

| | | | |
|---|---|--|-----------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 2/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

ÍNDICE

| <u>ITEM</u> | <u>DESCRIÇÃO</u> | <u>PÁGINA</u> |
|-------------|--|---------------|
| 1.1 | MAPA DE SITUAÇÃO | 9 |
| 1.2 | MAPA DE SITUAÇÃO | 10 |
| 1.3 | ESCOPO DO PROJETO | 11 |
| 2.0 | DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA | 12 |
| 3.0 | ESTUDOS TÉCNICOS | 12 |
| 3.1 | ESTUDOS TOPOGRÁFICOS | 12 |
| 3.2 | ESTUDOS HIDROLÓGICOS | 13 |
| 3.3 | ESTUDOS GEOTÉCNICOS | 24 |
| 4.0 | PROJETOS | 26 |
| 4.1 | GEOMETRIA | 26 |
| 4.2 | TERRAPLENAGEM | 33 |
| 4.3 | DRENAGEM | 35 |
| 4.4 | INTERFERÊNCIAS | 39 |
| 4.5 | OBRAS COMPLEMENTARES | 43 |
| 4.6 | ELÉTRICAS – REDE DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA | 45 |
| 4.7 | PAVIMENTAÇÃO | 53 |
| 4.8 | SINALIZAÇÃO | 61 |
| 4.9 | CONTENÇÕES | 66 |
| 4.10 | OBRA DE ARTE ESPECIAL | 87 |
| 4.11 | DESAPROPRIAÇÃO | 90 |
| 4.12 | PROJETO DE PAISAGISMO E ARQUITETURA | 91 |
| 4.13 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 101 |
| 5.0 | ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE SERVIÇOS | 104 |
| 6.0 | TERMO DE ENCERRAMENTO | 105 |

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|--|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 3/105 | |
| | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 | |

LISTA DE FIGURAS

| <u>DESCRIÇÃO</u> | <u>PÁGINA</u> |
|---|---------------|
| FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DA PONTE E O VIADUTO EM BARRA DO PIRÁÍ. | 9 |
| FIGURA 2 - MAPA DE SITUAÇÃO | 10 |
| FIGURA 3 – COORDENADAS DAS BASES IBGE | 13 |
| FIGURA 4 – MARCOS TOPOGRÁFICOS | 13 |
| FIGURA 5 – CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KOPPEN | 15 |
| FIGURA 6 – LOCALIZAÇÃO DOS POSTOS PLUVIOMÉTRICOS ESTUDADOS | 17 |
| FIGURA 7 – PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL DO POSTO DE BARRA DO PIRÁÍ | 18 |
| FIGURA 8 – NÚMERO DE DIAS DE CHUVA DO POSTO BARRA DO PIRÁÍ | 18 |
| FIGURA 9 - PROJETO GEOMÉTRICO – PLANTA | 29 |
| FIGURA 10 - PROJETO GEOMÉTRICO – PERFIL | 29 |
| FIGURA 11 - PROJETO GEOMÉTRICO ROTATÓRIA. | 30 |
| FIGURA 12 - PROJETO GEOMÉTRICO ACESSO RUA LATERAL AO BRAMIL. | 30 |
| FIGURA 15 – EDIFICAÇÕES A REMOVER | 40 |
| FIGURA 16 – PAVIMENTO A SER REMOVIDO | 41 |
| FIGURA 17 – PARALELEPÍPEDO A SER REMOVIDO | 42 |
| FIGURA 18 – LINHA DE TRANSMISSÃO E POSTE A SER REMOVIDO | 42 |
| FIGURA 19 – TOTEN BRAMIL A SER REMOVIDO | 43 |
| FIGURA 20 - CÁLCULO LUMINOTÉCNICO – VISTA DE DRONE | 46 |

| | | | |
|---|---|--|-----------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 4/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

| | |
|--|-----------|
| FIGURA 21 - DISPOSIÇÃO DAS LUMINÁRIAS – VISTA DE DRONE (CORES FALSAS) | 46 |
| FIGURA 22 - CÁLCULO LUMINOTÉCNICO – VISTA DE DRONE | 47 |
| FIGURA 23 - DISPOSIÇÃO DAS LUMINÁRIAS – VISTA DE DRONE (CORES FALSAS) | 47 |
| FIGURA 24 - CÁLCULO LUMINOTÉCNICO – VISTA DE DRONE | 48 |
| FIGURA 25 - DISPOSIÇÃO DAS LUMINÁRIAS – VISTA DE DRONE (CORES FALSAS) | 48 |
| FIGURA 26 - CÁLCULO LUMINOTÉCNICO – VISTA DE DRONE | 49 |
| FIGURA 27 - DISPOSIÇÃO DAS LUMINÁRIAS – VISTA DE DRONE (CORES FALSAS) | 49 |
| FIGURA 28 - CÁLCULO LUMINOTÉCNICO – VISTA DE DRONE | 50 |
| FIGURA 29 - DISPOSIÇÃO DAS LUMINÁRIAS – VISTA DE DRONE (CORES FALSAS) | 50 |
| FIGURA 30 - DISPOSIÇÃO DAS LUMINÁRIAS – ABAIXO DO VIADUTO | 51 |
| FIGURA 31 - DISPOSIÇÃO DAS LUMINÁRIAS – ABAIXO DO VIADUTO (CORES FALSAS) | 51 |
| FIGURA 32 – ÁBACO PARA DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA MÍNIMA DOS PAVIMENTOS | 56 |
| FIGURA 33 – ESQUEMA GRÁFICO DO PAVIMENTO E PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO | 58 |
| FIGURA 34 – TABELA DE CÁLCULO COM AS ESPESSURAS QUE CONSTITUI O PAVIMENTO | 60 |
| FIGURA 35 – TERRA ARMADA, ENTRE AS ESTACAS 15+5,00 A 17+8,50 - PLANTA | 68 |

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|--|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 5/105 | |
| | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 | |

| | |
|---|-----------|
| FIGURA 36 – TERRA ARMADA, ENTRE AS ESTACAS 22+6,00 A 24+15,50 - PLANTA | 68 |
| FIGURA 37 – TERRA ARMADA, ENTRE AS ESTACAS 15+5,00 A 17+8,50 - PERFIL DE ELEVAÇÃO | 68 |
| FIGURA 38 – TERRA ARMADA, ENTRE AS ESTACAS 22+6,00 A 24+15,50 – PERFIL DE ELEVAÇÃO | 69 |
| FIGURA 39 – TERRA ARMADA – SEÇÃO TRANSVERSAL TÍPICA – EST. 22+10,00 | 69 |
| FIGURA 40 – TERRA ARMADA – DETALHES BÁSICOS DE EXECUÇÃO | 70 |
| FIGURA 41 – TERRA ARMADA – NOTAÇÕES UTILIZADAS | 71 |
| FIGURA 42 – TERRA ARMADA – DISPOSIÇÃO CONSTRUTIVA (SOLEIRA) | 72 |
| FIGURA 43 – SEÇÕES – PRÉ-DIMENSIONAMENTO DOS COMPRIMENTOS DE ARMADURAS | 73 |
| FIGURA 44 – SEÇÕES – SEÇÃO GEOLÓGICA CRÍTICA – EST. 17+0,00 (SM-08) | 76 |
| FIGURA 45 – SEÇÃO GEOLÓGICA CRÍTICA – EST. 22+10,00 (SM-13) | 76 |
| FIGURA 46 – TERRA ARMADA PROJETADA - EST. 17+0,00 – FS=2,22 | 78 |
| FIGURA 47 – TERRA ARMADA PROJETADA - EST. 22+10+0,00 – FS=1,52 | 78 |
| FIGURA 48 – CONTENÇÃO EM GABIÃO – PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL | 80 |
| FIGURA 49 – GABIÃO – VISTA FRONTAL | 80 |
| FIGURA 51– SEÇÃO LONGITUDINAL | 87 |
| FIGURA 52– SEÇÃO TRANSVERSAL TÍPICA | 88 |
| FIGURA 53– SEÇÃO TRANSVERSAL TÍPICA NO TRECHO ISOSTÁTICO (VIGAS PRÉ-MOLDADAS) | 89 |

| | | | |
|---|---|--|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 6/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

| | |
|--|------------|
| FIGURA 54 – SEÇÃO TRANSVERSAL TÍPICA NO TRECHO CONTÍNUO (VIGAS METÁLICAS) | 89 |
| FIGURA 55 – EDIFICAÇÕES A DESAPROPRIAR | 90 |
| FIGURA 56 - IPÊ AMARELO | 93 |
| FIGURA 57 - AROREIA SALSA | 93 |
| FIGURA 58 - MACANÁ DA SERRA | 94 |
| FIGURA 59 - QUARESMEIRA | 94 |
| FIGURA 60 - JACARANDÁ | 95 |
| FIGURA 61 - EUGÊNIA | 95 |
| FIGURA 62 - PAU FERRO | 96 |
| FIGURA 63 - PALEMIRA IMPERIAL | 96 |
| FIGURA 64 - GRAMA ESMERALDA | 97 |
| FIGURA 65 - RELEVO DO PISO TÁTIL DE ALERTA | 98 |
| FIGURA 66 - RELEVO DO PISO TÁTIL DE DIREÇÃO | 99 |
| FIGURA 67 - CALÇADA REBAIXADA | 100 |
| FIGURA 68 - ESCADA | 100 |
| FIGURA 69 - LIXIERA | 101 |
| FIGURA 70 - BANCO | 101 |
| FIGURA 71 - CORTE AA | 102 |
| FIGURA 72 - CORTE BB | 102 |

| | | | |
|---|---|--|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 7/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

LISTA DE TABELAS

| <u>DESCRIÇÃO</u> | <u>PÁGINA</u> |
|---|---------------|
| TABELA 1 – NORMAIS CLIMATOLÓGICAS DA ESTAÇÃO DE VASSOURAS (INMET) | 16 |
| TABELA 2 – RELAÇÃO DAS ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS ESTUDADAS | 17 |
| TABELA 3 – DIMENSIONAMENTO CONFORME ÁREA DA BACIA | 20 |
| TABELA 4 - COEFICIENTE CONFORME TIPOLOGIA DA ÁREA | 22 |
| TABELA 5 - TABELA DE CÁLCULO HIDROLÓGICO | 23 |
| TABELA 6- TABELA DE CÁLCULO HIDROLÓGICO | 24 |
| TABELA 7 – TABELA DAS SONDAgens ROTATIVAS/MISTAS | 25 |
| TABELA 8– TABELA DAS SONDAgens A PERCUSSÃO | 25 |
| TABELA 9– TABELA DAS SONDAgens A TRADO | 26 |
| TABELA 10– RESUMO DOS VOLUMES DE TERRAPLENAGEM | 34 |
| TABELA 11– VERIFICAÇÃO HIDRÁULICA DOS DISPOSITIVOS | 37 |
| TABELA 12– CÁLCULO DOS DIÂMETROS DAS REDES TUBULARES. | 39 |
| TABELA 14 – RECOMENDAÇÕES GEOTÉCNICAS | 55 |
| TABELA 15 – DESCRIÇÃO DA EXTENSÃO DOS SEGMENTOS DE PROJETO | 55 |
| TABELA 16 – ESPESSURAS REQUERIDAS PARA FAIXA DE NÚMERO “N” | 56 |
| TABELA 17 - NÍVEL DE SEGURANÇA DESEJADO CONTRA A PERDA DE VIDAS HUMANAS | 74 |
| (FONTE: ABNT 2009) | 74 |

| | | | |
|---|---|--|------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 8/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

| | |
|---|----------------------------|
| TABELA 18 – NÍVEL DE SEGURANÇA DESEJADO CONTRA DANOS MATERIAIS/AMBIENTAIS | 74 |
| TABELA 19 – FATORES DE SEGURANÇA MÍNIMOS PARA DESLIZAMENTOS (FONTE: ABNT, 2009) | 75 |
| TABELA 20 – QUADRO RESUMO COM OS PARÂMETROS DE SOLOS ADOTADOS NAS ANÁLISES DE ESTABILIDADE – EST. 17+0,00 (SM-08) | 77 |
| TABELA 21 – QUADRO RESUMO COM OS PARÂMETROS DE SOLOS ADOTADOS NAS ANÁLISES DE ESTABILIDADE – EST. 22+10,00 (SM-13) | 77 |
| TABELA 22 - NÍVEL DE SEGURANÇA DESEJADO CONTRA A PERDA DE VIDAS HUMANAS (FONTE: ABNT 2009) | 82 82 |
| TABELA 23 – NÍVEL DE SEGURANÇA DESEJADO CONTRA DANOS MATERIAIS/AMBIENTAIS (FONTE: ABNT, 2009) | 82 82 |
| TABELA 24 – FATORES DE SEGURANÇA MÍNIMOS PARA DESLIZAMENTOS (FONTE: ABNT, 2009) | 83 |
| TABELA 25 - ESPÉCIES ARBÓREAS | 91 |
| TABELA 26 - DIMENSIONAMENTO DO PISO TÁTIL DE ALERTA (FONTE: ABNT 1637) | 96 |
| TABELA 27 - DIMENSIONAMENTO DO PISO TÁTIL DE DIREÇÃO (FONTE: ANBT 1637) | 97 |
| TABELA 28 – ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO | 104 |

| | | | |
|---|---|---|------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 9/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

1.1 MAPA DE SITUAÇÃO

A JM Souto Engenharia e Consultoria Ltda. apresenta o Relatório Geral referente ao Projeto Básico do Complexo Barra do Pirai, onde terá a implantação da Ponte sobre o Rio Paraíba do Sul e o Viaduto sob a linha férrea existente, localizado no município de Barra do Pirai, no Estado do Rio de Janeiro.



Figura 1 - Localização da Ponte e o Viaduto em Barra do Pirai.

O objetivo principal do presente estudo é, através das intervenções de fechamento de passagem em nível localizada na Av. Vereador Chequer Elias, prover a implantação de uma terceira ponte de circulação de veículos no município de Barra do Pirai-RJ.

A referida ponte terá como acesso principal as Ruas Coronel Nóbrega, Escada Francisco Teles, Rua Moreira dos Santos e Rua Newton Prado a ligação da ponte a partir destas vias deverá escoar o tráfego pela Rua José Alves Pimenta.



Logística S.A.



COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ

**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ
ENGENHARIA GERAL
RELATÓRIO TÉCNICO**

Nº MRS
EI2204-LC-109-4-RT-A00-001
Nº JM SOUTO
JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001

PÁGINA
10/105
REV.
3

1.2 MAPA DE SITUAÇÃO

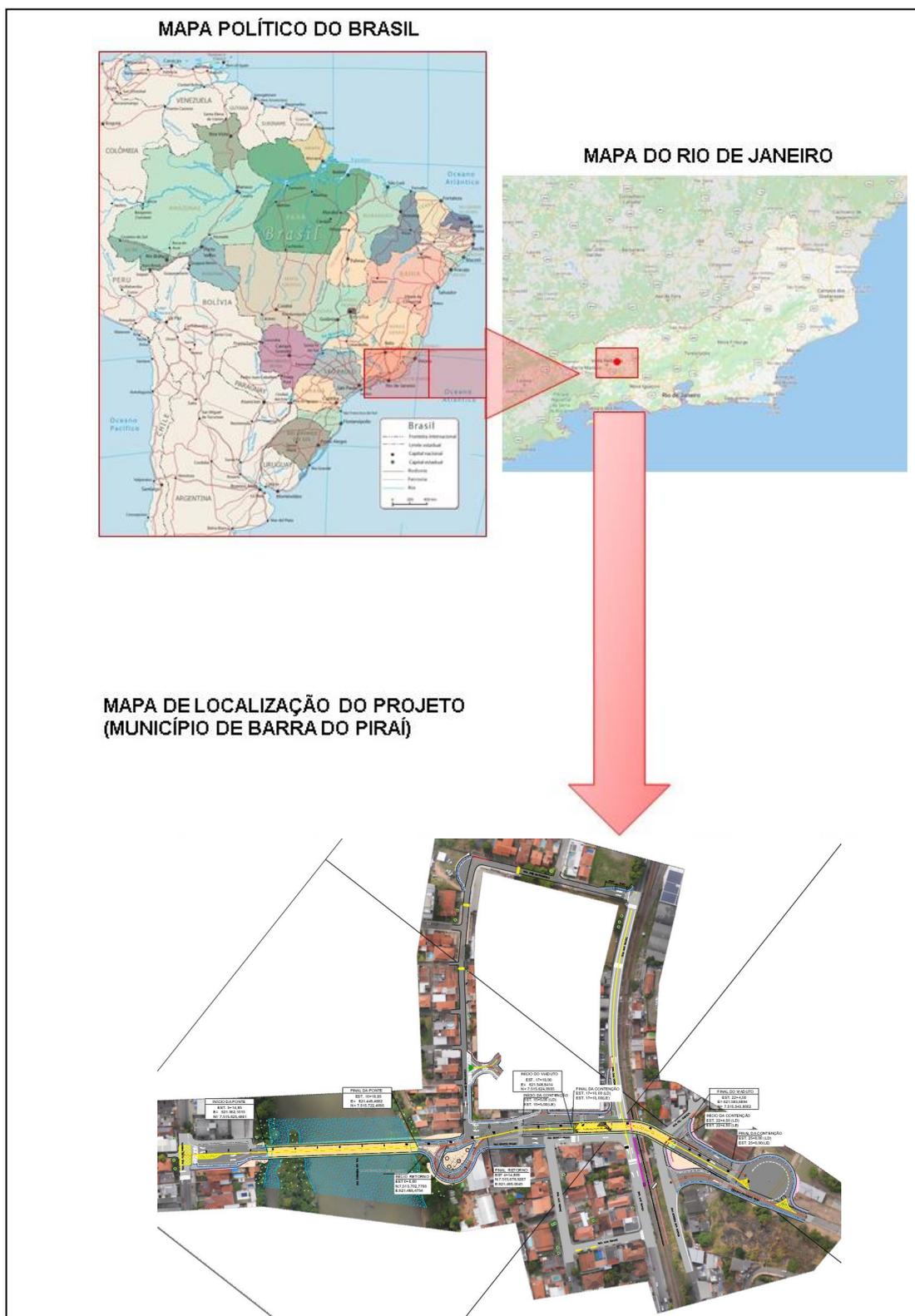


Figura 2 - Mapa de Situação

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 11/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

1.3 ESCOPO DO PROJETO

O escopo deste trabalho contempla o desenvolvimento de engenharia detalhada através da elaboração e consolidação de documentação técnica com as soluções de engenharia necessárias para a implantação da Ponte e do viaduto em Barra do Piraí, em conformidade com o Plano de Trabalho.

1.3.1 Escopo

Faz parte dos trabalhos a elaboração dos seguintes estudos e projetos:

- Estudo de Tráfego;
- Estudos Hidrológicos;
- Estudos Geotécnicos;
- Projeto Geométrico;
- Projeto de Terraplenagem;
- Projeto de OAC e Drenagem;
- Projeto de Obras Complementares;
- Projeto de Interferências;
- Projeto de Pavimentação;
- Projeto de Desapropriação;
- Projeto de Obras de Contenção;
- Projeto de OAE;
- Projeto de Paisagismo e Tratamento Lindeiro;
- Projeto de Sinalização;
- Projeto de Iluminação;
- Relatório Técnico;
- Planilha de Quantidades;
- Capex;
- Plano de Execução;

1.3.2 Fora de Escopo

Não compreendem o escopo de projeto os seguintes serviços:

- Estudo de Tráfego;
- Estudos e Projetos não especificados no item de Escopo.

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 12/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

1.3.3 Limite de Baterias

O eixo projetado inicia-se na Estaca 0+0,000, nas coordenadas N=7515882.641 E=621313.620 na Rua Jose Alves Pimenta na caixa da rua existente, encerrando-se na estaca 26+0,000, nas coordenadas N=7515469.390e E=621605.857 próximo à entrada para rotatória.

A OAE da Ponte em Barra do Piraí tem início na estaca 3+14,950, coordenadas UTM N=7515825.770, E=621362.436, e final da estrutura na estaca 10+10,050, nas coordenadas UTM N=7515724.290, E= 621451.620, com extensão de 135,100m.

A OAE do Viaduto tem início na estaca 17+8,500, coordenadas UTM N=7515624.094, E=621548.041, e final da estrutura na estaca 22+4,500, nas coordenadas UTM N=7515543.900, E= 621593.009, com extensão de 96,000m.

2.0 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Para o desenvolvimento do Projeto Básico tomou-se como referência os documentos, listados a seguir.

- Levantamento topográfico cadastral de campo realizado pela MRS.
- Investigação geológica fornecida pela MRS.

3.0 ESTUDOS TÉCNICOS

3.1 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

3.1.1 Introdução

A topografia contratada pela MRS e executada pela Metro Cúbico engenharia. O levantamento planialtimétrico cadastral é realizado combinando técnicas de topografia convencional e novas tecnologias geoespaciais tal como Aerolevantamento por Drone de asa fixa, onde uma câmera métrica é acoplada dentro do drone na posição NADIR obtendo uma varredura total de imagem da área de levantamento. Para a identificação de interferências no subsolo foi realizado o mapeamento de interferências mediante GPR.

São utilizados pontos de apoio marcados nas margens das ruas para a identificação de pontos na imagem do levantamento aéreo e ajuste da mesma. Estes pontos são levantados com receptores GNSS ou estação total para obter uma coordenada precisa dos mesmos e assim servir de base de apoio ao levantamento aerofotogramétrico.

Observa-se que o georreferenciamento se encontra no sistema de coordenadas UTM 23S, DATUM SIRGAS-2000 e referencial altimétrico Marégrafo de Imituba.

Para o transporte de coordenada e cota foram consideradas as duas bases mais próximas do IBGE.

| | | | |
|---|---|---|---|
|  MRS Logística S.A. |  JMSOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ | |
| | | PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

| ID | Leste | Norte | Latitude | Longitude | h Elipsoidal | H Ortométrica |
|------|------------|-------------|------------------|------------------|--------------|---------------|
| M3E | 621666,419 | 7515475,325 | S22°27'45,78837" | W43°49'02,94583" | 357,448 | 362,062 |
| RJVA | 638769,195 | 7522030,561 | S22°24'07,95963" | W43°39'06,70586" | 444,977 | 449,601 |

Figura 3 – Coordenadas das Bases IBGE

O levantamento dos marcos topográficos foi realizado mediante receptores GNSS mediante estático diferencial e post-processado para a obtenção da coordenada corrigida.

Cuidados na implantação para que os resultados apresentem boas precisões:

- Rastreio com receptores modernos e de alta precisão com rastreio em dupla frequência L1 e L2, GPS e GLONASS.
- Processamento multi-base. Utilização de mais de uma estação de referência para melhor resolução de ambiguidades e redução do erro de transporte.
- Estações de referência pertencentes ao sistema geodésico brasileiro.

3.1.2 Marcos Topográficos

Foram implantados 2 pares de marcos ao longo do trecho para a partida e fechamento da poligonal principal. Estes marcos são medidos com GNSS durante 4 horas ou mais determinando assim suas coordenadas com precisões milimétricas.

Na Figura 4 apresentam-se as coordenadas dos Marcos topográficos implantados ao longo do trecho:

| ID | Leste | Norte | Latitude | Longitude | Elevação |
|----|------------|-------------|------------------|------------------|----------|
| M1 | 621385,386 | 7515649,995 | S22°27'40,18084" | W43°49'12,82553" | 350,490 |
| M2 | 621482,308 | 7515812,209 | S22°27'34,88155" | W43°49'09,47954" | 350,869 |
| M3 | 621435,239 | 7515885,092 | S22°27'32,52374" | W43°49'11,14623" | 351,597 |
| M4 | 621402,576 | 7515872,701 | S22°27'32,93500" | W43°49'12,28545" | 354,603 |

Figura 4 – Marcos Topográficos

3.2 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

3.2.1 Introdução

Os Estudos foram elaborados com o intuito de fundamentar a definição da vazão de projeto e do dimensionamento hidráulico das estruturas de drenagem superficial do Viaduto que ligará sobre o Rio Piraí no município de Barra do Piraí no Estado do Rio de Janeiro.

Basicamente, a metodologia adotada nos Estudos Hidrológicos pode ser resumida na seguinte sequência:

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 14/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

- Delimitação das áreas de contribuição;
- Definição das características físicas e parâmetros das bacias de contribuição, tais como: características do terreno, declividades e tempos de concentração;
- Cálculo dos tempos de concentração críticos para cada componente do sistema de drenagem;
- Estudo das chuvas intensas na área de projeto;
- Cálculo das vazões de pico para cada área de contribuição.

3.2.2 Coleta e Análise de dados

Os elementos básicos consultados e utilizados no desenvolvimento dos estudos são listados a seguir:

- Classificação climática de Koppen – Geiser;
- Equações de Chuvas Intensas, fornecidas pelo software PLÚVIO 2.1 (desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa);
- Normais climatológicas referentes à estação de Vassouras – código 83742 por meio das informações constantes na publicação Normais Climatológicas do Departamento Nacional de Meteorologia – INMET;
- Imagem do Google Earth;
- Dados do posto pluviométrico nº 2243002 – Posto Barra do Piráí – Rio de Janeiro, disponível no site da ANA (Agência Nacional de Águas);
- Cadastro de obras existentes.

3.2.3 Aspectos Fisiográficos da região

Segundo a classificação climática de Koppen, baseada em dados mensais pluviométricos e termométricos, o estado do Rio de Janeiro abrange três tipos climáticos distintos, a maioria correspondente ao clima quente e úmido. O tipo dominante na região do projeto é o Cfb, clima sempre úmido e verão morno.

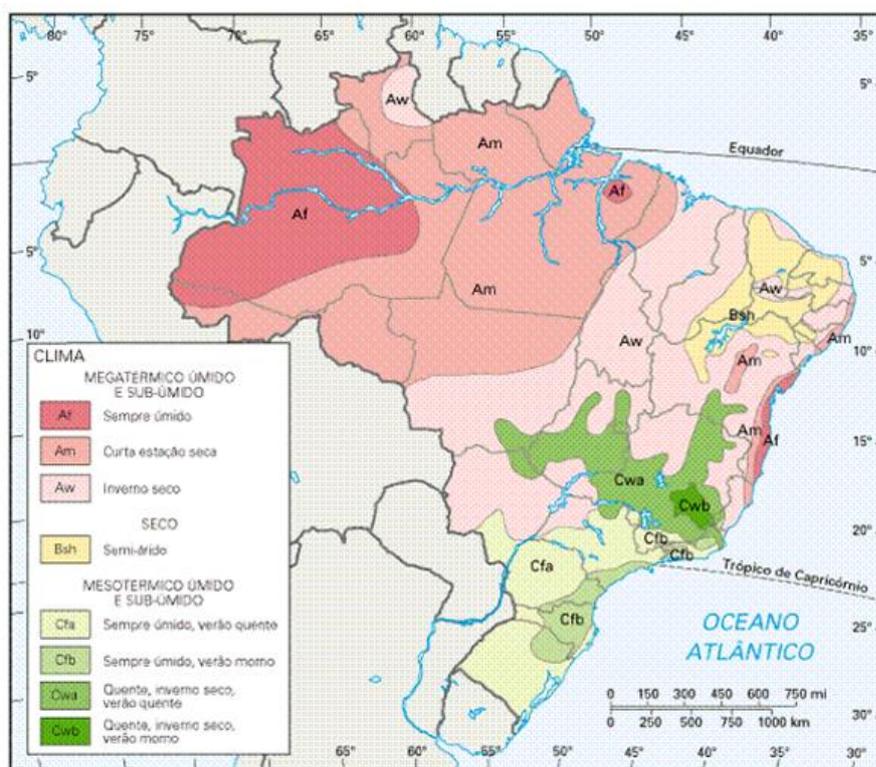


Figura 5 – Classificação Climática de Köppen

Abaixo, apresentamos as normais climatológicas da Estação de Vassouras, código 83742, representativa da região do projeto e operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

| | | | |
|---|---|--|---|
|  MRS Logística S.A. |  JMSOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ | |
| | | PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

Tabela 1 – Normais Climatológicas da Estação de Vassouras (INMET)

| Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990 | | | | | | |
|--|-------------------|-------------------------|-------------------|-------|------------|-----------------------|
| Estação : Vassouras | | | Código: 83742 | | Estado: RJ | |
| Período | Precipitação (mm) | Número de dias de Chuva | Temperatura (° C) | | | Evaporação Total (mm) |
| | | | Máxima | Média | Mínima | |
| Janeiro | 249,4 | 15,0 | 30,1 | 23,6 | 19,7 | 73,8 |
| Fevereiro | 159,7 | 11,0 | 30,8 | 24,0 | 19,9 | 68,3 |
| Março | 149,7 | 11,0 | 29,9 | 23,2 | 19,3 | 68,9 |
| Abril | 69,2 | 8,0 | 27,7 | 21,3 | 17,5 | 57,7 |
| Maiο | 35,3 | 5,0 | 25,9 | 19,0 | 14,7 | 57,9 |
| Junho | 29,8 | 4,0 | 24,7 | 17,6 | 13,1 | 58,1 |
| Julho | 23,3 | 3,0 | 24,6 | 17,2 | 12,5 | 70,0 |
| Agosto | 28,3 | 3,0 | 26,0 | 18,6 | 13,7 | 89,7 |
| Setembro | 65,5 | 6,0 | 26,3 | 19,7 | 15,4 | 91,8 |
| Outubro | 113,8 | 11,0 | 27,2 | 20,9 | 17,1 | 81,4 |
| Novembro | 159,7 | 12,0 | 28,0 | 21,9 | 18,1 | 74,7 |
| Dezembro | 246,2 | 15,0 | 29,0 | 22,9 | 19,2 | 73,1 |
| Total | 1329,9 | 104,0 | | | | 865,4 |

| | |
|---------------------------------|------|
| Temp. média anual (° C)= | 20,8 |
| Temp. média máxima anual (° C)= | 27,5 |
| Temp. média mínima anual (° C)= | 16,7 |

Os dados apresentados mostraram que a temperatura média anual na região é de 20,8°C, a temperatura média máxima é da ordem de 27,5°C, enquanto a mínima chega a 16,7°C, sendo a amplitude térmica considerável. As temperaturas mínimas ocorrem geralmente nos meses de maio a agosto, enquanto as máximas acontecem nos meses de dezembro a março.

3.2.4 Pluviometria

Assim como o clima, a pluviosidade da região apresenta características bastante diversificadas, com o regime de chuvas sendo determinado pela sua posição geográfica em relação à influência marítima e às correntes de circulação perturbadas e pelos contrastes morfológicos de seu relevo.

O aspecto mais importante do regime pluviométrico da região, tanto nas áreas secas como nas mais chuvosas, é a notável irregularidade de sua distribuição ao longo do ano. Com efeito, existe uma enorme concentração no verão, sendo que, na maior parte do território, os três meses mais chuvosos concentram acima de 50% do total pluviométrico anual.

Visando à caracterização do regime pluviométrico da região, foram estudados vários postos pluviométricos próximos da área em estudo. Na Tabela abaixo, encontra-se a relação dos postos utilizados para a caracterização pluviométrica da área do projeto.

| | | | |
|--|--|----------------------------|--------|
|  PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO |  COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ | Nº MRS | PÁGINA |
| | | EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | 17/105 |
| | | Nº JM SOUTO | REV. |
| | | JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | 3 |

Tabela 2 – Relação das Estações Pluviométricas Estudadas

| Nome da Estação | Código | Município | Latitude | Longitude | Dados históricos brutos | Operadora |
|-----------------------|---------|----------------|---------------|---------------|-------------------------|-----------|
| Barra do Pirai | 2243002 | Barra do Pirai | 22°27'2.16"S | 43°47'52.08"O | 1944-1977 | ANA |
| Barra do Pirai | 2243198 | Barra do Pirai | 22°28'0.12"S | 43°49'59.88"O | 1930-1988 | INMET |
| Santa Cecília Morsing | 2243264 | Mendes | 22°32'20.04"S | 43°46'39.00"O | 2002-2012 | LIGHT |



Figura 6 – Localização dos postos pluviométricos estudados

Para a seleção da estação verificamos a quantidade de dados pluviométricos disponíveis e a área de influência de cada estação, sendo escolhida a estação de Barra do Pirai – código 2243002 como mais representativo para a área do projeto.

A seguir apresentamos os gráficos de precipitações mensais médias e número de dias de chuva para a estação escolhida.

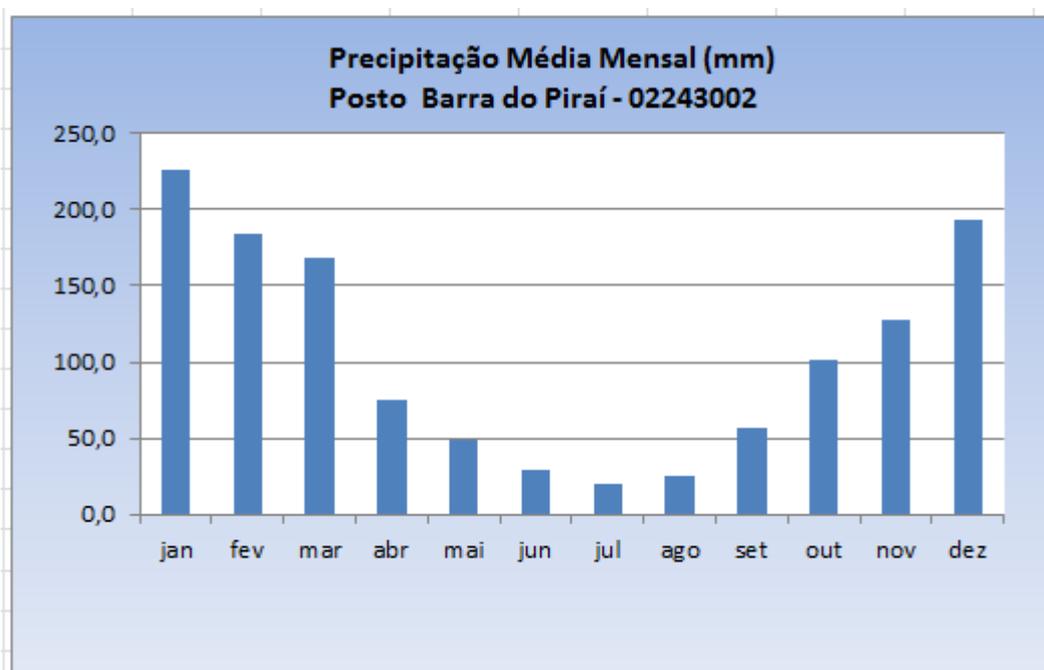


Figura 7 – Precipitação Média Mensal do Posto de Barra do Piraí

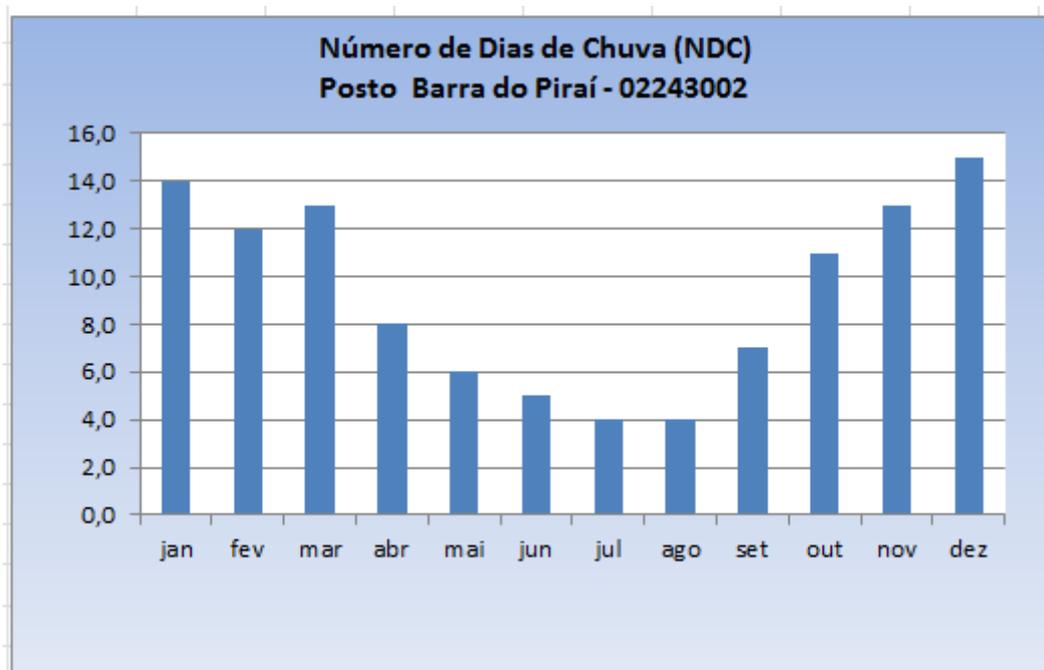


Figura 8 – Número de Dias de Chuva do Posto Barra do Piraí

3.2.5 Modelo de chuvas da região

Para avaliação das relações intensidade-duração-frequência das chuvas intensas da região, foi utilizado o software PLUVIO 2.1, da Universidade Federal de Viçosa. A equação do posto de Barra do Piraí no município de Barra do Piraí / RJ é assim expressa:

| | | | |
|---|---|--|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 19/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

$$i = \frac{3727,666 \times T^{0,202}}{(t + 23,889)^{0,999}}$$

Onde:

I = intensidade média de precipitação, em mm/h;

t = duração, em minutos;

T = período de recorrência, em anos.

3.2.6 Tempo de Concentração

Quando da aplicação do método racional, a duração da chuva média coincide com o tempo de concentração da bacia. Essa variável pode ser entendida como o tempo necessário para que toda a bacia hidrográfica contribua com o escoamento superficial no ponto de controle em que o hidrograma é observado, quando então se atinge a vazão de pico do hidrograma.

Para determinar o tempo de concentração de cada bacia de contribuição, utilizou-se a formulação de Kirpich, qual seja:

- Para bacias com áreas até 0,8 km²:

$$t_c = 57 \times \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

- Para bacias com áreas acima de 0,8 km²:

$$t_c = 85,2 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Onde:

- T_c = tempo de concentração, em minutos;
- L = comprimento do curso d'água, em km;
- H = desnível máximo, em metros.

O tempo de concentração mínimo adotado foi de 10 minutos.

3.2.7 Período de Recorrência

Serão utilizados os seguintes períodos de recorrência, em correspondência aos diversos tipos de obra:

| | | | |
|---|---|--|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 20/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

- Drenagem superficial: TR = 10 anos
- Bueiros Tubulares: TR = 25 anos para escoamento como canal e verificação com TR = 50 anos considerando-se o afogamento e sobrelevação de até 1 metro;
- Bueiros Celulares: TR = 50 anos para escoamento como canal e verificação com TR = 100 anos considerando-se o afogamento e sobrelevação de até 1 metro;

3.2.8 Critérios de cálculo de descargas de projeto

Para a determinação das vazões de projeto em função das áreas das bacias hidrográficas, utilizamos os critérios da tabela a seguir:

Tabela 3 – Dimensionamento conforme área da Bacia

| Bacia | Área | Método |
|---------------|--|--|
| Pequena | Área < 1 km ² | Método racional |
| Intermediária | 1 km ² < área < 10 km ² | Método racional acrescido do coeficiente de retardo adimensional |
| | 10 km ² < área < 30 km ² | Método do Hidrograma Sintético Triangular (HST) |

1.1.1 Bacias menores que 1 km²

Será utilizado o Método Racional, que consiste no cálculo da descarga máxima de uma enchente de projeto por uma expressão simples, relacionando o valor dessa descarga com a área da bacia e com a intensidade da chuva, através da seguinte Equação:

$$Q = \frac{c \cdot I \cdot A}{3,6}$$

Sendo:

- Q = descarga máxima, em m³/s;
- c = coeficiente de deflúvio;
- A = Área da bacia, em km²;
- I = Intensidade, em mm/h

1.1.2 Bacias entre 1 e 10 km²

Será utilizado o Método Racional, entretanto com um coeficiente de distribuição (retardo), que visa à correção da precipitação pontual para a precipitação uniformemente distribuída pela área, dado pela expressão:

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 21/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

$$Q = \frac{c \cdot I \cdot A}{3,6} \times n$$

Sendo:

- Q = descarga máxima, em m³/s;
- c = coeficiente de deflúvio;
- A = Área da bacia, em km²;
- I = Intensidade, em mm/h;
- n = A-0,1.

3.2.9 Coeficiente de Escoamento Superficial

O coeficiente de escoamento superficial (Run-off) é o parâmetro que mede a proporção do total precipitado que se transforma em escoamento superficial. Sua determinação é realizada de forma subjetiva, em função do grau de impermeabilização da bacia, do uso e ocupação do solo. A Tabela 44 mostra os valores do coeficiente para diversos tipos de áreas de drenagem:

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|--|
|  MRS Logística S.A. |  JMSOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 22/105 | |
| | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 | |

Tabela 4 - Coeficiente conforme tipologia da área

| <i>Tipologia da área de drenagem</i> | <i>Coeficiente de escoamento superficial</i> |
|---|--|
| Áreas Comerciais | 0,70 – 0,95 |
| Áreas centrais | 0,70 – 0,95 |
| Áreas de bairros | 0,50 – 0,70 |
| Áreas Residenciais | |
| Residenciais isoladas | 0,35 – 0,50 |
| Unidades múltiplas, separadas | 0,40 – 0,60 |
| Unidades múltiplas, conjugadas | 0,60 – 0,75 |
| Áreas com lotes de 2.000 m ² ou maiores | 0,30 – 0,45 |
| Áreas suburbanas | 0,25 – 0,40 |
| Áreas com prédios de apartamentos | 0,50 – 0,70 |
| Áreas Industriais | |
| Área com ocupação esparsa | 0,50 – 0,80 |
| Área com ocupação densa | 0,60 – 0,90 |
| Superfícies | |
| Asfalto | 0,70 – 0,95 |
| Concreto | 0,80 – 0,95 |
| Blocket | 0,70 – 0,89 |
| Paralelepípedo | 0,58 - 0,81 |
| Telhado | 0,75 – 0,95 |
| Solo compactado | 0,59 - 0,79 |
| Áreas sem melhoramentos ou naturais | |
| Solo arenoso, declividade baixa < 2 % | 0,05 – 0,10 |
| Solo arenoso, declividade média entre 2% e 7% | 0,10 – 0,15 |
| Solo arenoso, declividade alta > 7 % | 0,15 – 0,20 |
| Solo argiloso, declividade baixa < 2 % | 0,15 – 0,20 |
| Solo argiloso, declividade média entre 2% e 7% | 0,20 – 0,25 |
| Argiloso, declividade alta > 7 % solo | 0,25 – 0,30 |
| Grama, em solo arenoso, declividade baixa < 2% | 0,05 - 0,10 |
| Grama, em solo arenoso, declividade média entre 2% e 7% | 0,10 - 0,15 |
| Grama, em solo arenoso, declividade alta > 7% | 0,15 - 0,20 |
| Grama, em solo argiloso, declividade baixa < 2% | 0,13 - 0,17 |
| Grama, em solo argiloso, declividade média 2% < S < 7% | 0,18 - 0,22 |
| Grama, em solo argiloso, declividade alta > 7% | 0,25 - 0,35 |
| Florestas com declividade <5% | 0,25 – 0,30 |
| Florestas com declividade média entre 5% e 10% | 0,30 -0,35 |
| Florestas com declividade >10% | 0,45 – 0,50 |
| Capoeira ou pasto com declividade <5% | 0,25 – 0,30 |
| Capoeira ou pasto com declividade entre 5% e 10% | 0,30 – 0,36 |
| Capoeira ou pasto com declividade > 10% | 0,35 – 0,42 |

Quanto ao coeficiente de escoamento superficial utilizado, foi adotado o valor de 0,70 para todas as bacias da região do projeto que se enquadram na tipologia de áreas residenciais. Para tipologia de áreas de via pavimentada (asfalto) foi adotado 0,90. Para as áreas verdes adotado 0,25.

3.2.10 Caracterização das bacias

Para a individualização das bacias hidrográficas foram utilizadas imagens do Google Earth e informações de visitas técnicas. O mosaico das bacias é apresentado no desenho Mosaico de Bacia doc. EI2204-LC-109-4-DE-O01-001.

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 23/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

3.2.11 Quadro Geral de Descargas

Apresentamos a seguir o quadro geral de descarga com as informações características da bacia e o cálculo da vazão de projeto.

Tabela 5 - Tabela de Cálculo Hidrológico

| QUADRO DE BACIAS | | | |
|------------------|-----------|-------|-----------|
| BACIA | ÁREA (ha) | BACIA | ÁREA (ha) |
| 1 | 0,075 | 27 | 0,064 |
| 2 | 0,099 | 28 | 0,069 |
| 3 | 0,050 | 29 | 0,068 |
| 4 | 0,057 | 30 | 0,070 |
| 5 | 0,062 | 31 | 0,009 |
| 6 | 0,022 | 32 | 0,055 |
| 7 | 0,073 | 33 | 0,036 |
| 8 | 0,070 | 34 | 0,060 |
| 9 | 0,050 | 35 | 0,064 |
| 10 | 0,051 | 36 | 0,090 |
| 11 | 0,015 | 37 | 0,073 |
| 12 | 0,053 | 38 | 0,260 |
| 13 | 0,032 | 39 | 0,155 |
| 14 | 0,015 | 40 | 0,039 |
| 15 | 0,083 | 41 | 0,034 |
| 16 | 0,488 | 42 | 0,061 |
| 17 | 0,385 | 43 | 0,002 |
| 18 | 0,078 | 44 | 0,012 |
| 19 | 0,086 | 45 | 0,521 |
| 20 | 0,059 | 46 | 0,014 |
| 21 | 0,027 | 47 | 0,017 |
| 22 | 0,037 | 48 | 0,068 |
| 23 | 0,069 | 49 | 0,147 |
| 24 | 0,089 | 50 | 5,013 |
| 25 | 0,051 | 51 | 0,229 |
| 26 | 0,216 | 52 | 0,476 |

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 24/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

3.2.12 Escavações e Reaterros

Conforme NORMA DNIT 023/2006 – ES a escavação das cavas será feita em profundidade que comporte a execução do berço, adequada ao bueiro selecionado, por processo mecânico ou manual. A largura da cava deverá ser superior à do berço em pelo menos 30cm para cada lado, de modo a garantir a implantação de fôrmas nas dimensões exigidas.

- Assim o volume de escavação é calculado pela expressão:

$$\text{Comprimento (m)} \times \text{Altura Média (m)} \times \text{Base da Escavação (m)}$$

- O escoramento tem sua área calculada sendo duas vezes o valor da altura média.
- A regularização compreende o comprimento do bueiro multiplicado pela base da escavação.
- O reaterro é calculado pela expressão:

$$\text{Volume de Escavação (m}^3\text{)} - (\text{Área da Seção da obra (m}^2\text{)}) + \text{Área do berço (m}^2\text{)} \times \text{Comprimento (m)}$$

Tabela 6- Tabela de Cálculo Hidrológico

| Largura de valas - Escavação em caixão | | | |
|--|-------|---|---------------------------------|
| Obra | B (m) | Área da Seção da obra (m ²) | Área do Berço (m ²) |
| BSTC ø 0,40 | 1,12 | 0,21 | 0,14 |
| BSTC ø 0,60 | 1,30 | 0,45 | 0,22 |
| BSTC ø 0,80 | 1,60 | 0,79 | 0,32 |

A complementação do berço compreende o envolvimento do tubo com o mesmo tipo de concreto, obedecendo à geometria prevista no projeto-tipo e posterior reaterro com recobrimento mínimo de 1,5 vezes o diâmetro da tubulação, acima da geratriz superior da canalização.

3.3 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Os estudos geotécnicos basearam nas análises das sondagens fornecidas, através do documento **“RLT 233.2022 - SMSPST- Ponte e Viaduto Barra do Piraí (RJ) – MRS”**, elaborado pela Geosondar em agosto de 2022.

Foram executadas sondagens mistas, SM-01, SM-02, SM-03, SM-04, SM-05, SM-06, SM-07, SM-08, SM-09, SM-10, SM-11, SM-12, SM-13 e SM-14.

| | | | |
|---|---|---|---|
|  MRS Logística S.A. |  JMSOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ | |
| | | PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

Tabela 7 – Tabela das sondagens Rotativas/Mistas

| Sondagem Rotativa/Mista | | | | | | |
|-------------------------|--------------|------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Sondagem | Data Inicial | Data Final | Profundidade Solo(m) | Profundidade Rocha(m) | Profundidade Total(m) | Nível de água após 24hs (m) |
| SM01 | 15/07/2022 | 16/07/2022 | 5,20 | 6,05 | 11,25 | 3,73 |
| SM02 | 18/07/2022 | 18/07/2022 | 4,70 | 6,65 | 11,35 | 3,70 |
| SM03 | 11/08/2022 | 11/02/2022 | - | 6,00 | 6,00 | - |
| SM04 | 13/08/2022 | 13/08/2022 | 0,15 | 5,45 | 5,60 | - |
| SM05 | 14/08/2022 | 14/08/2022 | 0,40 | 5,95 | 6,35 | |
| SM06 | 11/07/2022 | 13/07/2022 | 5,10 | 11,45 | 16,55 | 3,58 |
| SM07 | 02/07/2022 | 02/07/2022 | 7,20 | 17,25 | 24,45 | 4,30 |
| SM08 | 30/06/2022 | 01/07/2022 | 4,90 | 6,10 | 11,00 | 3,85 |
| SM09 | 27/07/2022 | 29/07/2022 | 8,80 | 6,90 | 15,70 | 3,73 |
| SM10 | 23/06/2022 | 25/06/2022 | 7,05 | 6,45 | 13,50 | 3,33 |
| SM11 | 20/06/2022 | 21/06/2022 | 9,30 | 06,20 | 15,50 | 1,90 |
| SM12 | 04/06/2022 | 10/06/2022 | 10,01 | 10,99 | 21,00 | 4,60 |
| SM13 | 11/06/2022 | 13/06/2022 | 8,60 | 05,25 | 13,85 | 4,90 |
| SM14 | 15/06/2022 | 17/06/2022 | 13,30 | 10,80 | 24,10 | 18,50 |
| TOTAL | - | - | 84,71 | 111,49 | 196,20 | - |

Sondagens a Percussão (SPT), SPT-01, SPT-02 e SPT-03.

Tabela 8– Tabela das sondagens a Percussão

| Sondagem a Percussão | | | |
|----------------------|-----------------|--------------------------|-----------------------------|
| Sondagem | PROFUNDIDADE(m) | Nível de água inicial(m) | Nível de água final, 24h(m) |
| SPT 01 | 14,09 | SECO | SECO |
| SPT 02 | 12,07 | SECO | SECO |
| SPT 03 | 7,14 | SECO | SECO |
| TOTAL | 33,30 | - | - |

| | | | |
|---|---|--|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 26/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

E sondagens a trado, ST-01, ST-02, ST-03, ST-04, ST-05 e ST-06.

Tabela 9– Tabela das sondagens a Trado

| Sondagem a Trado | | |
|------------------|------------------|---------------|
| Sondagem | Profundidade (m) | Observação |
| ST01 | 0,70 | 01 amostragem |
| ST02 | 0,80 | 01 amostragem |
| ST03 | 1,00 | 01 amostragem |
| ST04 | 2,00 | 01 amostragem |
| ST05 | 2,00 | 01 amostragem |
| ST06 | 2,00 | 01 amostragem |

4.0 PROJETOS

4.1 GEOMETRIA

O Projeto Geométrico para elaboração da Ponte e o viaduto em Barra do Piraí foi elaborado com base nos elementos resultantes dos estudos de Layout, visando minimizar interferências e desapropriações, e aprovado pela MRS.

Para a elaboração do traçado e greide, juntamente com as curvas horizontais e verticais, foram adotadas as premissas, normas e recomendações presentes no “**MANUAL DE PROJETO DE INTERSEÇÕES**” do DNIT de 2005 e no manual de “**PROJETO GEOMETRICO DE RODOVIAS RURAIS**” do DNER de 1999.

Na elaboração do Projeto Geométrico foram utilizados programas de computação eletrônica, sendo as plantas e perfis elaborados utilizando-se o software AutoCAD Civil 3D 2022.

São apresentados os seguintes documentos na disciplina:

1. Planta e Perfil – Eixo Viaduto e Ponte – Documento EI2204-LC-109-4-DE-F00-001;
2. Planta e Perfil – Eixo Acessos e Rotatória – Documento EI2204-LC-109-4-DE-F00-002;
3. Seções Típicas de Geometria – Documento EI2204-LC-109-4-DE-F00-003.

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 27/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

4.1.1 Premissas

Após reuniões iniciais, elaboração de projetos funcionais e visita em campo realizada por profissionais da MRS e da projetista, foi definido o melhor local para implantação da ponte e o viaduto juntamente com seu traçado e após o levantamento da topografia foi realizada a adequação do funcional com o cadastro existente. Para tanto, tomou-se como principais premissas técnicas o seguinte:

Ponte:

- Veículo tipo: SR (Semi-Reboque) - Comprimento: 16,80m
- Raio mínimo de curvatura da Ponte = não se aplica;
- Rampa máxima = 0,50%;
- Extensão da OAE da Ponte: 135,10 metros
- Largura da Ponte = $2 \times (4,00\text{m} + 0,40\text{m}) + \text{Passeio de } 1,70\text{m}$ do lado esquerdo e direito, totalizando 12,20m de largura;
- Velocidade diretriz = 30km/h;
- Tipo de revestimento = CBUQ;
- Ponte em estrutura de concreto;

Viaduto:

- Veículo tipo: SR (Semi-Reboque) - Comprimento: 16,80m
- Raio mínimo de curvatura do viaduto= 46,1 metros;
- Rampa máxima = 12,60%;
- Extensão da OAE do Viaduto: 94,90 metros
- Largura da Ponte = $2 \times (4,00\text{m} + 0,40\text{m}) + \text{Passeio de } 1,70\text{m}$ do lado esquerdo e direito, totalizando 12,20m de largura;
- Velocidade diretriz = 30km/h;
- Tipo de revestimento = CBUQ;
- Viaduto em estrutura de concreto – Vão Central em Estrutura Metálica;

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 28/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

4.1.2 Desenvolvimento

A partir dos desenhos do Projeto Básico aprovados pela MRS, criou-se o eixo do Projeto Detalhado de forma a evitar maiores impactos e interferências com estruturas existentes, tendo em vista a região atravessada ser em área urbana central com comércios, residências e grande movimentação de veículos e pessoas;

Os trabalhos foram desenvolvidos em base topográfica e executada pela empresa Metro Cúbico com as orientações da MRS, conforme descrito no relatório EI2204-LC-109-4-RT-C00-001.

Após a definição do arranjo geométrico do complexo viários, contendo a ponte e o viaduto, elaborou-se a linha de perfil com as seguintes condições geométricas:

O eixo principal, projetado inicia-se na estaca 0+0,00 na Rua Jose Alves Pimenta até à estaca 25+19,244, onde a partir da qual será implantado o acesso à OAE da ponte situada entre as estacas 3+14,95 e 10+10,05 e a OAE do viaduto entre as estacas 17+8,50, encerrando-se na estaca 22+4,50 sob a linha férrea existente entre a rua João Pessoa e a rua Moreira dos santos na cidade de Barra do Pirai RJ.

A rampa inicial da transição que antecede o viaduto é de 0,65%, concordando com a via existente até à estaca 13+10,00 daí se desenvolve com uma parábola de 80,00m onde a rampa varia para 12,60% até à estaca 18+15,00 e se desenvolve por uma parábola de 70,00m para enfim chegar ao final da obra, com rampa de 8,00%. Por fim há a transição final do viaduto, de 58,00m, concordando novamente com o greide da via existente numa inclinação de 1,43% a partir da estaca 25+9,00m.

No final do projeto e da mesma forma do início, a rampa de projeto foi compatibilizada com o greide da rua existente, conforme levantamento topográfico.

A seção acabada da via tem uma faixa de rolamento com largura útil, variando de 8,00 metros, 2 afastamentos laterais de segurança de 0,40 m, somados com 0,80m para cada lado destinados a drenagem e 2 barreiras New Jersey de 0,40 metros, acrescido de 1 passeio de 1,70 metros do lado esquerdo e direito, desta forma a largura total da caixa do viaduto é de 12,20 metros.

Ao final do projeto geométrico, chegou-se numa extensão de aproximadamente 667,179 metros de via e acessos, sendo 143,50 metros de OAE da Ponte e 195 metros de OAE do viaduto, e o restante da via deverá ter concordância com ruas existentes. A geometria do viaduto foi desenvolvida em concomitância com uma reestruturação urbana e nova sinalização, conforme indicado no projeto.

**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ
ENGENHARIA GERAL
RELATÓRIO TÉCNICO**

Nº MRS
EI2204-LC-109-4-RT-A00-001

Nº JM SOUTO
JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001

PÁGINA
29/105

REV.
3



Figura 9 - Projeto Geométrico – Planta

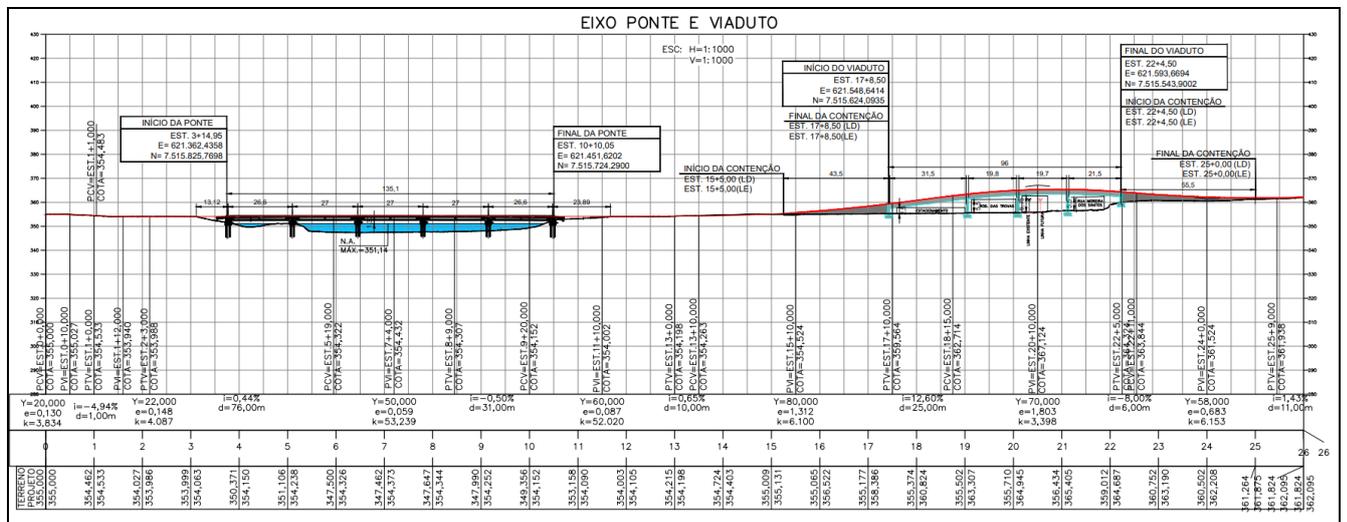


Figura 10 - Projeto Geométrico – Perfil

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  MRS Logística S.A. |  JMSOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ | |
| | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 30/105 |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

Além do eixo principal, foram projetados acessos a Rotatória e a própria rotatória, seguindo as mesmas premissas de projeto.

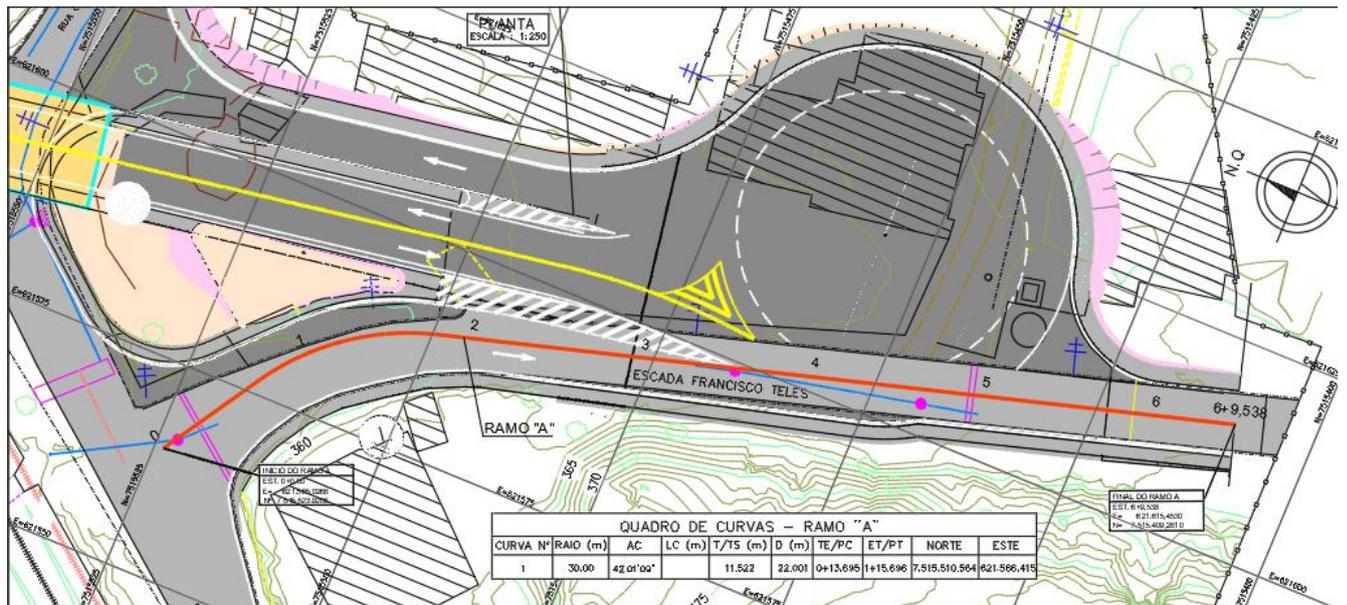


Figura 11 - Projeto Geométrico Rotatória.

Também foi previsto em projeto, conforme imagem a seguir, o alargamento da Rua das Trovas, em frente ao Bramil, para permitir a conversão dos veículos para a rua lateral ao viaduto e posterior acesso a ponte projetada ou a Rua José Mastrangelo.

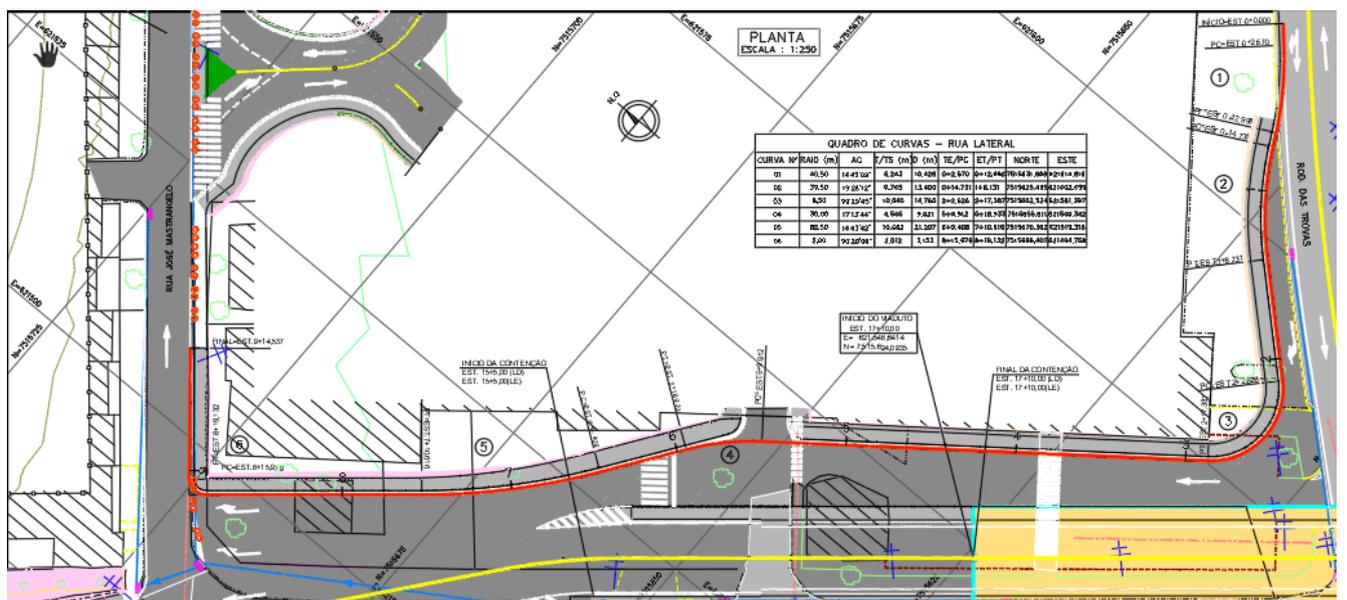


Figura 12 - Projeto Geométrico Acesso Rua Lateral ao Bramil.

O projeto geométrico foi desenvolvido, conforme normas e critérios estabelecidos pelo DNIT, e, aplicáveis para este tipo de projeto, visto que a ponte e o viaduto se encontram em área urbana com grandes restrições de faixa, e interferências locais com estruturas existentes.

Para os veículos que trafegam, pela rua Newton Prado, sentido a rua Luís Barbosa, é previsto um retorno antes da ponte projetada. Com o objetivo de fornecer alternativa de giro para veículos de grande porte, como o Semirreboque, veículo tipo para o desenvolvimento do projeto geométrico. Dessa forma, podendo ser restringido a circulação dos mesmos na rua José Mastrangelo, conforme estudo de tráfego realizado.

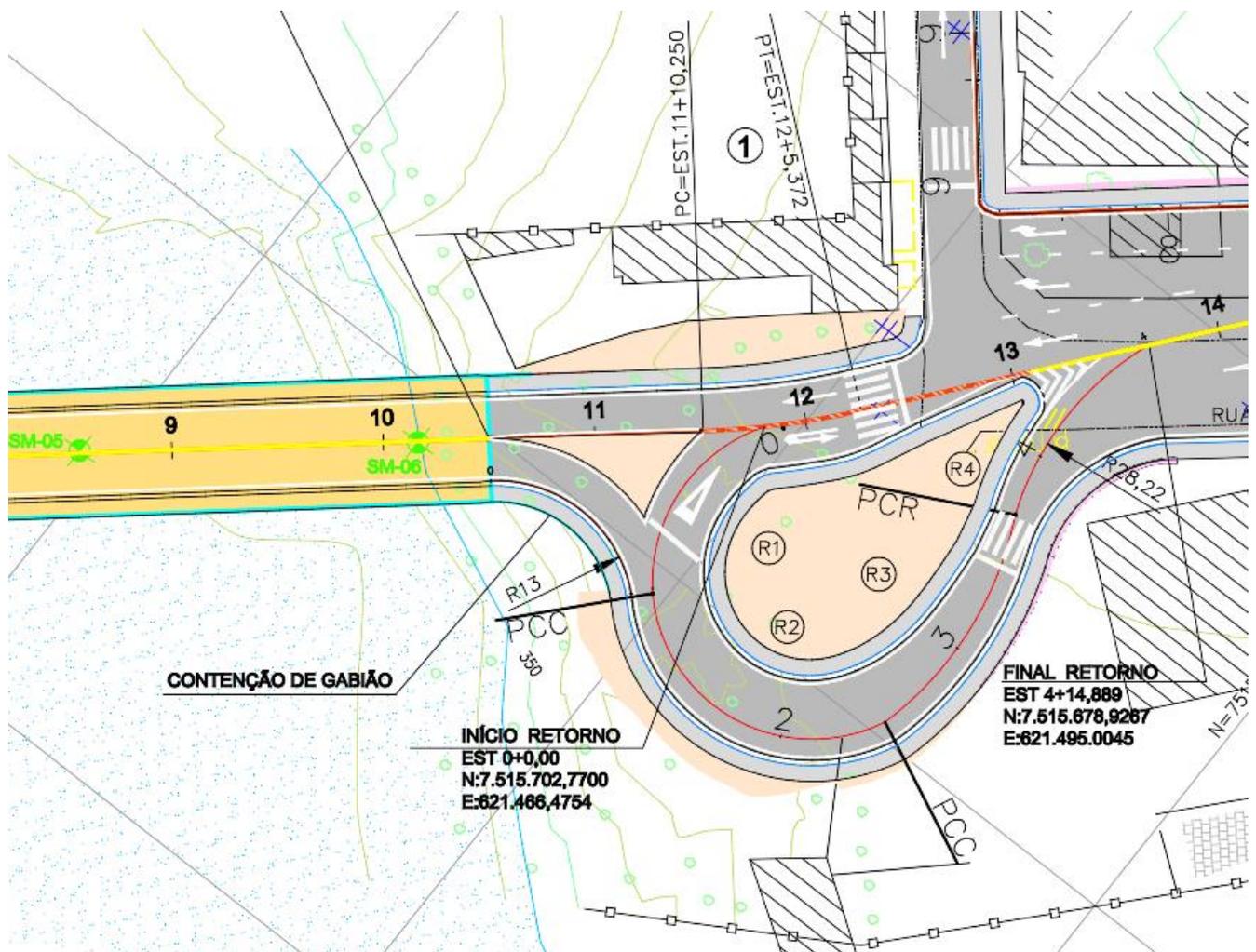


Figura 13 - Projeto Geométrico Retorno.

Para a geometrização das vias projetadas, foram utilizadas o Manual de Projetos de Interseções, do DNIT. Além disso, foram realizados estudos de giros, para atestar a funcionalidade da proposta técnica.

| | | | |
|--|--|----------------------------|--------|
|  PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO |  COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ | Nº MRS | PÁGINA |
| | | EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | 32/105 |
| | | Nº JM SOUTO | REV. |
| | | JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | 3 |

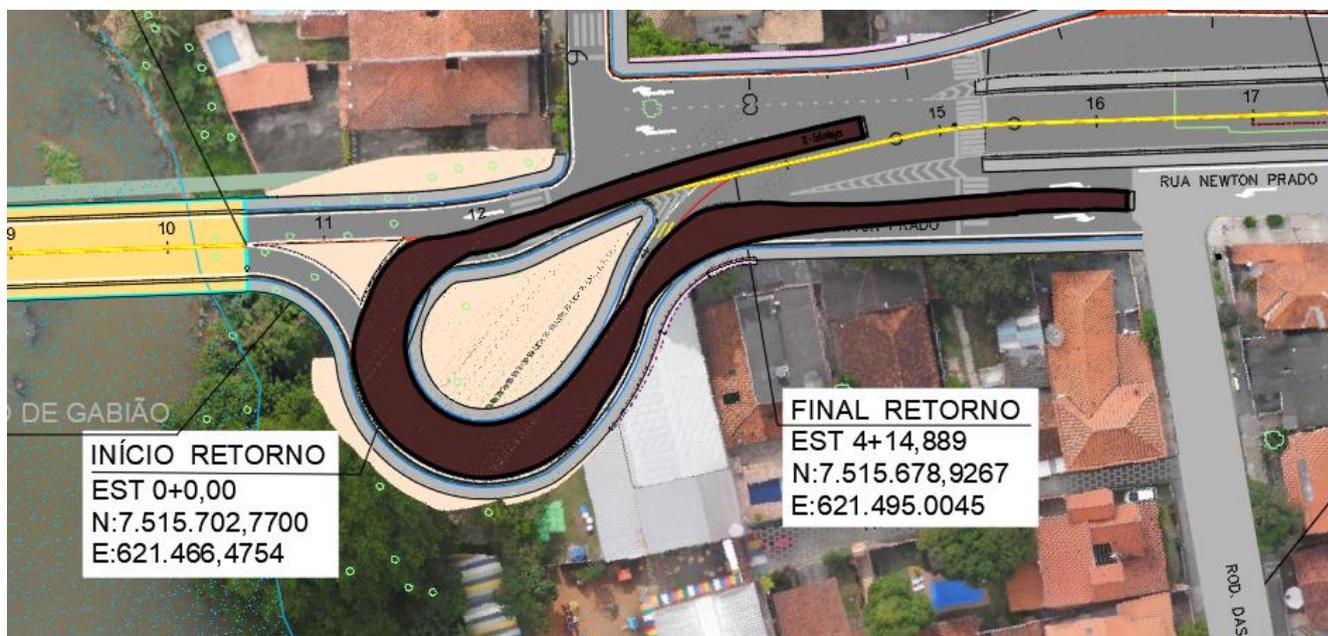


Figura 14 - Projeto Geométrico Retorno – Estudo de Giro Semi-Reboque.

4.1.3 Apresentação

O Projeto Geométrico está sendo apresentado em planta e perfil, conforme descrito abaixo:

Planta desenhada na escala 1: 1000 com os seguintes elementos:

- Eixos de Projeto, estaqueado de 20 em 20m;
- Representação do terreno, com indicação das projeções das curvas de nível a cada 1m, abrangendo toda a faixa do projeto;
- Representação das linhas de bordo da plataforma da pista atual (tracejadas) e da pista projetada (linhas contínuas);
- Acidentes topográficos, como cursos d'água, lagoas etc.;
- Malha de coordenadas com representação do norte verdadeiro;
- Offset de Aterro e Corte;

Perfil longitudinal desenhado na escala 1: 1000 (horizontal e vertical):

- Perfis dos terrenos naturais correspondentes aos eixos considerados no Projeto;
- O greide projetado, de pavimento acabado, com indicação dos principais elementos definidores das curvas parabólicas e rampas.

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 33/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

Seções transversais tipo na escala 1: 200, contendo:

- Largura das plataformas;
- Abaulamentos transversais;
- Locais de implantação dos dispositivos de segurança, passeios e drenagem.

4.2 TERRAPLENAGEM

O Projeto Detalhado de Terraplenagem do complexo viário, considerando a implantação da Ponte sobre o Rio Paraíba do Sul e o viaduto na cidade de Barra do Piraí, foi elaborado de forma a definir as movimentações de massas necessárias à sua implantação, de acordo com os elementos fornecidos pelos estudos topográficos e definições dos projetos de geometria, além das recomendações dos parâmetros para estudos geológicos e geotécnicos.

Portando, a disciplina foi desenvolvida e apresentada nos seguintes documentos:

- Seções Transversais – Apresentadas de 20 em 20 metros, na escala 1:200 – Documento EI2204-LC-109-4-DE-F00-006;
- Nota de Serviço de Terraplenagem – Documento EI2204-LC-109-4-NS-F00-002;
- Croqui de Ocorrência Empréstimo – Documento EI2204-LC-109-4-DE-G06-001;
- Croqui de Ocorrência Empréstimo – Documento EI2204-LC-109-4-DE-G06-002;
- Croqui de Ocorrência ADME – Documento EI2204-LC-109-4-DE-G06-003;
- Planilha de Cálculo de Volumes – Documento EI2204-LC-109-4-MC-G06-001;
- Quadro de Distribuição de Massas – Documento EI2204-LC-109-4-MC-G06-002.

4.2.1 Definições Básicas

Os elementos básicos empregados no projeto foram:

- Geometria da concepção definida no Projeto Geométrico;
- Largura da plataforma.

A geometria dos taludes foi definida pela observação e verificação dos taludes existentes com apoio dos resultados obtidos pelos Estudos Geotécnicos do solo da região. Tendo em vista a inexistência de instabilidades nos taludes existentes, foram adotados os seguintes parâmetros:

- Taludes de corte:
 Inclinação: 1,0: 1,0 (H/V)
 Altura máxima: 8,0m
 Largura da Banqueta (Berma): 4,0m
 Inclinação da Banqueta (Berma): -5,0%

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAI | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAI - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 34/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

- Taludes de aterro:
 Inclinação: 3,0: 2,0 (H/V)
 Altura máxima: 8,0m
 Largura da Banqueta (Berma): 4,0m
 Inclinação da Banqueta (Berma): -5,0%

4.2.2 Cálculo dos Volumes de Terraplenagem

O cálculo dos volumes de terraplenagem foi também realizado por meio de processamento eletrônico de dados. As planilhas de cubação indicam as áreas de corte e aterro das seções do terrapleno, bem como os volumes parciais e acumulados dos materiais escavados e dos aterros (volume geométrico) referentes a todos os eixos projetados.

Os cálculos dos volumes estão sendo apresentados no documento EI2204—LC-109-4-MC-G06-001, e para verificação da movimentação de massas, a planilha de distribuição deve ser consultada, documento EI2204-LC-109-4-MC-G06-002.

Tabela 10– Resumo dos Volumes de Terraplenagem

| RESUMO DOS VOLUMES DE TERRAPLENAGEM | |
|--|--------------------|
| ESCAVAÇÃO | VOLUME (m³) |
| ESCAVAÇÃO DE MATERIAL DE 1ª CAT | 4.543,97 |
| ESCAVAÇÃO DE MATERIAL DE 2ª CAT | 0,00 |
| ESCAVAÇÃO DE MATERIAL DE 3ª CAT | 0,00 |
| ESCAVAÇÃO DE SOLO SUPERFICIAL (esp. 0,20 m) - 1ª CAT - LIMPEZA | 3.081,37 |
| VOLUME TOTAL DE ESCAVAÇÃO (m³) | 7.625,34 |
| ATERRO HOMOGÊNEO | VOLUME (m³) |
| CORPO DE ATERRO | 1.142,39 |
| CAMADA FINAL | 1.308,18 |
| BOTA - FORA | VOL. (m³) |
| MATERIAL DESTINADO PARA ADME (ÁREA DE MATERIAL EXCEDENTE) | 2.093,40 |
| EMPRÉSTIMO | VOL. (m³) |
| MATERIAL PROVINIENTE DE EMPRÉSTIMO – PARA EXECUÇÃO DA TERRA ARMADA | 2.675,60 |

Para isto, foi usada a seguinte nomenclatura:

Cortes: São segmentos de rodovia cuja implantação requer escavação do material constituinte do terreno natural, ao longo do eixo e/ou no interior dos limites das seções do projeto (offsets) que definem o corpo estradal. Todos os serviços devem atender a especificação DNIT 106/2009-ES;

Corpo de Aterro: Quando as características geotécnicas dos materiais apresentarem ISC \geq 2% e expansão \leq 4%, poderão ser utilizados, no corpo de aterro. O grau de compactação

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 35/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

será 100% da energia do Proctor Normal. Todos os serviços devem atender a especificação DNIT 108/2009-ES;

Acabamento de terraplenagem: Os últimos 0,60m dos aterros, serão compactados com grau de compactação de 100% da energia do Proctor Intermediário, em camadas de 0,20m, utilizando material com $ISC \geq ISC_{proj}$ e/ou expansão $\leq 2\%$. Todos os serviços devem atender a especificação DNIT 108/2009-ES;

Bota Fora: Os bota-foras deverão ser compactados com grau de compactação mínimo igual a 80% da energia de Proctor Normal, conformados e posteriormente protegidos com vegetação apropriada.

4.2.3 Substituição do Subleito

A partir dos resultados das sondagens a trado realizados no subleito da região em estudo e após o resultado de CBR do material recolhido foi constatado que tanto a expansão como o CBR presente no subleito atendem perfeitamente ao CBR de projeto (9,00%). Portanto não foi indicada nenhuma substituição do subleito ao longo do projeto da ponte.

4.2.4 Bota Fora

A área de descarte de materiais de limpeza e remoção de solo, além do volume excedente, serão indicados para área de Bota-Fora licenciado, ou poderá ser aproveitado conforme orientação da fiscalização. Para verificação das ocorrências o documento EI2204-LC-109-4-DE-G06-003 foi elaborado.

4.2.5 Empréstimo

Para empréstimos, conforme necessidade de material específico para execução da contenção em terra armada, foram elaborados os croquis de ocorrência, documentos EI2204-LC-109-4-DE-G06-002.

4.3 DRENAGEM

4.3.1 Introdução

O projeto de drenagem foi desenvolvido com os dados obtidos dos Estudos Hidrológicos, compreendendo o dimensionamento, a verificação hidráulica, a funcionalidade e o posicionamento dos diversos dispositivos.

Os dispositivos de drenagem têm como objetivo, captar e conduzir para local adequado toda a água que sob de qualquer forma venha a atingir o viaduto.

Para o projeto foram considerados os seguintes dispositivos:

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 36/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

- Meio Fio;
- Sarjeta de aterro;
- Boca-de-lobo;
- Poço de Visita;
- Dissipador;
- Rede Tubular.

4.3.2 Meio-Fio de Concreto

São indicados para coleta e condução superficial das águas pluviais, ou como delimitador de benfeitorias, como canteiros centrais, passeios, pistas veiculares.

Foi indicado no projeto o MFC-05, Padrão DNIT.

4.3.3 Sarjetas de Concreto em Aterro

Dispositivo de drenagem superficial que tem por finalidade coletar e conduzir as águas pluviais provenientes da plataforma.

Foram indicadas neste projeto a 40/25 e a 50/25, padrões DER/MG.

4.3.4 Bocas-de-Lobo

São indicadas para captação dos deságues feitos pelas sarjetas de plataforma no limite de seus comprimentos críticos, lançando nos poços de visita.

Foram indicados no projeto boca-de-lobo simples BLSG-02 e para boca-de-lobo dupla BLD-02, padrão DNIT.

4.3.5 Poço de Visita

Os poços de visita são os dispositivos auxiliares implantados nas redes tubulares de águas pluviais, a fim de possibilitarem ligações às bocas-de-lobo, mudanças de direção, declividade e diâmetro de um trecho para outro e inspeção e limpeza das redes, devendo por isso, serem instalados em pontos convenientes do sistema. Foram adotadas no máximo quatro ligações.

Foram indicados no projeto PVI-01 e PVI-02, padrão DNIT.

| | | |
|---|---|---|
|  MRS Logística S.A. |  JMSOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 |
| | | PÁGINA 37/105 |
| | | REV. 3 |

4.3.6 Dissipador de Energia

São dispositivos destinados a dissipar a energia do fluxo d'água, reduzindo conseqüentemente sua velocidade de modo que não haja risco de erosão no final das saídas, descidas d'água, valeta de proteção e bueiros.

Foi indicado no projeto, dissipadores DEB-03, padrão DNIT.

4.3.7 Cálculo Hidráulico dos Dispositivos

A seguir são apresentadas a planilha contendo o cálculo da verificação hidráulica e os resultados encontrado.

| LOCALIZAÇÃO | | | ESTUDO HIDROLÓGICO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO | | | | | | | | ESTUDO HIDRÁULICO | | | | | | | | | | | | |
|-------------|---------|-------|---|----------------------|----------------|----------------------|-----------------|-------------|-------|--------|------------------------|--------------------------|-------------|-----------|------|------|---------|-------|-------------|------------|---------------------|-------------|------------|
| KM | INICIAL | FINAL | LADO | ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO | | | | | Tc | I | VAZÃO DE PROJ. PARCIAL | VAZÃO DE PROJ. ACUMULADA | DISPOSITIVO | DIMENSÕES | | | | | DECLIVIDADE | ALAGAMENTO | DIMENSIONAMENTO | | |
| | | | | ÁREA (km²) | ÁREA ACUMULADA | RESIDENCIAL ESPAÇADA | VIA PAVIMENTADA | C PONDERADO | | | | | | PERIMETRO | RH | A | Y (80%) | L | | | FAIXA DE ALAGAMENTO | DECLIVIDADE | VELOCIDADE |
| | | | | (km²) | (km²) | 0,70 | 0,9 | C | (min) | (mm/h) | (m³/s) | (m³/s) | (m) | (m) | (m³) | (m) | (m) | (m/m) | (m) | (%) | (m/s) | (m³/s) | |
| 0+4 | a | 2+1 | LE | 0,002 | 0,002 | 0,00173 | 0,00050 | 0,74 | 5,00 | 206,14 | 0,10 | 0,10 | SCA 40/25 | 0,67 | 0,07 | 0,05 | 0,25 | 43 | 0,049 | | 4,94% | 2,62 | 0,13 |
| 0+4 | a | 2+1 | LD | 0,001 | 0,001 | 0,00084 | 0,00057 | 0,78 | 5,00 | 206,14 | 0,06 | 0,06 | SCA 40/25 | 0,67 | 0,07 | 0,05 | 0,25 | 42 | 0,049 | | 4,94% | 2,62 | 0,13 |
| 2+1 | a | 3+14 | LE | 0,001 | 0,001 | | 0,00073 | 0,90 | 5,00 | 206,14 | 0,04 | 0,04 | SCA 40/25 | 0,67 | 0,07 | 0,05 | 0,25 | 34 | 0,004 | | 0,44% | 0,78 | 0,04 |
| 2+1 | a | 3+14 | LD | 0,001 | 0,001 | | 0,00070 | 0,90 | 5,00 | 206,14 | 0,04 | 0,04 | SCA 40/25 | 0,67 | 0,07 | 0,05 | 0,25 | 35 | 0,004 | | 0,44% | 0,78 | 0,04 |
| 10+10 | a | 11+5 | LE | 0,001 | 0,001 | | 0,00050 | 0,90 | 5,00 | 206,14 | 0,03 | 0,03 | SCA 50/25 | 0,75 | 0,08 | 0,06 | 0,25 | 13 | 0,005 | | 0,50% | 0,90 | 0,06 |
| 10+10 | a | 11+5 | LD | 0,001 | 0,001 | | 0,00058 | 0,90 | 5,00 | 206,14 | 0,03 | 0,03 | SCA 50/25 | 0,75 | 0,08 | 0,06 | 0,25 | 15 | 0,005 | | 0,50% | 0,90 | 0,06 |
| 11+6 | a | 12+12 | LE | 0,001 | 0,001 | 0,00053 | 0,00015 | 0,74 | 5,00 | 206,14 | 0,03 | 0,03 | SCA 40/25 | 0,67 | 0,07 | 0,05 | 0,25 | 22 | 0,007 | | 0,65% | 0,95 | 0,05 |
| 11+5 | a | 12+15 | LD | 0,000 | 0,000 | | 0,00034 | 0,90 | 5,00 | 206,14 | 0,02 | 0,02 | SCA 40/25 | 0,67 | 0,07 | 0,05 | 0,25 | 65 | 0,007 | | 0,65% | 0,95 | 0,05 |
| 12+15 | a | 15+0 | LD | 0,001 | 0,001 | 0,00038 | 0,00034 | 0,79 | 5,00 | 206,14 | 0,03 | 0,03 | SCA 40/25 | 0,67 | 0,07 | 0,05 | 0,25 | 29 | 0,007 | | 0,65% | 0,95 | 0,05 |
| 17+0 | a | 19+0 | LD | 0,001 | 0,001 | 0,00070 | 0,00064 | 0,80 | 5,00 | 206,14 | 0,06 | 0,06 | SCA 40/25 | 0,67 | 0,07 | 0,05 | 0,25 | 56 | 0,010 | | 1,03% | 1,20 | 0,06 |
| 8+10 | a | 12+12 | LE | 0,000 | 0,000 | 0,00032 | 0,00015 | 0,77 | 5,00 | 206,14 | 0,02 | 0,02 | SCA 40/25 | 0,67 | 0,07 | 0,05 | 0,25 | 43 | 0,031 | | 3,05% | 2,06 | 0,10 |
| 8+17 | a | 9+8 | LD | 0,002 | 0,002 | 0,00122 | 0,00042 | 0,75 | 5,00 | 206,14 | 0,07 | 0,07 | SCA 40/25 | 0,67 | 0,07 | 0,05 | 0,25 | 34 | 0,031 | | 3,05% | 2,06 | 0,10 |
| 0+0 | a | 2+0 | LD | 0,002 | 0,002 | 0,00122 | 0,00042 | 0,75 | 5,00 | 206,14 | 0,07 | 0,07 | SCA 40/25 | 0,67 | 0,07 | 0,05 | 0,25 | 38 | 0,031 | | 3,05% | 2,06 | 0,10 |
| 5+14 | a | 8+17 | LD | 0,003 | 0,003 | 0,00192 | 0,00078 | 0,76 | 5,00 | 206,14 | 0,12 | 0,12 | SCA 40/25 | 0,67 | 0,07 | 0,05 | 0,25 | 60 | 0,038 | | 3,82% | 2,31 | 0,12 |
| 0+3 | a | 2+8 | LD | 0,001 | 0,001 | | 0,00051 | 0,90 | 5,00 | 206,14 | 0,03 | 0,03 | SCA 40/25 | 0,67 | 0,07 | 0,05 | 0,25 | 46 | 0,002 | | 0,18% | 0,50 | 0,03 |
| 2+10 | a | 5+1 | LD | 0,001 | 0,001 | 0,00035 | 0,00089 | 0,84 | 5,00 | 206,14 | 0,06 | 0,06 | SCA 40/25 | 0,67 | 0,07 | 0,05 | 0,25 | 53 | 0,010 | | 1,03% | 1,20 | 0,06 |
| 0+0 | a | 2+0 | LD | 0,001 | 0,001 | 0,00009 | 0,00055 | 0,87 | 5,00 | 206,14 | 0,03 | 0,03 | SCA 40/25 | 0,67 | 0,07 | 0,05 | 0,25 | 54 | 0,005 | | 0,50% | 0,83 | 0,04 |
| 0+0 | a | 4+2 | LD | 0,005 | 0,005 | 0,00194 | 0,00260 | 0,81 | 5,00 | 206,14 | 0,21 | 0,21 | SCA 40/25 | 0,67 | 0,07 | 0,05 | 0,25 | 170 | 0,124 | | 12,37% | 4,15 | 0,21 |
| 4+19 | a | 6+9 | LE | 0,002 | 0,002 | 0,00147 | 0,00017 | 0,72 | 5,00 | 206,14 | 0,07 | 0,07 | SCA 40/25 | 0,67 | 0,07 | 0,05 | 0,25 | 30 | 0,051 | | 5,12% | 2,67 | 0,13 |
| 0 | a | 0 | LE | 0,000 | 0,000 | | 0,00012 | 0,90 | 5,00 | 206,14 | 0,01 | 0,01 | SCA 40/25 | 0,67 | 0,07 | 0,05 | 0,25 | 17 | 0,005 | | 0,50% | 0,83 | 0,04 |
| 0 | a | 0 | LE | 0,000 | 0,000 | | 0,00002 | 0,90 | 5,00 | 206,14 | 0,00 | 0,00 | SCA 40/25 | 0,67 | 0,07 | 0,05 | 0,25 | 9 | 0,005 | | 0,50% | 0,83 | 0,04 |
| 0 | a | 0 | LD | 0,000 | 0,000 | | 0,00014 | 0,90 | 5,00 | 206,14 | 0,01 | 0,01 | SCA 40/25 | 0,67 | 0,07 | 0,05 | 0,25 | 30 | 0,005 | | 0,50% | 0,83 | 0,04 |
| 22+5 | a | 25+0 | LD | 0,001 | 0,001 | | 0,00060 | 0,90 | 5,00 | 206,14 | 0,03 | 0,03 | SCA 40/25 | 0,67 | 0,07 | 0,05 | 0,25 | 52 | 0,080 | | 8,00% | 3,34 | 0,17 |
| 22+5 | a | 25+0 | LD | 0,001 | 0,001 | | 0,00064 | 0,90 | 5,00 | 206,14 | 0,03 | 0,03 | SCA 40/25 | 0,67 | 0,07 | 0,05 | 0,25 | 52 | 0,080 | | 8,00% | 3,34 | 0,17 |
| 0+0 | a | 2+1 | LD | 0,001 | 0,001 | 0,00036 | 0,00034 | 0,80 | 5,00 | 206,14 | 0,03 | 0,03 | SCA 40/25 | 0,67 | 0,07 | 0,05 | 0,25 | 61 | 0,095 | | 9,50% | 3,64 | 0,18 |
| 0+3 | a | 4+19 | LD | 0,006 | 0,006 | 0,00521 | 0,00061 | 0,72 | 5,00 | 206,14 | 0,24 | 0,24 | SCA 40/25 | 0,67 | 0,07 | 0,05 | 0,25 | 90 | 0,095 | 0,40 | 9,50% | 3,64 | 0,24 |

Tabela 11– Verificação Hidráulica dos Dispositivos

4.3.8 Obras de Arte Correntes

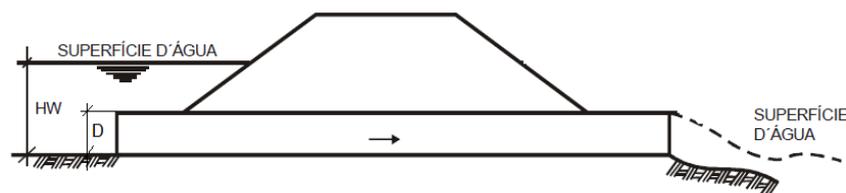
As Obras-de-Arte Correntes foram dimensionadas para operar como redes tubulares, com o tempo de recorrência de 10 anos.

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 38/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

O dimensionamento hidráulico das obras-de-arte correntes deu-se com base nas vazões calculadas para todas as bacias hidrográficas interceptadas pelo traçado, com dados fornecidos pelos Estudos Hidrológicos.

No projeto das obras de arte correntes foram adotados os seguintes critérios:

- Para verificação hidráulica dos bueiros de talvegue foi seguido o critério de relação máxima de $HW/D=1,2$, sendo o HW a altura da lâmina d'água calculada à montante (para o TR correspondente) e D a altura do bueiro/galeria;



- Dissipador de energia na jusante dos bueiros. Assim, as possibilidades de incidência de erosão nas saídas dos tubos ficam reduzidas e há uma diminuição na deposição de sedimentos no fundo do bueiro;
- Dimensões para redes com $\varnothing 0,40$, $\varnothing 0,60$ e $\varnothing 0,80$ metros;
- As bocas dos bueiros tubulares foram projetadas de acordo com os projetos-tipo do DNIT;
- Declividade mínima de 1,00% para evitar o acúmulo de resíduos no interior do tubo.

Para cada bacia de contribuição foi verificado o diâmetro mínimo necessário para coleta e condução das águas pluviais. Os resultados embasaram a seleção das redes tubulares do presente projeto detalhado.



Logística S.A.



ENGENHARIA E CONSULTORIA

COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAI

**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAI - RJ
ENGENHARIA GERAL
RELATÓRIO TÉCNICO**

Nº MRS
EI2204-LC-109-4-RT-A00-001

PÁGINA
39/105

Nº JM SOUTO
JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001

REV.
3

Tabela 12– Cálculo dos diâmetros das redes tubulares.

| LOCALIZAÇÃO | ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO | | DEFICIENTE ESCOAMENTO | | | TEMPO DE CONCENTR. | | VAZÃO | REDE DN | COMPRI-MENTO | DECLI-VIDADE | TUBOS PARCIALMENTE CHEIOS | | | | | |
|----------------|----------------------|-------|-----------------------|-----------|--------------|--------------------|--------|--------|---------|--------------|--------------|---------------------------|--------|------|------|------|------|
| | TRECHO | ACUM | Reside ncial | Vias pav. | C Ponder ado | DE | SIDADE | | | | | EIXO A | EIXO B | Rede | Y/D | Y | V |
| | ha | ha | 0,70 | 0,90 | C | min | mm/h | l/s | mm | m | % | % | m | m/s | min | m | |
| | EIXO PRINCIPAL | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BLD-01 | PV-01 | 0,25 | 0,25 | 0,17 | 0,08 | 0,76 | 10,00 | 175,76 | 93,3 | 400 | 4,00 | 2,50 | 39 | 0,16 | 2,03 | 0,03 | 0,10 |
| BLD-02 | PV-01 | 0,17 | 0,17 | 0,08 | 0,09 | 0,81 | 10,00 | 175,76 | 66,9 | 400 | 6,00 | 1,00 | 42 | 0,17 | 1,33 | 0,20 | 0,16 |
| BLSG-08 | BLSG-06 | 0,60 | 0,60 | 0,53 | 0,07 | 0,72 | 10,00 | 175,76 | 210,5 | 400 | 12,00 | 1,50 | 78 | 0,31 | 2,00 | 0,10 | 0,18 |
| BLSG-06 | PV-06 | 0,01 | 0,61 | | 0,01 | 0,73 | 10,10 | 175,24 | 244,3 | 400 | 22,00 | 1,50 | 79 | 0,31 | 2,00 | 0,18 | 0,33 |
| BLSG-04 | PV-06 | 0,05 | 0,05 | 0,02 | 0,03 | 0,82 | 10,00 | 175,76 | 20,0 | 400 | 2,00 | 0,50 | 27 | 0,11 | 0,74 | 0,05 | 0,01 |
| PV-06 | PV-04 | 0,000 | 0,66 | | | 0,73 | 10,28 | 174,30 | 233,0 | 600 | 8,00 | 1,00 | 46 | 0,28 | 1,81 | 0,07 | 0,08 |
| BLSG-02 | PV-07 | 0,04 | 0,04 | | 0,04 | 0,90 | 10,00 | 175,76 | 17,6 | 400 | 4,00 | 3,00 | 16 | 0,06 | 1,35 | 0,05 | 0,12 |
| BLSG-03 | PV-07 | 0,05 | 0,05 | | 0,05 | 0,90 | 10,00 | 175,76 | 22,0 | 400 | 4,00 | 3,00 | 18 | 0,07 | 1,44 | 0,05 | 0,12 |
| PV-07 | PV-04 | 0,00 | 0,09 | | | 0,90 | 10,05 | 175,52 | 39,5 | 600 | 7,00 | 3,00 | 14 | 0,09 | 1,63 | 0,07 | 0,21 |
| RUA LATERAL 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BLSG-09 | PV-09 | 0,27 | 0,27 | 0,22 | 0,05 | 0,74 | 10,00 | 175,76 | 96,3 | 400 | 6,00 | 0,91 | 53 | 0,21 | 1,41 | 0,07 | 0,05 |
| PV-09 | PV-08 | | 0,27 | | | 0,74 | 10,00 | 175,76 | 96,3 | 600 | 60,00 | 1,10 | 28 | 0,17 | 1,47 | 0,68 | 0,66 |
| BLSG-07 | PV-08 | 0,40 | 0,40 | 0,32 | 0,08 | 0,74 | 10,00 | 175,76 | 144,6 | 400 | 7,00 | 3,00 | 48 | 0,19 | 2,43 | 0,05 | 0,21 |
| BLSG-12 | PV-08 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | | 0,70 | 10,00 | 175,76 | 106,0 | 400 | 4,00 | 0,50 | 70 | 0,28 | 1,14 | 0,06 | 0,02 |
| PV-08 | PV-05 | | 0,98 | | | 0,73 | 10,68 | 172,30 | 340,1 | 600 | 21,00 | 1,76 | 49 | 0,29 | 2,47 | 0,14 | 0,37 |
| PV-05 | PV-04 | | 0,98 | | | 0,73 | 10,82 | 171,60 | 338,7 | 600 | 12,00 | 0,50 | 74 | 0,45 | 1,51 | 0,13 | 0,06 |
| EIXO PRINCIPAL | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PV-04 | PV-03 | | 1,72 | | | 0,74 | 10,95 | 170,95 | 604,5 | 600 | 42,00 | 1,60 | 74 | 0,45 | 2,69 | 0,26 | 0,67 |
| BLSG-01 | PV-03 | 0,18 | 0,18 | 0,08 | 0,10 | 0,81 | 10,00 | 175,76 | 70,7 | 400 | 8,00 | 0,94 | 44 | 0,18 | 1,31 | 0,23 | 0,17 |
| BLSG-05 | PV-03 | 0,06 | 0,06 | 0,04 | 0,02 | 0,77 | 10,00 | 175,76 | 22,5 | 400 | 5,00 | 1,00 | 24 | 0,10 | 0,98 | 0,09 | 0,05 |
| PV-03 | PV-02 | | 1,96 | | | 0,75 | 11,21 | 169,88 | 689,9 | 600 | 25,00 | 2,00 | 75 | 0,45 | 3,02 | 0,14 | 0,50 |
| BLD-03 | PV-02 | 0,11 | 0,11 | 0,04 | 0,07 | 0,83 | 10,00 | 175,76 | 43,3 | 400 | 3,00 | 3,00 | 25 | 0,10 | 1,75 | 0,03 | 0,09 |
| PV-02 | LANÇBUERO (BOCA-01) | | 2,07 | | | 0,75 | 11,35 | 169,02 | 728,9 | 800 | 15,00 | 0,60 | 70 | 0,56 | 1,97 | 0,13 | 0,09 |
| RUA LATERAL 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BLSG-13 | BLSGEXISTENTE | 0,29 | 0,29 | 0,24 | 0,04 | 0,73 | 10,00 | 175,76 | 101,7 | 400 | 3,00 | 0,50 | 68 | 0,27 | 1,13 | 0,04 | 0,02 |
| EIXO PRINCIPAL | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BLD-05 | PV-11 | 0,06 | 0,06 | | 0,06 | 0,90 | 10,00 | 175,76 | 26,4 | 400 | 9,00 | 0,74 | 28 | 0,11 | 0,92 | 0,16 | 0,07 |
| BLD-06 | PV-11 | 0,06 | 0,06 | | 0,06 | 0,90 | 10,00 | 175,76 | 26,38 | 400 | 9,00 | 0,60 | 31 | 0,12 | 0,87 | 0,17 | 0,05 |
| PV-11 | PV EXIST. | 0,00 | 0,12 | | | 0,90 | 10,17 | 174,87 | 52,50 | 400 | 14,00 | 0,70 | 40 | 0,16 | 1,09 | 0,21 | 0,10 |
| RAMO B | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BLSG-10 | PV-10 | 0,42 | 0,42 | 0,16 | 0,26 | 0,83 | 10,00 | 175,76 | 167,38 | 400 | 2,00 | 3,00 | 52 | 0,21 | 2,53 | 0,01 | 0,06 |
| RETORNO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BLSG-11 | BLD-04 | 0,11 | 0,11 | 0,04 | 0,07 | 0,83 | 10,00 | 175,76 | 42,9 | 400 | 45,00 | 0,50 | 40 | 0,16 | 0,91 | 0,82 | 0,23 |
| BLD-04 | LANÇBUERO (BOCA-02) | 0,23 | 0,34 | 0,17 | 0,06 | 0,78 | 10,82 | 171,60 | 125,08 | 400 | 7,00 | 0,50 | 79 | 0,32 | 1,16 | 0,10 | 0,04 |

4.4 INTERFERÊNCIAS

4.4.1 Introdução

O Projeto de Interferências foi desenvolvido com o objetivo de identificar as estruturas que interferem direta e indiretamente com as obras previstas para a implantação do Complexo Viário Barra do Pirai.

É apresentando também as remoções e implantações dessas estruturas conforme a necessidade de cada, desde que estes serviços sejam acompanhados pelas empresas concessionárias e pela FISCALIZAÇÃO.

É apresentada uma planta de Interferência indicando todos as estruturas afetadas pela implantação do projeto, documento EI2204-LC-109-4-DE-D00-001.

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAI | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAI - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 40/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

4.4.2 Serviços e quantitativos de referência

Após a conclusão da concepção geométrica, chegou-se aos seguintes serviços e quantitativos de interferências, apresentados no doc.: EI2204-LC-109-4-DE-D00-001:

- Demolição de concreto simples

A demolição de concreto simples refere-se as demolições de caixas e estruturas existentes que possuem interferências com o projeto. São elas caixas de concreto e sarjetas, meio-fio, passeios.

Os quantitativos referentes a estes serviços são apresentados na memória de cálculo e orçamento das obras.

- Demolição de Alvenaria

Este serviço refere-se à remoção das edificações e muros que interferem com o projeto.

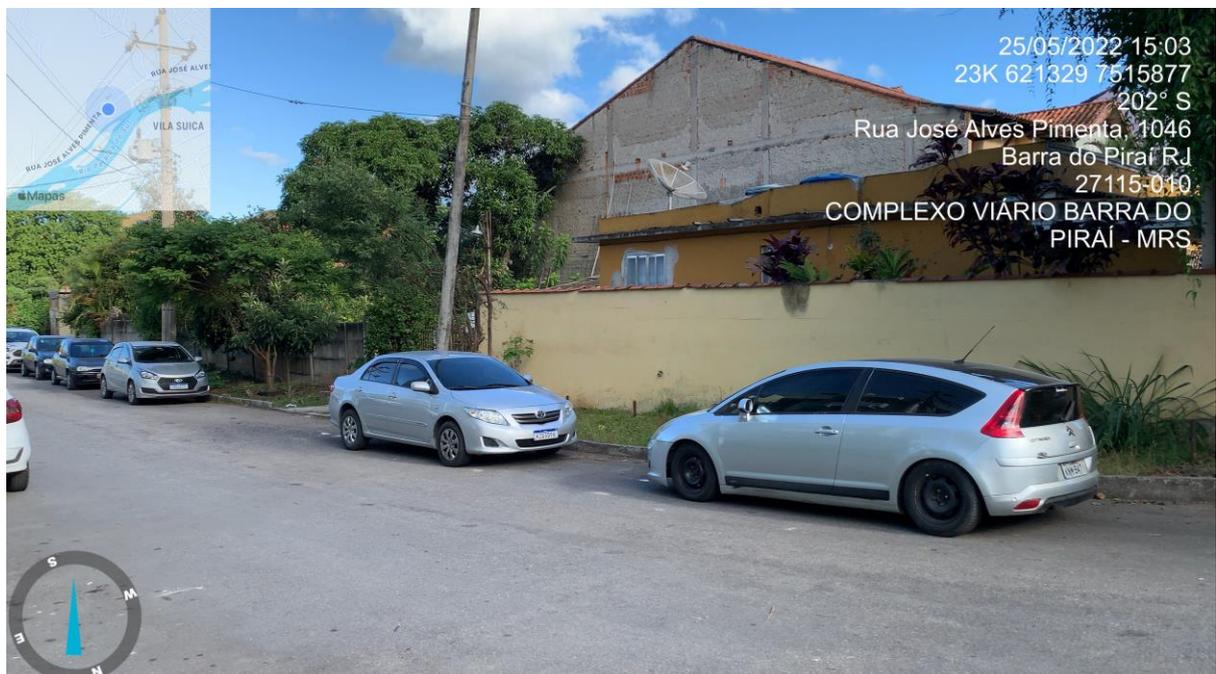


Figura 15 – Edificações a remover

- Demolição de Pavimento Asfáltico

A demolição de pavimento asfáltico é necessária para a reconfiguração na via, para o acesso à Ponte sobre o Rio Piraí.

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 41/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

As informações referentes a este serviço são apresentadas no desenho específico, com detalhes e quantidades.



Figura 16 – Pavimento a ser removido

- Remoção de Paralelepípedos

A remoção de paralelepípedos é necessária para a reconfiguração na via, no final do acesso à Ponte e o viaduto.

As informações referentes a este serviço são apresentadas no desenho específico, com detalhes e quantidades.

| | | | |
|---|---|--|------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 42/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |



Figura 17 – Trecho a ser recapeado

- Linhas de transmissão

O local está indicado em planta, com o valor das extensões e a localização delas.

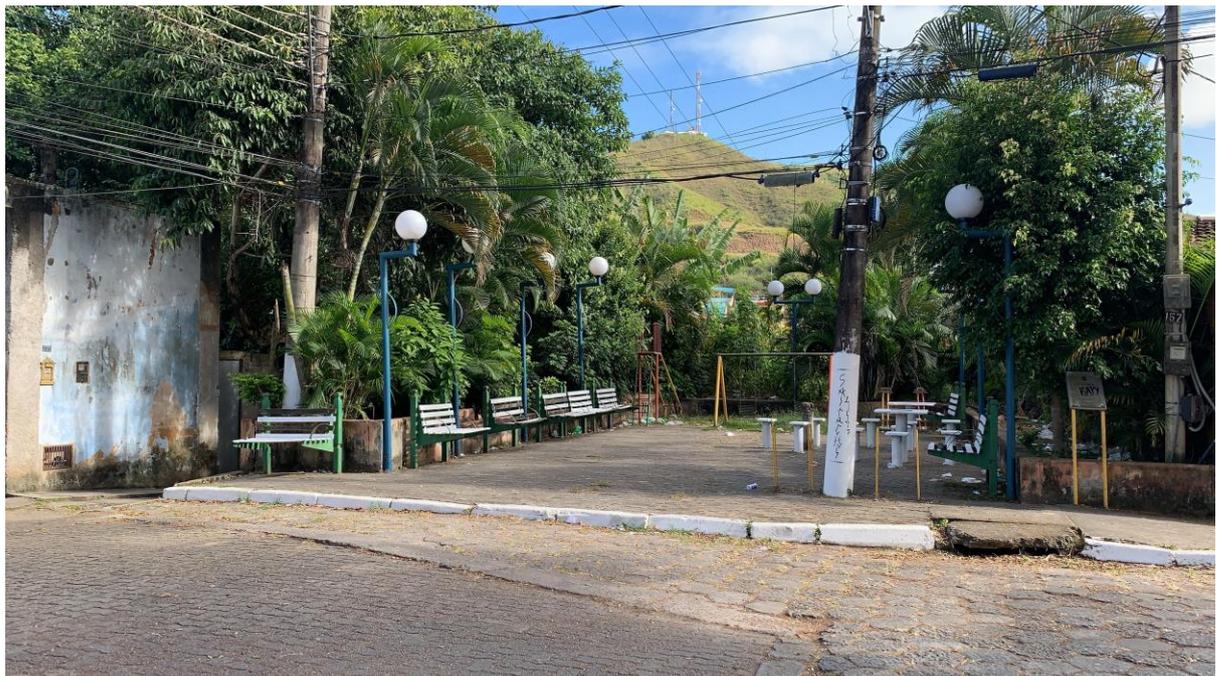


Figura 18 – Linha de transmissão e poste a ser removido

- Corte e remoção de árvores

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  MRS Logística S.A. |  JMSOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 43/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

- Demolição manual de Meio fio de concreto
- Remoção de Placas de sinalização
- Remoção e relocação de poste
- Remoção de Toten Bramil



Figura 19 – Toten Bramil a ser removido

- Rede Pluvial a ser relocada

4.5 OBRAS COMPLEMENTARES

4.5.1 Introdução

O Projeto de Obras Complementares trata da implantação de calçada e passagem para pedestres, rebaixamento de passeios para mobilidade urbana, implantação de barreira new Jersey, implantação de guarda corpo, detalhes típicos apresentados no documento EI2204-LC-109-4-PP-F00-001.

- Calçada para Pedestre.

Refere-se a implantação de calçada de pedestres no lado esquerdo ao longo da via de acesso à ponte, totalizando de 2.997,77m² de calçada a ser implantada, conforme indicado em projeto.

- Rebaixamento de passeios

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 44/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

O rebaixamento de passeios visa garantir a mobilidade para cadeirantes conforme as normas vigentes. Foi considerado nos locais de travessia, conforme mostra no projeto de sinalização.

Foram considerados 5 locais de rebaixamento de passeio (faixas de pedestres projetadas) deverão ser feitos em ambos os lados das vias, totalizando 10 rebaixamentos com largura de 1,70 metros, e extensão mínima de 4,400 metros de comprimento cada um deles.

- Implantação das barreiras tipo New Jersey

Foi indicada barreira em concreto tipo New Jersey ao longo da via de acesso à ponte e o viaduto, para impedir acidentes e queda de veículos desgovernados no rio Paraíba do Sul.

O nível de contenção da barreira utilizada foi simples, em concreto, armada, com altura de 0,81m para veículos tipo ônibus, com massa total de 13ton, colidindo com força de impacto de 133 kN.

A localização encontra-se apresentada na planta do projeto Geométrico e de Sinalização, e sua memória de cálculo e quantitativo constam no Projeto de Obras Complementares.

- Implantação de Guarda Corpo

Foi indicada a implantação de guarda corpo ao longo do passeio no trecho da ponte e do viaduto para proteção dos pedestres que se locomoverem no local. O guarda corpo é composto de aço galvanizado de 1,10m e gradil formado por barras de ferro. Foram previstos aproximadamente 680m de guarda corpo.

A localização encontra-se apresentada na planta do projeto de Sinalização, e sua memória de cálculo e quantitativo constam no Projeto de Obras Complementares.

- Enleivamento

Nos taludes de aterro, com inclinação de 3:2 (H/V), foi indicado revestimento vegetal com plantio de mudas, leivas de capim ou grama em sulcos ou covas abertas, de forma a proteger os locais contra possíveis erosões e melhorar o aspecto desses locais.

- Grama em placa

Nos canteiros projetados foram indicadas revestimento vegetal com plantio de grama em placas do tipo Batatais, de forma a proteger os locais contra possíveis erosões e melhorar o aspecto desses locais.

A localização encontra-se apresentada na planta do projeto de Geometria e sua memória de cálculo, quantitativo e detalhe tipo foram apresentados no Projeto de Obras Complementares.

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 45/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

4.6 ELÉTRICAS – REDE DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA

4.6.1 Objetivo

Este memorial tem por finalidade a prestação de informações sobre os cálculos executados no Projeto de Iluminação do Viaduto a ser construído em Barra do Piraí e vias de acesso.

Documentos pertinentes a disciplina:

- Planta e Perfil – Doc. EI2204-LC-109-4-DE-P10-001;
- Memória de Cálculo – Doc. EI2204-LC-109-4-MC-P10-001;
- Memorial Descritivo – Doc. EI2204-LC-109-4-MD-P10-001;
- Planilha de Quantidades – Doc. EI2204-LC-109-4-TB-P10-001.

4.6.2 Normas e bibliografias aplicáveis

ABNT:

NBR-5101 (2012) – Iluminância Pública - Procedimentos;
NBR-5410 (2004) – Instalações elétricas de baixa tensão;
NBR-14039 (2005) – Instalações elétricas de Média Tensão;

4.6.3 Cálculo Luminotécnico

Para iluminação da via foi utilizado como critério de projeto a ABNT NBR 5101:2012 – Iluminância Pública - Procedimento, baseados nessa norma, classificamos a via como de tráfego médio (501 a 1200 veículos de 18h a 21h) no período noturno, Via Arterial com velocidade de 80km/h, cujos critérios de dimensionamento foram usados no software Dialux, encontrando a melhor forma de distribuição.

A classificação da via é Via arterial, de mão dupla, com cruzamento e travessias de pedestres eventuais em pontos bem definidos. Com isso, classifica-se a iluminação como sendo V2, com iluminância média mínima de 20 lux e fator de uniformidade mínimo de 0,3.

Foi utilizada luminária do tipo Pública em LED para atendimento a via pública e passeio de pedestres. A iluminância média do sistema é de 35,0 lux.

Para a iluminação viária foram utilizadas luminárias públicas em LED, 100 Watts, 13.551 Lm, a luminária proposta foi da Conexled – Linha Juquehy – modelo CLP-U100K50IES2.

Conforme dimensionamento, os postes devem ser instalados a uma distância aproximada de 25m entre si, respeitando as curvas, onde a distância deve ser reduzida em até 70%.

A Altura proposta para montagem das luminárias nos postes de concreto é de 10 metros e para os postes metálicos a altura de montagem das luminárias é de 9,5 metros, conforme padronizado pela Concessionária local.

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 46/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

O acionamento das luminárias será através de relé fotoelétrico instalado nas próprias luminárias. O nível de tensão disponível no local é de 220V.

O local analisado compreende apenas o trecho do viaduto e via de acesso, não avaliando os locais com luminárias existentes que não sofreram alteração.

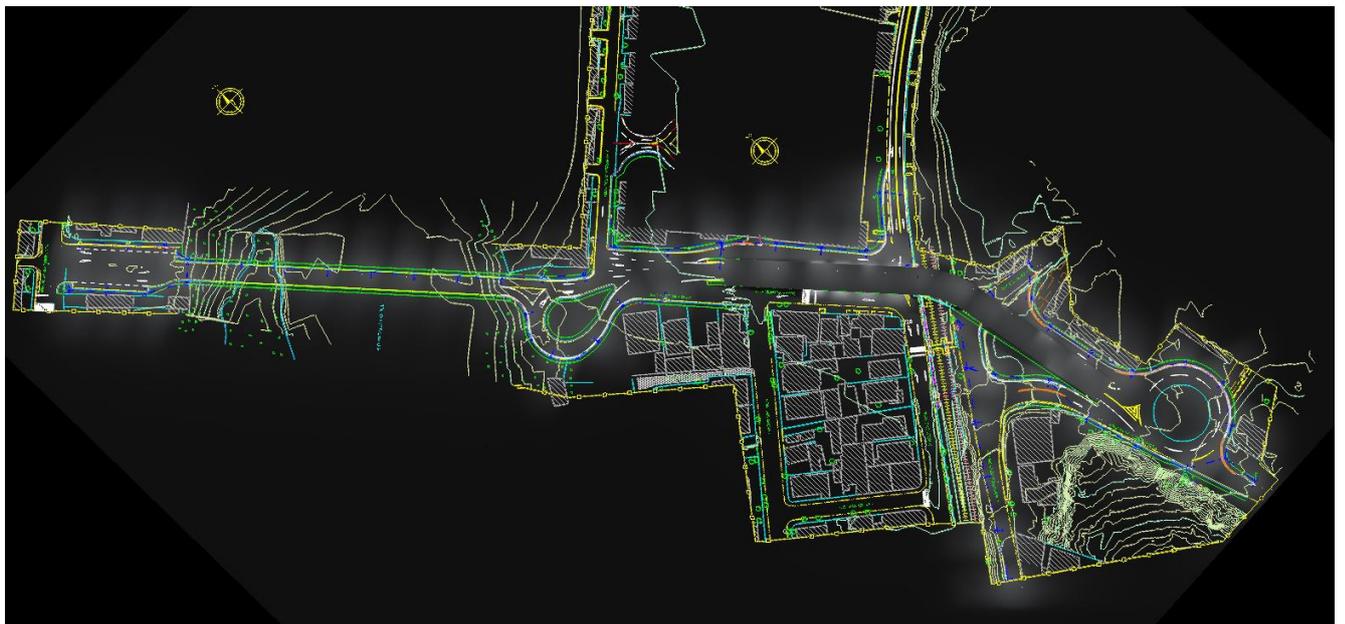


Figura 20 - Cálculo Luminotécnico – Vista de Drone

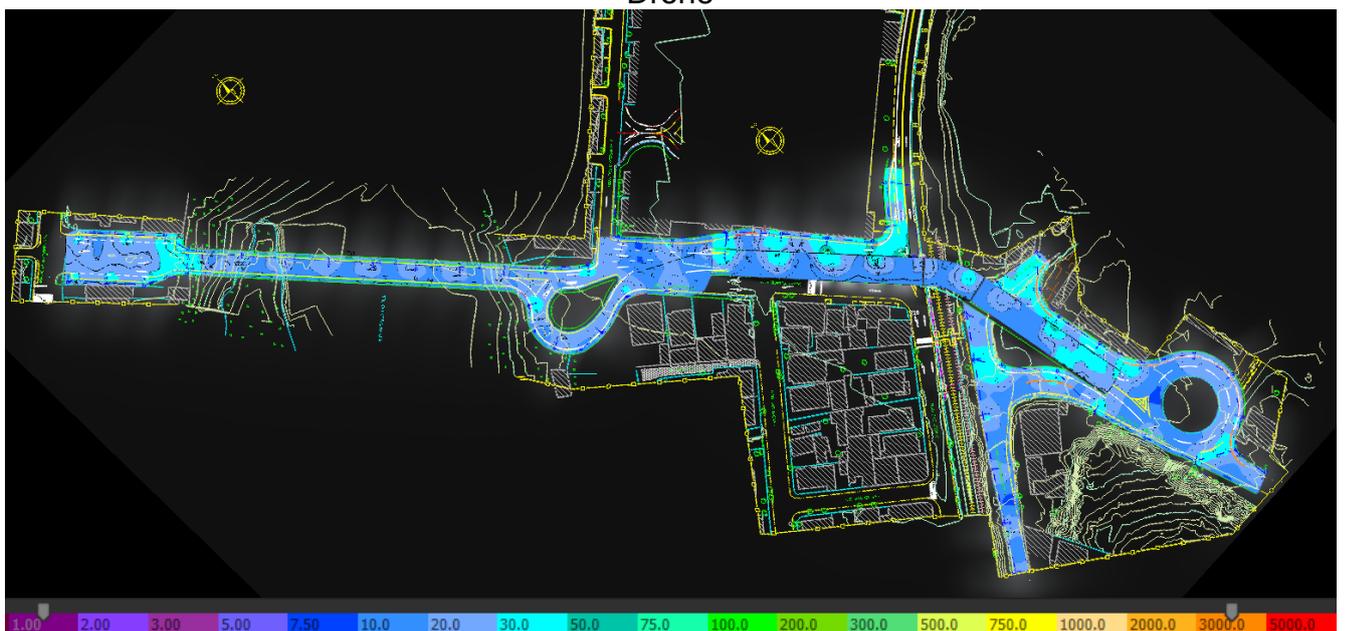


Figura 21 - Disposição das Luminárias – Vista de Drone (Cores Falsas)

| | | | |
|---|---|--|------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 47/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

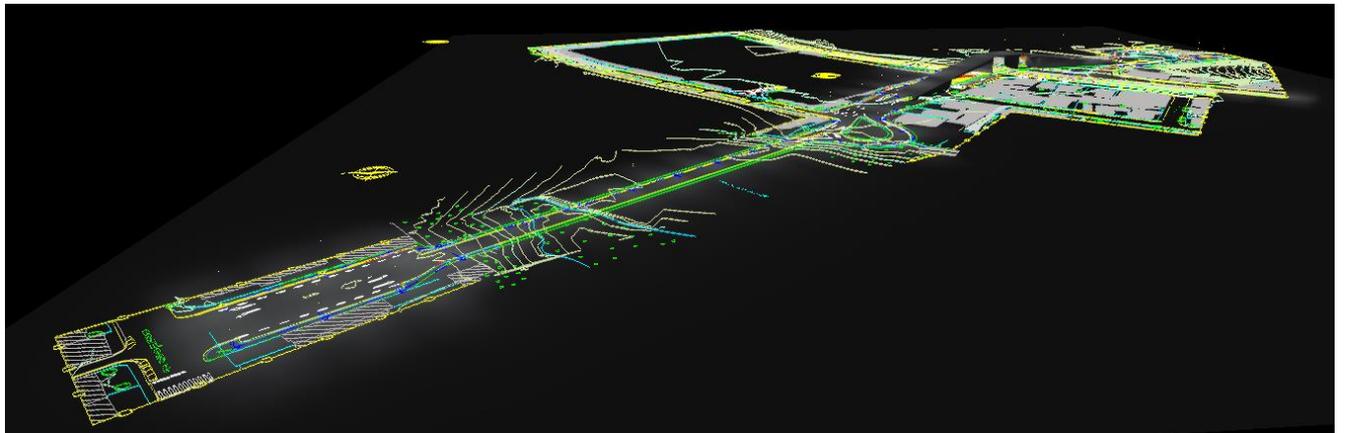


Figura 22 - Cálculo Luminotécnico – Vista de Drone

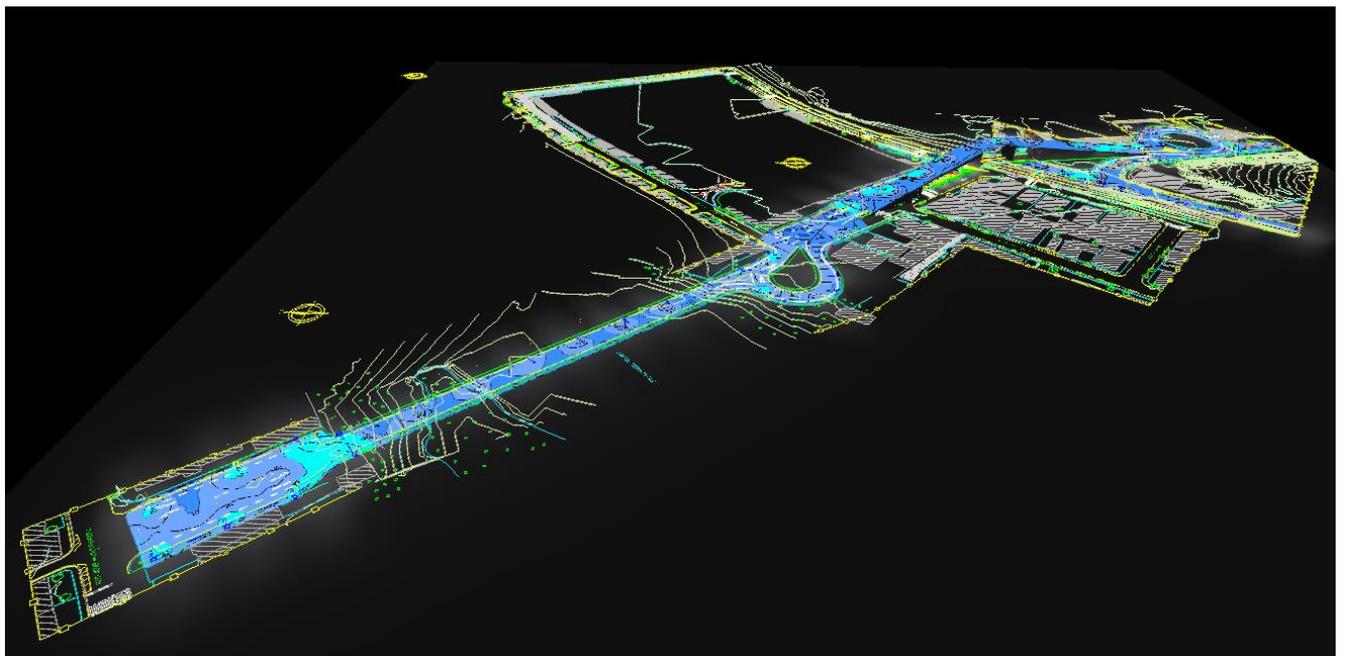


Figura 23 - Disposição das Luminárias – Vista de Drone (Cores Falsas)



Logística S.A.

JMSOUTO
ENGENHARIA E CONSULTORIA

COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ

**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ
ENGENHARIA GERAL
RELATÓRIO TÉCNICO**

Nº MRS
EI2204-LC-109-4-RT-A00-001
Nº JM SOUTO
JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001

PÁGINA
48/105
REV.
3

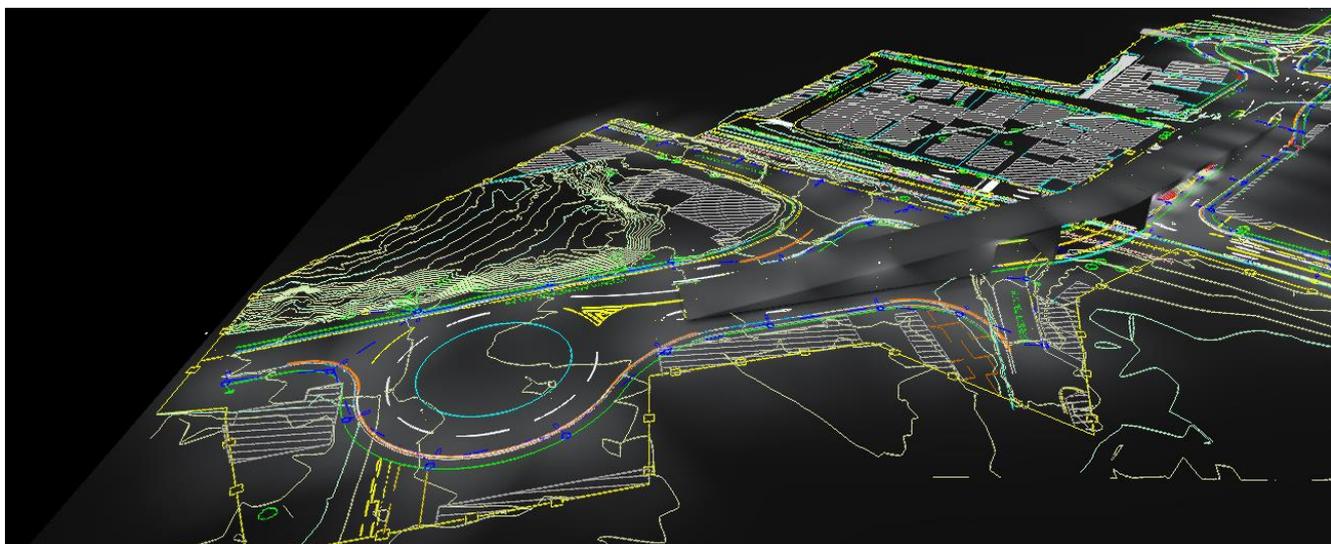


Figura 24 - Cálculo Luminotécnico – Vista de Drone

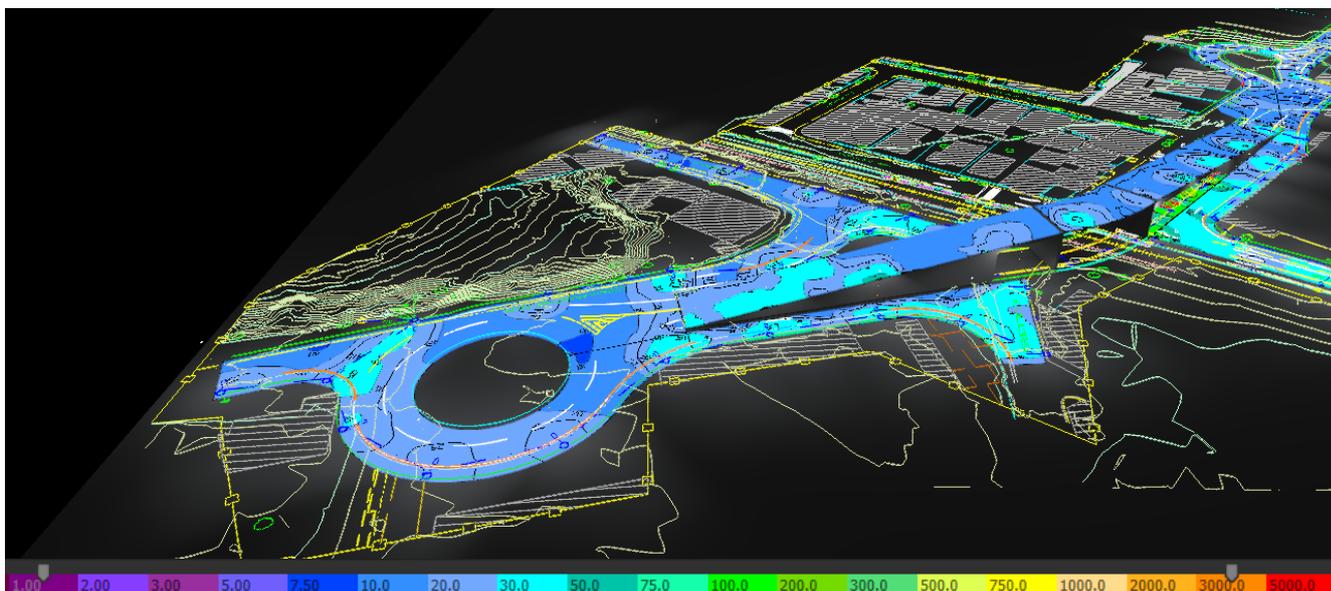


Figura 25 - Disposição das Luminárias – Vista de Drone (Cores Falsas)



COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ

PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ
ENGENHARIA GERAL
RELATÓRIO TÉCNICO

Nº MRS
EI2204-LC-109-4-RT-A00-001
Nº JM SOUTO
JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001

PÁGINA
49/105
REV.
3

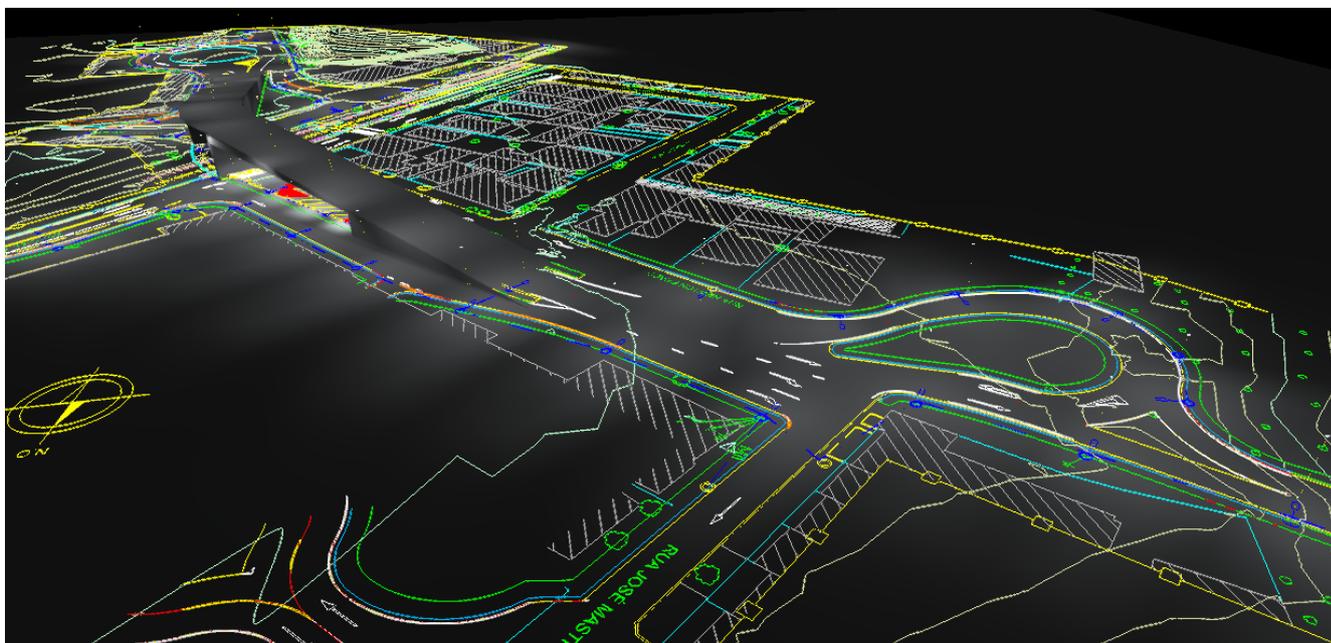


Figura 26 - Cálculo Luminotécnico – Vista de Drone

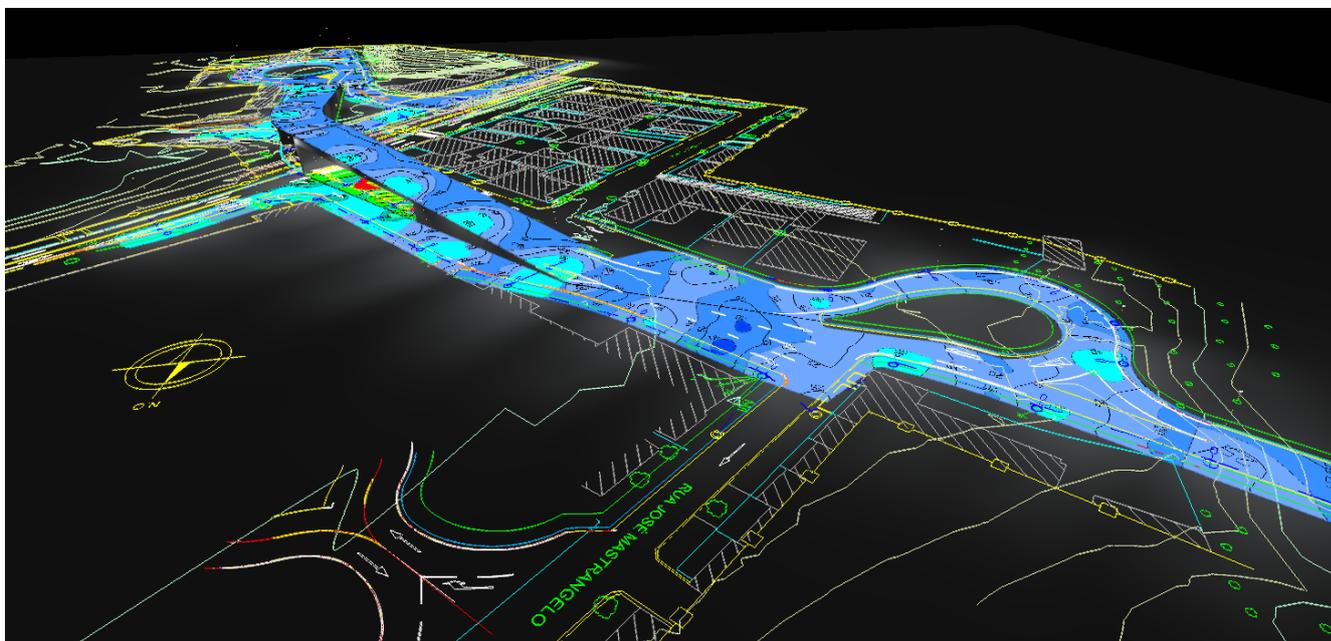


Figura 27 - Disposição das Luminárias – Vista de Drone (Cores Falsas)



COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ

PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ
ENGENHARIA GERAL
RELATÓRIO TÉCNICO

Nº MRS
EI2204-LC-109-4-RT-A00-001

Nº JM SOUTO
JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001

PÁGINA
50/105

REV.
3

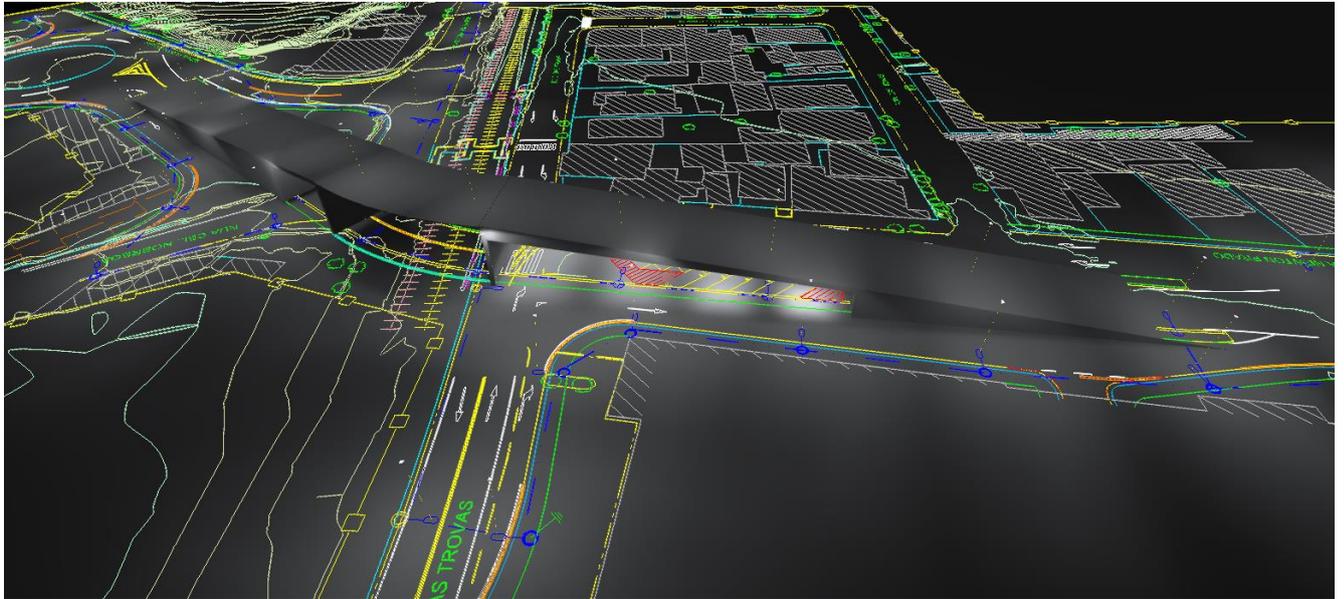


Figura 28 - Cálculo Luminotécnico – Vista de Drone

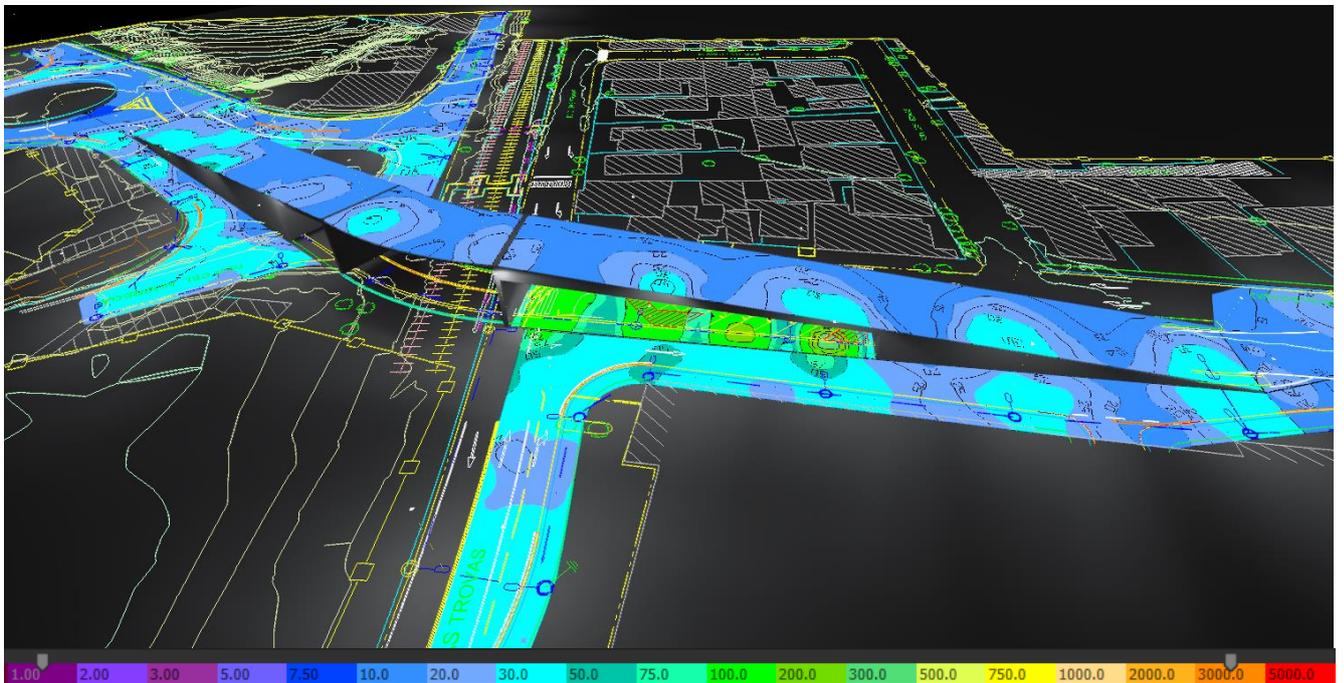


Figura 29 - Disposição das Luminárias – Vista de Drone (Cores Falsas)



COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ

PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ
ENGENHARIA GERAL
RELATÓRIO TÉCNICO

Nº MRS
EI2204-LC-109-4-RT-A00-001

Nº JM SOUTO
JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001

PÁGINA
51/105

REV.
3

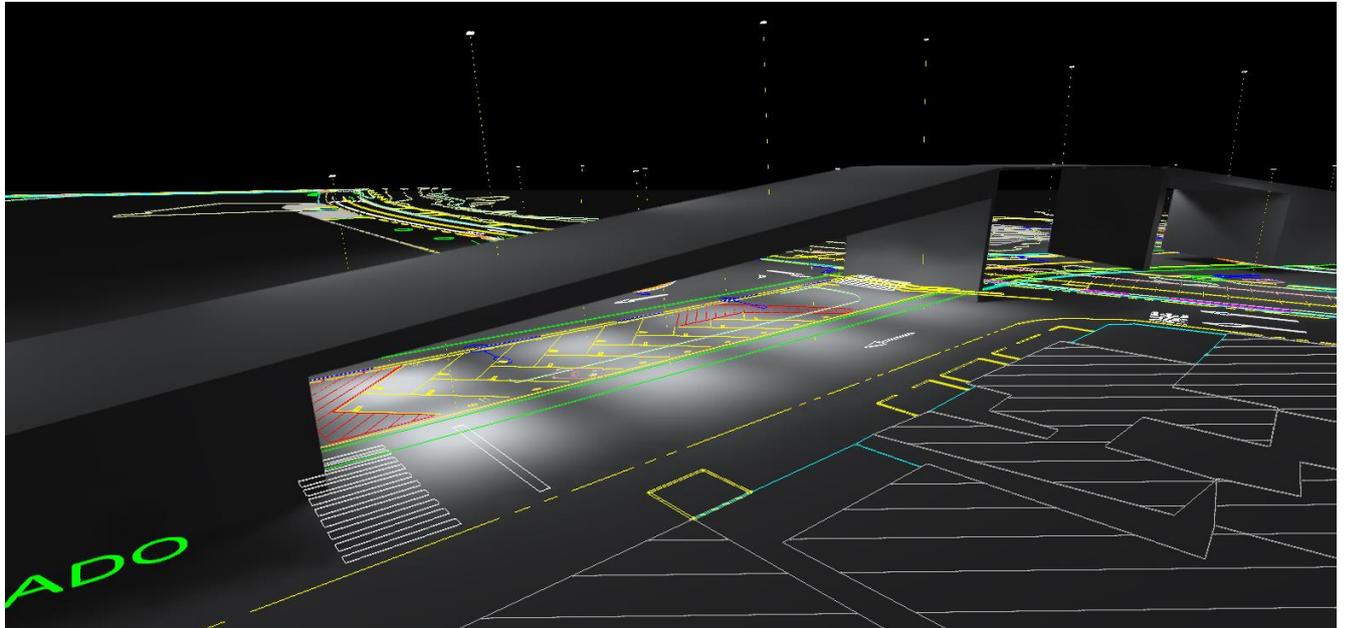


Figura 30 - Disposição das Luminárias – Abaixo do Viaduto

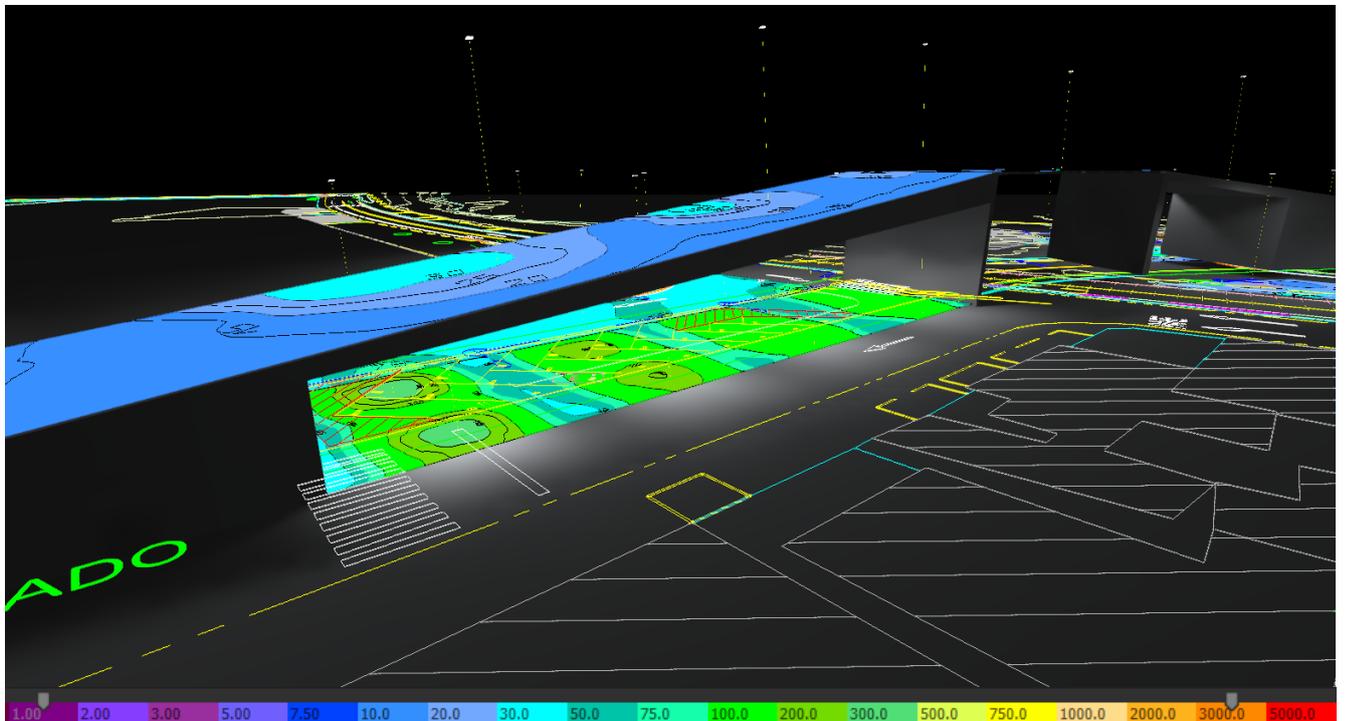


Figura 31 - Disposição das Luminárias – Abaixo do viaduto (Cores Falsas)

| | | | |
|---|---|--|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 52/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

Resumo de resultados

Cena de luz activa Cenário de Luz 1

Procurar 🔍

▼ Cálculo de iluminação

👁️ ▼ 🌿 Terreno

| Superfície de cálculo | lx | | |
|--------------------------|---------|------|---|
| Superfície de cálculo 1 | 32.2 lx | 0.42 |  |
| Superfície de cálculo 2 | 21.4 lx | 0.37 |  |
| Superfície de cálculo 3 | 22.7 lx | 0.37 |  |
| Superfície de cálculo 4 | 36.9 lx | 0.34 |  |
| Superfície de cálculo 5 | 22.2 lx | 0.36 |  |
| Superfície de cálculo 6 | 20.0 lx | 0.56 |  |
| Superfície de cálculo 7 | 27.9 lx | 0.48 |  |
| Superfície de cálculo 8 | 21.6 lx | 0.51 |  |
| Superfície de cálculo 9 | 22.4 lx | 0.49 |  |
| Superfície de cálculo 10 | 25.4 lx | 0.44 |  |
| Superfície de cálculo 11 | 136 lx | 0.22 |  |

4.6.4 Circuito de Alimentação

A alimentação do sistema de iluminação será proveniente da rede de distribuição secundária existente, sendo utilizados condutores multiplexados em alumínio de #10mm² quando destinado apenas para iluminação e #70mm² na realocação da rede de baixa tensão, conforme padrão da concessionária local. As derivações da rede de distribuição secundária para as luminárias serão através de conectores de perfuração e cabos de cobre #1,5mm².

As luminárias serão conectadas através de duas fases, de forma que tenham tensão de 220V.

| | | | |
|---|---|--|---|
|  MRS Logística S.A. |  JMSOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAI | |
| | | PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAI - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

4.6.5 Notas

As luminárias podem ser substituídas por modelos equivalentes, desde que respeitados os fluxos luminosos emitidos e ângulo de abertura do modelo de referência. As potências devem ser verificadas para redimensionamento dos condutores e capacidade de conexão na rede existente, caso a potência elétrica do novo modelo seja superior ao especificado.

4.7 PAVIMENTAÇÃO

4.7.1 Caracterização do Suporte do Subleito

Para a determinação das estruturas do pavimento é necessário que se tenha as características físicas e mecânicas do solo de fundação, e de igual forma, os parâmetros e suas características físicas e mecânicas dos materiais que irão compor as outras camadas do pavimento.

Salienta-se que para o dimensionamento do pavimento os dados geotécnicos foram obtidos através dos ensaios realizados em seis amostras de solos, que analisados estatisticamente, e adotado para o projeto um valor de CBR 5% para o subleito, conforme imagem apresentada a seguir. Nos locais onde os ensaios resultaram em valores menores o material de subleito deverá ser substituído (60 cm) por outro, com resistência maior ou igual ao estabelecido a fim de atender a esta recomendação.

Tabela 13 - Análise estatística

| ANÁLISE ESTATÍSTICA POR SEGMENTOS HOMOGÊNEOS DO SUBLEITO | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|------|---------------|-------|------|------|------|------|-------|-------------|--------|------|------|----|
| OBRA: M.R.S Logística S.A LOCAL: Barra do Pirai - RJ. | | | | | | | | | | | | | | |
| PARÂMETRO ESTATÍSTICO | LIMITES | | GRANULOMETRIA | | | | | | | COMPACTAÇÃO | | | | IG |
| | LL | IP | 2" | 1" | 3/8" | # 4 | # 10 | # 40 | # 200 | Hót | D max. | Exp. | ISC | |
| N | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 0 |
| \bar{x} | 18,2 | 9,7 | 100,0 | 97,6 | 93,3 | 89,1 | 84,3 | 61,2 | 25,1 | 15,0 | 1,7 | 0,5 | 6,5 | |
| s | 20,26 | 3,21 | 0,00 | 2,25 | 5,10 | 7,56 | 9,91 | 8,09 | 6,36 | 2,19 | 0,07 | 0,16 | 1,75 | |
| mmín | 6,0 | 7,7 | 100,0 | 96,3 | 90,2 | 84,6 | 78,3 | 56,3 | 21,2 | 13,7 | 1,7 | 0,4 | 5,4 | |
| mmáx | 30,4 | 11,6 | 100,0 | 99,0 | 96,4 | 93,7 | 90,3 | 66,1 | 28,9 | 16,3 | 1,7 | 0,6 | 7,5 | |
| Xmín | 0,0 | 5,5 | 100,0 | 94,7 | 86,8 | 79,4 | 71,6 | 50,8 | 16,9 | 12,2 | 1,6 | 0,3 | 4,2 | |
| Xmáx | 44,2 | 13,8 | 100,0 | 100,5 | 99,8 | 98,8 | 97,0 | 71,6 | 33,2 | 17,8 | 1,8 | 0,7 | 8,7 | |

Fonte: JMSouto

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 54/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

4.7.2 Dimensionamento do Pavimento Flexível

Existem atualmente vários métodos para o dimensionamento de pavimentos rodoviários novos, parte deles de natureza empírica (método de dimensionamento contido no Manual de Pavimentação DNIT – 2006, originalmente baseado nos trabalhos do Corpo de Engenheiros do Exército Americano – USACE), parte deles fundamentados direta ou indiretamente nas características físicas dos materiais, como por exemplo, método mecanístico.

Para o projeto de pavimentação, adotou-se para o dimensionamento do pavimento flexível (CBUQ), o Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNIT – conforme desenvolvimento pelo Prof. Murillo Lopes de Sousa – Manual de Pavimentação do DNIT – 2006.

4.7.3 Método de Dimensionamento DNIT

Com o objetivo de assegurar o desempenho estrutural e operacional dos trechos e seus segmentos a implantar, foi utilizado o método empírico de dimensionamento supracitado. Os detalhes, premissas e considerações podem ser pesquisados no Manual de Pavimentação do DNIT-2006. Cabe ressaltar que para a utilização deste método torna-se necessário o conhecimento de duas variáveis:

- Número “N”
- CBR de Projeto.

O Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis do DNIT foi elaborado originalmente pelo Eng^o Murillo Lopes de Souza em 1961, tendo sofrido ao longo dos anos diversas alterações ou complementações em vários de seus aspectos metodológicos com o objetivo de incorporar os avanços tecnológicos e as informações adquiridas a partir da sua aplicação na prática corrente de engenharia. As principais características dessa nova versão do método estão descritas resumidamente a seguir:

Características dos Materiais

A Tabela a seguir, apresenta os valores-limites e algumas recomendações relativas às principais características geotécnicas dos materiais a serem utilizados no pavimento.

| CAMADA | ISC | EXPANSÃO | IG | LL | IP | FAIXA GRAN. |
|----------|--------------------------|----------|---------|------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Base | > 60 % (1) > 80 % (2) | < 0,5 % | - | ≤ 25 % ou EA > 30 % | ≤ 6 % ou EA > 30 % | A, B, C ou D (2) E ou F (1) |
| Sub-base | ≥ 20 % | ≤ 1,0 % | 0 | - | - | - |
| Reforço | > ISCSl | < 1,0 % | ≤ IG'sl | - | - | - |

Observações

(1) Para $N < 5 \times 10^6$

(2) Para $N > 5 \times 10^6$

| | | | |
|---|---|---|---|
|  MRS Logística S.A. |  JMSOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI | |
| | | PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

Tabela 14 – Recomendações geotécnicas

Coeficientes de Equivalência Estrutural

Correlaciona empiricamente a resistência dos materiais empregados no pavimento com a de um material granular tomado como padrão de referência ($K = 1,0$). Os coeficientes de equivalência estrutural recomendados pelo método são os indicados na Tabela 15, e foram adaptados originalmente pelo DNIT com base nos valores adotados pelos americanos a partir dos dados obtidos na pista experimental da AASHO (atualmente AASHTO).

| CAMADA DO PAVIMENTO | COEFICIENTE K |
|---|---------------|
| Base ou revestimento de CBUQ | 2,0 |
| Base ou revestimento de PMQ denso | 1,7 |
| Base ou revestimento de PMF denso | 1,4 |
| Base ou revestimento por penetração | 1,2 |
| Camadas granulares | 1,0 |
| Solo-cimento - RCS > 4,5 MPa (7 dias) | 1,7 |
| Solo-cimento – 2,8 < RCS < 4,5 MPa (7 dias) | 1,4 |
| Solo-cimento – 2,1 < RCS < 2,8 MPa (7 dias) | 1,2 |

Tabela 15 – Descrição da extensão dos segmentos de projeto

As nomenclaturas adotadas pelo método para os coeficientes de equivalência estrutural das camadas do pavimento são as seguintes:

- Revestimento: KR
- Base: KB
- Sub-base: KSB
- Reforço: KRef
- Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso

As espessuras mínimas de revestimento betuminoso dependem do valor do Número “N”, conforme apresentado na Tabela 16.

| N | Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso |
|-------------------------------|---|
| $N \leq 10^6$ | Tratamentos superficiais betuminosos |
| $10^6 < N \leq 5 \times 10^6$ | Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura |
| $5 \times 10^6 < N \leq 10^7$ | Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura |
| $10^7 < N \leq 5 \times 10^7$ | Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura |
| $N > 5 \times 10^7$ | Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura |

Tabela 16 – Espessuras requeridas para faixa de número “N”

Espessuras das Camadas Granulares

O gráfico apresentado a seguir (FIGURA 1), fornece, em função do Número “N” e do “ISC” de um determinado material, a espessura de material granular padrão (K = 1,0) necessário à proteção do material considerado contra a deformação permanente.

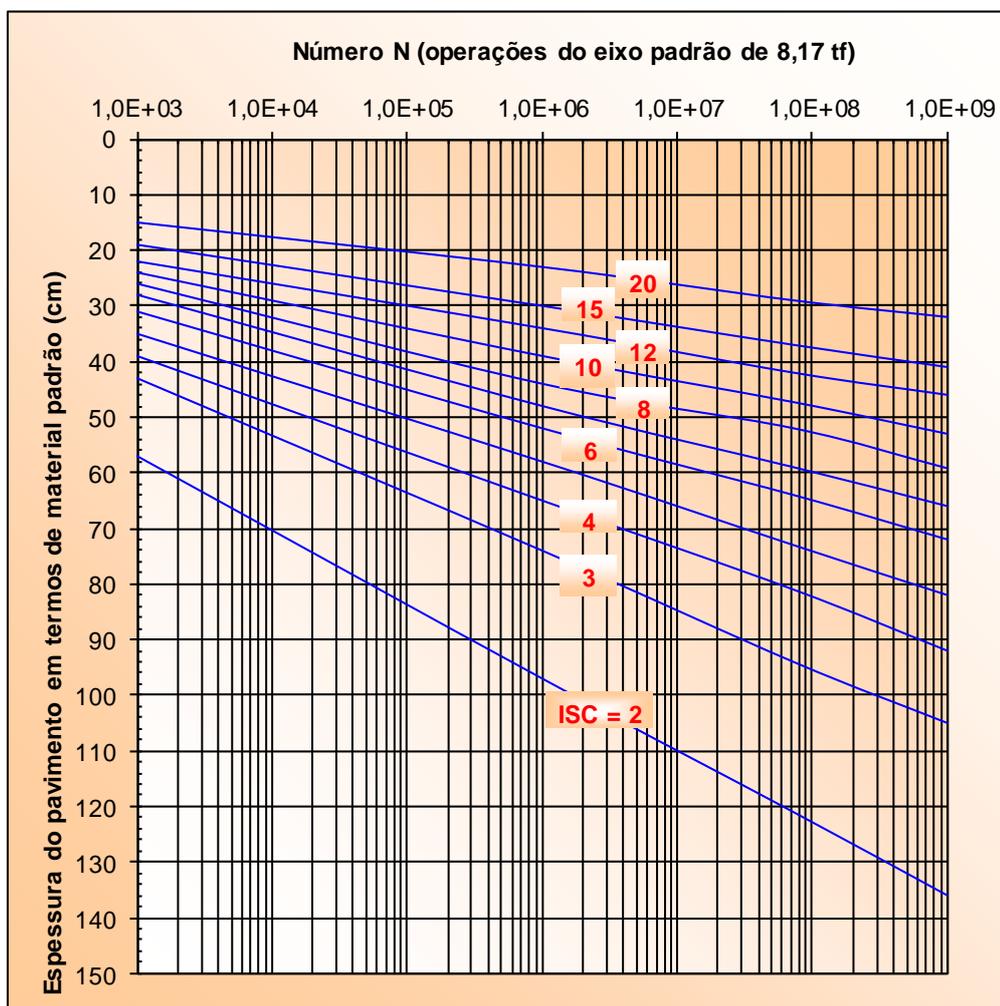


Figura 32 – Ábaco para determinação da espessura mínima dos pavimentos

| | | | |
|---|---|--|------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 57/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

Inequações de Dimensionamento

As espessuras finais das camadas do pavimento são calculadas através das inequações seguintes, exceto a do revestimento que é tabelada em função do Número “N”:

- Espessura do Revestimento (R):

R é tabelado em função do Número “N”

- Espessura da Base (B):

$$R \times K_R + B \times K_B \geq H_{20}$$

- Espessura da Sub-base (SB):

$$R \times K_R + B \times K_B + SB \times K_{SB} \geq H_n$$

- Espessura do Reforço (REF):

$$R \times K_R + B \times K_B + SB \times K_{SB} + REF \times K_{REF} \geq H_m$$

Onde:

- R – espessura do revestimento (cm)
- KR – coeficiente de equivalência estrutural do revestimento
- B – espessura da base (cm)
- KB – coeficiente de equivalência estrutural da base
- SB – espessura da sub-base (cm)
- KSB – coeficiente de equivalência estrutural da sub-base
- REF – espessura do reforço (cm)
- KREF – coeficiente de equivalência estrutural do reforço
- H20 – espessura de material granular padrão necessária à proteção da sub-base
- Hn – espessura de material granular padrão necessária à proteção do reforço
- Hm – espessura de material granular padrão necessária à proteção do subleito

Para fins de dimensionamento, o ISC da sub-base deve ser sempre considerado como igual a 20, mesmo que o material indicado para essa camada apresente valor de ISC superior. Esses parâmetros estão representados na Figura 2.

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 58/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

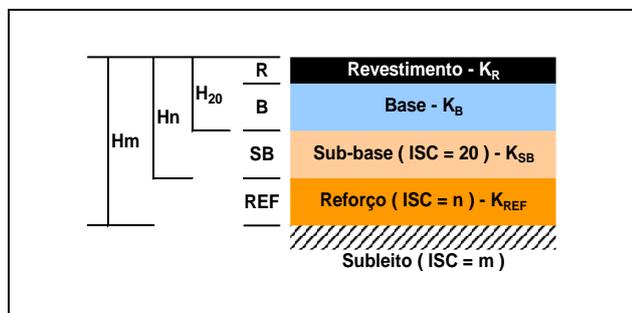


Figura 33 – Esquema gráfico do pavimento e parâmetros de dimensionamento

Recomendações Executivas

O método faz as seguintes recomendações de caráter executivo:

O subleito e todas as camadas granulares do pavimento deverão ser compactadas com, no mínimo, 100% de grau de compactação;

Todos os materiais do subleito que apresentarem $ISC < ISC$ de projeto (5) e expansão $> 2\%$ deverão ser substituídos por materiais com $ISC > ISC$ de projeto determinado para o subleito, conforme descrito no item 1.1 e atentar para as recomendações apresentadas a seguir.

- A menor espessura a ser adotada para as camadas granulares do pavimento é de 20 cm;
- A espessura mínima e máxima de compactação de materiais granulares são, respectivamente, 10,0 e 25,0 cm;
- Com a finalidade de evitar desagregações prematuras ou deformações/ondulações, a espessura máxima da camada compactada deverá ser inferior a 3 vezes, e a mínima 1,5 vezes o tamanho máximo do agregado. A espessura máxima de compactação do CBUQ não deverá ultrapassar 6,5 cm, por camada;

A compactação deverá ser iniciada com a utilização de rolo pneumático de pressão variável e prosseguirá até que não haja mais saliência entre a faixa a compactar e a adjacente já compactada, concluindo a compactação com rolo liso. Nos trechos em tangente, a compactação deverá ser feita do bordo para o eixo, e do bordo mais baixo para o mais alto, nos trechos em curva. Assim que a camada apresentar uma superfície uniforme, isenta de saliências, sem ondulações ou rebaixos considera-se a compactação finalizada. Cabe aqui salientar que os dados para a determinação das espessuras das camadas do pavimento foram obtidos a partir das considerações de tráfego e CBR do subleito (conforme premissas) apresentados anteriormente. Apresenta-se a seguir o dimensionamento do pacote estrutural para o pavimento.

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|--|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 59/105 | |
| | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 | |

4.7.4 Pavimento Tipo 1 – Pavimento Flexível com Revestimento em CBUQ

Em virtude do dimensionamento calculado pôde-se observar que a espessura mínima da camada de base foi 12,64 cm e quando utilizado essa espessura a camada de sub-base calculada pela inequação é de 20,0 cm. No entanto, elas não são exequíveis e tão pouco praticadas. Para garantir a melhor execução e distribuição de carga foi realizada a reengenharia do dimensionamento, e tomando como base as condicionantes supracitadas. Para tanto, foi realizado um novo dimensionamento onde as espessuras mais adequadas para o pavimento em questão são apresentadas a seguir, e a partir desta, foi alcançada uma camada de CBUQ 7,5 cm de faixa “C”, (conforme recomendado no método em função do tráfego – Tabela 15), uma camada de Base de 15,0 cm e Sub-base com 20 cm cada. A referida reengenharia do pavimento com as espessuras compatibilizadas é apresentada na Figura 32.

Dimensionamento do Pavimento pelo Método do DNER

(Eng.º Murillo Lopes de Souza)

Características do subleito

ISC projeto m = **5**

Características do reforço

ISC n = **0**

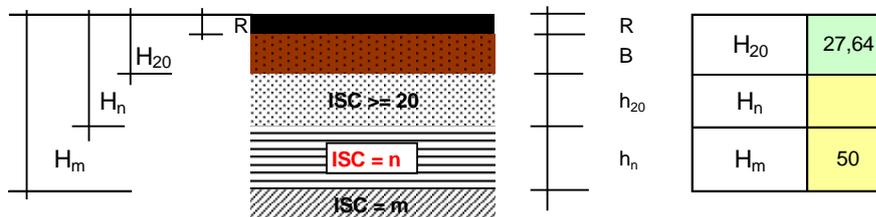
Características dos materiais empregados no pavimento

| Coeficiente de Equivalência Estrutural | | ISC (%) |
|--|-------------|-------------|
| Base | $K_B =$ | 1,00 |
| Sub-Base | $K_S =$ | 1,00 |
| Reforço | $K_{ref} =$ | 1,00 |
| | | 80 |
| | | 20 |
| | | n |

← **ISC > 80**

Revestimento $K_R =$ **2,0** espessura **7,5** cm

ESPESSURAS EQUIVALENTES



Parâmetros atuantes no pavimento

Número terminal de solicitações do eixo-padrão (USACE) **6,79E+06**
Pressão de contato pneu-pavimento **81,52**

Cálculo das espessuras

| | |
|-----------------|---|
| Base | $R \cdot K_R + B \cdot K_B \geq H_{20}$ |
| | $B = 12,64$ cm |
| adotado | $B = 15$ cm |
| Sub-Base | $R \cdot K_R + B \cdot K_B + h_{20} \cdot K_S \geq H_n$ |
| | $h_{20} = 20,0$ cm |
| adotado | $h_{20} = 20$ cm |
| Reforço | $R \cdot K_R + B \cdot K_B + h_{20} \cdot K_S + h_n \cdot K_{ref} \geq H_m$ |
| | $h_m =$ cm |

| RESUMO ESPESSURAS (cm) | | |
|-----------------------------|-------------|-------------|
| | E | Eq. |
| Revestime | 7,5 | 15,0 |
| Base | 15 | 15 |
| Sub-Base | 20 | 20 |
| Reforço | 0 | 0 |
| Total | 42,5 | 50,0 |

Figura 34 – Tabela de cálculo com as espessuras que constitui o pavimento

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 61/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

4.7.5 Implantação de Pavimento Flexível com Revestimento em CBUQ – Tipo 1

Recomenda-se que os procedimentos deverão ser executados com controle de qualidade e com acompanhamento técnico de uma supervisão externa. Os seguintes procedimentos deverão ser seguidos da seguinte forma:

- Regularização e Limpeza do subleito – 100% do Proctor Intermediário – CBR \geq 5,0% e expansão menor que 2%;
- Execução da camada de Sub-base estabilizada granulometricamente (e= 20 cm) – 100% do Proctor Intermediário – CBR \geq 20,0% e expansão menor que 1%;
- Execução da camada de Base estabilizada granulometricamente (e=15,0 cm) – 100% do Proctor Modificado – CBR \geq 80,0% e expansão menor que 0,5%;
- Pintura Impermeabilizante com EAI, taxa de 1,2 l/m²;
- Pintura de ligação com RR-1C, taxa de 0,4 l/m²;
- Concreto Betuminoso Usinado a Quente com Asfalto CAP 50/70 - CBUQ faixa “C”, (e=7,5 cm);
- Fresagem do pavimento existente.

Para mais informações, os seguintes documentos devem ser consultados:

- Planta de Pavimentação – EI2204-LC-109-4-DE-F00-008
- Seção Típica de Pavimentação - EI2204-LC-109-4-DE-F00-005
- Nota de Serviço de Pavimentação - EI2204-LC-109-4-NS-X01-001.

4.8 SINALIZAÇÃO

4.8.1 Introdução

O objetivo do Projeto de Sinalização é, de forma mais ampla, transmitir mensagens ao usuário de forma clara e que traga informações imprescindíveis a um bom comportamento na via e alertando aos perigos que estarão no decorrer do seu trajeto.

Para tanto, dispõe-se de elementos de sinalização horizontal e sinalização verticais, que são pintados sobre a pista de rolamento ou posicionados ao lado da plataforma dela, respectivamente.

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 62/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

O Projeto de Sinalização e Segurança Viária para o COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ/RJ, foi elaborado de acordo com o disposto no Código de Trânsito Brasileiro, as Resoluções n.º 160 de 22/04/04, n.º 180 26/08/05, n.º 236 de 11/05/07, n.º 243 de 22/06/07 (Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do CONTRAN - Conselho Nacional de Trânsito - 2007); e o manual de sinalização rodoviária IPR-743 2010 elaborado pelo DNIT.

A velocidade diretriz máxima adotada para a definição dos parâmetros do projeto de sinalização é de 30 km/h.

Foram abordados os seguintes aspectos de sinalização:

- Elementos de Sinalização Horizontal:
 - Linhas de divisão de fluxos de sentidos opostos;
 - Linhas de divisão de fluxos de mesmo sentido;
 - Linhas de marcação de bordo;
 - Linha de Continuidade;
 - Linha de retenção;
 - Faixa de travessia de pedestres;
 - Zebrados;
 - Setas Indicativas de Posicionamento.

- Elementos de Sinalização Vertical:
 - Placas de regulamentação;
 - Placas de advertência;
 - Placas indicativas de Movimento;
 - Marcadores de Perigo;
 - Tachas prismáticas monodirecionais e bidirecionais.

Todos os elementos básicos da sinalização, tais como dimensões das placas de regulamentação e advertência, e números das placas, dependem do valor adotado para a velocidade de projeto, que, no caso deste, é de 30 km/h.

4.8.2 Sinalização Horizontal

O Projeto de Sinalização Horizontal consistiu no detalhamento das seguintes marcações a serem executadas no pavimento:

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|--|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 63/105 | |
| | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 | |

- **Linhas de Divisão de Fluxos Opostos - LFO;**
- **Linhas de Bordo - LBO;**
- **Linhas de Divisão de Fluxos de Mesmo Sentido - LMS;**
- **Linhas de Continuidade - LCO;**
- **Linhas de Retenção – LRE;**
- **Linhas de Preenchimento de áreas neutras (zebrados);**
- **Setas, símbolos e dizeres.**
- **Faixas de Pedestre**

As marcações horizontais deverão ser executadas em termoplástico extrudado com 3,0mm de espessura úmida retrorreflexiva para zebrados, setas, legendas, linha de retenção, e termoplástico aspergido com 1,5mm de espessura úmida retrorrefletiva para as demais, conforme norteado pelo Volume Médio Diário (VMD).

Linhas de Divisão de Fluxos Opostos – LFO

São linhas longitudinais com largura de 0,10m, executadas na cor amarela, de forma contínua ou em segmentos tracejados, com a finalidade de separar os movimentos veiculares de sentidos opostos e regulamentar a ultrapassagem e os deslocamentos laterais, exceto nos acessos às propriedades lindeiras.

A LFO foi indicada como marcação de linha dupla contínua, adotando-se o espaçamento entre elas de 0,15m.

Linhas de Bordo – LBO

São linhas longitudinais com largura de 0,10m pintadas na cor branca, de forma contínua em toda extensão do trecho, delimitando a parte da pista destinada ao deslocamento dos veículos.

Linhas de Divisão de Fluxos de Mesmo Sentido – LMS

São linhas longitudinais com largura de 0,10m, pintadas na cor branca, de forma seccionada, na cadência de 1:1, 2m de pintura para 2m de espaçamento, e de forma contínua, em toda extensão do trecho, delimitando a parte da pista destinada ao deslocamento dos veículos que trafegam em mesmo sentido.

Linhas de Continuidade - LCO

Foram utilizadas como prolongamento das linhas de bordo na marcação da faixa de mudança de velocidade, com o objetivo de orientar os motoristas com relação à visualização e percepção da quebra do alinhamento da rodovia. Estas linhas foram indicadas para serem pintadas como segmentos tracejados na cadência 1:1, ou seja, 1,00m de pintura para 1,00m de espaçamento, mantendo a cor e largura da linha precedente.

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 64/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

Linhas de Preenchimento de áreas neutras - Zebrados

As Linhas de Preenchimento de Áreas Neutras foram utilizadas na demarcação das áreas não trafegáveis do pavimento além de direcionar os condutores para o correto posicionamento na via.

Os Zebrados deverão ser executados com linhas inclinadas 45º em relação ao fluxo dos veículos, nas cores amarela ou branca, com largura de 0,30m com espaçamento entre eles de 1,20m.

Setas

As setas indicadas no projeto deverão ser pintadas, na cor branca, com 5,00m de comprimento, indicando as mudanças de faixas de trânsito necessárias e ou possíveis, de maneira a orientar convenientemente o tráfego.

Faixa de Pedestre

Foi projetada uma faixa de pedestre no cruzamento com a Rua José Alves Pimenta, na Rua José Mastrangelo, Rua Coronel Nobrega e Rodovia das Trovas, para permitir a passagem dos pedestres com segurança.

4.8.3 Dispositivos Delimitadores

Os dispositivos delimitadores são utilizados para demarcar as áreas não trafegáveis e alertar os condutores que porventura extrapolam a faixa de rolamento da pista.

Tachas

Foram indicadas em todo o trecho e deverão atender às Normas da ABNT, devendo ser utilizadas as tachas “Tipo IV da ABNT”.

- Tachas Bidirecionais amarelas com elementos refletivos amarelos nas duas faces foram utilizadas nas Linhas de Eixo, separando trechos com sentidos opostos com espaçamento de 4,00m e nas áreas zebradas nos intervalos sem pintura, fixadas um intervalo sim outro não.

Tachas Monodirecionais brancas com elementos refletivos na cor branca direcionada ao fluxo de veículos foram utilizadas nas áreas zebradas, nos intervalos sem pintura.

| | | | |
|---|---|--|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 65/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

4.8.4 Sinalização Vertical

Introdução

O Projeto de Sinalização Vertical consistiu no detalhamento de dois grupos de sinais destinados à regulamentação e informação ao usuário.

As placas deverão ser confeccionadas em chapas finas, laminadas a frio, de aço carbono, na espessura de 1,5mm (MSG-16), cortadas nas dimensões finais e tratadas conforme preconiza a RT-01.32.a do DEER/MG. O fundo, legendas e tarjas deverão ser confeccionados em película refletiva de esferas inclusas, à exceção dos dizeres e símbolos que deverão ser confeccionados em película plástica, apropriada para este fim, na cor preta.

Deverá ser utilizada a película refletiva tipo IA/II para as placas indicativas de solo e tipo III/VII para as de regulamentação, obedecendo-se o disposto na ABNT NBR 14.891/12.

Os suportes deverão ter seção circular com diâmetro de 0,08m e serão confeccionados em aço de acordo com a RT-01.40.b do DEER/MG. Para todos os sinais foi adotada a altura livre deverá ser de 2,10m.

Foram utilizados Braços Projetados para as placas Indicativas, com vão livre de 5,5m.

Foi considerada a velocidade diretriz igual a 30 Km/h, para determinação dos parâmetros de projeto.

Sinais de Regulamentação

Os Sinais de Regulamentação têm por finalidade comunicar aos usuários das vias as limitações, proibições, restrições e obrigações que regem seu uso.

Foram adotadas as seguintes características para os sinais de regulamentação:

- Sinais Circulares de Regulamentação (código R)

Diâmetro: 0,75m;
Fundo: cor branca;
Símbolo: cor preta;
Tarja: 0,075m (cor vermelha);
Letras: cor preta.

- Sinal Octogonal de Regulamentação (código R-1)

Lado: 0,40m;
Fundo: cor vermelho;
Orla interna: 0,028m (cor branca);

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 66/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

Orla externa: 0,014m (cor vermelha);
Letras: cor branca.

Sinais de Advertência

Os Sinais de Advertência objetivam alertar os usuários sobre a existência de condições potencialmente perigosas na rodovia, indicando sua natureza. Sua forma é quadrada, com lado de 0,75m, apresentando uma das diagonais na vertical, fundo na cor amarela, orla interna preta e orla externa amarela.

- Quadrada
Lado = 1,00 m;
Fundo na cor amarela;
Símbolo na cor preta;
Orla interna = 0,020 m (cor preta);
Orla externa = 0,010 m (cor amarela);

Sinais De Indicação

Os Sinais de Indicação destinam-se a orientar os usuários, no curso de seu deslocamento, sobre as direções, distâncias, situações de interesse, serviços auxiliares, turismo, educacionais e identificação da via. Sua forma é retangular, exceto no caso do escudo de identificação da via. A altura de letra utilizada no dimensionamento delas foi de 200mm, com as seguintes cores:

Placas de orientação destino, sentido e distância e placas diagramadas possuem fundo na cor verde ou azul, orla interna branca e orla externa verde ou azul, tarja, legendas e setas na cor branca;

Para verificação da planta de sinalização o documento EI2204-LC-109-DE-F00-007 deve ser consultado. Já para os detalhes dos elementos de sinalização, o documento EI2204-LC-109-DE-F00-004 é apresentado.

4.9 CONTENÇÕES

4.9.1 Introdução

O projeto de contenções de encostas visa definir o tipo de tratamento a ser adotado para estabilização do maciço de acordo com suas características geológicas, geotécnicas e de impactos socioambientais.

Devido a necessidade de realizar um aterro de elevação para encabeçamento do viaduto rodoviário, e a impossibilidade de fazer o aterro na inclinação dos taludes, devido à edificações nas proximidades da obra (crista e pé), determinou-se a execução de uma obra

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 67/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

de contenção em solo reforçado nestes segmentos de forma de assegurar um melhor aproveitamento do espaço no entorno.

Neste sentido, foram adotadas a seguinte solução de contenção:

- Contenção em Terra Armada - Nos trechos compreendidos entre estacas 15+5,00 a 17+8,50, com extensão de 43,50 metros e estacas 22+6,00 a 24+15,50 com extensão de 49,50 metros, conforme projeto.

Já para o encabeçamento à ponte rodoviária projetada, sobre o rio Paraíba do Sul, foi indicada a contenção do tipo Gabião para o encontro norte.

- Contenção em Gabião - O tipo de solução adotada o local foi contenção em gabião. O gabião pode ser descrito como uma estrutura de contenção à gravidade, com elementos armados flexíveis (gaiolas de aço), a estrutura possui uma extensão total de 27,0 metros, e altura máxima de 3,50 metros, a largura de sua base é variável sendo de 2,0 e 3,0 metros, a base acompanha a altura da contenção, conforme projeto.

4.9.2 Contenção – Terra Armada

O tipo de solução que se apresentou mais adequada ao local foi o aterro reforçado com fitas metálicas e paramento em placas de concreto pré-fabricadas, técnica conhecida como **Terra Armada**.

Segundo a NBR 9286/86, o sistema Terra Armada, é um sistema de associação entre solos de aterro com propriedades adequadas, armaduras (fitas metálicas ou não) flexíveis, colocadas, em geral, horizontalmente em seu interior, na medida que o aterro vai sendo construído, e por uma pele ou paramento flexível externo fixado as armaduras, destinado a limitar o aterro.

O processo Terra Armada utiliza, além do material do aterro, elementos pré-fabricados, que são:

- a) Armaduras (fitas metálicas ou não) flexíveis;
- b) Escamas (peças pré-fabricadas de concreto) para acabamento externo do maciço;
- c) Acessórios complementares;

Segue abaixo imagens da implantação da contenção em terra armada para rampas de acesso e encabeçamento do viaduto projetado, vista em planta e perfil.



Logística S.A.



COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ

PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ
ENGENHARIA GERAL
RELATÓRIO TÉCNICO

Nº MRS
EI2204-LC-109-4-RT-A00-001

Nº JM SOUTO
JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001

PÁGINA
68/105

REV.
3

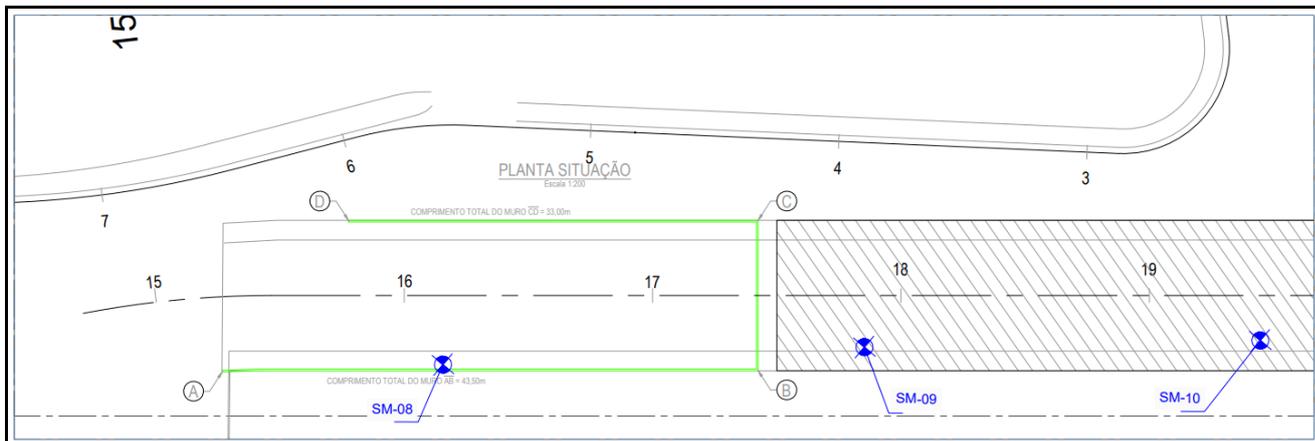


Figura 35 – Terra Armada, entre as estacas 15+5,00 a 17+8,50 - Planta

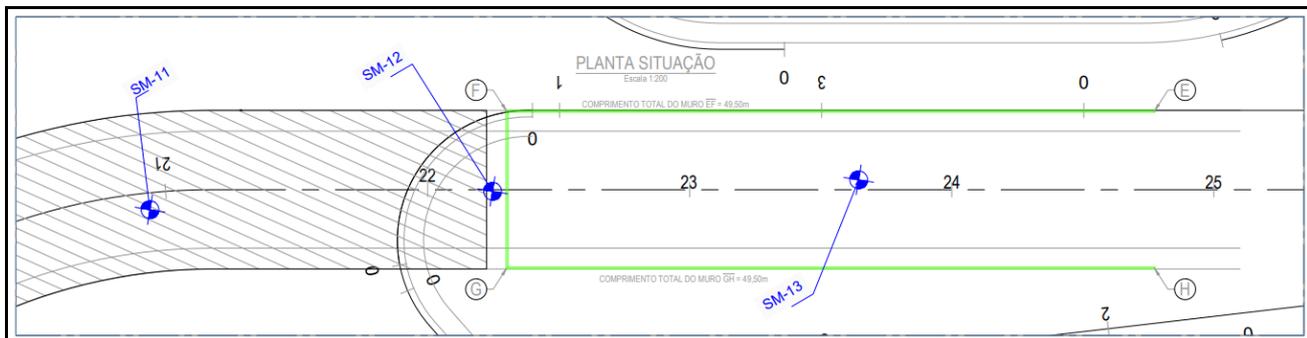


Figura 36 – Terra Armada, entre as estacas 22+6,00 a 24+15,50 - Planta

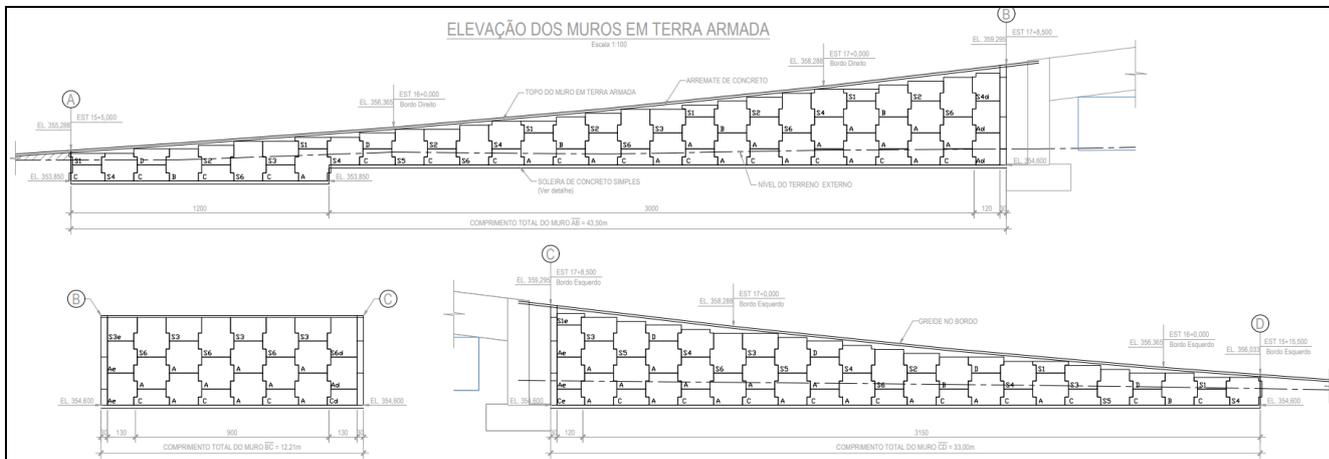


Figura 37 – Terra Armada, entre as estacas 15+5,00 a 17+8,50 - Perfil de Elevação

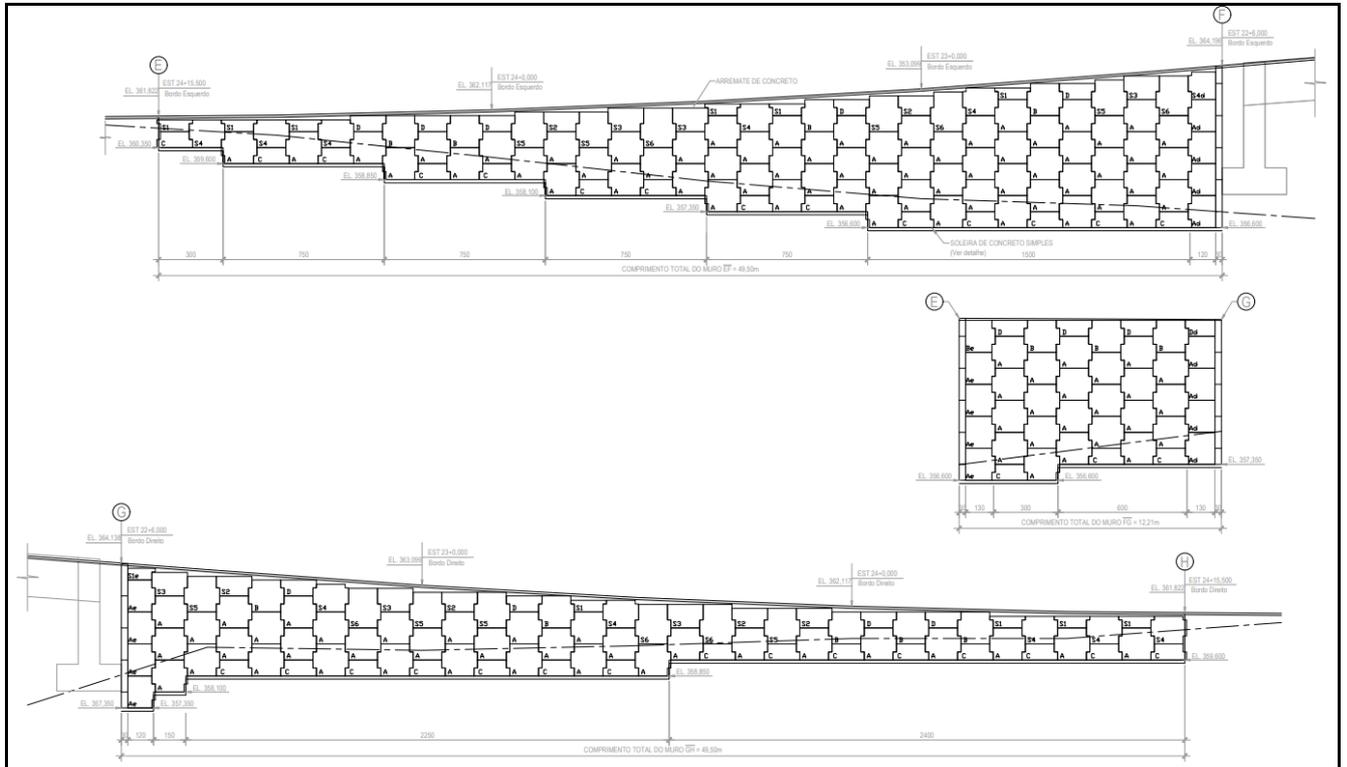


Figura 38 – Terra Armada, entre as estacas 22+6,00 a 24+15,50 – Perfil de Elevação

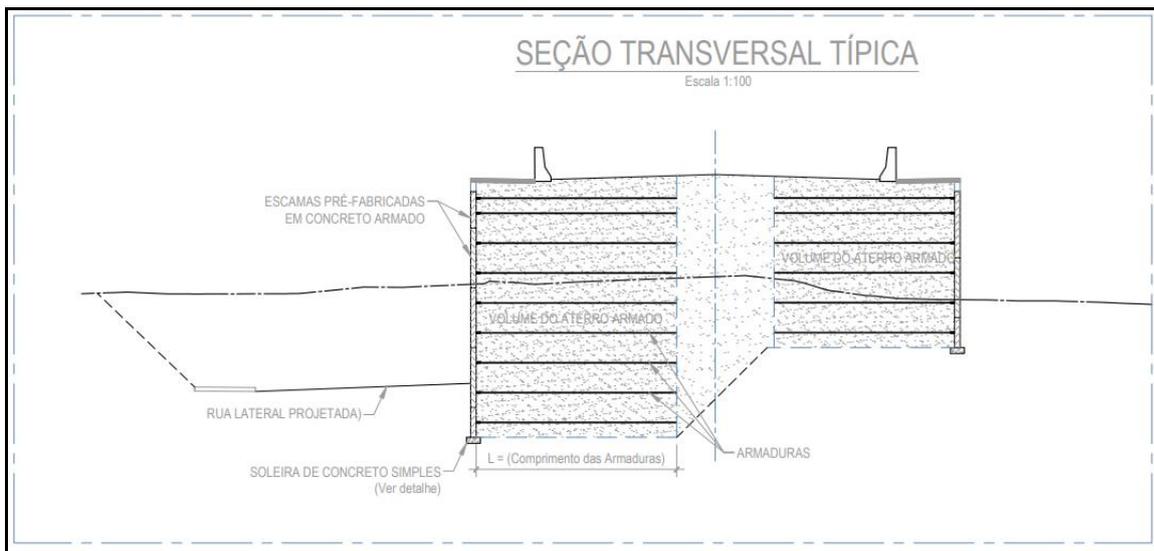


Figura 39 – Terra Armada – Seção Transversal Típica – Est. 22+10,00

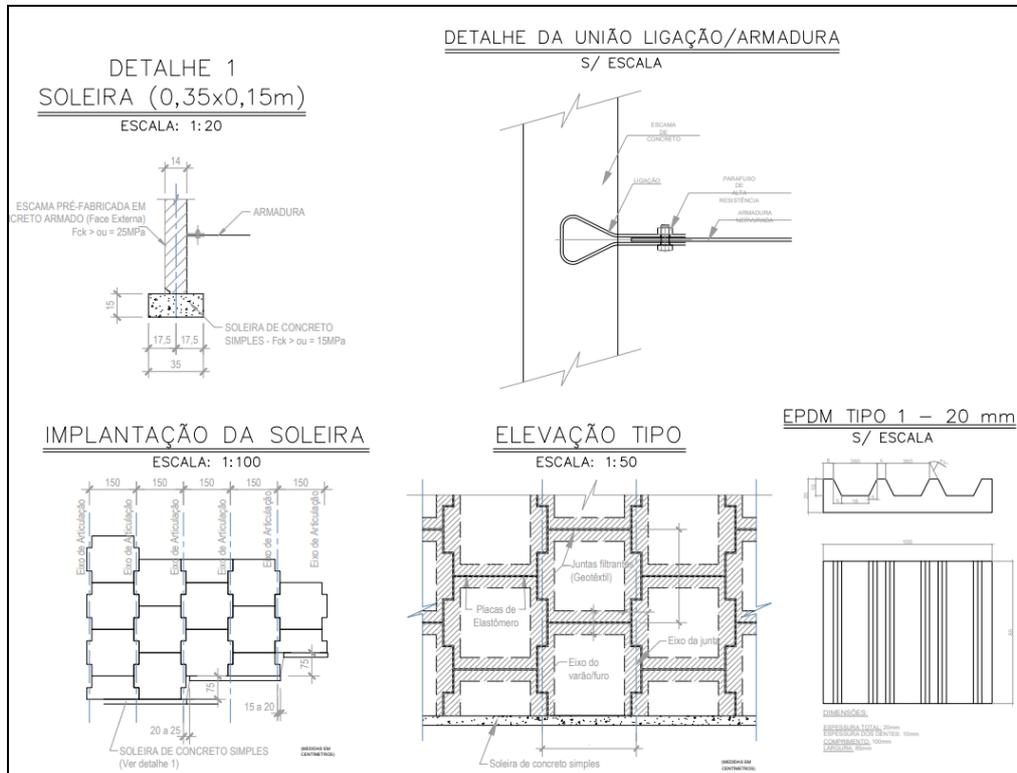


Figura 40 – Terra Armada – Detalhes básicos de execução

4.9.3 Pré-Dimensionamento – Terra Armada

O pré-dimensionamento foi realizado através dos parâmetros mínimos exigidos pela norma NBR9286/86, e que se baseia na experiência adquirida no cálculo de um grande número de obras, conforme apresentado abaixo.

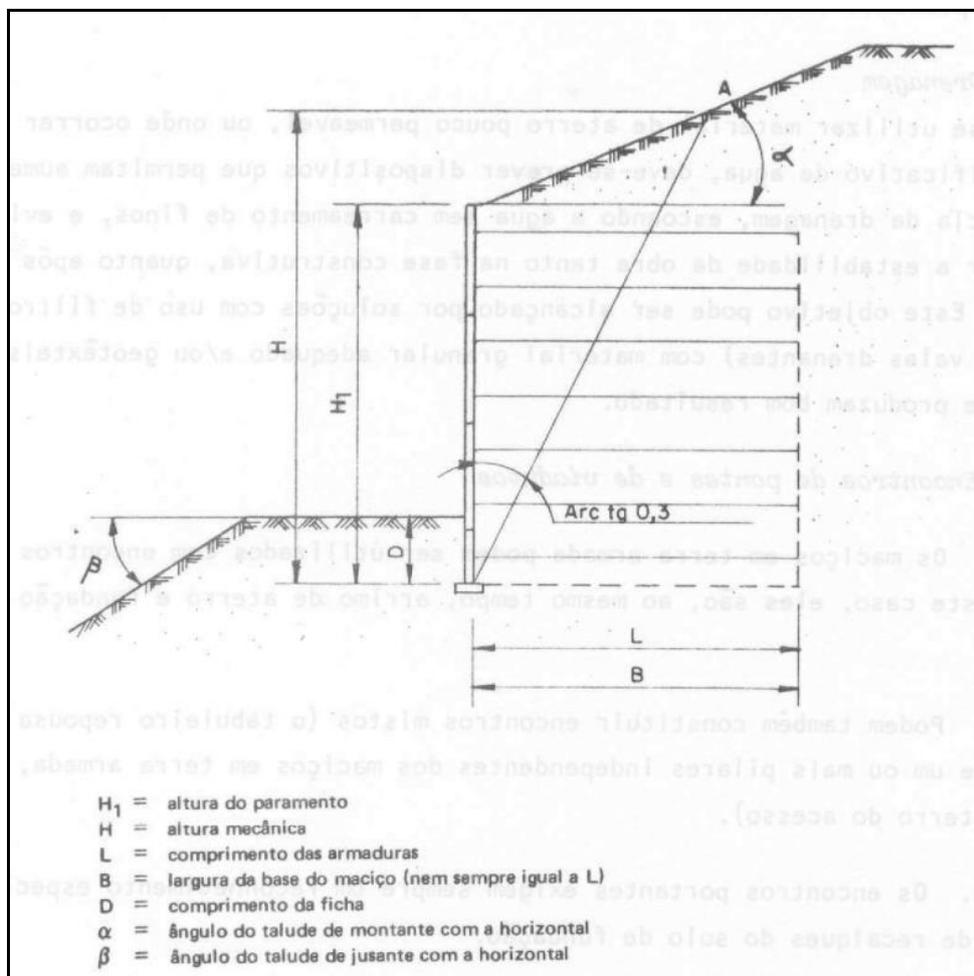


Figura 41 – Terra Armada – Notações utilizadas

3.0.3.1 Ficha

Em condições normais, quando não há evidência de outros riscos à estabilidade do solo de fundação, adota-se os seguintes critérios para comprimento das fichas (D):

- $D = 0,1H$, quando o terreno a jusante do maciço for horizontal;
- $D = 0,1H$ a $0,2H$, quando o terreno a jusante do maciço for inclinado;
- $D_{\text{mín.}} = 0,40\text{m}$;

O comprimento da ficha pode ser dispensado no caso do assentamento do maciço sobre rocha.

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 72/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

3.0.3.2 Disposições construtivas

Devem ser obedecidas as seguintes disposições construtivas:

- a) O paramento em escamas é colocado sobre uma soleira de concreto simples ($F_{ck} \Rightarrow 15\text{Mpa}$) que complementa a ficha;
- b) Quando os maciços em terra Armada são implantados sobre terrenos inclinados, deve-se deixar uma banquetá mínima de 1,0 metro junto ao paramento, conforme figura abaixo.

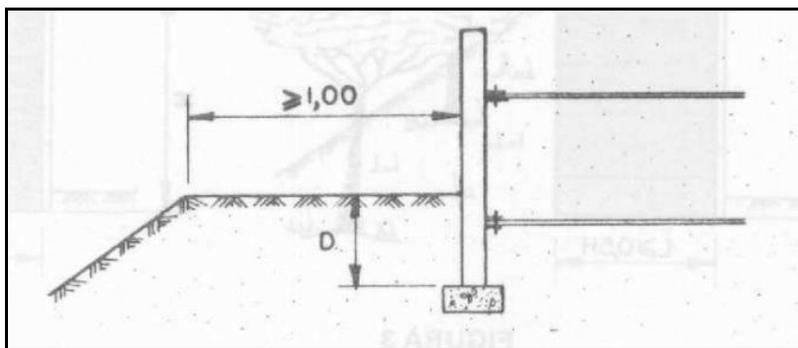


Figura 42 – Terra Armada – Disposição construtiva (Soleira)

3.0.3.3 Seções transversais

Para fins de pré-dimensionamento deve-se prever, para os maciços em terra armada, comprimento de armadura igual ou superior a $0,5H$ (Obras simples) e $0,7H$ (Obras especiais. Ex: encontro portantes e barragens).

Segue abaixo parâmetros mínimos de comprimento das armaduras que basearam o pré-dimensionamento deste trabalho.

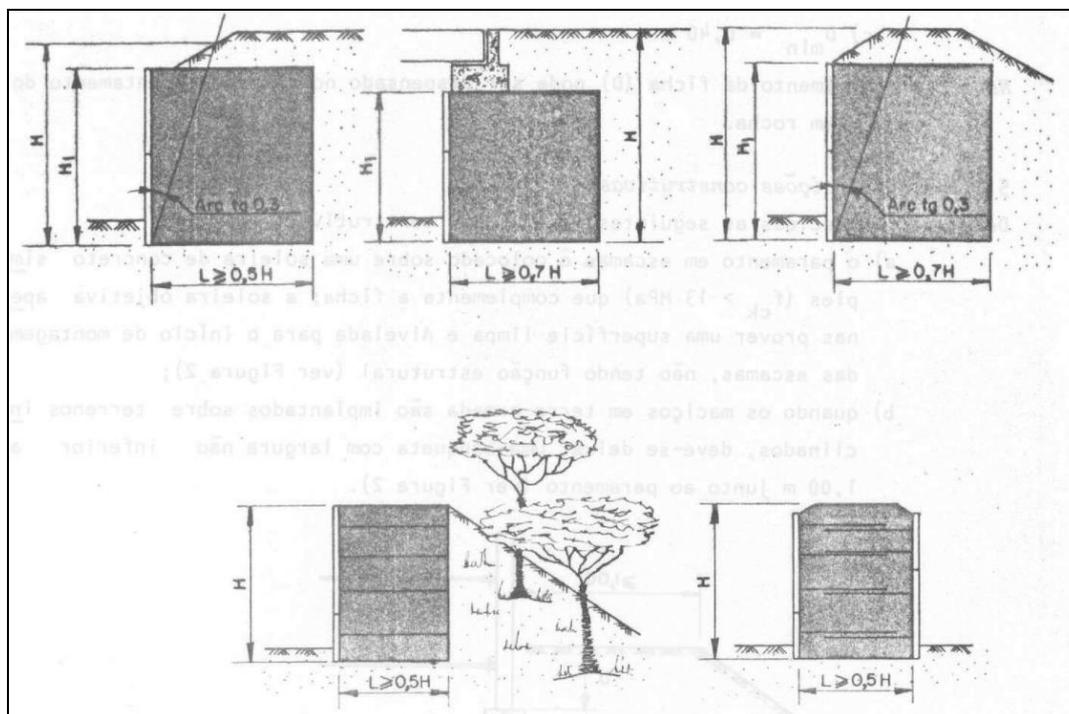


Figura 43 – Seções – Pré-dimensionamento dos comprimentos de Armaduras

Para encontros portantes deve-se atender também as duas condições abaixo.

- $L \geq 7m$
- $L \geq 0,6H + 2m$ (para valores de $H \geq 20m$)

4.9.4 Análise da estabilidade

A metodologia de análise do risco de ruptura do aterro foi feita a partir da avaliação do Fator de Segurança (FS), que visa a caracterizar o risco de ruptura. O FS é o valor numérico da relação estabelecida entre a resistência ao cisalhamento do solo e a resistência ao cisalhamento mobilizado, de tal modo que se possa garantir o equilíbrio dos esforços atuantes no talude.

As análises de estabilidade foram realizadas considerando-se os taludes como corpos bidimensionais, por meio do método do equilíbrio-limite. Assim, foram admitidos superfícies e planos circulares de ruptura, que fazem uso do critério de ruptura de Mohr-Coulomb em termos de tensões efetivas. Para realização das análises, foi utilizado *software* SLIDE v.6.0, da empresa canadense Rocscience Inc. Toronto, Ontário, Canadá.

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 74/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

4.9.5 Nível de Segurança

Para determinação do fator de segurança (FS) mínimo a ser adotado, foi seguida a recomendação da norma ABNT NBR 11682 Estabilidade de Encostas, na qual o fator de segurança mínimo é obtido através da avaliação do risco de perda de vidas humanas e danos materiais e ambientais.

Tabela 17 - Nível de Segurança Desejado Contra a Perda de Vidas Humanas

| Nível de Segurança | Critérios |
|--------------------|--|
| Alto | Áreas com intensa movimentação e permanência de pessoas, como edificações públicas, residenciais ou industriais, estádios, praças e demais locais, urbanos ou não, com possibilidade de elevada concentração de pessoas Ferrovias e rodovias de tráfego intenso |
| Médio | Áreas e edificações com movimentação e permanência restrita de pessoas Ferrovias e rodovias de tráfego moderado |
| Baixo | Áreas e edificações com movimentação e permanência eventual de pessoas Ferrovias e rodovias de tráfego reduzido |

(Fonte: ABNT 2009)

Tabela 18 – Nível de Segurança Desejado Contra Danos Materiais/Ambientais

| Nível de Segurança | Critérios |
|--------------------|---|
| Alto | Danos materiais: Locais próximos a propriedades de alto valor histórico, social ou patrimonial, obras de grande porte e áreas que afetem serviços essenciais Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais graves, tais como nas proximidades de oleodutos, barragens de rejeito e fábricas de produtos tóxicos |
| Médio | Danos materiais: Locais próximos a propriedades de valor moderado Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais moderados |
| Baixo | Danos materiais: Locais próximos a propriedades de valor reduzido Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais reduzidos |

(Fonte: ABNT 2009)

Da associação desses níveis de segurança apresentada, encontra-se o fator de segurança, como mostrado na próxima tabela.

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 75/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

Tabela 19 – Fatores de Segurança Mínimos para Deslizamentos (Fonte: ABNT, 2009)

| Nível de segurança contra danos a vidas humanas | Alto | Médio | Baixo |
|--|------|-------|-------|
| Nível de segurança contra danos materiais e ambientais | | | |
| Alto | 1,5 | 1,5 | 1,4 |
| Médio | 1,5 | 1,4 | 1,3 |
| Baixo | 1,4 | 1,3 | 1,2 |

Fazendo um cruzamento de dados dos níveis de segurança prescritos em norma, chega-se à conclusão de que o fator de segurança mínimo a considerar para o talude em questão é de **1,5**.

Esse fator de segurança justifica-se pelo maciço se encontrar em uma área edificada com moradias em área de risco.

4.9.6 Parâmetros Geotécnicos

Os parâmetros de resistência ao cisalhamento, coesão (c') e ângulo de atrito (ϕ'), assim como os pesos específicos (γ) dos materiais utilizados nas análises de estabilidade, foram embasados em dados de resistência do ensaio “SPT” das investigações geotécnicas efetuadas.

Para estimativa dos valores dos parâmetros geotécnicos apresentados, foram feitas correlações com base na tabela desenvolvida pela empresa GeoFast.

A tabela de correlações da GeoFast utilizada apresenta parâmetros mínimos, médios e máximos, a depender do conhecimento sobre o material e situações a serem estudadas. Para o estudo em questão foram adotados para as análises os parâmetros médios e mínimos.

Optou-se pela utilização dos parâmetros **mínimos** os valores de coesão, e médios os valores de ângulo de atrito, de acordo com o NSPT.

Foram avaliados todos os boletins adotando os parâmetros das sondagens SM-08 e SM-13, referente as seções críticas do empreendimento, conforme apresentado abaixo.



Logística S.A.



ENGENHARIA E CONSULTORIA

COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ

PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ
ENGENHARIA GERAL
RELATÓRIO TÉCNICO

Nº MRS
EI2204-LC-109-4-RT-A00-001
Nº JM SOUTO
JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001

PÁGINA
76/105
REV.
3

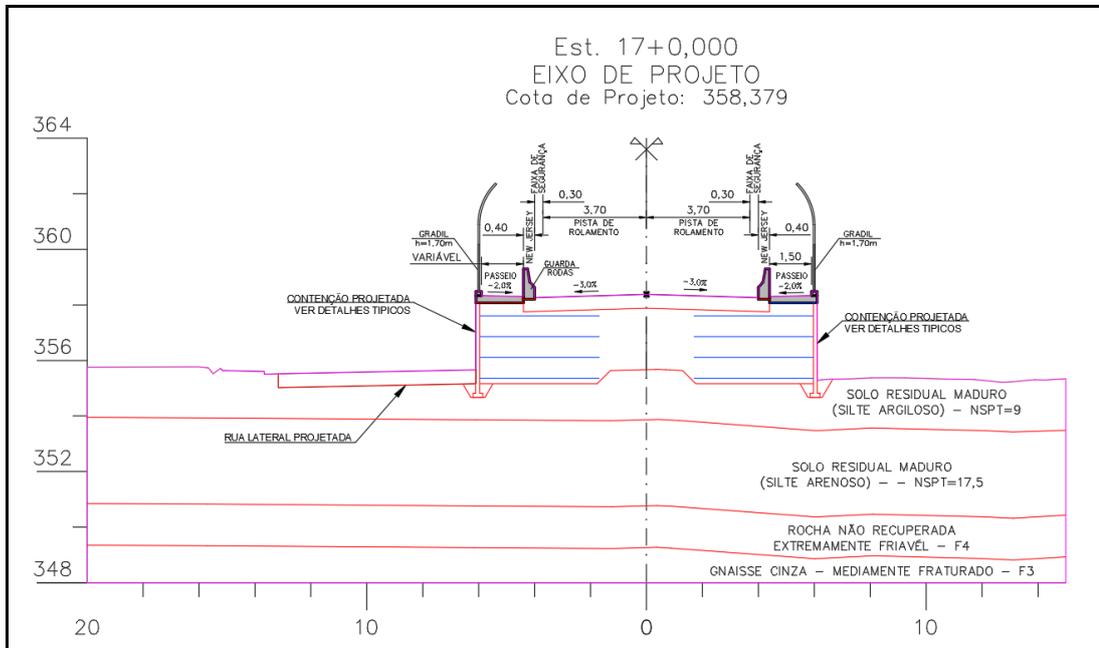


Figura 44 – Seções – Seção Geológica Crítica – Est. 17+0,00 (SM-08)

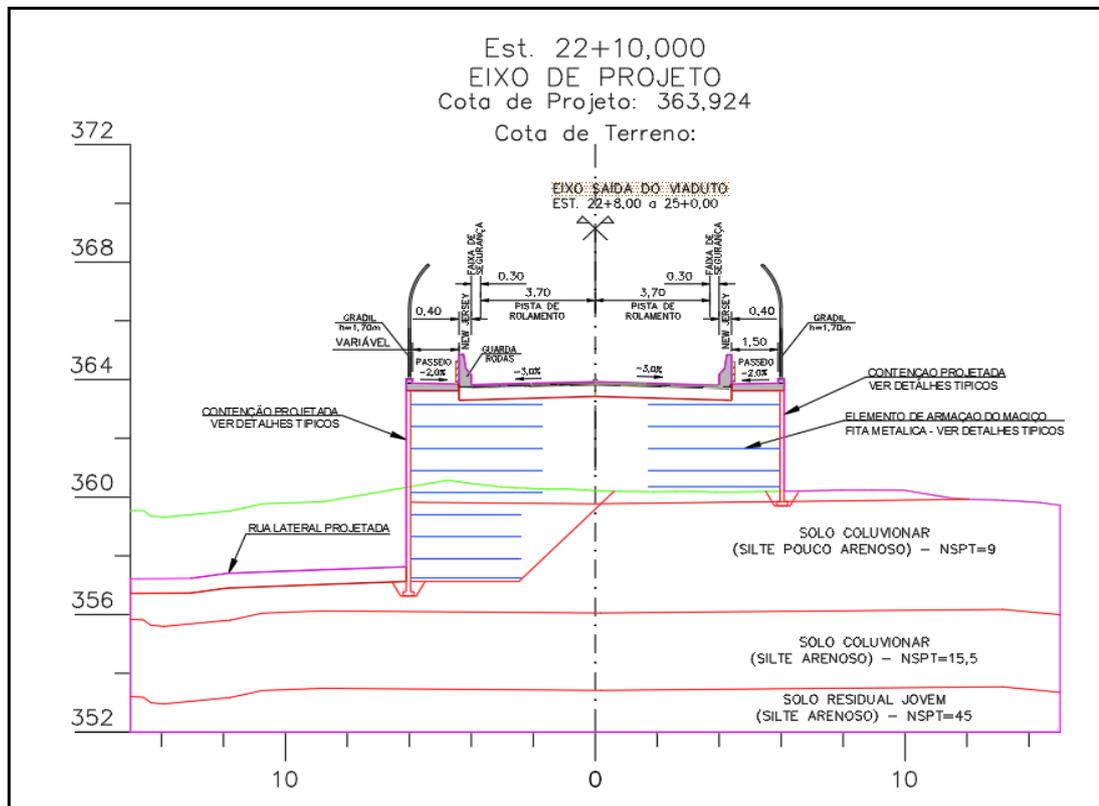


Figura 45 – Seção Geológica Crítica – Est. 22+10,00 (SM-13)

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|-------------------------|
|  MRS Logística S.A. |  JMSOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | | PÁGINA 77/105 |
| | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | | REV. 3 |

Para melhor apresentação dos parâmetros, segue o quadro resumo dos parâmetros adotados nas simulações.

Tabela 20 – Quadro resumo com os parâmetros de solos adotados nas análises de estabilidade – Est. 17+0,00 (SM-08)

| Material Name | Color | Unit Weight (kN/m ³) | Strength Type | Cohesion (kN/m ²) | Phi | Water Surface | Ru |
|---|---|----------------------------------|---------------|-------------------------------|-----|---------------|----|
| ATERRO_GRANULAR |  | 22 | Mohr-Coulomb | 2 | 30 | None | 0 |
| SOLO RESIDUAL MADURO - SILTE ARGILOSO |  | 18 | Mohr-Coulomb | 10 | 28 | None | 0 |
| SOLO RESIDUAL MADURO - SILTE ARENOSO |  | 20 | Mohr-Coulomb | 18 | 31 | None | 0 |
| ROCHA NÃO RECUPERADA - EXTREMAMENTE FRIAVÉL |  | 20 | Mohr-Coulomb | 5 | 20 | None | 0 |
| GNAISSE CINZA - MEDIAMENTE FRATURADO - F3 |  | 20 | Mohr-Coulomb | 20 | 35 | None | 0 |
| BASE_PAVIMENTO |  | 20 | Mohr-Coulomb | 20 | 35 | None | 0 |

Tabela 21 – Quadro resumo com os parâmetros de solos adotados nas análises de estabilidade – Est. 22+10,00 (SM-13)

| Material Name | Color | Unit Weight (kN/m ³) | Strength Type | Cohesion (kN/m ²) | Phi | Water Surface | Ru |
|--|---|----------------------------------|-------------------|-------------------------------|-----|---------------|----|
| ATERRO_GRANULAR |  | 20 | Mohr-Coulomb | 5 | 30 | None | 0 |
| SOLO RESIDUAL MADURO - SILTE ARGILOSO |  | 18 | Mohr-Coulomb | 10 | 28 | None | 0 |
| SOLO COLUVIONAR (SILTE POUCO ARENOSO) - NSPT=9 |  | 19 | Mohr-Coulomb | 9 | 30 | None | 0 |
| SOLO COLUVIONAR (SILTE ARENOSO) - NSPT=15,5 |  | 19 | Mohr-Coulomb | 15 | 33 | None | 0 |
| SOLO RESIDUAL JOVEM (SILTE ARENOSO) - NSPT=45 |  | 20 | Mohr-Coulomb | 22 | 35 | None | 0 |
| BASE_PAVIMENTO |  | 20 | Mohr-Coulomb | 20 | 35 | None | 0 |
| CONCRETO |  | 25 | Infinite strength | | | None | 0 |

4.9.7 Análises de Estabilidade – Solo Reforçado em Terra Armada

De acordo com a análise do fator de segurança requerido para obras desta natureza, o valor recomendado é de (FS_{mín}>1,5).

Desta forma procedeu-se o dimensionamento e análise do solo reforçado em terra armada, com utilização de reforço com armaduras (fitas metálicas nervuradas) flexíveis e paramento em escamas de concreto armado pré-fabricadas.

A partir dos parâmetros informados nos itens anteriores e modelo do terreno projetado, foram feitas as análises de estabilidade, segue abaixo o estudo de estabilidade realizado com base nas seções críticas de projeto.

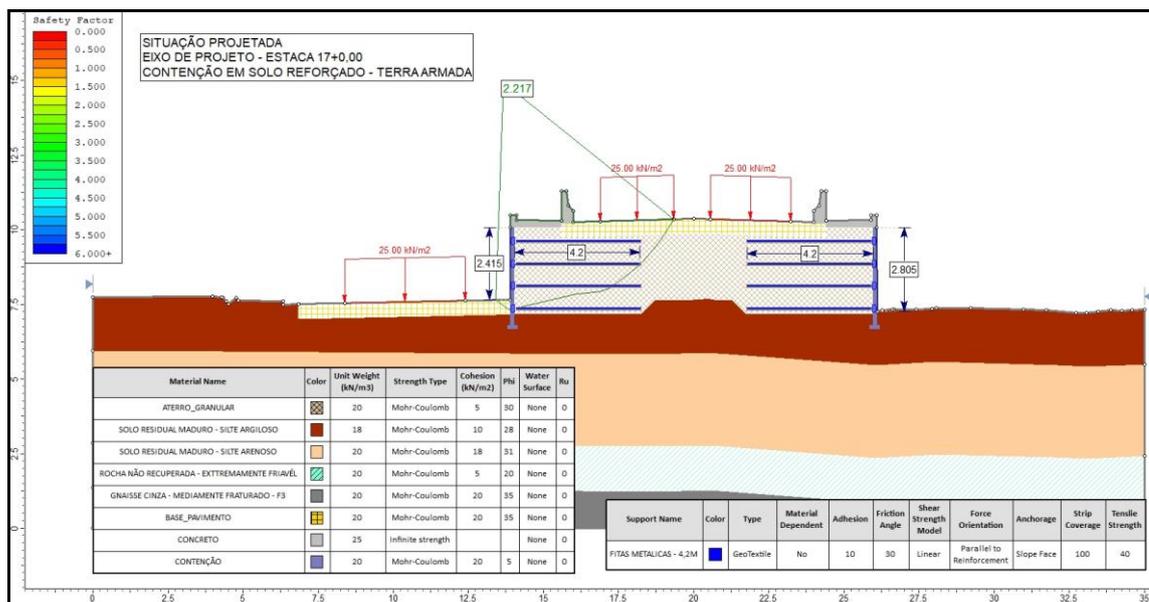


Figura 46 – Terra Armada projetada - Est. 17+0,00 – FS=2,22

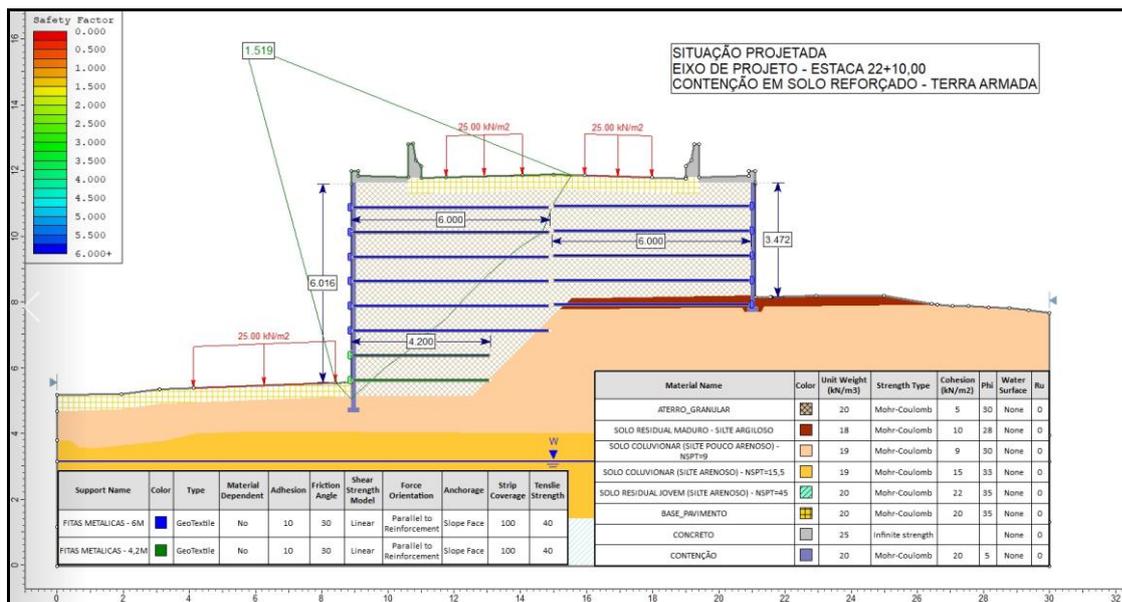


Figura 47 – Terra Armada projetada - Est. 22+10+0,00 – FS=1,52

Com base nas análises realizadas a partir das seções críticas e do pré-dimensionamento realizado, observou-se que o projeto atende ao fator mínimo de segurança requerido $F.S \geq 1,5$.

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 79/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

Para mais detalhes da contenção em Terra Armada, os documentos EI2204-LC-109-4-MC-H99-001 e EI2204-LC-109-4-DE-H00-001 devem ser analisados.

4.9.8 Contenção – Gabião

Os estudos geotécnicos basearam nas análises das sondagens fornecidas, através do documento “**RLT 233.2022 - SM - Ponte e Viaduto Barra do Piráí (RJ) – MRS**”, elaborado pela Geosondar em agosto de 2022. As sondagens executadas e utilizadas neste trabalho foram as sondagens mistas SM-06 a SM-13, conforme apresentado no documento citado acima.

Devido a proximidade do rio e necessidade de executar contenção/ALA para encabeçamento da ponte rodoviária, e devido a elevação do nível d’água na região, optou-se pela execução de uma obra de contenção em gabião de forma de assegurar um melhor aproveitamento do espaço no entorno e proteção da via projetada.

A utilização dessa solução de contenção é recomendada para situações em que, em função dos estudos geotécnicos e hidrológicos, seja indicada a utilização de estruturas monolíticas, flexíveis, permeáveis e com a possibilidade de integração com a vegetação circundante. Desta forma, atendendo todos os requisitos para ser indicada próximo ao rio, no encontro da ponte.

Neste sentido, foram adotadas a seguinte solução de contenção:

- Contenção em Gabião – ALA do encontro – E2 da ponte rodoviária projetada.

O tipo de solução adotada o local foi contenção em gabião. O gabião pode ser descrito como uma estrutura de contenção à gravidade, com elementos armados flexíveis (gaiolas de aço), a estrutura possui uma extensão total de 27,0 metros, e altura máxima de 3,50 metros, a largura de sua base é variável sendo de 2,0 e 3,0 metros, a base acompanha a altura da contenção, conforme projeto.

O processo de contenção em gabião utiliza, além do material do reaterro, elementos específicos deste tipo de estrutura, que são:

- Elementos metálicos flexíveis / gaiolas metálicas – conforme projeto;
- Material pétreo (pedras de mão) com diâmetro máximo de 25cm para preenchimento das gaiolas;
- Acessórios complementares.

Segue abaixo imagens da implantação da contenção/alas em gabião para encabeçamento da ponte rodoviária projetada, segue abaixo a vista em planta e perfil.

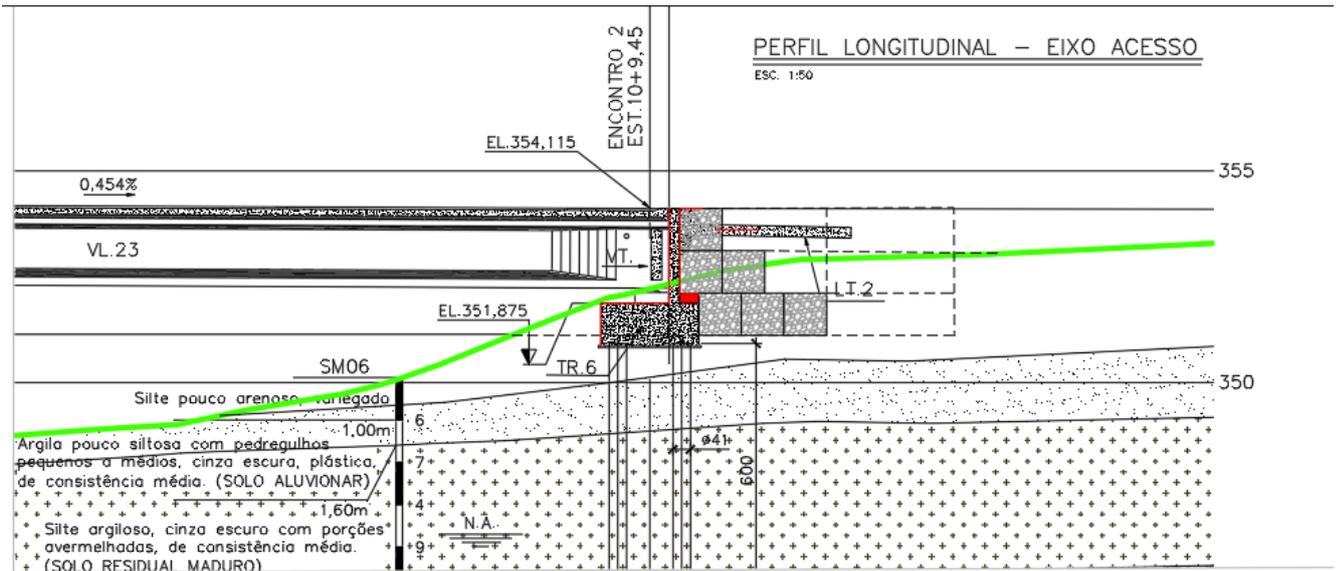


Figura 48 – Contenção em Gabião – Planta e Perfil Longitudinal

Segue abaixo a vista frontal da contenção, bem como os pontos de inflexão.

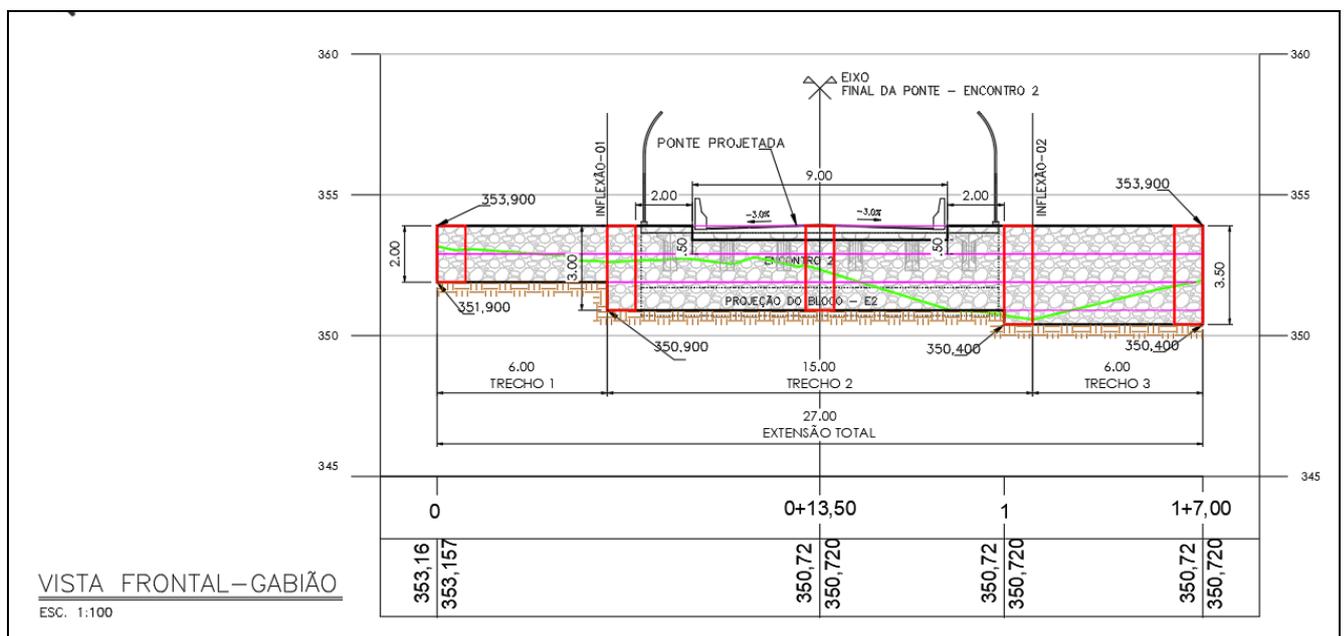


Figura 49 – Gabião – Vista Frontal

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 81/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

Segue abaixo os detalhes típicos de implantação da estrutura de contenção em gabião.

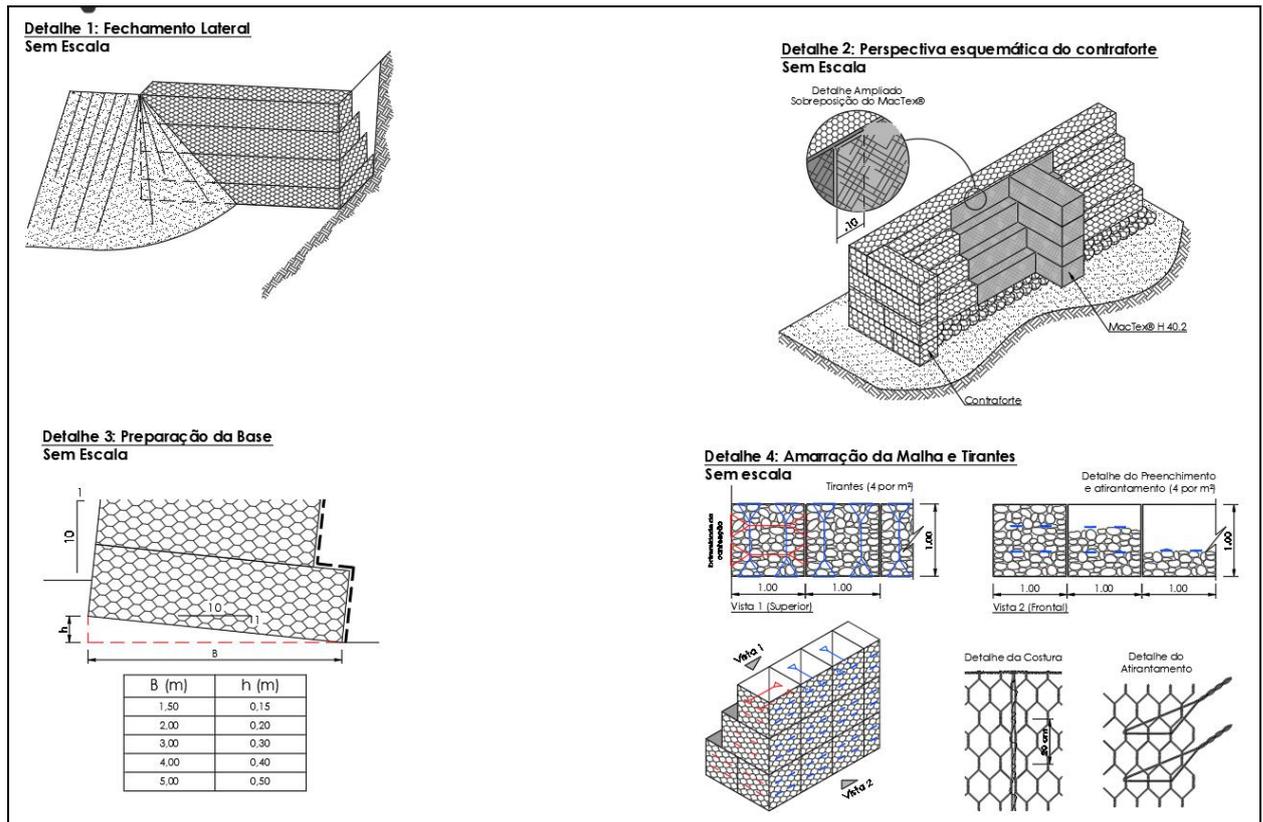


Figura 50 - Croqui esquemático de implantação dos gabiões

4.9.9 Dimensionamento das Contenções em Gabião

O gabião pode ser descrito como uma estrutura de contenção à gravidade, com elementos armados flexíveis (gaiolas de aço), seu dimensionamento foi realizado através do software livre da Macaferri, considerando o modelo proposto em projeto.

4.9.10 Análise de Estabilidade

A metodologia de análise do risco de ruptura do aterro foi feita a partir da avaliação do Fator de Segurança (FS), que visa a caracterizar o risco de ruptura. O FS é o valor numérico da relação estabelecida entre a resistência ao cisalhamento do solo e a resistência ao cisalhamento mobilizado, de tal modo que se possa garantir o equilíbrio dos esforços atuantes no talude.

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|--|
|  MRS Logística S.A. |  JMSOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 82/105 | |
| | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 | |

As análises de estabilidade foram realizadas considerando-se os taludes como corpos bidimensionais, por meio do método do equilíbrio-limite. Assim, foram admitidos superfícies e planos circulares de ruptura, que fazem uso do critério de ruptura de Mohr-Coulomb em termos de tensões efetivas. Para realização das análises, foi utilizado *software* GAWAC WIN, da empresa MACAFERRI DO BRASIL.

4.9.11 Nível de Segurança

Para determinação do fator de segurança (FS) mínimo a ser adotado, foi seguida a recomendação da norma ABNT NBR 11682 Estabilidade de Encostas, na qual o fator de segurança mínimo é obtido através da avaliação do risco de perda de vidas humanas e danos materiais e ambientais.

Tabela 22 - Nível de Segurança Desejado Contra a Perda de Vidas Humanas
(Fonte: ABNT 2009)

| Nível de Segurança | Critérios |
|--------------------|--|
| Alto | Áreas com intensa movimentação e permanência de pessoas, como edificações públicas, residenciais ou industriais, estádios, praças e demais locais, urbanos ou não, com possibilidade de elevada concentração de pessoas Ferrovias e rodovias de tráfego intenso |
| Médio | Áreas e edificações com movimentação e permanência restrita de pessoas Ferrovias e rodovias de tráfego moderado |
| Baixo | Áreas e edificações com movimentação e permanência eventual de pessoas Ferrovias e rodovias de tráfego reduzido |

Tabela 23 – Nível de Segurança Desejado Contra Danos Materiais/Ambientais
(Fonte: ABNT, 2009)

| Nível de Segurança | Critérios |
|--------------------|---|
| Alto | Danos materiais: Locais próximos a propriedades de alto valor histórico, social ou patrimonial, obras de grande porte e áreas que afetem serviços essenciais Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais graves, tais como nas proximidades de oleodutos, barragens de rejeito e fábricas de produtos tóxicos |
| Médio | Danos materiais: Locais próximos a propriedades de valor moderado Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais moderados |
| Baixo | Danos materiais: Locais próximos a propriedades de valor reduzido Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais reduzidos |

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 83/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

Da associação desses níveis de segurança apresentada, encontra-se o fator de segurança, como mostrado na próxima tabela.

Tabela 24 – Fatores de Segurança Mínimos para Deslizamentos (Fonte: ABNT, 2009)

| Nível de segurança contra danos a vidas humanas Nível de segurança contra danos materiais e ambientais | Alto | Médio | Baixo |
|---|------|-------|-------|
| Alto | 1,5 | 1,5 | 1,4 |
| Médio | 1,5 | 1,4 | 1,3 |
| Baixo | 1,4 | 1,3 | 1,2 |

Fazendo um cruzamento de dados dos níveis de segurança prescritos em norma, chega-se à conclusão que o fator de segurança mínimo a considerar para o talude em questão é de **1,5**.

Esse fator de segurança justifica-se pelo maciço se encontrar em uma área edificada com moradias em área de risco.

4.9.12 Parâmetros Geotécnicos

Os parâmetros de resistência ao cisalhamento, coesão (c') e ângulo de atrito (ϕ'), assim como os pesos específicos (γ) dos materiais utilizados nas análises de estabilidade, foram embasados em dados de resistência do ensaio “SPT” das investigações geotécnicas efetuadas.

Para estimativa dos valores dos parâmetros geotécnicos apresentados, foram feitas correlações com base na tabela desenvolvida pela empresa GeoFast.

A tabela de correlações da GeoFast utilizada apresenta parâmetros mínimos, médios e máximos, a depender do conhecimento sobre o material e situações a serem estudadas. Para o estudo em questão foram adotados para as análises os parâmetros médios e mínimos.

Optou-se pela utilização dos parâmetros **mínimos** os valores de coesão, e médios os valores de ângulo de atrito, de acordo com o NSPT.

Foram avaliados todos os boletins adotando os parâmetros das sondagens SM-06 e SM-07, referente a seção crítica do empreendimento, conforme apresentado abaixo.



Logística S.A.

JMSOUTO
 ENGENHARIA E CONSULTORIA

**COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO
 PIRAÍ**
**PROJETO DETALHADO
 COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ
 ENGENHARIA GERAL
 RELATÓRIO TÉCNICO**

 Nº MRS
 EI2204-LC-109-4-RT-A00-001
 Nº JM SOUTO
 JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001

 PÁGINA
 84/105
 REV.
 3

4.9.13 Análises de Estabilidade – Dados de Entrada

| Dados sobre o muro | | | | | |
|---|-------|--|--|--|--|
| Inclinação do muro [°] | 10.00 | | | | |
| Peso específico da pedra [kN/m ³] | 26.00 | | | | |
| Porosidade dos gabiões [%] | 40.00 | | | | |
| Geotêxtil no terrapleno | Sim | | | | |
| Redução do atrito [%] | 5.00 | | | | |
| Geotêxtil sob a base | Sim | | | | |
| Redução do atrito [%] | 5.00 | | | | |

| Dados sobre o terrapleno | | | | | |
|--|-------|--|--|--|--|
| Inclinação do 1º trecho [°] | 30.00 | | | | |
| Comprimento do 1º trecho [m] | 1.00 | | | | |
| Inclinação do 2º trecho [°] | 0.00 | | | | |
| Peso específico do solo [kN/m ³] | 18.00 | | | | |
| Ângulo de atrito do solo [°] | 32.00 | | | | |
| Coesão do solo [kN/m ²] | 12.00 | | | | |

| Layer | Altura inicial [m] | Inclinação deg | Peso específico [kN/m ³] | Coesão [kN/m ²] | Ângulo de atrito [deg] |
|-------|--------------------|----------------|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| 1 | -0.40 | 60.00 | 19.00 | 12.00 | 30.00 |

| Dados sobre a fundação | |
|---|-------|
| Altura da superfície superior [m] | 0.50 |
| Comprimento inicial [m] | 10.00 |
| Inclinação [°] | 25.00 |
| Peso específico do solo [kN/m ³] | 17.00 |
| Ângulo de atrito do solo [°] | 29.00 |
| Coesão do solo [kN/m ²] | 8.00 |
| Pressão admissível na fundação [kN/m ²] | |
| Altura do nível d'água [m] | 0.30 |

| Camada | Prof. [m] | Peso específico [kN/m ³] | Coesão [kN/m ²] | Ângulo de atrito [deg] |
|--------|-----------|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| 1 | 3.00 | 18.00 | 15.00 | 30.00 |

| Dados sobre as cargas | | | |
|---|-----------------------|----|-------|
| Cargas distribuídas sobre o terrapleno | | | |
| Primeiro trecho [kN/m ²] | Variável Desfavorável | q1 | |
| Segundo trecho [kN/m ²] | Variável Desfavorável | q2 | 25.00 |
| Cargas distribuídas sobre o muro | | | |
| Carga [kN/m ²] | Variável Favorável | | |
| Linhas de carga sobre o terrapleno | | | |
| Carga 1 [kN/m] | Variável Desfavorável | | |
| Dist. ao topo do muro [m] | | | |
| Carga 2 [kN/m] | Variável Desfavorável | | |
| Dist. ao topo do muro [m] | | | |
| Carga 3 [kN/m] | Variável Desfavorável | | |
| Dist. ao topo do muro [m] | | | |
| Linha de carga sobre o muro | | | |
| Carga [kN/m] | Variável Favorável | | |
| Dist. ao topo do muro [m] | | | |

| Dados sobre a superfície freática | |
|--|------|
| Altura inicial[m] | 0.00 |
| Inclinação do 1º trecho [°] | 0.00 |
| Comprimento do 1º trecho [m] | 0.00 |
| Inclinação do 2º trecho [°] | 0.00 |
| Comprimento do 2º trecho [m] | 0.00 |

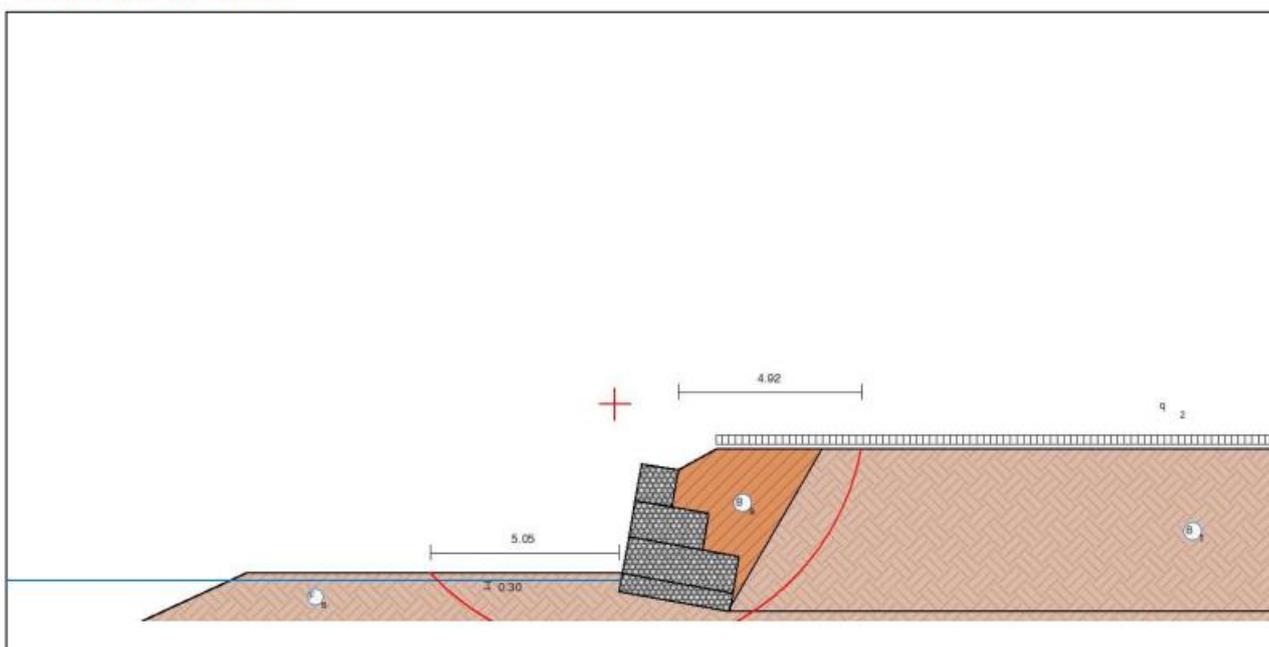
| Dados sobre as ações sísmicas | |
|---------------------------------------|--|
| Coefficiente de aceleração horizontal | |
| Coefficiente de aceleração vertical | |

| Produto | |
|----------------|---------------------|
| Ambiente | Baixa Agressividade |

| Mesh | GSC 0.5 | GSC 1.0 |
|------------------------|----------------|----------------|
| Gabion POLIMAC™ 80/410 | 820 | 410 |
| | | |
| | | |

4.9.14 Análises de Estabilidade – Resultados das Análises

ELU Estado Limite Último Geometria do Muro



Resultados das Análises

Empuxos Ativo e Passivo

| | |
|--------------------------------------|--------|
| Empuxo Ativo [kN/m] | 109.73 |
| Ponto de apl. ref. ao eixo X [m] | 2.46 |
| Ponto de apl. ref. ao eixo Y [m] | 0.85 |
| Direção do empuxo ref. ao eixo X [°] | 50.14 |
| Empuxo Passivo [kN/m] | 19.71 |
| Ponto de apl. ref. ao eixo X [m] | 0.03 |
| Ponto de apl. ref. ao eixo Y [m] | 0.19 |
| Direção do empuxo ref. ao eixo X [°] | 0.00 |

Deslizamento

| | |
|------------------------------------|--------|
| Força normal sob a base [kN/m] | 193.39 |
| Ponto de apl. ref. ao eixo X [m] | 1.45 |
| Ponto de apl. ref. ao eixo Y [m] | -0.26 |
| Força atuante tangencial [kN/m] | 54.62 |
| Força resistente tangencial [kN/m] | 154.77 |
| Deslizamento | 2.83 |

Tombamento

| | |
|-------------------------------|--------|
| Momento Atuante [kN/m x m] | 78.25 |
| Momento Resistente [kN/m x m] | 340.66 |
| Tombamento | 4.35 |

Tensões Atuantes na Fundação

| | |
|---|--------|
| Excentricidade | 0.05 |
| Tensão normal na borda externa [kN/m ²] | 73.80 |
| Tensão normal na borda interna [kN/m ²] | 59.68 |
| Tensão última da fundação [kN/m ²] | 621.30 |
| Tensão na Base esq. | 8.42 |
| Tensão na Base dir. | 10.41 |

Estabilidade Global | Bishop

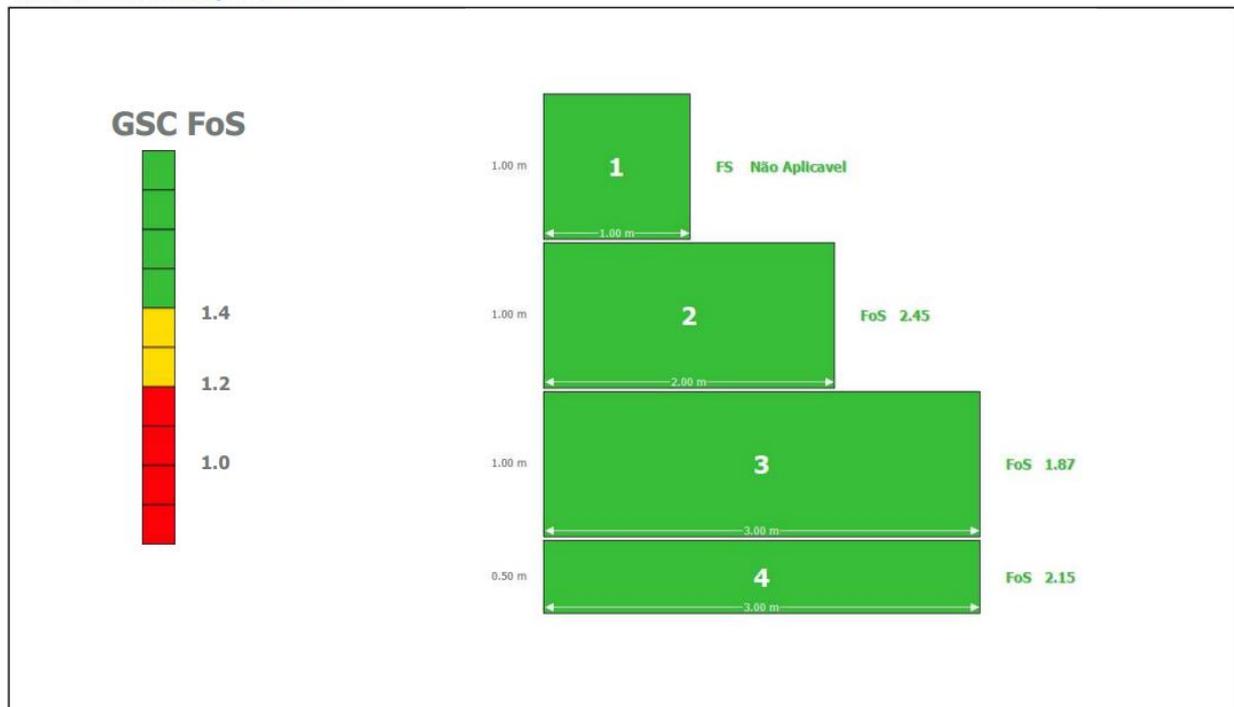
| | |
|-----------------------------------|-------|
| Centro do arco ref. ao eixo X [m] | -0.11 |
| Centro do arco ref. ao eixo Y [m] | 5.06 |
| Global | 1.60 |

| | | | |
|---|---|--|---|
|  MRS Logística S.A. |  JMSOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ | |
| | | PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

4.9.15 ELS – Estado Limite de Serviço

ELS Estado Limite de Serviço

Gabion Serviceability Coefficient



4.9.16 ELU – Estado Limite Último

| ELU Estado Limite Último | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----------------|----------|---------------------|--------------|---------------------|----------------------|--------------|------------------------|------------------------|--------------|
| <i>Externa</i> | | | | | | | | | <i>Global</i> | |
| Tombamento | Deslizamento | | Tensão na Base esq. | | Tensão na Base dir. | | Global | | | |
| FoS 4.35 | FoS 2.83 | | FoS 8.42 | | FoS 10.41 | | | | FoS 1.60 | |
| <i>Interna</i> | | | | | | | | | | |
| Camada | H [m] | N [kN/m] | T [kN/m] | M [kN/m x m] | τ_{Max} [kN/m] | τ_{All} [kN/m²] | τ FoS | σ_{Max} [kN/m²] | σ_{All} [kN/m²] | σ FoS |
| 1 | 0.98 | 15.36 | -2.71 | 9.04 | -2.71 | 29.58 | 10.92 | 13.06 | 485.79 | 37.20 |
| 2 | 2.14 | 66.36 | 5.06 | 68.07 | 2.53 | 47.40 | 18.74 | 32.35 | 485.79 | 15.02 |
| 3 | 3.30 | 182.02 | 27.39 | 286.17 | 9.13 | 74.89 | 8.20 | 57.89 | 485.79 | 8.39 |

Para mais informações sobre a contenção em gabião, os documentos EI2204-LC-109-4-MC-H99-002 e EI2204-LC-109-4-DE-H00-002 devem ser analisados.

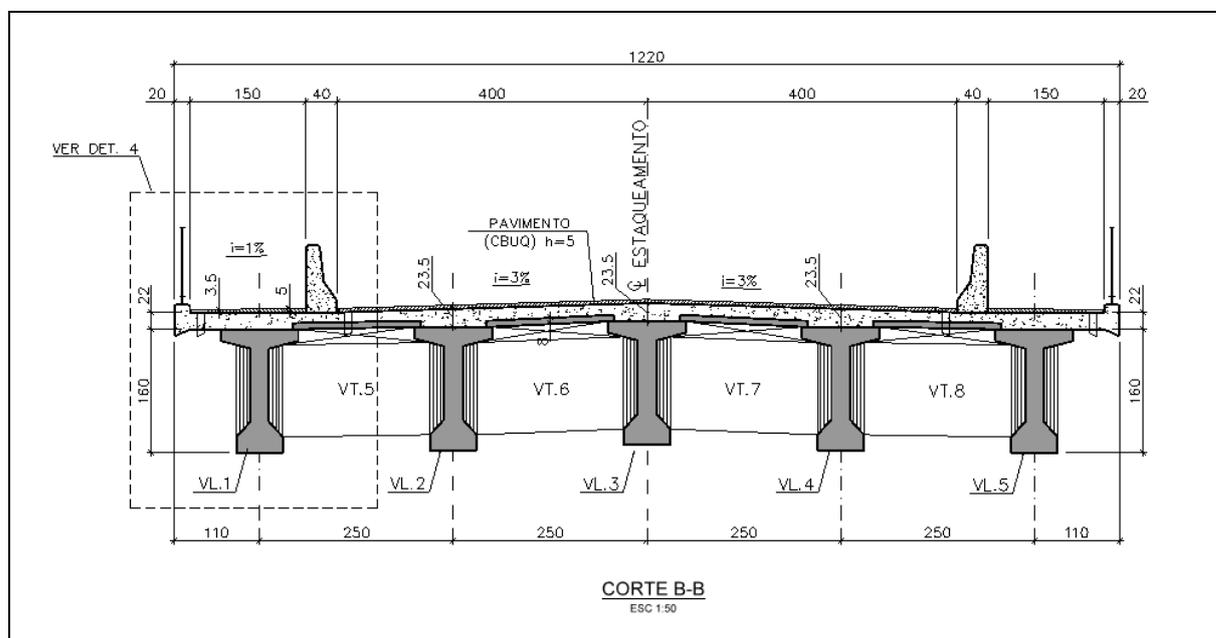


Figura 52– Seção transversal típica

A distribuição dos esforços entre cada um dos elementos que compõe a superestrutura e a sua interação com os demais elementos que compõe a ponte se dá de forma mais complexa. Salienta-se também, que a interação solo-estrutura não é algo que se possa quantificar analiticamente sem uso de equações diferenciais com razoável nível de complexidade. Frente a esta conjuntura, a determinação dos esforços solicitantes em cada elemento da estrutura foi feita por meio de modelos numéricos.

A transferência de carga da superestrutura para a mesoestrutura foi feita por intermédio de um elemento que simula o aparelho de apoio.

A interface da estrutura com o solo foi modelada com o uso de molas elásticas, fisicamente não lineares (distinção entre o comportamento a compressão e tração) e cujas rijezas foram calculadas com base nas propriedades do solo.

Para a Memória de Cálculo da Ponte ver documento EI2204-LC-109-4-MC-J00-001.

4.10.2 Viaduto

A intervenção é constituída de 4 (cinco) vão, sendo os dois vão de extremidade isostáticos com comprimentos de 31,20 m e 22,20 m respectivamente e os vãos centrais contínuos com comprimento de 20,8 m e 20,7 m, totalizando 94,90 metros de extensão. A seção transversal do tabuleiro possui 12,20 m de largura e é composto de 5 vigas em concreto protendido nos trechos isostáticos e 5 vigas metálicas no trecho contínuo, que por sua vez, sustentam uma laje em concreto armado com 0,22 m de espessura.

Serão adotadas vigas denominadas transversinas, ligando as longarinas transversalmente, na região dos apoios das mesmas e em pontos intermediários das estruturas metálicas. O

apoio das longarinas nas vigas travessas se dará sobre aparelhos de apoio em neoprenes fretados com chapas de aço.

A infraestrutura da O.A.E. será definida por blocos de fundação sobre estacas raízes, solução definida após análise dos boletins de sondagem e os devidos estudos de capacidade de carga e interação estaca-solo.

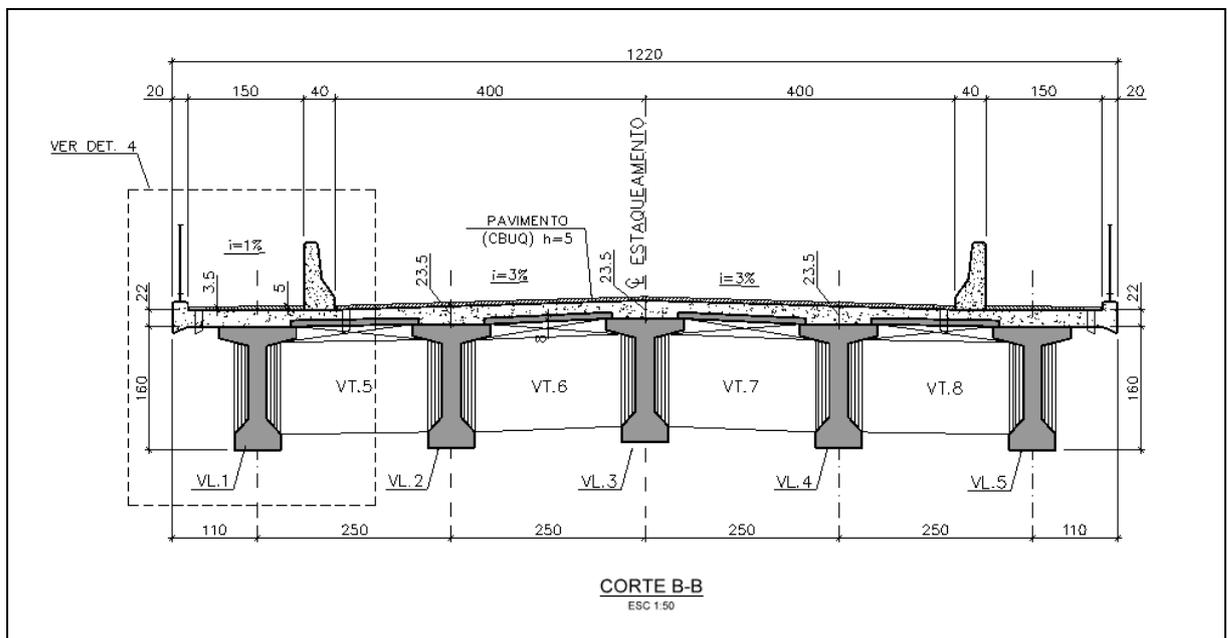


Figura 53– Seção transversal típica no trecho isostático (vigas pré-moldadas)

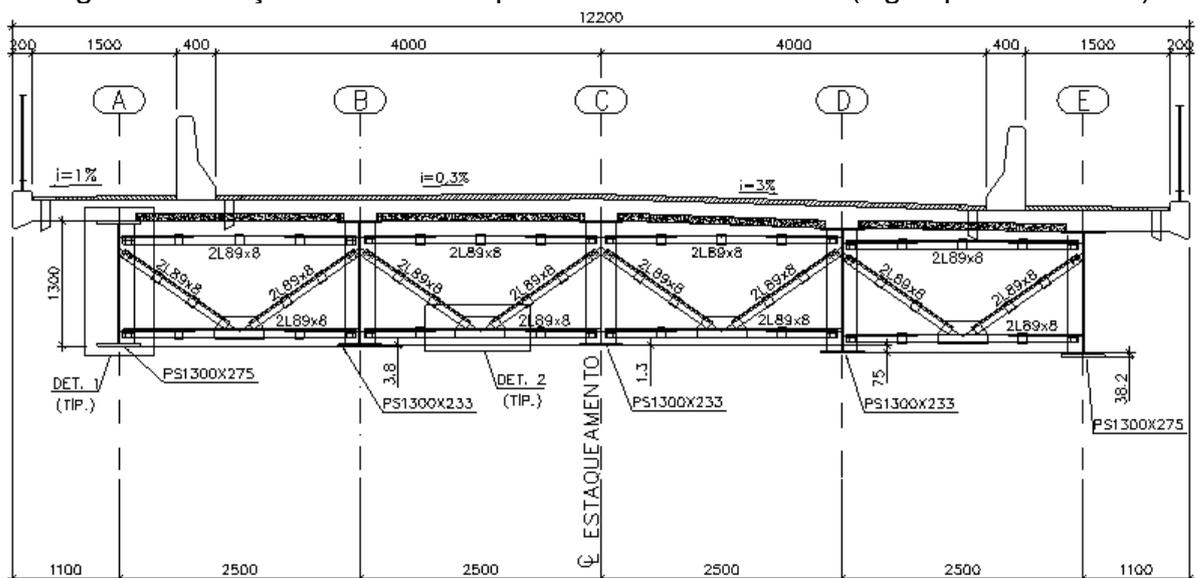


Figura 54 – Seção transversal típica no trecho contínuo (vigas metálicas)

Para a Memória de Cálculo do Viaduto ver documento EI2204-LC-109-4-MC-J00-001.

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 90/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

Guarda-corpo

Serão executados guarda-corpos ao longo de toda a extensão da ponte, em ambos as laterais, constituído de um gradil metálico de acordo com o projeto, fornecendo assim maior segurança e proteção aos seus usuários.

Guarda rodas

Adotado o tipo New Jersey, deverão ser executados conforme projeto, em ambos os lados da ponte e o viaduto, devendo ser observados os espaçamentos dos tabuleiros.

4.11 DESAPROPRIAÇÃO

Para a elaboração do projeto de desapropriação da Ponte e o viaduto na cidade de Barra do Piraí foi considerada a área de influência do projeto realizado, desde a implantação da obra de arte especial até as cristas e pés dos taludes projetados, informações que são apresentadas no documento EI2204-LC-109-4-DE-E00-001.

Para a implantação da ponte e o viaduto, o projeto prevê a necessidade de desapropriação de dez edificações com área total de 10.245,032m².



Figura 55 – Edificações a desapropriar

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 91/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

O projeto é apresentado na planta de desapropriação.

4.12 PAISAGISMO E ARQUITETURA

4.12.1 Introdução

Esse item tem por objetivo apresentar o Memorial Descritivo do Projeto Paisagístico e do Projeto de Arquitetura para construção do Complexo Viário Barra do Piraí – Barra do Piraí/ RJ para a MRS.

As intervenções paisagísticas e urbanísticas foram pensadas no conforto, na beleza e no bem estar e na acessibilidade da população que frequentará o Complexo Viário.

No projeto foram projetados três praças, com mobiliários urbanos como bancos e lixeiras. Em uma das praças possui duas escadas, seguindo as normas da ABNT NBR 9050. Os pisos tátil foram implantados, seguindo norma ABNT NBR 1637 e calçada rebaixada e faixas de travessias de pedestres seguindo a norma ABNT NBR 9550.

Os documentos relacionados abaixo foram utilizados na elaboração deste documento ou contêm instruções e procedimentos aplicáveis a ele. Devem ser utilizados na sua revisão mais recente.

- EI2204-LC-109-4-DE-B00-001 – Arquitetura
- EI2204-LC-109-4-PP-B09-001 - Paisagismo e Tratamento Lindeiro;
- EI2204-LC-109-4-DE-A07-001 – Estudo de Traçado;
- EI2204-LC-109-4-DE-F00-001 – Projeto Geométrico;

4.12.2 Arborização

A arborização é a atividade de plantio de mudas segundo projeto específico que define as espécies a serem utilizadas de acordo com o projeto.

As espécies escolhidas são típicas do Rio de Janeiro utilizando critérios de variabilidade de cores e tamanho foram preponderantes para escolha das espécies

A tabela 01 a seguir mostra as espécies arbóreas utilizadas no projeto:

| | | | |
|---|---|--|---|
|  MRS Logística S.A. |  JMSOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ | |
| | | PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

Tabela 25 – Espécies arbóreas utilizadas no projeto.

| No. | Nome Popular | Nome Científico | Porte | Quantidade |
|-----|-------------------|-----------------------------|----------------|----------------------|
| A1 | Ipê Amarelo | <i>Handroanthus albus</i> | Grande 15-20m | 8 |
| A2 | Aroreira Salsa | <i>Shinus molle</i> | Pequeno 8-10m | 6 |
| A3 | Manacá da Serra | <i>Tibouchina Mutabilis</i> | Pequeno 2.5-5m | 8 |
| A4 | Quaresmeira | <i>Tibouchina granulosa</i> | Grande 8-12m | 8 |
| A5 | Jacarandá | <i>Jcarandá mimosifolia</i> | Médio 15m | 5 |
| A6 | Eugênia | <i>Eugenia sprengelii</i> | Pequeno 4m | 3 |
| A7 | Pau Fresco | <i>Libidibia ferra</i> | Grande 28-30m | 5 |
| A8 | Palmeira Imperial | <i>Roystonea oleracea</i> | Grande 18-40m | 8 |
| A9 | Gramma Esmeralda | <i>Zoysia japonica</i> | - | 464,16m ² |
| | | | | |



Figura 56 – Ipê Amarelo



Figura 57 – Aroreira Salsa



COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ

**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ
ENGENHARIA GERAL
RELATÓRIO TÉCNICO**

Nº MRS
EI2204-LC-109-4-RT-A00-001
Nº JM SOUTO
JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001

PÁGINA
93/105
REV.
3



Figura 58 – Macaná da Serra



Figura 59 – Quaresmeira



COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ

**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ
ENGENHARIA GERAL
RELATÓRIO TÉCNICO**

| |
|--|
| Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 |
| Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 |

| |
|------------------|
| PÁGINA 94/105 |
| REV. 3 |



Figura 60- Jacarandá



Figura 61 - Eugênia



COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ

**PROJETO DETALHADO
COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ
ENGENHARIA GERAL
RELATÓRIO TÉCNICO**

Nº MRS
EI2204-LC-109-4-RT-A00-001
Nº JM SOUTO
JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001

PÁGINA
95/105
REV.
3



Figura 62 - Pau Ferro



Figura 63 – Palmeira Imperial

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|--|
|  MRS Logística S.A. |  JMSOUTO ENGENHARIA E CONSULTORIA | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 96/105 | |
| | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 | |



Figura 64 – Grama Esmeralda

Os procedimentos necessários que compõem o projeto de arborização como: plantio, poda, transplante ou supressão de espécies, deverão estar de acordo com as diretrizes do processo de licenciamento ambiental.

As espécies serão selecionadas, compatibilizando suas características com as limitações impostas pelo ambiente que irá recebê-las. Para tanto, deverão ser observadas as disposições abaixo:

- O formato e a dimensão da copa devem estar de acordo com o local do plantio. A dimensão deve ser compatível com o espaço físico;
- Dar preferência às espécies de folhagem permanente. É importante verificar o tamanho e a textura das folhas para evitar o entupimento em calhas e bueiros. É necessário, também, evitar espécies de folhagem que criam sombreamento excessivo em locais de pouca incidência de luz solar;
- Usar preferencialmente as espécies que produzam grande intensidade de flores pequenas

A aplicação adequada das qualidades dos produtos acima sugeridos (ou similares) será verificada, acompanhada e aprovada por engenheiro agrônomo ou florestal.

A adubação deverá ser efetuada sempre 15 dias antes do plantio. O restante dos adubos deve ser bem misturado na terra que foi retirada da cova e esta terra com os adubos

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 97/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

deve ser colocada por baixo e ao redor da muda a ser plantada.

4.12.3 Piso Tátil

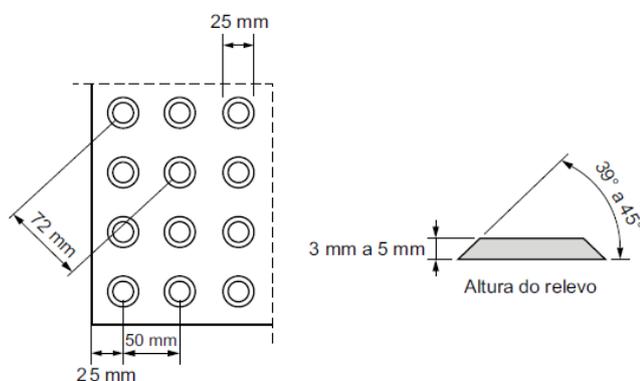
A sinalização tátil no piso é considerada um recurso complementar para prover segurança, orientação e mobilidade a todas as pessoas, principalmente àquelas com deficiência visual ou surdo-cegueira.

O piso tátil de alerta consiste em um conjunto de relevos de seção troncocônica sobre placa, integrados ou sobrepostos ao piso adjacente, conforme dimensões constantes na Tabela 1 e Figura 1.

Tabela 26 – Dimensionamento do piso tátil de alerta (FONTE: ABNT 1637)

| | Recomendado | Mínimo | Máximo |
|--|-------------|--------|--------|
| Diâmetro da base do relevo | 25 | 24 | 28 |
| Distância horizontal entre centros do relevo | 50 | 42 | 53 |
| Distância diagonal entre centros do relevo | 72 | 60 | 75 |
| Altura do relevo | 4 | 3 | 5 |

NOTA Distância do eixo da primeira linha de relevo até a borda do piso igual a 1/2 distância horizontal entre centros.



NOTA Recomenda-se a utilização de relevos de forma tronco-cônica, que apresentam melhor conforto ao se caminhar sobre a sinalização tátil.

Figura 65 - Relevo do piso tátil de alerta

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 98/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

O piso tátil direcional consiste em um conjunto de relevos lineares de seção troncocônica, conforme dimensões constantes na Tabela 2 e Figura 2.

Tabela 27 – Dimensionamento dos pisos táteis direcional (Fonte: ABNT 1637)

| | Recomendado | Mínimo | Máximo |
|--|-------------|--------|--------|
| Largura da base do relevo | 30 | 30 | 40 |
| Largura do topo do relevo | 25 | 20 | 30 |
| Distância horizontal entre centros de relevo | 83 | 70 | 85 |
| Distância horizontal entre bases de relevo | 53 | 45 | 55 |
| Altura do relevo | 4 | 3 | 5 |

NOTA Distância do eixo da primeira linha de relevo até a borda do piso igual a 1/2 distância horizontal entre centros.

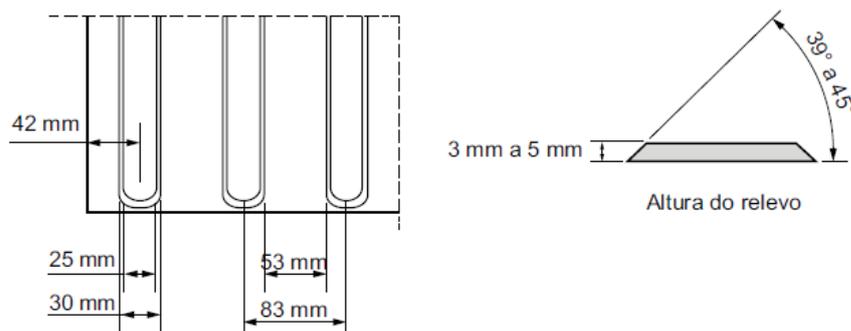


Figura 66 – Relevo do piso tátil de direção

4.12.4 Calçada Rebaixada

A calçada rebaixada é uma rampa construída ou implantada na calçada, destinada a promover a concordância de nível entre estes e o leito carroçável.

Faixa de travessia de pedestres é uma sinalização transversal ao leito carroçável, destinada a ordenar e indicar os deslocamentos dos pedestres para a travessia da via.

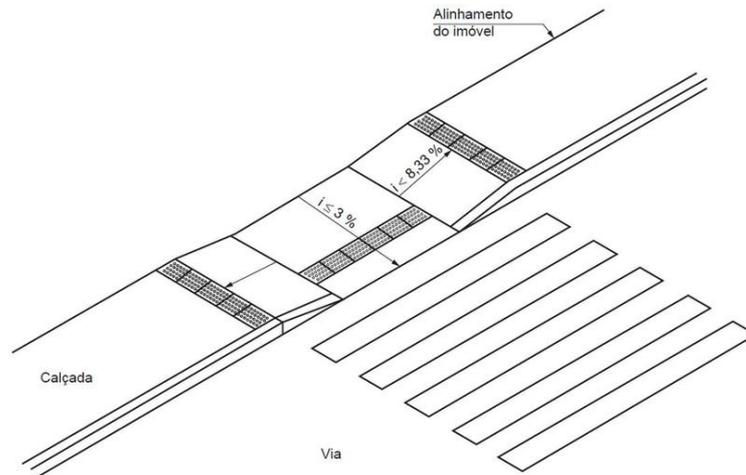


Figura 67 – Calçada Rebaixada – Faixa de Pedestre

4.12.5 Escada

A escada é considerada uma rota acessível que conecta um espaço ao outro. Os corrimãos são duplos em aço carbono, tubo com a diâmetro externo 1 1/2" (38MM), e=2,25MM, h=70 e 92 cm com pintura em esmalte sintético

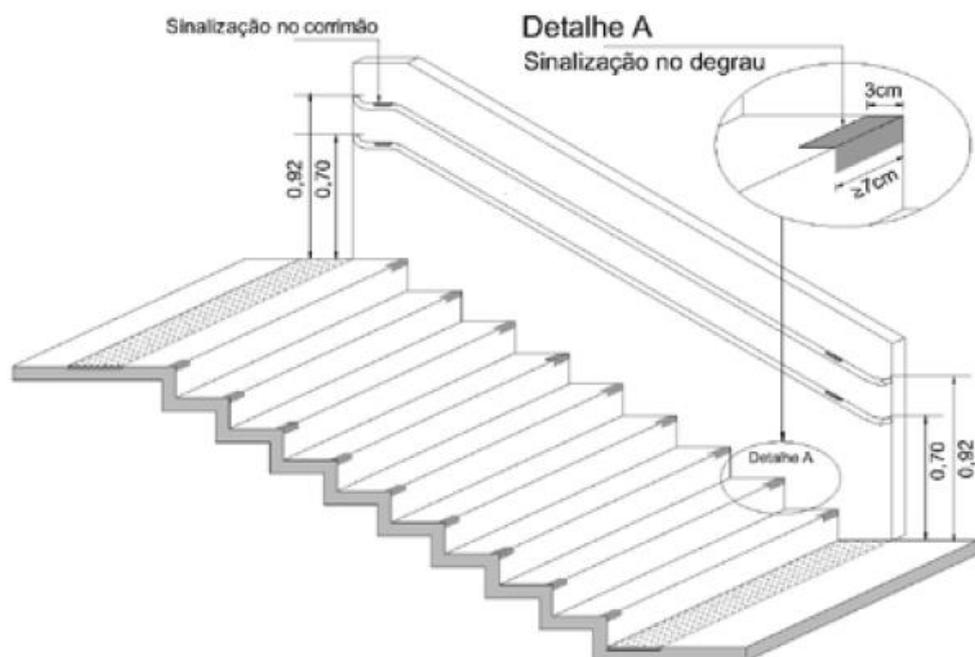


Figura 68 – Escada

| | | | |
|---|---|---|--------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 100/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

4.12.6 Lixeiras

As lixeiras estão localizadas nas praças e ao longo da pista. As lixeiras são redondas, chapas e tubos em aço carbono, com pintura em esmalte sintético coralit ultra resistência nas cores azul e cinza. No total foram colocadas 17 lixeiras ao decorrer do Complexo.

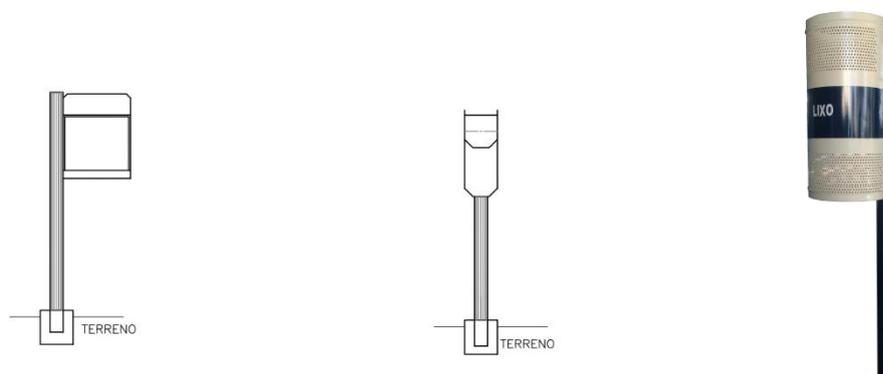


Figura 69 – Lixeira

4.12.7 Bancos

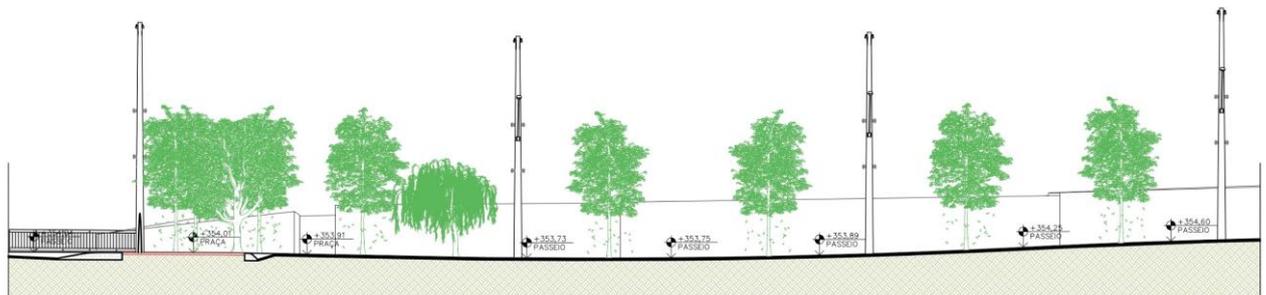
Os bancos propostos no projeto são pré-fabricados de concreto estrutural com $f_{ck}=15\text{mpa}$ e aço das armações tipo ca60b $d=5,0\text{mm}$. Serão colocados 7 bancos no projeto.



Figura 70 – Banco

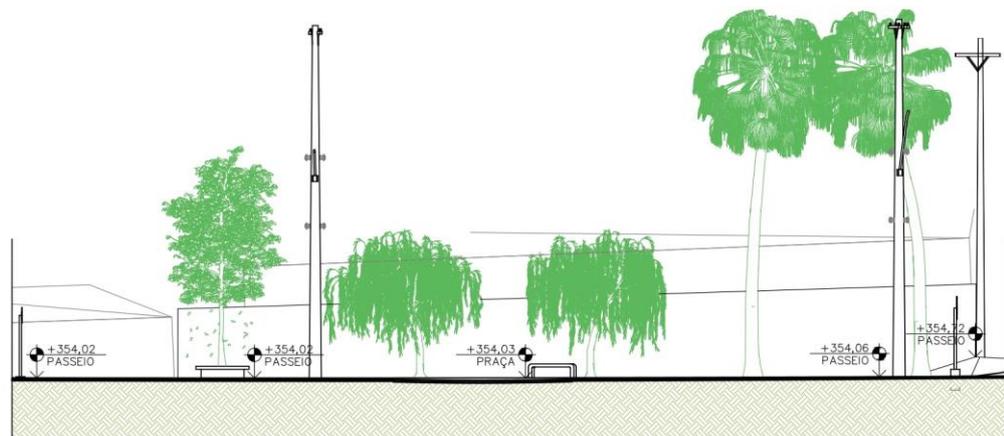
| | | | |
|---|---|---|--------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRAÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 101/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

4.12.8 Cortes do projeto de Paisagismo e Arquitetura



CORTE AA LONGITUDINAL

Figura 71 - Corte AA (Longitudinal)



CORTE BB LONGITUDINAL

Figura 72 - Corte ABB (Longitudinal)

4.13 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PFAFSTETTER, O. *Chuvas intensas no Brasil*. s.l.; DNOS; 1957.

DNIT - IPR 736 – Álbum projeto de Projetos Tipo de Dispositivos de Drenagem 2018.

DNIT - IPR 724 – Manual de Drenagem de Rodovias 2006.

ABNT - NBR-5101 (2012) – Iluminância Pública - Procedimentos;

| | | | |
|---|---|---|--------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 102/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

ABNT - NBR-5410 (2004) – Instalações elétricas de baixa tensão;

ABNT - NBR-14039 (2005) – Instalações elétricas de Média Tensão;

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Estabilidade de encostas– Procedimento: NBR 11682. Rio de Janeiro, 2009.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Terra Armada – Especificação: NBR 9286. Março de 1986.

AASHTO – American Association of State Highway and Transportation Officials – Bridge Design Specifications – 8 th edition

AS 3600 – Australian Standard – Concrete Structures.

ASTM D6760 – Standard Test Method for Integrity Testing of Concrete Deep Foundations by Ultrasonic Crosshole Testing.

ASTM E2924 – Standard Practice for Intumescent Coatings.

DIN – Geprüft Surface Treatment Inspector.

EN 1993-1-1 – Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-1 General structural rules

BS EN 1337-3 – Structural bearings Part 3: Elastomeric bearings.

ISO 12944 – Paints and varnishes — Corrosion protection of steel structures by protective paint systems — Parts 1 to 9.

ABNT NBR7188 - Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT NBR 8681: Ações e segurança nas estruturas – Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

ABNT NBR 6123: Forças Devidas ao Vento em Edificações. Rio de Janeiro, 1988.

ABNT NBR 6122: Projeto e Execução de Fundações. Rio de Janeiro, 2019.

ABNT NBR 16694: Projeto de pontes rodoviárias de aço e mistas de aço e concreto. Rio de Janeiro, 2020.

ABNT NBR 9062: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro, 2017.

| | | | |
|---|---|---|--------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 103/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

ABNT NBR 6118: Procedimento de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

EABC – Committee on Technical Cooperation in the Development of the Rail Transport System/ 11th July 2016 – Reliability, Availability, Maintainability, Safety (RAMS) and Life Cycle Costs (LCC).

FHWA – Bridge Inspectors Reference Manual.

Computers and Structures Inc. CSI Analysis Reference Manual For: SAP2000®, ETABS® and SAFE®. Berkeley, 2011.

Computers and Structures Inc. Introduction to SAP2000/Bridge™. Berkeley, 2011.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS E RODAGEM. Manual de Projeto de Obras de Arte Especiais. Rio de Janeiro, 1996.

APARELHOS DE APOIO PROFIP. Catálogo Técnico. São Paulo, 2015.

PFEIL, W. Pontes de Concreto Armado. Rio de Janeiro: LTC, 1977

Bowles, J. E. et al. (1996), Foundation analysis and design, McGraw-hill.

Cintra, J. A., Aoki, N., Albiero and Henrique, J. (2011), Fundações diretas: projeto geotécnico, Oficina de Textos.

FERREIRA, Priscila Feitosa de Sá (2017), Estacas de seção circular semienterradas submetidas a cargas laterais

PINHO, F.O.; BELLEY, I.H. (2020), Manual de pontes e viadutos em Vigas Mistas, 2ª edição, CBCA.

FAKURY, R.H., SILVA, A.L.R.C; CALDAS, R.B. (2016), Dimensionamento de elementos estruturais de aço e mistos de aço e concreto, Pearson.

ABNT NBR 1637 : Acessibilidade – Sinalização tátil no piso – Diretrizes para elaboração de projetos e instalação.

ABNT NBR 9550 : Acessibilidade a edificação, mobiliário , espaços e equipamentos urbanos

| | | | |
|---|---|---|--------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁI - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 104/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

5.0 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE SERVIÇOS

São listadas abaixo as Especificações de serviço para Obras Rodoviárias, do DNER/DNIT e outras necessárias à execução do Complexo Viário Barra do Piráí.

Tabela 28 – Especificações de Serviço

| | |
|------------------|---|
| DNIT-104_2009_ES | Terraplenagem-Serviços preliminares |
| DNIT-106_2009_ES | Terraplenagem-Cortes |
| DNIT-108_2009_ES | Terraplenagem-Aterros |
| DNIT-020_2006_ES | Drenagem-Meios-fios e guias |
| DNIT-030_2004_ES | Drenagem-Dispositivos de drenagem pluvial |
| DNIT-081_2006_ES | Remoções no concreto |
| DNIT-088_2006_ES | Dispositivo de segurança lateral guarda-rodas, guarda-corpo e barreiras |
| DNIT-089_2006_ES | Execução de pingadeiras por colagem de placas pré-moldadas |
| DNIT-116_2009_ES | Pontes e Viadutos rodoviários-Serviços preliminares |
| DNIT-117_2009_ES | Pontes e Viadutos rodoviários-Concreto, argamassa e calde de cimento para injeção |
| DNIT-118_2009_ES | Pontes e Viadutos rodoviários-Armadura para concreto armado |
| DNIT-120_2009_ES | Pontes e Viadutos rodoviários-Formas |
| DNIT-121_2009_ES | Pontes e Viadutos rodoviários-Fundações |
| DNIT-122_2009_ES | Pontes e Viadutos rodoviários-estrutura de concreto armado |
| DNIT-124_2009_ES | Pontes e Viadutos rodoviários-Escoramentos |
| DNIT-031_2006_ES | Pavimentos Flexíveis-Concreto asfáltico |
| DNIT-137_2010_ES | Pavimentação-Regularização do subleito |
| DNIT-139_2010_ES | Pavimentação-Sub-base estabilizada granulometricamente |
| DNIT-141_2010_ES | Pavimentação-Base estabilizada granulometricamente |
| DNIT-144_2012_ES | Pavimentação - Imprimação com ligante asfáltico |
| DNIT-145_2012_ES | Pavimentação - Pintura de ligação com ligante asfáltico |
| DNIT093_2006_EM | Tubo de dreno corrugado- PEAD |
| ANP nº19/2005 | Estabelece as especificações dos cimentos asfálticos de petróleo (CAP) |
| ANP nº30/2007 | Estabelece as especificações dos asfaltos diluídos de petróleo (ADP) |
| ANP nº36/2012 | Estabelece as especificações das emulsões asfálticas para pavimentação |
| DNIT 100-2009_ES | Sinalização Horizontal |
| DNIT 101-2009_ES | Sinalização Vertical |

| | | | |
|---|---|--|---------------------------|
|  |  | COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ | |
| PROJETO DETALHADO COMPLEXO VIÁRIO BARRA DO PIRÁÍ - RJ ENGENHARIA GERAL RELATÓRIO TÉCNICO | | Nº MRS EI2204-LC-109-4-RT-A00-001 | PÁGINA 105/105 |
| | | Nº JM SOUTO JMRS07B9-02-1-EG-RLT-0001 | REV. 3 |

6.0 TERMO DE ENCERRAMENTO

Encerra-se nesta página o Relatório de Projeto, realizado pela JM Souto Engenharia completando um total de 96 páginas.

Belo Horizonte, 28 de fevereiro de 2024.

Marcelo Figueiredo da Silva Souto
CREA 90204/D-MG

Nome:

CPF:

Telefone:

Endereço de correio eletrônico: