

MEMORIAL DESCRITIVO – PONTE SOBRE O CÓRREGO ARRAIAL NOVO (ANDRADE)

1. Introdução

Apresentamos a seguir a descrição da concepção estrutural adotada para a Ponte sobre o Córrego Arraial Novo (Andrade) localizada no município de Bambuí/MG, nas coordenadas geográficas: Latitude: 20°15'27.09" S e Longitude: 45°57'46.26" O.

2. Descrição Geral

A obra-de-arte especial possui comprimento total de 18,00 metros, possuindo apenas um vão. A largura total ponte é de 5,10 metros. Ressalta-se que os Estudos Topográficos, Sondagens do subsolo e Estudos Hidrológicos, bem como as definições da geometria, comprimento e largura da ponte foram elementos fornecidos pela Contratante.

3. Infraestrutura

A infraestrutura é constituída por blocos de concreto (2,00 x 5,10 x 0,80m) sobre estacas pré-moldadas vazadas com diâmetro externo de 0,33m (SCAC 33/7). A determinação das profundidades das estacas se deu em função das sondagens executadas nos locais de implantação das fundações, fornecidas pela Contratante. Os diâmetros das estacas foram determinados em função da compatibilidade entre as tensões atuantes e a resistência estrutural e geotécnica das estacas. O concreto especificado devem ter $f_{ck} \geq 25$ MPa (blocos) e $f_{ck} \geq 40$ MPa (estacas) e as armações são constituídas de aço CA-50.

4. Mesoestrutura

A mesoestrutura é constituída por encontros de concreto armado compostos de parede frontal ($e=0,50$ m), paredes laterais ($e=0,30$ m), travessa de apoio (1,00x1,0m) e cortina ($e=0,25$ m). Os aparelhos de apoio são de neoprene fretado com dimensões em planta de (25x30) cm e espessura de 4,1 cm. Estes aparelhos são assentes em camada de argamassa de *grout*. O concreto especificado tem $f_{ck} \geq 25$ MPa e as armações são de aço CA-50.

5. Superestrutura

A superestrutura é constituída por laje de concreto armado com espessura variando de 0,195m a 0,246m. A laje será executada em duas etapas: A primeira através da moldagem de pré-lajes pré-moldadas com as seguintes dimensões por elemento (245x29,8x6) cm e a segunda com o posicionamento do restante das armaduras e concretagem final da laje de forma a se obter as espessuras especificadas em projeto. Nas pré-lajes já estão incorporadas as armaduras positivas principais ao combate dos momentos fletores transversais. As pré-lajes deverão ser fabricadas ainda

durante a fase de execução da infra e meso estruturas de modo a estarem prontas para o posicionamento logo após o lançamento das vigas metálicas o que proporcionará grande velocidade executiva à obra. O concreto especificado tanto para a laje como para as pré-lajes tem $f_{ck} \geq 30$ MPa e as armações são constituídas de aço CA-50 e CA-60.

O sistema de vigamento é constituído por três longarinas metálicas por vão, espaçadas transversalmente de 1,85 m (eixo a eixo). As vigas possuem seção transversal do tipo W610x174 e são constituídas de aço ASTM A572 Grau 50 que deverão receber lamelas de reforço (CH 25x305x13000mm) de mesmo aço. Para o efetivo funcionamento da estrutura como ponte mista, estão previstos conectores de cisalhamento constituídos de perfis U152x12,2 laminados de aço ASTM A36 com comprimento de 0,18m a serem soldados na mesa superior das longarinas metálicas.

Para garantir a estabilidade quanto à Flambagem Lateral com Torção na fase de construção e também o adequado funcionamento do tabuleiro como grelha para distribuição das cargas, foram previstas a utilização de transversinas do tipo W310x28,3 de aço ASTM A572 Grau 50 parafusadas à chapas enrijecedoras que serão soldadas às vigas e possuirão mesmo aço das transversinas além de concretagem das longarinas nos apoios.

A transição entre a obra-de-arte especial e o corpo estradal é feita através de lajes de transição, com comprimento de 3,00 m sustentadas por consoles de concreto armado junto às cortinas dos encontros e elasticamente apoiadas nos aterros de encabeçamento. A função principal destas estruturas é proporcionar a transição gradual do elemento rígido (OAE) para o elemento semi-flexível (corpo estradal), evitando-se o surgimento de deformações no pavimento flexível próximas à entrada e saída da OAE, reduzindo os impactos de carga móvel de veículos e melhorando as condições de trafegabilidade, com maior segurança e conforto para os usuários da via. O concreto especificado para as lajes de transição tem $f_{ck} \geq 30$ MPa e as armações são constituídas de aço CA-50.

6. Critérios utilizados

As estruturas foram projetadas tomando-se como base a Classe de Agressividade Ambiental II, definida pela NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento, que representa um nível de agressividade moderado.

A especificação dos concretos a serem utilizados nas diversas peças estruturais levou em consideração a classe de agressividade ambiental. O mesmo se deu com relação às definições das espessuras das camadas de cobertura mínimo das armaduras. Adicionalmente foram atendidas as exigências de resistência do concreto da superestrutura previstas na NBR 16694 - Projeto de pontes rodoviárias de aço e mistas de aço e concreto.

Materiais utilizados:

- Concreto estrutural:

Laje, pré-lajes, lajes de transição e pavimento : Concreto estrutural $f_{ck} \geq 30$ MPa

Encontros e guarda-rodas : Concreto estrutural $f_{ck} \geq 25$ MPa Estacas :

Concreto estrutural $f_{ck} \geq 40$ MPa

- Aço utilizado:

Aço CA-50 e Aço CA-60

As cargas móveis de projeto são as definidas pela NBR 7188-Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas, relativas ao TB-450. A mesma é constituída por veículo tipo de 450 kN, com seis rodas, $P=75$ kN, três eixos de carga afastados entre si de 1,5 m, com área de ocupação de 18 m², circundada por uma carga uniformemente distribuída constante $p = 5$ kN/m².

A segurança de todos os elementos componentes da estrutura foi verificada em relação a todos os Estados Limites Últimos definidos pela NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento e pela NBR 16694 - Projeto de pontes rodoviárias de aço e mistas de aço e concreto.

Para a verificação do Estado Limite Último (ELU), os esforços solicitantes permanente e móveis foram majorados pelos coeficientes de ponderação das ações (γ_f), cujos valores estabelecidos para os cálculos desta obra foi de 1,4 para combinações de ações normais e de 1,2 para combinações de ações excepcionais. As resistências dos materiais foram minoradas dos coeficientes de ponderação de resistência no Estado Limite Último (ELU) do concreto $\gamma_c = 1,4$ e do aço $\gamma_s = 1,15$.

Para análise dos efeitos de solicitações repetitivas, o Estado Limite Último de Fadiga, considerou-se o processo da flutuação de tensões, observando-se um limite de 180 MPa para a flexão e de 85 MPa para o cisalhamento.

Para a cálculo das deformações (flechas e rotações de apoio) e análise da formação de fissuras, utilizou-se o Estado Limite de Serviço (ELS), conforme item 17.3 da norma NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento bem como as prescrições da NBR 16694 - Projeto de pontes rodoviárias de aço e mistas de aço e concreto.

Para verificação do Estado Limite de Fissuração (ELF), a abertura máxima característica das fissuras foi considerada de $w_k = 0,20$ mm, respeitando-se o limite de fissuração para a Classe de Agressividade Ambiental II, sempre em conformidade com o item 17.3.3 da NBR 6118. Não foram considerados os efeitos de impacto vertical, advindos do carregamento móvel, no cálculo dos elementos de fundação. Para as demais peças estruturais este efeito foi considerado sempre na pior hipótese de dimensionamento.

Para a definição das propriedades geométricas e cálculo geotécnico/estrutural dos elementos de fundação foi utilizada a teoria de Aoki-Veloso.

7. Sistemas computacionais utilizados

Os esforços solicitantes nas diversas seções das peças estruturais foram determinados com o auxílio de sistemas computacionais.

Para o cálculo do vigamento foi utilizada a teoria das grelhas para determinação das repartições de cargas transversais e determinação dos trens-tipo. Determinado o trem-tipo de cada longarina, os esforços internos, dimensionamento à flexão e cisalhamento e verificações de fissuração e fadiga foram feitos através do programa LAJEPONT e planilhas eletrônicas desenvolvidas pelo próprio projetista.

Os encontros, blocos de fundação e estacas foram modelados em programa de elementos finitos.

O dimensionamento das lajes de transição, alas, cortinas e verificação de neoprenes fretados foram feitos com programas de cálculo desenvolvidos pelo próprio projetista.

Bambuí, MG, 18 de dezembro de 2023

Álvaro Ferreira Pellegrino
Engenheiro Civil – CREA/MG – 202.016/D

