CBPAT 2020 ANAIS
CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES
DE 15 A 17 DE ABRIL | FORTALEZA - CE
http://dx.doi.org/10.4322/CBPAT.2020.270
ISBN 978-65-86819-05-2

RECUPERAÇÃO E SUBSTITUIÇÃO DOS CABOS DA PONTE PÊNSIL DE SÃO VICENTE/SP

TIMERMAN, RAFAEL
Engenheiro Civil
ENGETI
São Paulo; Brasil
rafael@engeti.eng.br

TIMERMAN, JÚLIO
Engenheiro Civil
ENGETI
São Paulo; Brasil
julio@engeti.eng.br

PEIRETTI, HUGO CORRES
Engenheiro Civil
FHECOR
Espanha
hcp@fhecor.com

AGUILERA, FRANCISCO PRIETO
Engenheiro Civil
FHECOR
Espanha
fpa@fhecor.com

RESUMO

A Ponte Pênsil sobre o Mar Pequeno localizada no município de São Vicente/SP foi construída em 1914 como parte do plano de saneamento básico da região. A ponte é tombada pela patrimônio histórico desde 1982. Em 2012, as condições de diversos elementos estruturais era crítica e necessitaram de recuperação e substituição. O projeto considerou a recuperação completa do tabuleiro metálico conectado por rebites e substituição dos cabos com auxílio de um sistema de cabos, torres e blocos de ancoragem provisórios para permitir a troca do sistema completo. A ponte foi reinaugura em Outubro de 2015.
Palavras-chave: Substituição; cabos; ponte pênsil; reforma; recuperação.

ABSTRACT

The São Vicente Suspension Bridge was erected in 1914 as part of the sanitation plan of the Santos and São Vicente Island. It is listed by the historical heritage since 1982. The bridge condition in 2012 was deemed to be critical as some elements in trusses had disappeared and the main cables shown important corrosion and loss of cross section. This paper briefly describes the bridge history and the main points of the recent intervention for the main cables substitution and deck restoration.
Keywords: Substituion; main cables; suspension bridge; restorage; rehabilitation.

1. BREVE HISTÓRICO

São Vicente foi o primeiro munícipio estabelecido no Brasil pelos portugueses em 1532. A cidade está localizada no litoral sul de São Paulo como pode ser observado na Figura 1.

ISBN 978-65-86819-05-2



Figura 1 – Mapa da cidade de São Vicente no Estado de São Paulo

Com o desenvolvimento e crescimento do município, foi necessária a instalação de um sistema de coleta de esgoto e escoamento para fora da ilha. Tal plano de saneamento foi idealizado pelos engenheiros Saturnino de Brito e Miguel Presgrave.

O propósito original da implantação da ponte foi de sustentar as adutoras de esgoto para permitir o escoamento a partir da Ilha de São Vicente/Santos para o continente. Além disso, a ponte facilitaria o acesso de pedestres e automóveis para os municípios de São Vicente e Santos localizados na ilha.

A ponte foi projetada na Alemanha em Dortmund por August Klöne. Todos os materiais de construção foram transportados da Europa para o Brasil para construção da ponte, que ocorreu de 1911 a 1914.



Figura 2 – Perfil longitudinal da Ponte Pênsil em construção.

ISBN 978-65-86819-05-2

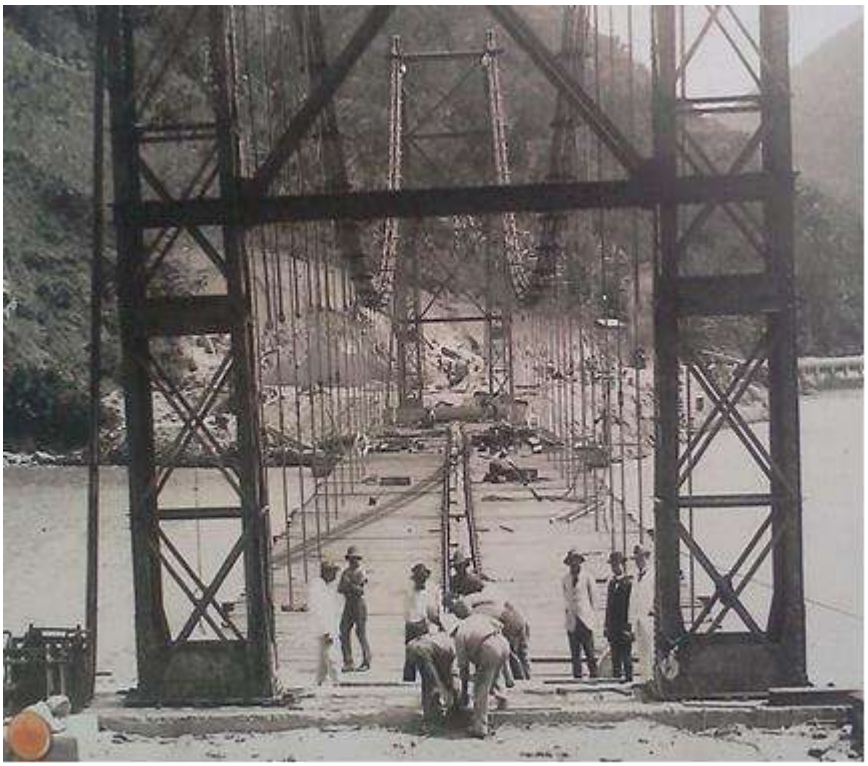

Figura 3 – Vista da Ponte Pênsil em construção a partir do emboque de São Vicente.

A ponte foi inaugura em Maio de 1914 e foi tombada pelo patrimônio histórico em 1982.

2. CARACTERÍSTICAS DA PONTE

Trata-se de uma ponte metálica com tablado de madeira como leito carroçável com 180,00m de vão único (recorde mundial na época da sua construção).

Possui uma largura total de 6,40m contemplando uma única faixa de rolamento reversível e dois passeios para pedestres.

Em ambas as laterais da ponte estão implantadas treliças de rigidez com altura de 3,70m, divididas em 30 (trinta) módulos de 6,00m cada. Tais características podem ser observadas na Figura 4. A partir dos montantes de cada módulo das treliças de rigidez, se desprendem pendurais que são fixados ao sistema de sustentação de cabos.

O sistema de sustentação de cabos é formado pelo conjunto de 8 (oito) cabos, sendo 6 (seis) cabos inferiores com diâmetro de 63mm e 2 (dois) cabos superiores com diâmetro de 81mm.

ISBN 978-65-86819-05-2



Figura 4 – Vista da seção transversal atual da ponte.

O sistema de sustentação (cabos) está apoiado em selas sobre as torres. Tais torres são treliças metálicas revestidas por concreto simples para inibir a corrosão dos perfis metálicos.

O sistema de sustentação está ancorado em blocos maciços de concreto simples na parte anterior das torres conforme vista na Figura 5.



Figura 5 – Vista dos blocos de ancoragem – emboque Praia Grande.

ISBN 978-65-86819-05-2

3. CONDIÇÕES DA PONTE EM 2012

A condição de diversos elementos estruturais da ponte em 2012 era crítica como pode ser observada nas Figuras 6 e 7. Podemos citar pontos de corrosão avançada nos elementos metálicos das treliças de rigidez, corrosão com perda de seção nos cabos de sustentação, trincas nas torres e blocos de ancoragem.



Figura 6 – Vista da treliça de rigidez com elementos metálicos corroídos, inclusive com perda de seção.



Figura 7 – Vista inferior do tabuleiro metálico com elementos corroídos.

ISBN 978-65-86819-05-2

4. PREMISSAS DO PROJETO PARA TROCA DOS CABOS DE SUSTENTAÇÃO

O projeto de troca dos cabos da ponte pênsil deveria seguir algumas premissas para tomada de decisão:

- Manter o leito de navegação aberto durante o período de obras;
- A geometria da catenária e quantidade de cabos de sustentação deveria permanecer inalterada devido à preservação histórica da ponte;
- Manter a geometria o mais próximo possível dos novos elementos de sustentação (presilhas, pendurais, etc.);
- Manter aberto o acesso de pedestres e ciclistas durante as obras.

Estabeleceu-se então um sistema provisório de sustentação do tabuleiro metálico durante as obras e para permitir a substituição do sistema existente.

O projeto define os seguintes pontos para substituição do sistema de sustentação:
- Implantação de torres provisórias adjacentes às torres existentes, apoiadas em blocos sobre estacas raiz;
- Implantação de bloco de ancoragem provisório fixado por tirantes em rocha;
- Implantação de sistema provisório de sustentação formada por cordoalhas estaiadas;
- Transferência de carga do sistema de sustentação existente para o sistema provisório;
- Adequação dos blocos de ancoragem existentes para o recebimento do novo sistema de sustentação;
- Remoção do sistema existente de sustentação e implantação do novo sistema por meio de cabo-guia;
- Transferência de carga do sistema provisório para o novo sistema de sustentação;

5. NOVO SISTEMA DE SUSTENTAÇÃO

Para o novo sistema de sustentação, foram especificados cabos full locked coil (núcleo fechado) importados da Itália. Tais cabos foram pré-alongados de fábrica para evitar folgas durante o tensionamento dos mesmos. Na Figura 8, pode-se observar a seção transversal externa desta cabo ensaiado.

Tais cabos foram ensaiados e aprovados em laboratórios certificados na Itália antes do seu embarque para o Brasil.

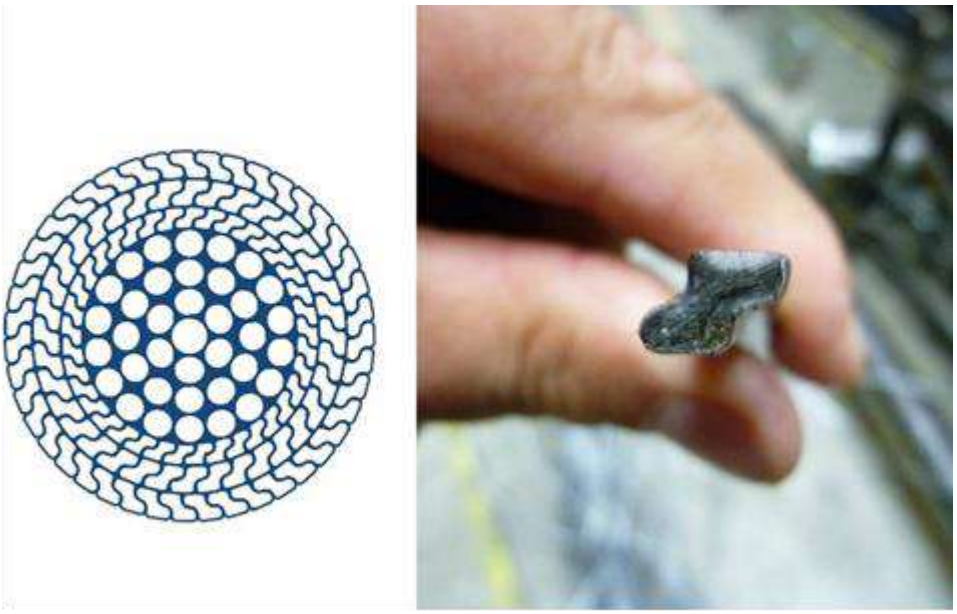

Figura 8 – Novo sistema de sustentação (cabos)

ISBN 978-65-86819-05-2

6. RECUPERAÇÃO DA PONTE

Em paralelo as obras para permitir à substituição dos cabos de sustentação, foram realizados serviços de recuperação dos elementos metálicos comprometidos com a troca de perfis e substituição de rebites danificados como pode ser observado na Figura 9. As torres receberam tratamento nas superfícies de concreto para evitar penetração de agentes agressivos.



Figura 9 – Tratamento de estrutura metálico do tabuleiro, inclusive com a troca de rebites danificados.

7. MONITORAMENTO E PROVA DE CARGA

Durante todas as etapas de obra, a ponte foi monitorada com sensores para permitir o acompanhamento online de toda estrutura e validar as premissas de projeto. Todo monitoramento foi realizado pelo IPT.

Ao final da obra e antes da reinauguração da ponte, foi realizada prova de carga estrutural da ponte para avaliação dos resultados da reforma e validação do modelo matemático.

Na Figura 10, observa-se a ponte sendo carregada com o comboio final na sua última configuração para o tese final da prova de carga.

ISBN 978-65-86819-05-2



Figura 10 – Vista superior da prova de carga realizada.

8. CONCLUSÕES

Em se tratando de uma ponte centenária, os resultados obtidos e comprovados por prova de carga foram excelentes.

Apresentamos abaixo alguns números da obra:

- Estrutura metálica – 445toneladas
- Substituição de rebites – 15.000unidades
- Novos cabos de sustentação – 120toneladas
- Concreto – 785m³
- Ferragem (Aço CA50/CA60) – 62toneladas

A recuperação dos elementos metálicos se mostrou necessária pelo grau de deterioração destes elementos expostos ao ambiente marinho.

Com relação aos cabos existentes, deve-se ressaltar a excelente qualidade do material empregado na construção da ponte que permitiu a sua utilização por mais de 100 anos.

A troca dos cabos foi imprescindível não somente para garantir a segurança estrutural da ponte como também para empregar um material com novas tecnologias para resistir ao ambiente agressivo no qual a ponte está inserida.

A ponte foi reinaugurada ao final de outubro de 2015 para plena utilização da população e veículos.

ISBN 978-65-86819-05-2



Figura 11 – Vista superior a ponte reaberta ao público.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto. 2014.

ABNT. NBR 7187 – Projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido. 2003.

ABNT. NBR 7188 – Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas. 2013.

ABNT. NBR 8800 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. 2008.

COUDRET, A. Reparation d'un pont suspendu sur le tarn. Le pont de Mirepoix-sur-Tarn en Haute Garonne.

GERMAIN, D.; JAQUIER, B.; HOUEL, A. Pont suspend du Teil. Remplacement des cables avec mise sur appuis provisoires. CETE Lyn. Sétra.

MARTÍN, J. R..; CORRES, H. C. Proyecto y construcción del puente colgate de Elche. FHECOR Ingenieros Consultores.

MARTÍN, J. R..; CORRES, H. C. Proyecto de licitación del puente sobre el Canal del Chacao. FHECOR Ingenieros Consultores.

SIMON, J. E.; LABOURIE, L.; THIBONNET, J-L.; GUICHARD, M.; LECROC, Ph.; MAURICE, J-P. Reparation de pont suspendu d'Elbeuf (Seine-Maritime).