcement corrosion. Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

O Patrimônio Histórico é uma testemunha viva da história e da cultura, que permite o conhecimento de uma sociedade que viveu em outras épocas, sendo assim, os bens culturais tornam-se produto e testemunho das diferentes culturas e realizações intelectuais do passado e constituem, portanto, um elemento essencial da formação dos povos. Reconhecida sua importância, constata-se a necessidade de preservar esse patrimônio às gerações futuras, inserindo-se os conceitos de conservação, recuperação e restauração e, mais recentemente, sustentabilidade.

As obras de construção civil, incluindo nesse caso as chamadas grandes estruturas, como as pontes, são projetadas e executadas para manter condições mínimas de segurança e funcionamento durante certo tempo de vida útil com baixos custos de manutenção. Em se tratando das pontes localizadas sobre o Rio Paraibuna, no perímetro urbano da cidade de Juiz de Fora, totalizam, atualmente, 12 grandes obras de engenharia; sendo, portanto, atrações turísticas da cidade uma vez que foram, inicialmente, concebidas com o surgimento do assentamento da Estrada de Ferro Dom Pedro II (início do século XX), tornando-se necessário a conservação não somente de sua aparência mas, também, a manutenção da integridade de todos os seus elementos como um produto único da tecnologia específica de seu tempo.

No que se refere às pontes intituladas: Ponte Arthur Bernardes (atualmente conhecida por ponte Halfed, construída em 1923); Ponte Antônio Carlos (atualmente conhecida por Pedro Carlos Otto, construída em 1932) e Ponte Pedro Marques (construída em de 1934) objeto desse trabalho, possuem a particularidade de estarem inseridas na mesma atmosfera urbana, em contato constante com a agressividade do meio ambiente além do idêntico sistema construtivo, ou seja, concreto armado aparente.

O procedimento adotado nesse trabalho consiste numa abordagem qualitativa através de observações diretas dos danos estruturais (mapeamento de danos) para posterior proposta de medidas corretivas que visam assegurar a integridade e vida útil dessas estruturas de concreto armado. Na primeira etapa efetuou-se uma avaliação visual e em seguida foram executados testes para a confirmação dos danos e patologias anteriormente detectados.

Apresentam-se, ao longo desse estudo, procedimentos a serem adotadas a fim de se solucionar os danos e as manifestações patológicas detectadas, sempre visando manter o significado social, histórico, cultural e as técnicas construtivas empregadas, por meio de técnicas menos invasivas e mais compatíveis com a estrutura existente, buscando assegurar que as medidas adotadas sejam reversíveis e substituídas por outras mais apropriadas e, que atendam os critérios que regem o desenvolvimento sustentável.

2. PONTES ANALISADAS (Barbosa et al. (2016))

2.1 PONTE ARTHUR BERNARDES

Essa ponte foi projetada no século XIX, pelo engenheiro civil Júlio César Pinto Coelho em 1881 e construída, inicialmente, em "madeira" estando dividida em 3 vãos de 13 metros cada (OLIVEIRA, 1975). Em 1923 ocorreu uma restauração sendo sua estrutura reforçada em concreto em estilo neo-clássico além da inserção de duas pistas para o tráfego e calçadas para pedestres em ambas as extremidades da estrutura, tal como é ilustrado na Figura 1. As luminárias e acessórios foram adotados a fim de obter um alto padrão de acabamento para a construção, os quais, ao longo dos anos, se deterioraram. (VALENTE, 2013)

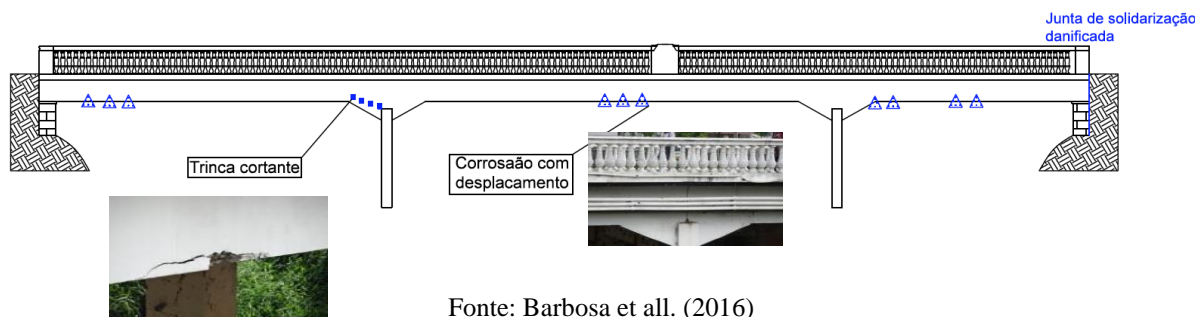
Na análise visual efetuada efetuou-se o mapeamento dos danos existentes, conforme ilustrado na figura 2. Constatou- que devido ao tráfego intenso de automóveis e pedestres há uma necessidade de ampliação das calçadas em cerca de 60 cm de cada lado.

Figura 1: Ponte Arthur Bernardes



Fonte: Barbosa et all. (2016)

Figura 2: Representação gráfica das manifestações patológicas.



Fonte: Barbosa et all. (2016)

2.2. PONTE ANTÔNIO CARLOS OTTO

Inaugurada no ano de 1881 (vide figura 3) foi inicialmente construída em madeira. Em Abril de 1932, ocorreu uma reforma que resultou na substituição da sua estrutura por estrutura em concreto armado o que lhe conferiu novas dimensões: 10,6 metros de altura, 9,4 metros de largura, 1,0 metros de calçadas e 42,7 metros comprimento, além de duas pistas de rolamento. Recentemente, em abril de 2002, a ponte foi submetida a uma nova restauração que consistiu na realização de reparos estruturais, na substituição do piso das calçadas, na realização de uma nova pintura e na melhoria de sua iluminação.

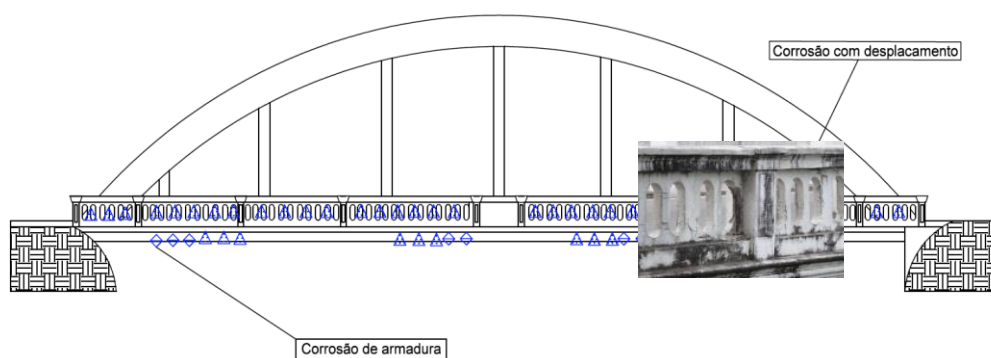
Figura 3: Ponte Antônio Carlos Otto



Fonte: Barbosa et all. (2016)

Ao se realizar essa análise visual verificou-se a incidência de corrosão de armadura, processo agravado devido a fatores atmosféricos e mecânicos característicos do meio urbano no qual ela está inserida, vide figura 4.

Figura 4: Representação gráfica das manifestações patológicas.



Fonte: Barbosa et all. (2016)

2.3 PONTE PEDRO MARQUES

Inaugurada em 18 de junho de 1934, vide figura 5, o seu projeto inicial possuía 50 metros de comprimento e 11,20 metros de largura, sendo de concreto armado e com três articulações semirrígidas no sistema denominado “Menager”. Nos anos 80 recebeu sua maior reforma tendo a sua largura mais que dobrada.

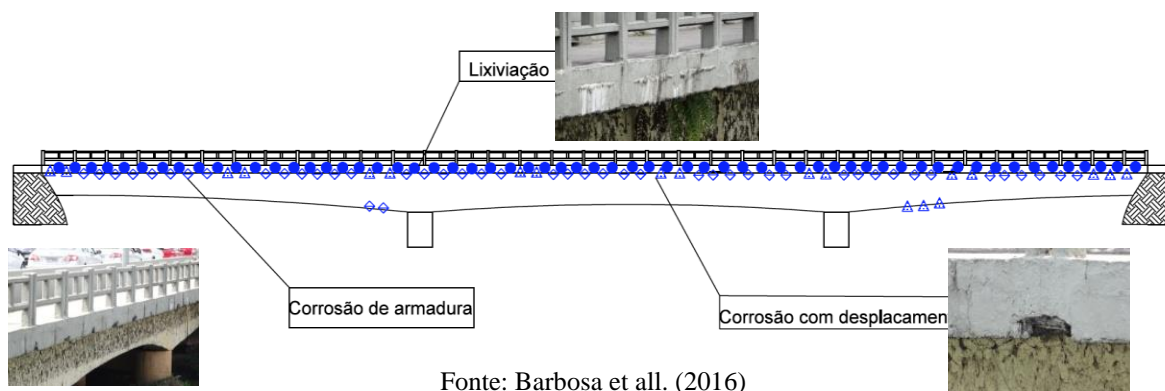
Apesar de apresentar-se, de forma geral, em bom estado constata-se um forte processo de carbonatação, resultando em pontos com corrosão de armaduras (vide figura 6), o que configura a importância dos serviços de manutenção e correção das patologias.

Figura 5: Ponte Pedro Marques.



Fonte: Barbosa et all. (2016)

Figura 6 - Representação gráfica das manifestações patológicas.



Fonte: Barbosa et all. (2016)

Tendo em vista tais observações e a importância das pontes estudadas na história de Juiz de Fora, na análise dos possíveis métodos de intervenção, procurou-se dar importância aos processos capazes de preservar o patrimônio histórico e o meio ambiente, ajudando dessa forma na preservação da história do município, bem como na menor descaracterização urbanística das estruturas. Na complementação dos estudos efetuou-se uma análise através de testes não destrutivos que

comprovaram como principal causa da corrosão das armaduras a carbonatação, os testes efetuados consistiram em: ensaio de esclerometria, ensaio com sonda para a localização de barras de aço (pacometria) e ensaio de carbonatação.

3 PROCEDIMENTOS CORRETIVOS PARA CORROSÃO POR CARBONATAÇÃO

Existe, atualmente, no mercado uma infinidade de técnicas de recuperação e reforço de estruturas em processo de corrosão por carbonatação, mas é importante ressaltar que além das técnicas de reforço estrutural, devem ser empregadas técnicas capazes de parar o processo de corrosão nas armaduras. Entretanto, muitos profissionais que atuam na recuperação dessas estruturas ainda utilizam técnicas que se restringem ao emprego de *primers* nas armaduras e posterior proteção da estrutura com o emprego de argamassas poliméricas, ou seja, efetuam um reparo vulgarmente denominado por “colcha de retalhos”. Como a corrosão nas armaduras das estruturas de concreto armado é um processo de caráter eletroquímico as técnicas a serem adotadas devem possuir a mesma natureza.

Segundo Rodrigues (2005) o tratamento convencional mais executado consiste no corte do concreto em torno da armadura corroída, expondo-a até a região onde não existem sinais de corrosão em sua superfície. Após a limpeza da armadura efetua-se a pintura com uma resina epóxi rica em zinco e aplica-se uma argamassa polimérica com aditivo. Porém esse procedimento tende a agravar o problema da corrosão devido a: remoção da região anódica contaminada e em seu lugar aplicação de uma massa nova, com pH provavelmente superior ao da região adjacente resultando *num perfeito cátodo*; as *áreas adjacentes*, que anteriormente eram cátodos, agora *se tornarão anódicas* porque estão ou muito ou pouco contaminadas.

Segundo Barbosa *et all.* (2016) o tratamento de um processo corrosivo em estruturas de concreto armado deve levar em consideração os potenciais de corrente existentes, a resistividade do concreto, a causa desta corrosão a fim de ajustar o método corretivo e protetivo, identificar cada micro ambiente, e considerar uma solução também de origem eletroquímica.

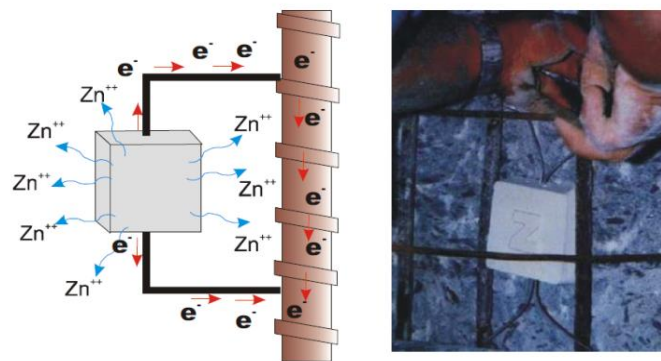
Para o caso de intervenção em estruturas tombadas pelo patrimônio histórico, como as pontes deste estudo, serão ambientalmente corretas à medida que reduzirem a geração de resíduos, principalmente se considerarmos o “entulho” gerado. Devendo-se considerar, inclusive, a vida útil do sistema protetivo; a restauração visando um projeto de reforço estrutural tendo como base fundamental a segurança, a durabilidade e a manutenção da integridade histórica, social e cultural da obras (ICOMOS, 2013); a intervenção assegurando o reparo do dano real e aqueles que poderão surgir no futuro como a atuação de sobrecarga de tráfego e, finalmente, o emprego de medida corretiva e

protetiva reversível e passível de ser substituída com a evolução do conhecimento.

Nesse contexto o emprego de *pastilhas de zinco* como anodo de sacrifício, ou seja, proteção catódica passiva, apresenta-se como uma solução viável por atender os requisitos correlacionados de Preservação do Patrimônio Histórico x Segurança x Desenvolvimento Sustentável, sendo economicamente viável e não agride a estrutura.

A pastilha em questão (vide figura 7) é composta por um núcleo de zinco, especialmente formulado para esta função, envolvido por uma matriz cimentícia ionicamente condutiva, que serve de eletrólito. Esse eletrólito, uma vez instalado com o devido espaçamento, neutraliza a corrente elétrica geradora do processo de corrosão, entre ânodos e cátodos ao longo da armadura. Sua vida útil depende da densidade das armaduras, da condutividade do concreto e do número de pastilhas instaladas e seu espaçamento (RODRIGUES, 2000).

Figura 7: Emprego de pastilhas de Zinco para proteção de estruturas com armaduras de concreto.



Fonte: Rodrigues, 2002

Após a instalação a corrente galvânica gerada pelas pastilhas pode ser monitorada e confrontada com os valores anteriormente encontrados. Destacam-se como vantagens da utilização da pastilha de zinco a durabilidade, a facilidade de instalação e manutenção, a relação custo/ benefício da intervenção e a reduzida intervenção na estrutura, fato esse de suma importância para o caso de patrimônio tombado.

Em resumo, esse procedimento assegura a integridade do patrimônio histórico, é ambientalmente correto à medida que gera menos resíduos, gasta menos energia para implantação e monitoramento, é uma solução que perdura por muito tempo sem a necessidade de novas intervenções, bem como aumenta a vida útil da estrutura.

5 CONCLUSÕES

Após a realização do levantamento histórico e patológico das pontes apresentadas e da verificação dos processos de carbonatação e corrosão de armadura, o presente trabalho analisou, dentre as tecnologias já existentes, as que permitiriam a concretização da recuperação e do reforço das pontes de modo a respeitar sua arquitetura histórica, que é de grande importância cultural para a cidade de Juiz de Fora; e, ao mesmo tempo, de elencar soluções capazes de agredir o mínimo possível o ambiente, proporcionando ainda um menor custo de intervenção e manutenção.

Considerando a sustentabilidade em seu sentido amplo, que considera o tripé ambiente, economia e sociedade, ressalta-se que os seguintes aspectos devem, também, ser considerados nas intervenções do patrimônio tombado:

- i) *Aspecto ambiental*: a preservação como ferramenta de redução dos impactos provenientes de novas construções sendo, portanto, necessário aprimorar os processos de manutenção e conservação, como forma de prolongar efetivamente a vida útil e garantir a integridade. Recomenda-se, portanto, priorizar a manutenção preventiva e evitar grandes intervenções de reformas, restaurações e reabilitações.
- ii) *Aspecto econômico*: um dos principais obstáculos para a preservação é a falta de recursos e ausência de investimentos em manutenção. Desta forma, ressalta-se novamente a importância da aplicação de um programa de manutenção preventiva, que mostra-se economicamente muito mais vantajoso quando comparado às operações da manutenção corretiva.
- iii) *Aspecto social*: ressalta-se que a preservação do patrimônio histórico-cultural de uma determinada sociedade contribui diretamente para seu desenvolvimento, agregando bem-estar, qualidade de vida, valores de propriedade e responsabilidade à população através do respeito à memória, à herança cultural, à identidade local e às diferenças culturais.

Nesse contexto, Kuhl (2006) menciona que distintas formas de perceber os monumentos históricos devem coexistir, entretanto, é necessário considerar que o que motivou a preservação foi o fato de nesses bens serem reconhecidos valores culturais, estéticos, históricos, memoriais e simbólicos que os tornam dignos de medidas que os preservem para as próximas gerações. Portanto, devem ser essas as razões prevalentes para guiar as intervenções. Ainda que sejam encontrados conflitos, a escolha por uma solução pertinente é sempre possível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA. M. T.; CASTANON, J. A., COURA, C., SILVA, B., OLIVEIRA, H., FIDELIS, P.

(2016). **Bridge in Juiz de Fora City**. 8th International Conferende on Bridge, Maintenance, Safety and Management – IABMAS 2016, Foz do Iguaçu, Brazil, june 2016.

ICOMOS (2013). *Recomendações para análise, conservação e restauração estrutural do patrimônio arquitetônico*. Paris.

ISAIA, G. (2011). **Concreto: ciência e tecnologia**. São Paulo: IBRACON, 2011, 2v.

KUHL, B.M. **História e ética na conservação e na restauração de monumentos históricos**. R. CPC, São Paulo, v.1, n.1, p.16-40, 2006.

OLIVEIRA, P. (1975). **Efemérides Juizforanas**. Editora da UFJF.

RODRIGUES, J. (2000). **Corrosão no concreto armado: A pastilha anti-corrosão**, Revista recuperar nº 33, p. 4 -18 Rio de Janeiro, Ed. Thomastec, 2000.

RODRIGUES, J. (2002). **A banalização da recuperação estrutural**. Revista recuperar nº 46, p.4-10 Rio de Janeiro, Ed. Thomastec, 2002.

RODRIGUES, J. (2005). **E a recuperação do concreto da edificação?**, Revista recuperar nº 64, p. 12-17, Rio de Janeiro, Ed. Thomastec, 2005.

VALENTE, E. (2013). *Desgaste em pontes revela abandono*. Disponível em: <http://www.acesa.com/arquivo/jf150anos/0308/>