



Governo do Distrito Federal

Secretaria de Estado de Transportes

Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal

RELATÓRIO DE PROJETO EXECUTIVO

DA OBRA DE ARTE ESPECIAL - OAE-14

VIADUTO SOBRE A ENTRADA 2 DE SOBRADINHO- COMPER

CORREDOR EIXO NORTE - DF

Brasília

Dezembro de 2019

Sumário

1	RELATORIO DE OBRA DE ARTE ESPECIAL	3
2	PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS	3
2.1	LOCALIZAÇÃO.....	3
2.1.1	Localização das Obras de Arte Especiais no Corredor BRT Norte	3
2.2	ASPECTOS GERAIS.....	5
2.2.1	Conceito	5
2.3	JUSTIFICATIVA TÉCNICA DAS SOLUÇÕES ADOTADAS.....	6
2.4	MEMÓRIA DESCRITIVA.....	12
2.4.1	Apresentação dos modelos estruturais adotados.....	12
2.4.2	Estrutura	13
2.4.2.1	Análise Estrutural da OAE	13
2.4.2.2	Descrição Geral	13
2.4.2.3	Considerações de Projeto e Cargas Atuantes.....	15
2.4.2.4	Cálculo dos esforços e envoltória	15
2.4.2.5	Dimensionamento do Tabuleiro	15
2.4.2.6	Dimensionamento das vigas	15
2.4.2.7	Dimensionamento da Infraestrutura	16
3	Processo Executivo Simplificado.....	16
4	Bibliografia	20
5	Termo de Encerramento	22

SUMÁRIO DE FIGURAS

Figura 1-	Localização do empreendimento. Fonte: Topocart (2012).....	3
Figura 2-	Seção Transversal- Encontros.	14
Figura 3 -	Seção Transversal- Vãos Centrais.	14
Figura 4 -	Veículo tipo, em vista longitudinal.	15

SUMÁRIO DE QUADROS

Tabela 1-	Nomenclatura das Obras de Arte Especiais.	5
-----------	--	---

1 RELATORIO DE OBRA DE ARTE ESPECIAL

Neste Relatório serão apresentadas as localizações de todas as Obras de Arte Especiais que compõem o projeto do Corredor Eixo BRT -Norte, que está situado entre a Rodoviária de Planaltina e a Rodoviária do Plano Piloto, num percurso de 68 km, abrangendo as seguintes rodovias (Figura 1): BR-020, EPIA, DF-002, DF-150, DF-120, DF-420 e DF-128, sendo detalhada a OAE 14- Viaduto sobre a entrada 2 de Sobradinho – Comper listando as considerações técnico- econômica da adoção do seu layout, bem como da composição estrutural.

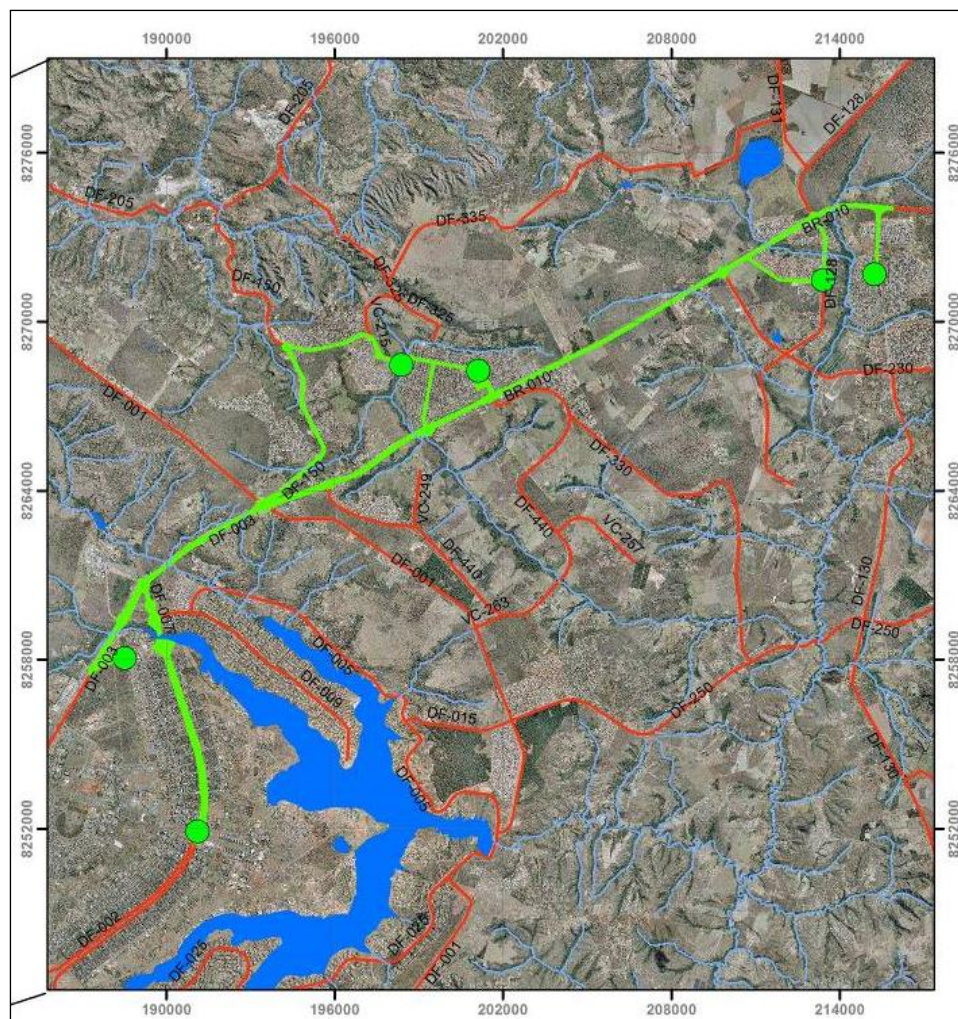


Figura 1- Localização do empreendimento. Fonte: Topocart (2012).

2 PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

2.1 Localização

2.1.1 Localização das Obras de Arte Especiais no Corredor BRT Norte

Com a definição do traçado do BRT- Corredor Norte e do Projeto Geométrico, foi possível determinar os locais para a implantação das Obras de Arte Especiais. Sendo assim, verificou-se a necessidade da construção das Obras de Arte Especiais (OAE's) listadas na tabela abaixo.

SUBTRECHO	Nº	NOMENCLATURA DA OAE	EXTENSÃO (m)	ÁREA EM PLANTA (m ²)
1	1	Trincheira no Acesso a Planaltina	40,00	284,00
	2	Viaduto Sobre a BR-020	85,00	324,00
	3	Ponte Sobre o Córrego Fumal	25,00	272,00
	4	Viaduto Nova Esperança	112,00	2.912,00
	5	Viaduto Mestre D'Armas	36,00	1.080,00
	6	Ponte Sobre o Ribeirão Mestre D'Armas	25,00	272,00
3	7	Viaduto Recanto do Sossego	87,00	765,60
	8	Trincheira de Acesso à Av. Contorno Estância	142,20	546,19
	9	Viaduto Embrapa Cerrados	87,00	765,60
	10	Trincheira de Acesso à DF-230	142,20	546,19
	11	Trincheira Sob Retorno - Vila DVO	46,00	754,40
	12	Viaduto Sobre BRT - Palmares	38,20	407,16
	13	Trincheira Sob BRT - Quadra 18	46,00	754,40
	14	Viaduto Sobre a Entrada 2 de Sobradinho- Comper	112,30	3.750,82
5	16	Viaduto Central Sobre a Entrada 1 de Sobradinho	50,80	548,64
	17	Túnel de Acesso a Sobradinho	560,00	6325,00
	18	Ponte II Sobre o Rio Ribeirão Sobradinho	25,00	272,00
	19	Viaduto Sobre Retorno - Alphaville	30,00	326,00
6	20	Viaduto Sobre Retorno - Império dos Nobres	30,00	326,00
	21	Viaduto de Acesso ao Trevo de Triagem Norte (Elevado)	383,53	4691,30

7	22	Viaduto Parque Tecnológico.	119,00	1.047,20
	23	Viaduto Sobre BRT - Retorno Parque Ecológico	68,00	571,20
	24	Ponte Sobre o Ribeirão Bananal	30,00	326,00
	25	Viaduto de acesso ao Terminal Asa Norte	315,00	3081,02
C	15	Ponte I Sobre o Ribeirão Sobradinho	25,00	272,00

Tabela 1- Nomenclatura das Obras de Arte Especiais.

A Obra de Arte Especial escopo deste Relatório é a OAE denominada OAE 14- Viaduto sobre a entrada 2 de Sobradinho – Comper.

2.2 Aspectos gerais

2.2.1 Conceito

Obra de Arte Especial é uma construção destinada a estabelecer a continuidade de uma via de qualquer natureza, em geral, uma rodovia, uma ferrovia ou uma passagem para pedestres. O obstáculo a ser transposto pode ser de natureza diversa, como cursos d'água, desníveis topográficos ou conflitos viários. Com esses objetivos, serão implantadas as Obras de Arte Especiais no BRT - Corredor Eixo Norte, conforme apresentado no subitem anterior.

As soluções estruturais adotadas em um projeto de OAE devem atender os critérios técnicos das Normas Brasileiras da ABNT, Manuais e Instruções de Serviço em vigor. Além disso, são extremamente relevantes os aspectos econômicos e, ainda, as condições operacionais das vias, de respeitando as diretrizes estabelecidas nos estudos de traçado e no projeto geométrico. Cabe ressaltar, também, a importância dos aspectos arquitetônicos e paisagísticos para o desenvolvimento do projeto.

Para a elaboração de projeto, fizeram-se necessárias as seguintes atividades:

- Análise do projeto funcional do empreendimento;
- Reconhecimento do trecho em campo;
- Identificação das condições topográficas;
- Identificação das condições hidrológicas;
- Mapeamento de possíveis jazidas, para execução dos aterros(se for o caso);
- Identificação de possíveis locais para bota-fora do material proveniente de cortes ao longo do trecho;
- Mapeamento das Obras de Arte Especiais existentes;

- Desenvolvimento do projeto geométrico;
- Programação de investigações de campo, para a execução das sondagens, item fundamental para se determinar o tipo de fundação a ser executada, além de identificar os pontos onde serão necessárias estruturas de contenção na Obra de Arte Especial.

2.3 Justificativa técnica das soluções adotadas

A adoção de um sistema estrutural para uma OAE, ou um conjunto delas, depende de vários fatores, principalmente o custo final do empreendimento. A equação que leva ao sistema estrutural com o melhor custo x benefício é feita de muitas variáveis, entre as quais se podem citar:

- A disponibilidade de matérias primas e serviços no mercado e na região de implantação do empreendimento;
- A topografia, contendo o traçado da rodovia e os obstáculos naturais a serem transpostos;
- A relação entre a distância média do transporte de insumos e o peso x volume a ser transportado;
- O prazo de execução;
- As condições de acesso de máquinas e de equipamentos ao local de implantação;
- As condições de agressividade no meio ambiente, visando a durabilidade das OAE's, levando em consideração os serviços de manutenção para preservar a vida útil das mesmas;
- O tamanho do canteiro de obras disponível;
- A possibilidade ou não de escoramento das Obras de Arte Especiais;
- As características geotécnicas e geológicas do solo de fundação;
- O impacto nas circunvizinhanças;
- A estética arquitetônica;
- A esbeltez desejada na seção transversal.

Para a elaboração das concepções das Obras de Arte Especiais foram considerados os requisitos preconizados pela IS-214 Diretrizes Básicas para elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários, IS-15 que Dispõem da Rotina de Procedimentos Complementares Relativos à Elaboração de Projetos de Engenharia de Infra-Estrutura de Transportes a serem analisados pelo DNIT, pelo Manual de Projetos de Obras de Arte Especiais do DNER/1996 e pelas Normas Técnicas da ABNT pertinentes ao projeto desenvolvido.

Considerando-se, ainda, as disposições citadas acima, para o conjunto das Obras de Arte Especiais do BRT-Corredor Eixo Norte, a definição do sistema estrutural para a OAE 14 - Viaduto sobre a entrada 2 de Sobradinho – Comper se baseou nos seguintes critérios:

- No traçado preliminar do BRT-Corredor Eixo Norte não há curvas verticais e horizontais com raios pequenos dentro das faixas de domínio preestabelecidas para a OAE. Assim, a solução estrutural adotada é adequada ao trecho;
- A OAE em vigas são o tipo mais simples de estrutura, sendo adequada para uma extensa faixa de variação de vãos. Focando nesse sistema, a OAE em longarinas metálicas, é bastante adequada tecnicamente, visto que dispensam os cimbramentos e minimizam o tempo de execução da obra;
- A logística de entrega e disposição das peças nas suas posições de serviço é otimizada, uma vez que a rodovia é um acesso pronto até o local de implantação das intervenções.

O que se sabe de experiências anteriores, no próprio DF, é que se obteve grande sucesso na execução das estruturas mistas. Entre as vantagens de se utilizar estruturas mistas, podem-se citar:

- Redução da altura das longarinas e, da superestrutura como um todo e, por consequência:
 - a) Redução do peso próprio da superestrutura, diminuindo as solicitações da meso e da infraestrutura (menores custos para estes elementos estruturais). As soluções em estrutura mista reduzem o peso próprio, para uma mesma condição estrutural, entre 20 e 30%;
 - b) Redução da cota do greide vertical para a pista de rolamento, para um mesmo gabarito vertical. Assim, tem-se menores aterros/ cortes, menores estruturas de contenção para os mesmos, menores saias para os aterros, rampas mais suaves, ou seja, garante ao projeto da via, um traçado mais seguro e confortável aos usuários.
- Redução dos impactos nos arredores, uma vez que são mais rápidas de serem executadas;
- Geram menos resíduos na fase de obra;
- São mais fáceis de transportar e manusear.

Além disso, quanto à durabilidade do material, as especificações do projetista quanto à pintura e manutenção garantem que a estrutura atenda às Solicitações de Serviço frente à ação das intempéries ao longo de sua vida útil.

Com relação à extensão da Obra de Arte Especial OAE 14 -Viaduto sobre a entrada 2 de Sobradinho – Comper, foi feito um estudo de custos entre a opção de trabalharmos com Terra Armada para alcançar a cota do greide vertical da pista de rolamento nas adjacências dos obstáculos a serem transpostos pela OAE (vias existentes, desníveis, e etc.) e a opção de estendermos a Obra de Arte Especial, afim de se evitar a utilização de aterros nestas regiões.

O estudo citado acima foi feito com base no comparativo de custos entre a utilização da solução em Terra Armada e a extensão das Obras de Arte Especiais OAE 02, OAE 04 e OAE 05, até que se tivesse uma altura máxima de aterro de 3 metros nos acessos às mesmas.

Foram montados orçamentos para a execução de cada tipo de solução estudada, utilizando como referência a tabela SICRO2 de março/2014, data da elaboração do projeto do corredor Eixo BRT Norte, para a estimativa de custo da Terra Armada e o valor de R\$ 4.400,00/m² para as Obras de Arte Especiais. Com base nos valores levantados, a utilização de Terra Armada mostra-se a solução economicamente mais viável, com uma economia de R\$ 25.407.638,24 em relação à extensão dessas OAE's.

Abaixo seguem as planilhas de cálculo utilizadas para estimativa dos custos de cada sistema e para cada OAE estudada:

Item	Descrição	Quantidade	Und	Preço Unitário (c/BDI) R\$	Preço Total R\$	Diferença
OAE 02	Extensão da Obra de Arte	2.408,04	m ²	4.400,00	10.595.376,00	7.444.878,91
	Terra Armada	2.408,04	m ²	1.308,32	3.150.497,09	-

PLANILHA ESTIMATIVA - TERRA ARMADA - OAE 02					
SICRO II	Descrição	Quantidade	Und	Preço Unitário (c/BDI) R\$	Preço Total R\$
2 S 05 303 01	Terra armada - ECE - greide 0,0<h<6,00m	822,00	m ²	382,14	314.120,07
2 S 05 303 02	Terra armada - ECE - greide 6,0<h<9,00m	2.758,00	m ²	462,73	1.276.206,03
2 S 05 303 09	Escamas de concreto armado para terra armada	572,80	m ³	774,81	443.811,17
2 S 05 303 10	Concr. soleira e arremates de maciço terra armada	39,33	m ³	277,34	10.908,15
2 S 05 303 11	Montagem de maciço terra armada	3.580,00	m ²	112,41	402.427,80
2 S 01 100 20	Esc. carga tr. mat 1ª c. DMT 3000 a 5000m c/carreg	21.748,50	m ³	14,90	324.052,65
2 S 09 002 91	Transporte comercial c/ basc. 10m3 rod. pav. (17 km)	554.586,75	t.km	0,44	244.018,17
5 S 01 511 00	Compactação de aterros a 100% proctor normal	15.411,67	m ³	3,38	52.091,44
2 S 02 230 00	Base de brita graduada (10 cm)	240,80	m ³	71,91	17.316,22
2 S 02 230 50	Base de brita graduada BC (19 cm)	457,53	m ³	143,26	65.545,40
					3.150.497,09

Item	Descrição	Quantidade	Und	Preço Unitário (c/BDI) R\$	Preço Total R\$	Diferença
OAE 04	Extensão da Obra de Arte	3.615,93	m ²	4.400,00	15.910.092,00	11.704.264,98
	Terra Armada	3.615,93	m ²	1.163,14	4.205.827,02	-

PLANILHA ESTIMATIVA - TERRA ARMADA - OAE 04					
SICRO II	Descrição	Quantidade	Und	Preço Unitário (c/BDI) R\$	Preço Total R\$
2 S 05 303 01	Terra armada - ECE - greide 0,0<h<6,00m	1.490,00	m ²	382,14	569.390,39
2 S 05 303 02	Terra armada - ECE - greide 6,0<h<9,00m	3.308,00	m ²	462,73	1.530.706,87
2 S 05 303 09	Escamas de concreto armado para terra armada	767,68	m ³	774,81	594.806,14
2 S 05 303 10	Concr. soleira e arremates de maciço terra armada	59,06	m ³	277,34	16.379,75
2 S 05 303 11	Montagem de maciço terra armada	4.798,00	m ²	112,41	539.343,18
2 S 01 100 20	Esc. carga tr. mat 1ª c. DMT 3000 a 5000m c/carreg	29.147,85	m ³	14,90	434.302,97
2 S 09 002 91	Transporte comercial c/ basc. 10m3 rod. pav. (17 km)	743.270,18	t.km	0,44	327.038,88
5 S 01 511 00	Compactação de aterros a 100% proctor normal	20.542,38	m ³	3,38	69.433,25
2 S 02 230 00	Base de brita graduada (10 cm)	361,59	m ³	71,91	26.002,15
2 S 02 230 50	Base de brita graduada BC (19 cm)	687,03	m ³	143,26	98.423,45
					4.205.827,02

Item	Descrição	Quantidade	Und	Preço Unitário (c/BDI) R\$	Preço Total R\$	Diferença
OAE 05	Extensão da Obra de Arte	1.915,29	m ²	4.400,00	8.427.276,00	6.258.494,35
	Terra Armada	1.915,29	m ²	1.132,35	2.168.781,65	-

PLANILHA ESTIMATIVA - TERRA ARMADA - OAE 05					
SICRO II	Descrição	Quantidade	Und	Preço Unitário (c/BDI) R\$	Preço Total R\$
2 S 05 303 01	Terra armada - ECE - greide 0,0<h<6,00m	964,00	m ²	382,14	368.384,12
2 S 05 303 02	Terra armada - ECE - greide 6,0<h<9,00m	1.526,00	m ²	462,73	706.124,15
2 S 05 303 09	Escamas de concreto armado para terra armada	398,40	m ³	774,81	308.684,30
2 S 05 303 10	Concr. soleira e arremates de maciço terra armada	31,28	m ³	277,34	8.676,05
2 S 05 303 11	Montagem de maciço terra armada	2.490,00	m ²	112,41	279.900,90
2 S 01 100 20	Esc. carga tr. mat 1ª c. DMT 3000 a 5000m c/carreg	15.126,75	m ³	14,90	225.388,58
2 S 09 002 91	Transporte comercial c/ basc. 10m3 rod. pav. (17 km)	385.732,13	t.km	0,44	169.722,14
5 S 01 511 00	Compactação de aterros a 100% proctor normal	10.649,57	m ³	3,38	35.995,53
2 S 02 230 00	Base de brita graduada (10 cm)	191,53	m ³	71,91	13.772,85
2 S 02 230 50	Base de brita graduada BC (19 cm)	363,91	m ³	143,26	52.133,04
					2.168.781,65

Item	Descrição	Quantidade	Und	Preço Unitário (c/BDI) R\$	Preço Total R\$	Diferença
OAE 02	Extensão da Obra de Arte	2.408,04	m ²	4.400,00	10.595.376,00	7.444.878,91
	Terra Armada	2.408,04	m ²	1.308,32	3.150.497,09	-
OAE 04	Extensão da Obra de Arte	3.615,93	m ²	4.400,00	15.910.092,00	11.704.264,98
	Terra Armada	3.615,93	m ²	1.163,14	4.205.827,02	-
OAE 05	Extensão da Obra de Arte	1.915,29	m ²	4.400,00	8.427.276,00	6.258.494,35
	Terra Armada	1.915,29	m ²	1.132,35	2.168.781,65	-
						25.407.638,24

Com base no estudo realizado, optou-se pela utilização de Terra Armada nos acessos das Obras de Arte Especiais, inclusive para a OAE14- Viaduto sobre Viaduto sobre a entrada 2 de Sobradinho – Comper, aonde se faz necessária a transposição de vias existentes e não há espaço disponível para a utilização de saias de aterro.

2.4 Memória Descritiva

2.4.1 Apresentação dos modelos estruturais adotados

A elaboração do projeto da Obra de Arte Especial OAE14- Viaduto sobre a entrada 2 de Sobradinho – Comper, presente no BRT - Corredor Eixo Norte, obedeceu às condições gerais prescritas nas seguintes Normas Brasileiras:

- NBR-6118/2003: Projeto de Estruturas de Concreto;
- NBR-7187/87: Projeto e Execução de Pontes de Concreto Armado e Protendido;
- NBR-7188/84: Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestres;
- NBR-7191/82: Execução de Desenhos Para Obras de Concreto Simples ou Armado;
- NBR-6123/88: Forças Devidas ao Vento em Edificações;
- NBR-6497/83: Levantamento Geotécnico;

- NBR-8800/86: Projeto e Execução de Estruturas de Aços de Edifícios;
- NBR-8681/84: Ações e Segurança nas Estruturas;
- NBR-10839/89: Execução de Obras de arte Especiais em Concreto Armado e Protendido;
- NBR-9062/85: Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado;
- NBR-10839/89: Execução de Obras de arte Especiais em Concreto Armado e Protendido;
- AASHTO – Standard Specifications for Highway Bridges – 17th Edition – 2002;
- DIN 1073 – Steel road Bridges; Design bases;
- NBR-6122/2010: Projeto e Execução de Fundações, utilizada nos projetos de contenção de terra, maciços rochosos, fundações rasas e profundas e outras obras de geotecnia.

2.4.2 Estrutura

- OAE 14 – Viaduto sobre Viaduto sobre a entrada 2 de Sobradinho – Comper.

2.4.2.1 Análise Estrutural da OAE

Ferramentas computacionais

A análise estrutural da OAE foi executada com o auxílio dos seguintes softwares:

- TQS versão 16.8 – Análise estrutural e dimensionamento de estruturas de concreto armado e protendido;
- Prokon Geotechnical Analysis versão 2.5.08 – Fundações rasas e profundas, estabilidade de terra;
- Axis VM – Modelagem de grelhas e pórticos. Análise estrutural;
- Planilhas eletrônicas elaboradas pelo Eng. Fabio Poltronieri – CREA-ES 7.750-D e Eng. Plínio Fragassi – CREA-MG 68.431-D.

2.4.2.2 Descrição Geral

Obra de Arte Especial rodoviária de Classe 45, com tabuleiro em concreto moldado in loco sobre pré-lajes pré-moldadas de concreto armado. O tabuleiro se apoia em longarinas de aço com seção monossimétrica, unidos por conectores de cisalhamento, caracterizando seção mista. As longarinas, por sua vez, apoiam-se sobre aparelhos de apoio de neoprene fretado, localizados na mesa superior das travessas. As travessas de

2.4.2.3 Considerações de Projeto e Cargas Atuantes

- Veículo tipo de 450 kN – padrão ABNT;
- Sobrecarga de multidão atuante sobre o tabuleiro = 5,0 kN/m²;
- Sobrecarga de multidão na projeção do veículo tipo = 2,0 kN/m²;
- Coeficiente de impacto = 1,32;
- Ausência de força centrífuga, devido à colinearidade do eixo da rodovia sobre o tabuleiro;
- Ação de frenagem de 30% do veículo tipo, aplicado horizontalmente no topo da cortina de contenção;
- Variação de temperatura = 30°C;
- Considerou-se 5 cm de pavimentação asfáltica CBUQ. Para efeito de recapeamento, foi considerado uma sobre-espessura de mais 5 cm como opção para futuras recuperações do trecho;

2.4.2.4 Cálculo dos esforços e envoltória

Veículo tipo final com impacto de 6 cargas pontuais de 7,5 kN cada, afastadas de 1,50 m, sequencialmente, em duas linhas de 3 cargas.

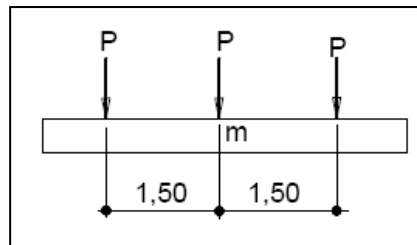


Figura 4 - Veículo tipo, em vista longitudinal.

2.4.2.5 Dimensionamento do Tabuleiro

A laje do tabuleiro foi modelada no software Axis VM, através do processo de grelha espacial, considerando as longarinas em perfis I monossimétricos. A partir da envoltória de esforços obtida na análise estrutural, dimensionaram-se os elementos estruturais, utilizando-se de planilhas eletrônicas.

2.4.2.6 Dimensionamento das vigas

As vigas metálicas foram dimensionadas segundo a Norma Norte Americana AASHTO 2002 e verificadas pela Norma Alemã DIN 1073, considerando as cargas oriundas do

tabuleiro. O dimensionamento de vigas foi calculado com planilhas eletrônicas, de autoria dos Engenheiros Plínio Fragassi – CREA/MG – 68.431-D e Fábio Poltronieri – CREA/ES – 7750-D.

2.4.2.7 Dimensionamento da Infraestrutura

Com base nos laudos das sondagens SPT, adotou-se como solução para essa OAE's, fundações profundas em estacas-raiz, com diâmetro de 41 cm em solo e de 31 cm em rocha, devido ao fato de que a diferença de nível entre as cotas de arrasamento e o impenetrável não garante o confinamento lateral necessário. As estacas foram dimensionadas pelo método Aoki-Vellozo.

3 Processo Executivo Simplificado

A OAE deve ser executada conforme as etapas listadas na sequência:

- Locação de obra através dos dados de topografia apresentados em projeto;
- Instalação do canteiro de obras. A estrutura prevista deverá ser compatível para o número de funcionários atuando em regime de um turno para entrada, saída e horário de refeições. A contratada deverá apresentar estudo de compatibilização do canteiro, dimensionado em conformidade com a legislação vigente;
- Realização a limpeza e destocamento de árvores mecanicamente;
- Execução de escavações mecânicas e manuais (com ou sem esgotamento), com o objetivo de adequar o terreno na região dos encontros e vias inferiores, para a implantação da OAE. Inclui carga de transporte de materiais;
- Espalhamento de material de primeira categoria;
- Execução das fundações profundas:
 - a) Liberação formal das estacas com aferição no tocante à sua locação e cotas;
 - b) Mobilizar e montar equipamento de fundações com características compatíveis com a técnica de fundações adotada, incluindo altura da torre, potência do motor, mobilidade do equipamento sobre o terreno, peso do martelo, etc.;
 - c) Proceder com a execução, registrando em boletim específico o desempenho do serviço e condições para paralisação. Anomalias e divergências em relação ao previsto em projeto deverão ser comunicadas imediatamente ao projetista;
 - d) Executar ensaios de qualidade em estacas escavadas;
- Aplicação do concreto de regularização antes da colocação das formas e da armação para blocos de fundação e/ou vigas de coroamento;

- Executar, em sequência, da colocação de formas, da colocação de armaduras e da concretagem das peças estruturais moldadas *in loco* – blocos, pilares e travessas. Para essa operação devem ser observados os seguintes tópicos:
 - a) As formas e os escoramentos deverão ser executados de acordo com as NB-11 e NB-14, de forma que não sofram deformações nem pela ação de fatores ambientais, nem pela ação de empuxos exercidos pelo concreto no estado fresco. Deve ser verificada, para cada elemento, a exatidão dimensional, conforme especificação de projeto;
 - b) Caso seja utilizado desmoldante para concretos e formas, os mesmos deverão ser aplicados antes da colocação das armaduras dentro das peças;
 - c) Fios e barras de aço CA50 e CA60 deverão atender às normas NBR 7480:2007, NBR 7477: 1982 e NBR 6892:2002. Deverá ser feito rastreamento do aço por lotes, citando o certificado da usina para todas as peças estruturais, moldadas *in loco* ou pré-fabricadas;
 - d) O limite de tolerância para o cobrimento das armaduras é de 5 mm. Os cobrimentos especificados sempre estão referenciados em relação ao lado externo da armadura. Deverão ser usados espaçadores plásticos ou de base cimentícia para garantir os cobrimentos especificados;
 - e) Para o preparo do concreto, recomenda-se a utilização de cimentos de **baixo calor de hidratação como CIII e CIV**, especialmente nas peças estruturais de “concreto-massa” como as cortinas, fundações e tabuleiro. O objetivo é reduzir a tendência de fissuração por retração;
 - f) Para o preparo de concreto estrutural destinado aos elementos pré-fabricados, recomenda-se a utilização do cimento **CPV ARI**, com o objetivo de garantir desformas em baixa idade;
 - g) O concreto deverá ser, obrigatoriamente, dosado com aditivo plastificante, retardador de pega, para melhorar as condições de lançamento e adensamento, bem como garantir o tempo em aberto da mistura antes e durante a execução da concretagem. **Em nenhuma hipótese o concreto deverá ser lançado após o início da pega e sob incidência de chuva.** Não será permitida a utilização de aditivos à base de cloretos;
 - h) Para efeito de durabilidade da estrutura projetada, o concreto a ser fornecido deverá ser dosado com no mínimo 300 kg/m³ de cimento e ter relação água/cimento igual ou inferior a 0,50;

- i) O DMC do agregado graúdo deverá ser 50% brita zero + 50% brita um para elementos pré-fabricados, transversinas e tabuleiro moldado *in loco*. Para cortinas, blocos de fundação e ou vigas de coroamento, sapatas, pilares e travessas, 50% brita 1 + 50% brita 2;
 - j) O concreto estrutural fornecido pela usina deverá ter informações oficiais em contrato de fornecimento de concreto, que identifique o lote fornecido contendo a resistência característica do concreto (F_{ck}), o consumo de cimento por metro cúbico, o tipo de cimento e fabricante, a marca e dosagem dos aditivos a relação água/ cimento e o DMC do agregado graúdo, além de outras informações que o fornecedor achar pertinente;
 - k) Após a verificação do início da pega do concreto, as peças deverão estar sempre molhadas e, se possível, cobertas (cura por molhagem). A cura por molhagem deverá ser estendida pelo menos até o 14º dia subsequente à concretagem;
 - l) Tanto para concreto moldado *in loco* quanto para concreto pré-fabricados, o *slump test* deverá ser executado para cada caminhão, conforme a NM 67 – Determinação da Consistência Pelo Abatimento do Tronco de Cone. O abatimento deverá ser observado nas peças técnicas. A não observância desta especificação acarretará na reprovação do caminhão e sua aplicação não deverá ser autorizada;
 - m) No preparo, controle e recebimento do concreto em geral, deverá ser obedecido o disposto na NBR 12655:1992;
 - n) Para o controle tecnológico do concreto deverá ser obedecido o disposto na NBR 12654: 1992. O controle deverá ser do tipo rigoroso;
 - o) Caso seja necessária a realização de junta de concretagem por interrupção de lançamento, deve-se proceder com o tratamento da superfície com jato de água de alta pressão para retirada da nata de exudação e lavagem da poeira residual imediatamente antes da concretagem complementar. Caso o espaço de tempo entre as concretagens ultrapasse 14 dias corridos, deverá ser aplicado na superfície limpa adesivo estrutural de base epóxi na interface de concretagem;
- Instalar os dispositivos de apoio em neoprene fretado sobre as bases grauteadas e niveladas;
 - Para a armação e concretagem do tabuleiro, valem as disposições a respeito de concreto armado citadas nos tópicos acima;

- As barreiras tipo new jersey deverão ter juntas de concretagem conforme especificado em projeto;
- O material de aterro junto aos encontros deverá ter compactação mínima de 95% PN;
- Para o lançamento das vigas metálicas, deverá ser previsto guindaste com capacidade adequada para executar a operação.

4 Bibliografia

Andrade, Joel Marcos Machado. **Contribuição ao Cálculo dos Momentos Fletores Dependentes do Tempo em Vigas de Pontes Pré Moldadas Protendidas com a Continuidade Estabelecida no Local.** São Carlos: Universidade de São Paulo - USP/ Escola de Engenharia de São Carlos, 1994, 161p. (Dissertação de Mestrado - Inédita).

Gavioli, Edmilson Roberto. **Análise de Tabuleiros de Pontes Formados por Elementos Pré Moldados Mediante Método da Grelha.** São Carlos: Universidade de São Paulo - USP/ Escola de Engenharia de São Carlos, 1998, 179p. (Dissertação de Mestrado - Inédita).

Gavioli, Edmilson Roberto. **Análise de Tabuleiros de Pontes Formados por Elementos Pré Moldados Mediante Método da Grelha.** São Carlos: Universidade de São Paulo - USP/ Escola de Engenharia de São Carlos, 1998, 179p. (Dissertação de Mestrado - Inédita).

Leonhardt, Fritz. **Construções de Concreto. Princípios Básicos da Construção de Pontes de Concreto.** Rio de Janeiro, Interciência, 1979.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118/2007: **Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento.** Rio de Janeiro, 2007, 221 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8681/2003: **Ações e Segurança nas Estruturas - Procedimento.** Rio de Janeiro, 2003, 18 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6123/1988: **Forças Devidas ao Vento em Edificações.** Rio de Janeiro, 1988, 66 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8800/2008: **Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios.** Rio de Janeiro, 2008, 237 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14885/2004: **Segurança no Tráfego – Barreiras de Concreto.** Rio de Janeiro, 2004, 12 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7187/2003: **Projeto de Pontes de Concreto Armado e de Concreto Protendido - Procedimento.** Rio de Janeiro, 2003, 11 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7188/1984: **Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestre.** Rio de Janeiro, 1984, 04 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9062/2006: **Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré Moldado.** Rio de Janeiro, 2006, 59 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10839/1989: **Execução de Obras de Arte Especiais em Concreto Armado e Concreto Protendido.** Rio de Janeiro, 1989, 40 p.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. ACI 343R-95: **Analysis and Design of Reinforced Concrete Bridge Structures**. 1995.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. ACI 345R-91: **Guide for Concrete Highway Bridge Deck Construction**. 1997.

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. **Standard Specification for the Design of Highway Bridges**. 17th edition. Washington, DC, 2002.

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. **LRFD Bridge Design Specifications**. 3rd edition. Washington, DC, 2004.

AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION. **Load and Resistance Factor Design - Manual of Steel Construction**. 1st edition. New York, 1986.

DIN 1073:1974-07. **Steel Road Bridges Design Bases**, 1073.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS E RODAGENS. **Manual de Projeto de Obras de Arte Especiais**. Rio de Janeiro, 1996, 225p.

DEPARTAMENTO NACIONAL INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DIRETRIZES BÁSICAS PARA ELABORAÇÃO DE ESTUDOS E PROJETOS RODOVIÁRIOS - ESCOPOS BÁSICOS/INSTRUÇÕES DE SERVIÇO**. Rio de Janeiro, 2006, 409p.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. **TÚNEL RODOVIÁRIO – INSTRUÇÃO TÉCNICA 35/2004**. São Paulo, 2004.

5 Termo de Encerramento

Este Relatório é composto por 22 (vinte e duas) páginas, incluindo esta, e descreve a Obra de Arte 14- Viaduto sobre a entrada 2 de Sobradinho – Comper, presente no BRT - Corredor Eixo Norte.

Brasília-DF, 03 de agosto de 2021.

Plinio Fabricio Mendonça Fragassi

CREA/MG: 68.431-D

Responsável Técnico