

Recuperação Estrutural do Elevado do Joá

Ubirajara Avelino de Mello

Concrejato Serviços Técnicos de Engenharia S/A, Rua Fonseca Teles - 40, Rio de Janeiro, Brasil
ubirajara.mello@concremat.com.br

Jorge Schneider

Concrejato Serviços Técnicos de Engenharia S/A, Rua Fonseca Teles - 40, Rio de Janeiro, Brasil
jorge.schneider@concremat.com.br

Fabício Rocha Souza

Concrejato Serviços Técnicos de Engenharia S/A, Rua Fonseca Teles - 40, Rio de Janeiro, Brasil
fabicio.rocha@concremat.com.br

Liza Lopes Godinho

Concrejato Serviços Técnicos de Engenharia S/A, Rua Fonseca Teles - 40, Rio de Janeiro, Brasil
liza.erling@concremat.com.br

Thiago Thuler Barbeito

Concrejato Serviços Técnicos de Engenharia S/A, Rua Fonseca Teles - 40, Rio de Janeiro, Brasil
thiago.thuler@concremat.com.br

RESUMO

O Elevado das Bandeiras, mais conhecido como Elevado do Joá, faz parte do sistema viário da cidade do Rio de Janeiro, sendo a mais importante conexão entre a Zona Sul e a Zona Oeste, sendo ela a responsável pelo fluxo diário de aproximadamente 130.000 veículos.

A proposta de elevado em pistas superpostas foi pioneira no Brasil e utilizou a encosta como partido para que não houvesse cortes nas rochas existentes. Foi construído a partir do ano de 1968 e inaugurado parcialmente em 1971 e finalizado em 1972, no governo de Negrão de Lima.

Foi projetado pelos arquitetos Ubirajara Ribeiro e Walter Maffei, com a parte relativa à estrutura, objeto desta apresentação, sendo de responsabilidade dos engenheiros Walter de Almeida Braga e Nelson Zanetti. É considerado um marco na arquitetura moderna brasileira, pois destaca o conceito moderno da verdade estrutural, onde o concreto armado é o elemento principal, de forma a nunca esconder os seus elementos construtivos, tais como lajes, vigas e pilares.

O Elevado passou por diversas intervenções de recuperação nos anos 80 até os dias atuais onde se podem destacar os principais agentes causadores: ambiente altamente agressivo, equívocos no projeto, erros de execução, fluxo crescente de veículos e falta de acesso aos locais que de fato necessitam de vistorias periódicas e de manutenção.

O acúmulo dos agentes causadores ao longo dos anos aliado à falta de presença do poder público resultou na situação emergencial atual, sendo até mesmo considerada a possibilidade de demoli-lo completamente. Mas, devido a sua relevância na paisagem natural construída e grande importância no papel de integração do sistema viário da cidade esta opção de demolição foi desconsiderada.

Em virtude da gravidade das condições atuais encontradas, oferecendo risco aos usuários, esta obra foi classificada como emergencial. Sua importância no anel viário da cidade impede a interdição das vias. Sendo assim, a obra deverá acontecer ao mesmo tempo em que os veículos circulam pelo elevado. E em função desta premissa, algumas técnicas foram adotadas de forma que a agilidade de intervenção pudesse ocorrer sem a interrupção da rotina da cidade.

Para tal, foram minuciosamente estudadas as atuais condições do sistema estrutural do Elevado viabilizando a atual proposta de intervenção que consiste em: transferência de apoios através de estruturas metálicas adicionais, serviços de reforço estrutural generalizados, com destaque para os pilares, recuperação das juntas de dilatação, recuperação de guarda rodas e recuperação dos túneis e pergolados.

Palavras-chave: Arquitetura Moderna, Rio de Janeiro, Elevado do Joá, Recuperação.

ABSTRACT

The Elevado das Bandeiras, better known as the Elevado do Joá, is part of the road system of the city of Rio de Janeiro, the most important connection between South Zone and West Zone, responsible for the daily flow of approximately 130,000 vehicles.

The proposed high on tracks superimposed pioneered in Brazil and used the slope as a party to that there were cuts in existing rocks. It was built from 1968 and partially inaugurated in 1971 and completed in 1972, the government Negrão de Lima.

It was designed by architects Ubirajara Ribeiro and Walter Maffei, with the part on the structure, object of this presentation is the responsibility of engineers Walter de Almeida Braga and Nelson Zanetti. It is considered a landmark in modern Brazilian architecture, stands as the modern concept of structural truth, where the concrete is the main element, so you never hide your construction elements, such as slabs, beams and columns.

The Elevado has gone through various ~~recovery~~ interventions in the 80s to the present day where they can highlight the main agents: highly aggressive environment, mistakes in design, execution errors, increasing flow of vehicles and lack of access to places that actually need periodic inspections and maintenance.

The accumulation of the causative agents over the years together with the lack of presence of the government resulted in the current emergency situation, and even considered the possibility of demolishing it completely. But, because of their relevance in the natural and built great importance in integrating the road system of the city this option was disregarded demolition.

Given the severity of current conditions encountered, offering risk to users, this work was classified as emergency. Its importance in the ring road of the city ban prevents airway. Thus, the work should happen at the same time that vehicles traveling at high. And due to this assumption, some techniques have been adopted so that the speed intervention could occur without interruption routine in the city.

To this end, we carefully studied the current conditions of the structural system of the Elevado enabling the current proposed intervention consisting of: services enhancing structural pillars, repair of joints, supports transfer through metallic structures additional recovery wheel guard and recovery of tunnels and pergolas.

Keywords: Modern Architecture, Rio de Janeiro, Elevado do Joá, Repair

RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL DO ELEVADO DO JOÁ

BREVE HISTÓRICO

O bairro da Barra da Tijuca era quase um areal deserto até meados da década de 1960. A partir da Zona Sul o acesso era feito por São Conrado, através da íngreme e sinuosa Estrada do Joá, com diminuto tráfego de automóveis. O acesso ao bairro foi completamente transformado com a construção do Elevado das Bandeiras, mais conhecido como Elevado do Joá, iniciada em 1968, com a liberação parcial ao tráfego ocorrendo em meados de 1971.

Tendo o DER-RJ como cliente, a estrutura da obra foi projetada pelos engenheiros Walter de Almeida Braga e Nelson Zanetti, e o projeto de “arquitetura” é de autoria dos arquitetos Ubirajara Ribeiro e Walter Maffei, sendo constituída por duas pistas sobrepostas de 10 metros de largura cada, com 32 vãos isostáticos de concreto protendido que resultam num comprimento total de 1.100 metros, sendo considerado um marco da arquitetura moderna brasileira.

Dados da Construção Original:

Construção – Construtora Rossi Engenharia S.A.

Período da Construção – 1968/1971



Figura 1 - Construção dos pórticos de apoio dos tabuleiros.

AS GRANDES INTERVENÇÕES

1988

A partir do final da década de 80 começam as grandes intervenções de recuperação e reforço estrutural no Elevado devido ao ambiente agressivo em que se encontra e à falta de manutenção preventiva.

Inserido num microclima extremamente agressivo e com alguns problemas de origem construtiva, o Elevado das Bandeiras foi fruto de inspeções detalhadas e das primeiras intervenções menos de uma década depois de construído, na época com a tentativa de proteger contra a corrosão os cabos de protensão das longarinas através da re-injeção de nata nas bainhas.



Figura 2 - Reportagem JB em 1988

Os prematuros problemas de degradação das estruturas em função de falhas construtivas e da intensa concentração de cloretos no ambiente deram origem a vistorias e a uma extensa bateria de ensaios, realizados em 1988 pela COPPE – UFRJ, que acabou por resultar na primeira grande intervenção feita no Viaduto, com importante participação da Concrejato.

Na ocasião, as vistorias e ensaios realizados mostraram, no caso das lajes, a inexistência parcial ou total de nata de injeção nos cabos de protensão, com infiltração de água no interior das bainhas, fios rompidos em quase todos os cabos acessados e valores de potencial medidos dando ideia de corrosão generalizada. Já, nas vigas longitudinais, os ensaios realizados segundo a norma ASTM C876 – 80 “Half-Cell Potentials of Reinforcing Steel in Concrete” indicaram na época uma probabilidade de corrosão de cerca de 15% nos cabos de protensão das vigas longitudinais, havendo também sinais visuais de corrosão em alguns cabos.

Os resultados dos ensaios revelaram uma situação crítica na superestrutura, concluindo-se pela necessidade de intervenção imediata, ficando a Concrejato responsável pelo projeto e execução das intervenções no tabuleiro superior, que considerou reforços nas lajes, transversinas e vigas longitudinais.

Todo o reforço contou com a integração projetista e tecnologista de patologia na harmonização das exigências dimensionais, tecnologia dos materiais, processos construtivos e microclima local, com toda a agressividade do meio sendo combatida por um concreto de características especiais e por cabos de protensão constituídos por cordoalhas engraxadas, uma tecnologia aplicada em caráter pioneiro no Brasil pela Concrejato, em parceria com a Protende, que participou dos estudos e ensaios para a definição da graxa e do polietileno de alta densidade (PEAD) das bainhas, além da fabricação propriamente dita.

Merece também destaque a concepção dos reforços, de autoria do engenheiro Bruno Contarini, que conseguiu resolver a questão da impossibilidade de se determinar a força de protensão residual nos cabos existentes adotando uma solução que atendeu a todas as hipóteses possíveis. No caso das vigas longitudinais, a solução considerou os novos cabos de protensão inseridos em talões de concreto armado construídos nas duas faces laterais e com uma forte armadura passiva, de forma que pudesse trabalhar à compressão, para as situações onde a protensão original permaneceu íntegra e, admitindo uma pequena tração nestas novas barras, no caso extremo onde os cabos originais estivessem completamente comprometidos pela corrosão.



Figura 3 - Detalhe da solução de reforço nos dois tabuleiros, com as intervenções na cor azul.

Os problemas de deterioração detectados visualmente e nos ensaios realizados tiveram como origem questões relacionadas ao projeto, à execução da obra e à falta de manutenção preventiva.

- Principais problemas relacionados ao projeto:

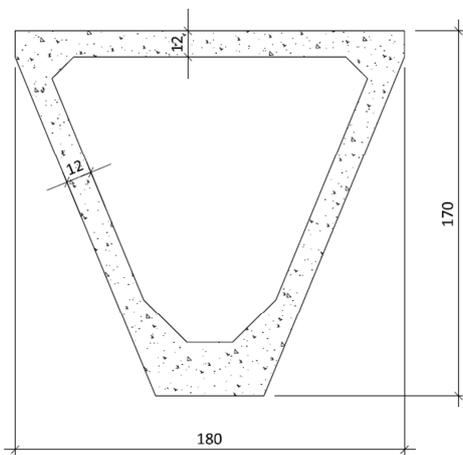


Figura 4 - Elementos muito esbeltos o que dificulta o lançamento e adensamento do concreto

- Principais problemas relacionados à execução:

Cobrimento deficiente, falhas de adensamento do concreto e falhas na injeção das bainhas dos cabos de protensão levaram à situação encontrada nas figuras abaixo.



Figura 5 - Cobrimento reduzido e cabos de protensão aparentes e com corrosão.

- Principais problemas relacionados à falta de manutenção:



Figura 6 - Juntas de dilatação com o berço quebrado, permitindo a passagem de água.

AS GRANDES INTERVENÇÕES

2011

Em 2011 o Consórcio formado pelas empresas Concrejato e Geomecânica foi contratado para a execução de alguns serviços, englobando a recuperação de Pilares com o encamisamento e instalação de tela galvanizada para proteção catódica, com destaque para o caso da base do Pilar 23 A, onde se fez necessário utilizar um sofisticado sistema de enrocamento sintético para a execução dos reforços numa região submersa, o tratamento de juntas de dilatação, a abertura de “janelas” nas transversinas de apoio para inspeção do estado de conservação dos dentes Gerber e respectivos aparelhos de apoio, a realização de ensaios para avaliação da tensão atuante nos cabos de protensão dos reforços executados no final da década de 1980, além da realização de Prova de Carga no Tabuleiro superior. As imagens a seguir mostram detalhes dos principais serviços realizados.

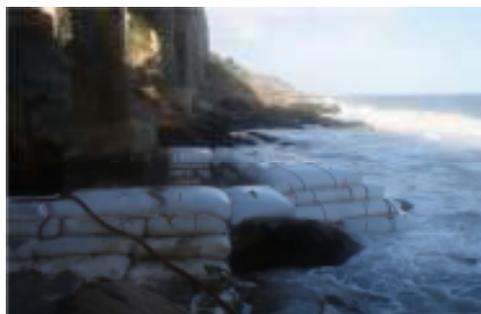


Figura 7 - Detalhe do enrocamento sintético para permitir a execução de serviços na base do pilar.

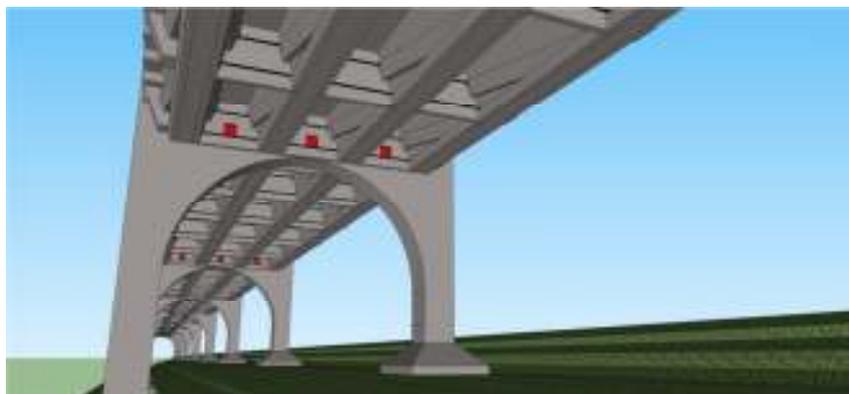


Figura 8 - abertura de visitas para inspeção dos apoios

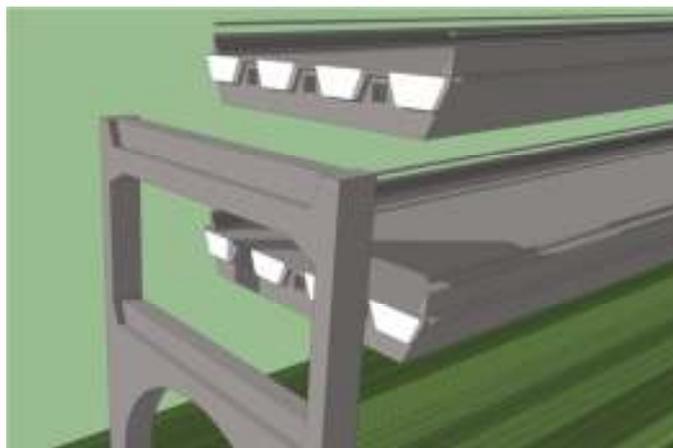


Figura 9 - Esquema dos apoios dos tabuleiros nas travessas, observando os dentes Gerber na cor branco.

AS GRANDES INTERVENÇÕES

2013

Passados 23 anos, a Concrejato, em consórcio com a Geomecânica S.A., voltou ao elevado do Joá em meados deste ano, num contrato que considerou execução de alguns serviços de recuperação emergenciais, além de vistorias e ensaios para que se pudesse ter um quadro mais preciso sobre o estado de conservação das estruturas, em especial dos tabuleiros.

As fotografias seguintes são bastante elucidativas, mostrando como obra sofre permanentemente a ação de agentes agressivos, em particular da atmosfera salina por situar-se junto ao mar, inclusive com alguns trechos construídos sobre a zona de arrebentação, com a maléfica ação do “splash” das ondas sobre toda a estrutura, além do constante efeito abrasivo na base de alguns pilares.



Figura 10 - Observar a ação agressiva do mar sobre a estrutura.

Com base nos Relatórios de Vistorias e de Ensaios, emitidos em 2011 pelo Consórcio Concrejato - Geomecânica, a Fundação COPPETEC, da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, contratada pela prefeitura, emitiu parecer apontando riscos estruturais em virtude da corrosão detectada em alguns dentes Gerber, responsáveis pela estabilidade dos tabuleiros.

O alerta provocou muita polêmica no meio técnico e uma grande preocupação na sociedade em geral, que passou a se sentir insegura para utilizar o viaduto. Diversas soluções foram discutidas em encontros e reuniões de engenheiros, técnicos e estudiosos. A colocação de vigas transversais para apoio dos tabuleiros, a reutilização das vigas retiradas do viaduto da Perimetral, na região portuária da cidade, em substituição as partes comprometidas e, até mesmo, o abandono total da via considerando o comprometimento estrutural, foram apontadas como possíveis soluções.

Em meio à polêmica, o consórcio Elevado das Bandeiras, formado pela Concrejato e Geomecânica, apresentou a proposta que foi adotada pela prefeitura da cidade: a instalação de 128 vigas metálicas, 64 em cada um dos dois tabuleiros do elevado, transferindo para essas vigas a responsabilidade que era dos dentes Gerber, a de garantir o apoio dos tabuleiros. Ao todo, foram utilizadas mais de 1.200 toneladas de aço somente nas vigas, mas o projeto inclui ainda o reforço de mais 12 pilares, a recuperação geral do viaduto, incluindo partes acessórias como os guarda-rodas, a recuperação das estruturas de concreto da pista superior no interior dos túneis de São Conrado e Joá, além dos pergolados construídos junto aos emboques destes túneis.

Soluções diferenciadas foram adotadas para cada um dos tabuleiros. Inicialmente, a solução prevista para os dois tabuleiros consistia em robustas vigas de aço apoiadas nos pilares

Entretanto, após levantamentos topográficos concluiu-se que apenas no inferior havia liberdade de altura para adotar tal solução. No superior, com a necessidade da preservação do gabarito mínimo de 4 metros, as vigas metálicas de reforço precisaram apoiar-se também em pontos intermediários da travessa superior de forma a reduzir a altura das mesmas, desta forma sem prejuízo para a circulação de ônibus na via.

Assim como na grande obra de reforço de 1988, houve uma grande preocupação em relação à durabilidade dos elementos constituintes das intervenções atuais, principalmente no caso dos metálicos. As novas vigas de apoio dos tabuleiros, consoles da pista superior e placas de base foram fabricados com aço de alta resistência mecânica e baixa liga, resistentes à corrosão atmosférica – aços patináveis, que apresentam uma menor taxa de corrosão ao longo dos anos, quando comparada àquela obtida para os aços estruturais comuns. Como se trata de um ambiente de elevada agressividade marinha, inclusive com deposição de cloretos, foi utilizado um sistema de proteção à base de epóxi modificado, bi-componente, de alto-sólidos (92%) e baixo

VOC, contendo flocos de vidro, com espessura final de 500 micrometros, com uma durabilidade estimada superior a 15 anos, antes dos primeiros retoques.

As barras de aço dos sistemas de protensão também mereceram atenção especial. No caso de fixação dos consoles, os tirantes inseridos em furos feitos nos pilares também foram pintados com tinta epóxi, apesar da proteção proporcionada pela injeção.

Os cuidados com os tirantes verticais que configuram os apoios intermediários das vigas do tabuleiro superior foram ainda maiores. De fato, além da pintura epóxi, da bainha de polietileno de alta densidade e da injeção de cera, as barras foram envolvidas com fita DENSOFLEX, composta com fibra de lã sintética e impregnada com elastômero à base de hidrocarbonetos de última geração, e protegida por uma película de polipropileno de alta resistência que fica voltada para o lado externo do revestimento.

O PROJETO DE REFORÇO



Figura 11 - Projeto de reforço – proposta inicial – vigas metálicas sobre consoles de concreto nos dois tabuleiros

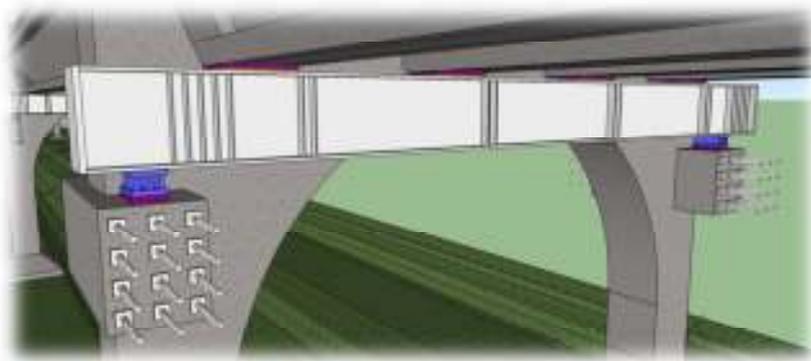


Figura 12 - Tabuleiro inferior: perspectiva da solução adotada.

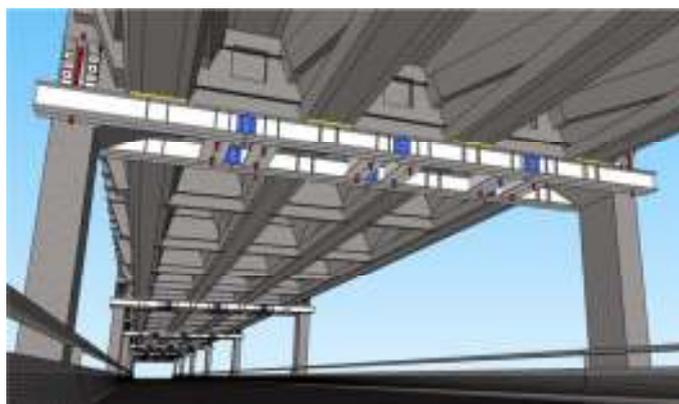


Figura 13 - Tabuleiro superior: perspectiva da solução adotada

Os trabalhos tiveram início em maio de 2013, com o prazo contratual de 180 dias. A opção para o uso da estrutura metálica permitiu que os reforços fossem feitos sem que houvesse uma grande interferência no trânsito, com o elevado ficando interditado para a passagem de veículos em período noturno, e mesmo assim, num prazo máximo de cinco horas. Observar na figura abaixo as dificuldades resultantes também das grandes distâncias.

O presente trabalho não pretendeu ter o cunho científico normalmente encontrado nestes seminários, mas sim dar um amplo panorama a um público talvez não muito acostumado, da realidade das obras, e que por se tratar de uma obra de arte de engenharia um pouco distante da arquitetura, porém, apesar da necessidade de intervenções constantes e por vezes significativas na estética (se é que podemos assim chamar) do elevado, mantém suas características originais mais importantes e o próprio elevado em si, acostumado a periodicamente ser ameaçado de demolição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografia:

- PRUDÊNCIO, Walmor; CONTARINI, Bruno; SCHNEIDER, Jorge = Reforço Estrutural Pretendido adotado no Viaduto do Joá - 2das. Jornadas Ibero-Latinoamericanas del Hormigón Pretensado – Buenos Aires, 1991.
- Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. “Guia da Arquitetura Moderna no Rio de Janeiro”. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2000.
- Site: História do Rio - <http://www.historiadorio.com.br/viadutos/joa> (07/06/2013)