

A UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES TIPOLOGIAS DE TABULEIROS NO PROJETO DE ALARGAMENTO E AMPLIAÇÃO DE UM VIADUTO

José Afonso Pereira Vitório – Engenheiro Civil – Vitório & Melo Projetos Estruturais e Consultoria Ltda.

1. INTRODUÇÃO

O Viaduto Capitão Temudo, construído na década de 1970, constitui a principal ligação viária com a Zona Sul da Cidade do Recife (bairros do Pina, da Boa Viagem e da Piedade); com extensão aproximada de 1km, transpõe três avenidas e uma linha do metrô.

O grande aumento do tráfego nos últimos anos, responsável por constantes congestionamentos, gerou a necessidade do alargamento de um trecho do tabuleiro e da execução de uma nova alça.

A superestrutura original é composta por tabuleiro celular de concreto protendido, a mesoestrutura é formada por pilares-parede de concreto armado e a infraestrutura por fundações profundas, com o emprego de estacas tipo Franki e blocos de coroamento de concreto armado.

A análise das opções de soluções de projeto para o alargamento do tabuleiro e para a execução da nova alça, levou em conta os principais aspectos relacionados ao desempenho estrutural, às facilidades construtivas e aos custos finais da intervenção, considerando as peculiaridades da obra existente e as dificuldades inerentes à sua localização, em uma área estritamente urbana e densamente povoada.

A Figura 1 mostra uma vista do viaduto antes das intervenções.

Figura 1 – Vista aérea do viaduto Capitão Temudo.



O projeto previu a ligação entre os tabuleiro existente e novo, de modo a evitar a junta longitudinal, responsável por infiltrações e outras patologias, como é o caso de grandes deformações nas bordas, que, além de anomalias estruturais, se constituem, também, em

A ligação entre os dois tabuleiros foi feita por meio de armaduras tipo conectores, fixados conforme recomendações do *Guide for Widening Highway Bridges* do American Concrete Institute, e detalhamento ilustrado na Figura 4. A Figura 5 mostra uma seção transversal típica do alargamento.

Technical drawing showing a cross-section of a repair detail. The drawing includes the following labels and dimensions:

- Labels:**
 - ADESIVO EPÓXICO
 - BARRERA DEMOLIR EXISTENTE
 - FURAR COM Ø16.0mm COLAR COM RESINA EPÓXI
- Dimensions:**
 - 80
 - 20
 - 40
 - 100
- Note:** 11) - 2x1722Ø12.5 c/10-100

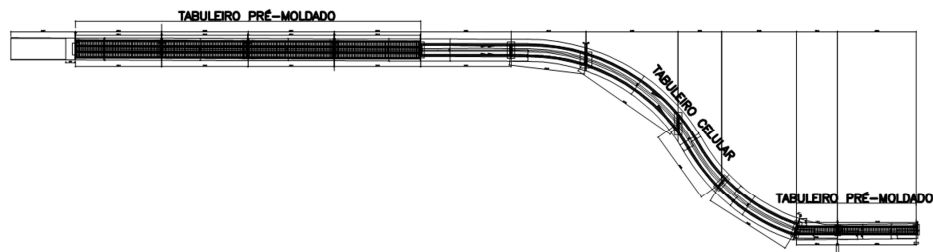
Technical drawing of a bridge deck cross-section. The drawing includes the following components and dimensions:

- Top Section:**
 - PRÉ-LAJE 1:** The main deck slab.
 - ADESIVO EPÓXICO:** Epoxy adhesive layer.
 - BARREIRA DEMOLIR EXISTENTE:** Existing barrier to be demolished.
 - TABULEIRO EXISTENTE:** Existing deck.
 - VIGA PRÉ-MOLDADA:** Precast concrete beam.
 - NEOPRENE 500x700x8.1 FRETADO:** Fretted neoprene seal.
- Dimensions:**
 - Top Width:** 450
 - Top Left Height:** 10, 20, 82
 - Top Right Height:** 80
 - Top Left Width:** 120
 - Top Middle Width:** 250
 - Top Right Width:** 80
 - Top Right Height:** 204.8
 - Top Right Slope:** 9.252
 - Top Right Width:** 330
 - Top Right Height:** 583.3
 - Top Right Width:** 250
 - Top Right Height:** 643.3
 - Top Right Width:** 60
 - Top Right Height:** 140
 - Top Right Width:** 35, 120, 120, 35
 - Top Right Height:** 4
 - Top Right Width:** 4
 - Top Right Height:** 4
- Bottom Section:**
 - ESTACA PREMOLDADA CENTRIFUGADA EC 400/10 Ø40:** Precast centrifugal concrete pile.
 - CONCRETO MAGRO:** Lean concrete.

2.2. Alça da ampliação

A nova alça, com extensão de 412,00m, projetada do lado direito do viaduto existente, no sentido norte-sul, foi inicialmente estudada considerando todo o tabuleiro celular, solução mais comum para as estruturas com trechos curvos e grandes vãos. Porém, no projeto geométrico o trecho curvo foi previsto com 196,00m, restando 216,00m constituído por trechos retilíneos. Diante disso, foi possível adotar duas soluções para a superestrutura: tabuleiro tipo caixão para a parte curva e tabuleiro pré-moldado para as partes retas, conforme ilustrado na Figura 6.

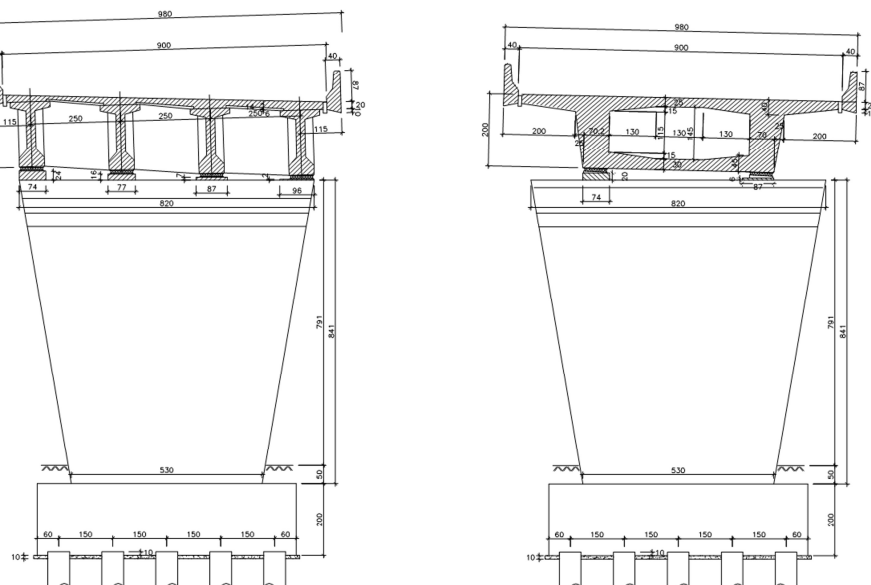
Figura 6 – Alça composta por tabuleiro pré-moldado e celular.



Esta solução agilizou significativamente o cronograma da obra pelo fato de permitir a pré-fabricação das vigas no próprio canteiro e em seguida o içamento sobre os pilares, pelo fato de os vãos, da ordem de 38,00m estarem plenamente compatíveis com os equipamentos disponíveis no mercado local. No caso do trecho curvo os vãos são variáveis entre 33,00m e 49,00m, de modo a permitir a execução do tabuleiro em caixão celular moldado no local sobre escoramento.

A Figura 7 mostra a seção transversal do trecho projetado com tabuleiro pré-moldado e a seção transversal em caixão celular no trecho curvo.

Figura 7 – Seção transversal dos trechos retos (tabuleiro pré-moldado) e curvos (tabuleiro celular) da alça.



3. FUNDAÇÕES

Pelas características geotécnicas do solo, a opção mais adequada para as fundações foi a cravação de estacas com comprimento médio de 27m. Para a estrutura do alargamento foram adotadas estacas centrifugadas EC-400/10 com carga nominal de 1.400kN. Apenas no apoio 6 não foi possível utilizar esse tipo de estaca, por causa da incompatibilidade das dimensões do equipamento de cravação, sendo utilizado neste caso estacas raiz ϕ 410mm.

Nas fundações da alça da ampliação foram utilizadas estacas centrifugadas EC-600/10 com carga nominal de 2.400kN.

4. PECULIARIDADES DO PROJETO

De modo geral, muitos aspectos relacionados aos projetos de alargamento e reforço de Obras de Arte Especiais no Brasil ainda carecem, pelas suas peculiaridades, de maiores estudos, pesquisas e de literatura técnica.

No caso do alargamento do viaduto Capitão Temudo, alguns destes aspectos são ainda mais peculiares, como é o caso da junção do novo tabuleiro com as duas alças na parte mais alta do greide, cuja execução da armação está ilustrada na figura 8, que mostra o trecho final do novo tabuleiro, com duas vigas moldadas no local formando um triângulo, sobre o qual é executada a laje ligada aos dois tabuleiros laterais existentes. Na Figura 9 pode ser observado o mesmo trecho na condição original do tabuleiro.

Figura 8 – Detalhe da execução da estrutura no trecho final do alargamento, ligando o novo tabuleiro a duas alças.



Figura 9 – Detalhe da vista inferior do mesmo trecho antes da execução do alargamento.



Porém, a principal peculiaridade deste projeto foi a harmonização entre quatro tipos de tabuleiros: o tabuleiro existente, executado na década de 1970 e constituído por uma seção caixão em concreto protendido, projetado para o Trem-tipo Classe 36 e com materiais cujas características são diferentes das adotadas atualmente; o tabuleiro pré-moldado para o alargamento e trecho reto da nova alça; o tabuleiro celular no trecho curvo da nova alça e o tabuleiro variável em concreto armado convencional na junção entre os trechos retos e curvos do viaduto existentes.

A integração destas quatro soluções estruturais em uma única obra permitiu viabilizar o alargamento e a ampliação do viaduto sem provocar acréscimo de carga na estrutura existente, mesmo com a utilização do Trem-tipo Classe 45.

Uma questão que também merece ser destacada foi a dificuldade para locar alguns dos blocos de estacas e pilares da nova alça, pelo fato de estarem localizados nos canteiros de uma avenida com grande movimento, de modo que os espaços disponíveis para a execução do estaqueamento e dos blocos ficaram bastante restritos, obrigando a soluções geométricas com grandes esconsidades em relação ao tabuleiro, conforme podem ser vistas nas Figuras 10 e 11.

[illegible]

O projeto do alargamento e do acréscimo de uma alça no viaduto Capitão Temudo, apresentou diversas peculiaridades relacionadas à geometria original, ao período em que foi construída, à ausência de projetos originais, enfim, as dificuldades que são inerentes aos projetos de alargamento e reforço de Obras de Arte Especiais. Mesmo assim, foi possível encontrar soluções técnicas que viabilizaram estas intervenções de modo a garantir satisfatórios desempenhos estrutural e funcional.

Não pode ser esquecido que diversos aspectos relacionados ao comportamento estrutural de pontes e viadutos após o alargamento e reforço, ainda se constituem em um campo a ser explorado por meio de estudos e pesquisas que possam contribuir para a

produção do conhecimento em uma área ainda carente de literatura técnica especializada, pois a literatura disponível sobre pontes prioriza sempre as obras novas.

É importante, por exemplo, aprofundar os estudos sobre a avaliação da capacidade de carga e segurança das pontes antigas e dos efeitos das deformações diferidas nas obras alargadas, entre outras questões.

No projeto que foi objeto deste trabalho, cujas obras encontram-se atualmente na fase de conclusão, além dos bons resultados estruturais obtidos, também ficou evidente que a diversidade de soluções para os tabuleiros resultou em uma obra mais econômica, mais rápida e de boa estética, como pode ser observado nas Figuras 12 e 13.

Figura 12 – Vista lateral do alargamento do tabuleiro celular com a utilização de vigas pré-moldadas.



Figura 13 – Vista do tabuleiro após o alargamento.



6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 7187 – Projeto e execução de pontes de concreto armado e protendido, Rio de Janeiro, 2003.
- [2] - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 7188 – Carga móvel em ponte rodoviária e passarela de pedestres, Rio de Janeiro, 1984.
- [3] - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – procedimento, Rio de Janeiro, 2003.
- [4] - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 8661 – Ações e Segurança nas Estruturas – Procedimento, Rio de Janeiro, 2008.
- [5] - AMERICAN CONCRETE INSTITUTE – ACI – Guide for Widening Highway Bridges, EUA, 1998.