

TECNOLOGIA, AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

Coletânea de Artigos

Organizadores:

João da Costa Pantoja
Márcio Augusto Roma Buzar
Naiara Guimarães de Oliveira Porto



Universidade de Brasília

	UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Reitora: Vice-Reitor: Decana de Pesquisa e Inovação: Decanato de Pós Graduação:	Márcia Abrahão Moura Henrique Huelva Maria Emília Machado Telles Walter Lucio Remuzat Rennó Junior
Diretor da FAU Vice Diretoria da FAU Coordenadora de Pós-Graduação: Coordenadora do LaSUS: Coordenador do LaBRAC:	FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO - UnB Marcos Thadeu Queiroz Magalhães Cláudia da Conceição Garcia Luciana Saboia Fonseca Cruz Marta Adriana Bustos Romero João da Costa Pantoja
Coordenação de Produção Editorial, Preparação, Revisão e Diagramação: Capa:	João Vitor Lopes Lima Farias Ana Luiza Alves de Oliveira Stefano Galimi
Conselho Editorial	Humberto Salazar Amorin Varum Osvaldo Luiz de Carvalho Souza Yara Regina Oliveira Paulo de Souza Tavares Miranda
Organização:	João da Costa Pantoja Marcio Augusto Roma Buzar Naiara Guimarães de Oliveira Porto

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Tecnologia, ambiente e sustentabilidade [livro eletrônico] : coletânea de artigos / organização João da Costa Pantoja , Marcio Augusto Roma Buzar , Naiara Guimarães de Oliveira Porto. -- 1. ed. -- Brasília, DF : LaSUS FAU : Editora da Universidade de Brasília-UnB, 2021.
ePDF

ISBN 978-65-992384-4-4

1. Artigos - Coletâneas 2. Meio ambiente 3. Sustentabilidade ambiental 4. Tecnologia I. Pantoja, João da Costa. II. Buzar, Marcio Augusto Roma. III. Porto, Naiara Guimarães de Oliveira.

21-63042
CDD-660.02

Índices para catálogo sistemático:

1. Tecnologia 660.02 Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

1ª Edição

FAU - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo / LaSUS – Laboratório de Sustentabilidade Aplicada a Arquitetura e ao Urbanismo.
Caixa Postal 04431, CEP 70842-970 – Brasília-DF. Telefones: 55 61 3107-7458. Email: lasus@unb.br / www.lasus.unb.br

ORGANIZADORES E AUTORES

João da Costa Pantoja | Organizador e Autor | Brasil

Márcio Augusto Roma Buzar | Organizador e Autor | Brasil

Naiara Guimarães de Oliveira Porto | Organizador e Autor | Brasil

Alexandre M C Dutra | Autor | Brasil

Ana Luiza Alves de Oliveira | Autor | Brasil

Clarice C. D. da Silva | Autor | Brasil

Daniel Richard Sant'Ana | Autor | Brasil

Eduardo Bicudo de Castro Azambuja | Autor | Brasil

Francisco Afonso de Castro Júnior | Autor | Brasil

Hillary Damaceno de Brito | Autor | Brasil

Hugo Rodrigues Pinheiro | Autor | Portugal

Iberê Pinheiro de Oliveira | Autor | Brasil

Igor Rafael Mendes Guimarães Alcantara | Autor | Brasil

Joára Cronemberg Ribeiro Silva | Autor | Brasil

Leonardo da Silveira Pirillo Inojosa | Autor | Brasil

Louise Boeger Viana dos Santos | Autor | Brasil

Luiza Teixeira Naili | Autor | Brasil

Mafalda Fabiene Ferreira Pantoja | Autor | Brasil

Marcelo Aquino Corte Real da Silva | Autor | Brasil

Márcio Busón | Autor | Brasil

Pedro Pantoja Luz | Autor | Brasil

Philipe Queiroz Rodrigues | Autor | Brasil

Rudi Sato Simões | Autor | Brasil

Thaís Aurora Vilela Sancho | Autor | Brasil

Stefano Galimi | Autor | Brasil

Valmor Cerqueira Pazos | Autor | Brasil

Victor Villar de Queiroz Milani | Autor | Brasil

Vitor Ramos de Quadros | Autor | Brasil

Wender Camico Costa | Autor | Brasil

ÍNDICE

Tema 1 - Estruturas e Arquitetura

I - Manutenção de helipontos elevados - Plataformas de distribuição de cargas em estruturas de concreto/aço instaladas em edifícios já construídos	07
II - A ponte de ferro de Cachoeiro do Itapemirim.....	28
III - Caracterização dos blocos de apartamento da Colina Velha na Universidade de Brasília: História, arquitetura, pré-moldado, sistemas estruturais e patologias	47
IV - Arquitetura de madeira roliça brasiliense: Um estudo de caso, Maloca e academia Unique	83
V - Aplicação do método de bielas e tirantes em vigas de equilíbrio na ferramenta Cast	97

Tema 2 - Sustentabilidade, Qualidade e Eficiência do Ambiente Construído

VI - Edificações de porte monumental de arquitetura modernista: Uma contribuição para a avaliação Acústica	119
VII - Técnicas de auditoria do consumo de água: Relatos de experiência em campo	142
VIII - Elaboração de algoritmo de uso e ocupação do solo para terrenos do Distrito Federal - Brasill	157
IX - Aproveitamento de águas pluviais em edificações públicas: O caso da procuradoria geral da república	180
X - Análise de uma cobertura paramétrica de bambu composta por paraboloides hiperbólicos	194
XI - Análise da ventilação natural e de qualidade do ar interno: Hospitais Sarah Brasília e Sarah Lago Norte	206

Tema 3 - Tecnologia de Produção do Ambiente Construído

XII - Trincas em sistemas de vedação decorrentes da resistência do concreto	229
XIII - Avaliação probabilística do nível de segurança e durabilidade de estruturas existentes em concreto armado	241
XIV - A conservação do patrimônio moderno através das práticas de retrofit na infraestrutura urbana de Brasília.....	261
XV - A influência da fabricação digital junto ao design aberto nas novas gerações de produtos	283
XVI - Degradação e processo de recuperação de obra de infraestrutura: Viaduto Galeria dos Estados.....	302

TEMA 3: TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Estudos relacionados à tecnologia de materiais, componentes, elementos, sistemas e processos, no âmbito da construção e sua materialização, envolvendo inovação tecnológica, aperfeiçoamento das técnicas construtivas e de produção, industrialização da construção, prototipagem e fabricação digitais. Avaliação da qualidade construtiva visando os estudos do estado de conservação, desempenho e vida útil das edificações, assim como a manutenção e reabilitação do ambiente construído.

Artigos:

- XII. *Trincas Em Sistemas De Vedação Decorrentes Da Resistência Do Concreto*
Oliveira, I.; Pantoja, J.; Buzar, M.
- XIII. *Avaliação Probabilística Do Nível De Segurança E Durabilidade De Estruturas Existentes Em Concreto Armado – Aplicação Em Um Reservatório Elevado*
Porto, N.; Pantoja, J.; Pinheiro, H.
- XIV. *A Conservação Do Patrimônio Moderno Através Das Práticas De Retrofit Na Infraestrutura Urbana De Brasília*
Galimi, S.; Buzar, M.; Pantoja, J.; Naili, L.
- XV. *A Influência Da Fabricação Digital Junto Ao Design Aberto Nas Novas Gerações De Produtos*
Milani, V.; Pantoja, J.; Busón, M.
- XVI. *Degradarão E Processo De Recuperação De Obra De Infraestrutura: Viaduto Galeria Dos Estados*
Costa, W.; Pantoja, J.; Buzar, M.; Junior, Francisco

XVI**DEGRADAÇÃO E PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE OBRA DE INFRAESTRUTURA: VIADUTO GALERIA DOS ESTADOS****DEGRADE AND PROCESS OF RECOVERY OF INFRASTRUCTURE WORK: VIADUTO GALERIA DOS ESTADOS****Wender Camico Costa**

Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Brasília – DF.
<http://lattes.cnpq.br/2430654606563158>

João da Carlos Pantoja

Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Brasília – DF.
<http://lattes.cnpq.br/6879105340639188>.

Márcio Augusto Roma Buzar

Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Brasília – DF.
<http://lattes.cnpq.br/6339433870219875>

Francisco Afonso de Castro Júnior

Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Brasília – DF.
<http://lattes.cnpq.br/2163434007388229>

Resumo: Em fevereiro de 2018, em uma das importantes vias do Distrito Federal, (DF-002 Eixo Rodoviário Sul), trecho próximo da Galeria dos Estados, parte do tabuleiro colapsou, demandando ações de interdições e recuperações. Trata-se de uma obra de arte que tinha histórico de patologias estruturais percebidas por técnicos, pesquisadores e órgãos públicos de controle. Sua recuperação envolve interesses diversos e características construtivas restritivas. O presente trabalho apresenta um breve histórico sobre a construção inicial e o tombamento, o processo avaliativo feito pelo órgão de controle, alguns desdobramentos em razão disto e a solução estrutural e arquitetônica para reconstrução de uma alternativa funcional para a referida obra de arte.

Palavras-chave: Projeto de recuperação. Resposta ao colapso de parte do viaduto.

Abstract: In February 2018, on one of the important thoroughfares of the Federal District, (DF-002 South Road Axis), near the Gallery of States, part of the board precipitated, demanding actions of interdictions and recoveries. It is a work of art that had a history of structural pathologies perceived by technicians, researchers and public control bodies. Its recovery involves diverse interests and restrictive constructive characteristics. The present work presents a brief history about the initial construction and the tipping, the evaluation process made by the control body, some developments due to this and the structural and architectural solution for the reconstruction of a functional alternative for the referred public construction.

Keywords: Recovery Project. Response to part of the viaduct collapse.

1 INTRODUÇÃO

As pontes e viadutos são estruturas importantes para o transporte de cargas, passageiros e mobilidade em geral de um país, seja por modal rodoviário, dutoviário ou ferroviário. Elas são classificadas como Obras de Arte Especiais (OAEs), pois requerem um projeto específico, por suas proporções e características peculiares, DNIT (2017). No Brasil, no ano de 2015, 84% da carga nacional foi transportada pelos modais citados, destacando a importância destas estruturas para o transporte. Apesar da administração pública brasileira ser a principal responsável pelas obras de artes públicas, tanto na construção como na manutenção, e ainda que a Constituição Federal de 1988 estabeleça princípios de eficiências e responsabilidades em geral aos administradores públicos, as realidades brasileiras, nas três esferas de governo, não apresentam, aparentemente, resultados satisfatórios de manutenções dos seus patrimônios, entre os quais as suas obras de artes. Ainda que os estudos de Trindade (2011), sejam mais voltados às construções edilícias, podem-se utilizá-los, por similitude, ao caso de construções como o viaduto objeto deste estudo, pois trata-se de construção como edificações, sob sua área de rolagem, com dezenas de lojas, escritórios, estação de metrô, restaurantes e outras edificações. As construções em geral são administradas por pessoas que não reconhecem os custos globais de manutenções, subestimando os custos indiretos que afetam e propiciam degradação e depreciação do patrimônio. Segundo Trindade (2011) este fenômeno é apresentado como o iceberg dos custos globais da construção. Trindade (2011), de forma metafórica, representou no iceberg os projetos, as licenças, a aquisição do terreno e a construção como uma parcela que as pessoas enxergam dos custos diretos. Debaxo da água estão os custos indiretos que, quando negligenciados, se tornarão superiores ao investimento inicial, Iberê (2019). No que se refere a construções administradas pelo poder público, que tem regramentos e controladores externos dos processos, como os constituídos pela CRFB (1988) e pela Lei de Licitações, número 8.666, de 1993, por exemplo, é notório o retardo das ações em manutenção, pois há limitações de recursos financeiros e alongamento de processo administrativo, pois este tem fases criteriosas e raramente dispensadas de serem atendidas. Medeiros (2008) apresenta, em suas pesquisas, que os investimentos em manutenção

são na mesma ordem de grandeza que os valores com gastos em construções novas. O impacto econômico que estes serviços de conservação predial possuem na economia podem ser vistos na Tabela 1, com exemplos de países europeus e seus respectivos gastos em serviços de manutenção e reparo.

Tabela 1 – Gastos com manutenção e reparo em países desenvolvidos.
Fonte: Medeiros (2008) apud Takewaka (2007).

Pais	Gastos com construções novas	Gastos com manutenção e reparo	Gastos totais com construção
França	85,6 Bilhões de Euros (52%)	79,6 Bilhões de Euros (48%)	165,2 Bilhões de Euros (100%)
Alemanha	99,7 Bilhões de Euros (50%)	99,0 Bilhões de Euros (50%)	198,7 Bilhões de Euros (100%)
Itália	58,6 Bilhões de Euros (43%)	76,8 Bilhões de Euros (57%)	135,4 Bilhões de Euros (100%)
Reino Unido	60,7 Bilhões de libras (50%)	61,2 Bilhões de libras (50%)	121,9 Bilhões de libras (100%)

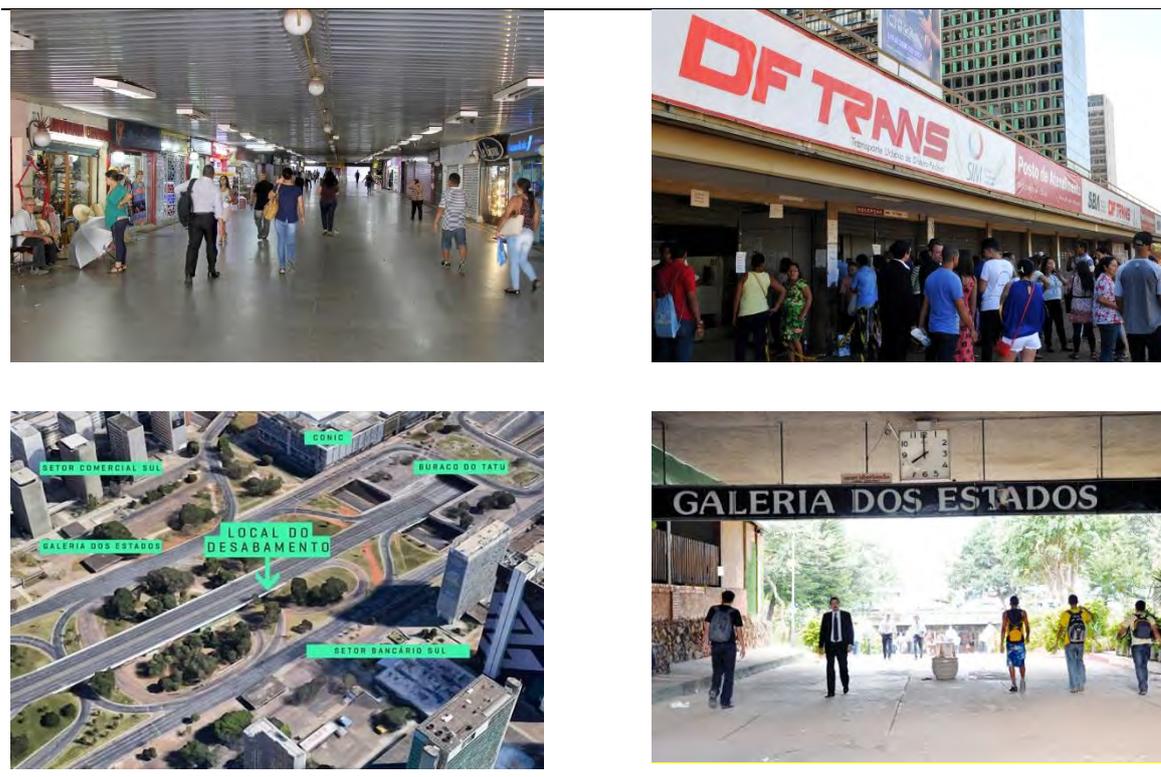
Os serviços de conservação predial, segundo Flores (2009), têm por finalidade restabelecer o desempenho de um imóvel ou sistema. Para isso são utilizados os seguintes conceitos, com respectiva classificação por ordem crescente do grau de intervenção:

- Manutenção – pequenas intervenções periódicas de manutenção e reparações ocasionais;
- Reabilitação – melhorias sem grandes alterações às características originais dos sistemas do edifício, podendo incluir algumas ações limitadas para recuperar a normalidade ou o mais próximo dela;
- Renovação – reabilitação em grau mais significativo, na qual as implementações de modernizações nos sistemas do edifício são possíveis. A intervenção pode inclusive substituir ou implementar sistemas;
- Reconstrução – caso mais extremo de intervenção, substituindo ou não grande parte dos sistemas. Visa estabelecer a funcionalidade de um edifício arrasado.

A Galeria dos Estados, construção objeto deste estudo, é um conjunto harmônico de edificações com diversas funcionalidades, como o centro comercial com mesmo nome; a estação de metrô, também com mesma

denominação; túnel e passagem de pedestres que servem de ligação entre dos importantes setores (bairros) de Brasília, que são o Setor Bancário Sul (SBS) e Setor de Autarquias Sul (SAS); é uma obra de arte, viaduto, que constitui a principal via de acesso ao Centro de Brasília pelos veículos e ônibus urbanos e interurbanos que transitam entre as áreas Sul, Centro e Norte do Distrito Federal. O Viaduto como dito situa-se na DF-002 (Eixo Rodoviário Sul), conhecido como Viaduto do Eixão.

Figura 1: Imagens da Galeria dos Estados.



Fonte: Google Imagens.

Portanto, há lojas comerciais e de serviços, espaço para feiras e exposições, passagens para transeuntes, interessados aos acessos de embarque e desembarque de transportes urbanos e semiurbanos, tanto metrô como ônibus, ou seja, trata-se de obra de elevado interesse para população do Distrito Federal e do Entorno de Brasília. Trata-se de ambiente de elevado interesse político, pois associações, empresas particulares e órgãos e empresas públicas se envolviam nas causas, consequências e soluções.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para alcançar os objetivos deste trabalho foram estudados projetos,

relatórios, estudos e documentos relacionados ao processo, como projetos de arquitetura e de estrutura da NOVACAP, relatórios do TCDF, DER-DF e IPHAN, bem como participação em reuniões e palestras relacionadas ao processo decisório sobre as opções de arquitetura e estrutura executadas. Também foram realizadas inspeções e visitas aos canteiros de obra e aos locais de produções de elementos e insumos da obra.

3. DESENVOLVIMENTO

Trata-se da recuperação estrutural e de arquitetura do conjunto de elementos estruturais e construtivos que constituem os viadutos sobre a Galeria dos Estados, em Brasília, Distrito Federal. O viaduto, objeto deste estudo, foi construído para a inauguração de Brasília, que ocorreu em 21 de abril de 1960, tendo no momento do colapso de parte de sua estrutura, a idade de 58 anos. Na época, a Norma Técnica utilizada para a elaboração do projeto foi a NB1/1940. Foi possível observar que a ferragem não apresentava ranhura, por exemplo. No período de sua construção, a tecnologia do Concreto Armado encontrava-se em desenvolvimento e não se tinha o domínio pleno do material que o constitui, assim como pouco se conhecia sobre resistência, durabilidade e manutenção. Outro aspecto importante é que o viaduto foi construído para suportar uma carga Trem Tipo TB 36 (36 toneladas), mas normas atuais e demandas reais de uso pedem incremento do suporte de carga para esta via.

A visita técnica foi precedida por aulas que contextualizaram problemas recorrentes em estruturas de edificações e/ou obras de arte por razões como falta de manutenções, por serem mal construídas e/ou por sofrerem danos episódicos.

Figura 2: Vista ortogonal das projeções dos pilares do viaduto.



Fonte: Google Earth.

Os fatos relevantes e precursores do colapso na parte do viaduto do Eixão Sul, assim como os que proporcionaram sua recuperação são a seguir descritos. Na figura 3, a seguir, tem-se a imagem de um dos apoios da parte do tabuleiro de laje que se precipitou no referido evento.

Figura 3: Imagem da estrutura antes do colapso e da atual intervenção.

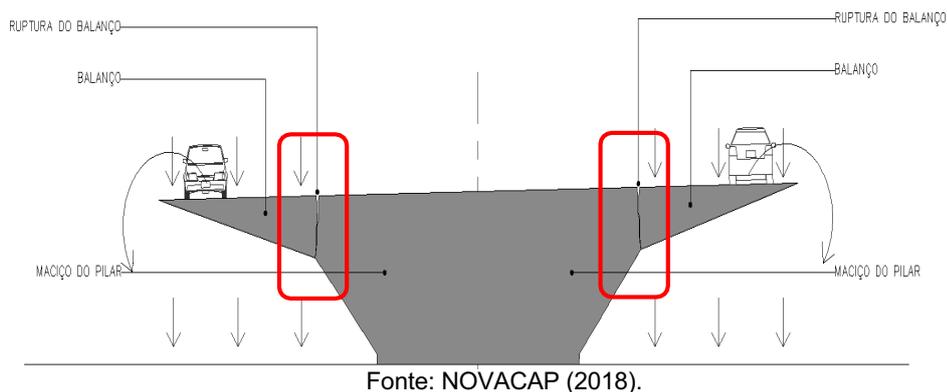


Fonte: Google Earth.

O principal fato documental deste estudo é: O **Relatório do TCDF** de 2011/2012 que apontava problemas de patologias estruturais na referida obra de arte. Destaca-se que este documento decorreu de relatórios de órgãos do próprio Governo do Distrito Federal, como DER e NOVACAP. Todos os estudos técnicos que subsidiaram a licitação culminaram no canteiro de obra ora visitado e relatado. A licitação decorrente do processo o 00113-0007143/2018-11, cuja modalidade foi pregão presencial, número 01/2018, tipo menor valor, resultando na contratação da empresa denominada de Via Engenharia SA. Os fatos principais contribuintes da causa do evento adverso objeto deste estudo são:

Modelo do balanço do pilar: A ruptura ocorreu na região do balanço do pilar, mais precisamente, na transição do maciço do pilar com o balanço propriamente dito. Nesta região não havia ferragem Passiva Suficiente pois o viaduto tinha sido dimensionado com antiga Norma NB1 de 1940, norma omissa a este tipo de armação, apenas concreto e sistema de protensão, conforme ilustrado a seguir:

Figura 4: Esquema do tipo de pilar que colapsou.



Excesso de água nas estruturas: Os modelos de drenagens, as ausências de dispersores eficientes, as ações de recobrimento dos asfaltos sem os cuidados com as drenagens, proporcionaram longos períodos de armazenamento de água no interior das estruturas, com conseqüente agravos às ferragens e às finas peles de cobrimento.

Figura 5: Água acumulada no interior da estrutura mesmo sem chuva.



Fonte: O Autor.

Modelo estrutural que não permitia inspeções: A estrutura não possuía acesso fácil de inspeções regulares, assim como não possuía instrumentos de controle de qualidade e ou de apresentação de possíveis patologias. Notar na figura 5 que o tabuleiro era fechado por laje, logo não se podia inspecionar as vigotas, transversinas e a própria laje.

Figura 6: Notar os vestígios de oxidação das ferragens.



Fonte: O Autor.

Construções que obstruíam visão (inspeção) dos pilares e vigas: Sob o tabuleiro que se precipitou havia dois comércios que tinham instalações e edículas envolvendo suas vigas e seus pilares, logo, eventuais fissuras, rachaduras e recalques não eram possíveis serem constatadas.

3.1 Evento

O colapso estrutural deu-se em parte do complexo de estruturas que constituem a obra de arte denominada de Viaduto da Galeria dos Estados, na viga que sustentava um dos tabuleiros.

Figura 7: Imagem do momento da queda de partes da estrutura.



Fonte: O Autor.

Figura 8: Vista do local onde o tabuleiro precipitou-se.



Figura 9: Vista oblíqua da parte precipitada do viaduto.



Fonte: O Autor.

As figuras acima permitem observar que o tabuleiro praticamente caiu como uma peça única, apontando para um colapso abrupto da estrutura. Narra-se que a queda foi precedida de um som semelhante a uma explosão. O tabuleiro colapsou-se às 11h43, do dia 6 de fevereiro de 2018, sobre a alça, entre o segundo conjunto de pilares e apoio que estava junto ao maciço de terra.

3.2 Esclarecimentos procedimentais da recuperação

A solução de reversão teve a parte de estudos realizados por equipe multidisciplinar constituída de especialistas e políticos com poderes para tomadas de decisões. A equipe foi estabelecida através do Decreto Distrital número 38.841, de 06 de fevereiro de 2018, que relacionou representantes das seguintes instituições e órgãos, nas condições de membros efetivos e convidados:

- Secretaria de Estado da Casa Civil, Relações Institucionais e Sociais - CC;
- Secretaria de Estado de Infraestrutura e Serviços Públicos - SINESP;
- Secretaria de Estado da Segurança Pública e da Paz Social, por meio da Subsecretaria do Sistema de Defesa Civil;
- Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal - DER/DF;
- Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil - NOVACAP.
- Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Distrito Federal - CREA/DF;
- Universidade de Brasília - UnB;
- Clube de Engenharia de Brasília.

Da equipe de trabalho resultou a decisão sobre as possibilidades de soluções construtivas. Esta equipe analisou os trabalhos parciais de membros e convidados da equipe.

A Universidade de Brasília – UNB (2018) posicionou-se, por meio de Nota Técnica 01/2018, pela demolição completa do viaduto, ou seja, os 192 metros lineares que compunham os tabuleiros do viaduto.

O Conselho Regional de Engenharia e Agronomia - CREA-DF apontou pela recuperação estrutural da referida obra de arte, apresentando Relatório Técnico com análise estrutural completa do viaduto.

O Departamento de Estrada de Rodagem - DER-DF e a Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil - NOVACAP apresentaram uma solução mista, recomendando um alargamento do pilar com execução de novas fundações e propuseram a recuperação das lajes do tabuleiro (pista de rolagem), sem alterar a escala do viaduto.

O DER-DF e a NOVACAP propuseram ainda, a substituição das galerias de águas pluviais por drenagem direta para evitar-se eventual acúmulo de águas pluviais e possíveis infiltrações na estrutura da obra de arte recuperada.

Em razão de encontrar-se tombada pelo patrimônio histórico do Brasil, a obra de arte em estudo, para sua reforma, requeria o atendimento da legislação afeta, ou seja, o Decreto Lei Federal de número 25, de 30 de novembro de 1937, que versa sobre a competência do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, que entre outras, deve emitir parecer sobre eventuais alterações em equipamento tombado. O IPHAN (2018), através do Parecer Técnico 48/2018, descreveu o viaduto da seguinte forma:

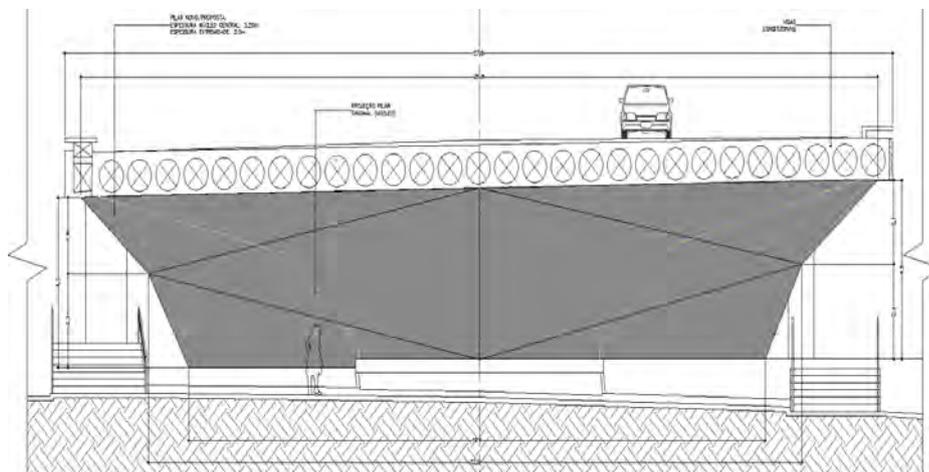
Conjunto viário complementar à Plataforma Rodoviária em sua extremidade sul, no trecho correspondente ao viaduto do Eixo Rodoviário (DF 002) sobre a Galeria dos Estados, situado na área central do Conjunto Urbanístico de Brasília, bem integrante do patrimônio cultural brasileiro por meio de tombamento federal em 14/03/1990 - inscrito no Livro do Tombo Histórico sob nº 532 e reconhecido pela Unesco como Patrimônio Mundial, em 11 de dezembro de 1987.

No Parecer Técnico número 48/2018 o IPHAN aprova a proposta mista da NOVACAP/DER, em razão disto. A equipe nomeada em Diário Oficial do Distrito Federal aprova a concepção arquitetônica e estrutural que opta pela solução mista, ou seja, demolição e reconstituição parcial da arquitetura e da estrutura do viaduto e edificações relacionadas.

3.2.1 Projeto de recuperação

Do projeto aprovado destacam-se o seguinte: O pilar foi alargado para garantir a segurança estrutural, motivado pelo aparelho de apoio, que passa a ser colocado em posição que facilita o eventual acesso de equipamentos, como macacos hidráulicos, viabilizando eventual substituição e reparos ao longo do tempo. Esta ação corrige o fato de o aparelho de apoio encontrar-se oculto, na parte interna do pilar, entre a viga e a laje alveolar, impedindo a sua vistoria ou mesmo a sua troca. O novo modelo do pilar também contribui para eliminar esforços indesejados que ocorriam devido o modelo de balanço adotado na concepção inicial.

Figura 10: Novo pilar tipo aprovado.



Fonte: NOVACAP (2018).

Figura 11: Vista em perspectiva do novo projeto da obra de arte.



Fonte: NOVACAP (2018).

Basicamente, no que se refere à estrutura, tem-se que dos **pilares** originais foram aproveitados somente o seu núcleo central, pois não apresentavam patologias graves e, após análises e inspeções, foram considerados seguros.

Os formatos originais dos pilares foram alterados sendo os mesmos alargados. Eliminando-se, o trecho de viga em balanço. Portanto o pilar foi ampliado com colocação de novas fundações do tipo Tubulão. Todo carregamento proveniente dos veículos e do peso próprio da estrutura foram dirigidos diretamente para os pilares alargados. O projeto de reforço buscou atender às novas exigências da atual NBR 6118/2014, com aumento de recobrimento das armaduras nas peças estruturais, buscando ampliar a vida útil do conjunto do viaduto, aumentando a sua durabilidade.

Os tabuleiros das lajes foram refeitos, colocando-se novas armaduras de proteção. Todo sistema foi feito com escoramento permanente durante a sua construção.

3.2.2 Observações na execução da recuperação

A execução da reforma foi conduzida de forma compartilhada entre uma equipe de engenharia, arquitetura e urbanismo da empresa contratada, através do Pregão presencial nº 001/2018 do DER-DF e uma Equipe de engenheiros e arquitetos representantes do Distrito Federal, em especial do Departamento de Estradas de Rodagem – DER-DF, nomeados através do processo 037/2018 do DER-DF e houve apoio técnico de equipe da NOVACAP.

Na figura 12 mostra-se o pilar aumentado em suas dimensões, notadamente mais robusto, a laje que se apresenta, na imagem abaixo, com menos vazios e com vigotas (nervuras), também robustas. Nas figuras a seguir é possível verificar as soluções de apoio da estrutura.

Figura 12: Vista da nova estrutura, que recebe diretamente o tabuleiro.



Fonte: O Autor.

Figura 13: Encabeçamento e tensores das vigas das lajes.

Fonte: O autor.

A capacidade de carga do Viaduto também foi ampliada. Inicialmente, no final dos anos 50, o viaduto foi projetado para suportar somente um TB36, correspondente 360KN. Com o novo reforço a capacidade de suporte foi aumentada para o TB45 (450KN), permitindo assim o tráfego de veículos mais pesados.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A recuperação deste viaduto enfrentou desafios técnicos e políticos para sua aprovação e realização, pois envolveu interesses diversos e características construtivas restritivas, pois a instância política para tomada de decisão pressionava as soluções técnicas apresentadas. As soluções técnicas tinham crivos de órgãos de controle e de gestão de patrimônio, requerendo elevada capacidade técnica e especializada dos profissionais envolvidos, tanto para convencimento dos agentes políticos como os especialistas em patrimônio, arquitetura, urbanismo e engenharia. A solução de recuperação foi mista, recepcionando partes de propostas de diversas instituições e órgãos públicos. O processo de recuperação foi conduzido pela administração pública e indiretamente executado por empresa particular contratada. O resultado foi um projeto que atualizava os conceitos de segurança estrutural, pois ampliou-se cada elemento estrutural importante, pilares, viga e laje, aumentando-se os coeficientes de segurança, permitindo-se inspeções e eventuais substituições de peças, ou seja, acrescentando-se mecanismos práticos de manutenções e

reparos, itens dificultados pelo modelo conceutivo anterior.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei n.º 8666, de 21 de junho de 1993**. Institui normas para licitações e contratos da Administração Pública, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.servidor.gov.br/arq_editaveis/pdf/legislação/Lei%208666Consolidada.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2001.

DEPEN, Departamento de Engenharia - **Patrimônio Histórico Edificado: Revitalizar para Preservar**. Brasília: ECT, 1995.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes**, 1ª ed. Brasília, DF, 2017, 84 p.

TCDFT. Tribunal de Contas do Distrito Federal. **Relatório de Auditoria: Avaliação da Destinação de Recursos para Obras em Andamento e os Procedimentos Afetos às Atividades de Manutenção dos Bens Públicos**. Brasília, DF, 2012.

TRINDADE, R. S. D. **Gestão de Edifícios - Análise Comportamental Através da Interpretação de Dados Históricos**. [s.l.] Faculdade de Engenharia do Porto, 2011.

UNB. Universidade de Brasília. **Nota Técnica ENC/UNB – N°001-2018 de 07 de março de 2018**. Análise Técnica das Causas do Desabamento Parcial da Estrutura do Viaduto Sobre a Galeria dos Estados – Brasília – DF.

Sites visitados

<https://noticias.unb.br/112-extensao-e-comunidade/2113-unb-recomenda-demolicao-de-viaduto-no-eixao-sul>.

Parecer do Iphan
file:///C:/Users/1745%20MX/Downloads/PP_001_2018.1533321222361.pdf.

Site da CONDEPHAAT/Secretaria de Estado da Cultura/Governo do Estado de São Paulo: <http://www.condephat.sp.gov.br>.

Site do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Cidades@:
<http://www.ibge.gov.br>.

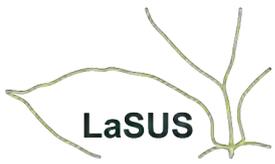
https://www.google.com/search?q=imagens+da+galeria+dos+estados&client=google-mail&rls=aso&authuser=0&sxsrf=ACYBGNRbi7Rrofq17lt_VZmLNQPq6umhtg:1574850164348&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=VVU6clm3drORIM%253A%25

Tema 3: Tecnologia de Produção do Ambiente Construído

XVI – Degradação e Processo de Recuperação de Obra de Infraestrutura: Viaduto Galeria dos Estados

2CJzUOWjQAvpei-M%252C_&vet=1&usg=AI4_-kSgCjINI3_94Pt-
N6zzUo0QRYcglg&sa=X&ved=2ahUKEwir-
PqElormAhWdEbkGHYJSBOAQ9QEwAHoECAkQBg#imgrc=s8hxtpsTiVTROM
:&vet=1https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2018/03/07/in
terna_cidadesdf,664521/unb-recomenda-demolicao-total-de-viaduto-sobre-
galeria-dos-estados.shtml.

<https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2018/03/08/analise-de-especialista-escolhido-pelo-crea-df-aponta-para-recuperacao-do-viaduto-da-galeria-dos-estados/>.



LaSUS



Universidade de Brasília



ISBN: 978-65-992384-4-4

CD



9 786599 238444