

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS
PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA ERA

**ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE UMA PONTE DE
CONCRETO ARMADO SOBRE O RIO PIRACICABA, NO MUNICÍPIO
DE NOVA ERA – MG.**

Rodovia: Ligação entre Rua Quincas Honorato e Rua Rio Piracicaba
Segmento: Pontos localizados na ponte sobre:
Rio Piracicaba – 19°45'54.13"S / 43° 1'45.24"O;

PROJETO EXECUTIVO
VOLUME 1 – RELATÓRIO DE ESTUDOS E PROJETOS

DEZEMBRO DE 2022

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS
PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA ERA

ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE UMA PONTE DE CONCRETO ARMADO SOBRE O RIO PIRACICABA, NO MUNICÍPIO DE NOVA ERA – MG.

Rodovia: Ligação entre Rua Quincas Honorato e Rua Rio Piracicaba
Segmento: Pontos localizados na ponte sobre:
Rio Piracicaba – 19°45'54.13"S / 43° 1'45.24"O;

PROJETO EXECUTIVO
VOLUME 1 – RELATÓRIO DE ESTUDOS E PROJETOS

Fiscalização: Prefeitura de Nova Era
Elaboração: Obra de Arte Engenharia LTDA
Contrato: 64/2022
Edital: PP 36/2022

DEZEMBRO DE 2022

Sumário

1 APRESENTAÇÃO.....	5
2 MAPA DE SITUAÇÃO.....	6
3 ESTUDO TOPOGRÁFICO.....	7
3.1 Rio Piracicaba.....	7
3.1.1 Introdução.....	7
3.1.2 Mapa de Localização.....	7
3.1.3 Levantamento Topográfico.....	8
3.1.3.1 Sistema Geodésico de Referência (SGR).....	8
3.1.3.2 Pontos de Referência.....	8
3.1.3.3 Poligonal GPS.....	9
3.1.3.4 Conversão da Altitude Elipsoidal para Ortométrica.....	9
3.1.3.5 Coordenadas e Altitudes Finais.....	10
3.1.3.6 Levantamento Topográfico Planialtimétrico Cadastral.....	10
3.1.3.7 Processamentos.....	10
3.1.3.8 Desenho.....	11
3.1.3.9 Equipe Técnica.....	11
3.1.3.10 Equipamentos Utilizados.....	11
3.1.4 Anexos.....	13
3.1.5 Anexo 01 - Monografia das Estações de Referência.....	13
3.1.5.1 Anexo 02 - Relatório do Processamento da Poligonal GPS.....	15
3.1.5.2 Anexo 03 - Relatório do Processamento da Ondulação Geoidal.....	21
3.1.5.3 Anexo 04 - Monografia dos Marcos Implantados.....	22
4 ESTUDO HIDROLÓGICO.....	24
4.1 Rio Piracicaba.....	24
4.1.1 Introdução.....	24
4.1.2 Coleta de Dados.....	24
4.1.3 Determinação das Curvas de Intensidade – Duração – Frequência.....	25
4.1.4 Tempo de Concentração.....	33
4.1.5 Cálculo das Vazões.....	33
4.1.6 Tempo de Recorrência.....	33
4.1.7 Bacia Hidrográfica.....	34
4.1.8 Declividade Efetiva.....	34
4.1.9 Coeficiente de Deflúvio.....	35
4.1.10 Cálculo de Vazão pelo Método do Hidrograma Unitário Triangular.....	35
4.1.11 Determinação do Comprimento da Ponte sobre o Rio Hipólito.....	39
5 ESTUDO GEOTÉCNICO.....	48
6 ESTUDOS AMBIENTAIS	86
6.1 Rio Piracicaba.....	86
6.1.1 Introdução.....	86
6.1.2 Caracterização Ambiental Preliminar.....	87
6.1.2.1 Meio Físico.....	87
6.1.2.1.1 Clima.....	87

6.1.2.1.2 Geomorfologia.....	88
6.1.2.1.3 Geologia.....	89
6.1.2.1.4 Pedologia.....	90
6.1.2.1.5 Cavidades Naturais.....	91
6.1.2.1.6 Recursos Hídricos.....	92
6.1.2.2 Meio Biótico.....	94
6.1.2.2.1 Cobertura Vegetal	94
6.1.2.2.2 Fauna.....	113
6.1.2.2.2.1 Anfíbios e Répteis.....	113
6.1.2.2.2.2 Avifauna.....	116
6.1.2.2.2.3 Mamíferos	126
6.1.2.2.3 Unidades de Conservação	130
6.1.2.3 Meio Antrópico	133
6.1.2.3.1 Município de Nova Era.....	133
6.1.2.3.1.1 Características do Território.....	133
6.1.2.3.1.2 Características Demográficas.....	134
6.1.2.3.1.3 Características Econômicas.....	135
6.1.2.3.2 Características Socioculturais	137
6.1.3 Referências Bibliográficas	138
7 ESTUDO DE TRÁFEGO.....	141
7.1 Dados Municipais.....	141
7.2 Situação Atual.....	141
7.2.1 Informação das pontes existentes na região central.....	141
7.2.2 Área de Influência das pontes existentes.....	143
7.3 Fatores Determinantes para o Local da Nova Ponte.....	144
7.3.1 Redistribuição das Áreas de Influência.....	144
7.3.2 Criação de um Eixo para Captação e Distribuição do Tráfego.....	144
7.3.3 Ligação com Acesso Municipal.....	145
7.3.4 Espaço para desenvolvimento do Greide.....	146
7.3.5 Questões Ambientais.....	147
7.4 Conclusão.....	147
8 PROJETO DE TERRAPLENAGEM.....	148
8.1 Serviços Preliminares.....	148
8.2 Cortes.....	148
8.3 Aterros.....	149
8.4 Bota-Fora.....	149
8.5 Nota de Serviço.....	150
8.6 Memória de Cálculo de Quantidades.....	151
9 PROJETO DE DRENAGEM.....	153
9.1 Introdução.....	153

9.2 Drenagem Pluvial.....	153
9.2.1 Meios-Fios.....	153
9.2.2 Boca de Leão com grelha.....	155
9.2.3 Poços de Visita.....	155
9.3 Galerias Tubulares.....	156
10 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO.....	157
10.1 Pavimento novo – Acessos à ponte.....	157
10.1.1 Regularização do subleito.....	157
10.1.2 Reforço do subleito.....	158
10.1.3 Sub-base.....	158
10.1.4 Base.....	159
10.1.5 Revestimento de Piso Intertravado.....	159
10.2 Revestimento asfáltico sobre a OAE.....	160
10.3 Soluções final propostas.....	160
11 PROJETO DE OBRA DE ARTE ESPECIAL.....	161
11.1 Ponte sobre o Rio Piracicaba.....	161
11.1.1 Memorial Descritivo.....	161
11.1.2 Memória de Cálculo Estrutural.....	162
11.1.3 Memória de Cálculo de Quantidades.....	197
11.2 Passagem Inferior.....	209
11.2.1 Memorial Descritivo.....	209
11.2.2 Memória de Cálculo Estrutural.....	209
12 PROJETO DE SINALIZAÇÃO.....	221
12.1 Sinalização horizontal definitiva.....	221
12.1.1 Materiais.....	222
12.1.2 Dimensões.....	222
12.1.3 Cores.....	223
12.1.4 Inspeção.....	223
12.2 Sinalização vertical definitiva.....	223
12.2.1 Materiais.....	223
12.2.1.1 Chapas.....	223
12.2.1.2 Películas.....	223
12.2.2 Posicionamento dos sinais.....	224
12.2.2.1 Estrutura de suporte às placas.....	224
12.2.2.2 Suporte em aço.....	224
13 PROJETO DE ILUMINAÇÃO.....	226
13.1 Premissas básicas.....	226
13.2 Classificação das vias.....	226
13.3 Definições do projeto.....	226

13.4 Cálculos Luminotécnicos.....	227
13.4.1 Dados Técnicos do Projeto.....	227
13.4.2 Método de Cálculo.....	227
13.4.3 Estudos Fotométricos	228
13.5 Dimensionamento dos condutores.....	228
13.5.1 Critério de sobrecarga no circuito.....	228
13.5.2 Critério da queda de tensão no circuito.....	229
13.6 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	230
13.6.1 Luminária LED	230
13.6.2 Projetor LED	231
13.6.3 Postes	232
13.6.4 Cabos.....	233
13.7 MATERIAIS RETIRADOS DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO.....	233
13.7.1 Aterramento.....	233
13.7.2 Eletrodutos.....	233
13.7.3 Caixas de passagens.....	233
13.8 Procedimentos para instalação de equipamentos.....	234
13.8.1 Instalação dos postes.....	234
13.8.2 Instalação dos cabos.....	234
13.8.3 Abertura de Valas e Cavas.....	235
13.8.4 Escoramento das valas.....	236
13.8.5 Lançamento dos dutos nas valas.....	236
13.8.6 Lançamento dos cabos nas valas ou nos eletrodutos.....	236
13.8.7 Espaçadores.....	236
13.8.8 Envelopes de concreto.....	236
13.8.9 Limpeza dos dutos.....	237
13.8.10 Fio guia.....	237
13.8.11 Reaterro e recomposição do piso.....	237

1 APRESENTAÇÃO

De acordo com os termos do Edital PP 036/2022, o presente **Relatório de Andamento**, corresponde à 1ª de 4 etapas da Fase de Projeto Básico do Projeto Executivo de Engenharia para implantação de 01 Ponte no município de Nova Era – MG.

Número do Contrato: 54/2022

Data de Assinatura: 19/09/2022

Número do Processo Administrativo Base: 64/2022

Prazo de Execução: 95 dias

Ordem de Início dos Serviços: 19/09/2022

Data da Licitação: 11/08/2022

Período de abrangência: 19/09/2022 a 19/10/2022

Prefeitura Municipal de Nova Era

Rodovia: Ligação entre Rua Quincas Honorato e Rua Rio Piracicaba

Segmento: Ponto localizado na ponte sobre o rio Três Barras – 19°45'54.13"S / 43° 1'45.24"O.

O projeto está sendo desenvolvido pela empresa de consultoria **Obra de Arte Engenharia LTDA - EPP**, com sede na rua Tubalcaim Faraco, nº 150, sala 810 - Centro, Tubarão/ SC - CEP: 88701-150 – Telefone: (48) 4103-0301, inscrita no CNPJ/MF sob nº 09.608.622/0001-71.

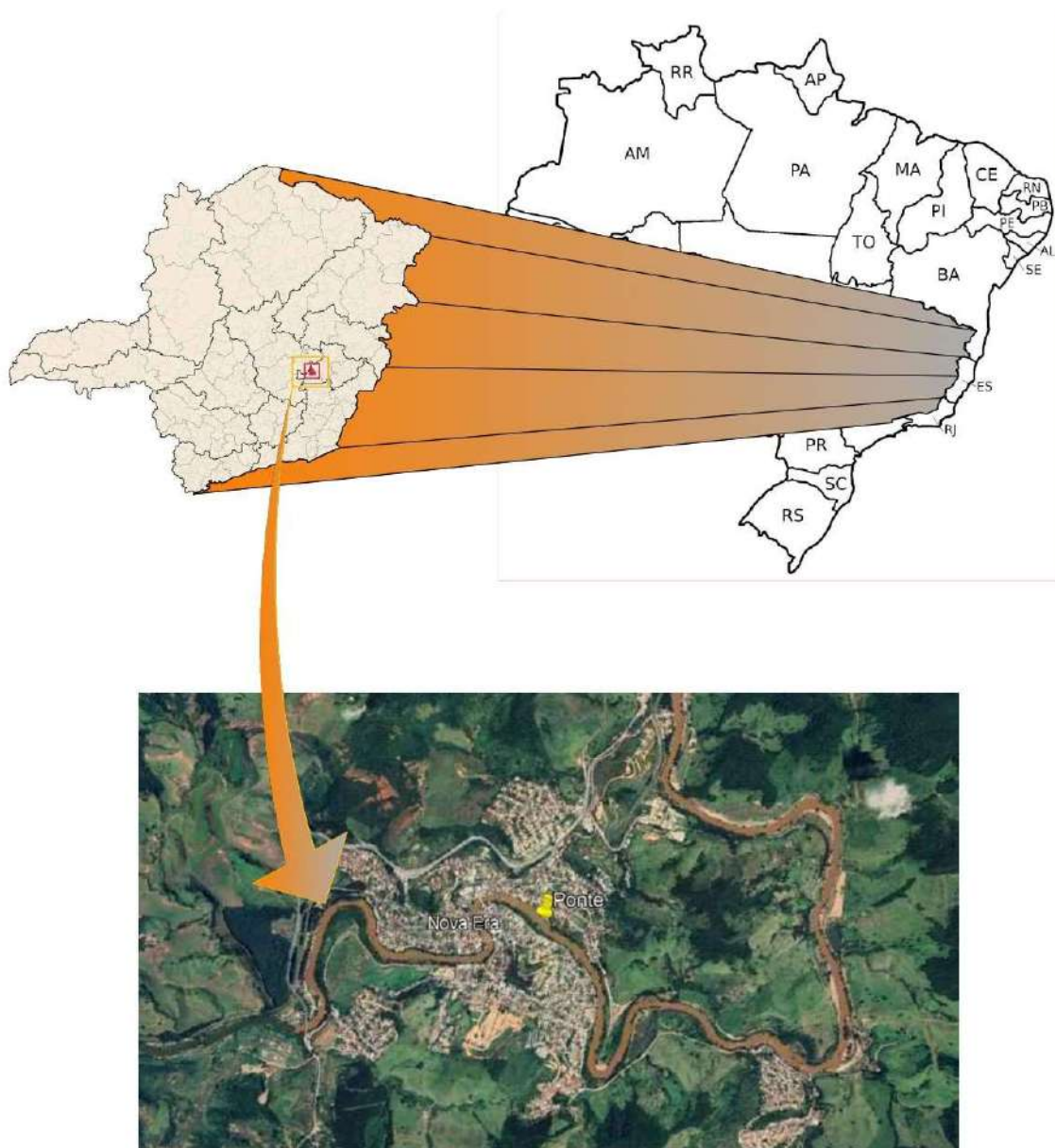
A contratação do serviço de Engenharia Consultiva, de carácter intelectual, visando à elaboração do Projeto Executivo de Engenharia para a construção de uma ponte de concreto armado sobre o rio Piracicaba se justifica com o intuito de melhorar a infraestrutura do município e proporcionar melhor qualidade de vida à população.

O Projeto Executivo é constituído pelos seguintes documentos:

- Volume 1 – Estudos e Projetos, em formato A4;
- Volume 2 – Projeto Executivo, em formato A3;
- Volume 3 – Orçamento da Obra, em formato A4;

2 MAPA DE SITUAÇÃO

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
ESTADO DE MINAS GERAIS
MUNICÍPIO DE NOVA ERA



3 ESTUDO TOPOGRÁFICO

3.1 Rio Piracicaba

3.1.1 Introdução

Levantamento topográfico planialtimétrico e cadastral de uma área localizada as margens do Rio Piracicaba, no município de Nova Era, Estado de Minas Gerais, para projetos de obras especiais.

O levantamento contemplou o detalhamento topográfico de elementos existentes como, bordos e eixos de estradas, cercas, cristas e pés de valas/rios, árvores, níveis d'água, máxima enchente, entre outros.

3.1.2 Mapa de Localização

Abaixo, localização do levantamento topográfico.

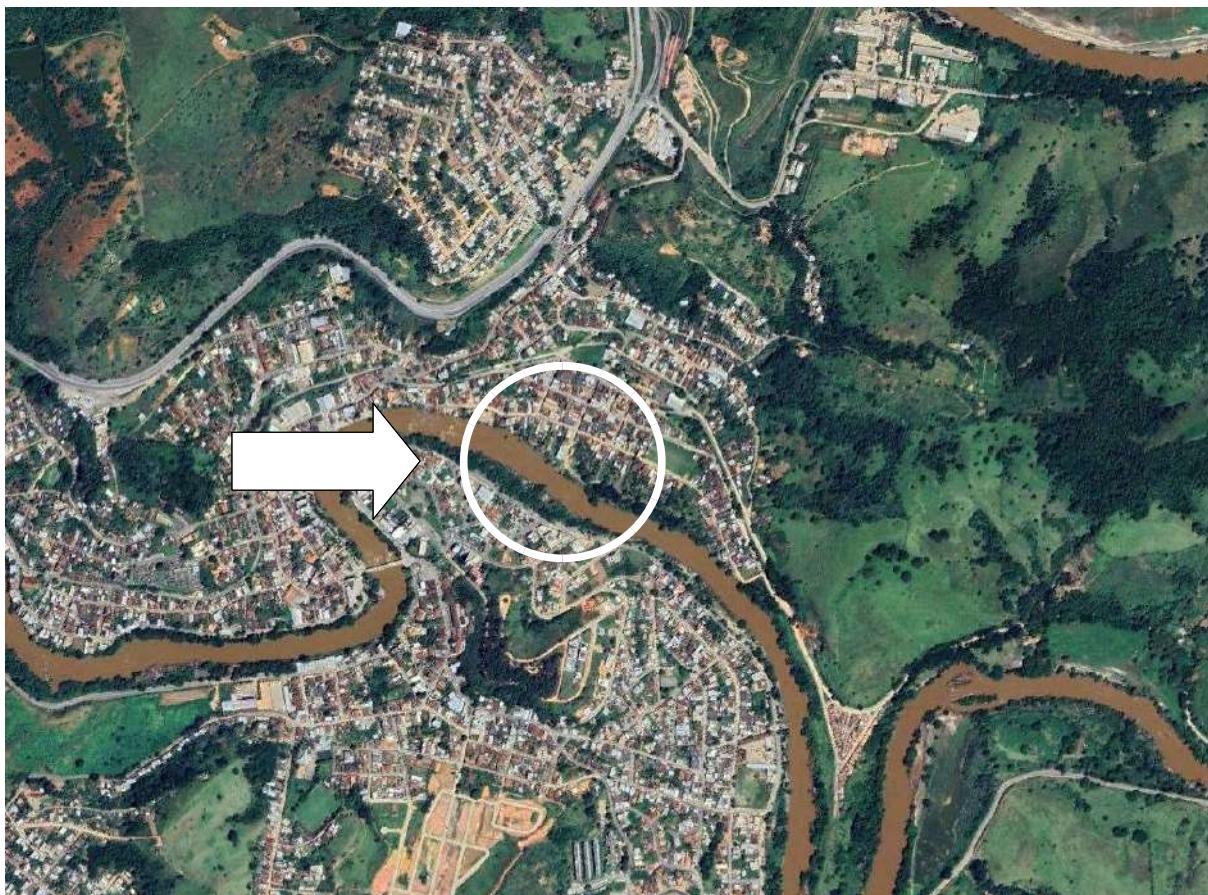


Figura 1 - Localização do levantamento topográfico

3.1.3 Levantamento Topográfico

3.1.3.1 Sistema Geodésico de Referência (SGR)

No desenvolvimento dos trabalhos de topografia e geodésia foi adotado o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas, denominado SIRGAS2000, sendo este o Sistema Oficial Brasileiro desde o dia 25 de fevereiro de 2015, com os seguintes parâmetros:

- Meridiano central 45W, fuso 22S;
- Elipsóide GRS 1980;
- Semi-eixo equatorial (maior) $a = 6.378.137,000$ m;
- Semi-eixo polar (menor) $b = 6.356.752,314$ m;
- Achatamento $f = 1/298,2572221$;
- Latitude central $00^{\circ}00'00''$ N;
- Longitude central $45^{\circ}00'00''$ O;
- Norte falso $10.000.000,000$ m;
- Este falso $500.000,000$ m;
- Fator de escala 0,9996.

3.1.3.2 Pontos de Referência

Para a realização dos trabalhos de Geodésia e Topografia foram eleitos pontos pertencentes a Rede Homologada pelo IBGE e pertencentes a rede oficial do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), sendo eles:

- **SAT-93922-MGBH**; com as seguintes coordenadas no MC 45W:

Norte: 7.794.587,880 m

Este: 612.507,702 m

Altitude Elipsoidal: 974,855 m

Latitude: $19^{\circ} 56' 30,84306''$ S

Longitude: $43^{\circ} 55' 29,62908''$ W

- **SAT-96362-MGJP**; com as seguintes coordenadas no MC 45W:

Norte: 7.804.565,449 m

Este: 608.362,491 m

Altitude Elipsoidal: 831,804 m

Latitude: $19^{\circ} 51' 7,14859''$ S

Longitude: $43^{\circ} 57' 54,32044''$ W

As monografias das estações geodésicas utilizadas como referências nos trabalhos de geodésia e topografia encontram-se no anexo 01.

3.1.3.3 Poligonal GPS

A poligonal de primeira ordem para o levantamento topográfico de acordo com a NBR 13.133 se deu devido à necessidade de se obter pontos geodésicos de apoio para a realização dos levantamentos topográficos, tendo a seguinte descrição:

Partindo do SAT 93922-MGBH, localizado na laje do terceiro andar do prédio do INCRA (Instituto Nacional de Colonização de Reforma Agrária), na Avenida Afonso Pena, 3500, Bairro Cruzeiro – CEP 30130-00 - Belo Horizonte - MG, implantação dos marcos M01 e M02, localizados próximo ao Rio Piracicaba, no Município de Nova Era – MG e fechamento no SAT 96362-MGJP, localizado na Fundação João Pinheiro, Diretoria de Informação Territorial e Geoplateformas - DITEG, Rua das Acácias, nº 70, Bairro São Luiz.

Os relatórios dos processamentos da poligonal principal encontram-se no anexo 02.

3.1.3.4 Conversão da Altitude Elipsoidal para Ortométrica

A altitude obtida diretamente com os rastreadores GPS é a denominada elipsoidal ou geométrica, que é referenciada diretamente ao elipsoide de revolução e apresenta caráter puramente geométrico e não corresponde à realidade da superfície terrestre, portanto não são utilizadas nas áreas de mapeamento e projetos de engenharia.

A diferença entre a altitude elipsoidal (h) e a altitude ortométrica (H) é chamada Ondulação Geoidal (N).

Para a determinação da Ondulação Geoidal (N) foi utilizado um software disponibilizado pelo IBGE denominado hgeoHNOR2020.

Para converter a altitude elipsoidal (h), obtida através de receptores GNSS, em altitude ortométrica (H), é necessário utilizar o valor da altura geoidal (N) fornecida por um modelo de ondulação geoidal, utilizando a seguinte expressão:

$$H = h - N$$

Onde:

H = Altitude Ortométrica;

h = Altitude Elipsoidal;

N = Ondulação Geoidal.

O relatório do processamento da ondulação geoidal encontra-se no anexo 03.

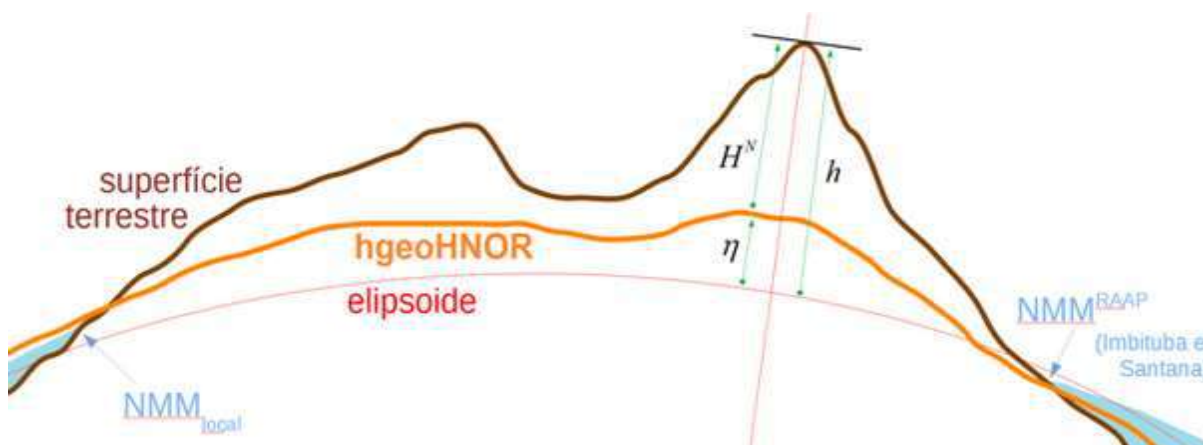


Figura 2 - Modelo Ondulação Geoidal – fonte IBGE

3.1.3.5 Coordenadas e Altitudes Finais

Após todos os processamentos geodésicos e conversão das altitudes, obteve-se o seguinte resultado:

Tabela 1 - Tabela de Coordenadas

Coordenadas UTM - SIRGAS 2000 - MC 45W					
Marco	Norte (m)	Este (m)	Alt. Elipsoidal (m)	Ond. Geoidal (m)	Alt. Ortométrica (m)
M01	7.813.389,143	706.516,453	504,166	-9,52	513,686
M02	7.813.581,310	706.609,031	514,688	-9,53	524,218

As monografias dos marcos implantados encontram-se no anexo 04.

3.1.3.6 Levantamento Topográfico Planialtimétrico Cadastral

A partir dos marcos de coordenadas e altitudes implantados, foi realizado, com auxílio de Estação Total e GPS, o levantamento planialtimétrico e cadastral para obtenção de restituição topográfica.

Fizeram parte do levantamento, todos os elementos localizados e necessários ao perfeito entendimento da realidade constante no local em estudo, taludes, bordos de estradas e acessos, entre outros elementos.

3.1.3.7 Processamentos

Para o processamento das medidas Geodésicas utilizou-se um software específico para cálculos geodésicos, o qual permite o melhor arranjo final das observações. O programa computacional é o "Survey Office", que tem como diferencial uma fácil manipulação dos dados. Todas as observações geradas por ele já foram extraídas no Sistema de Referência SIRGAS2000, não havendo a necessidade de transformação dos

elementos fora do seu ambiente.

Para o processamento dos dados colhidos pela Estação Total foi utilizado um programa topográfico específico para tal finalidade, denominado Sistema “Topograph”, que permite a manipulação dos dados brutos de campo e tem como diferencial a capacidade de processamento no Sistema de Referência SIRGAS2000.

3.1.3.8 Desenho

Para a elaboração do desenho topográfico, são consideradas as observações geodésicas e topográficas planialtimétricas cadastrais realizadas nas áreas de abrangência do referido estudo.

Todas estas observações foram desenhadas em programas apropriados para esses estudos, sendo esses específicos para a área de projetos, e conhecidos como “MicroStation V8I, Geopak e AutoCAD”, os quais por sua vez permitem cálculos integrados em ambiente vetorial e modelagem do terreno, até a formação final de melhor arranjo e eficiência para o projeto. Os resultados desse processamento propriamente ditos, os desenhos, em escalas compatíveis e adequadas as qualidades gráficas e visual para os estudos a serem realizados.

3.1.3.9 Equipe Técnica

· Campo:

Jhonathan V. Souza – Topógrafo

Pedro Domacena – Topógrafo Auxiliar

Evandro P. do Nascimento – Auxiliar de Topografia

· Escritório:

Leandro dos Santos – Engenheiro Civil – CREA/SC nº 173195-8

Geúlia Espindola Areias – Téc. em Agrimensura – CFT/BR nº 0978639898-0

· Coordenação:

Silvio da Silva – Técnico em Estradas – CFT/BR nº 4740870797-2

3.1.3.10 Equipamentos Utilizados

Para a execução dos trabalhos Geodésicos e de Topografia foram utilizados equipamentos de última geração tecnológica, considerado fator primordial para execução de medidas e veracidade das observações.

Para implantação da poligonal principal, foi utilizado um par de receptores GPS Geodésico da marca Spectra Precision, modelo SP85, com:

- Precisão horizontal: 3mm + 0,5 ppm RMS
- Precisão vertical: 5mm + 0,5 ppm RMS

Para o levantamento topográfico foi utilizado uma Estação Total da marca Spectra Precision, modelo Focus 6, com precisão angular de 2" e linear de 2 mm + 2 ppm.



Figura 3 - GPS Spectra Precision SP- 85



Figura 4 - Estação Total Spectra Focus 6

3.1.4 Anexos

3.1.5 Anexo 01 - Monografia das Estações de Referência



Relatório de Estação Geodésica

Estação :	93922	Nome da Estação :	93922	Tipo :	Estação GPS
Município :	BELO HORIZONTE			UF :	MG
Última Visita:	17/09/2008	Situação Marco Principal :	BOM	Última Atualização :	18/04/2022
Inscrição chapa : SAT 93922					

DADOS PLANIALTIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS	DADOS GRAVIMÉTRICOS
Latitude	19° 58' 30,84308" S	Altitude Normal(m)	Gravidade(mGal)
Longitude	43° 55' 29,62908" W	Fonte	Datum
Altitude Geométrica(m)	974,855	Sigma Altitude(m)	Data Medição
Fonte	GPS Geodésico	Datum	Data Cálculo
Origem	Ajustada	Data Medição	
Datum	SIRGAS2000	Data Cálculo	
Data Medição	17/09/2008		
Data Cálculo	19/12/2008		
Sigma Latitude(m)	0,001		
Sigma Longitude(m)	0,001		
Sigma Altitude Geométrica(m)	0,006		
UTM(N)	7.794.587,880		
UTM(E)	612.507,702		
MC	-45		

- Ajustamento Altimétrico Simultâneo da Rede Altimétrica em 30/07/2018 - REALT 2018 2ª edição disponível em : <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101665.pdf>
- Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 05/03/2006 - Relatório em : ftp://geofp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodesico/rede_planialtimetrica/relatorio/rel_sirgas2000.pdf
- As informações de coordenadas estão relacionadas ao sistema SIRGAS2000, em conformidade com a RFP 01/2015 de 24/02/2015 disponível em : ftp://geofp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/rfp_01_2015_sirgas2000.pdf

Localização

Na laje do terceiro andar do prédio do INCRA (Instituto Nacional de Colonização de Reforma Agrária), na Avenida Afonso Pena, 3500, Bairro Cruzeiro - Cep.: 30130-00 - Belo Horizonte - MG.

Descrição

Prisma retangular de concreto medindo 20 cm x 39 cm e 46 cm de altura, engastado numa coluna de concreto, sobre a laje do terceiro andar do prédio do INCRA. Possui no topo um dispositivo de centragem forçada e uma chapa de identificação na lateral, estampada SAT 93922.

Foto(s)



Manter-se atualizado consultando periodicamente o BDG.
Agradecemos a comunicação de falhas ou omissões.
Para entrar em contato conosco, utilize os recursos abaixo:
Fale conosco: 0800 721 6181 Email: ibge@ibge.gov.br



Relatório de Estação Geodésica

Estação :	96382	Nome da Estação :	96382	Tipo :	Estação GPS
Município :	BELO HORIZONTE			UF :	MG
Última Visita :	27/07/2019	Situação Marco Principal :	BOM	Última Atualização :	15/08/2019

Inscrição chapa :

DADOS PLANIALTIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS	DADOS GRAVIMÉTRICOS
Latitude	19° 51' 07,14859" S	Altitude Normal(m)	Gravidade(mGal)
Longitude	43° 57' 54,32044" W	Fonte	Datum
Altitude Geométrica(m)	831,804	Sigma Altitude(m)	Data Medição
Fonte	GPS Geodésico	Datum	Data Cálculo
Origem	Ajustada	Data Medição	
Datum	SIRGAS2000	Data Cálculo	
Data Medição	27/07/2019		
Data Cálculo	15/08/2019		
Sigma Latitude(m)	0,001		
Sigma Longitude(m)	0,001		
Sigma Altitude Geométrica(m)	0,002		
UTM(N)	7.804.565,449		
UTM(E)	608.362,491		
MC	-45		

- Ajustamento Altimétrico Simultâneo da Rede Altimétrica em 30/07/2018 - REALT 2018 2ª edição disponível em :

<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101606.pdf>

- Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006 - Relatório em :

ftp://geofp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodesico/rede_planialtimetrica/relatorio/rel_sirgas2000.pdf

- As informações de coordenadas estão relacionadas ao sistema SIRGAS2000, em conformidade com a RFR 01/2015 de 24/02/2015 disponível em :

ftp://geofp.ibge.gov.br/melhores_e_outros_documentos_de_referencia/normas/rfr_01_2015_sirgas2000.pdf

Localização

Na Fundação João Pinheiro, Diretoria de Informação Territorial e Geoplatasformas - DITEG, Rua das Acácias, nº70, bairro São Luiz.

Descrição

Pilar cilíndrico de concreto com diâmetro de 0,30 m, base de 0,70 x 0,48 x 0,08 m, altura do topo em relação à base de 1,10 m; possui no topo um dispositivo de centragem forçada.

Observação

Estação RBMC: MGJP

Foto(s)



Mantenha-se atualizado consultando periodicamente o BDG.
Agradecemos a comunicação de falhas ou omissões.
Para entrar em contato conosco, utilize os recursos abaixo :
Fale conosco: 0800 721 8161 Email: ibge@ibge.gov.br

3.1.5.1 Anexo 02 - Relatório do Processamento da Poligonal GPS

PROCESSAMENTO

Dados do Arquivo do Projeto	
Nome:	C:\Users\Novo\Documents\Survey Office\Rio Piracicaba.vce
Tamanho:	72 KB
Modificado:	17/10/2022 10:43:40 (UTC:-3)
Fuso horário:	Hora oficial do Brasil
Número de Referência:	
Descrição:	
Comentário 1:	
Comentário 2:	
Comentário 3:	
Sistema de coordenadas	
Nome:	Brasil (SGB) IBGE
Zona:	UTM-MC45-SIRGAS2000
Datum:	SIRGAS 2000
Datum de referência global:	WGS 1984
Época de referência global:	
Geóide:	
Datum vertical:	
Local calibrado:	

Relatório de processamento das linhas de base

Resumo do processamento

Observação	De	Para	Ocupação Horário de Início	Ocupação Horário de parada	Tipo de solução	Precisão de H (Metro)	Prec. V (Metro)	Azimute geodésico	Distância do elip. (Metro)	Altura (Metro)	Satélites usados
96362 - MGJP M01 (B3)	96362-MGJP	M01	12/10/2022 07:01:27	12/10/2022 11:45:47	Fixo	0,014	0,046	84°30'45"	98557,992	-327,630 GPS: 15 GLONASS: 9 Galileo: 0 BeiDou: 0 QZSS: 0 NavIC: 0	
93922 - MGB H M01 (B1)	M01	93922-MGBH	12/10/2022 07:01:27	12/10/2022 11:45:47	Fixo	0,011	0,037	258°01'17"	95877,691	470,695 GPS: 15 GLONASS: 9 Galileo: 9 BeiDou: 0 QZSS: 0 NavIC: 0	

Resumo da aceitação

Data do Processamento	Passado	Valor	Falha
2	2	0	0
Data: 17/10/2022 10:46:38	Projeto: C:\Users\Novo\Documents\Survey Office\Rio Piracicaba.vce	Survey Office	
Dados do Arquivo do Projeto			
Nome:	C:\Users\Novo\Documents\Survey Office\Rio Piracicaba.vce		
Tamanho:	72 KB		
Modificado:	17/10/2022 10:43:40 (UTC:-3)		
Fuso horário:	Hora oficial do Brasil		
Número de Referência:			
Descrição:			
Comentário 1:			

Comentário 2:

Comentário 3:

Sistema de coordenadas

Nome: Brasil (SGB) IBGE
Zona: UTM-MC45-SIRGAS2000
Datum: SIRGAS 2000
Datum de referência global: WGS 1984
Época de referência global:
Geóide:
Datum vertical:
Local calibrado:

Relatório de processamento das linhas de base

Detalhes da sessão

96362-MGJP - M01 (07:01:27-11:45:47) (S3)

Componentes do vetor (Marcar para marcar)

De:	96362-MGJP				
Grid	Local		Global		
Direção leste	608362,491 m	Latitude	S19°51'07,14859"	Latitude	S19°51'07,14858"
Direção norte	7804565,449 m	Longitude	O43°57'54,32044"	Longitude	O43°57'54,32044"
Elevação	831,804 m	Altura	831,804 m	Altura	831,804 m
Para:	M01				
Grid	Local		Global		
Direção leste	706516,419 m	Latitude	S19°45'51,81244"	Latitude	S19°45'51,81244"
Direção norte	7813389,179 m	Longitude	O43°01'44,30165"	Longitude	O43°01'44,30165"
Elevação	504,174 m	Altura	504,174 m	Altura	504,174 m
Vetor:					
ΔDireção leste	98153,927 m	Azimute de avanço NS	84°30'45"	ΔX	69676,642 m
ΔDireção norte	8823,730 m	Distância do elip.	98557,992	Δy	69105,039 m
ΔElevação	-327,630 m	ΔAltura	-327,630	ΔZ	9235,004 m

Desvio Padrão

Erros nos vetores:					
σ ΔDireção leste	0,006 m	σ Azimute de avanço NS	0°00'00"	σ ΔX	0,017 m
σ ΔDireção norte	0,004 m	σ Distância do elip.	0,006 m	σ Δy	0,015 m
σ ΔElevação	0,024 m	σ ΔAltura	0,024 m	σ ΔZ	0,009 m

Matriz Variância Covariância (Metro²)

	X	y	Z
X	0,0002782487		
y	-0,0002250230	0,0002375530	
Z	-0,0001367954	0,0001254031	0,0000876410

Ocupações

	De	Para
--	----	------

ID do ponto:	96362-MGJP	M01
Arquivo de dados:	C:\Users\Novo\Documents\Survey Office\Rio Piracicaba\mgjp2851.22o	C:\Users\Novo\Documents\Survey Office\Rio Piracicaba\G0093A22.285
Tipo do receptor:	GR25	SP85
Número de série do receptor:	1830424	6129500093
Tipo de antena:	AR10	SP85 UHF
Número de série da antena:	16046004	6129500093
Altura da antena (Medido):	0,008 m	1,727 m
Método de medição da antena:	Base da montagem da antena	Base da montagem da antena

Estilo do processamento

Máscara de elevação:	10°00'00,0"
Processamento automático:	Sim
Iniciar numeração de ID automática:	AUTO0001
Vetores contínuos:	Não
Modelo de antena:	Automático
Tipo de efemérides:	Automático
Frequência:	Todas as Frequências
Intervalo de processamento:	Automático
Forçar flutuação:	Não
Tipo de processamento de GIS:	Processamento de portadora e código automático

Critérios de aceitação

Componente do vetor	Valor	Falha
Precisão horizontal >	0,050 m + 1,000 ppm	0,100 m + 1,000 ppm
Precisão vertical >	0,100 m + 1,000 ppm	0,200 m + 1,000 ppm

Data: 17/10/2022 10:46:37	Projeto: C:\Users\Novo\Documents\Survey Office\Rio Piracicaba.vce	Survey Office
---------------------------	---	---------------

Dados do Arquivo do Projeto	
Nome:	C:\Users\Novo\Documents\Survey Office\Rio Piracicaba.vce
Tamanho:	72 KB
Modificado:	17/10/2022 10:43:40 (UTC:-3)
Fuso horário:	Hora oficial do Brasil
Número de Referência:	
Descrição:	
Comentário 1:	
Comentário 2:	
Comentário 3:	
Sistema de coordenadas	
Nome:	Brasil (SGB) IBGE
Zona:	UTM-MC45-SIRGAS2000
Datum:	SIRGAS 2000
Datum de referência global:	WGS 1984
Época de referência global:	
Geóide:	
Datum vertical:	
Local calibrado:	

Relatório de processamento das linhas de base

Detalhes da sessão
93922-MGBH - M01 (07:01:27-11:45:47) (S1)
Componentes do vetor (Marcar para marcar)

De:	M01				
Grid	Local		Global		
Direção leste	706516,419 m	Latitude	S19°45'51,81244"	Latitude	S19°45'51,81244"
Direção norte	7813389,179 m	Longitude	O43°01'44,30165"	Longitude	O43°01'44,30165"
Elevação	504,174 m	Altura	504,174 m	Altura	504,174 m
Para:	93922-MGBH				
Grid	Local		Global		
Direção leste	612507,705 m	Latitude	S19°56'30,84291"	Latitude	S19°56'30,84291"
Direção norte	7794587,884 m	Longitude	O43°55'29,62897"	Longitude	O43°55'29,62897"
Elevação	974,869 m	Altura	974,869 m	Altura	974,869 m
Vetor:					
ΔDireção leste	-94008,714 m	Azimute de avanço NS	258°01'17"	ΔX	-69098,097 m
ΔDireção norte	-18801,295 m	Distância do elip.	95877,691	Δy	-63816,451 m
ΔElevação	470,695 m	ΔAltura	470,695	ΔZ	-18644,712 m

Desvio Padrão

Erros nos vetores:					
σ ΔDireção leste	0,004 m	σ Azimute de avanço NS	0°00'00"	σ ΔX	0,014 m
σ ΔDireção norte	0,003 m	σ Distância do elip.	0,004 m	σ Δy	0,012 m
σ ΔElevação	0,019 m	σ ΔAltura	0,019 m	σ ΔZ	0,008 m

Matriz Variância Covariância (Metro²)

	X	y	Z
X	0,0001933826		
y	-0,0001478482	0,0001438739	
Z	-0,0000943403	0,0000791218	0,0000573264

Ocupações

	De	Para
ID do ponto:	M01	93922-MGBH
Arquivo de dados:	C:\Users\Novo\Documents\Survey Office\Rio Piracicaba\G0093A22.285	C:\Users\Novo\Documents\Survey Office\Rio Piracicaba\mgbh2851.22o
Tipo do receptor:	SP85	NetR9
Número de série do receptor:	6129500093	5750R51586
Tipo de antena:	SP85 UHF	Zephyr 3 Geodetic
Número de série da antena:	6129500093	1551129618
Altura da antena (Medido):	1,727 m	0,006 m
Método de medição da antena:	Base da montagem da antena	Base da montagem da antena

Estilo do processamento

Máscara de elevação: 10°00'00,0"
 Processamento automático: Sim
 Iniciar numeração de ID automática: AUTO0001
 Vetores contínuos: Não
 Modelo de antena: Automático
 Tipo de efemérides: Automático
 Frequência: Todas as Frequências
 Intervalo de processamento: Automático
 Forçar flutuação: Não
 Tipo de processamento de GIS: Processamento de portadora e código automático
Crítérios de aceitação

Componente do vetor	Valor	Falha
Precisão horizontal >	0,050 m + 1,000 ppm	0,100 m + 1,000 ppm
Precisão vertical >	0,100 m + 1,000 ppm	0,200 m + 1,000 ppm
Data: 17/10/2022 10:46:38	Projeto: C:\Users\Novo\Documents\Survey Office\Rio Piracicaba.vce	Survey Office

AJUSTAMENTO

Dados do Arquivo do Projeto	
Nome:	C:\Users\Novo\Documents\Survey Office\Rio Piracicaba.vce
Tamanho:	72 KB
Modificado:	17/10/2022 10:43:40 (UTC:-3)
Fuso horário:	Hora oficial do Brasil
Número de Referência:	
Descrição:	
Comentário 1:	
Comentário 2:	
Comentário 3:	
Sistema de coordenadas	
Nome:	Brasil (SGB) IBGE
Zona:	UTM-MC45-SIRGAS2000
Datum:	SIRGAS 2000
Datum de referência global:	WGS 1984
Época de referência global:	
Geóide:	
Datum vertical:	
Local calibrado:	

Relatório de Ajuste de Rede

Configurações de ajuste

Configuração dos Erros

GNSS

Erro na altura da antena: 0,003 m
 Erro de centralização: 0,000 m

Visualização da covariância

Horizontal:

Erro linear propagado [E]: EUA
 Termo constante [C]: 0,000 m
 Escalar em erro linear [S]: 1,960

Tridimensional

Erro linear propagado [E]: EUA
 Termo constante [C]: 0,000 m
 Escalar em erro linear [S]: 1,960

Estatísticas do Ajustamento

Número de iterações para ajuste bem-sucedido: 2
 Fator de referência de rede: 0,46

Teste de Qui Quadrado (95%):
 Nível de Confiança:
 Graus de Liberdade:
 Estatísticas do vetor pós-processado
 Fator de referência: 0,46
 Número da redundância: 1,00
 Um escalar a priori: 1,00

Passado
 95%
 1

Restrições de ponto de controle

ID do ponto	Tipo	Leste σ (Metro)	Norte σ (Metro)	Altura σ (Metro)	Elevação σ (Metro)
93922-MGBH	Local	Fixo	Fixo	Fixo	
96362-MGJP	Local	Fixo	Fixo	Fixo	
Fixo = 0,000001(Metro)					

Coordenadas de quadrículas ajustadas

ID do ponto	Direção leste (Metro)	Direção leste Erro (Metro)	Direção norte (Metro)	Direção norte Erro (Metro)	Elevação (Metro)	Elevação Erro (Metro)	Restrição
93922-MGBH	612507,702	?	7794587,880	?	?	?	LLa
96362-MGJP	608362,491	?	7804565,449	?	?	?	LLa
M01	706516,453	0,040	7813389,143	0,057	?	?	

Coordenadas geodésicas ajustadas

ID do ponto	Latitude	Longitude	Altura (Metro)	Altura Erro (Metro)	Restrição
93922-MGBH	S19°56'30,84306"	O43°55'29,62908"	974,855	?	LLa
96362-MGJP	S19°51'07,14859"	O43°57'54,32044"	831,804	?	LLa
M01	S19°45'51,81359"	O43°01'44,30045"	504,166	0,014	

Coordenadas de ECEF ajustadas

ID do ponto	X (Metro)	X Erro (Metro)	Y (Metro)	Y Erro (Metro)	Z (Metro)	Z Erro (Metro)	3D Erro (Metro)	Restrição
93922-MGBH	4320741,819	?	-4161560,472	?	-2161984,246	?	?	LLa
96362-MGJP	4320163,287	?	-4166849,068	?	-2152574,538	?	?	LLa
M01	4389839,938	0,035	-4097743,990	0,031	-2143339,565	0,053	0,071	

Erro nos componentes de elipses

ID do ponto	Eixo semimaior (Metro)	Eixo semimenor (Metro)	Azimuth
M01	0,072	0,048	15°

Observações de GNSS ajustadas

Parâmetros de transformação
 Rotação de azimuth: -0,082 seg (95%) 0,117 seg
 Fator de escala: 1,00000032 (95%) 0,00000044

ID de observação	Observação	Erro a posteriori	Residual	Padronizado Residual
------------------	------------	-------------------	----------	-------------------------

M01 --> 93922-MGBH (PV1)	Az.	258°01'17"	0,006 seg	0,000 seg	0,999
	ΔAlt.	470,689 m	0,014 m	-0,006 m	-1,000
	Dist. elips.	95877,692 m	0,004 m	0,000 m	1,454
96362-MGJP --> M01 (PV3)	Az.	84°30'45"	0,007 seg	-0,001 seg	-1,000
	ΔAlt.	-327,639 m	0,014 m	-0,009 m	-1,000
	Dist. elips.	98557,992 m	0,005 m	0,000 m	-0,216

Histograma de resíduos padronizados

Valor crítico da tau: ?
 Observações que reprovam no Teste Tau: 0
 Termos da covariância

A partir do ponto	Para o ponto		Componentes	Erro a posteriori	Precisão horizontal (Razão)	Precisão 3D (Razão)
M01	93922-MGBH	Az.	258°01'17"	0,118 seg	1 : 2223613	1 : 2213654
		ΔAlt.	470,689 m	0,014 m		
		ΔElev.	?	?		
		Dist. elips.	95877,722 m	0,043 m		
M01	96362-MGJP	Az.	264°11'43"	0,117 seg	1 : 2379016	1 : 2369554
		ΔAlt.	327,638 m	0,014 m		
		ΔElev.	?	?		
		Dist. elips.	98558,023 m	0,041 m		
Data: 17/10/2022 10:48:09			Projeto: C:\Users\Novo\Documents\Survey Office\Rio Piracicaba.vce			
			Survey Office			

3.1.5.2 Anexo 03 - Relatório do Processamento da Ondulação Geoidal

NOME	LATITUDE	LONGITUDE	ONDULAÇÃO GEOIDAL
M01	-19.76439	-43.02897	-9.52
M02	-19.76265	-43.02811	-9.53

3.1.5.3 Anexo 04 - Monografia dos Marcos Implantados

- CAETÉ TOPOGRAFIA E GEODÉSIA EIRELI EPP - Rua Pedro Álvares Cabral, 468 - Forquilha - São José - SC - Fone: (48) 3039-0223 - Home-page: www.caetetopografia.com.br - E-mail: silvio@caetetopografia.com.br / leandro@caetetopografia.com.br					
MONOGRAFIA DO MARCO IMPLANTADO					
OBRA: RIO PIRACICABA					
MARCO: M01		LOCAL: NOVA ERA - MG			
DATA: 19/10/2022		OCUPAÇÃO (Horas): 04:44:25		EQUIPAMENTO: Spectra Precision SP85	
SGR – SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA			COORDENADAS DO MARCO		
Meridiano Central = 45° W Origem N (Equador) = 10000000 m Origem E (MC 45° W) = 500000 m K0 = 0,9996 DATUM H SIRGAS2000 DATUM V Imbituba/SC			Latitude (φ): 19°45'51,81359" S Longitude (λ): 43°01'44,30045" W Norte: 7.813.389,143 m Este: 706.516,453 m **Altitude Ortométrica: 513,686 m		
Fator de escala			**		Ondulação Geoidal (hgeoHNOR2020)
1,0000479784					Nivelamento Geométrico
ITINERÁRIO					
FOTO DO MARCO IMPLANTADO			CROQUI DE LOCALIZAÇÃO		
					
Marco Intervisível: M02					
Levantamento - data		Processamento - data		Monografia - data	
Jhonathan V. Souza – 12/10/2022		Leandro dos Santos – 17/10/2022		Geúlia E. Areias – 19/10/2022	



- CAETÉ TOPOGRAFIA E GEODÉSIA EIRELLI EPP
- Rua Pedro Álvares Cabral, 468 - Forquilha - São José - SC
- Fone: (48) 3039-0223 - Home-page: www.caetetopografia.com.br
- E-mail: silvio@caetetopografia.com.br / leandro@caetetopografia.com.br

**MONOGRAFIA DO MARCO IMPLANTADO****OBRA: RIO PIRACICABA****MARCO: M02****LOCAL: NOVA ERA - MG****DATA: 19/10/2022****OCUPAÇÃO (Horas): 00:00:19****EQUIPAMENTO: Spectra Precision SP85****SGR – SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA****COORDENADAS DO MARCO**

Meridiano Central = 45° W
Origem N (Equador) = 10000000 m
Origem E (MC 45° W) = 500000 m
K0 = 0,9996
DATUM H SIRGAS2000
DATUM V Imbituba/SC

Latitude (ϕ): 19°45'45,51610" S
Longitude (λ): 43°01'41,22071" W
Norte: 7.813.581,310 m
Este: 706.609,031 m
**Altitude Ortométrica: 524,217 m

Fator de escala

1,0000469956

Ondulação Geoidal (hgeoHNOR2020)

Nivelamento Geométrico

ITINERÁRIO**FOTO DO MARCO IMPLANTADO****CROQUI DE LOCALIZAÇÃO****Marco Intervisível: M01****Levantamento - data****Processamento - data****Monografia - data**

Jhonathan V. Souza – 12/10/2022

Leandro dos Santos – 17/10/2022

Geúlia E. Areias – 19/10/2022

4 ESTUDO HIDROLÓGICO

4.1 Rio Piracicaba

4.1.1 Introdução

O estudo hidrológico tem como objetivo principal fornecer as informações necessárias ao dimensionamento da ponte sobre o Rio Piracicaba, no município de Nova Era/MG.

Foi observado a metodologia conforme preconizam as Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários do DNIT (IPR-726), de 2006, especificamente a Instrução de Serviço para Estudos Hidrológicos/IS-203, conjugado com o Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem (IPR-715).

Em resumo, o estudo hidrológico atendeu ao Termo de Referência do Projeto em elaboração e está em conformidade com as Instruções de serviços vigentes.

A seguir, descreve-se o desenvolvimento dos estudos e os resultados obtidos para obtenção das intensidades de precipitação para o trecho em questão.

4.1.2 Coleta de Dados

Para o estudo utilizamos os seguintes dados: Google Earth

Dados pluviométricos da estação apresentados a seguir:

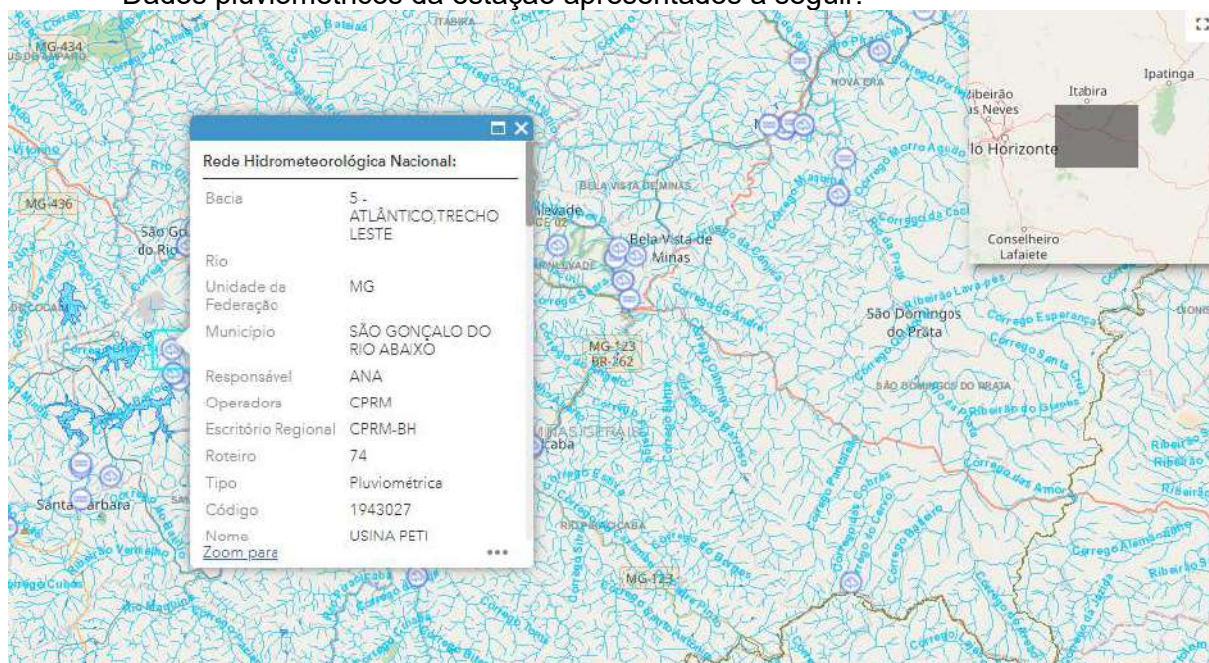


Figura 5 - Localização da estação analisada (Fonte Hidroweb)

A Figura 1 mostra a localização da estação pluviométrica analisada neste estudo.

As informações a respeito desta estação são apresentadas na figura abaixo. Tais informações foram retiradas do Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas – ANA.

Rede Hidrometeorológica Nacional:

Bacia	5 - ATLÂNTICO, TRECHO LESTE
Rio	
Unidade da Federação	MG
Município	SÃO GONÇALO DO RIO ABAIXO
Responsável	ANA
Operadora	CPRM
Escritório Regional	CPRM-BH
Roteiro	74
Tipo	Pluviométrica
Código	1943027
Nome	USINA PETI
Baixar Dados	Mais info
Baixar MDB (Convencional)	Mais info
Baixar TXT (Convencional)	Mais info
Baixar CSV (Convencional)	Mais info
Latitude	-19,88
Longitude	-43,37

Figura 6 - Dados da estação analisada (Fonte Hidroweb)

A série histórica desta estação vai de 1947 a 2012 e foram considerados 65 anos com valores consistentes.

4.1.3 Determinação das Curvas de Intensidade – Duração – Frequência

Para determinação das curvas de intensidade - duração - frequência utilizou-se o método de Ven Te Chow e Eng. Tabora Torrico.

Ven Te Chow demonstrou que a maioria das funções de frequência hidrológica pode ser calculado com a seguinte equação:

$$H = \bar{X} + KS$$

onde:

- H - Altura pluviométrica esperada para o período de retorno desejado;
- $\bar{X}$ - Média aritmética das chuvas máximas anuais;
- K - Fator de frequência em função do período de recorrência e número de eventos;
- S - Desvio padrão de amostra;
- n - Número de anos considerados.

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} \qquad S = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Os valores de K (fator de frequência) são obtidos segundo a distribuição da Lei de Gumbel e apresentados no Anexo 1.

Aplicando a “teoria dos extremos das amostras ocasionais” na série histórica da estação pluviométrica escolhida, neste caso 29 eventos considerados, pode-se definir a altura pluviométrica máxima diária para o período de recorrência desejado.

Para transformar as alturas pluviométricas máximas diárias em alturas pluviométricas horárias, aplica-se o Método do Engenheiro Taborga Torrico. Segundo o método de Taborga, as alturas pluviométricas para 24 horas guardam uma relação constante e independente do período de retorno, de 1,095 com a altura pluviométrica máxima diária. As alturas de 1 hora e 0,1 hora podem ser identificadas nas isozonas de características iguais, definidas por Taborga (Anexo 2). A relação entre altura pluviométrica máxima diária, precipitação horária e de 0,1 hora aparece na tabela do Anexo 2.

Aplicando a “teoria dos extremos das amostras ocasionais” na série histórica da estação pluviométrica escolhida, pode-se definir a altura pluviométrica máxima diária para o período de recorrência desejado, como mostra a tabela abaixo.

Tabela 2 - Alturas de chuvas máxima para a estação Usina Peti

	Ano	Máxima diária	Nº dias chuvosos	Total Anual
1	1947	102,40	154	1638
2	1948	67,30	105	1426
3	1949	130,20	132	1999
4	1950	78,20	126	1539
5	1951	81,20	111	1384
6	1952	72,20	170	1957
7	1953	84,90	114	1339
8	1954	52,40	81	828
9	1955	88,40	106	1561
10	1956	55,60	111	1036
11	1957	59,80	146	1788
12	1958	71,30	99	1356
13	1959	64,40	91	1043
14	1960	114,00	126	1636
15	1961	140,00	86	1337
16	1962	92,20	124	2031
17	1963	49,00	42	438
18	1964	68,00	154	1996
19	1965	85,00	144	1823
20	1966	130,00	99	1533
21	1967	49,00	105	1009
22	1968	91,40	108	1260
23	1969	67,40	112	1409
24	1970	52,20	108	1222
25	1971	134,60	70	1238
26	1972	70,00	114	1395
27	1973	95,60	117	1743
28	1974	81,40	122	1216
29	1975	69,20	111	1271
30	1976	53,40	119	1444
31	1977	70,00	101	1419
32	1978	96,20	121	1554
33	1979	107,80	126	2260
34	1980	99,80	109	1508
35	1981	83,00	129	1433
36	1982	99,60	117	1500
37	1983	90,40	163	2316
38	1984	74,20	92	1334
39	1985	110,20	136	1878
40	1986	53,80	102	1041
41	1987	48,40	120	1225
42	1988	83,60	112	1463
43	1989	64,20	121	1358
44	1990	61,20	101	1035
45	1991	96,00	136	1645

46	1992	98,00	153	2012
47	1993	58,40	99	893
48	1994	82,60	113	1482
49	1995	132,40	100	1583
50	1996	72,60	112	1441
51	1997	112,00	120	1788
52	1999	85,90	95	1189
53	2000	91,00	115	1704
54	2001	72,90	85	1258
55	2002	103,00	114	1535
56	2003	138,00	115	1519
57	2004	90,60	137	1952
58	2005	90,00	132	1624
59	2006	70,60	126	1324
60	2007	44,60	96	928
61	2008	72,30	110	1751
62	2009	89,30	126	1735
63	2010	65,20	104	1158
64	2011	76,00	98	1708
65	2012	52,00	92	956

Com estes resultados pode-se montar a equação que permite calcular as alturas de chuva em função do Tempo de Recorrência e Duração do evento, dada por:

$$H = 82,87 + 23,90K$$

Os valores de K (fator de frequência) são obtidos segundo a lei de Gumbel apresentados no Anexo 1. Com estes valores corrige-se a altura de precipitação e obtém-se os valores da tabela abaixo:

Tabela 3 - Correção pelo fator de frequência das alturas de precipitação para a estação Usina Peti

TR (anos)	Máxima diária
10	117,44
15	125,95
25	136,73
50	151,05
100	165,24

Na sequência, utiliza-se o método desenvolvido pelo Engenheiro Taborga Torrico, que consiste em transformar os valores conhecidos das chuvas máximas de um dia em chuvas de 24 horas e destas para chuvas de uma hora e chuvas de 6 minutos de duração.

Estes valores de transformação foram obtidos no Mapa de Isozonas, apresentado ao final deste relatório – Anexo 2.

Localizado o trecho em questão no Mapa de Isozonas observa-se que ele pertence a Zona “E” com os seguintes valores de transformação para as chuvas de 24 horas, 1 hora e 0,1 hora (6 min):

Tabela 4 - Transformação das chuvas máximas para a estação Usina Peti

TR (anos)	1 dia / 24 horas	H = 24 horas (mm)
10	1,095	128,59
15	1,095	137,91
25	1,095	149,72
50	1,095	165,39
100	1,095	180,94
TR (anos)	1 hora / 24 horas	H = 1 hora (mm)
10	0,397	46,62
15	0,395	49,75
25	0,392	53,60
50	0,388	58,61
100	0,384	63,45
TR (anos)	0,1 hora / 24 horas	H = 0,1 hora (mm)
10	0,0980	11,51
15	0,0980	12,34
25	0,0980	13,40
50	0,0980	14,80
100	0,0880	14,54

Coeficiente de isozonas
(classe C) – Anexo 2

Considerando-se que este estudo visa fornecer o cálculo de vazão para uma ponte, prosseguiremos o estudo apenas com os dados para TR-100 anos como exige a IS-203 do DNIT, o que consideramos adequado.

Com estes dados pode-se construir as curvas de altura de chuva - duração – tempo de recorrência (Figura 03) dadas por:

$$H(t, T)$$

E destas obter as curvas de intensidade - duração - frequência (Figura 04):

$$i = (t, T)$$

onde:

H = Altura de precipitação, em mm;

t = Tempo de duração da chuva, em minutos;

T = Tempo de recorrência, em anos;

i = Intensidade de precipitação, mm/h.

Curva Altura x Duração

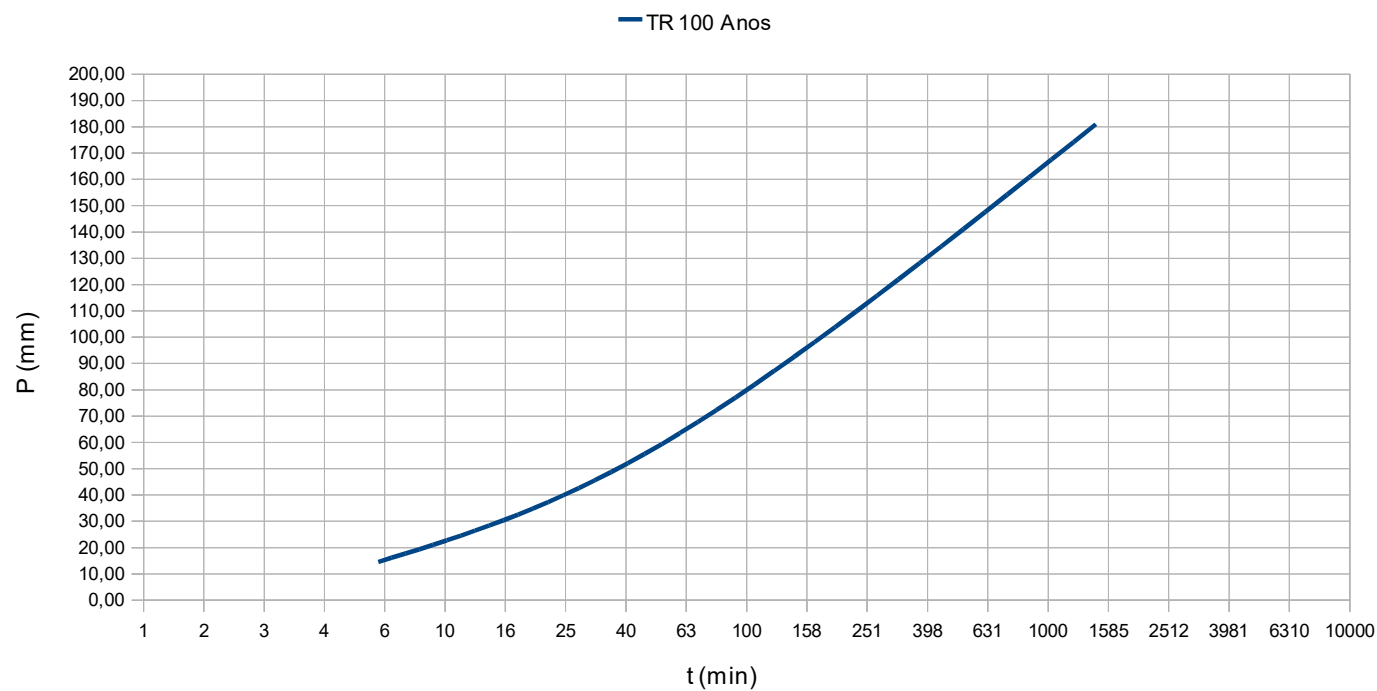


Figura 7 - Curva da altura da chuva e tempo de duração para estação Usina Peti

Através das curvas de altura de chuva - duração - tempo de recorrência obtêm-se os valores da tabela apresentada a seguir que da origem as curvas de intensidade-duração-frequência.

Tabela 5 - Alturas – Duração - frequência para a estação Usina Peti

Duração	TR-100 Anos	
T (hora)	H (mm)	i (mm/h)
0,1	14,54	145
0,2	25	125
0,3	33	110
0,4	39	98
0,5	44	88
1	63,45	63
2	86	43
3	100	33
4	110	28
5	120	24
6	127	21
7	133	19
8	138	17
9	143	16
10	147	15
12	155	13
14	161	12
16	167	10
18	172	10
20	175	9
22	178	8
24	180,94	8

Curva Altura x Duração

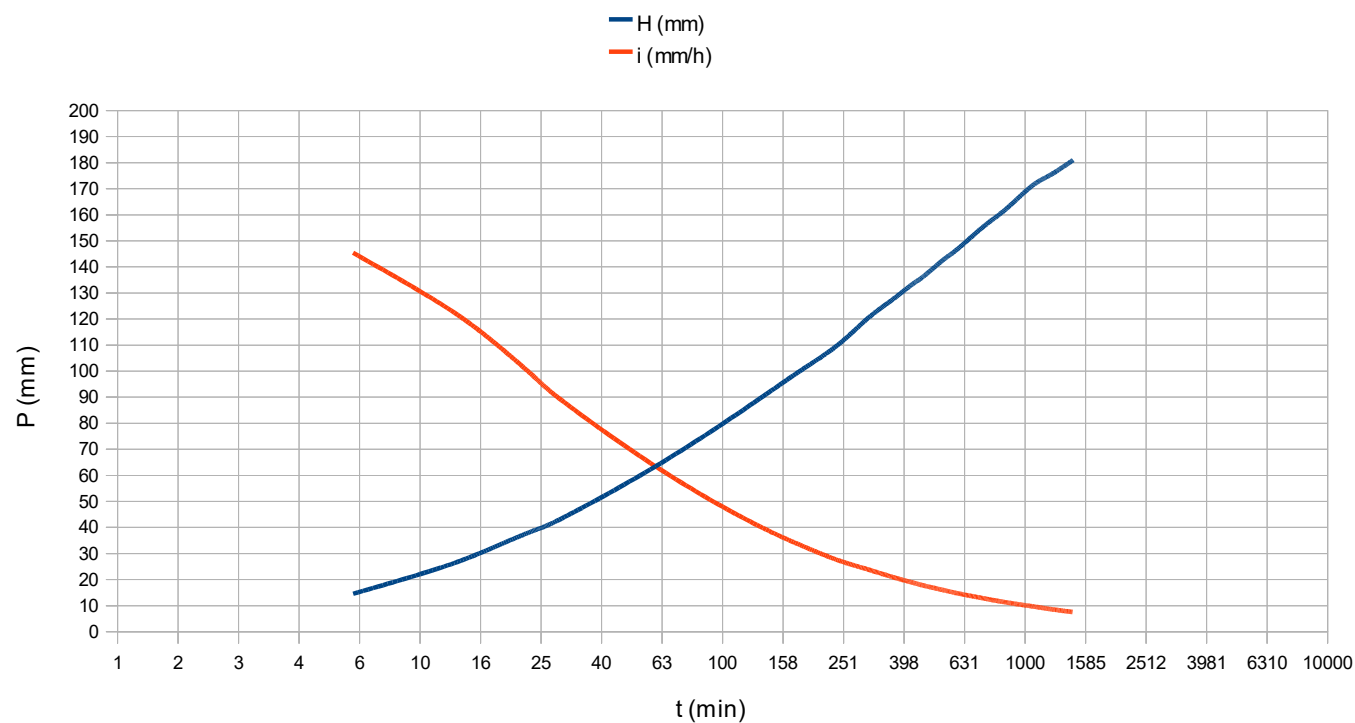


Figura 8 - Curva de intensidade, duração e frequência para estação Usina Peti

4.1.4 Tempo de Concentração

Para o cálculo do tempo de concentração das bacias utiliza-se a fórmula do DNOS, dada pela seguinte expressão:

$$tc = \frac{10}{K} \times \left(\frac{A^{0,3} \times L^{0,2}}{I^{0,4}} \right)$$

Onde:

- tc - tempo de concentração, em minutos;
- K - coeficiente de caracterização da bacia;
- A - área da bacia de contribuição, em ha;
- L - comprimento do talvegue principal, em metros;
- I - declividade efetiva do talvegue principal (%).

Os valores de K são obtidos na **Tabela 6**, apresentada a seguir.

CARACTERÍSTICAS	K
Terreno areno-argiloso coberto de vegetação intensa, elevada absorção	2
Terreno argiloso coberto de vegetação absorção média apreciável	3
Terreno argiloso coberto de vegetação, absorção média	4
Terreno com vegetação média, pouca absorção	4,5
Terreno com rocha, escassa vegetação, baixa absorção	5
Terreno rochoso, vegetação rala, reduzida absorção	5,5

Para as obras de drenagem superficial será tomado o tempo de concentração igual a 6 minutos, bem como para bueiros com o tempo de concentração inferior a este valor.

4.1.5 Cálculo das Vazões

Conforme as Instrução de Serviço do DNIT – IS 203 de 2006 (IPR 726), as vazões de contribuição, para o dimensionamento das obras de arte correntes, são calculadas utilizando-se os seguintes limites:

- Método Racional para as bacias com área ate 4km² (400ha);
- Método Racional Corrigido para bacias entre 4km² e 10km² (entre 400ha e 1000ha);
- Método do Hidrograma Unitário Triangular (HUT) nas bacias com área superiores a 10Km² (1000ha).

4.1.6 Tempo de Recorrência

Para este projeto adotou-se, atendendo a Instrução de Serviço do DNIT, os seguintes tempos de recorrência:

- Pontes: TR-100 anos

4.1.7 Bacia Hidrográfica

Abaixo segue a imagem da bacia considerada, com seus dados:

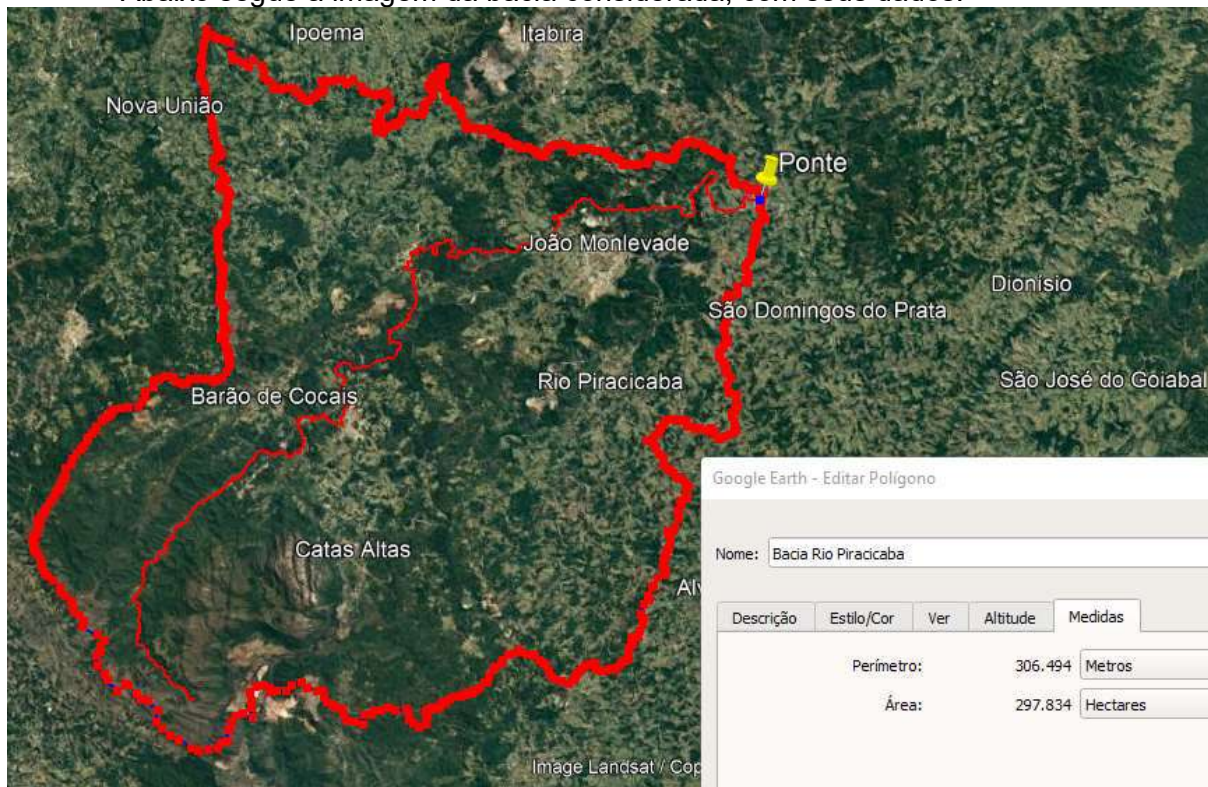


Figura 9 - Bacia hidrográfica considerada

Área: 297.834 ha

Comprimento do talvegue principal: 148.513 m

4.1.8 Declividade Efetiva

A fim de contribuir ainda mais na precisão das variáveis utilizadas para se chegar ao valor real da vazão da bacia contribuinte, utiliza-se o cálculo da declividade efetiva, como é mostrado a seguir. Quando a bacia tem pequena dimensão, a declividade efetiva tende a ter o mesmo valor que a declividade média, pois a curva hipsométrica do talvegue principal tende a ter uma homogeneidade nas curvas de nível; isto é, uma variação constante na distância entre uma curva e outra.

$$I = \left[\frac{L_T}{\frac{L_1}{\sqrt{I_1}} + \frac{L_2}{\sqrt{I_2}} + \frac{L_3}{\sqrt{I_3}} + \dots + \frac{L_n}{\sqrt{I_n}}} \right]^2 = \left[\frac{Km}{Km} \right] \times 100 = I(\%)$$

Onde:

L_T = comprimento total do talvegue principal (Km);

L_1, L_2, L_3, L_n = comprimentos parciais do talvegue principal (Km);

I_1, I_2, I_3, I_n = declividades parciais (m/m).

4.1.9 Coeficiente de Deflúvio

Os valores do coeficiente de escoamento (deflúvio – Run-Off) "C" são obtidos na tabela apresentada no Anexo 3 e estruturada em função das características das bacias.

Para cada bacia analisada, foi levado em consideração as diferentes coberturas de solo e sua respectiva utilização, de acordo com o "C" de áreas urbanas, suburbanas e rurais.

4.1.10 Cálculo de Vazão pelo Método do Hidrograma Unitário Triangular

Hidrograma unitário é o hidrograma resultante de um escoamento superficial unitário (1cm, 1polegada) gerado por uma chuva uniformemente distribuída sobre a bacia hidrográfica, com intensidade constante e com certa duração. Este hidrograma foi deduzido da média de um grande número de hidrogramas unitários naturais de bacias com tamanhos muito variados e situações geográficas diversas.

Para uma dada duração de chuva, o hidrograma constitui uma característica própria da bacia; ele reflete as condições de deflúvio para o desenvolvimento da onda de cheia.

Princípios básicos (considerando chuva de distribuição uniforme e de intensidade constante sobre toda a bacia):

1º Princípio: Constância do Tempo de Base - Para chuvas de iguais durações, as durações dos escoamentos superficiais correspondentes são iguais;

2º Princípio: Proporcionalidade das Descargas - Duas chuvas de mesma duração, mas com volumes escoados diferentes resultam em hidrografas cujas ordenadas são proporcionais aos correspondentes volumes escoados;

3º Princípio: Aditividade - Precipitações anteriores não influenciam a distribuição no tempo do escoamento superficial de uma dada chuva.

Em casos frequentes, quando não se dispõe de registros suficientes para a determinação de hidrogramas unitários, relativos as seções de interesse em projeto, utiliza-se hidrogramas unitários sintéticos. Tais hidrogramas são obtidos a partir de características físicas das bacias.

Os três HUS mais conhecidos são: de Snyder, de Commons e de Soil Conservation Service (SCS), desenvolvido por Victor Mockus. O Manual de Hidrologia Básica para

Estruturas de Drenagem do DNIT traz esta última metodologia.

Dentre as características físicas da bacia hidrográfica que intervêm na forma e dimensão do hidrograma de dada precipitação destacam-se a área, declividade, dimensão do canal, densidade de drenagem e o formato. Com base na correlação destas características com a configuração das ondas de cheias observadas, pode-se embasar as tentativas de estabelecimento de processos de sintetização.

No efetivo desenvolvimento deste estudo adotou-se o Método do SCS – Hidrograma Unitário Triangular. O Soil Conservation Service propôs a elaboração de um hidrograma unitário sintético a partir de um adimensional, requerendo tão somente a determinação da vazão de pico e do tempo em que ela ocorre.

Para a determinação do tempo de concentração (t_c) das bacias, utilizou-se a fórmula proposta pelo DNOS.

O Soil Conservation Service recomenda a substituição do hidrograma adimensional curvilíneo por um hidrograma triangular (HUT) cuja forma se adapta razoavelmente ao primeiro. O tempo de base T_B desse hidrograma triangular é igual a $8/3$ do tempo de ponta T_p , e sua forma mais simplificada não necessita da apresentação adimensional sendo obtida a partir do tempo de concentração T_c , e da duração unitária D_u , dadas por:

Cálculo do tempo de pico (T_p):

$$T_p = \frac{D_u}{2} + 0,6T_c$$

Onde:

- T_p = tempo de pico [h];
- D_u = tempo de duração da chuva [h];
- T_c = tempo de concentração [h].

Recomenda-se que a duração unitária da chuva usada com o hidrograma unitário seja próxima de $0,20 T_p$, não devendo ter valores maiores que $0,25 T_p$. Portanto, adota-se durações unitárias até um quinto do tempo de concentração, para reduzir o trabalho de cálculo.

$$D_u = \frac{T_c}{5}$$

Cálculo do tempo de base (T_b):

$$T_b = \frac{8T_p}{3}$$

Cálculo da vazão de pico (Q_p):

$$Q_p = \frac{A_R}{0,03T_b}$$

Onde:

- Q_p = descarga máxima por mm do deflúvio [m^3/s];
- A_R = área da bacia [Km^2];
- T_b = tempo de base do fluviograma unitário [min];
- $0,03$ = coeficiente de compatibilização de unidades.

Para a conversão do diagrama unitário triangular em um hidrograma unitário curvilíneo definitivo, calcula-se o hidrograma unitário para uma chuva de 5mm e duração de $t_c/5$ e em seguida, deve-se convertê-lo para um hidrograma correspondente a chuva de duração t_c e alturas referentes a vários períodos de retorno.

Cálculo da precipitação efetiva através da fórmula do SCS:

$$P_E = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S}$$

Onde:

- P_E = excesso de chuva ou precipitação efetiva (mm);
- P = Precipitação total (mm).

$$S = 254 \times \left(\frac{100}{CN} - 1 \right) ; [\text{mm}]$$

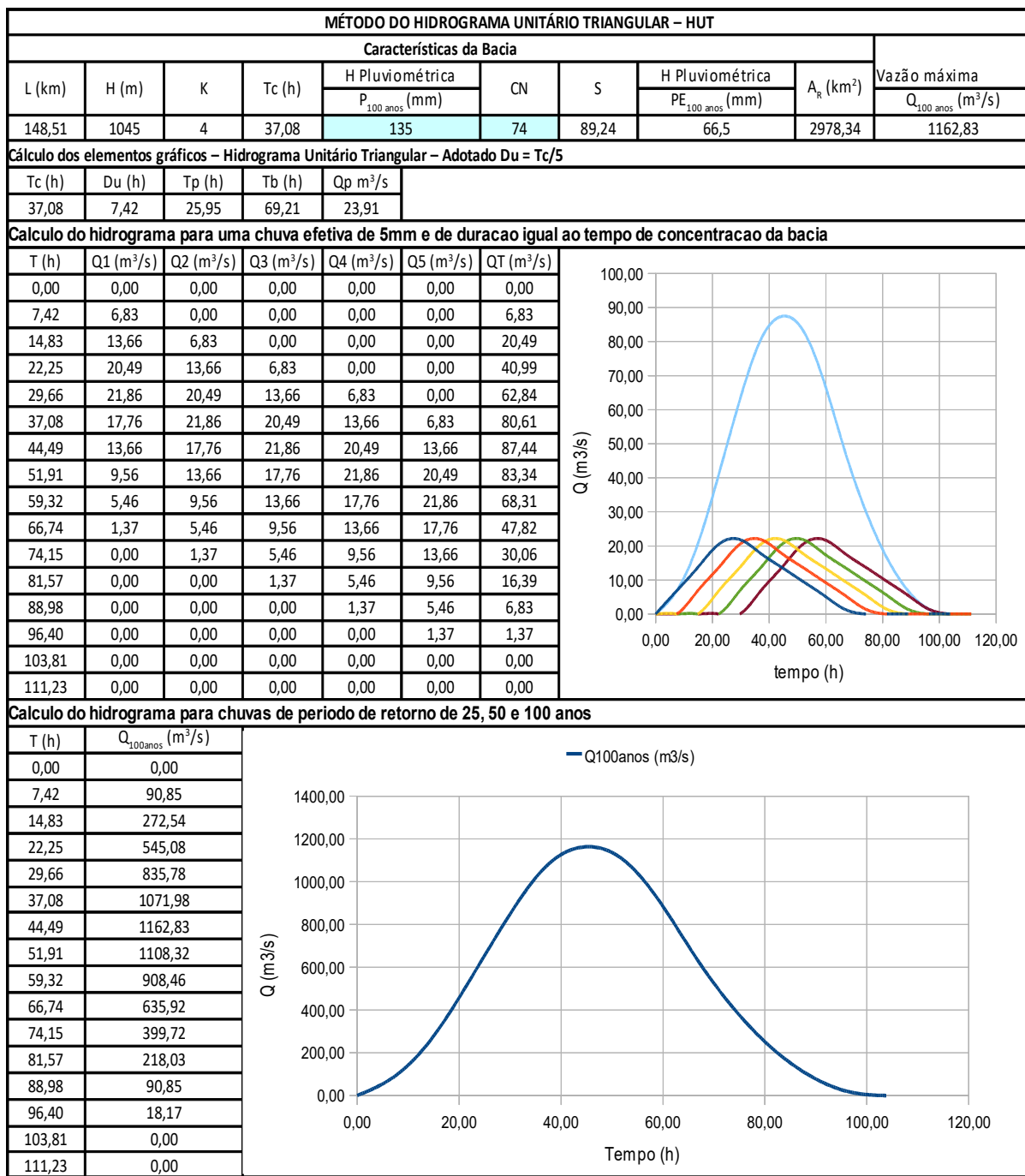
Onde:

- CN = Número de deflúvio que define o complexo hidrológico solo-cobertura vegetal (Número de Curva).

Escolhe-se o valor de CN (Anexo 4), variável de 0 a 100, conforme a permeabilidade do solo, a cobertura vegetal, a textura da superfície e a umidade antecedente do solo que fornecem a orientação para escolha do CN , para diversos tipos de cobertura vegetal, tratamento agrícola e para diversos grupos hidrológicos de solos, classificados de acordo com sua permeabilidade.

Considerando que a maior parte da área de todas as bacias tratam-se de “bosques ou zonas florestais”, pastagens e baldios, em terrenos com capacidade de infiltração acima da média “Tipo B” e “Tipo C”, adotou-se coeficientes CN entre 55 e 74. Tal decisão enquadra o estudo à favor da segurança.

A seguir, a figura apresenta o resultado obtidos no cálculo de vazão pelo método HUT TR=100 anos para a bacia no ponto onde será projetada a ponte.



4.1.11 Determinação do Comprimento da Ponte sobre o Rio Hipólito

Método de determinação da cota de máxima cheia e vão da obra de arte especial, segundo metodologia do Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT.

Para cada altura h do nível d'água, corresponde uma área molhada (A), um perímetro molhado (P) e, em consequência, raio hidráulico (R) e velocidade (V), que, são relacionados através da fórmula de Manning:

$$V = \frac{R^{2/3} \times I^{1/2}}{n}$$

Substituindo V pelo seu valor Q/A (equação de continuidade), obtêm-se:

$$Q = \frac{AR^{2/3} \times I^{1/2}}{n}$$

Para qualquer nível d'água, portanto, referente a uma travessia, verifica-se sempre:

$$AR^{2/3} = \frac{Q \times n}{I^{1/2}}$$

Determinação do vão da ponte, sendo I e n constantes e independentes da altura do nível d'água, verifica-se que V e Q são função apenas de h . Variando-se, então, os valores de h entre os praticamente aconselháveis chega-se na área que resulta no comprimento necessário e altura da lâmina d'água

A verificação da capacidade hidráulica da seção sob a ponte é calculada por Manning, onde:

n - coeficiente de rugosidade;

I - declividade do rio;

A - área molhada;

P - perímetro molhado;

R - raio hidráulico.

A tabela a seguir mostra os coeficientes n para utilização na equação de Manning.

Tabela 7 - Coeficiente de rugosidade

Table 3-1 Manning's 'n' Values

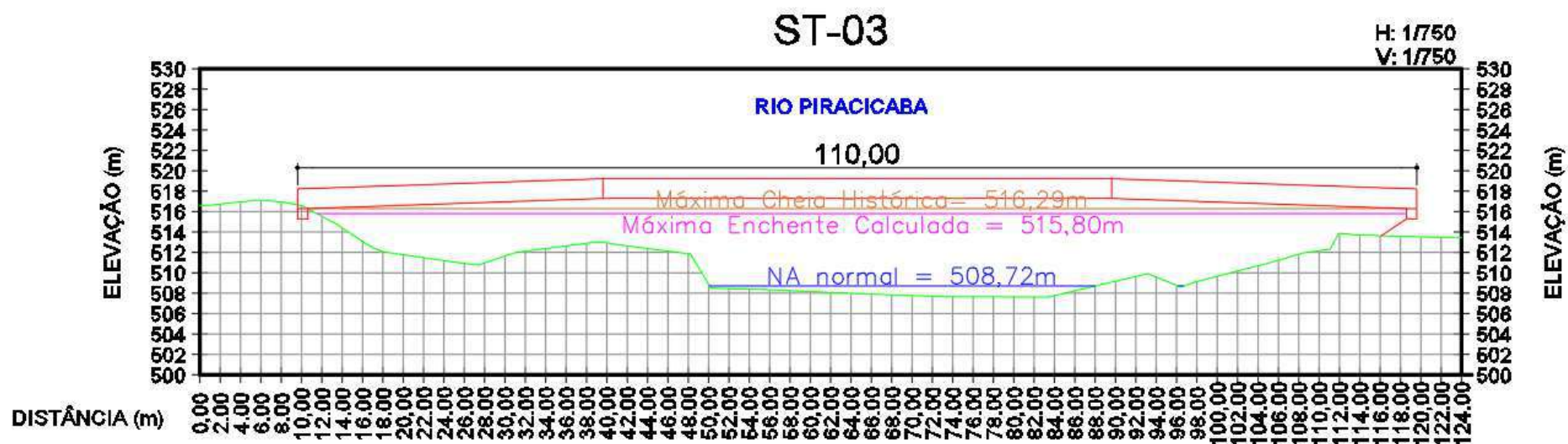
Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
<i>A. Natural Streams</i>			
1. Main Channels			
a. Clean, straight, full, no rifts or deep pools	0.025	0.030	0.033
b. Same as above, but more stones and weeds	0.030	0.035	0.040
c. Clean, winding, some pools and shoals	0.033	0.040	0.045
d. Same as above, but some weeds and stones	0.035	0.045	0.050
e. Same as above, lower stages, more ineffective slopes and sections	0.040	0.048	0.055
f. Same as "d" but more stones	0.045	0.050	0.060
g. Sluggish reaches, weedy, deep pools	0.050	0.070	0.080
h. Very weedy reaches, deep pools, or floodways with heavy stands of timber and brush	0.070	0.100	0.150
2. Flood Plains			
a. Pasture no brush	0.025	0.030	0.035
1. Short grass	0.030	0.035	0.050
2. High grass			
b. Cultivated areas	0.020	0.030	0.040
1. No crop	0.025	0.035	0.045
2. Mature row crops	0.030	0.040	0.050
3. Mature field crops			
c. Brush	0.035	0.050	0.070
1. Scattered brush, heavy weeds	0.035	0.050	0.060
2. Light brush and trees, in winter	0.040	0.060	0.080
3. Light brush and trees, in summer	0.045	0.070	0.110
4. Medium to dense brush, in winter	0.070	0.100	0.160
5. Medium to dense brush, in summer			
d. Trees	0.030	0.040	0.050
1. Cleared land with tree stumps, no sprouts	0.050	0.060	0.080
2. Same as above, but heavy sprouts	0.080	0.100	0.120
3. Heavy stand of timber, few down trees, little undergrowth, flow below branches	0.100	0.120	0.160
4. Same as above, but with flow into branches			

Fonte: United States Army Corps of Engineers (USACE) - Hydrologic Engineering Center (HEC)

Tabela 8 - Tabela de dimensionamento de Comprimento

Cota (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	R ^{2/3}	AR ^{2/3}	I ^{1/2}	n	Q (m ³ /s)	V (m/s)
510,00	86,21	53,57	1,61	1,37	118,38	0,04	0,050	84,37	0,98
511,00	140,41	58,71	2,39	1,79	251,11	0,04	0,050	178,98	1,27
512,00	198,93	64,68	3,08	2,12	420,75	0,04	0,050	299,88	1,51
513,00	266,62	75,29	3,54	2,32	619,41	0,04	0,050	441,47	1,66
514,00	388,91	102,41	3,80	2,43	946,66	0,04	0,050	674,71	1,73
515,00	487,96	106,07	4,60	2,77	1349,69	0,04	0,050	961,96	1,97
515,80	575,71	112,32	5,13	2,97	1711,49	0,04	0,050	1219,82	2,12

Portanto, para atender a uma vazão de 1162,83m³/s será necessária uma ponte de 110,00m. A cota máxima da lâmina d'água foi de 515,80m, inferior a cota de máxima enchente observada de 516,29m, sendo utilizada a última.



Teremos a seguinte seção para dimensionamento hidráulico com a respectiva área e perímetro molhado.

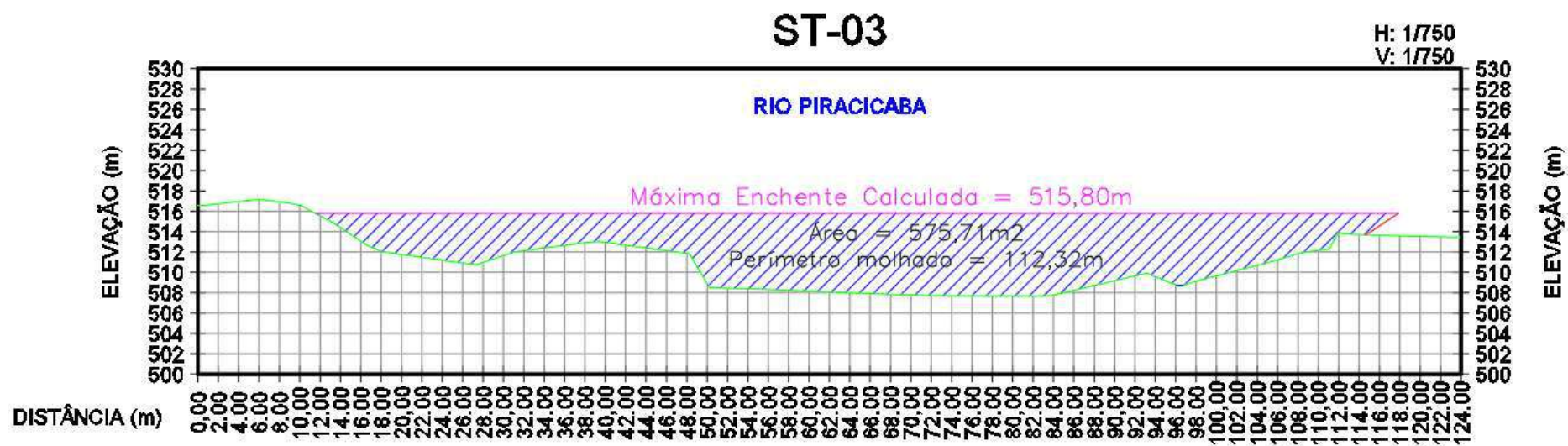


Figura 11 - Seção utilizada para dimensionamento hidráulico

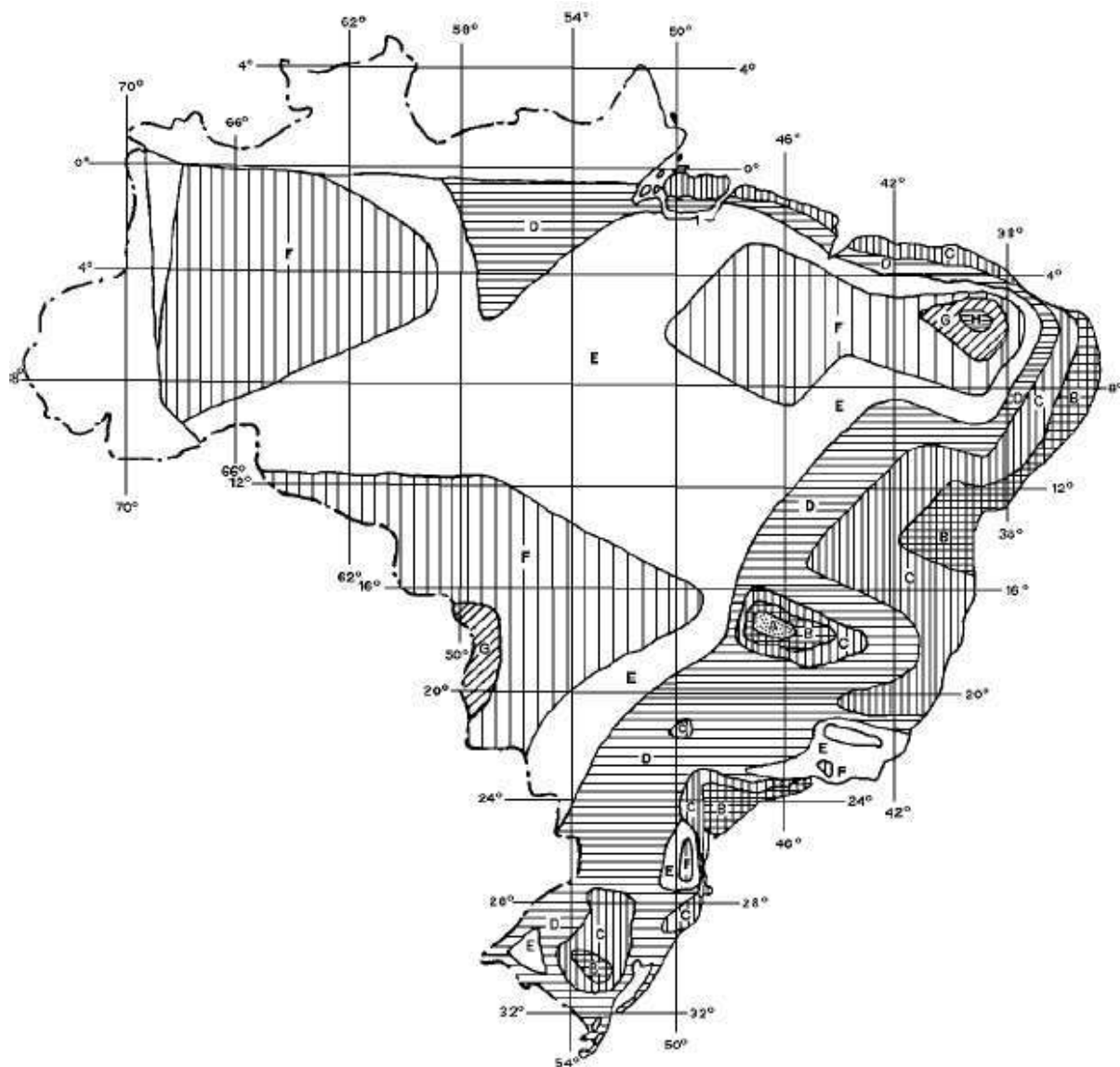
ANEXO 1

VALORES DE "K" CALCULADOS SEGUNDO A LEI DE GUMBEL							
N- Nº DE EVENTOS CONSIDERADOS	TR- TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS						
	5	10	15	20	25	50	100
10	1,058	1,848	2,289	2,606	2,847	3,588	4,323
11	1,034	1,809	2,242	2,553	2,789	3,516	4,238
12	1,013	1,777	2,202	2,509	2,741	3,476	4,166
13	0,996	1,748	2,168	2,470	2,699	3,405	4,105
14	0,981	1,724	2,138	2,437	2,663	3,360	4,052
15	0,967	1,703	2,112	2,410	2,632	3,321	4,005
16	0,955	1,682	2,087	2,379	2,601	3,283	3,959
17	0,943	1,664	2,066	2,355	2,575	3,250	3,921
18	0,934	1,649	2,047	2,335	2,552	3,223	3,888
19	0,926	1,636	2,032	2,317	2,533	3,199	3,860
20	0,919	1,625	2,018	2,302	2,517	3,179	3,836
21	0,911	1,613	2,004	2,286	2,500	3,157	3,810
22	0,905	1,603	1,992	2,272	2,484	3,138	3,787
23	0,899	1,595	1,980	2,259	2,470	3,121	3,766
24	0,893	1,584	1,969	2,247	2,457	3,104	3,747
25	0,888	1,575	1,958	2,235	2,444	3,088	3,729
26	0,883	1,568	1,949	2,224	2,432	3,074	3,711
27	0,879	1,560	1,941	2,215	2,422	3,061	3,696
28	0,874	1,553	1,932	2,205	2,412	3,048	3,681
29	0,870	1,547	1,924	2,196	2,402	3,037	3,667
30	0,866	1,541	1,912	2,188	2,393	3,026	3,653
31	0,863	1,535	1,910	2,180	2,385	3,015	3,641
32	0,860	1,530	1,904	2,173	2,377	3,005	3,629
33	0,856	1,525	1,897	2,166	2,369	2,966	3,618
34	0,855	1,520	1,892	2,160	2,362	2,987	3,608

ANEXO 1 (CONTINUAÇÃO)

VALORES DE "K" CALCULADOS SEGUNDO A LEI DE GUMBEL							
N- Nº DE EVENTOS CONSIDERADOS	TR- TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS						
	5	10	15	20	25	50	100
35	0,851	1,516	1,886	2,152	2,354	2,977	3,598
36	0,848	1,511	1,881	2,147	2,349	2,971	3,588
37	0,845	1,507	1,876	2,142	2,344	2,963	3,579
38	0,843	1,503	1,871	2,137	2,338	2,957	3,571
39	0,840	1,499	1,867	2,131	2,331	2,950	3,563
40	0,838	1,495	1,862	2,126	2,326	2,943	3,554
41	0,836	1,492	1,858	2,121	2,321	2,936	3,547
42	0,834	1,489	1,854	2,117	2,316	2,930	3,539
43	0,832	1,485	1,850	2,112	2,311	2,924	3,532
44	0,830	1,482	1,846	2,108	2,307	2,919	3,526
45	0,828	1,478	1,824	2,104	2,303	2,913	3,519
46	0,826	1,476	1,839	2,100	2,298	2,908	3,513
47	0,824	1,474	1,836	2,096	2,294	2,903	3,507
48	0,823	1,471	1,832	2,093	2,290	2,898	3,501
49	0,821	1,469	1,830	2,090	2,287	2,894	3,496
50	0,820	1,466	1,827	2,086	2,283	2,889	3,490
51	0,818	1,464	1,924	2,083	2,280	2,885	3,486
52	0,817	1,462	1,821	2,080	2,276	2,881	3,481
53	0,815	1,459	1,818	2,077	2,273	2,875	3,474
54	0,814	1,457	1,816	2,074	2,270	2,873	3,471
55	0,813	1,455	1,813	2,071	2,267	2,869	3,467
56	0,812	1,453	1,811	2,069	2,264	2,865	3,462
57	0,810	1,451	1,809	2,066	2,261	2,862	3,458
58	0,809	1,449	1,806	2,664	2,258	2,858	3,454
59	0,808	1,448	1,804	2,061	2,256	2,855	3,450
60	0,807	1,446	1,802	2,059	2,253	2,852	3,446

ANEXO 2 – MAPA DE ISOZONAS



TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS													
ZONA	1 HORA / 24 HORAS CHUVA										6 min/ 24 horas CHUVA		
	5	10	15	20	25	30	50	100	1000	10000	5-50	100	
A	36,2	35,8	35,6	35,5	36,4	35,3	35,0	34,7	33,6	32,8	7,0	6,3	
B	38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	37,2	36,9	36,6	35,4	34,3	8,4	7,5	
C	40,1	39,7	39,5	39,2	39,2	39,1	38,8	38,4	37,2	36,0	9,8	8,8	
D	42,0	41,6	41,4	41,2	41,1	41,0	40,7	40,3	39,0	37,8	11,2	10,0	
E	44,0	43,6	43,3	43,2	43,0	42,9	42,6	42,2	40,9	39,6	12,96	11,2	
F	45,0	45,5	45,3	45,1	44,9	44,8	44,5	44,1	42,7	41,3	13,9	12,4	
G	47,9	47,4	47,2	47,0	46,8	46,7	46,4	45,9	44,5	45,1	15,4	13,7	
H	49,9	49,4	49,1	48,9	48,8	48,6	48,3	47,5	46,3	49,3	16,7	14,9	

ANEXO 3 – COEFICIENTE DE ESCOAMENTO

COEFICIENTE DE ESCOAMENTO "C" EM ÁREAS SUBURBANAS E RURAIS	
CARACTERÍSTICAS	C(%)
TERRENO ESTÉRIL MONTANHOSO- Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação e altas declividades.	80 a 90
TERRENO ESTÉRIL ONDULADO- material poroso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação em relevo ondulado e com declividades moderadas.	60 a 80
TERRENO ESTÉRIL PLANO- Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação e baixas declividades.	50 a 70
PRADOS, CAMPINAS, TERRENO ONDULADO- Áreas de declividades moderadas, grandes porções de gramados, flores silvestres ou bosques, sobre um manto fino de material poroso que cobre o material não poroso.	40 a 65
MATAS, DECÍDUAS, FOLHAGEM CADUCA- Matas e florestas de árvores decíduas em terreno de declividades variadas.	35 a 60
MATAS CONÍFERAS, FOLHAGEM PERMANENTE- Florestas e matas de árvores de folhagem permanente em terrenos de declividades variadas.	25 a 50
POMARES- Plantações de árvores frutíferas com áreas abertas cultivadas ou livres de qualquer planta a não ser gramados.	15 a 40
TERRENOS CULTIVADOS, ZONAS ALTAS- Terrenos cultivados em plantações de cereais ou legumes, fora de zonas baixas e várzeas.	15 a 40
FAZENDAS, VALES- Terrenos cultivados em plantações de cereais ou legumes, localizados em zonas baixas e várzeas.	10 a 40

ANEXO 4 – COEFICIENTE CN

VALORES DAS CURVAS - NÚMERO - CN					
UTILIZAÇÃO OU COBERTURA DO SOLO		TIPO DE SOLO			
		A	B	C	D
Zonas Cultiváveis:	Sem medidas de conservação do solo	72	81	88	91
	Com medidas de conservação do solo	62	71	78	81
Pastagens ou Baldios:	Em más condições	68	79	86	89
	Em boas condições	39	61	74	80
Prado em boas condições		30	58	71	78
Bosques ou Zonas Florestais:	Cobertura má, sem matéria orgânica	45	66	77	83
	Boa cobertura	25	55	70	77
Espaços abertos, relvados, parques, campos de golf, cemitérios, etc.					
	Boas condições Relva cobrindo mais de 75 % da área	39	61	74	80
	Condições razoáveis Relva cobrindo de 50 a 75% da área	49	69	79	84
Zonas comerciais e de escritórios (85 % de área impermeável)		89	92	94	95
Zonas industriais (72 % de área impermeável)		81	88	91	93
Zonas residências:					
Áreas Médias dos Lotes	Percentagem Média Impermeável				
< 500 m ²	65 %	77	85	90	92
1000 m ²	38 %	61	75	83	87
1300 m ²	30 %	57	72	81	86
2000 m ²	25 %	54	70	80	85
4000 m ²	20 %	51	68	79	84
Parques de Estacionamento, Telhados, Viadutos, etc.		98	98	98	98
Arruamentos e Estradas:					
	Asfaltadas e com drenagem de águas pluviais	98	98	98	98
	Gravilha	76	85	89	91
	Terra	72	82	87	89

Observações:

- O solo **tipo A** tem o mais baixo potencial de deflúvio. Terrenos muito permeáveis, com pouco silte e argila.
- O solo **tipo B** tem uma capacidade de infiltração acima da media apos o completo umedecimento. Inclui solos arenosos.
- O solo **tipo C** tem uma capacidade de infiltração abaixo da media apos a pré-saturação. Contem percentagem considerável de argila colóide.
- O solo **tipo D** tem o mais alto potencial de deflúvio. Terrenos quase impermeáveis junto a superfície. Argiloso.

5 ESTUDO GEOTÉCNICO

A seguir é apresentado o relatório de sondagem.

Cliente: Obra de Arte Engenharia Ltda

Local: Coordenadas 19°45'54.13" S e 43°1'45.24" O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022

Relatório de Sondagem à Percussão

Rel. nº 047/2022

Cliente: Obra de Arte Engenharia Ltda

Local: Coordenadas 19°45'54.13" S e 43°1'45.24" O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022

1. INTRODUÇÃO

Apresentamos a seguir o relatório técnico referente aos serviços de investigação geológico-geotécnica, composto por sondagem à percussão tipo SPT. Os serviços foram realizados no município de Nova Era, localizado aproximadamente a 139,0 km da cidade de Belo Horizonte/MG (Figura 01).



Figura 01 – Localização da área.
Fonte: Google Maps, 2022.

2. OBJETIVO

O presente relatório tem como objetivo apresentar os resultados do programa de investigações geológico-geotécnica, servindo de base para estudo e interpretação do terreno.

3. DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS

Estamos apresentando o relatório das sondagens de reconhecimento do subsolo, realizadas no local em referência, do tipo SPT (Standard Penetration Test), no sistema de sondagem manual.

Cliente: Obra de Arte Engenharia Ltda

Local: Coordenadas 19°45'54.13" S e 43°1'45.24" O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022

1. As sondagens foram rigorosamente executadas conforme prescrições das seguintes normas da ABNT:
 - ✓ NBR-8036/1983 – Programação de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos para Fundações de Edifícios;
 - ✓ NBR-6484/2020 – Solo – Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT Método de Ensaio;
 - ✓ NBR-6502/2022 – Rochas e Solos – Terminologia;
 - ✓ NBR-13441/2021 – Rochas e Solos – Simbologia.
2. As sondagens de simples reconhecimento do subsolo com finalidade de fundação foram executadas segundo as recomendações da norma ABNT 6484/2020 - Solo - Sondagem de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio. O índice NSPT foi obtido pela cravação de amostrador, cravado com martelo padronizado de massa igual a 65 kg. A composição de perfuração e de cravação do amostrador padrão é constituída por hastes de aço e possui peso teórico de 32 N/m. Os tubos de revestimento têm diâmetro externo de 66,50 mm.
3. Para a determinação do perfil de solos e características geológico-geotécnicas dos solos perfurados, foram realizados **05 (cinco)** furos de sondagem designados por **SP-01, SP-02, SP-03, SP-04, SP-04A, SP-04B e SP-05**, perfazendo um total de **58,60** metros lineares, cuja locação está indicada em croqui anexo. A cota está indicada em relação à boca do furo de sondagem.

Cliete: Obra de Arte Engenharia Ltda

Local: Coordenadas 19°45'54.13" S e 43°1'45.24" O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022

4. A execução da sondagem à percussão no sistema manual (NBR 6484/2020) abrange a realização de três etapas básicas: o avanço do furo de sondagem, a cravação do amostrador padrão e obtenção do índice de resistência à penetração (NSPT), e a retirada de amostras deformadas de solo. A presença do nível d'água freático é anotada sempre que o mesmo estiver presente.
 - 4.1. Avanço do furo de sondagem: é realizado a seco com uso de trado concha ou helicoidal quando feita acima do NA freático, e com uso de lavagem via trépano com circulação de água sob pressão quando feita abaixo do NA freático, ou quando o avanço da perfuração com emprego do trado helicoidal for inferior a 50 mm após 10 min de operação ou no caso de solo não aderente ao trado.
 - 4.2. Determinação do índice NSPT: O índice da resistência NSPT corresponde ao número de golpes do martelo padrão necessários para cravar os últimos 30 cm do amostrador padrão.
 - 4.3. Amostragem: A obtenção de amostras pode ser feita durante a perfuração do solo, via trado, pelo amostrador bipartido, ou coletada na bica de lavagem. A classificação do material coletado segue as recomendações da NBR 6484/2020.
5. Para cada furo é fornecido um perfil geotécnico, contendo: a sequência das camadas entre as sondagens executadas, o nível d'água, a cota em relação ao RN, a classificação do material encontrado, destacando o tipo do solo, cor, plasticidade e umidade (aproximados), o índice de consistência (para argilas e siltes plásticos) e o grau de compactação dos solos de predominância siltosa ou arenosa.

Cliente: Obra de Arte Engenharia Ltda

Local: Coordenadas 19°45'54.13" S e 43°1'45.24" O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022

6. Durante a execução da sondagem é medido o nível do lençol freático no momento em que ele é atingido e após proceder 24 horas de sua verificação. Entretanto, aconselhamos a confirmação de sua exata posição em decorrência da execução das fundações pois o mesmo pode sofrer alterações ao longo do tempo. Conforme item 5.2.5 da NBR-6484/2020, o nível d'água é medido durante a perfuração e no mínimo 12 horas após o término das sondagens e retirada do tubo de revestimento. É também válido a certificar se há eventual escape de água (total ou parcial) e / ou ocorrência de artesianismo durante a perfuração. É comum a variação de sua cota no espaço de tempo decorrido entre a execução das sondagens e a execução das fundações.

Informações sobre o Relatório

Os laudos apresentados contêm as seguintes informações:

- ✓ Identificação do furo;
- ✓ Cota do furo em relação ao RN (referencial de nível);
- ✓ Profundidade das camadas em relação à boca do furo;
- ✓ Profundidade do lençol freático em relação à boca do furo quando encontrado;
- ✓ Classificação tátil-visual das amostras retiradas;
- ✓ Relatório Fotográfico.

As amostras de solo coletadas no ensaio SPT ficarão à disposição por um período de 60 (sessenta) dias. Colocamo-nos a disposição para maiores esclarecimentos e orientação quanto aos estudos e projetos geotécnicos necessários para a realização da obra em questão.

Cliete: Obra de Arte Engenharia Ltda

Local: Coordenadas 19°45'54.13" S e 43°1'45.24" O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022

A tabela a seguir apresenta os parâmetros usados como referência nas descrições:

Tabela A.1 – Estado de compactidade e consistência

Solo	Índice de resistência à penetração <i>N</i>	Designação ^a
Areias e siltes arenosos	≤ 4	Fofa(o)
	5 a 8	Pouco compacta(o)
	9 a 18	Medianamente compacta(o)
	19 a 40	Compacta(o)
	> 40	Muito compacta(o)
Argilas e siltes argilosos	≤ 2	Muito mole
	3 a 5	Mole
	6 a 10	Média(o)
	11 a 19	Rija(o)
	20 a 30	Muito rija(o)
	> 30	Dura(o)
^a As expressões empregadas para a designação da compactidade das areias (fofa, compacta etc.) são referências à deformabilidade e à resistência destes solos, sob o ponto de vista de fundações, e não podem ser confundidas com as mesmas denominações empregadas para a designação da compactidade relativa das areias ou para a situação perante o índice de vazios críticos, definidos na mecânica dos solos.		

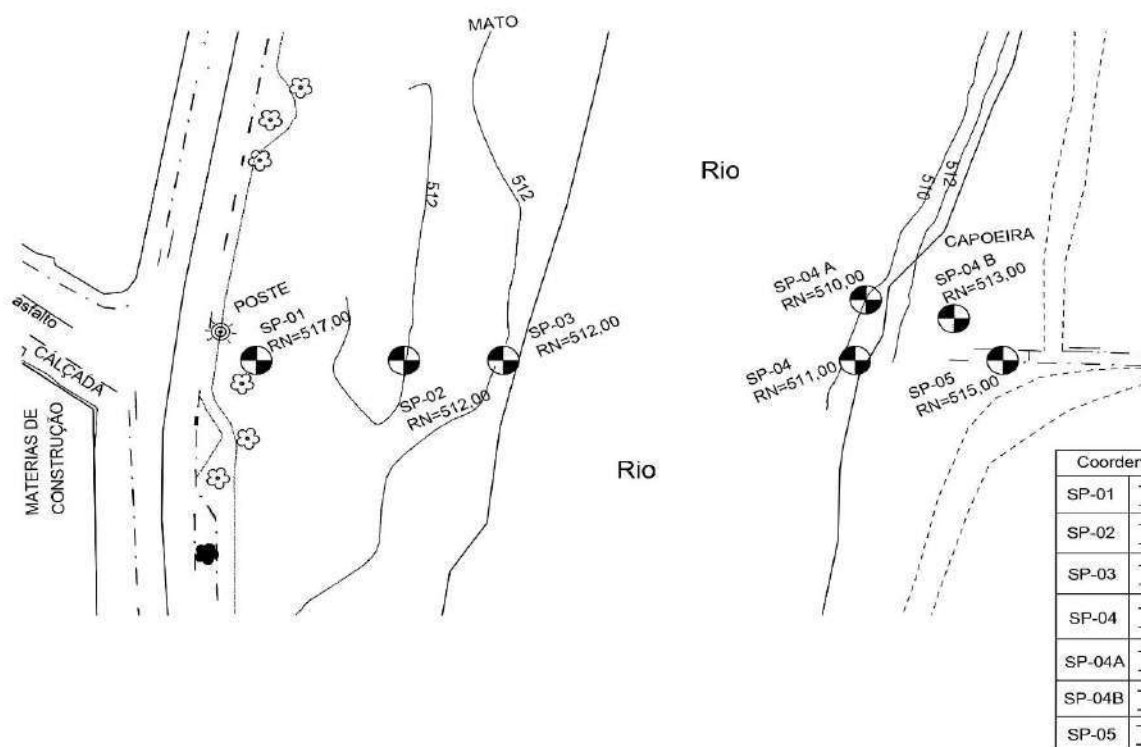
Fonte: NBR 6484/2020.

Atenciosamente,

Marina Costa Lima Torres Gervásio
Engenheira Civil
CREA-MG: 246.191/D

CLIENTE: Obra de Arte Engenharia Ltda

LOCAL: Coordenadas 19°45'54.13"S 43°1'45.24"O - Nova Era/MG.



Locação dos furos fornecidas pelo Contratante.

Responsável Técnica: Engenheira Civil Marina Costa Lima Torres Gervásio

Data: 24/11/2022

Sondart Sondagens, Fundações e Serviços Eireli - ME
Rua Joana D'arc, nº 508 – Sala 101 – Bairro Alvorada - João Monlevade – MG
Fone: (31) 3852-3018 – sondart.servicos@yahoo.com.br

Revestimento	Método cravação	Cota relação R.N.	NA Inic.	NA Final	Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)	Relatório de Sondagem		Nº 047/2022										
									Furo SP 01	Cota 517,000	30 cm finais 30 cm iniciais										
											SPT - Standart Penetration Test Camadas - Classificação dos solos										
	Trado doncha	512			5	5	1	0,60	TC. Silte argiloso com pedreg, marrom, seco.												
	Trado Helicoidal	507			13	13	2		6,00	Silte argiloso com pedregulhos, mole à rijo, marrom, seco.											
					14	13	3														
					10	10	4														
					11	10	5														
					13	14	6														
					14	14	7							Silte arenoso com pedregulhos, medianamente compacto, marrom, seco.							
					13	14	8							Areia fina com pedregulhos, medianamente compacta, marrom, úmida.							
					16	18	9							Areia fina com pedregulhos, medianamente compacta, marrom, úmida.							
					20	21	10							Areia grossa com pedregulhos, compacta à muito compacta, marrom, úmida.							
					29	35	11														
					36	45	12														
					55	80/7	13														
						502						14	12,92	FURO INTERROMPIDO COM 12,93M.							
							15		CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: ROCHA OU MATAÇÃO												
							16														
							17														
							18														
							19														
		497					20														
							21														
							22														
							23														
		492					24														
							25														
							26														
							27														
							28														
		487					29														
							30														
							31														
							32														
							33														
		482					34														
							35														
							36														
							37														
							38														

Nível d'água			Amostrador			Revestimento Ø 2 3/8 "			Data de execução		
NA Inic.	7,30	m	16/11/2022	Ø interno	1 3/8 "	Peso	65,0	kg	Início	16/11/2022	
NA Final	8,10	m	17/11/2022	Ø externo	2 "	Altura de queda	75,0	cm	término	17/11/2022	
Obs: Sistema de execução: Sistema de Sondagem manual.											
Digitador	Bruna Bastos Borges			Engº	Marina Costa Lima Torres Gervásio			24/11/2022 Folha 01			

Revestimento	Método cravação	Cota relação R.N.	NA Inic.	NA Final	Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)	Relatório de Sondagem		Nº 047/2022					
									Furo SP 02	Cota 512,000	30 cm finais 30 cm iniciais					
											SPT - Standart Penetration Test Camadas - Classificação dos solos					
	Trado doncha				4	3	1	0,60	TC. Silte arenoso com pedreg, marrom, seco.							
	Trado Helicoidal	507			2	3	2		6,00	Silte arenoso com pedregulhos, fofo à compacto, marrom, úmido.						
					12	16	3									
					27	30	4									
					27	31	5									
					32	36	6									
					39	40	7									
					52	75/10	8									
	Trado Helicoidal	502					9		7,00	Areia fina com pedregulhos, compacta, marrom, úmida.						
	Trado Helicoidal	497					10		7,95	Silte argiloso com pedregulhos, duro, marrom, úmido.						
	Trado Helicoidal	492					11		FURO INTERROMPIDO COM 7,95M.	CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: ROCHA OU MATAÇÃO						
	Trado Helicoidal	487					12		FURO INTERROMPIDO COM 7,95M.	CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: ROCHA OU MATAÇÃO						
	Trado Helicoidal	482					13		FURO INTERROMPIDO COM 7,95M.	CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: ROCHA OU MATAÇÃO						
	Trado Helicoidal	477					14		FURO INTERROMPIDO COM 7,95M.	CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: ROCHA OU MATAÇÃO						
	Trado Helicoidal						15		FURO INTERROMPIDO COM 7,95M.	CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: ROCHA OU MATAÇÃO						
	Trado Helicoidal						16		FURO INTERROMPIDO COM 7,95M.	CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: ROCHA OU MATAÇÃO						
	Trado Helicoidal						17		FURO INTERROMPIDO COM 7,95M.	CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: ROCHA OU MATAÇÃO						
	Trado Helicoidal						18		FURO INTERROMPIDO COM 7,95M.	CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: ROCHA OU MATAÇÃO						
	Trado Helicoidal						19		FURO INTERROMPIDO COM 7,95M.	CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: ROCHA OU MATAÇÃO						
	Trado Helicoidal						20		FURO INTERROMPIDO COM 7,95M.	CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: ROCHA OU MATAÇÃO						
	Trado Helicoidal						21		FURO INTERROMPIDO COM 7,95M.	CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: ROCHA OU MATAÇÃO						
	Trado Helicoidal						22		FURO INTERROMPIDO COM 7,95M.	CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: ROCHA OU MATAÇÃO						
	Trado Helicoidal						23		FURO INTERROMPIDO COM 7,95M.	CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: ROCHA OU MATAÇÃO						
	Trado Helicoidal						24		FURO INTERROMPIDO COM 7,95M.	CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: ROCHA OU MATAÇÃO						
	Trado Helicoidal						25		FURO INTERROMPIDO COM 7,95M.	CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: ROCHA OU MATAÇÃO						
	Trado Helicoidal						26		FURO INTERROMPIDO COM 7,95M.	CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: ROCHA OU MATAÇÃO						
	Trado Helicoidal						27		FURO INTERROMPIDO COM 7,95M.	CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: ROCHA OU MATAÇÃO						
	Trado Helicoidal						28		FURO INTERROMPIDO COM 7,95M.	CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: ROCHA OU MATAÇÃO						
	Trado Helicoidal						29		FURO INTERROMPIDO COM 7,95M.	CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: ROCHA OU MATAÇÃO						

Revestimento	Método cravação	Cota relação R.N.	NA Inic.	NA Final	Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)	Relatório de Sondagem		Nº 047/2022				
									Furo SP 03	Cota 512,000	30 cm finais 30 cm iniciais				
									SPT - Standart Penetration Test						
									Camadas - Classificação dos solos						
					2	2	1	0,60	TC. Silte argiloso com pedreg, marrom, seco.						
					4	4	2	2,00	Silte argiloso com pedregulhos, muito mole à mole, marrom, seco.						
					5	5	3	3,00	Silte arenoso, pouco compacto, marrom, seco.						
					6	7	4	4,00	Silte arenoso, pouco compacto, marrom, úmido.						
		507			11	12	5								
					13	14	6								
					26	30	7								
					30	32	8	8,00	Silte argiloso com pedregulhos, rijo à duro, marrom, úmido.						
		502			35	41	9								
					45	50	10	10,00	Silte argiloso com pedregulhos, duro, variegado, úmido.						
					66	85/10	11	10,90	Nao houve recuperação da amostra pelo amostrador padrão.						
							12		FURO INTERROMPIDO COM 10,90M						
							13								
							14		CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: ROCHA OU MATAÇÃO						
		497					15								
							16								
							17								
							18								
							19								
		492					20								
							21								
							22								
							23								
		487					24								
							25								
							26								
							27								
							28								
							29								
		482					30								
							31								
							32								
							33								
							34								
		477					35								
							36								
							37								
							38								

Nível d'água			Amostrador			Revestimento Ø 2 3/8 "			Data de execução		
NA Inic.	4,15	m	18/11/2022	Ø interno	1 3/8 "	Peso	65,0	kg	Início	18/11/2022	
NA Final	3,90	m	19/11/2022	Ø externo	2 "	Altura de queda	75,0	cm	término	18/11/2022	
Obs: Sistema de execução: Sistema de Sondagem manual.											
Digitador	Pedro Nascimento Penido			Engº	Marina Costa Lima Torres Gervásio			24/11/2022 Folha 03			

Revestimento	Método cravação	Cota relação R.N.	NA Inic.	NA Final	Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)	Relatório de Sondagem		Nº 047/2022					
									Furo SP 04A Cota 510,000		30 cm finais 30 cm iniciais					
									SPT - Standart Penetration Test Camadas - Classificação dos solos							
	Trado	505			16	18	1	0,60	TC. Silte argiloso com pedreg, marrom, seco.							
					23	26	2	1,10	Silte aren com pedreg, med cpcto, cinza, seco.							
					22	26	3	2,00	Silte argiloso com pedregulhos, muito rijo, variegado, seco							
					65/7	45/7	4	3,00	Silte argiloso com pedregulhos, muito rijo, marrom, seco.							
							5	3,78	Areia média c/ pedreg, mt compacta, marrom, seco.							
							6		FURO INTERROMPIDO COM 3,78M							
							7		CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO:							
							8		DESLOCAMENTO - ROCHA OU							
							9		MATAÇÃO							
							10									
							11									
							12									
							13									
							14									
							15									
							16									
							17									
							18									
							19									
							20									
							21									
							22									
							23									
							24									
							25									
							26									
							27									
							28									
							29									
							30									
							31									
							32									
							33									
							34									
							35									
							36									
							37									
							38									
Nível d'água					Amostrador					Revestimento Ø 2 3/8 "					Data de execução	
NA Inic.	m	11/11/2022	Ø interno 1 3/8 "					Peso 65,0 kg					Início 11/11/2022			
NA Final	m	15/11/2022	Ø externo 2 "					Altura de queda 75,0 cm					término 15/11/2022			
Obs: Sistema de Execução: Sistema de Sondagem Manual. Na profundidade 1,10 lê-se: Silte arenoso com pedregulhos, medianamente co																
Digitador	Pedro Nascimento Penido					Engº	Marina Costa Lima Torres Gervásio					24/11/2022 Folha 05				

Revestimento	Método cravação	Cota relação R.N.	NA Inic.	NA Final	Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)	Relatório de Sondagem		Nº 047/2022				
									Furo SP 04B	Cota 513,000	30 cm finais 30 cm iniciais				
									SPT - Standard Penetration Test						
									Camadas - Classificação dos solos						
					16	19	1	0,60	TC. Silte argiloso com pedreg, marrom, seco.						
					14	16	2		Silte argiloso com pedregulhos, rijo, marrom, seco.						
					18	19	3	3,00							
					30	37	4	4,00	Areia fina com pedregulhos, compacta, variegado, úmido.						
					20	20	5		Silte arenoso com pedregulhos, muito rijo, marrom, úmido.						
					18	20	6	6,00							
					28	35	7	7,00	Areia fina com pedregulhos, compacta, marrom, úmido.						
					30	49	8								
					35	42	9		Silte arenoso com pedregulhos, duro, marrom, úmido.						
					50	75/10	10	10,00							
							11		FURO INTERROMPIDO COM 9,90M.						
							12								
							13		CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: ROCHA OU MATAÇÃO						
							14								
							15								
							16								
							17								
							18								
							19								
							20								
							21								
							22								
							23								
							24								
							25								
							26								
							27								
							28								
							29								
							30								
							31								
							32								
							33								
							34								
							35								
							36								
							37								
							38								

Nível d'agua				Amostrador		Revestimento Ø 2 3/8 "		Data de execução	
NA Inic.	4,00	m	15/11/2022	Ø interno	1 3/8 "	Peso	65,0 kg	Início	15/11/2022
NA Final	3,50	m	16/11/2022	Ø externo	2 "	Altura de queda	75,0 cm	término	16/11/2022
Obs: Sistema de execução: Sistema de Sondagem manual.									
Digitador	Pedro Nascimento Penido			Engº	Marina Costa Lima Torres Gervásio			24/11/2022	Folha 06

Revestimento	Método cravação	Cota relação R.N.	NA Inic.	NA Final	Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)	Relatório de Sondagem		N° 047/2022								
									Furo SP 04	Cota 511,000	30 cm finais 30 cm iniciais								
											SPT - Standart Penetration Test Camadas - Classificação dos solos								
	Tradução manual	506	Não foi encontrado N.A.		6	5	1	0,60	TC. Silte argiloso com pedreg, marrom, seco.										
					2	3	2	2,00	Silte argiloso com pedregulhos, mole, marrom, seco.										
							3		FURO INTERROMPIDO COM 2,00M CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: FURO DESLOCADO DEVIDO À PRESENÇA DE REDE ESGOTO.										
							4												
							5												
							6												
							7												
							8												
							9												
		501					10												
							11												
							12												
							13												
							14												
							15												
							16												
							17												
							18												
							19												
		491					20												
							21												
							22												
							23												
							24												
		486					25												
							26												
							27												
							28												
							29												
		481					30												
							31												
							32												
							33												
							34												
		476					35												
							36												
							37												
							38												
Nível d'agua					Amostrador					Revestimento Ø 2 3/8 "					Data de execução				
NA Inic. m 11/11/2022					Ø interno 1 3/8 "					Peso 65,0 kg					Início 11/11/2022				
NA Final m 12/11/2022					Ø externo 2 "					Altura de queda 75,0 cm					término 11/11/2022				
Obs: Sistema de execução: Sistema de Sondagem manual.																			
Digitador		Pedro Nascimento Penido			Engº		Marina Costa Lima Torres Gervásio			24/11/2022 Folha 04									

Revestimento	Método cravação	Cota relação R.N.	NA Inic.	NA Final	Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)	Relatório de Sondagem		Nº 047/2022					
									Furo SP 05	Cota 515,000	30 cm finais 30 cm iniciais					
											SPT - Standart Penetration Test Camadas - Classificação dos solos					
	Trado doncha				12	15	1	0,60	TC. Silte argiloso com pedreg, marrom, seco.							
	Trado Helicoidal	510			19	25	2	2,00	Silte argiloso com pedregulhos, rijo à muito rijo, marrom, seco.							
					22	25	3	3,00	Silte argiloso com pedregulhos, muito rijo, preto, seco.							
					25	30	4	4,00	Areia fina com pedregulhos, compacta, marrom, seca.							
					18	25	5		Areia média com pedregulhos, compacta, marrom, úmida.							
					27	32	6	6,00	Areia fina com pedregulhos, compacta, marrom, úmida.							
					26	28	7	7,00	Areia média com pedregulhos, compacta, marrom, úmida.							
					27	32	8		Areia média com pedregulhos, compacta, marrom, úmida.							
					30	33	9	9,00	Areia média com pedregulhos, compacta, marrom, úmida.							
					33	36	10		Areia fina com pedregulhos, compacta à muito compacta, marrom, úmida.							
					36	42	11	11,00	Areia fina com pedregulhos, compacta à muito compacta, marrom, úmida.							
											12		FURO INTERROMPIDO COM 11,00M.			
							13		CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: ITEM 5.2.4.2.A DA NBR 6484/2020							
		500					14									
							15									
							16									
							17									
		495					18									
							19									
							20									
							21									
							22									
							23									
		490					24									
							25									
							26									
							27									
							28									
							29									
		485					30									
							31									
							32									
							33									
							34									
		480					35									
							36									
							37									
							38									
Nível d'agua					Amostrador					Revestimento Ø 2 3/8 "					Data de execução	
NA Inic.	4,15	m	10/11/2022	Ø interno 1 3/8 "					Peso 65,0 kg					Início 10/11/2022		
NA Final	4,40	m	11/11/2022	Ø externo 2 "					Altura de queda 75,0 cm					término 11/11/2022		
Obs: Sistema de execução: Sistema de Sondagem manual.																
Digitador	Bruna Bastos Borges							Engº	Marina Costa Lima Torres Gervásio					10/11/2022 Folha 07		

Cliente: Obra de Arte Engenharia

Local: Coordenadas: 19°45'54.13"S e 43°1'45.24"O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO



Locação do furo SP-01

Cliente: Obra de Arte Engenharia

Local: Coordenadas: 19°45'54.13"S e 43°1'45.24"O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022

AMOSTRAS FURO SP-01

SP-01 (Prof. 0,60m)



SP-01 (Prof. 1,00m)



SP-01 (Prof. 2,00m)



SP-01 (Prof. 3,00m)



SP-01 (Prof. 4,00m)



SP-01 (Prof. 5,00m)



SP-01 (Prof. 6,00m)



SP-01 (Prof. 7,00m)



SP-01 (Prof. 8,00m)



Cliente: Obra de Arte Engenharia

Local: Coordenadas: 19°45'54.13"S e 43°1'45.24"O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022

SP-01 (Prof. 9,00m)



SP-01 (Prof. 10,00m)



SP-01 (Prof. 11,00m)



SP-01 (Prof. 12,00m)



SP-01 (Prof. 12,92m)



- Foto das amostras do SPT-01 a cada metro, dentro do amostrador, no momento da sua abertura:

Profundidade. 1,00m



Profundidade. 2,00m



Profundidade. 3,00m



Cliente: Obra de Arte Engenharia

Local: Coordenadas: 19°45'54.13"S e 43°1'45.24"O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022

Profundidade. 4,00m



Profundidade. 5,00m



Profundidade. 6,00m



Profundidade. 7,00m



Profundidade. 8,00m



Profundidade. 9,00m



Profundidade. 10,00m



Profundidade. 11,00m



Profundidade. 12,00m



Cliente: Obra de Arte Engenharia

Local: Coordenadas: 19°45'54.13"S e 43°1'45.24"O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022

Profundidade. 12,92m



Locação do furo SP-02

Cliente: Obra de Arte Engenharia

Local: Coordenadas: 19°45'54.13"S e 43°1'45.24"O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022

AMOSTRAS FURO SP-02

SP-02 (Prof. 0,60m)



SP-02 (Prof. 1,00m)



SP-02 (Prof. 2,00m)



SP-02 (Prof. 3,00m)



SP-02 (Prof. 4,00m)



SP-02 (Prof. 5,00m)



SP-02 (Prof. 6,00m)



SP-02 (Prof. 7,00m)



SP-02 (Prof. 7,95m)



Cliente: Obra de Arte Engenharia

Local: Coordenadas: 19°45'54.13"S e 43°1'45.24"O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022

- Foto das amostras do SPT-02 a cada metro, dentro do amostrador, no momento da sua abertura:

Profundidade. 1,00m



Profundidade. 2,00m



Profundidade. 3,00m



Profundidade. 4,00m



Profundidade. 5,00m



Profundidade. 6,00m



Profundidade. 7,00m



Profundidade. 7,95m



Cliente: Obra de Arte Engenharia

Local: Coordenadas: 19°45'54.13"S e 43°1'45.24"O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022



Locação do furo SP-03

Cliente: Obra de Arte Engenharia

Local: Coordenadas: 19°45'54.13"S e 43°1'45.24"O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022

AMOSTRAS FURO SP-03

SP-03 (Prof. 0,60m)



SP-03 (Prof. 1,00m)



SP-03 (Prof. 2,00m)



SP-03 (Prof. 3,00m)



SP-03 (Prof. 4,00m)



SP-03 (Prof. 5,00m)



SP-03 (Prof. 6,00m)



SP-03 (Prof. 7,00m)



SP-03 (Prof. 8,00m)



Cliente: Obra de Arte Engenharia

Local: Coordenadas: 19°45'54.13"S e 43°1'45.24"O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022

SP-03 (Prof. 9,00m)



SP-03 (Prof. 10,00m)



SP-03 (Prof. 10,90m)

Não houve recuperação
da amostra pelo
amostrador padrão.

- Foto das amostras do SPT-03 a cada metro, dentro do amostrador, no momento da sua abertura:

Profundidade. 1,00m



Profundidade. 2,00m



Profundidade. 3,00m



Profundidade. 4,00m



Profundidade. 5,00m



Profundidade. 6,00m



Cliente: Obra de Arte Engenharia

Local: Coordenadas: 19°45'54.13"S e 43°1'45.24"O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022

Profundidade. 7,00m



Profundidade. 8,00m



Profundidade. 9,00m



Profundidade. 10,00m



Profundidade. 10,90m

Não houve recuperação
da amostra pelo
amostrador padrão.

Cliente: Obra de Arte Engenharia

Local: Coordenadas: 19°45'54.13"S e 43°1'45.24"O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022



Locação do furo SP-04

Cliente: Obra de Arte Engenharia

Local: Coordenadas: 19°45'54.13"S e 43°1'45.24"O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022

AMOSTRAS FURO SP-04

SP-04 (Prof. 0,60m)



SP-04 (Prof. 1,00m)



SP-04 (Prof. 2,00m)



- Foto das amostras do SPT-04 a cada metro, dentro do amostrador, no momento da sua abertura:

Profundidade. 1,00m



Profundidade. 2,00m



Cliente: Obra de Arte Engenharia

Local: Coordenadas: 19°45'54.13"S e 43°1'45.24"O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022



Locação do furo SP-04A

Cliente: Obra de Arte Engenharia

Local: Coordenadas: 19°45'54.13"S e 43°1'45.24"O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022

AMOSTRAS FURO SP-04A

SP-04A (Prof. 0,60m)



SP-04A (Prof. 1,00m)



SP-04A (Prof. 2,00m)



SP-04A (Prof. 3,00m)



SP-04A (Prof. 3,78m)



- Foto das amostras do SPT-04A a cada metro, dentro do amostrador, no momento da sua abertura:

Profundidade. 1,00m



Profundidade. 2,00m



Profundidade. 3,00m



Cliente: Obra de Arte Engenharia

Local: Coordenadas: 19°45'54.13"S e 43°1'45.24"O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022

Profundidade. 3,78m



Locação do furo SP-04B

Cliente: Obra de Arte Engenharia

Local: Coordenadas: 19°45'54.13"S e 43°1'45.24"O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022

AMOSTRAS FURO SP-04B

SP-04B (Prof. 0,60m)



SP-04B (Prof. 1,00m)



SP-04B (Prof. 2,00m)



SP-04B (Prof. 3,00m)



SP-04B (Prof. 4,00m)



SP-04B (Prof. 5,00m)



SP-04B (Prof. 6,00m)



SP-04B (Prof. 7,00m)



SP-04B (Prof. 8,00m)



Cliente: Obra de Arte Engenharia

Local: Coordenadas: 19°45'54.13"S e 43°1'45.24"O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022

SP-04B (Prof. 9,00m)



SP-04B (Prof. 9,90m)



- Foto das amostras do SPT-04B a cada metro, dentro do amostrador, no momento da sua abertura:

Profundidade. 1,00m



Profundidade. 2,00m



Profundidade. 3,00m



Profundidade. 4,00m



Profundidade. 5,00m



Profundidade. 6,00m



Cliente: Obra de Arte Engenharia

Local: Coordenadas: 19°45'54.13"S e 43°1'45.24"O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022

Profundidade. 7,00m



Profundidade. 8,00m



Profundidade. 9,00m



Profundidade. 9,90m



Cliente: Obra de Arte Engenharia

Local: Coordenadas: 19°45'54.13"S e 43°1'45.24"O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022



Locação do furo SP-05

Cliente: Obra de Arte Engenharia

Local: Coordenadas: 19°45'54.13"S e 43°1'45.24"O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022

AMOSTRAS FURO SP-05

SP-05 (Prof. 0,60m)



SP-05 (Prof. 1,00m)



SP-05 (Prof. 2,00m)



SP-05 (Prof. 3,00m)



SP-05 (Prof. 4,00m)



SP-05 (Prof. 5,00m)



SP-05 (Prof. 6,00m)



SP-05 (Prof. 7,00m)



SP-05 (Prof. 8,00m)



Cliente: Obra de Arte Engenharia

Local: Coordenadas: 19°45'54.13"S e 43°1'45.24"O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022

SP-05 (Prof. 9,00m)



SP-05 (Prof. 10,00m)



SP-05 (Prof. 11,00m)



- Foto das amostras do SPT-05 a cada metro, dentro do amostrador, no momento da sua abertura:

Profundidade. 1,00m



Profundidade. 2,00m



Profundidade. 3,00m



Profundidade. 4,00m



Profundidade. 5,00m



Profundidade. 6,00m



Cliente: Obra de Arte Engenharia

Local: Coordenadas: 19°45'54.13"S e 43°1'45.24"O – Nova Era/MG.

Relatório nº 047/2022

Profundidade. 7,00m



Profundidade. 8,00m



Profundidade. 9,00m



Profundidade. 10,00m



Profundidade. 11,90m



6 ESTUDOS AMBIENTAIS

6.1 Rio Piracicaba

6.1.1 Introdução

Os estudos ambientais têm por objetivo a caracterização preliminar dos principais aspectos ambientais da localidade da Ponte do Rio Piracicaba. Para a coleta de dados foram utilizadas as bases do IBGE, Agência Nacional da Água – ANA, EMPRABA, CPRM, IBAMA, ICMBIO, MAPBIOMAS, bem como, publicações, artigos, teses e demais referências acadêmicas disponíveis para a região em estudo.

Foi realizado, primeiramente, um levantamento de dados secundários, tais como: pesquisas bibliográficas, observações, análises de imagens de satélite e fotografias aéreas, as quais possibilitaram a identificação das principais unidades geológicas-estruturais e geomorfológicas, baseados nos projetos disponibilizados pela Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM) – Serviço Geológico do Brasil, Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (CODEMIG), Projeto RADAM BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), etc., e, para os estudos pedológicos, utilizou-se, principalmente, os projetos disponibilizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM) – Serviço Geológico do Brasil, etc.

Para caracterização da fauna e flora, foi realizado um levantamento de provável ocorrência na área do projeto, utilizando-se as listagens apresentadas nos seguintes estudos: Flora - Composição florística de dois remanescentes de Mata Atlântica do sudeste de Minas Gerais (LOMBARDI; GONÇALVES, 2000); Mastofauna - Plano de Manejo Parque Estadual do Rio Doce (IEF, 2001) e Mamíferos do Parque Florestal Estadual do Rio Doce (STALLINGS et al, 1990); Herpetofauna - Anuros do parque nacional do caparaó e arredores (ZORNOSA-TORRES et al., 2020) e Plano de Manejo para Parque Nacional do Caparaó (ICMBIO, 2015); Avifauna - Plano de Manejo Parque Estadual do Rio Doce (IEF, 2001) e Plataforma online Wikiaves (dados selecionados para o município de Nova Era/MG).

A listagem de espécies da fauna e flora foi ajustada com base na localidade do empreendimento e no grau de conservação da formação vegetal na região da Ponte. Além disso, destaca-se que os dados secundários representam apenas uma listagem de espécies de provável ocorrência para a região do estudo, ou seja, espécies que necessitam de características ecológicas mais específicas para a permanência em uma determinada região dificilmente serão avistadas na área do empreendimento, uma vez que trata-se de uma área com elevado grau de antropização. As espécies da fauna foram classificadas conforme a Lista Internacional das Espécies Ameaçadas IUCN (2022) e a Lista Nacional de Espécies Ameaçadas (MMA, 2022).

Para a elaboração do mapa de vegetação e uso do solo, foi utilizado o banco de dados do MAPBiomas (Collection 7.0).

Para a caracterização do meio antrópico foram considerados os dados do município de Nova Era. O levantamento de dados secundários buscou referências no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil, Instituto de Pesquisas Econômica Aplicada (IPEA), bem como nas informações disponibilizadas pela prefeitura municipal.

6.1.2 Caracterização Ambiental Preliminar

6.1.2.1 Meio Físico

6.1.2.1.1 Clima

Para caracterização do clima da região dos empreendimentos foi utilizado o sistema de classificação de Koppen. A classificação climática objetiva caracterizar em uma grande área ou região zonas com características climáticas homogêneas.

O tipo climático predominante, segundo Koppen é o tipo Cwa - Clima subtropical de inverno seco (com temperaturas inferiores a 18°C) e verão quente (com temperaturas superiores a 22°C).

A estação chuvosa inicia-se no mês de novembro e perdura até o mês de março. Sua média pluviométrica anual é de 1234 mm, sendo os meses de abril a outubro, o período de estiagem, conforme os dados apresentados pela estação meteorológica TRMM.1797, município de Nova Era.

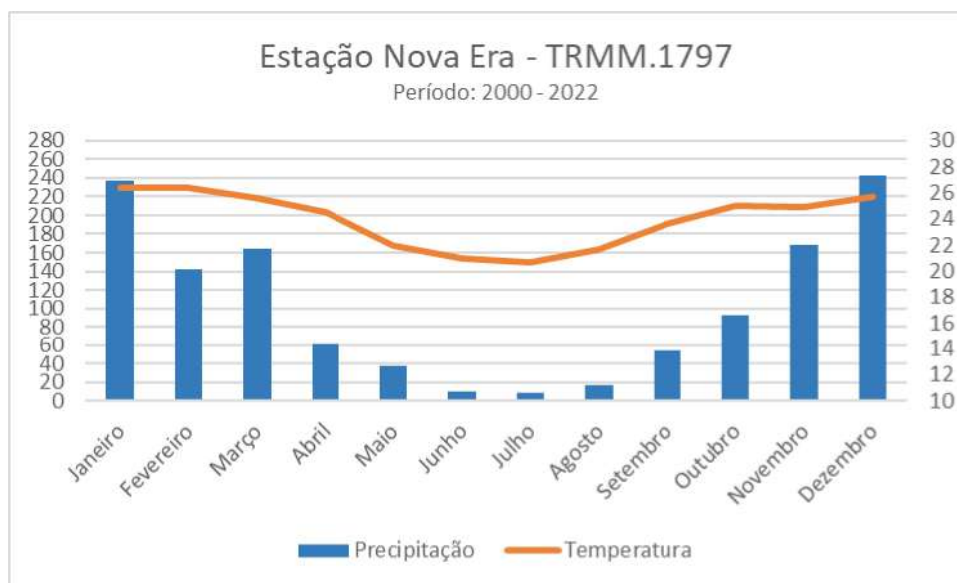


Figura 1: Dados climatológicos da estação mais próxima da localidade do estudo. FONTE: AGRITEMPO, 2022.

6.1.2.1.3 Geologia

A geologia da localidade da Ponte Rio Piracicaba é composta pela Formação Córrego Taioba (A3_gamma_1mt), Complexo Mantiqueira, período Meso a Neoarqueano, conforme apresentada na Figura 3.

A Formação Córrego Taioba (A3_gamma_1mt) é constituída por uma litologia diversificada, apresentando gnaiss bandado de composição granítica, granodiorítica e tonalítica com intercalações de anfibolitos, granitóides e migmatitos. Áreas com predominância do granitóide Córrego Taioba (CPRM, 2016).

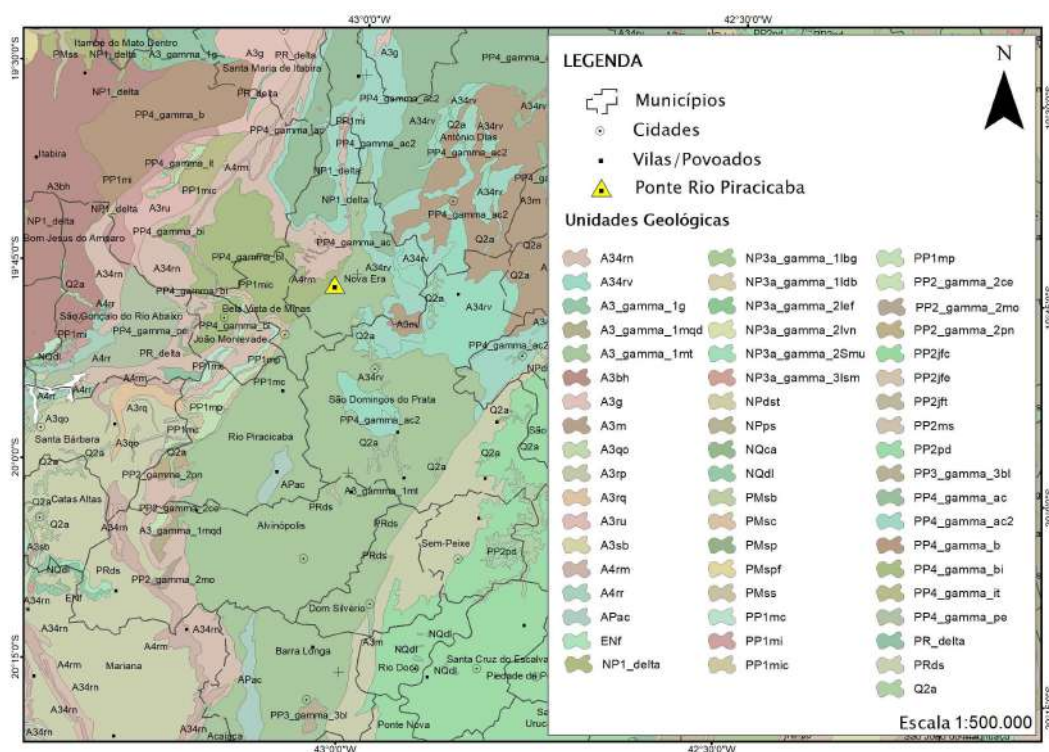


Figura 3: Mapa Geológico da região do empreendimento.

FONTE: IDE-SISEMA, 2022.

6.1.2.1.4 Pedologia

Conforme o Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais (IDE-Sisema, 2022), a Ponte Rio Piracicaba está inserida em Latossolos Vermelho-Amarelos Distrófico (LVAd), conforme descrição a seguir.

a) Latossolos Vermelho-Amarelos Distrófico (LVAd)

São solos formados por material mineral, profundos, com boa estrutura e homogeneização, o que significa possuírem resistência a erosões e pouca diferenciação entre seus horizontes. Estes solos possuem elevada permeabilidade e por estarem localizados em áreas pouco acidentadas e com relevo suave, são muito utilizados para a agricultura. Apresentam-se desgastado, principalmente por sofrer intemperismo químico, o que causa considerável decomposição de componentes minerais, principalmente de origem caulínítica (EMBRAPA, 2006).

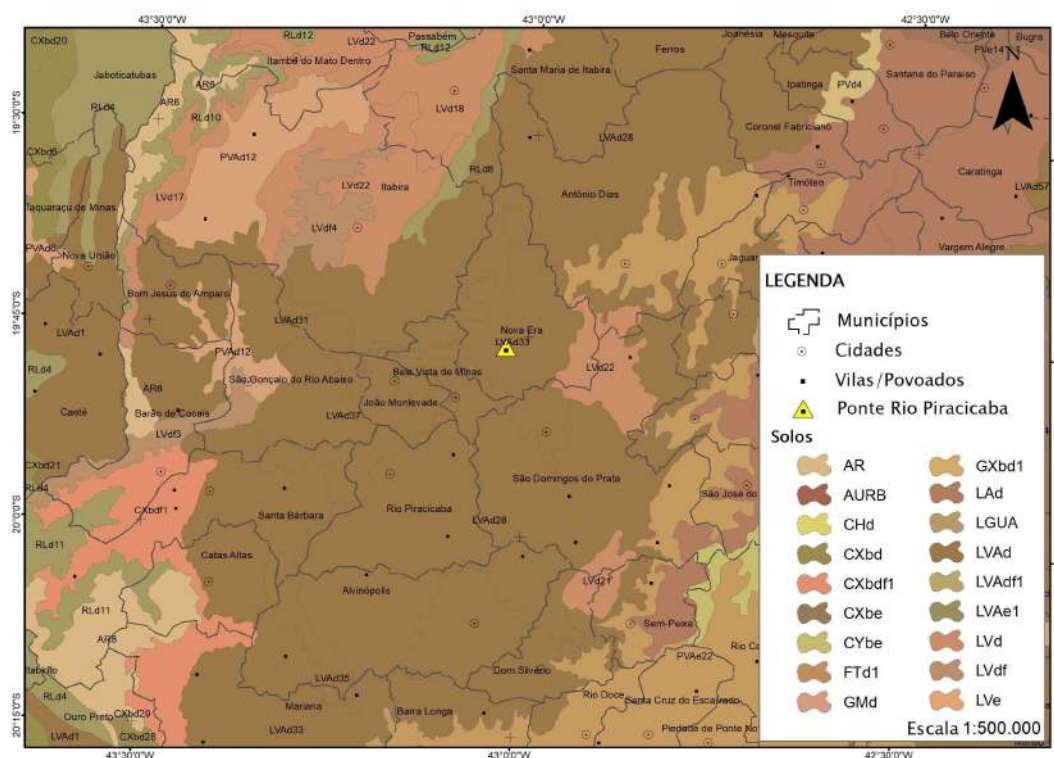


Figura 4: Mapa de Solo da região do empreendimento. FONTE: IDE-SISEMA, 2022.

6.1.2.1.5 Cavidades Naturais

Nas proximidades dos empreendimentos não foram identificadas cavidades naturais, conforme podemos constatar na figura a seguir.

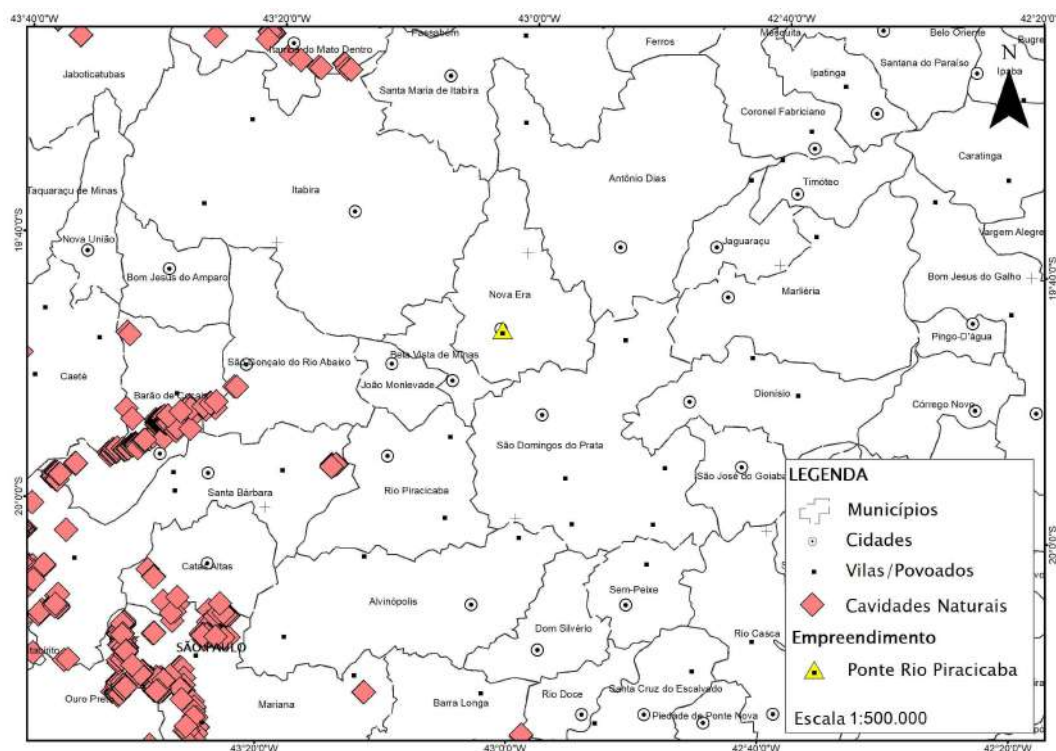


Figura 5: Mapa de Cavidades Naturais. FONTE: CECV/ICMBIO, 2022.

6.1.2.1.6 Recursos Hídricos

No estado de Minas Gerais a bacia do rio Doce é dividida em seis Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRHs), sendo o empreendimento inserido na DO2 – Bacia Hidrográfica do rio Piracicaba. O rio Piracicaba é afluente da margem esquerda do rio Doce e estende-se por cerca de 241 km. A DO2 ocupa uma área de 5.681,51 km² (IGAM, 2010).

A UPGRH DO2 apresenta um uso e ocupação do solo com cerca de 60% de sua área antropizada, sendo a pecuária e o reflorestamento os usos mais expressivos (IGAM, 2010).

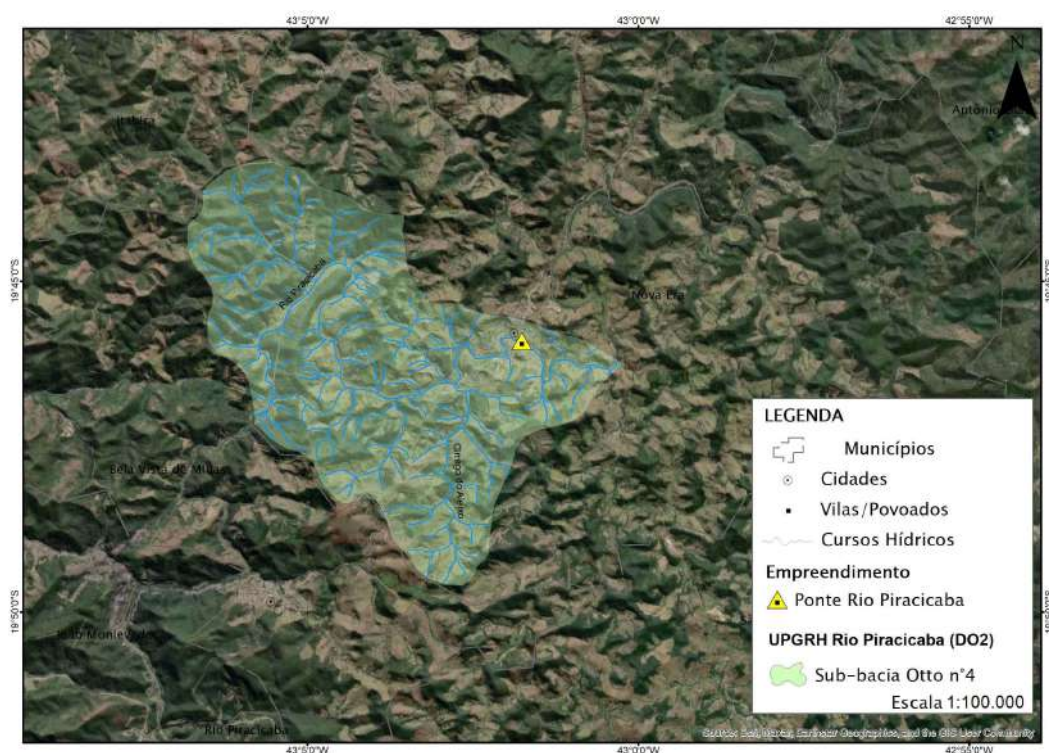


Figura 6: Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba. FONTE: IDE - SISEMA, 2022.

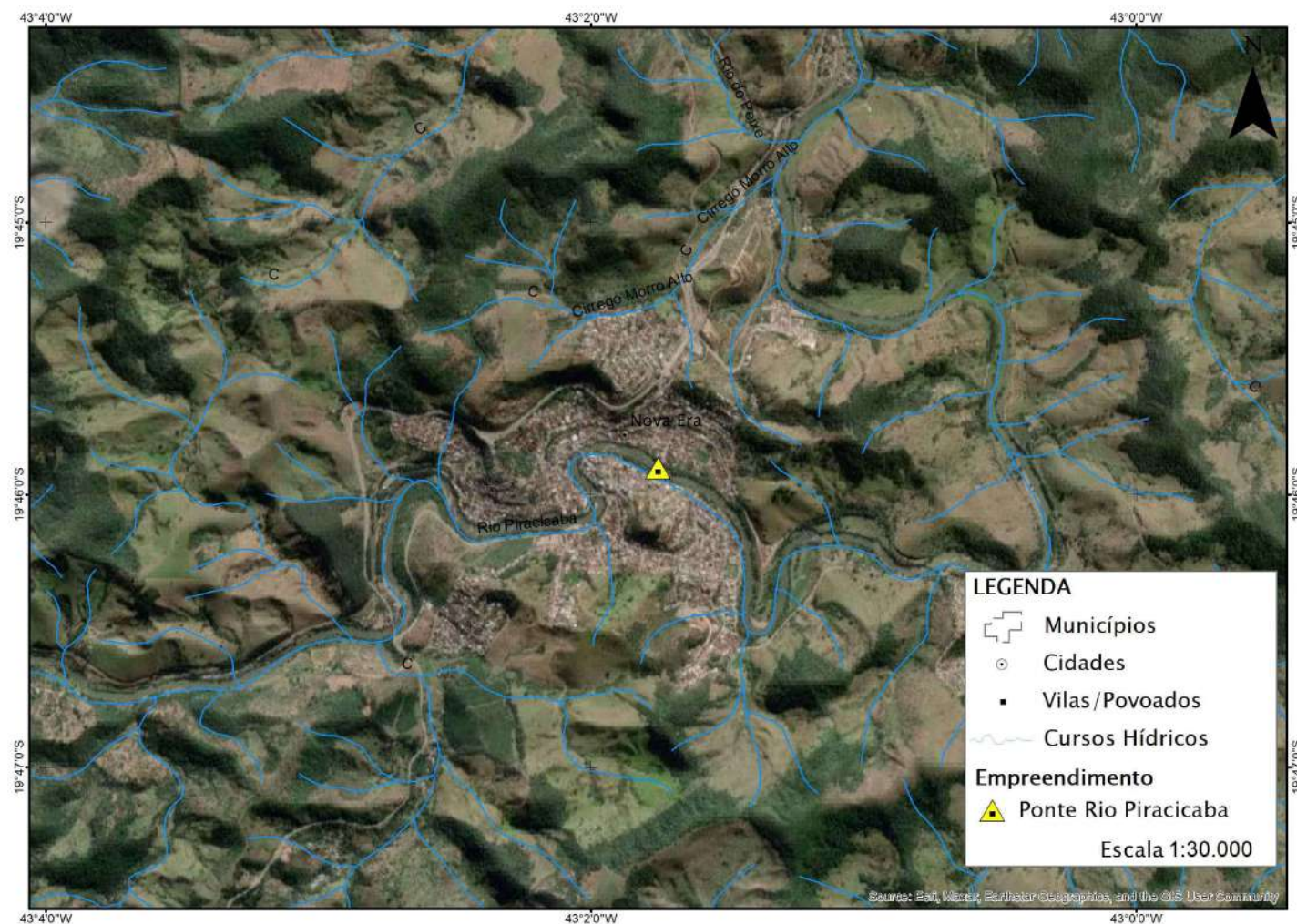


Figura 7: Mapa dos recursos hídricos da Ponte Rio Piracicaba. FONTE: CPRM,2010.

6.1.2.2 Meio Biótico

Destaca-se que, constantemente vinculada às formações fitoecológicas a que está inserida, toda a fauna pode atuar como bioindicadora através de sua distribuição espacial e temporal, comportamento especialista e sensibilidade às alterações naturais ou antrópicas sobre a paisagem. Assim sendo, muitos animais, são capazes de revelar através da sua presença ou ausência, tanto em termos de diversidade quanto densidade populacional, se o meio é profícuo e funcional sendo valiosas as conduções de estudos ambientais.

Assim reputa-se aos grupos taxonômicos dos Anfíbios, Répteis, Aves e Mamíferos como importantes bioindicadores da qualidade ambiental local, cuja presença ou ausência identifica o grau de preservação ou conservação de uma determinada zona, comunidade ou área amostral, o que denota o quão importante é a realização de estudos sobre esses grupos faunísticos.

No Estado de Minas Gerais são encontrados os biomas Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga, o que proporciona grande diversidade de fauna e flora, favorecida pela variedade de ambientes com diferentes formações vegetais e rochosas e sistemas hídricos, resultando também em um grande número de espécies endêmicas (DRUMMOND et al., 2005).

Com relação a fauna vertebrada apontada para o estado de Minas Gerais, sabe-se que das 1.678 espécies de aves brasileiras, aproximadamente 46,5% (780 delas) foram verificadas no Estado, lista-se para o Estado cerca de 190 espécies de mamíferos não-aquáticos (40% dos catalogados no Brasil); 180 espécies de répteis; 200 espécies de anfíbios (um terço das que ocorrem no país) sendo vários os gêneros endêmicos de anuros da Mata Atlântica e das serras do Cipó e da Canastra (IEF, 2011).

6.1.2.2.1 Cobertura Vegetal

A cobertura vegetal residual da região da ponte do Rio Piracicaba é representada pelo bioma Mata Atlântica, com alguns fragmentos florestais e áreas antropizadas, com presença de mosaicos de pastagens. A Mata Atlântica é considerada um dos biomas mais ameaçados do planeta e está entre os cinco primeiros biomas no ranking dos Hotspots (MITTERMEIER et al., 2004), além de ser considerada Patrimônio Nacional pela Constituição Federal sendo assim uma área prioritária para a conservação da biodiversidade, isso quer dizer que, ao mesmo tempo em que possui alta diversidade biológica é um dos biomas que mais sofre pressão (ICMBIO, 2013).

Atualmente está reduzida a inúmeros fragmentos em diversos estados de conservação que somam menos de 12,4% de sua cobertura original (SOS MATA ATLÂNTICA, 2022). O Estado de Minas Gerais era coberto pela Mata Atlântica e, atualmente, possui apenas 10,04% de remanescentes (ICMBIO, 2013).

Sua estrutura e composição florística acompanha a diversidade dos solos, relevos e características climáticas da vasta região onde ocorre (SOS MATA ATLÂNTICA, 2022). É considerada um mosaico de ecossistemas, pois se associa a diferentes outros ecossistemas, como mangues, restingas, brejos interioranos, campos de altitude, ilhas costeiras e oceânicas. A interface com estas áreas cria condições particulares de fauna e flora (CÂMARA E MURTA, 2003).

A Mata Atlântica é um ecossistema que possui uma enorme biodiversidade com elevado percentual de espécies endêmicas. Até o momento foram registradas 261 espécies de mamíferos, 1.020 espécies de aves, 197 de répteis, 340 de anfíbio, 350 de peixes, sem mencionar os invertebrados. Dentre essas espécies de vertebrados, 700 são endêmicas. Existem cerca de 20 mil espécies de plantas, destas oito mil são endêmicas (MMA, 2009).

Com base no levantamento de dados secundários, utilizando como referência a listagem do estudo Composição florística de dois remanescentes de Mata Atlântica do

sudeste de Minas Gerais (LOMBARDI; GONÇALVES, 2000). Aponta-se que a vegetação na região é constituída por fragmentos de formação florestal. Em um contexto geral, à área do entorno do projeto da Ponte, encontra-se inserida em matriz antropizada (área urbana), dentro dos perímetros urbanos do município, e ainda possui em seu entorno alta predominância de áreas de pastagem.

Por meio da compilação de dados, foram identificadas para a região do projeto o total de 468 espécies da flora (Quadro 1). Destaca-se que dentre as espécies nas listas referenciadas, quatro possuem algum grau ameaça de extinção, de acordo com a Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Nativa Ameaçadas de Extinção editada pela Portaria MMA 561/2021; e nove espécies possuem algum grau ameaça de extinção de acordo com a Lista Internacional (IUCN, 2022).

Quadro 1: Lista de espécies da flora de provável ocorrência na região da ponte.

Ordem/Família	Espécie	Status de Conservação	
		IUCN (2022)	MMA (2021)
LAMIALES			
Acanthaceae			
	<i>Aphelandra hirta</i>		
	<i>Geissomeria longiflora</i>		
	<i>Justicia cydoniifolia</i>		
	<i>Justicia scheidweileri</i>		
	<i>Mendoncia coccinea</i>		
	<i>Mendoncia glabra</i>		
	<i>Ruellia cf. acutangula</i>		
	<i>Ruellia elegans</i>		
	<i>Ruellia solitaria</i>		
	<i>Ruellia sp.</i>		
Bignoniaceae			
	<i>Adenocalymma bracteatum</i>		
	<i>Adenocalymma cymbalum</i>		
	<i>Adenocalymma marginatum</i>		
	<i>Adenocalymma tephrynocalyx</i>		
	<i>Anemopaegma floridum</i>		
	<i>Anemopaegma setilobum</i>		
	<i>Anemopaegma chica</i>		
	<i>Anemopaegma pubescens</i>		
	<i>Anemopaegma pulchra</i>		
	<i>Anemopaegma rego</i>		
	<i>Clytostoma campanulatum</i>		
	<i>Clytostoma cf. ramentaceum</i>		
	<i>Clytostoma sp.</i>		
	<i>Cybistax antisiphilitica</i>	LC	
	<i>Cydista lilacina</i>		
	<i>Distictella elongata</i>		

Ordem/Família	Espécie	Status de Conservação	
		IUCN (2022)	MMA (2021)
	<i>Fridericia speciosa</i>		
	<i>Lundia corymbifera</i>		
	<i>Lundia virginialis</i> var. <i>nitidula</i>		
	<i>Manaosella cordifolia</i>		
	<i>Mansoa difficilis</i>		
	<i>Paragonia pyramidata</i>		
	<i>Paratecoma peroba</i>		EN
	<i>Pleonotoma stichadenium</i>		
	<i>Sparattosperma leucanthum</i>	LC	
	<i>Stizophyllum perforatum</i>		
	<i>Tabebuia chrysotricha</i>		
	<i>Tabebuia ochracea</i>		
	<i>Tabebuia serratifolia</i>	EN	
	<i>Tynanthus</i> sp.		
Lentibulariaceae			
	<i>Utricularia breviscapa</i>		
	<i>Utricularia foliosa</i>		
Scrophulariaceae			
	<i>Bacopa</i> sp.		
	<i>Scoparia dulcis</i>		
Verbenaceae			
	<i>Aegiphila sellowiana</i>		
	<i>Stachytarpheta cayenensis</i>		
	<i>Vitex sellowiana</i>	LC	
ALISMATALES			
Alismataceae			
	<i>Echinodorus bolivianus</i>		
	<i>Sagittaria rhombifolia</i>		
CARYOPHYLLALES			
Amaranthaceae			
	<i>Achyranthes aspera</i>		
	<i>Chamissoa acuminata</i>		
	<i>Pfaffia paniculata</i>		
Cactaceae			
	<i>Epiphyllum phyllanthus</i>	LC	
	<i>Lepismium cruciforme</i>	LC	
	<i>Rhipsalis teres</i>	LC	
Nyctaginaceae			
	<i>Bougainvillea spectabilis</i>		
	<i>Guapira opposita</i>		
	<i>Guapira venosa</i>	LC	

Ordem/Família	Espécie	Status de Conservação	
		IUCN (2022)	MMA (2021)
	<i>Pisonia ambigua</i>		
	<i>Ramisia brasiliensis</i>	LC	
Polygonaceae			
	<i>Polygonum acuminatum</i>		
	<i>Polygonum punctatum</i>	LC	
SAPINDALES			
Anacardiaceae			
	<i>Spondias venulosa</i>	LC	
	<i>Tapirira guianensis</i>	LC	
Burseraceae			
	<i>Protium spruceanum</i>	LC	
	<i>Trattinnickia ferruginea</i>		EN
Meliaceae			
	<i>Cabralea canjerana</i>	LC	
	<i>Guarea guidonia</i>	LC	
	<i>Guarea kunthiana</i>	LC	
	<i>Guarea macrophylla</i>	LC	
Rutaceae			
	<i>Almeidea rubra</i>		
	<i>Conchocarpus macrophyllus</i>		
	<i>Erythrochiton brasiliensis</i>	LC	
	<i>Galipea jasminiflora</i>	LC	
	<i>Neoraputia alba</i>	LC	
	<i>Pilocarpus riedelianus</i>	LC	
	<i>Rauia resinosa</i>	LC	
	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	LC	
Sapindaceae			
	<i>Allophyllus sericeus</i>		
	<i>Cupania aff. emarginata</i>	LC	
	<i>Cupania hispida</i>	LC	
	<i>Paullinia carpopodea</i>		
	<i>Paullinia rubiginosa</i>		
	<i>Paullinia sp.2</i>		
	<i>Serjania communis</i>		
	<i>Serjania laruotteana</i>		
	<i>Toulicia laevigata</i>	LC	
	<i>Tripterodendron filicifolium</i>		
Simaroubaceae			
	<i>Picramnia elliptica</i>		
MAGNOLIALES			
Annonaceae			

Ordem/Família	Espécie	Status de Conservação	
		IUCN (2022)	MMA (2021)
	<i>Anaxagorea dolichocarpa</i>	LC	
	<i>Ephedranthus sp.</i>		
	<i>Malmea sp.</i>		
	<i>Oxandra martiana</i>	LC	
	<i>Rollinia laurifolia</i>	LC	
	<i>Xylopia aromatica</i>	LC	
Myristicaceae			
	<i>Virola gardneri</i>	LC	
APIALES			
Apiaceae			
	<i>Cyclospermum leptophyllum</i>	LC	
GENTIANALES			
Apocynaceae			
	<i>Forsteronia sp.</i>		
	<i>Mandevilla scabra</i>		
	<i>Mesechites mansoana</i>		
	<i>Prestonia sulphurea</i>		
	<i>Tabernaemontana catharinensis</i>		
	<i>Tabernaemontana laeta</i>	LC	
Asclepiadaceae			
	<i>Asclepias curassavica</i>		
	<i>Blepharodon bicuspidatum</i>		
	<i>Oxypetalum sp.</i>		
Loganiaceae			
	<i>Buddleja stachyoides</i>		
	<i>Spigelia sp.</i>		
Rubiaceae			
	<i>Diodia alata</i>		
	<i>Diodia sp.</i>		
	<i>Duroia velutina</i>	LC	
	<i>Genipa americana</i>	LC	
	<i>Geophila repens</i>		
	<i>Ixora venulosa</i>		
	<i>Palicourea croceoides</i>		
	<i>Palicourea marcgravii</i>		
	<i>Palicourea carthaginensis</i>		
	<i>Palicourea deflexa</i>		
	<i>Palicourea ipecacuanha</i>		
	<i>Palicourea leiocarpa</i>		
	<i>Palicourea mapourioides</i>		
	<i>Palicourea myriantha</i>		

Ordem/Família	Espécie	Status de Conservação	
		IUCN (2022)	MMA (2021)
	<i>Palicourea racemosa</i>	LC	
	<i>Palicourea rhytidicarpa</i>		
	<i>Palicourea umbellata</i>		
	<i>Randia armata</i>	LC	
	<i>Randia sp.</i>		
ALISMATALES			
Araceae			
	<i>Anthurium pentaphyllum</i>		
	<i>Anthurium scandens</i>		
	<i>Anthurium sinuatum</i>		
	<i>Heteropsis salicifolia</i>		
	<i>Monstera adansonii</i>		
	<i>Syngonium vellozianum</i>		
Najadaceae			
	<i>Najas conferta</i>		
ARECALES			
Arecaceae			
	<i>Desmoncus polyacanthos</i>		
	<i>Euterpe edulis</i>		VU
	<i>Geonoma cf. brevispatha</i>		
ASTERALES			
Asteraceae			
	<i>Acanthospermum australe</i>		
	<i>Adenostemma involucreatum</i>		
	<i>Ageratum conyzoides</i>	LC	
	<i>Baccharis cinerea</i>		
	<i>Blainvillea biaristata</i>		
	<i>Chromolaena maximiliani</i>		
	<i>Conocliniopsis prasiifolia</i>		
	<i>Conyza floribunda</i>		
	<i>Cyrtocymura scorpioides</i>		
	<i>Elephantopus mollis</i>		
	<i>Emilia fosbergii</i>		
	<i>Gamochoaeta spicatum</i>		
	<i>Heterocondylus alatus</i>		
	<i>Lepidaploa cotoneaster</i>		
	<i>Lepidaploa remotifolia</i>		
	<i>Lessingianthus macrophylla</i>		
	<i>Mikania elliptica</i>		
	<i>Mikania hirsutissima</i>		
	<i>Mikania lasiandrae</i>		

Ordem/Família	Espécie	Status de Conservação	
		IUCN (2022)	MMA (2021)
	<i>Mikania lindbergii</i>		
	<i>Mikania perhirta</i>		
	<i>Piptocarpha macropoda</i>	LC	
	<i>Pluchea sp.</i>		
	<i>Praxelis clematidea</i>		
	<i>Pterocaulon alopecuroides</i>		
	<i>Sonchus oleraceus</i>		
	<i>Vernonanthura diffusa</i>		
	<i>Vernonanthura phosphorica</i>		
	<i>Wedelia paludosa</i>		
Menyanthaceae			
	<i>Nymphoides humboldtiana</i>		
SANTALES			
Balanophoraceae			
	<i>Lophophytum mirabile</i>		
Loranthaceae			
	<i>Phthirusa podoptera</i>		
	<i>Phthirusa pterygopus</i>		
Olacaceae			
	<i>Aptandra tubicina</i>	LC	
	<i>Tetrastylidium grandifolium</i>	LC	
Viscaceae			
	<i>Phoradendron sp.</i>		
CUCURBITALES			
Begoniaceae			
	<i>Begonia convolvulacea</i>		
Cucurbitaceae			
	<i>Gurania sp.</i>		
	<i>Melothria pendula</i>		
MALVALES			
Bixaceae			
	<i>Bixa orellana</i>	LC	
Bombacaceae			
	<i>Eriotheca pentaphylla</i>	LC	
	<i>Pseudobombax sp.</i>		
	<i>Quararibea sp.</i>		
	<i>Spirotheca passifloroides</i>		
Malvaceae			
	<i>Hibiscus bifurcatus</i>		
	<i>Pavonia intermedia</i>		
	<i>Pavonia malacophylla</i>	LC	

Ordem/Família	Espécie	Status de Conservação	
		IUCN (2022)	MMA (2021)
	<i>Pavonia nemoralis</i>		
	<i>Sida lonchitis</i>		
Sterculiaceae			
	<i>Byttneria catalpifolia</i>		
Tiliaceae			
	<i>Luehea grandiflora</i>		
	<i>Triumfetta semitriloba</i>	LC	
BORAGINALES			
Boraginaceae			
	<i>Cordia ecalyculata</i>		
	<i>Cordia sp.1</i>		
	<i>Cordia sp.2</i>		
	<i>Tournefortia sp.</i>		
POALES			
Bromeliaceae			
	<i>Acanthostachys strobilacea</i>		
	<i>Aechmea lamarckei</i>		
	<i>Aechmea nudicaulis</i>		
	<i>Aechmea ramosa</i>		
	<i>Billbergia leptopoda</i>		
	<i>Tillandsia stricta</i>		
	<i>Tillandsia usneoides</i>	LC	
	<i>Vriesea carinata</i>		
Cyperaceae			
	<i>Cyperus luzulae</i>	LC	
	<i>Eleocharis geniculata</i>	LC	
	<i>Eleocharis interstincta</i>	LC	
	<i>Hypolytrum schraderianum</i>		
	<i>Rhynchospora corymbosa</i>	LC	
	<i>Rhynchospora exaltata</i>		
	<i>Rhynchospora holoschoenoides</i>	LC	
	<i>Scleria panicoides</i>	LC	
	<i>Scleria secans</i>	LC	
	<i>Scleria virgata</i>	LC	
Poaceae			
	<i>Athroostachys capitata</i>		
	<i>Chusquea sp.</i>		
	<i>Gynerium cf. sagittatum</i>		
	<i>Imperata brasiliensis</i>		
	<i>Lasiacis divaricata var. austroamericana</i>		
	<i>Lasiacis ligulata</i>		

Ordem/Família	Espécie	Status de Conservação	
		IUCN (2022)	MMA (2021)
	<i>Olyra latifolia</i>		
	<i>Paspalum corcovadense</i>		
	<i>Paspalum intermedium</i>		
	<i>Paspalum latifolius</i>		
	<i>Pseudechinolaena polystachya</i>		
	<i>Setaria scandens</i>		
Typhaceae			
	<i>Typha domingensis</i>	LC	
Xyridaceae			
	<i>Xyris sp.</i>		
ZINGIBERALES			
Cannaceae			
	<i>Canna sp.</i>		
Costaceae			
	<i>Costus cuspidatus</i>		
	<i>Costus scaber</i>	LC	
Marantaceae			
	<i>Maranta aff. depressa</i>		
	<i>Maranta divaricata</i>		
BRASSICALES			
Capparaceae			
	<i>Cleome sp.</i>		
Caricaceae			
	<i>Jacaratia heptaphylla</i>		
ROSALES			
Cecropiaceae			
	<i>Cecropia hololeuca</i>	LC	
	<i>Cecropia pachystachya</i>		
	<i>Pourouma guianensis</i>	LC	
Moraceae			
	<i>Brosimum glaziovii</i>	EN	
	<i>Brosimum guianensis</i>		
	<i>Clarisia ilicifolia</i>	LC	
	<i>Dorstenia arifolia</i>		
	<i>Maclura tinctoria</i>	LC	
	<i>Sorocea guilleminiana</i>	LC	
Rosaceae			
	<i>Prunus myrtifolia</i>		
Ulmaceae			
	<i>Celtis brasiliensis</i>	LC	
	<i>Trema micrantha</i>	LC	

Ordem/Família	Espécie	Status de Conservação	
		IUCN (2022)	MMA (2021)
Urticaceae			
	<i>Boehmeria sp.2</i>		
	<i>Pilea sp.1</i>		
	<i>Pilea sp.2</i>		
CELASTRALES			
Celastraceae			
	<i>Cheiloclinium cognatum</i>	LC	
	<i>Cheiloclinium serratum</i>		
	<i>Maytenus robusta</i>		
	<i>Maytenus salicifolia</i>		
	<i>Peritassa flaviflora</i>		
	<i>Peritassa mexiae</i>		
	<i>Pristimera nervosa</i>		
MALPIGHIALES			
Chrysobalanaceae			
	<i>Hirtella gracilipes</i>		
	<i>Licania kunthiana</i>	LC	
	<i>Licania octandra</i>	LC	
Clusiaceae			
	<i>Calophyllum brasiliense</i>	LC	
	<i>Clusia sp.</i>		
	<i>Vismia magnoliifolia</i>	LC	
Erythroxylaceae			
	<i>Erythroxylum citrifolium</i>	LC	
	<i>Erythroxylum placcidum</i>		
	<i>Erythroxylum subracemosum</i>	LC	
	<i>Erythroxylum subrotundum</i>	LC	
Euphorbiaceae			
	<i>Actinostemon klotzschii</i>	LC	
	<i>Actinostemon triplinervea</i>		
	<i>Aparisthium cordatum</i>	LC	
	<i>Caperonia sp.1</i>		
	<i>Caperonia sp.2</i>		
	<i>Crotonlobatus L.</i>		
	<i>Crotonlobatus piptocalyx</i>		
	<i>Croton sp.</i>		
	<i>Dalechampia aff. ficifolia</i>		
	<i>Dalechampia triphylla</i>		
	<i>Dalechampia sp.</i>		
	<i>Euphorbiacomos hyssopifolia</i>		
	<i>Euphorbiacomos repens</i>		

Ordem/Família	Espécie	Status de Conservação	
		IUCN (2022)	MMA (2021)
	<i>Joannesia princeps</i>	VU	
	<i>Mabea fistulifera</i>		
	<i>Pera glabrata</i>	LC	
	<i>Pogonophora schomburgkiana</i>	LC	
	<i>Senefeldera sp.</i>		
	<i>Tragia sp.</i>		
Flacourtiaceae			
	<i>Aniba intermedia</i>	VU	
	<i>Endlicheria glomerata</i>	LC	
	<i>Endlicheria paniculata</i>	LC	
	<i>Nectandra membranacea</i>	LC	
	<i>Nectandra oppositifolia</i>	LC	
	<i>Nectandra reticulata</i>	LC	
	<i>Ocotea brachybotra</i>		
	<i>Ocotea nitida</i>	LC	
	<i>Ocotea sp.</i>		
	<i>Persea rufotomentosa</i>		
	<i>Urbanodendron verrucosum</i>	VU	
Malpighiaceae			
	<i>Bunchosia fluminensis</i>		
	<i>Byrsonima sericea</i>	LC	
	<i>Heteroptery saceroides</i>		
	<i>Heteropterys sp.</i>		
	<i>Hiraea wiedeana</i>		
	<i>Mascagnia sp.</i>		
Ochnaceae			
	<i>Ouratea aff. odora</i>		
	<i>Ouratea polygyna</i>	LC	
	<i>Ouratea semiserrata</i>		
Passifloraceae			
	<i>Passiflora alata</i>		
	<i>Passiflora amethystina</i>		
	<i>Passiflora galbana</i>		
	<i>Passiflora kermesina</i>		
	<i>Passiflora speciosa</i>		
	<i>Passiflora warmingii</i>		
Podostemaceae			
	<i>Lophogyne sp.</i>		
Trigoniaceae			
	<i>Trigonia paniculata</i>		
Turneraceae			

Ordem/Família	Espécie	Status de Conservação	
		IUCN (2022)	MMA (2021)
	<i>Turnera sp.</i>		
Violaceae			
	<i>Hybanthus brevicaulis</i>		
	<i>Rinorea guianensis</i>		
COMMELINALES			
Commelinaceae			
	<i>Commelina sp.</i>		
	<i>Dichorisandra hexandra</i>		
	<i>Dichorisandra thyrsiflora</i>		
	<i>Dichorisandra villosula</i>		
	<i>Tradescantia zanonía</i>		
SOLANALES			
Convolvulaceae			
	<i>Merremia macrocalyx</i>		
	<i>Odonellia eriocephala</i>		
Solanaceae			
	<i>Acnistus arborescens</i>	LC	
	<i>Aureliana fasciculata</i>		
	<i>Brunfelsia hydrangeaeformis</i>		
	<i>Brunfelsia uniflora</i>	LC	
	<i>Capsicum baccatum</i>		
	<i>Cestrum amictum</i>		
	<i>Lycianthes cearensis</i>		
	<i>Schwenckia americana</i>		
	<i>Schwenckia alternatopinnatum</i>		
	<i>Schwenckia asperum</i>		
	<i>Schwenckia asterophorum</i>		
	<i>Schwenckia cernuum</i>		
	<i>Schwenckia graveolens</i>		
	<i>Schwenckia hexandrum</i>		
	<i>Schwenckia rufescens</i>		
	<i>Schwenckia swartzianum</i>		
	<i>Schwenckia tetricum</i>		
	<i>Schwenckia warmingii</i>		
PANDANALES			
Cyclantaceae			
	<i>Asplundia sp.</i>		
DILLENIALES			
Dilleniaceae			
	<i>Davilla latifolia</i>		
	<i>Davilla rugosa</i>		

Ordem/Família	Espécie	Status de Conservação	
		IUCN (2022)	MMA (2021)
	<i>Doliocarpus sp.</i>		
DIOSCOREALES			
Dioscoreaceae			
	<i>Dioscorea sp.</i>		
OXALIDALES			
Elaeocarpaceae			
	<i>Sloanea sp.1</i>		
	<i>Sloanea sp.2</i>		
Oxalidaceae			
	<i>Oxalis sp.1</i>		
	<i>Oxalis sp.2</i>		
	<i>Oxalis sp.3</i>		
	<i>Oxalis sp.4</i>		
	<i>Oxalis sp.5</i>		
ERICALES			
Lecythydaceae			
	<i>Lecythis lurida</i>		
Myrsinaceae			
	<i>Myrsine coriacea</i>		
Sapotaceae			
	<i>Pouteria durlandii</i>	LC	
	<i>Pouteria grandiflora</i>	NT	
	<i>Pouteria aff. Torta</i>		
	<i>Pouteria sp.</i>		
	<i>Pradosia lactescens</i>		
FABALES			
Leguminosae			
	<i>Acacia sp.</i>		
	<i>Aeschynomene fluminensis</i>		
	<i>Aeschynomen histrix</i>		
	<i>Aeschynomen pratensis</i>		
	<i>Anadenanthera colubrina</i>	LC	
	<i>Anadenanthera peregrina</i>	LC	
	<i>Anadenanthera legalis</i>		
	<i>Balizia pedicellaris</i>		
	<i>Bauhinia longifolia</i>	LC	
	<i>Bauhinia sp.</i>		
	<i>Camptosemaiso petalum</i>		
	<i>Canavalia sp.</i>		
	<i>Centrosema hastatum</i>		
	<i>Chamaecrista nictitans var. pilosa</i>		

Ordem/Família	Espécie	Status de Conservação	
		IUCN (2022)	MMA (2021)
	<i>Cleobulia multiflora</i>		
	<i>Copaifera langsdorffii</i>	LC	
	<i>Crotalaria incana</i>		
	<i>Dalbergia foliolosa</i>	NT	
	<i>Desmodium axillare</i>		
	<i>Dialium guianense</i>	LC	
	<i>Dioclea violacea</i>		
	<i>Dioclea virgata</i>		
	<i>Erythrina verna</i>	LC	
	<i>Galactia striata</i>		
	<i>Hymenolobium janeirense</i>		
	<i>Inga capitata</i>	LC	
	<i>Inga marginata</i>	LC	
	<i>Machaerium aculeatum</i>		
	<i>Machaerium angustifolium</i>	LC	
	<i>Machaerium brasiliensis</i>		
	<i>Machaerium caratinganum</i>	NT	
	<i>Machaerium incorruptibile</i>	LC	
	<i>Machaerium uncinatum</i>		
	<i>Melanoxylon brauna</i>		VU
	<i>Mimosa bimucronata</i>	LC	
	<i>Mimosa quadrivalvis</i> var. <i>leptostachya</i>		
	<i>Mucuna uriens</i>		
	<i>Ormosia</i> sp.		
	<i>Piptadenia adiantoides</i>	LC	
	<i>Piptadenia</i> sp.		
	<i>Plathymenia foliolosa</i>	VU	
	<i>Platycyamus regnellii</i>	LC	
	<i>Pseudopiptadenia contorta</i>		
	<i>Pseudopiptadenia warmingii</i>	LC	
	<i>Pterogyne nitens</i>	LC	
	<i>Rhynchosia phaseoloides</i>	LC	
	<i>Senna affinis</i>	LC	
	<i>Senna macranthera</i>	LC	
	<i>Senna multijuga</i>	LC	
	<i>Senna obtusifolia</i>	LC	
	<i>Senna occidentalis</i>		
	<i>Stryphnodendron polyphyllum</i>	LC	
	<i>Stryphnodendron apetala</i>		
	<i>Stryphnodendron myrtifolia</i> var. <i>elegans</i>		
	<i>Vatairea heteroptera</i>	LC	

Ordem/Família	Espécie	Status de Conservação	
		IUCN (2022)	MMA (2021)
	<i>Zornia diphylla</i>		
Polygalaceae			
	<i>Bredemeyera laurifolia</i>		
	<i>Polygala lancifolia</i>		
	<i>Polygala laureola</i>		
MYRTALES			
Lythraceae			
	<i>Cuphea carthagenensis</i>		
Melastomataceae			
	<i>Aciotis</i> sp.		
	<i>Clidemia biserrata</i>		
	<i>Clidemia hirta</i>		
	<i>Clidemia urceolata</i>		
	<i>Miconia albicans</i>	LC	
	<i>Miconia ibaguensis</i>		
	<i>Miconia latecrenata</i>	LC	
	<i>Miconia prasina</i>	LC	
	<i>Miconia rubiginosa</i>	LC	
	<i>Rhynchanthera</i> sp.		
	<i>Tibouchina estrellensis</i>	LC	
	<i>Tibouchina herbacea</i>		
	<i>Tibouchina pulchra</i>	LC	
Myrtaceae			
	<i>Calycorectes acutifolius</i>		
	<i>Campomanesia dichotoma</i>	LC	
	<i>Eugenia cerasiflora</i>		
	<i>Eugenia</i> aff. <i>Glazioviana</i>		
	<i>Eugenia lambertiana</i>	LC	
	<i>Gomidesia crocea</i>		
	<i>Gomidesia spectabilis</i>		
Onagraceae			
	<i>Ludwigia elegans</i>		
	<i>Ludwigia</i> sp.		
Vochysiaceae			
	<i>Vochysia magnifica</i>	LC	
RANUNCULALES			
Menispermaceae			
	<i>Abuta selloana</i>		
	<i>Chondrodendron platyphyllum</i>		
	<i>Odontocarya</i> sp.		
NYMPHAEALES			

Ordem/Família	Espécie	Status de Conservação	
		IUCN (2022)	MMA (2021)
Nymphaeaceae			
	<i>Nymphaea rudgeana</i>		
ASPARAGALES			
Orchidaceae			
	<i>Lonopsis utricularioides</i>		
	<i>Maxillaria parviflora</i>		
	<i>Stenorrhynchus lanceolatus</i>		
PIPERALES			
Piperaceae			
	<i>Ottonia encalyptifolia</i>		
	<i>Ottonia leptostachya</i>		
	<i>Peperomia nitida</i>		
	<i>Piper amalago</i>	LC	
	<i>Piper anonifolium</i>		
	<i>Piper arboreum</i>		
	<i>Piper cernuum</i>	LC	
	<i>Piper hispidum</i>	LC	
	<i>Piper mollicomum</i>		
	<i>Piper pubisubmarginalum</i>		
	<i>Piper vicosanum</i>		
	<i>Pothomorphe umbellata</i>		
VITALES			
Vitaceae			
	<i>Cissus albida</i>		
	<i>Cissus coccinea</i>		
	<i>Cissus erosa</i>		
	<i>Cissus gongylodes</i>		
	<i>Cissus nobilis</i>		
	<i>Cissus sulcicaulis</i>		
	<i>Cissus tinctoria</i>		
	<i>Cissus verticillata</i>	LC	

Conclui-se que as formações vegetais ocorrentes na área do empreendimento, correspondem a fitofisionomias de formações florestais, e em sua maior parte é composta por áreas antropizadas (urbanizadas) e pastagens (Figura 8 a Figura 13).



Figura 8: Ponte do Rio Piracicaba.



Figura 9: Aspecto da vegetação na ponte do Rio Piracicaba.



Figura 10: Áreas urbanas presentes nos entornos da ponte.



Figura 11: Áreas urbanas presentes nos entornos da ponte.



Figura 12: Aspecto da vegetação nos entornos da ponte do Rio Piracicaba.



Figura 13: Aspecto da vegetação nos entornos da ponte do Rio Piracicaba.

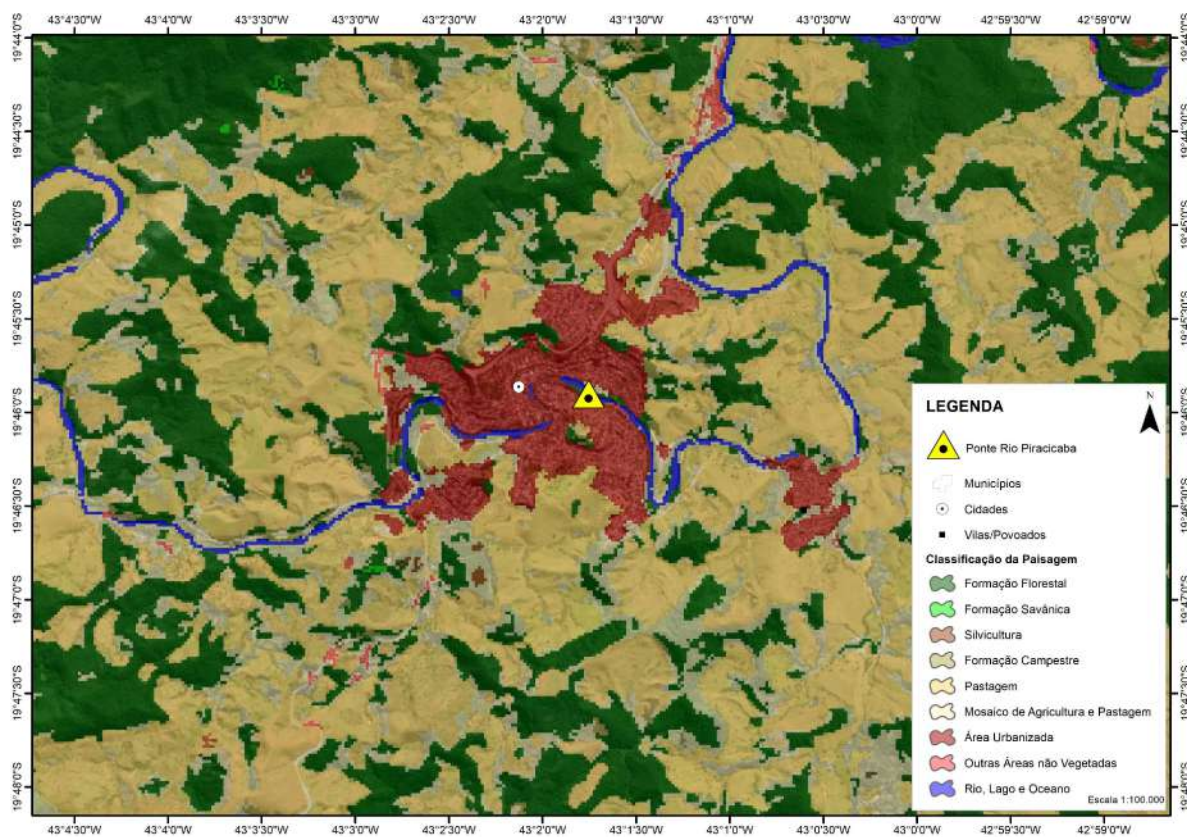


Figura 14: Mapa de uso e ocupação do solo e da vegetação na região da ponte do Rio Piracicaba. FONTE: MAPBiomas Collection 7 (2022)

6.1.2.2.2 Fauna

Para a caracterização da fauna, realizou-se um levantamento das espécies de provável ocorrência na região, utilizando-se primordialmente as listagens dos seguintes estudos:

- Mastofauna - Plano de Manejo Parque Estadual do Rio Doce (IEF, 2001) e Mamíferos do Parque Florestal Estadual do Rio Doce (STALLINGS et al, 1990).
- Herpetofauna - Anuros do parque nacional do caparaó e arredores (ZORNOSA-TORRES et al., 2020) e Plano de Manejo para Parque Nacional do Caparaó (ICMBIO, 2015)
- Avifauna - Plano de Manejo Parque Estadual do Rio Doce (IEF, 2001) e Plataforma online Wikiaves (dados selecionados para o município de Nova Era/MG).

A listagem de espécies da fauna e flora foi ajustada com base na localidade do empreendimento e no grau de conservação da formação vegetal na região da Ponte. Além disso, destaca-se que os dados secundários representam apenas uma listagem de espécies de provável ocorrência para a região do estudo, ou seja, espécies que necessitam de características ecológicas mais específicas para a permanência em uma determinada região dificilmente serão avistadas na área do empreendimento, uma vez que trata-se de uma área com elevado grau de antropização. As espécies da fauna foram classificadas conforme a Lista Internacional das Espécies Ameaçadas IUCN (2022) e a Lista Nacional de Espécies Ameaçadas (MMA, 2022).

Destaca-se que, constantemente vinculada às formações fitoecológicas a que está inserida, toda a fauna pode atuar como bioindicadora através de sua distribuição espacial e temporal, comportamento especialista e sensibilidade às alterações naturais ou antrópicas sobre a paisagem. Assim sendo, muitos animais, são capazes de revelar através da sua presença ou ausência, tanto em termos de diversidade quanto densidade populacional, se o meio é profícuo e funcional sendo valiosas as conduções de estudos ambientais.

Assim reputa-se aos grupos taxonômicos dos Anfíbios, Répteis, Aves e Mamíferos como importantes bioindicadores da qualidade ambiental local, cuja presença ou ausência identifica o grau de preservação ou conservação de uma determinada zona, comunidade ou área amostral, o que denota o quão importante é a realização de estudos sobre esses grupos faunísticos.

6.1.2.2.1 Anfíbios e Répteis

Considerando a separação da classe *vertebrata* conforme cladística, a anfíbiofauna e a reptíliofauna (que abrangem o grande grupo da herpetofauna) exercem diversas funções ecológicas que se tornam em elos primordiais nas teias alimentares dos ecossistemas. Sua característica ectodérmica, é importante no fluxo de energia de um determinado ambiente, pois convertem parte do que consomem, em massa, ao contrário do que ocorre com seres endotérmicos. Seus ovos e filhotes, servem de alimentos a peixes, aves e a toda comunidade aquática com caráter de predador, assim como os jovens e adultos atuam na composição da dieta de muitas outras espécies de maior porte.

No que tange à amostragem advinda dos estudos referenciados neste documento, tem-se para este grupo um total de 52 espécies de provável ocorrência para a região deste projeto (Quadro 2).

Quadro 2: Lista de Anfíbios e Répteis, registrados por dados secundários na região da ponte, IUCN e MMA: CR – criticamente em perigo, EN – ameaçada, VU – vulnerável, NT – quase ameaçada, LC – preocupação menor, DD – Dados insuficientes.

Ordem/Família	Espécie	Status de Conservação		Referências bibliográficas*
		IUCN (2022)	MMA (2022)	
ANURA				
Brachycephalidae				
	<i>Ischnocnema izecksohni</i>	DD		1
	<i>Ischnocnema sp.</i>			1
	<i>Ischnocnema feioi</i>			1
	<i>Ischnocnema abdita</i>			1
	<i>Ischnocnema parva</i>	LC		1; 2
	<i>Ischnocnema octavioi</i>	LC		1
Bufonidae				
	<i>Rhinella crucifer</i>	LC		1; 2
	<i>Rhinella granulosa</i>	LC		1
Centrolenidae				
	<i>Vitreorana eurygnatha</i>	LC		1
	<i>Vitreorana uranoscopa</i>	LC		1
Craugastoridae				
	<i>Haddadus binotatus</i>	LC		1; 2
Cycloramphidae				
	<i>Cycloramphus bandeirensis</i>	DD		1
	<i>Thoropa miliaris</i>	LC		1; 2
Hylidae				
	<i>Aplastodiscus cavicola</i>	NT		1
	<i>Boana albopunctata</i>	LC		1
	<i>Boana albomarginata</i>	LC		1
	<i>Boana crepitans</i>	LC		1
	<i>Boana faber</i>	LC		1
	<i>Boana pardalis</i>	LC		1
	<i>Boana polytaenia</i>	LC		1
	<i>Boana semilineata</i>	LC		1
	<i>Bokermannohyla caramaschii</i>	LC		1; 2
	<i>Dendropsophus anceps</i>	LC		2
	<i>Dendropsophus branneri</i>			2
	<i>Dendropsophus elegans</i>	LC		1; 2
	<i>Dendropsophus haddadi</i>	LC		1
	<i>Dendropsophus pseudomeridianus</i>	LC		1
	<i>Dendropsophus minutus</i>	LC		1; 2
	<i>Ololygon tripoi</i>			1
	<i>Scinax alter</i>	LC		1
	<i>Scinax cf. perereca</i>	LC		2
	<i>Scinax eurydice</i>	LC		1
	<i>Scinax cf. hayii</i>	LC		1
	<i>Scinax fuscovarius</i>	LC		1; 2

Ordem/Família	Espécie	Status de Conservação		Referências bibliográficas*
		IUCN (2022)	MMA (2022)	
Hylodidae				
	<i>Megaelosia apuana</i>	DD		1
Leptodactylidae				
	<i>Pseudopaludicola restinga</i>			1
	<i>Physalaemus cuvieri</i>	LC		1
	<i>Physalaemus feioi</i>			1
	<i>Physalaemus sp.</i>			1
	<i>Leptodactylus fuscus</i>	LC		1
	<i>Leptodactylus mystacinus</i>	LC		1
	<i>Leptodactylus spixi</i>	LC		1; 2
	<i>Leptodactylus latrans</i>	LC		1
Microhylidae				
	<i>Elachistocleis cf. cesarii</i>			1
Odontophrynidae				
	<i>Proceratophrys boiei</i>	LC		1; 2
	<i>Proceratophrys laticeps</i>	LC		2
Phyllomedusidae				
	<i>Phyllomedusa burmeisteri</i>	DD		1
	<i>Pithecopus rohdei</i>	LC		1
SQUAMATA				
Colubridae				
	<i>Oxyrhopus clathratus</i>	LC		2
Scincidae				
	<i>Mabuya dorsivittata</i>	LC		2
Tropiduridae				
	<i>Tropidurus torquatus</i>	LC		2
Viperidae				
	<i>Bothrops jararaca</i>	LC		2

Dentre a herpetofauna, a listagem das espécies de provável ocorrência é composta, em sua maioria, pela ocorrência de espécies com hábitos generalistas e frequentes não somente ao bioma, mas com ampla distribuição no território nacional. No geral, não foram registradas espécies ameaçadas de extinção ou de extremo interesse conservacionista. Entretanto, é importante ressaltar que a herpetofauna, sobretudo os anfíbios, são sensíveis à alterações antrópicas, e a conversão de áreas nativas em antropizadas impacta diretamente esse grupo faunístico.

Pontua-se ainda, aquelas com algum interesse cinegéticos, ou seja, espécies comumente utilizada na dieta de moradores locais, como por exemplo: *Leptodactylus latrans*. E espécie com algum interesse médico-sanitário, ou seja, espécies associadas à questão de acidentes ofídicos, neste caso a serpente: *Bothrops jararaca*.

6.1.2.2.2.2 Avifauna

A avifauna é um grupo bem definido em relação aos demais vertebrados. Nas últimas décadas, estudos com este grupo tornou-se mais frequente no que tange aos estudos em ambientes naturais, tendo como objetivo a avaliação e monitoramento de qualidade ambiental, uma vez que as aves possuem um papel muito importante na natureza, desde o equilíbrio biológico (controle de pragas), como também na restauração de ambientes ao dispersarem sementes e na polinização. Atuam como termômetros vivos na avaliação da saúde de certos ecossistemas, sendo bioindicadoras naturais mostrando aspectos de um ambiente com qualidades positivas ou negativas (Sigrist, 2009).

Para a avifauna de provável ocorrência na região, foram apontadas 344 espécies, distribuídas, dentre as quais se destacam aquelas pertencentes as famílias Tyrannidae, Thraupidae, Columbidae, Psittacidae, Ardeidae, Accipitridae, Falconidae e Picidae, por serem comumente associadas em estudos ambientais como aquelas detentoras das maiores abundâncias.

A seguir, será apresentada a lista de espécies com provável ocorrência para a região do projeto (Quadro 3).

Quadro 3: Lista de Avifauna registrada por dados secundários na região da ponte, IUCN. CR – Criticamente em perigo, EN – ameaçada, VU – vulnerável, NT – quase ameaçada, LC – preocupação menor, DD – Dados insuficientes

Espécie	Status de Conservação		Referências bibliográficas*
	IUCN (2022)	MMA (2022)	
<i>Accipiter bicolor</i>	LC		1
<i>Buteo albicaudatus</i>	LC		2
<i>Buteo leucorrhous</i>	LC		2
<i>Elanoides forficatus</i>	LC		2
<i>Elanus leucurus</i>	LC		2
<i>Harpia harpyja</i>	VU	VU	2
<i>Heterospizias meridionalis</i>	LC		1
<i>Ictinia plumbea</i>	LC		2
<i>Leptodon cayanensis</i>	LC		2
<i>Leucopternis polionota</i>	NT		2
<i>Leucopternis lacernulata</i>	VU		2
<i>Rupornis magnirostris</i>	LC		2
<i>Spizaetus melanoleucus</i>	LC		1; 2
<i>Cathartes aura</i>	LC		1; 2
<i>Cathartes burrovianus</i>	LC		2
<i>Coragyps atratus</i>	LC		1; 2
<i>Sarcoramphus papa</i>	LC		1; 2
<i>Amazonetta brasiliensis</i>	LC		1; 2
<i>Cairina moschata</i>	LC		1; 2

Espécie	Status de Conservação		Referências bibliográficas*
	IUCN (2022)	MMA (2022)	
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	LC		2
<i>Dendrocygna viduata</i>	LC		2
<i>Oxyura dominica</i>	LC		2
<i>Anhima cornuta</i>	LC		2
<i>Chaetura cinereiventris</i>	LC		2
<i>Chaetura meridionalis</i>	LC		1
<i>Streptoprocne zonaris</i>	LC		2
<i>Amazilia versicolor</i>	LC		2
<i>Anthracothonax nigricollis</i>	LC		2
<i>Chionomesa fimbriata</i>			2
<i>Chionomesa lactea</i>			1; 2
<i>Chlorostilbon aureoventris</i>	LC		2
<i>Chlorostilbon lucidus</i>	LC		1
<i>Eupetomena macroura</i>	LC		2
<i>Florisuga fusca</i>	LC		1
<i>Glaucis hirsuta</i>	LC		2
<i>Hylocharis cyanus</i>	LC		2
<i>Melanotrochilus fuscus</i>	LC		2
<i>Phaethornis idalie</i>			2
<i>Phaethornis pretrei</i>	LC		1; 2
<i>Thalurania glaucopis</i>	LC		2
<i>Chordeiles pusillus</i>	LC		2
<i>Nyctidromus albicollis</i>	LC		2
<i>Nyctiphrynus ocellatus</i>	LC		2
<i>Hydropsalis brasiliensis</i>	LC		2
<i>Cariama cristata</i>	LC		2
<i>Vanellus chilensis</i>	LC		1; 2
<i>Jacana jacana</i>	LC		2
<i>Claravis pretiosa</i>	LC		2
<i>Columba livia</i>	LC		1
<i>Columbina picui</i>	LC		2

Espécie	Status de Conservação		Referências bibliográficas*
	IUCN (2022)	MMA (2022)	
<i>Columbina squammata</i>	LC		1; 2
<i>Columbina talpacoti</i>	LC		1; 2
<i>Geotrygon montana</i>	LC		2
<i>Geotrygon violacea</i>	LC		2
<i>Leptotila verreauxi</i>	LC		2
<i>Leptotila rufaxilla</i>	LC		2
<i>Patagioenas cayennensis</i>	LC		2
<i>Patagioenas picazuro</i>	LC		1; 2
<i>Patagioenas plumbea</i>	LC		2
<i>Chloroceryle amazona</i>	LC		1; 2
<i>Chloroceryle americana</i>	LC		2
<i>Chloroceryle inda</i>	LC		2
<i>Megaceryle torquata</i>	LC		2
<i>Baryphthengus ruficapillus</i>	LC		2
<i>Crotophaga ani</i>	LC		1; 2
<i>Crotophaga major</i>	LC		2
<i>Guira guira</i>	LC		1; 2
<i>Neomorphus geoffroyi</i>	VU	VU	2
<i>Piaya cayana</i>	LC		1; 2
<i>Tapera naevia</i>	LC		2
<i>Caracara plancus</i>	LC		1; 2
<i>Falco femoralis</i>	LC		1; 2
<i>Falco rufigularis</i>	LC		2
<i>Falco sparverius</i>	LC		1; 2
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	LC		2
<i>Micrastur semitorquatus</i>	LC		2
<i>Milvago chimachima</i>	LC		1; 2
<i>Crax blumenbachii</i>	EM	EM	2
<i>Penelope obscura</i>	LC		2
<i>Penelope supercilialis</i>	NT		2
<i>Pipile jacutinga</i>	EM		2
<i>Odontophorus capueira</i>	LC		2

Espécie	Status de Conservação		Referências bibliográficas*
	IUCN (2022)	MMA (2022)	
<i>Aramides cajaneus</i>	LC		2
<i>Aramides saracura</i>	LC		1; 2
<i>Gallinula chloropus</i>	LC		2
<i>Laterallus melanophaius</i>	LC		2
<i>Pardirallus nigricans</i>	LC		2
<i>Porphyrio martinica</i>	LC		1; 2
<i>Porzana albicollis</i>	LC		2
<i>Nyctibius grandis</i>	LC		2
<i>Nyctibius griseus</i>	LC		2
<i>Caryothraustes canadensis</i>	LC		2
<i>Cyanoloxia brissonii</i>	LC		1; 2
<i>Spiza americana</i>	LC		2
<i>Conopophaga lineata</i>	LC	VU	2
<i>Conopophaga melanops</i>	LC		2
<i>Cotinga maculata</i>	CR	EN	2
<i>Lipaugus lanioides</i>	NT		2
<i>Pyroderus scutatus</i>	LC		2
<i>Dendrocincla turdina</i>	LC		2
<i>Dendrocolaptes platyrostris</i>	LC		2
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	LC		1
<i>Lepidocolaptes squamatus</i>	LC		2
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	LC		2
<i>Xiphocolaptes albicollis</i>	LC		2
<i>Xiphorhynchus fuscus</i>	LC		1; 2
<i>Donacobius atricapilla</i>	LC		1
<i>Ammodramus humeralis</i>	LC		2
<i>Arremon taciturnus</i>	LC		2
<i>Estrilda astrild</i>	LC		1
<i>Chamaeza campanisona</i>	LC		2
<i>Spinus magellanicus</i>	LC		1
<i>Anumbius annumbi</i>	LC		1; 2

Espécie	Status de Conservação		Referências bibliográficas*
	IUCN (2022)	MMA (2022)	
<i>Automolus leucophthalmus</i>	LC		2
<i>Certhiaxis cinnamomeus</i>	LC		1; 2
<i>Furnarius figulus</i>	LC		1; 2
<i>Furnarius rufus</i>	LC		2
<i>Lochmias nematura</i>	LC		2
<i>Phacellodomus erythrophthalmus</i>	LC		1
<i>Phacellodomus rufifrons</i>	LC		1; 2
<i>Philydor atricapillus</i>	LC		2
<i>Philydor lichtensteini</i>	LC		2
<i>Sclerurus scansor</i>	LC		2
<i>Synallaxis ruficapilla</i>	LC		2
<i>Synallaxis spixi</i>	LC		2
<i>Xenops minutus</i>	LC		2
<i>Xenops rutilans</i>			1; 2
<i>Phaeoprogne tapera</i>	LC		2
<i>Progne chalybea</i>	LC		2
<i>Notiochelidon cyanooleuca</i>	LC		2
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	LC		1; 2
<i>Tachycineta albiventer</i>	LC		1; 2
<i>Agelaius cyanopus</i>	LC		2
<i>Agelaius ruficapillus</i>	LC		2
<i>Cacicus haemorrhous</i>	LC		1; 2
<i>Curaeus forbesi</i>	VU		2
<i>Gnorimopsar chopi</i>	LC		1; 2
<i>Leistes supercilialis</i>	LC		2
<i>Molothrus bonariensis</i>	LC		1; 2
<i>Molothrus oryzivorus</i>	LC		2
<i>Psarocolius decumanus</i>	LC		1; 2
<i>Pseudoleistes guirahuro</i>	LC		1
<i>Mimus saturninus</i>	LC		1; 2
<i>Anthus lutescens</i>	LC		2
<i>Basileuterus culicivorus</i>	LC		2
<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	LC		2
<i>Myiothlypis rivularis</i>	LC		2
<i>Parula pitaiyumi</i>	LC		2
<i>Zonotrichia capensis</i>	LC		1; 2
<i>Passer domesticus</i>	LC		2

Espécie	Status de Conservação		Referências bibliográficas*
	IUCN (2022)	MMA (2022)	
<i>Ilicura militaris</i>	LC		2
<i>Manacus manacus</i>	LC		2
<i>Neopelma aurifrons</i>	NT	EN	2
<i>Neopelma pallescens</i>	LC		2
<i>Schiffornis turdina</i>	LC		2
<i>Hemitriccus nidipendulus</i>	LC		1
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	LC		1; 2
<i>Mionectes rufiventris</i>	LC		1; 2
<i>Rhynchocyclus olivaceus</i>	LC		2
<i>Todirostrum cinereum</i>	LC		1
<i>Todirostrum poliocephalum</i>	LC		1; 2
<i>Todirostrum plumbeiceps</i>	LC		2
<i>Tolmomyias sulphureus</i>	LC		2
<i>Drymophila squamata</i>	LC		2
<i>Dysithamnus mentalis</i>	LC		2
<i>Dysithamnus plumbeus</i>	VU	EN	2
<i>Formicivora grisea</i>	LC		2
<i>Formicivora serrana</i>	LC		2
<i>Herpsilochmus atricapillus</i>	LC		1
<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i>	LC		1; 2
<i>Myrmeciza loricata</i>	LC		2
<i>Myrmotherula axillaris</i>	LC		2
<i>Terenura maculata</i>	LC		2
<i>Thamnophilus caerulescens</i>	LC		1; 2
<i>Thamnophilus palliatus</i>	LC		2
<i>Thamnophilus punctatus</i>	LC		2
<i>Chlorophanes spiza</i>	LC		2
<i>Cissopis leverianus</i>	LC		1; 2
<i>Coereba flaveola</i>	LC		1; 2
<i>Conirostrum speciosum</i>	LC		1; 2
<i>Coryphospingus pileatus</i>	LC		1; 2
<i>Dacnis cayana</i>	LC		1; 2
<i>Emberizoides herbicola</i>	LC		2
<i>Euphonia chlorotica</i>	LC		2
<i>Euphonia pectoralis</i>	LC		2
<i>Euphonia violacea</i>	LC		2
<i>Euphonia xanthogaster</i>	LC		2
<i>Haplospiza unicolor</i>	LC		2
<i>Hemithraupis flavicollis</i>	LC		2
<i>Hemithraupis ruficapilla</i>	LC		1; 2

Espécie	Status de Conservação		Referências bibliográficas*
	IUCN (2022)	MMA (2022)	
<i>Nemosia pileata</i>	LC		2
<i>Pipraeidea melanonota</i>	LC		2
<i>Oryzoborus angolensis</i>	LC		2
<i>Ramphocelus bresilius</i>	LC		2
<i>Ramphocelus carbo</i>	LC		2
<i>Saltator maximus</i>	LC		2
<i>Saltator similis</i>	LC		1; 2
<i>Schistochlamys ruficapillus</i>	LC		2
<i>Sicalis flaveola</i>	LC		1; 2
<i>Sporophila ardesiaca</i>	LC		1
<i>Sporophila caerulescens</i>	LC		2
<i>Sporophila collaris</i>	LC		2
<i>Sporophila leucoptera</i>	LC		1
<i>Sporophila lineola</i>	LC		2
<i>Sporophila nigricollis</i>	LC		1; 2
<i>Stelpnia cayana</i>			1; 2
<i>Tachyphonus cristatus</i>	LC		2
<i>Tachyphonus coronatus</i>	LC		1; 2
<i>Tangara cyanoventris</i>	LC		1; 2
<i>Tangara seledon</i>	LC		2
<i>Tersina viridis</i>	LC		1; 2
<i>Thlypopsis sordida</i>	LC		2
<i>Thraupis palmarum</i>	LC		1; 2
<i>Thraupis sayaca</i>	LC		1; 2
<i>Trichothraupis melanops</i>	LC		2
<i>Volatinia jacarina</i>	LC		1; 2
<i>Donacobius atricapillus</i>	LC		2
<i>Pheugopedius genibarbis</i>	LC		1; 2
<i>Troglodytes aedon</i>	LC		2
<i>Troglodytes musculus</i>			1
<i>Platycichla flavipes</i>	LC		2
<i>Turdus amaurochalinus</i>	LC		2
<i>Turdus leucomelas</i>	LC		1; 2
<i>Turdus rufiventris</i>	LC		2
<i>Arundinicola leucocephala</i>	LC		1; 2
<i>Attila rufus</i>	LC		2
<i>Camptostoma obsoletum</i>	LC		2
<i>Capsiempis flaveola</i>	LC		2
<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	LC		2
<i>Colonia colonus</i>	LC		1; 2
<i>Contopus cinereus</i>	LC		1

Espécie	Status de Conservação		Referências bibliográficas*
	IUCN (2022)	MMA (2022)	
<i>Corythopsis delalandi</i>	LC		2
<i>Elaenia albiceps</i>	LC		2
<i>Elaenia cristata</i>	LC		2
<i>Elaenia flavogaster</i>	LC		2
<i>Elaenia mesoleuca</i>	LC		1; 2
<i>Elaenia obscura</i>	LC		2
<i>Empidonomus varius</i>	LC		1; 2
<i>Euscarthmus meloryphus</i>	LC		2
<i>Fluvicola nengeta</i>	LC		1; 2
<i>Gubernates yetapa</i>	LC		2
<i>Hirundinea ferruginea</i>	LC		1; 2
<i>Knipolegus cyanirostris</i>	LC		2
<i>Knipolegus lophotes</i>	LC		1; 2
<i>Lathrotriccus euleri</i>	LC		2
<i>Legatus leucophaeus</i>	LC		2
<i>Machetornis rixosa</i>	LC		1; 2
<i>Megarynchus pitangua</i>	LC		2
<i>Muscipipra vetula</i>	LC		2
<i>Myiarchus ferox</i>	LC		1; 2
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	LC		
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	LC		2
<i>Myiodynastes maculatus</i>	LC		2
<i>Myiopagis caniceps</i>	LC		1; 2
<i>Myiopagis viridicata</i>	LC		2
<i>Myiobius atricaudus</i>	LC		2
<i>Myiophobus fasciatus</i>	LC		1; 2
<i>Myiornis auricularis</i>	LC		2
<i>Myiozetetes cayanensis</i>	LC		2
<i>Myiozetetes similis</i>	LC		1; 2
<i>Pachyramphus validus</i>	LC		2
<i>Pachyramphus viridis</i>	LC		2
<i>Pachyramphus marginatus</i>	LC		2
<i>Pachyramphus polychropterus</i>	LC		2
<i>Phaeomyias murina</i>	LC		1
<i>Phyllomyias fasciatus</i>	LC		2
<i>Pitangus sulphuratus</i>	LC		1; 2
<i>Platyrinchus mystaceus</i>	LC		2
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	LC		2
<i>Rhytipterna simplex</i>	LC		2
<i>Satrapa icterophrys</i>	LC		1; 2
<i>Serpophaga subcristata</i>	LC		2
<i>Sirystes sibilator</i>	LC		2
<i>Tyrannus melancholicus</i>	LC		1; 2
<i>Tyrannus savana</i>	LC		2

Espécie	Status de Conservação		Referências bibliográficas*
	IUCN (2022)	MMA (2022)	
<i>Tityra cayana</i>	LC		2
<i>Tityra inquisitor</i>	LC		2
<i>Xolmis cinerea</i>	LC		2
<i>Xolmis velata</i>	LC		2
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	LC		2
<i>Hylophilus amaurocephalus</i>	LC		2
<i>Vireo chivi</i>	LC		2
<i>Anhinga anhinga</i>	LC		2
<i>Ardea cocoi</i>	LC		2
<i>Bubulcus ibis</i>	LC		1; 2
<i>Butorides striata</i>	LC		2
<i>Casmerodius albus</i>	LC		2
<i>Egretta thula</i>	LC		2
<i>Nycticorax nycticorax</i>	LC		2
<i>Pilherodius pileatus</i>	LC		2
<i>Syrigma sibilatrix</i>	LC		1
<i>Tigrisoma lineatum</i>	LC		2
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	LC		2
<i>Chelidoptera tenebrosa</i>	LC		2
<i>Malacoptila striata</i>	LC		1; 2
<i>Nystalus chacuru</i>	LC		2
<i>Galbula ruficauda</i>	LC		1; 2
<i>Jacamaralcyon tridactyla</i>	LC		1; 2
<i>Campephilus robustus</i>	LC		2
<i>Celeus flavescens</i>	LC		2
<i>Colaptes campestris</i>	LC		2
<i>Colaptes melanochloros</i>	LC		2
<i>Dryocopus lineatus</i>			2
<i>Melanerpes flavifrons</i>	LC		2
<i>Melanerpes candidus</i>	LC		2
<i>Picumnus cirratus</i>	LC		2
<i>Veniliornis maculifrons</i>	LC		1; 2
<i>Veniliornis passerinus</i>	LC		2
<i>Pteroglossus aracari</i>	LC		1; 2

Espécie	Status de Conservação		Referências bibliográficas*
	IUCN (2022)	MMA (2022)	
<i>Ramphastos vitellinus</i>	LC		2
<i>Ramphastos toco</i>	LC		1
<i>Tachybaptus dominicus</i>	LC		2
<i>Podilymbus podiceps</i>	LC		2
<i>Amazona aestiva</i>	NT		2
<i>Amazona farinosa</i>	LC		2
<i>Amazona rhodocorytha</i>	VU	VU	2
<i>Aratinga aurea</i>	LC		2
<i>Aratinga solstitialis</i>	EN	EN	2
<i>Brotogeris tirica</i>	LC		2
<i>Brotogeris chiriri</i>	LC		2
<i>Diopsittaca nobilis</i>	LC		2
<i>Forpus xanthopterygius</i>	LC		2
<i>Pionus maximiliani</i>	LC		2
<i>Primolius maracana</i>	NT		1; 2
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	LC		1; 2
<i>Pyrrhura cruentata</i>	VU	VU	2
<i>Pyrrhura frontalis</i>	LC		2
<i>Pyrrhura leucotis</i>	VU	VU	2
<i>Bubo virginianus</i>	LC		2
<i>Glaucidium brasilianum</i>	LC		2
<i>Megascops choliba</i>	LC		2
<i>Pulsatrix koeniswaldiana</i>	LC		2
<i>Rhinoptynx clamator</i>	LC		2
<i>Speotyto cunicularia</i>	LC		2
<i>Tyto furcata</i>	LC		2
<i>Crypturellus noctivagus</i>	NT		2
<i>Crypturellus obsoletus</i>	LC		2
<i>Crypturellus soui</i>	LC		2
<i>Crypturellus tataupa</i>	LC		1; 2
<i>Crypturellus undulatus</i>	LC		2
<i>Crypturellus variegatus</i>	LC		2
<i>Tinamus solitarius</i>	NT		2

Espécie	Status de Conservação		Referências bibliográficas*
	IUCN (2022)	MMA (2022)	
<i>Trogon viridis</i>	LC		2
<i>Trogon rufus</i>	LC		2

Considera-se que a maior parte da avifauna apontada como de provável ocorrência na área do estudo, é caracterizada por possuir hábitos generalistas e de pouca dependência aos ambientes extremamente florestados. Dentre as espécies registradas, 20 delas aparecem com algum tipo de classificação de risco de extinção pela IUCN (2022) e 11 estão classificadas como ameaçadas pelo MMA (2022), entre elas: *Neomorphus geoffroyi* e *Harpia harpyja*, consideradas vulneráveis à extinção em ambas as listagens. A conservação dessas espécies ameaçadas merece ser avaliada à área.

De outra análise, levando em consideração os atributos humanos imbuídos às aves, separa-se a classe cinegética (espécies que podem ser consumidas para obtenção de base proteica pelas comunidades ribeirinhas ou lindeiras) e a xerimbabos (quistos às criações quer sejam ou não comerciais). Dentre os cinegéticos citam-se os columbídeos (pombas e afins), tinamídeos (perdizes, codornizes e afins), anatídeos (patos e afins) e cracídeos (jacus e afins); já quanto aos xerimbabos citam-se principalmente os psitacídeos, traupídeos e fringílídeos.

De modo geral, a lista apresentada considera uma grande nas proximidades da região do empreendimento, unidades de conservação e áreas preservadas. Portanto, boa parte dessas espécies não deve ter ocorrência na área do empreendimento, visto o grau de antropização/urbanização do local.

6.1.2.2.2.3 Mamíferos

Entre os mamíferos há grande diversidade de hábitos e, por consequente, de padrões corporais que exigem a aplicação de métodos variados para a determinação de parâmetros ecológicos (VOSS; EMMONS, 1996) e, segundo KLOPPER e MACARTUR (1960), dada à diversidade de hábitos e formas os mamíferos mantém uma relação de completa dependência com o meio, bem como com a fitofisionomia ao qual está inserido, ocupando grande variedade de nichos.

Os mamíferos são profundamente afetados pela fragmentação de habitats, principalmente no que tange aqueles de médio e grande porte, uma vez que necessitam de grandes áreas de vida, bem como de ambientes florestados para sua manutenção (CHIARELLO *et al.* 2008). Considerando o grau de ameaça e a importância ecológica dos mamíferos, torna notória a necessidade de se incluir informações sobre o grupo em inventários e diagnósticos ambientais.

Assim, concernente aos mamíferos, as listas levantadas aponta, para a área de estudo, um total de 82 espécies de provável ocorrência na região, as quais se distribuem em 11 ordens e 28 famílias (Quadro 4).

Quadro 4: Lista de Mamíferos registrados por dados secundários na região da ponte. IUCN: CR – criticamente em perigo, EN – ameaçada, VU – vulnerável, NT – quase ameaçada, LC – preocupação menor, DD – Dados insuficientes.

Ordem/Família	Espécie	Status de Conservação		Referências bibliográficas*
		IUCN (2022)	MMA (2022)	
DIDELPHIMORPHIA				
Didelphidae				
	<i>Caluromys philander</i>	LC		1; 2
	<i>Didelphis aurita</i>	LC		1
	<i>Didelphis marsupialis</i>	LC		2
	<i>Gracilianus microtarsus</i>			1
	<i>Gracilinanus sp.</i>			2
	<i>Marmosa incana</i>			2
	<i>Marmosa cinerea</i>	LC		2
	<i>Marmosops incanus</i>	LC		1
	<i>Metachirus nudicaudatus</i>	LC		1; 2
	<i>Marmosa demerarae</i>	LC		1
	<i>Monodelphis americana</i>	LC		1; 2
	<i>Monodelphis sp.</i>			2
XENARTHRA				
Myrmecophagidae				
	<i>Tamandua tetradactyla</i>	LC		1; 2
PILOSA				
Bradypodidae				
	<i>Bradypus variegatus</i>	LC		1; 2
CINGULATA				
Dasypodidae				
	<i>Dasypus novemcinctus</i>	LC		1; 2
	<i>Euphractus sexcinctus</i>	LC		1; 2
CHIROPTERA				
Emballonuridae				
	<i>Peropteryx macrotis</i>	LC		1
	<i>Rhynchonycteris naso</i>	LC		1; 2
Noctilionidae				
	<i>Noctilio leporinus</i>	LC		1; 2
Phyllostomidae				
	<i>Anoura caudifer</i>	LC		1; 2
	<i>Anoura geoffroyi</i>	LC		1; 2
	<i>Artibeus fimbriatus</i>	LC		1
	<i>Artibeus jamaicensis</i>	LC		1; 2
	<i>Artibeus lituratus</i>	LC		1; 2
	<i>Artibeus obscurus</i>	LC		1
	<i>Carollia perspicillata</i>	LC		1; 2
	<i>Chiroderma doriae</i>	LC		1
	<i>Chiroderma villosum</i>	LC		1
	<i>Chrotopterus auritus</i>	LC		1; 2

Ordem/Família	Espécie	Status de Conservação		Referências bibliográficas*
		IUCN (2022)	MMA (2022)	
	<i>Desmodus rotundus</i>	LC		1
	<i>Glossophaga soricina</i>	LC		1; 2
	<i>Macrophyllum macrophyllum</i>	LC		1
	<i>Micronycteris sp.</i>			1; 2
	<i>Phyllostomus hastatus</i>	LC		1; 2
	<i>Platyrrhinus lineatus</i>	LC		1; 2
	<i>Platyrrhinus recifinus</i>	LC		1
	<i>Sturnira lilium</i>	LC		1; 2
	<i>Trachops cirrhosus</i>	LC		1
	<i>Vampyressa pusilla</i>	DD		1
	<i>Uroderma magnirostrum</i>	LC		1
Vespertilionidae				
	<i>Histiotus velatus</i>	DD		1
	<i>Myotis nigricans</i>	LC		1
	<i>Myotis sp.</i>			1; 2
Molossidae				
	<i>Molossus molossus</i>	LC		1
PRIMATES				
Atelidae				
	<i>Alouatta guariba</i>	VU		1; 2
	<i>Brachyteles arachnoides</i>	CR	EN	2
	<i>Brachyteles hypoxanthus</i>	CR	CR	1
Callitrichidae				
	<i>Callithrix aurita</i>	EN	EN	1
	<i>Callithrix geoffroyi</i>	LC		1
	<i>Callithrix penicillata</i>	LC		1
Cebidae				
	<i>Sapajus apella</i>	LC		1; 2
Pitheciidae				
	<i>Callicebus personatus</i>	VU	VU	1; 2
CARNIVORA				
Canidae				
	<i>Cerdocyon thous</i>	LC		1; 2
Procyonidae				
	<i>Nasua nasua</i>	LC		1; 2
	<i>Procyon cancrivorus</i>	LC		1; 2
Mustelidae				
	<i>Eira barbara</i>	LC		1; 2
	<i>Galictis vitata</i>	LC		1
Felidae				
	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	LC	VU	1; 2
	<i>Leopardus pardalis</i>	LC		1; 2

Ordem/Família	Espécie	Status de Conservação		Referências bibliográficas*
		IUCN (2022)	MMA (2022)	
	<i>Leopardus tigrinus</i>	VU	EN	1
	<i>Panthera onca</i>	NT	VU	1; 2
	<i>Puma concolor</i>	LC		1; 2
PERISSODACTYLA				
Tapiridae				
	<i>Tapirus terrestris</i>	VU	VU	1; 2
ARTIODACTYLA				
Tayassuidae				
	<i>Tayassu pecari</i>	VU	VU	1
Cervidae				
	<i>Mazama americana</i>	DD		1
RODENTIA				
Cricetidae				
	<i>Abrawayaomys ruschii</i>	LC		1; 2
	<i>Akodon cursor</i>	LC		1; 2
	<i>Calomys laucha</i>	LC		1; 2
	<i>Cerradomys subflavus</i>	LC		1; 2
	<i>Nectomys squamipes</i>	LC		1; 2
	<i>Oxymycterus roberti</i>	LC		1; 2
	<i>Rhipidomys mastacalis</i>	LC		1; 2
Muridae				
	<i>Rattus rattus</i>	LC		2
Sciuridae				
	<i>Sciurus aestuans</i>	LC		1; 2
Cavidae				
	<i>Cavia sp.</i>			1; 2
Hychaeridae				
	<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	LC		1; 2
Agoutidae				
	<i>Agouti paca</i>	LC		1; 2
Dasyproctidae				
	<i>Dasyprocta azarae</i>	LC		1; 2
Echimyidae				
	<i>Echymys sp.</i>			1
	<i>Euryzygomatomys guirara</i>	LC		2
	<i>Euryzygomatomys spinosus</i>	LC		1
LAGOMORPHA				
	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	EN		1; 2

Tendo como base a lista de espécies apontada nos dados secundários, considera-se que, dentre os demais grupos a mastofauna é a que apresenta a maior taxa de espécies ameaçadas, sendo 10 espécies listadas com algum grau de ameaça pale IUCN (2022) e 09 listadas pelo MMA (2022), tais como: *Tayassu pecari* (queixada) e *Tapirus terrestris* (anta), consideradas vulneráveis à extinção por ambas as listagens.

Não são referidas espécies endêmicas, raras ou recentemente descritas; e a maior diversidade obtida já está mais estabilizada às alterações sobre a paisagem; haja vista que até a *T. terrestres* (anta), sendo folívora, se beneficia dos ambientes agrícolas, por exemplo. O mesmo se refere à *Pecari tajacu* (cateto) que, mesmo sendo uma espécie com hábitos mais associada aos ambientes florestais, se beneficia desses sistemas agrícolas (como uma adaptação devido à alta supressão de seu habitat natural e indisponibilidade de alimentos).

6.1.2.2.3 Unidades de Conservação

As Unidades de Conservação (UC's) são os melhores mecanismos para a preservação de recursos naturais (HASSLER, 2005). As UCs têm a função de salvaguardar a representatividade de porções significativas e ecologicamente viáveis das diferentes populações, habitats e ecossistemas do território nacional e das águas jurisdicionais, preservando o patrimônio biológico existente. Além disso, garantem às populações tradicionais o uso sustentável dos recursos naturais de forma racional e ainda propiciam às comunidades do entorno o desenvolvimento de atividades econômicas sustentáveis (OEKO, 2013).

O Estado de Minas Gerais conta atualmente com 92 Unidades de Conservação e Manejo, incluindo 11 parques abertos à visitação pública. A Figura 15, mostra o mapa das Unidades de Conservação distribuídas no Estado e Minas Gerais (IEF, 2021).

Dentre as 92 Unidades de Conservação distribuídas no território mineiro, verificou-se que a área do projeto se encontra a 750 metros da Área de Preservação Ambiental Nova Era e 7 quilômetros da Área de Preservação Ambiental Antônio Dias (Figura 16).

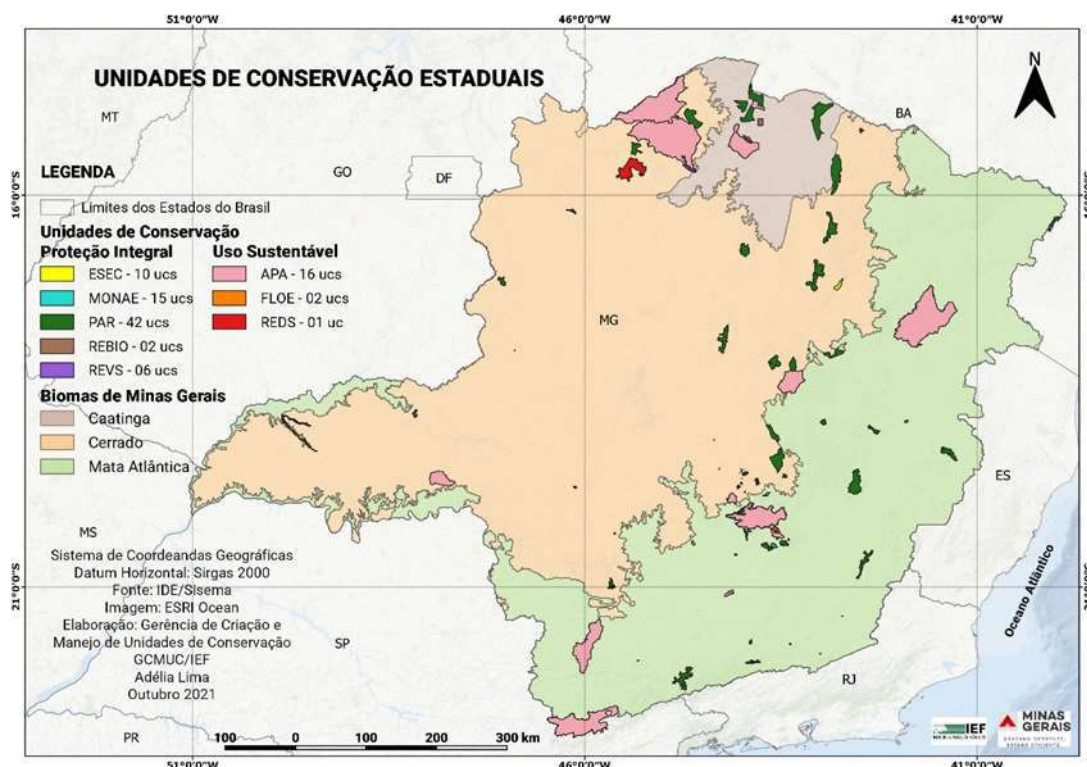


Figura 15: Unidades de Conservação do Estado de Minas Gerais. Fonte: IEF (2021).

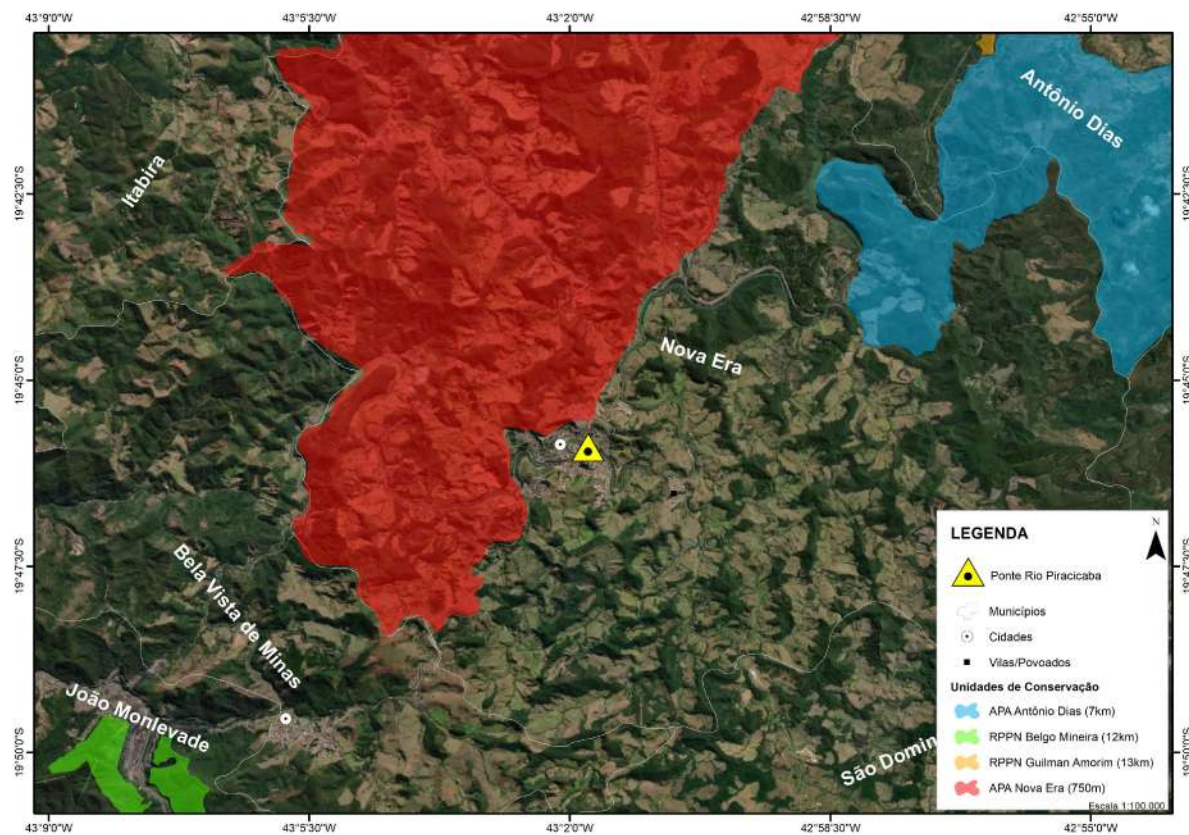


Figura 16: Unidades de conservação na região da ponte no Rio Piracicaba.

6.1.2.3 Meio Antrópico

6.1.2.3.1 Município de Nova Era

6.1.2.3.1.1 Características do Território

O município de Nova Era teve, em 1939, sua emancipação, se tornando município de Presidente Vargas. Já em 1942, o município passou a ser chamado de Nova Era. O município se estende por 361,9 km² e é vizinho dos municípios de Bela Vista de Minas, Itabira e São Domingos do Prata. e se localiza a 17 km de João Monlevade, a maior cidade nos arredores (IBGE, 2022).

Localizado a 17 km de João Monlevade, a maior cidade nos arredores, o município está situado na Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte e na Microrregião Itabira (MG-GOV, 2022)

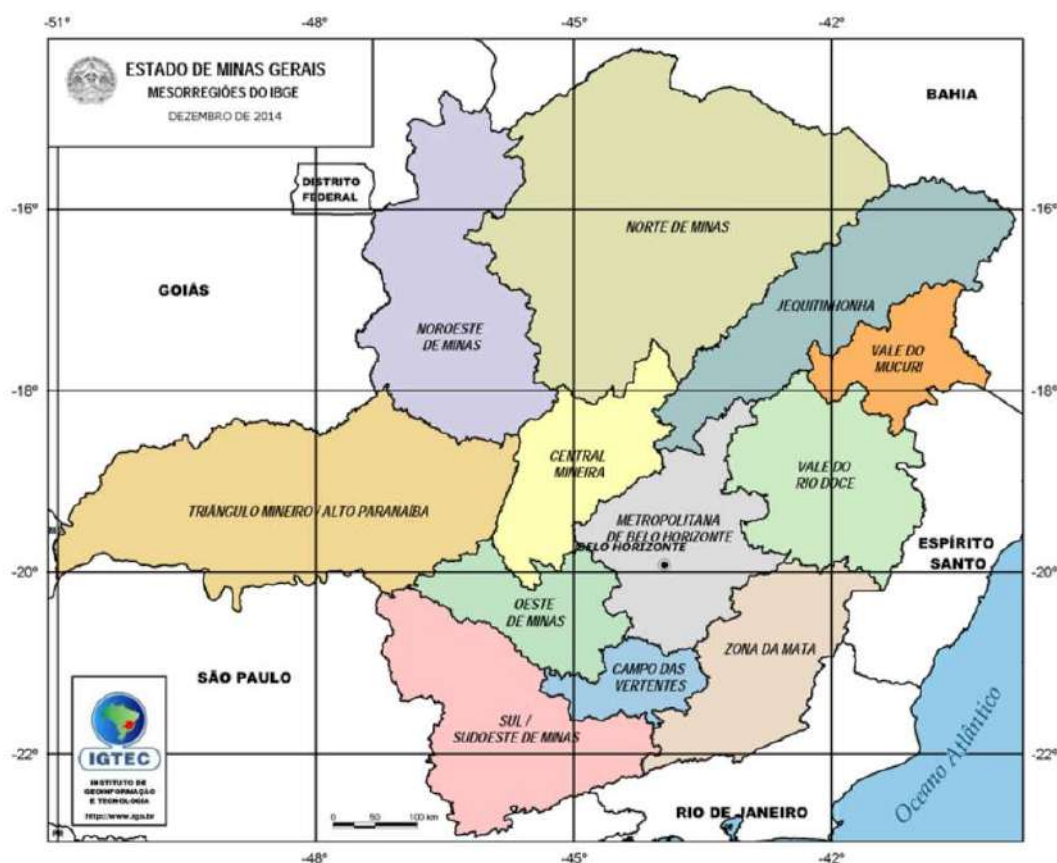


Figura 17: Divisão Mesoregional. FONTE: MG-GOV, 2022.

6.1.2.3.1.2 Características Demográficas

Segundo o IBGE (2022), a população do município de Nova Era passou de 17.528 hab., em 2010, para 17.524 hab. (estimado), em 2021. Comparado com os outros municípios da sua região imediata, apresenta a 2º maior população. Em relação ao estado, o município é o 206º mais populoso, ficando atrás de Belo Horizonte (1º), Uberlândia (2º), Contagem (3º) e Juiz de Fora (4º), ambas com mais de quinhentos mil habitantes.

Conforme o Censo de 2010, a grande maioria de sua população, 88,5%, vive na zona urbana, ficando a zona rural com apenas 11,5% (IBGE, 2022).

De acordo com o Atlas do Desenvolvimento Humano (2022), entre 2013 e 2017, a população do município de Nova Era, reduziu a uma taxa de 0,04% frente ao 2,56% que cresceu o estado de Minas Gerais. A sua composição apresenta maioria de mulheres (52,37%) e negros (72,96%), conforme figura abaixo apresentada.

População total por sexo e cor no município - Nova Era/MG - 2013 e 2017

	População	% do Total	População	% do Total
	2013	2013	2017	2017
População total	18.002	100,00	17.994	100,00
Mulher	9.427	52,37	9.423	52,37
Homem	8.575	47,63	8.571	47,63
Negro	13.135	72,96	13.129	72,96
Branco	4.487	24,93	4.485	24,93

Elaboração: PNUD, Ipea e FJP. Fonte: Estimativa populacional FJP (2013 e 2017). Obs.: Não foram consideradas as categorias de cor/raça amarela e indígena.

Figura 18: Tabela de população total do município e a sua composição por sexo e cor. FONTE: Atlas do Desenvolvimento Humano, 2022.

Acompanhando a tendência do estado, Nova Era passou por um processo de envelhecimento populacional e uma diminuição na razão de dependência total. O município passou de 54,71%, em 2000, para 45,73% em 2010, na razão de dependência total, e de 6,23% para 8,77%, na taxa de envelhecimento. Já o estado de Minas Gerais passou de 52,84% para 44,01%, na razão de dependência total, e de 6,20% para 8,12%, na taxa de envelhecimento (ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO, 2022).

Estrutura etária da população no município - Nova Era/MG - 2000 e 2010

	População	% do Total	População	% do Total
Estrutura Etária	2000	2000	2010	2010
Menor de 15 anos	5.172	29,13	3.962	22,60
15 a 64 anos	11.476	64,64	12.028	68,62
65 anos ou mais	1.106	6,23	1.538	8,78
Razão de dependência	54,71	-	45,73	-
Taxa de envelhecimento	6,23	-	8,77	-

Elaboração: PNUD, Ipea e FJP. Fonte: Censos Demográficos (2000 e 2010).

Figura 19: Tabela de Estrutura Etária da População de Nova Era. FONTE: Atlas do

Desenvolvimento Humano, 2022.

6.1.2.3.1.3 Características Econômicas

Com a economia bastante dependente do setor da agropecuária, a cidade tinha 6,81% da sua população economicamente ativa (pessoas ocupadas na faixa etária de 18 anos ou mais) ocupada em 2010. Dessa população ativa, 77,24% tinham rendimento até 2 salários mínimos (ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO, 2022).

Situação ocupacional da população de 18 anos ou mais, por sexo e cor no município - Nova Era/MG - 2000 e 2010

Situação de Ocupação	Total	Total	Negros	Branços	Mulheres	Homens
	2000	2010	2010	2010	2010	2010
Taxa de atividade - 18 anos ou mais de idade	60,02	61,81	-	-	-	-
Taxa de desocupação - 18 anos ou mais de idade	19,15	12,42	-	-	-	-
Grau de formalização dos ocupados - 18 anos ou mais	66,60	69,25	-	-	-	-
Nível educacional dos ocupados						
% dos ocupados com ensino fundamental completo	46,56	58,78	-	-	-	-
% dos ocupados com ensino médio completo	26,08	44,59	-	-	-	-
Rendimento dos ocupados						
% dos ocupados com rendimento de até 1 salário mínimo (de ...)	51,37	17,94	-	-	-	-
% dos ocupados com rendimento de até 2 salários mínimo (de ...)	79,77	77,24	-	-	-	-

Elaboração: VINUI, Ipes e FJP. Fonte: Censos Demográficos (2000 e 2010).

Figura 20: Tabela de Ocupação da população com 18 ou mais, Nova Era. FONTE: Atlas do Desenvolvimento Humano, 2022.

Segundo o Atlas do Desenvolvimento Humano (2022), em 2000, 8,33% da população eram extremamente pobres, 25,97% eram pobres e 52,43% eram vulneráveis à pobreza; em 2010, essas proporções eram, respectivamente, de 3,04%, 13,01% e 35,21%. O índice de Gini no município passou de 0,52, em 2000, para 0,49, em 2010, indicando uma redução na desigualdade de renda.

Territorialidades	% de extremamente pobres Censo	% de extremamente pobres Censo	% de pobres Censo	% de pobres Censo	% de vulneráveis à pobreza Censo	% de vulneráveis à pobreza Censo	% de crianças com até 14 anos de idade extremamente pobres Censo	% de crianças com até 14 anos de idade extremamente pobres Censo
	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Brasil	12,48	6,62	27,90	15,20	48,39	32,56	20,19	11,47
Nova Era (MG)	8,33	3,04	25,97	13,01	52,43	35,21	11,47	5,15

Figura 21: Tabela de população pobre, extremamente pobre e vulnerável à pobreza. FONTE: Atlas do Desenvolvimento Humano, 2022.

Segundo o IBGE (2022), o PIB per capita em 2019 era de R\$ 20.874,52 e o total de receitas realizadas, em 2017, era de R\$ 47.225,21 (×1000).

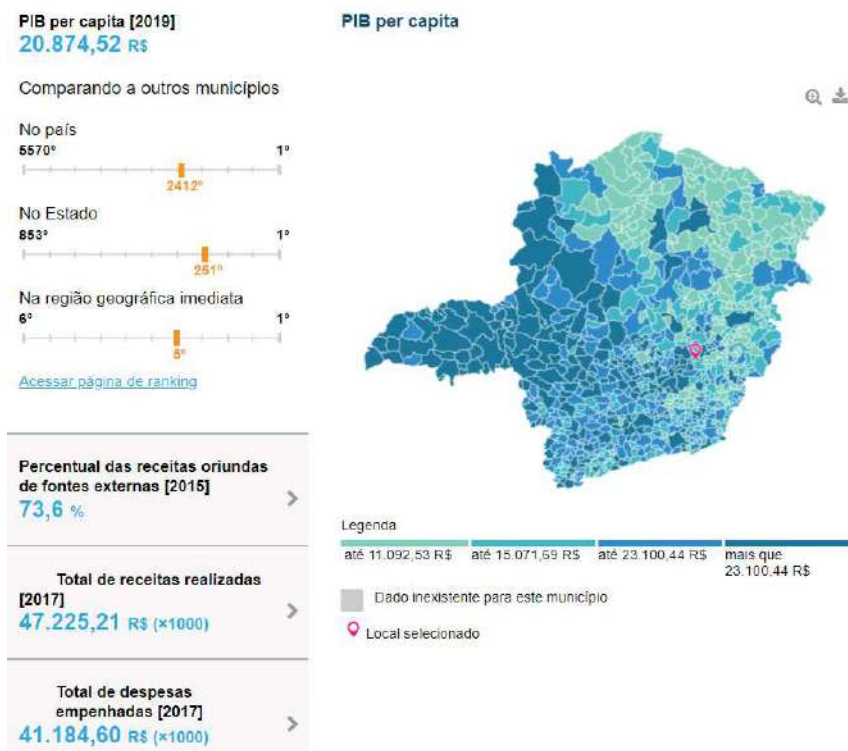


Figura 22: Caracterização Econômica da População de Nova Era. FONTE: IBGE, 2022.

6.1.2.3.2 Características Socioculturais

Na caracterização sociocultural foi levantado a localização de comunidades Indígenas, comunidades Quilombolas e de Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico, na área em estudo.

Conforme a Figura 23, o Mapa da Situação Antrópica da área de estudo demonstra a existência de Sítios Arqueológicos, sendo o bem arqueológico MG3144706BAST00001, denominado Nova Era -1, estar a cerca de 5 Km de distância do empreendimento.

Já em relação a presença de comunidades Indígenas e comunidades Quilombolas, foi identificada uma comunidade Quilombola no município de Nova Era, denominada de Comunidade da Luz.

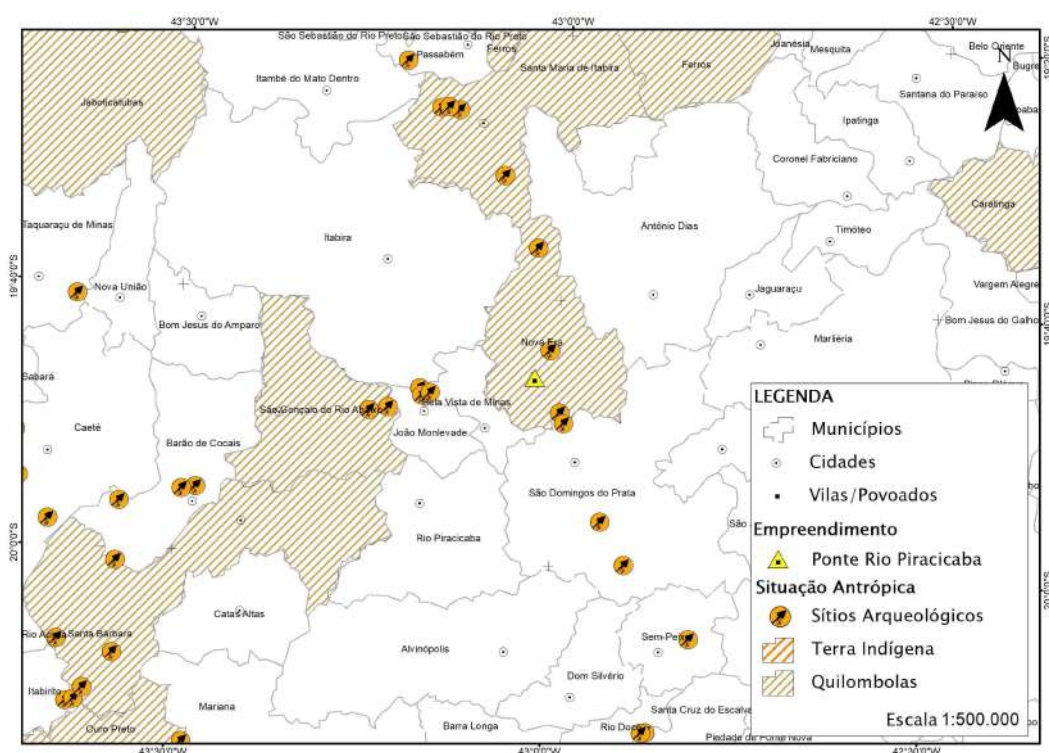


Figura 23: Mapa da Situação Antrópica da área de estudo. FONTE: IPHAN, INCRA, FUNAI, PALMARES.

6.1.3 Referências Bibliográficas

Atlas do Desenvolvimento Humano. Disponível em <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/>>. Acesso em 28/11/2022.

BRUNER, A. G.; GULLISON, R. E.; RICE, R. E.; FONSECA, G. A. B. 2001. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. *Science*, 291: 125-127.

CAMARA, T. E MURTA, R. Mamíferos da Serra do Cipó. ed:2003. 127p.

CHIARELLO, A.G., L.M. AGUIAR, R. CERQUEIRA, F.R. MELO, F.H.G. RODRIGUES AND V.M.F. SILVA. (2008). Mamíferos ameaçados de extinção no Brasil; p. 681-874 In A.B.M.

CPRM. Mapa Geodiversidade do Brasil. Escala 1:2.500.000. 2006. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=623&sid=97>. Acesso em 28/11/2022.

CPRM. Levantamento da Geodiversidade. Nota Explicativa, Apêndice II – Biblioteca de Padrões de Relevo do Território Brasileiro. Rio de Janeiro, 2016.

DANTAS, M.E. Biblioteca de padrões de relevo: carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação. Repositório Institucional de Geociências – CPRM. 2016.

DRUMMOND, G.M. et al. 2005. Biodiversidade em Minas Gerais: um Atlas para sua conservação. 2 ed. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / Humberto Gonçalves dos Santos ... [et al.]. – 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF, 2006.

EITEN, G. 1994. Vegetação do Cerrado. In cerrado: Caracterização, ocupação e perspectivas (M. N. Pinto coord). Brasília UNB; SEMATEC. p. 1-65.

FONSECA; Anísio Cláudio Rios; VIANNA, Ana Cláudia Mello; Morfologia e análise de elementos maiores das formações manganíferas botrioidais (manganocretes) do subgrupo paraopeba, município de córrego d'Anta- MG. Conexão Ciência. Formiga, v.7, n.1, p. 17-29, fev. 2012.

HASSLER, M. L. 2005. A Importância das Unidades de Conservação no Brasil. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, 17 (33): 79-89.

HEYER, W. R, M. A. DONNELLY, R W. MCDIARMID, L.-A. C. HAYEK, AND M. FOSTER. 1994. Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibian diversity. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., USA.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (2005) Plano de manejo do Parque Nacional da Serra da Canastra. MMA/IBAMA.

IEF - Instituto Estadual de Florestas. Atlas da fauna em unidades de conservação do estado de Minas Gerais / Instituto Estadual de Florestas. Belo Horizonte: IEF, 2011. 284 p.

IEF - Instituto Estadual de Florestas. Unidades de Conservação. 2021. Disponível em: < <http://www.ief.mg.gov.br/unidades-de-conservacao>>. Acesso em 08/03/2022.

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH). Belo Horizonte, 518p, 2010.

IDE – Sisema. Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Disponível em:

<https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>. Acesso em 28/11/2022.

IBGE. Mapa de biomas do Brasil: escala 1:5.000.000. 2004. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>>. Acesso em 28/11/2022.

IBGE. @Cidades. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em 28/11/2022

ICMBio/MMA. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume II – Mamíferos, 1ª. ed. Brasília, DF, 2018.

IUCN. 2020.2. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020.2. Disponível em: www.iucnredlist.org. Acessado em: 28/11/2022

JEPSON, W. A disappearing biome?: reconsidering land-cover change in the Brazilian savanna. *The Geographical Journal*, v. 171, n. 2, p. 99-111, 2005.

KER, J.C. Latossolos do Brasil: Uma Revisão. *Revista Geonomos* 5(1):17-40, 1997

KLOPFER, P.H. & MACARTHUR, R.H. 1960. Niche size and faunal diversity. *The American Naturalist*, 94 (877), pp. 293-300.

MACHADO, G.M. DRUMMOND AND A.P. PAGLIA (Eds.). Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Volume II. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008. Lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, v. 145, n. 185, 24 set. 2008. Seção 1, p. 75-83.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. Lista das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção. Brasília – DF. 2018.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. PORTARIA MMA Nº 561, DE 15 DE DEZEMBRO DE 2021. Lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, ed. 236, 16 dez. 2021. Seção 1, p. 202.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. Informativo MMA fauna e flora / Ministério do Meio Ambiente, Disponível em: <https://www.mma.gov.br/informma/item/383-fauna-e-flora.html>, acessado em: 28/11/2022.

NOHLGREN, E.; GUSTAFSSON, L. Vegetation corridors: a literature review with comments from a swedish forest perspective. *Skogforsk report*, n.1, p.1-40, 1995.

OLIVEIRA, M. E. Mapeamento, florística e estrutura da transição campo-floresta na vegetação (cerrado) do Parque Nacional de Sete Cidades, Nordeste do Brasil. Campinas (SP). Tese de Doutorado, 2004.

OLIVEIRA, J.B. de; JACOMINE, P.K.T.; CAMARGO, M.N. Classes gerais de solos do Brasil: Guia auxiliar para o seu reconhecimento. Jaboticabal, FUNEP, 1992, 201p.

OECO. A importância das Unidades de Conservação. Disponível em <<https://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/27099-o-que-sao-unidades-de-conservacao/>>. Acesso em 07/04/2022.

PROENÇA, C.; OLIVEIRA, R.S.; SILVA, A.P. Flores e frutos do cerrado. Brasília: EdUnB, São Paulo: Imprensa oficial, 2000. 226p.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1998.

cap. 3, p. 87-166.

RODRIGUES, M. T. 2005. Conservação de Répteis Brasileiros. Revista Megadiversidade. vol.1. Nº1.

SOS MATA ATLÂNTICA. Mata Atlântica. 2022. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/>>. Acesso em 28/11/2022.

SIGRIST, T. (2009) Iconografia das Aves do Brasil, Bioma Cerrado. São Paulo: Avis Brasilis.

SANTANA, O. A. et al. Inventário das espécies vegetais na Serra da Canastra, Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. 2011.

TAXEUS (2021). Lista de espécies do Brasil. Disponível em <<https://www.taxeus.com.br/>>. Acesso em 28/11/2022 1.

VAN DER PIJL, L., 1972. Principles of dispersal in higher plants. SpringerVerlag, New York, 2.^a ed., xi+ 162 pp.

V.M.F. SILVA. (2008). Mamíferos ameaçados de extinção no Brasil; p. 681-874 In A.B.M.

VITT, L.; MAGNUSSON, W. E.; AVILA - PIRES, T. C. S. & LIMA, A. P. 2008. Guia de Lagartos da Reserva Adolpho Ducke: Amazônia Central. Manaus: Attema Design Editorial.

VOSS, R.S. & L.H. EMMONS. 1996. Mammalian diversity in neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. Bulletin of the American Museum of Natural History, New York, 230: 1-115.

WIKIAVES, 2021. Disponível em: <https://ox.socioambiental.org/sites/default/files/ficha-tecnica/node/199/edit/2019-02/RIMA_BR_158_MT.pdf>. Acesso em 28/11/2022.

7 ESTUDO DE TRÁFEGO

7.1 Dados Municipais

População: 17.607 (Censo 2018)

População da zona urbana: 8.349 (Censo 2021)

Número de veículos: 6.358

7.2 Situação Atual

O município de Nova Era é cortado pelo rio Piracicaba. Tal situação acaba dividindo a cidade, o que dificulta a mobilidade urbana. Abaixo uma imagem da região central de Nova Era.

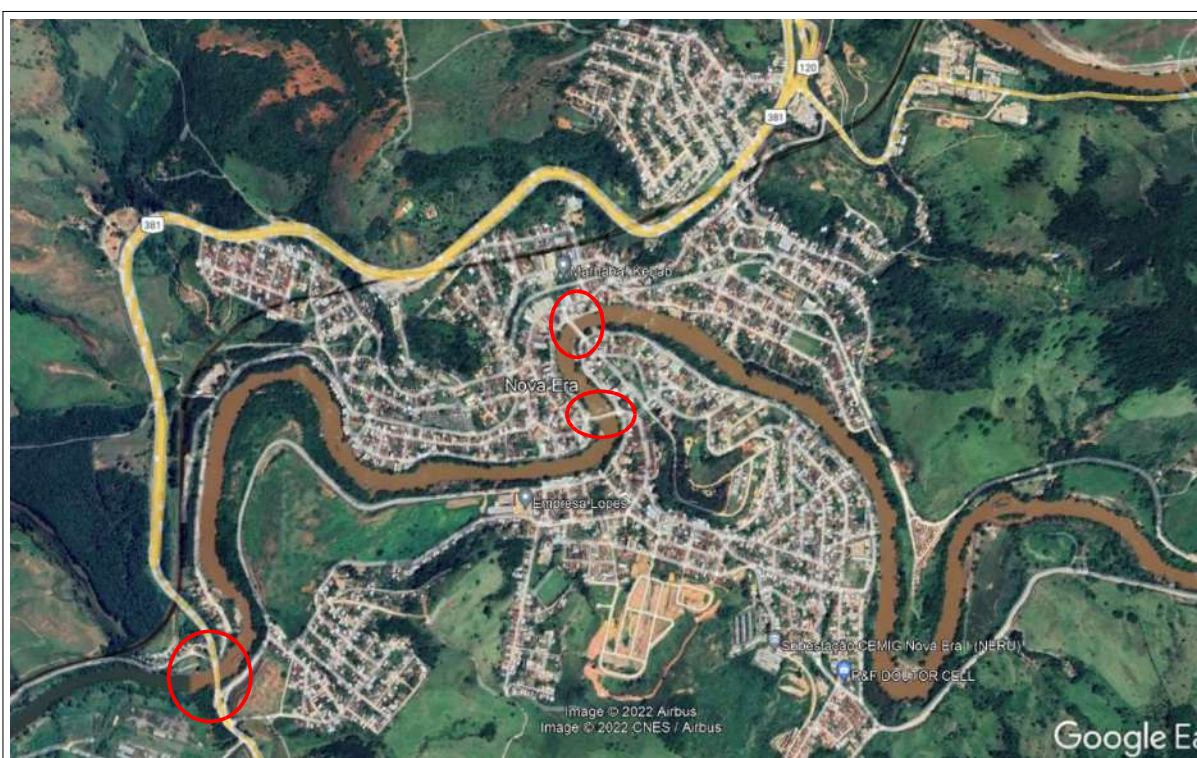


Figura 1 – Situação geral da região urbana do município. Circuladas em vermelho estão as pontes existentes. Em amarelo a rodovia BR-381

7.2.1 Informação das pontes existentes na região central

A região urbana possui duas pontes. A ponte Benedito Valadares e a ponte na rua Tomaz Jacinto. Nenhuma delas possui ligação direta com a BR-381, o que dificulta o tráfego no deslocamento entre as residências e a rodovia. A seguir uma imagem evidenciando tal situação.

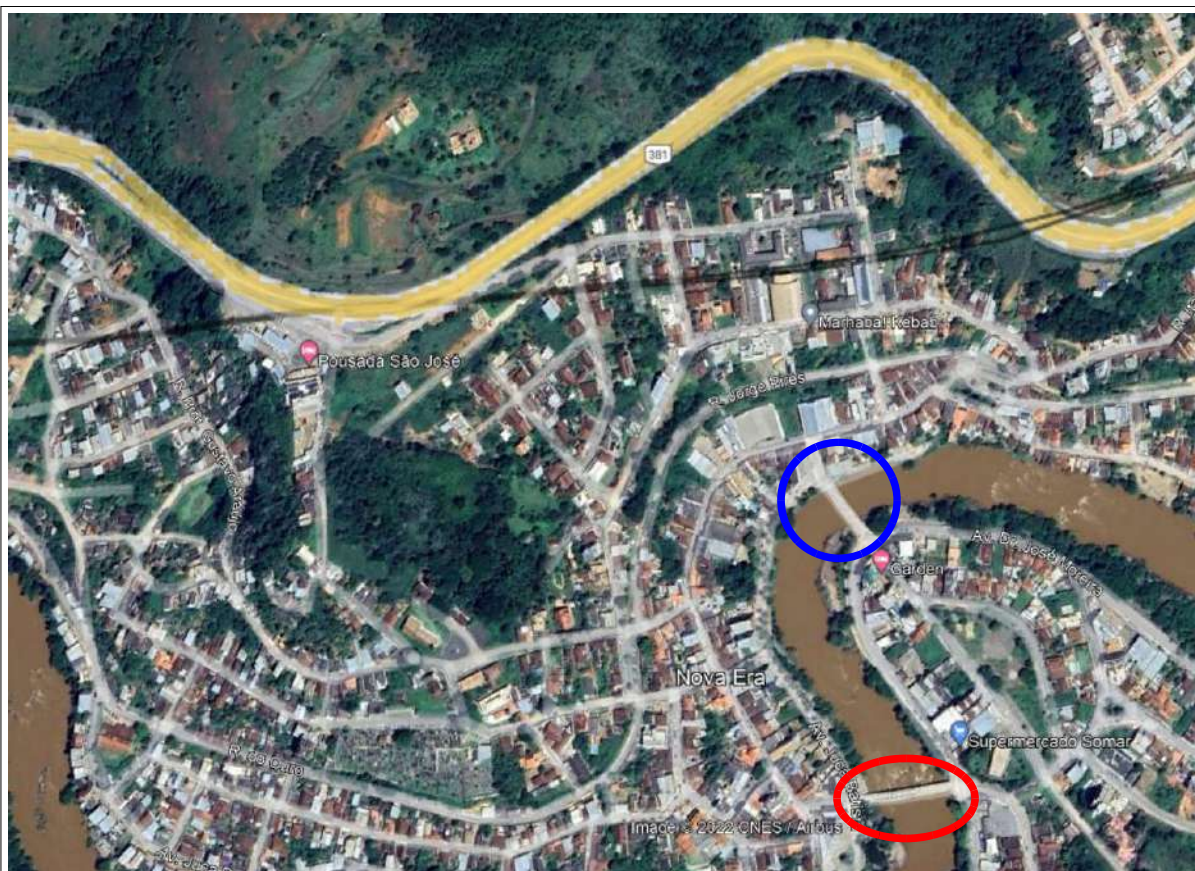


Figura 2 - Situação das pontes em relação a BR-381 evidenciando a falta de uma ligação direta. Em vermelho a ponte Benedito Valadares, e em azul a ponte na rua Tomaz Jacinto.

A ponte Benedito Valadares possui apenas um sentido de tráfego devido a pequena largura da pista. Tal fato limita sua funcionalidade. Possui uma estrutura em arco entre os passeios e a pista de rolamento, o que praticamente inviabiliza uma ampliação para que possibilitar o tráfego em dois sentidos. Segundo relatos de moradores, durante as cheias a água atinge a estrutura. Abaixo algumas imagens da mesma.



Figura 3 – Foto da situação geral da ponte Benedito Valadares.



Figura 4 – Largura insuficiente para tráfego em dois sentidos.

Pág.143

Observa-se que a ponte na rua Tomaz Jacinto possui a maior área de influência.

7.3 Fatores Determinantes para o Local da Nova Ponte

7.3.1 Redistribuição das Áreas de Influência

A área de influência da ponte na rua Tomaz Jacinto é a maior. Sendo assim para locação da posição da nova ponte, busca-se escolher um local que possa-se diminuir essa área, de forma que a distribuição das áreas de influência das pontes seja mais equilibrada. Sendo assim, abaixo segue abaixo a nova configuração das áreas de influência considerando a implantação de uma ponte ligando as ruas Quincas Honorato e Rio Piracicaba.

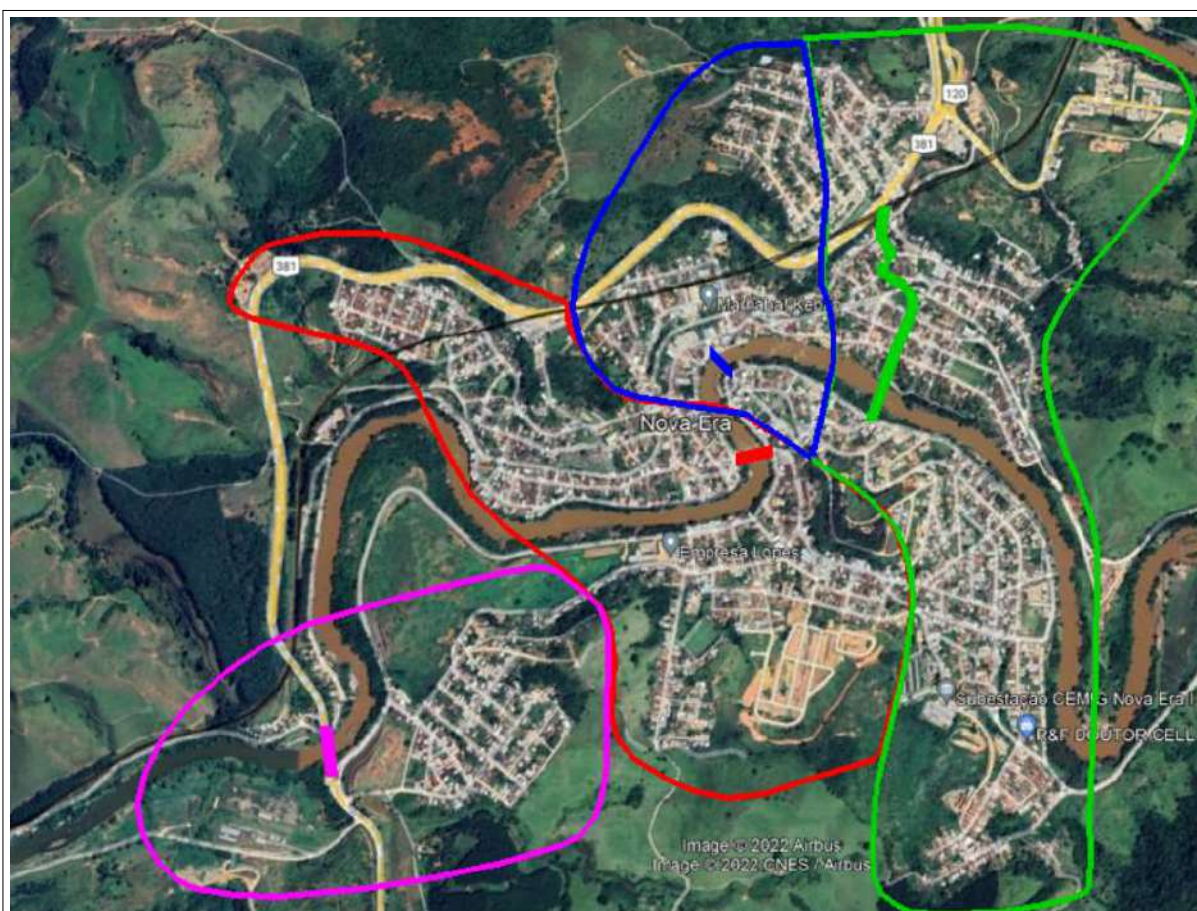


Figura 7 – Áreas de Influência considerando a nova ponte ligando a rua Quincas Honorato com a Tomaz Jacinto.

7.3.2 Criação de um Eixo para Captação e Distribuição do Tráfego

A rua Rio piracicaba e a rua Quincas Honorato são cortadas por várias outras, o que permite melhor captação e distribuição do tráfego criando um eixo fundamental.

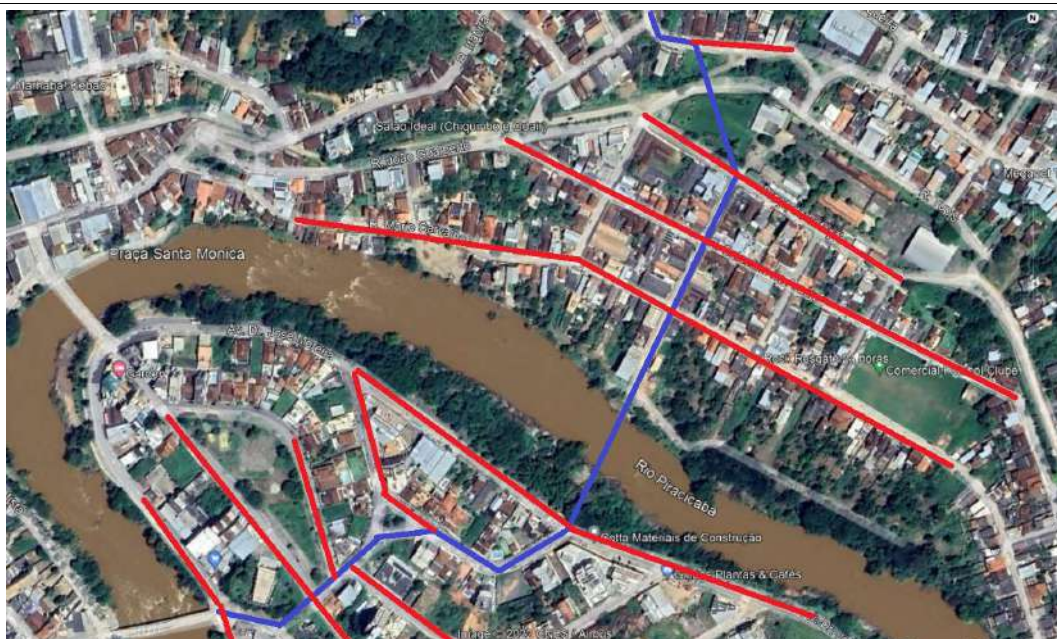


Figura 8 – Criação de um eixo (em azul) com interligação entre várias ruas.

7.3.3 Ligação com Acesso Municipal

A localização da ponte na rua Rio Piracicaba, permite uma ligação praticamente direta da margem direita com a rodovia BR-381 e BR-120, visto que na margem esquerda este é o local mais apropriado para tal. Para isso será necessário executar uma passagem inferior do tipo galeria na rua Tupis.

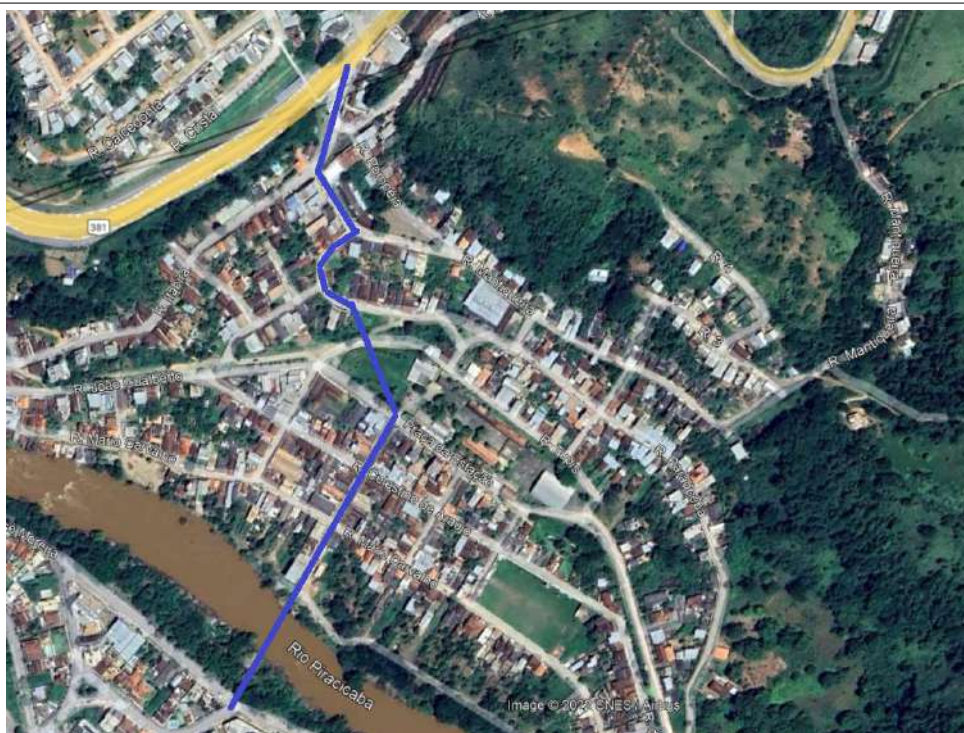


Figura 9 – Ligação da margem direita com a BR-381 e BR-120.

7.3.4 Espaço para desenvolvimento do Greide

Para a implantação de uma ponte que garanta que a água não atinja sua superestrutura na região central do vão, e ainda permita o “free-board” (exigido pelas normas do DNIT e demais órgãos rodoviários) é necessário “elevar” a via que ligará às margens. Sendo assim é necessário um espaço entre as vias existentes e o leito do rio.



Figura 10 – Espaço de aproximadamente 50m em cada margem para possibilitar elevar a ponte no ponto principal de cruzamento com o rio

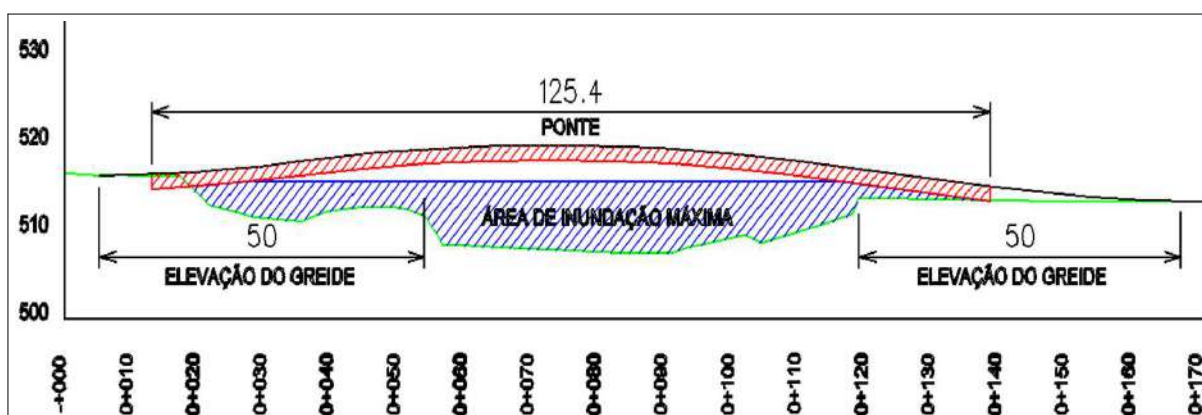


Figura 11 – Perfil no eixo da ponte, mostrando a necessidade de espaço entre as vias existentes e o leito do rio para erguer a via na região central do rio.

7.3.5 Questões Ambientais

No local da ligação entre as ruas Rio piracicaba e a rua Quincas Honorato existia a pouco tempo uma passarela que foi levada por uma enchente. Sendo assim por tratar-se de um local onde já havia uma estrutura anterior e também por boa parte da supressão vegetal já ter sido realizada, ambientalmente torna-se mais fácil a obtenção do licenciamento ambiental.



Figura 12 – Passarela antiga, evidenciando a supressão vegetal já realizada.

7.4 Conclusão

1 - Considerando que a área de Influência da ponte na rua Tomaz Jacinto é maior que a da Benedito Valadares, sendo necessário a divisão desta;

2 – Considerando que a rua Rio piracicaba e a rua Quincas Honorato são cortadas por várias outras, o que permite melhor captação e distribuição do tráfego criando um eixo fundamental;

3 – Considerando que a localização da ponte na rua Rio Piracicaba, permite uma ligação praticamente direta da margem direita com a rodovia BR-381 e BR-120;

4 - Considerando que é necessário um espaço entre as vias existentes e o leito do rio para elevar a ponte, permitindo assim que a água não atinja sua superestrutura;

5 - Considerando que já havia uma estrutura no local de ligação entre as ruas Rio Piracicaba e Quincas Honorato e que parte da supressão vegetal já foi feita;

Conclui-se que o único ponto que atende aos 5 itens levantados é o ponto entre as ruas Quincas Honorato e Rio Piracicaba. Todos esses 5 tópicos são melhor expostos neste relatório entre os itens 5.3.1 a 5.3.5.

8 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

O Projeto de Terraplenagem objetiva a adequada distribuição dos volumes de materiais destinados à conformação da plataforma da rodovia de acordo com as seções transversais definidas no Projeto Geométrico.

A largura da plataforma de terraplenagem foi definida em função das características técnicas, operacionais e geométricas da rodovia. Após definido geometricamente em planta e perfil o traçado do trecho em questão, procedeu-se à gabaritagem das seções transversais para definição de cortes e aterros.

Foram definidos os seguintes parâmetros:

- Taludes de corte e aterro:
 - Corte: 1:1 (H:V) em materiais classificados em solo,
 - Aterro: 1,5:1 (H:V),
- Aplicação de materiais de compensação corte/aterro;

8.1 Serviços Preliminares

Previamente as operações de corte e aterro, deverão ser executadas as operações de preparação da área destinada à implantação do corpo estradal, o que compreende: a remoção da camada vegetal superficial e árvores, arbustos, tocos, entulhos e quaisquer outros considerados prejudiciais.

Os serviços de limpeza incluem o destocamento de árvores com diâmetros até 0,15m. Acham-se previstos os destocamentos de árvores com diâmetros entre 0,15m e 0,30m – e maiores ou iguais a 0,30m – procedeu-se à medição destes serviços por unidades

A limpeza será medida pela área trabalhada, compreendendo as operações de escavação e remoção da camada vegetal, na espessura de 0,20m. Cabe relevar que deverão ser preservados, ao longo do trecho, elementos de interesse paisagístico e os que contribuam para evitar a erosão do solo.

Os serviços preliminares de terraplenagem deverão atender à especificação DNIT 104/2009–ES

8.2 Cortes

Os serviços serão executados de acordo com a Especificação DNIT 106/2009–ES

Os volumes de corte serão obtidos mediante a escavação do terreno, onde houver necessidade, para remoção dos solos inservíveis, ou somente para a conformação ao greide do Projeto Geométrico.

Os volumes escavados foram classificados com base nas sondagens executadas.

A procedência e a destinação desses materiais são apresentadas no decorrer deste capítulo.

Devido ao *déficit* de terraplenagem para o corpo de aterro, tornou-se necessária a utilização de caixa de empréstimo comercial.

8.3 Aterros

Os serviços de construção do corpo estradal deverão atender às disposições da Especificação DNIT 108/2009–ES e com as especificações complementares pertinentes.

Os aterros abrangem, em sua totalidade, solos classificados em 1ª categoria.

Serão executados em duas etapas: A primeira consiste em quase sua totalidade, alcançando até o limite do local onde serão executados os blocos de fundação, e deverá ser realizada antes do início da execução das estacas. A segunda etapa, será executada quando da finalização de toda a estrutura da ponte.

A construção da camada final (aterro executado na camada superior de terraplenagem, de espessura igual a 0,60m) deverá ser realizada em camadas individuais com espessura máxima de 0,20m

O grau de compactação da camada final de terraplenagem deverá ser de 100% de PN

Na construção do corpo dos aterros, a compactação será feita em camadas com espessura máxima de 0,20m, com grau de compactação de 95% de PN

Executar rebaixo de corte para regularização onde a altura do aterro foi inferior a 60cm.

8.4 Bota-Fora

Não será necessário bota fora.

8.5 Nota de Serviço

Nota de Serviço													
Seção	Lado Esquerdo						Cota do Greide	Lado direito					
	Talude	Cota	Dist	I (%)	Cota	Dist		Dist	Cota	I (%)	Dist	Cota	Talude
0+390	1:1.50	524,83	7,11	-2,50	525,10	6,70	525,27	6,70	525,14	-2,03	6,84	525,04	1:1.50
0+395	1:1.50	524,91	7,82	-2,50	525,66	6,70	525,83	6,70	525,70	-1,89	7,64	525,08	1:1.50
0+400	1:1.50	525,00	8,65	-2,50	526,30	6,70	526,46	6,70	526,35	-1,75	8,55	525,11	1:1.50
0+405	1:1.50	525,09	9,52	-2,50	526,97	6,70	527,13	6,70	527,03	-1,61	9,50	525,16	1:1.50
0+410	1:1.50	525,16	10,35	-2,50	527,60	6,70	527,77	6,70	527,67	-1,47	10,29	525,28	1:1.50
0+415	1:1.50	525,23	11,13	-2,50	528,19	6,70	528,35	6,70	528,27	-1,33	11,01	525,39	1:1.50
0+420	1:1.50	525,30	11,84	-2,50	528,73	6,69	528,90	6,70	528,82	-1,19	11,65	525,52	1:1.50
0+425	1:1.50	525,35	12,49	-2,50	529,23	6,67	529,39	6,70	529,32	-1,05	11,98	525,81	1:1.50
0+430	1:1.50	525,40	13,07	-2,50	529,68	6,65	529,85	6,70	529,79	-0,91	12,37	526,01	1:1.50
0+435	1:1.50	525,33	13,75	-2,50	530,09	6,62	530,26	6,70	530,20	-0,76	12,49	526,35	1:1.50
0+440	1:1.50	525,25	14,39	-2,50	530,46	6,58	530,63	6,70	530,59	-0,62	12,80	526,52	1:1.50
0+445	1:1.50	525,28	14,93	-2,50	530,87	6,53	531,03	6,90	531,00	-0,48	8,95	529,63	1:1.50
0+450	1:1.50	526,73	13,38	-2,50	531,32	6,48	531,49	11,08	531,45	-0,34	12,10	532,47	1:1.00
0+455	1:1.50	528,39	11,58	-2,50	531,83	6,43	531,99	17,36	531,95	-0,20	18,52	533,11	1:1.00
0+460	1:1.50	528,26	12,54	-2,50	532,37	6,37	532,53	11,92	532,53	-0,06	12,72	533,33	1:1.00

8.6 Memória de Cálculo de Quantidades

As quantidades de terraplenagem são oriundas de somatórios de volumes da planilha abaixo.

Km	Áreas (m²)			Volumes (m³)		
	Corte (m²)	Corpo de aterro (m²)	Camada final (m²)	Corte (m³)	Corpo de aterro (m³)	Camada final (m³)
0+145.00	0,00	1,79	9,30	0,00	4,48	23,25
0+150.00	0,00	0,00	9,30	0,00	0,00	46,50
0+155.00	0,00	0,00	9,30	0,00	0,00	46,50
0+160.00	0,00	0,00	9,30	0,00	0,00	46,50
0+390.00	0,00	0,00	9,30	0,00	0,00	46,50
0+395.00	0,00	1,30	9,30	0,00	6,50	46,50
0+400.00	0,00	10,70	9,30	0,00	53,50	46,50
0+405.00	0,00	21,70	9,30	0,00	108,50	46,50
0+410.00	0,00	32,70	9,30	0,00	163,50	46,50
0+415.00	0,00	42,70	9,30	0,00	213,50	46,50
0+420.00	0,00	53,70	9,30	0,00	268,50	46,50
0+425.00	0,00	63,70	9,30	0,00	318,50	46,50
0+430.00	0,00	71,70	9,30	0,00	358,50	46,50
0+435.00	0,00	81,70	9,30	0,00	408,50	46,50
0+440.00	0,00	0,00	9,30	0,00	0,00	46,50
0+445.00	0,00	0,00	9,30	0,00	0,00	46,50
0+450.00	0,00	13,70	9,30	0,00	68,50	46,50
0+455.00	0,00	13,70	9,30	0,00	68,50	46,50
0+460.00	0,00	0,00	9,30	0,00	0,00	46,50

8.7.1 – Desmatamento, Destocamento e Limpeza

Área do offset +2m para cada lado = 3.229 m²

8.7.6 – Escavação carga e transporte de material de 1ª cat – de 2500 a 3000m

Volume = 3.383 x 1,289 = 204,95m³

8.7.10 – Compactação 95% PN

Volume = 2.040,98m³

8.7.11 – Compactação 100% PN

Camada Final: = 860,25m³

8.7.12 - Enrocamento de pedra argamassada

Para saia de aterro com 10m de extensão: 260 / COS 45° x 0,50 = 185,71m³ (com 0,50

metros de espessura)

8.7.13 – Enleivamento

$$500 / \cos 45^\circ = 714,00\text{m}^2$$

9 PROJETO DE DRENAGEM

9.1 Introdução

Este relatório apresenta o Projeto de Drenagem referente ao projeto da Ponte sobre o Rio Piracicaba .

Os dispositivos adotados respeitam as imposições decorrentes das declividades longitudinais, transversais e geometria das vias.

Abaixo segue o dimensionamento apenas para as caixas coletoras novas. Já quanto a tubulação entre os trechos T1 e T5 foi feita conforme solicitação da prefeitura, substituindo a rede antiga pela nova sugerida pela administração.

9.2 Drenagem Pluvial

Por tratar-se de um trecho inserido em área urbanizada, a drenagem projetada destina-se à coleta e condução das águas pluviais retidas em toda a bacia de contribuição, compreendendo as pistas, passeios e terrenos.

As obras de drenagem superficial foram dimensionadas considerando um período de recorrência igual a 10 anos. No caso das galerias pluviais, o dimensionamento foi realizado considerando um período de recorrência de 25 anos fazendo com que funcionem como canal a uma altura da lâmina d' água de no máximo 80%.

Foram previstos os seguintes dispositivos de drenagem pluvial:

- Meio-fios de concreto;
- Bocas de leão;
- Poços de visita;
- Galerias tubulares.

Os dispositivos previstos em projeto obedecem aos padrões e normas técnicas do DNIT.

9.2.1 Meios-Fios

Os meios-fios projetados têm por objetivo conduzir as águas que precipitam sobre a plataforma até local adequado ao seu lançamento. Os mesmos foram adotados ao longo dos bordos de pista e nas extremidades dos passeios, delimitando as pistas de rolamento. A largura de inundação prevista para as vias foram de 2,62m na faixa de tráfego.

Com base nas características físicas da seção do meio-fio e considerando uma largura de contribuição da pista, calculou-se a capacidade (vazão máxima de escoamento), a velocidade de escoamento e o comprimento crítico para as inclinações longitudinais dos trechos. O dimensionamento dos meio-fios foi elaborado com o emprego da Equação de Izzard/Manning, conforme indicado no Caderno de Diretrizes Básicas e Técnicas para Apresentação de projeto de Drenagem, do Departamento de Saneamento e Drenagem. Para tanto, foi adotado o coeficiente de para revestimento de concreto/pavimento, $n=0,017$. A velocidade limite para o escoamento em dispositivos com revestimento em concreto

utilizada foi igual a 5,0m/s.

$$Q = 0,375 \cdot \frac{z}{n} \cdot Y^{8/3} \cdot \sqrt{i}$$

Onde:

- Q = vazão afluente, em m³/s;
- n = coeficiente de rugosidade de Izzard/ Manning, adimensional;
- z = inverso da declividade transversal da via;
- i = declividade longitudinal, em m/m;
- Y = altura d' água em relação ao meio-fio, em m.

O cálculo de comprimento crítico apresentado a seguir refere-se às pistas das ruas objeto desta etapa do projeto. A **Figura 9.1** apresenta a área de captação considerada.

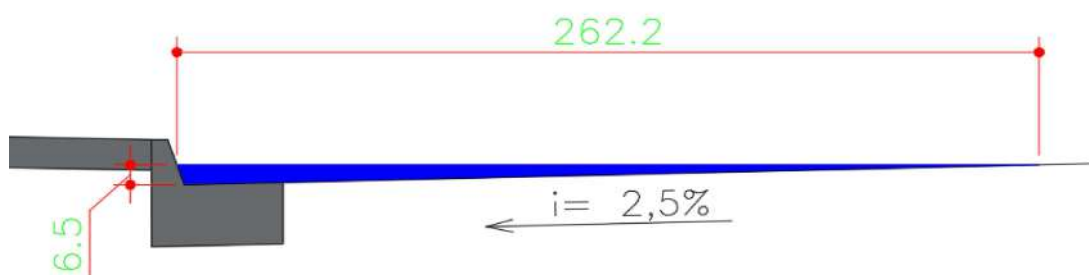


Figura 9.1: Área de Captação considerada

Do projeto geométrico, têm-se que as duas principais rampas são:

- Rampa 1 = Entre o km 0+380 e km 0+420, resultando em uma rampa de 40,00 m de extensão e greide de 13,54%;
- Rampa 2 = Entre o km 0+420 e km 0+460, resultando em uma rampa de 40,0 m de extensão e greide de 7,26%.
- Rampa 3 = Entre o km 0+460 e km 0+515,00, resultando em uma rampa de 55 m de extensão e greide de 15,77%.

Para a capacidade admissível, faz-se uso da Figura 6.2 do manual de drenagem urbana da CETESB, onde:

- Para a Rampa 1, o fator de redução obtido é 0,20, resultando em uma capacidade admissível de 44 l/s;
- Para a Rampa 2, o fator de redução é de 0,33, resultando em uma capacidade admissível de 53 l/s;
- Para a Rampa 3, o fator de redução é de 0,20, resultando em uma capacidade admissível de 47 l/s;

A vazão da áreas de captação se dá pelo método racional.

$$Q=166,67.C.I.A$$

Onde:

Q = deflúvio superficial máximo em l/s;

C = Coeficiente de “runoff”, adotado 0,90 para pistas e acostamentos pavimentados (IS-11);

I = Intensidade média da chuva em mm/min para o tempo de concentração do projeto;

A = área da bacia de captação, em hectares (ha).

De acordo com a IS-11, a altura de chuva utilizada é de 6 min, para um tempo de recorrência de 10 anos, resultando em 115,10 mm/h. as áreas de captação para determinação da vazão contribuinte para os dispositivos são de 0,126ha.

Com isso, têm-se que a vazão é de 36,44 l/s.

Portanto, os dispositivos de drenagem atendem ao preconizado na IS-11, trabalhando fora do regime crítico. Ressalta-se que foram analisados apenas os segmentos críticos de drenagem.

9.2.2 Boca de Leão com grelha

As bocas de leão com grelha foram projetadas junto ao meio-fio das pistas. Com base no comprimento crítico do meio-fio, foi adotado o espaçamento entre bocas de leão conforme a declividade da pista. As mesmas estão dispostas nas extremidades dos comprimentos críticos, assim como em pontos baixos do greide.

A boca de leão adotada é do tipo simples com grelha de concreto. As dimensões da tampa em grelha de concreto é de 0,43x0,90m, a qual possibilitará eventuais limpezas e manutenções. Cabe lembrar que por solicitação da PML está sendo adotado da boca de leão do tipo dupla e que em etapa anterior a esta, indicou-se boca do tipo simples, atendendo as vazões parciais de cada trecho.

O escoamento das águas parte dos pontos altos das ruas até as cotas mais através de galerias, poços de visita e caixas de encontro. A altura das bocas de lobo foi determinada conforme a necessidade, partindo do princípio de altura mínima de aterro de 0,70m acima das galerias pluviais.

9.2.3 Poços de Visita

Os poços de visita projetados substituem as Caixas de Encontro para permitir o acesso às galerias tubulares, feito por meio de uma tampa de ferro fundido posicionada sobre a superfície do pavimento/ calçada.

Os poços de visita foram dispostos preferencialmente nas mudanças de direção das tubulações.

9.3 Galerias Tubulares

Com base na capacidade de vazão das tubulações calculada, através da fórmula de *Manning* aliada à equação da continuidade e das cotas do terreno existente/ greide de projeto foi realizado o dimensionamento das galerias pluviais. Para cálculo, foi adotado um coeficiente de rugosidade para revestimento de concreto $n=0,013$ e velocidade mínima e máxima de 0,70 m/s e 5,00 m/s respectivamente.

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$
$$Q = V \cdot A$$

Onde:

- V = velocidade, em m/s;
- Q = vazão afluente, em m^3/s ;
- n = coeficiente de rugosidade de *Manning*, adimensional;
- R = raio hidráulico, em m;
- i = declividade longitudinal, em m/m;
- A = área da seção molhada, em m^2 .

No dimensionamento foi considerada uma razão de 80% da capacidade do tubo para o escoamento das águas. O cálculo resultou em dimensão de 0,40m.

Com relação ao cobrimento, partiu-se do princípio que a altura de aterro mínima seria de 70cm, para tubulação de 0,40 a 0,60m, a qual foi atendida no projeto. A inclinação mínima adotada para as tubulações foi de 1%. Com isso temos uma vazão de 203,66 l/s para a única galeria projetada.

10 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

Este item refere-se ao dimensionamento e proposta de materiais para a estrutura do pavimento a ser implantado, tanto nos acessos, como na obra de arte especial projetada.

Para este projeto, optou-se pelo pavimento do tipo rígido, o qual é amplamente utilizado no Brasil e no mundo, conforme especificações descritas na sequência.

Na imagem a seguir, pode ser observada a situação do local previsto para a obra. Na sequência, são descritas as soluções de engenharia.



Fig. 10.1: Localização das soluções de pavimentação

10.1 Pavimento novo – Acessos à ponte

Para o dimensionamento do pavimento novo dos acessos à ponte, foi utilizado como base o Manual de Pavimentação do DNIT de 2006 – Publicação IPR – 719, conforme orientações do Termo de Referência.

Através da utilização da IP-02/2004 - Classificação das vias, da Prefeitura Municipal da São Paulo/SP, foi definido o tráfego de $N = 2 \times 10^6$ a ser utilizado para dimensionamento. Essa instrução apresenta as diretrizes para a classificação de vias em função do tráfego, da geometria e do uso do solo do entorno de vias urbanas.

Definiu-se pela utilização de base granular de brita graduada e sub-base granular de macadame seco. Além disso, conforme dimensionamento, foi necessária a previsão de camada de reforço de subleito, a qual deve ser executada em macadame seco.

Toda a estrutura do pavimento deve estar assentada sobre a camada final de terraplenagem, definida pelo projeto de terraplenagem.

10.1.1 Regularização do subleito

Para execução da regularização do subleito, caso seja necessária, após a finalização da terraplenagem, deve ser utilizada como diretriz a norma DNIT 137/2010 - ES.

Após a execução de cortes, aterros e adição do material necessário para atingir o greide de projeto, deve-se proceder à escarificação geral na profundidade de 20,00 cm,

seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.

O serviço não deve ser executado em dias de chuva e toda a execução deve ser controlada conforme indicado pela norma DNIT 137/2010 – ES.

10.1.2 Reforço do subleito

Devido à baixa capacidade do subleito local (CBR = 5,0), foi necessária a previsão de uma camada de reforço, a qual tem sua execução prevista em macadame seco, com 20,0 cm de espessura final acabada e seguindo a norma DEINFRA–SC–ES–P–03/15.

Os agregados utilizados deverão ser constituídos de fragmentos duros, limpos e duráveis, livre de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, e de outras substâncias prejudiciais.

Deverão apresentar ainda perdas iguais ou inferiores a 12%, quando submetidos a avaliação da durabilidade com sulfato de sódio, e porcentagem de desgaste no ensaio de Abrasão Los Angeles não superior a 45%.

A execução da camada de macadame seco será efetuada na pista, na largura total desejada, com a utilização de material de bloqueio, agregado graúdo e material de enchimento, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura total projetada de 20,0 cm.

Para camada de reforço do subleito, é permitido diâmetro máximo de 127 mm (5") para o agregado graúdo. Sua graduação deve ser uniforme, sendo necessária a separação das frações por peneiramento entre sua dimensão máxima e o diâmetro retido na peneira de 50,8 mm (2").

Os agregados utilizados para camada de bloqueio, deverão apresentar granulometria entre 19,0 mm (3/4") e 9,5 mm (3/8").

Já os agregados utilizados para fechamento, deverão apresentar granulometria que permita adequada penetração de forma a possibilitar uma íntima incorporação ao agregado graúdo, formando uma estrutura estabilizada. A granulometria indicada para esta camada é a faixa I ou II da tabela apresentada pela norma DEINFRA–SC–ES–P–03/15.

O valor para o equivalente de areia deve ser superior a 50%.

A execução deve seguir as orientações da norma DEINFRA–SC–ES–P–03/15.

10.1.3 Sub-base

Para a camada de sub-base foi definido como material o macadame seco, com 15,0 cm de espessura final acabada e seguindo a norma DEINFRA–SC–ES–P–03/15.

Os agregados utilizados deverão ser constituídos de fragmentos duros, limpos e duráveis, livre de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, e de outras substâncias prejudiciais.

Deverão apresentar ainda perdas iguais ou inferiores a 12%, quando submetidos a avaliação da durabilidade com sulfato de sódio, e porcentagem de desgaste no ensaio de Abrasão Los Angeles não superior a 45%.

A execução da camada de macadame seco será efetuada na pista, na largura total desejada, com a utilização de material de bloqueio, agregado graúdo e material de

enchimento, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura total projetada de 15,0 cm.

Para camada de sub-base, é permitido diâmetro máximo de 100 mm (4") para o agregado graúdo. Sua graduação deve ser uniforme, sendo necessária a separação das frações por peneiramento entre sua dimensão máxima e o diâmetro retido na peneira de 50,8 mm (2").

Os agregados utilizados para camada de bloqueio, deverão apresentar granulometria entre 19,0 mm (3/4") e 9,5 mm (3/8").

Já os agregados utilizados para fechamento, deverão apresentar granulometria que permita adequada penetração de forma a possibilitar uma íntima incorporação ao agregado graúdo, formando uma estrutura estabilizada. A granulometria indicada para esta camada é a faixa II ou III da tabela apresentada pela norma DEINFRA-SC-ES-P-03/15.

O valor para o equivalente de areia deve ser superior a 50%.

A execução deve seguir as orientações da norma DEINFRA-SC-ES-P-03/15.

10.1.4 **Base**

De acordo com o Manual de Pavimentação do DNIT de 2006 – Publicação IPR – 719, foi definida uma base estabilizada granulometricamente com 15,0 cm de espessura, que deve ser executada de acordo com a norma DNIT 141/2010 – ES (Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente - Especificação de serviço).

Os agregados utilizados obtidos a partir da britagem e classificação de rocha são devem constituir-se por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres do excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, assim como de outras substâncias ou contaminações prejudiciais.

Com base na norma DNIT 141/2010 – ES e no número N = 2x106, é indicada a utilização da faixa granulométrica E.

A mistura deve apresentar $ISC \geq 60\%$ na energia do proctor modificado e expansão $\leq 0,5\%$. O agregado retido na peneira nº 10 não deve apresentar desgaste superior a 55% no ensaio de abrasão Los Angeles.

Devem ser seguidas todas as demais especificações da norma DNIT 141/2010 – ES, inclusive para sua execução.

A base não deve ser submetida à ação do tráfego, devendo ser imprimada imediatamente após a sua liberação pelos controles de execução, de forma que não fique exposta à ação de intempéries que possam prejudicar sua qualidade.

10.1.5 **Revestimento de Piso Intertravado**

A espessura do piso intertravado foi definida de acordo com a IP-06 Instrução para Dimensionamento de Pavimentos com Blocos Intertravados de Concreto, do Município de São Paulo, de acordo com o número N = 2x106 adotado, sendo esta de 10,0 cm.

O Piso Intertravado deve seguir as orientações da norma DNIT 066/2004 – ES - Pavimentos rígido – Construção com peças pré-moldadas de concreto de cimento Portland - Especificação de serviço.

10.2 Revestimento asfáltico sobre a OAE

Para o dimensionamento do pavimento sobre a obra de arte especial, foi utilizado como base o Manual de Projeto de Obras de Arte Especiais (1996), do DNER.

O pavimento sera de concreto armado, $F_{ck} = 30 \text{ Mpa}$, vide projeto estrutural.

10.3 Soluções final propostas

As soluções finais propostas são apresentadas nos quadros a seguir, por local de aplicação.

Camada	Espessura (cm)	Material
Revestimento	10	Piso Intertravado tipo Pavi-S, 17x9,5cm, e=10cm, $F_{ck}=35\text{MPa}$
Base	15	Base estabilizada granulometricamente
Sub-base	15	Macadame seco (permitido diâmetro máximo de 100mm para o agregado graúdo)
Reforço do Subleito	20	Macadame seco (permitido diâmetro máximo de 127mm para o agregado graúdo)

Tab. 10.3.1: Estrutura do pavimento prevista para os acessos à ponte

11 PROJETO DE OBRA DE ARTE ESPECIAL

11.1 Ponte sobre o Rio Piracicaba

11.1.1 Memorial Descritivo

A ponte sobre o rio Piracicaba, situa-se na ligação das ruas Quincas Honorato e Rio Piracicaba no município de Nova Era/MG.

A extensão total da ponte é de 125,40m.

A largura da obra é de 14,00m, assim subdividida: Duas faixas de rolamento de 4,75m, duas Barreiras New Jersey de 0,40m, dois passeios de 1,70m e dois guarda corpos de 0,15m

A superestrutura do tipo grelha é composta por cinco vãos de 24,90m, com seis longarinas pré-moldadas protendidas simplesmente apoiadas, cada vão. As longarinas serão solidarizadas na obra através de concretagem “in-loco” das transversinas e laje do tabuleiro. Cada longarina, tipo I, em concreto protendido, com sistema de pós-tensão, tem altura de 1,40m. Para a execução das lajes usar-se-á pré-lajes apoiadas sobre os longarinas e posteriormente concretadas “in loco”. As lajes terão espessura de 0,18m. As pistas terão inclinação transversal de 2,50%. Para drenagem serão utilizados drenos de PVC com diâmetro de 100mm sendo 1 a cada 4m junto aos canteiros.

A vinculação da super e infraestrutura será feita por meio de apoios de elastômero fretado.

A mesoestrutura será constituída por pilares circulares com diâmetro de 1,00m e ligados pela viga do pórtico.

A infraestrutura será profunda, com estaca raiz, diâmetro Ø41cm com capacidade de carga de 140ton, necessariamente cravadas em rocha 3m.

Trem Tipo TB-450

Principais Normas

NBR 7188/2013 - Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestres

NBR 6118/2014 – Projeto de Estruturas de Concreto

NBR 6122/2010 – Projeto e Execução de Fundações

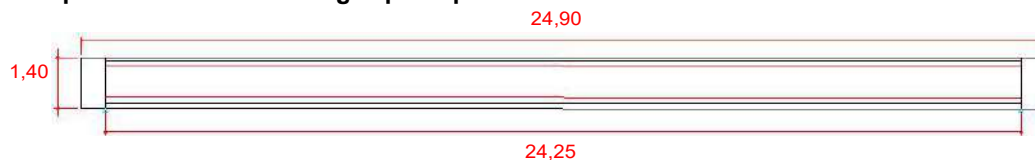
Concreto Estrutural utilizado:

- Elementos em concreto armado: $f_{ck} = 30 \text{ Mpa}$
- Longarinas em concreto protendido: $f_{ck} = 35 \text{ Mpa}$

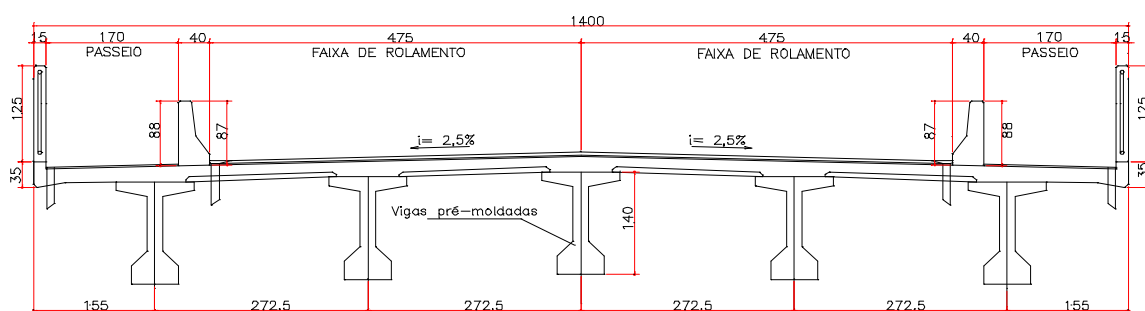
11.1.2 Memória de Cálculo Estrutural

1. Superestrutura

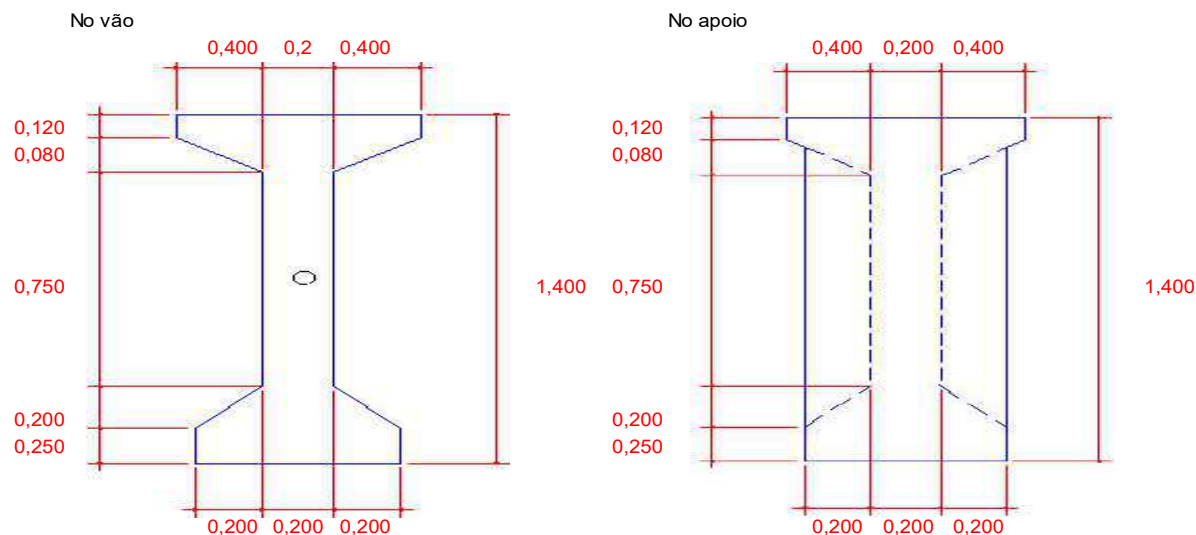
1.1 Esquema estrutural das vigas principais



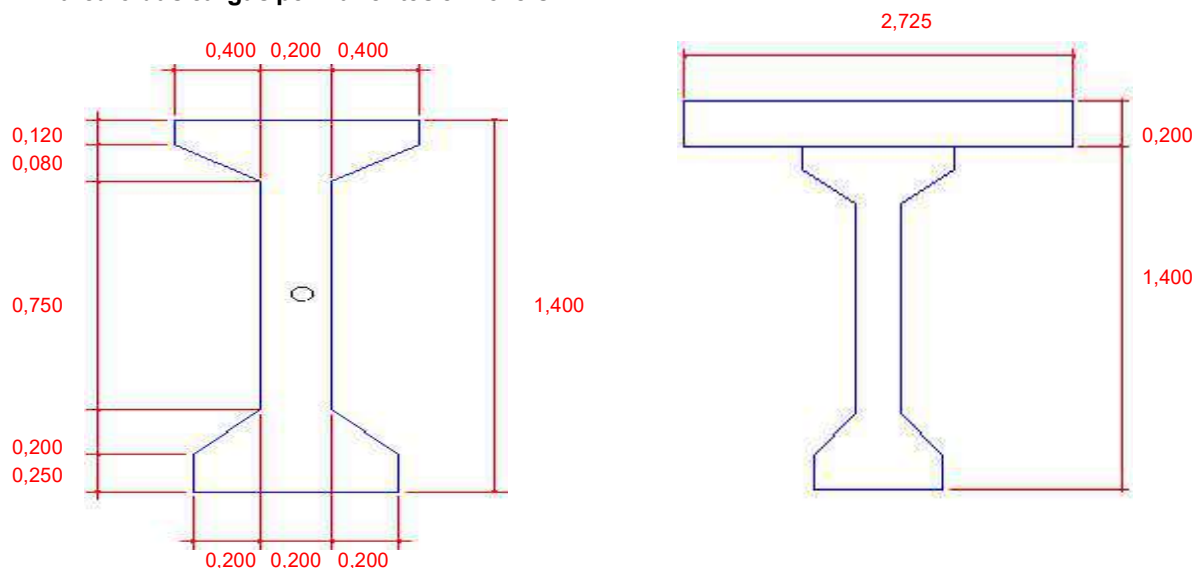
1.2 Seção transversal da obra



1.3 Seção transversal das vigas principais



1.4 Cálculo das cargas permanentes e móveis



Características geométricas	Perfil isolado	Perfil composto
$A_c \text{ (m}^2\text{)}$	0,548	1,093
$Y_{SU} \text{ (m)}$	0,688	0,324
$Y_{IN} \text{ (m)}$	0,712	1,076
$J \text{ (m}^4\text{)}$	0,134	0,294
$W_{LAJE} \text{ (m}^3\text{)}$	-	0,655
$W_{SU} \text{ (m}^3\text{)}$	0,195	0,908
$W_{IN} \text{ (m}^3\text{)}$	0,189	0,273

1.4.1 Peso próprio da viga isolada

Carga distribuída por longarina

Área da seção transversal da longarina = 0,548 m²

$$g_1 = 0,548 \times 25 = 13,70 \text{ kN/m}$$

Cargas concentradas por longarina

Cabeças

$$2 \times 0,60 \times (0,75 + 1,00) / 2 \times 0,200 \times 25 = 5,24 \text{ kN}$$

1.4.2 Laje

Carga distribuída por longarina

Área da seção transversal da laje = 2,854 m²

$$\text{Laje} = 2,854 \times 25 / 5 = 14,27 \text{ kN/m}$$

1.4.3 Transversinas de apoio

Cargas concentradas por longarina

$$\text{Transversinas} = 1,4 \times 0,2 \times 11,9 \times 25 / 5 = 16,66 \text{ kN}$$

1.4.4 Sobrecarga permanente por longarina

$$\text{Pavi + recap} = 0,07 \times 8,9 \times 24 / 5 + 2 \times 8,9 / 5 = 6,55 \text{ kN/m}$$

$$\text{Barreira New Jersey} = 2 \times 0,22 \times 24 / 5 = 2,11 \text{ kN/m}$$

$$g_3 = 8,8 \text{ kN/m}$$

1.4.5 Resumo do carregamento permanente total (Σg)

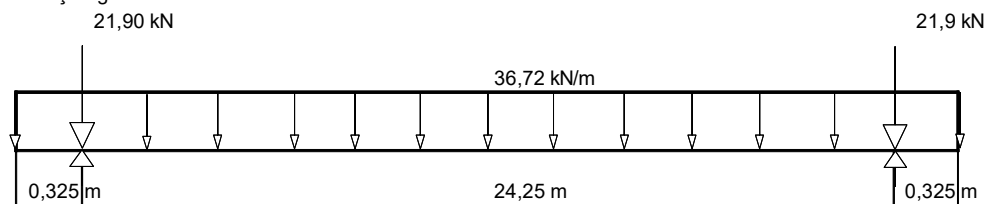
Carga distribuída por longarina

$$g = 36,72 \text{ kN/m}$$

Cargas concentradas por longarina

$$g = 21,9 \text{ kN}$$

Representação gráfica
21,90 kN



1.4.6 Carga móvel

Trem-tipo homogeneizado Classe 450 da NBR 7188

CNF = 1

$$CV: 1 + 1,06 \times \left(\frac{20}{50 + 24,25} \right) = 1,286 \quad CIA = 1,25$$

Sendo as vigas V1 e V5 As mais solicitadas, determinaremos para as mesmas o trem-tipo de cálculo obtido através da linha de influência de distribuição transversal da laje.

Os coeficientes de repartição transversal foram obtidos da análise elástica linear admitindo uma faixa de laje de 1,50m de largura, apoiada nas longarinas. As longarinas foram consideradas como apoios elásticos com rigidez $K = 33878 \text{ kN/m}$

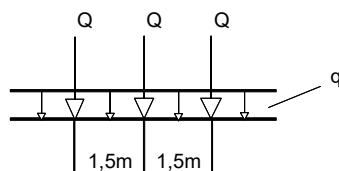
Coeficientes de repartição transversal

$$r_{11} = 0,941 \quad r_{12} = 0,113 \quad r_{13} = -0,048 \quad r_{14} = -0,010 \quad r_{15} = 0,003$$

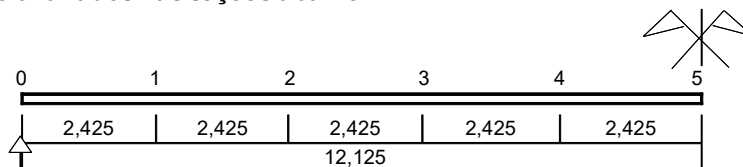
Da linha de distribuição transversal resulta o trem-tipo de cálculo da viga:

$$Q = 77,19 \text{ kN/eixo}$$

$$q = 15,76 \text{ kN/m}$$



1.5 Os esforços serão avaliados nas seções abaixo



1.5.1 Momentos fletores

Seção	L (m)	Mg ₁ (kN.m)	Mg ₂ (kN.m)	Mg ₃ (kN.m)	ΣMg (kN.m)	Mq (kN.m)	Ms _d (kN.m)
0	0,00	0	0	0	0	0	0
1	2,43	363	378	232	972	888	2643
2	4,85	645	671	412	1728	1570	4688
3	7,28	846	881	540	2267	2048	6133
4	9,70	967	1007	617	2591	2344	7014
5	12,13	1007	1049	643	2699	2446	7314

$$Ms_d = 1,35 \times \Sigma Mg + 1,5 \times Mq$$

1.5.2 Esforços cortantes

Seção	L (m)	Vg ₁ (kN)	Vg ₂ (kN)	Vg ₃ (kN)	ΣVg (kN)	Vq _{MAX} (kN)	Vq _{MIN} (kN)	Vs _d (kN)
0	0,00	166	173	106	445	408	0	1214
1	2,43	133	138	85	356	349	-13	1004
2	4,85	100	104	64	267	293	-40	800
3	7,28	66	69	42	178	241	-72	603
4	9,70	33	35	21	89	193	-109	410
5	12,13	0	0	0	0	149	-149	224

$$Vs_d = 1,35 \times \Sigma Vg + 1,5 \times Vq$$

1.5.3 Reações de apoio

$$R_g = 36,72 \times 24,90 / 2 + 21,9 = 479,1 \text{ kN}$$

$$R_q = 15,76 \times 24,90 / 2 = 196,2 \text{ kN}$$

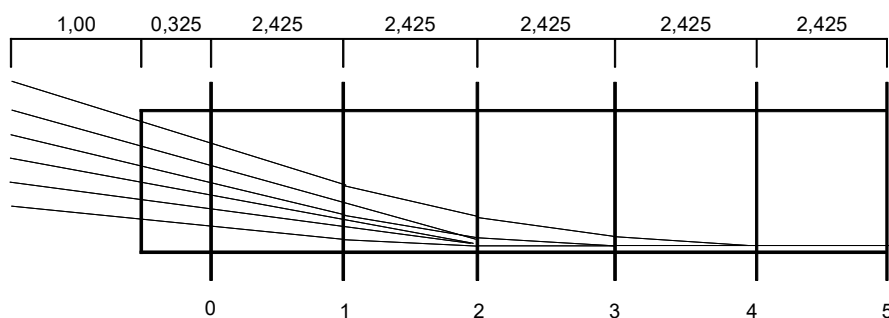
$$R_o = (60 \times (1 + (24,90 - 1,5) / 24,90) + (24,90 - 3,0) / 24,90) + 60 \times (2,73 - 2,0) / 2,73$$

$$\times (1 + (24,90 - 1,5) / 24,90 + (24,90 - 3,0) / 24,90) \times 1,286 = 274,8 \text{ kN}$$

1.6 Avaliação de protensão

Para a seção de máximo $M_{s_g} = 7314 \text{ kN.m}$ teremos, no estado limite último, a linha neutra na profundidade de 0,100 m e, um braço de alavanca de 1,388 m. A armadura de protensão necessária alcança cerca de 37 $\varnothing$ 12,7 de CP190 RB. Utilizaremos 6 cabos De 6 $\varnothing$ 12,7 em fase única de protensão.

1.6.1 Geometria dos cabos



1.6.2 Fase única de protensão

Seção	Cabo 1		Cabo 2		Cabo 3		Cabo 4		Cabo 5		Cabo 6		Cabo resultante		
	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	e (x)
0	0,00	1,16	0,00	0,91	0,00	0,67	0,00	0,43	0,00	0,19	0,00	0,19	0,00	0,59	0,11
1	2,43	0,68	2,43	0,49	2,43	0,39	2,43	0,22	2,43	0,12	2,43	0,12	2,43	0,34	0,36
2	4,85	0,40	4,85	0,26	4,85	0,23	4,85	0,20	4,85	0,09	4,85	0,09	4,85	0,21	0,49
3	7,28	0,30	7,28	0,20	7,28	0,19	7,28	0,19	7,28	0,08	7,28	0,08	7,28	0,17	0,53
4	9,70	0,30	9,70	0,19	9,70	0,19	9,70	0,19	9,70	0,08	9,70	0,08	9,70	0,17	0,53
5	12,13	0,30	12,13	0,19	12,13	0,19	12,13	0,19	12,13	0,08	12,13	0,08	12,13	0,17	0,53

Cabos com 6 $\varnothing$ 12,7 - CP 190 RB

Área = 98,70 (mm²)

F_{ptk} = 1900 Mpa

F_{pyk} = 1710 Mpa

Carga de ruptura = 6 x 1,9 x 98,7 = 1125 kN/cabo

P_i máx = 0,8 x 1125 = 900 kN/cabo

Carga nominal = 6 x 1,71 x 98,7 = 1013 kN/cabo

P_i máx = 0,9 x 1013 = 911 kN/cabo

Adotado P_i = 900 kN/cabo

$\sigma_{pi} = 900 / (6 \times 98,7) \times 1000 = 1520 \text{ Mpa}$

1.6.2.1 Perdas imediatas por atrito dos cabos com as bainhas

$$P_o = P_i \cdot e^{-\Sigma(\alpha \cdot \mu + k \cdot x)}$$

P_i = 5400 kN

$\mu = 0,25$

K = 0,0025 rad/m

Distância entre a seção 0 e o final do trecho curvo

a = 9,70 m

Vão de cálculo da viga = 24,25 m

Distância entre o fundo da viga e seu centro geométrico = 0,712 m

Seção	x (m)	a-x(m)	y (m)	e (m)	α (rad)	$\Sigma (\mu \cdot \alpha)$	K . x	$\Sigma (\mu \cdot \alpha + k \cdot x)$	Po(x) (kN)	$\Delta Pi(x)$ (kN)
0	0,00	9,700	0,59	0,11	0,08657	0,00000	0,00000	0,00000	5400,0	0,0
1	2,43	7,275	0,34	0,36	0,06487	0,00542	0,00606	0,01149	5338,3	61,7
2	4,85	4,850	0,21	0,49	0,04323	0,01083	0,01213	0,02296	5277,4	122,6
3	7,28	2,425	0,17	0,53	0,02162	0,01624	0,01819	0,03443	5217,3	182,7
4	9,70	0,000	0,17	0,53	0,00000	0,02164	0,02425	0,04589	5157,8	242,2
5	12,13	0,000	0,17	0,53	0,00000	0,02164	0,03031	0,05195	5126,6	273,4

Comprimento inicial do cabo = 24,94 m

Alongamento previsto durante a protensão = 0,194 m

1.6.2.2 Perdas imediatas por escorregamento nas ancoragens

$\delta = 6$ mm $E_p = 195$ GPa Área do cabo = 35,53 cm²

Primeira hipótese: O ponto de presa estará no primeiro trecho se: $x_p < 9,70$ m

Como $x_p = 16,42$ m x_p não está neste trecho

Segunda hipótese: O ponto de presa estará no segundo trecho se: $x_p > 9,7$ $x_p < 12,13$

Como $x_p = 30,35$ m x_p ultrapassa o meio do vão

Esforço ancorado na seção 0 $P_{anc} = 4889$ kN

Força no meio do vão $P_C' = 5034$ kN

Seção	X (m)	Po(x)	$\Delta Pi(x)$
0	0,00	4889	511
1	2,43	4918	482
2	4,85	4947	453
3	7,28	4976	424
4	9,70	5005	395
5	12,13	5034	366

1.6.2.3 Perdas imediatas por encurtamento elástico

$F_{ck} = 40$ MPa $E_c = 30105$ MPa Área por cabo = 5,92 cm²
 $A_c = 0,55$ m² $J = 0,13$ m⁴ Nº de cabos = 6

Seção	e (m)	Wp(x) (m ³)	$\Delta \sigma$ (MPa)		Δs_p (MPa)	ΔP_o (kN)	Po(x) (kN)	Σ perdas imediatas	
			p/Po (x) (m)	p/MPo(x) (m)				(kN)	%
0	0,11	1,234	8,92	0,43	4,04	14,4	4875	525,3	10
1	0,363	0,370	8,97	4,83	5,96	21,2	4897	503,2	9
2	0,490	0,274	9,03	8,83	7,71	27,4	4920	480,4	9
3	0,527	0,255	9,08	10,27	8,35	29,7	4946	453,7	8
4	0,528	0,254	9,13	10,39	8,43	30,0	4975	425,0	8
5	0,528	0,254	9,19	10,45	8,48	30,1	5004	396,1	7

1.6.2.4 Verificação no estado limite último ara o perfil isolado

$N_d(x) = 1,1 \cdot P_o(x)$ $M_d(x) = 1,1 \cdot M_{Po}(x) - 0,9 \cdot M_g$

Tensão no concreto junto ao bordo superior: $\sigma_{c,su} = -N_d/A_c + M_d/W_{su}$

Tensão no concreto junto ao bordo inferior: $\sigma_{c,in} = -N_d/A_c - M_d/W_{in}$

$W_{su} = 0,195$ m³

$W_{in} = 0,189$ m³

$A_c = 0,55$ m²

Seção	M_{g1} (kN.m)	Po(x) (kN)	M_{Po} (kN.m)	N_d (kN)	M_d (kN.m)	$\sigma_{c,su}$ (MPa)	$\sigma_{c,in}$ (MPa)
0	0	4875	531	5362	584	-6,79	-12,88
1	363	4897	1779	5387	1631	-1,48	-18,46
2	645	4920	2411	5412	2072	0,73	-20,84
3	846	4946	2605	5441	2104	0,85	-21,06
4	967	4975	2628	5473	2021	0,36	-20,68
5	1007	5004	2644	5504	2002	0,21	-20,64

Limite para compressão -28 MPa
Limite para tração 2,95 MPa

1.6.2.5 Cálculo das perdas progressivas em aços tipo RB

Parâmetros adotados:

A) Dados fixos

Temperatura durante a cura do concreto 20 °C
Abatimento (slump) do concreto 4 cm

B) Dados variáveis

Umidade do meio da cura 70 %
Idade do concreto na protensão 10 dias
Área da seção transversal da peça 5480 cm²
Perímetro total da peça 522 cm

Valores calculados

Espessura fictícia 31,49 cm
Retração -2,497
Fluência 3,77

Aço CP 190 RB F_{ptk} = 1900 Mpa E_p = 195 GPa
A_p = 35,53 cm² F_{ck} = 40 MPa E_c = 30105 MPa
A_c = 0,55 m² J = 0,13 m⁴ n = E_p/E_c = 6,48

Seção	Po(x) (kN)	σs(Po)	Wp (x) (m³)	e (m)	M(Po) (kN.m)	sc(Po) (MPa)	M(g ₁ +g ₂) (kN.m)	σc(g) (MPa)	σc(Pog) (MPa)
0	4875	1372	1,234	0,109	531	-9,3	0	0,0	-9,3
1	4897	1378	0,370	0,363	1779	-13,7	740	2,0	-11,7
2	4920	1385	0,274	0,490	2411	-17,8	1316	4,8	-13,0
3	4946	1392	0,255	0,527	2605	-19,2	1727	6,8	-12,5
4	4975	1400	0,254	0,528	2628	-19,4	1974	7,8	-11,7
5	5004	1408	0,254	0,528	2644	-19,5	2056	8,1	-11,4

Seção	Δsp,r (Mpa)	Δsp,cs (Mpa)	σs(Po)inicial (Mpa)	Δσp,csr (MPa)	σs(Po)final (MPa)	F1 (kN)	Poo (kN)	Perdas %	
								Progressivas %	Totais %
0	-37,3	-233,3	1276	-261,8	1293	-930	3945	17,2	27,0
1	-37,9	-263,9	1278	-288,9	1291	-1027	3870	19,0	28,3
2	-38,6	-270,9	1273	-292,8	1297	-1040	3879	19,3	28,2
3	-39,3	-256,7	1277	-278,4	1309	-989	3957	18,3	26,7
4	-40,2	-242,0	1284	-264,6	1321	-940	4035	17,4	25,3
5	-41,0	-238,2	1289	-261,4	1330	-929	4075	17,2	24,5

1.6.2.6 Tensões normais no estado limite de utilização

P_{kmax} = P_i - 0,9 . (ΔP_o + ΔP_t) ΔP_o: Perdas imediatas
P_{kmin} = P_i - 1,1 . (ΔP_o + ΔP_t) ΔP_t: Perdas progressivas

1.6.2.6.1 Sob cargas g₁ + g₂ (perfil isolado) – com todas as perdas

Seção	α (rad)	F0+F1 (kN)	P _{kmax} . cosα	P _{kmax} . senα	P _{kmin} . cosα	P _{kmin} . senα
0	0,087	1455	4075	354	3785	328
1	0,065	1530	4015	261	3709	241
2	0,043	1521	4028	174	3724	161
3	0,022	1443	4100	89	3812	82
4	0,000	1365	4171	0	3898	0
5	0,000	1325	4208	0	3943	0

A_c = 0,548 m² W_{su} = 0,2 m³ W_{in} = 0,19 m³

1.6.2.6.1.1 Tensões normais para a hipótese de atuação de P_{kmax} . $\cos\alpha$

Seção	P_{kmax} (kN)	M_{pkmax} (kN.m)	$M(g_1 + g_2)$ (kN.m)	ΔM (kN.m)	$\sigma_{c,su}$ (MPa)	$\sigma_{c,in}$ (MPa)
0	4075	444	0	444,2	-5,16	-9,79
1	4015	1459	740	718,5	-3,65	-11,13
2	4028	1973	1316	658	-3,98	-10,83
3	4100	2160	1727	432	-5,27	-9,77
4	4171	2204	1974	230,1	-6,43	-8,83
5	4208	2223	2056	166,9	-6,82	-8,56

Limite para compressão -24,00 MPa

Limite para tração 2,46 MPa

1.6.2.6.1.2 Tensões normais para a hipótese de atuação de P_{kmin} . $\cos\alpha$

Seção	P_{kmin} (kN)	M_{pkmin} (kN.m)	$M(g_1 + g_2)$ (kN.m)	ΔM (kN.m)	$\sigma_{c,su}$ (MPa)	$\sigma_{c,in}$ (MPa)
0	3785	413	0	412,5	-4,79	-9,09
1	3709	1348	740	607,6	-3,66	-9,98
2	3724	1825	1316	508,7	-4,19	-9,49
3	3812	2008	1727	280,5	-5,52	-8,44
4	3898	2060	1974	85,8	-6,67	-7,57
5	3943	2083	2056	26,9	-7,06	-7,34

Limite para compressão -24,00 MPa

Limite para tração 2,46 MPa

1.6.2.6.2 Sob cargas g_3 (perfil composto) – com todas as perdas

$A_c = 1,093 \text{ m}^2$

$W_{su} = 0,908 \text{ m}^3$

$W_{in} = 0,273 \text{ m}^3$

$W_{laje} = 0,655 \text{ m}^3$

1.6.2.6.2.1 Tensões normais para a hipótese de atuação de P_{kmax} . $\cos\alpha$

Seção	P_{kmax} (kN)	M_{pkmax} (kN.m)	M_{g_3} (kN.m)	ΔM (kN.m)	$\sigma_{c,su}$ (MPa)	$\sigma_{c,in}$ (MPa)	$\sigma_{c,laje}$ (MPa)
0	4075	444	0	444,2	-5,16	-9,79	0,00
1	4015	1459	232	718,5	-3,90	-10,28	-0,35
2	4028	1973	412	658	-4,44	-9,32	-0,63
3	4100	2160	540	432	-5,86	-7,79	-0,82
4	4171	2204	617	230,1	-7,11	-6,57	-0,94
5	4208	2223	643	166,9	-7,53	-6,21	-0,98

Limite para compressão -24,00 MPa

Limite para tração 2,46 MPa

1.6.2.6.2.2 Tensões normais para a hipótese de atuação de P_{kmin} . $\cos\alpha$

Seção	P_{kmin} (kN)	M_{pkmax} (kN.m)	M_{g_3} (kN.m)	ΔM (kN.m)	$\sigma_{c,su}$ (MPa)	$\sigma_{c,in}$ (MPa)	$\sigma_{c,laje}$ (MPa)
0	3785	413	0	412,5	-4,79	-9,09	0
1	3709	1348	232	607,6	-3,91	-9,14	-0,35
2	3724	1825	412	508,7	-4,64	-7,98	-0,63
3	3812	2008	540	280,5	-6,11	-6,46	-0,82
4	3898	2060	617	85,8	-7,35	-5,31	-0,94
5	3943	2083	643	26,9	-7,76	-4,98	-0,98

Limite para compressão -24,00 MPa

Limite para tração 2,46 MPa

1.6.2.6.3 Sob cargas móveis (perfil composto) – com todas as perdas

$$A_c = 1,09 \text{ m}^2 \quad W_{su} = 0,91 \text{ m}^3 \quad W_{in} = 0,27 \text{ m}^3 \quad W_{laje} = 0,65 \text{ m}^3$$

1.6.2.6.3.1 Tensões normais para a hipótese de atuação de $P_{k\max}$. $\cos \alpha$

Seção	0,8Mq (kN.m)	$\sigma_{c,su}$ (MPa)	$\sigma_{c,in}$ (MPa)	$\sigma_{c,laje}$ (MPa)
0	0	-5,16	-9,79	0,00
1	710	-4,68	-7,68	-1,08
2	1256	-5,82	-4,72	-1,92
3	1638	-7,67	-1,79	-2,50
4	1875	-9,18	0,30	-2,86
5	1957	-9,69	0,96	-2,99

Limite para compressão -24,00 MPa
Limite para tração 2,46 MPa

1.6.2.6.3.2 Tensões normais para a hipótese de atuação de P_{kmin} . $\cos \alpha$

Seção	0,8Mq (kN.m)	$\sigma_{c,su}$ (MPa)	$\sigma_{c,in}$ (MPa)	$\sigma_{c,laje}$ (MPa)
0	0	-4,79	-9,09	0,00
1	710	-4,69	-6,54	-1,08
2	1256	-6,03	-3,38	-1,92
3	1638	-7,92	-0,46	-2,50
4	1875	-9,42	1,56	-2,86
5	1957	-9,92	2,19	-2,99

1.7 Verificação do estado limite ultimo para flexão

$$M_{sd\max} = 7314 \text{ kN.m}$$

Para este momento a linha neutra se encontra na profundidade $x = 0,100 \text{ m}$

O braço de alavanca vale $z = 1,388 \text{ m}$

Com $\epsilon_{pu} = 1\%$ $\epsilon_{cu} = 0,075\%$ $< 0,35\%$

Pré-alongamento $\epsilon_{pd} = 1,408 \times 0,9 / 195 = 0,65\%$

Logo $\epsilon_{pd} = 1,0\% + 0,65\% = 1,65\%$ então $\sigma_{pd} = 1670$

$A_p = 7,314 / (1670 \times 1,39) = 31,54 \text{ cm}^2 < 35,53 \text{ cm}^2 \text{ OK}$

1.8 Estado limite último para esforço cortante

Características do concreto

$$f_{ck} = 40 \text{ MPa} \quad f_{cd} = 28,57 \text{ MPa} \quad f_{ctm} = 3,509 \text{ MPa}$$

$$\alpha_v = 0,84 \quad f_{ctd} = 1,754 \text{ MPa}$$

Características do aço

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa} \quad f_{ywd} = 434,8 \text{ MPa}$$

Características da longarina

$$b_w = 0,153 \text{ m} \quad d = 1,53 \text{ m} \quad \text{Constante, mediante utilização de armadura longitudinal passiva}$$

1.8.1 Verificação do concreto

A segurança está garantida quando $V_{sd} < V_{Rd2}$

$$V_{Rd2} = 0,27 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d = 0,27 \times 0,84 \times 28,57 \times 0,15 \times 1,53 = 1,512 \text{ MN}$$

$$V_{sd} = 1,214 < 1,512 \text{ OK}$$

1.8.2 Parcela do esforço cortante resistida pelo concreto

$$V_c = 0,6 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d = 0,246 \text{ MN}$$

As forças normais de protensão permitem aplicar o coeficiente de majoração: $b_1 = 1 + M_0/M_{sd\text{máx}} < 2,0$

Seção	$1,4 \cdot \Sigma M_g$ (kN.m)	$0,9 \cdot M_p$ (kN.m)	$1,4 \cdot M_q$ (kN.m)	$M_{sd\text{máx}}$ (kN.m)	$\sigma_{p, \text{in}}$ (MPa)	M_0 (kN.m)	β_1	$\beta_1 \cdot V_c$
0	0	-387	0	-387	0,00	0	1,0	0,25
1	1360	-1266	1243	1338	14,50	3961	2,0	0,49
2	2419	-1711	2198	2906	17,14	4680	2,0	0,49
3	3174	-1876	2867	4166	18,25	4983	2,0	0,49
4	3628	-1919	3281	4991	18,64	5091	2,0	0,49
5	3779	-1938	3425	5266	18,83	5142	2,0	0,49

1.8.3 Avaliação do fator de fadiga

Seção	ΣV_g (kN)	V_p (kN)	$V_{q\text{máx}}$ (kN)	$V_{q\text{mín}}$ (kN)	$V_{s\text{máx}}$ (kN)	$V_{s\text{mín}}$ (kN)	V_{sd} (kN)	$\Delta \sigma_s$ (kN)	α
0	445	-341	408	0	308	104	1214	73,1	1,0
1	356	-251	349	-13	280	99	1004	78,2	1,0
2	267	-168	293	-40	246	80	800	90,4	1,1
3	178	-86	241	-72	213	56	603	113,2	1,3
4	89	0	193	-109	186	35	410	160,1	1,9
5	0	0	149	-149	75	-75	224	289,9	3,4

$$\Delta f_{sd} = 85 \text{ MPa}$$

$$\alpha = \Delta \sigma_s / \Delta f_{sd}$$

1.8.4 Parcela do esforço cortante resistida por estribos verticais

Seção	V_{sd} (kN)	$\beta_1 \cdot V_c$	V_{sw} (MN)	A_{sw} (cm ² /m)	α	$A_{sw} \cdot \alpha$ (cm ² /m)	Valores médios			
0	1214	0,25	1,091	19,51	1,0	19,51	Trecho	$A_{sw} \cdot \alpha$	ϕ (cm)	c. (cm)
1	1004	0,49	0,759	13,57	1,0	13,57	0 – 1	16,54	0,80	12,1
2	800	0,49	0,555	9,93	1,1	10,56	1 – 2	12,06	0,80	16,6
3	603	0,49	0,357	6,39	1,3	8,50	2 – 3	9,53	1,00	16,4
4	410	0,49	0,165	2,95	1,9	5,55	3 – 4	7,03	1,00	20
5	224	0,49	0,000	2,23	3,4	7,60	4 – 5	6,58	1,00	20

$$V_{sw} = V_{sd} - 0,5 \cdot \beta_1 \cdot V_c$$

$$A_{sw\text{mín}} = 0,2 \cdot b_w \cdot f_{ctm} / f_{yk} = 2,23 \text{ cm}^2$$

1.8.5 Armadura passiva longitudinal

$$A_{sd} = V_{sd}^2 / (2 \cdot A_{sw} \cdot f_{yd}^2 \cdot d) = 13,05 \text{ cm}^2$$

$$5 \quad \phi \quad 20$$

1.9 Lajes

1.9.1 Lajes em balanço

1.9.1.1 – Momentos para cargas permanentes

	Área (m ²)	G (kN/m)	Braços (m)	M _{xeg} (kN.m/m)
Guarda corpo	-	0,75	1,48	1,11
Defensa	-	0,00	0,00	0,00
Barreira	0,23	5,75	0,00	0,00
Pingadeira	0,01	0,35	1,42	0,50
Calçada	0,03	0,75	0,78	0,58
Pavimento	-0,04	-1,05	0,00	0,00
Laje	0,31	7,75	0,78	6,01

-M_{xeg} = 8,19 kN.m/m

1.9.1.2 - Momentos para cargas acidentais

Carga no passeio = $3 \times 1,55 \times 1,55 / 2 = 3,6$ kN.m/m
 -M_{xep} = 3,60 kN.m/m

1.9.1.4 Dimensionamento

-M_{xed} = $1,4 \times 8,19 + 1,4 \times 3,6 = 16,51$ kN.m/m

D = 17,00 cm

Y = 0,54 cm

As = 2,27 cm²/m < As_{min} = 3 cm²/m

Ø = 10,0 mm c. 26 cm

Avaliação de Fadiga

M_{MÁX} = 11,1 kN.m/m

M_{MÍN} = 8,2 kN.m/m

σ_{MÁX} = 228,9 MPa

σ_{MÍN} = 169,3 MPa

Δσ = 59,6 MPa < 190 MPa OK

1.9.2 Lajes centrais

1.9.2.1 – Momentos para cargas permanentes

Para cargas permanentes

L_x = 2,73 m

g = 6,5 kN/m²

M_{xmg} = $0,0417 \times 6,5 \times 2,73 \times 2,73 = 2,01$ kN/m

M_{ymg} = $0,0069 \times 6,5 \times 2,73 \times 2,73 = 0,33$ kN/m

-M_{xeg} = $0,0833 \times 6,5 \times 2,73 \times 2,73 = 4,02$ kN/m

-M_{yeg} = $0,0577 \times 6,5 \times 2,73 \times 2,73 = 2,78$ kN/m

1.9.2.2 Momentos para cargas móveis

Para cargas móveis NBR 7188 classe 30

L_x/a = 1,36

M_{xmq} = $1,381 \times [75 \times 0,260 + 5 \times (0,068 + 0,000)] = 27,44$ kN.m/m

φ = 1,381

M_{ymq} = $1,381 \times [75 \times 0,135 + 5 \times (0,015 + 0,010)] = 14,16$ kN.m/m

t/a = 0,32

-M_{xeq} = $1,381 \times [75 \times 0,402 + 5 \times (0,036 + 0,345)] = 44,22$ kN.m/m

-M_{yeq} = $1,381 \times [75 \times 0,466 + 5 \times (0,036 + 0,173)] = 47,26$ kN.m/m

Os momentos fletores máximos decorrentes da distribuição transversal das cargas móveis através da laje são:

M_{xq} = -16,57 kN.m/m

M_{yq} = 32,00 kN.m/m

1.9.2.3 Dimensionamento

$$\begin{aligned} M_{xmd} &= 1,4 \times 32 + 1,4 \times 2,01 = 47,62 \text{ kN.m/m} \\ D &= 17,00 \text{ cm} \\ Y &= 1,61 \text{ cm} \\ A_s &= 6,76 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

Avaliação de Fadiga

$$\begin{aligned} M_{MAX} &= 27,6 \text{ kN.m/m} \\ M_{MIN} &= 2,0 \text{ kN.m/m} \\ \sigma_{MAX} &= 259,4 \text{ MPa} \\ \sigma_{MIN} &= 18,9 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma &= 240,5 \text{ MPa} > 190 \text{ MPa} \quad \text{Correção é necessária} \\ \text{Fator} &= 1,27 \\ A_s &= 8,56 \text{ cm}^2/\text{m} \\ \varnothing &= 12,5 \text{ mm} \quad \text{c. } 14 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ymd} &= 1,4 \times 0,33 + 1,4 \times 14,16 = 20,29 \text{ kN.m/m} \\ D &= 13,00 \text{ cm} \\ Y &= 0,89 \text{ cm} \\ A_s &= 3,72 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

Avaliação de Fadiga

$$\begin{aligned} M_{MAX} &= 11,7 \text{ kN.m/m} \\ M_{MIN} &= 0,3 \text{ kN.m/m} \\ \sigma_{MAX} &= 257,9 \text{ MPa} \\ \sigma_{MIN} &= 7,4 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma &= 250,6 \text{ MPa} > 190 \text{ MPa} \quad \text{Correção é necessária} \\ \text{Fator} &= 1,32 \\ A_s &= 4,9 \text{ cm}^2/\text{m} \\ \varnothing &= 8 \text{ mm} \quad \text{c. } 10 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -M_{xed} &= 1,4 \times 4,02 + 1,4 \times 44,22 = 67,53 \text{ kN.m/m} \\ D &= 17,00 \text{ cm} \\ Y &= 2,34 \text{ cm} \\ A_s &= 9,81 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

Avaliação de Fadiga

$$\begin{aligned} M_{MAX} &= 39,4 \text{ kN.m/m} \\ M_{MIN} &= 4,0 \text{ kN.m/m} \\ \sigma_{MAX} &= 258,7 \text{ MPa} \\ \sigma_{MIN} &= 26,4 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma &= 232,3 \text{ MPa} > 190 \text{ MPa} \quad \text{Correção é necessária} \\ \text{Fator} &= 1,22 \\ A_s &= 12 \text{ cm}^2/\text{m} \\ \varnothing &= 12,5 \text{ mm} \quad \text{c. } 10 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -M_{yed} &= 1,4 \times 2,78 + 1,4 \times 47,26 = 70,06 \text{ kN.m/m} \\ D &= 15,75 \text{ cm} \\ Y &= 2,67 \text{ cm} \\ A_s &= 11,18 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

Avaliação de Fadiga

$$\begin{aligned} M_{MAX} &= 40,6 \text{ kN.m/m} \\ M_{MIN} &= 2,8 \text{ kN.m/m} \\ \sigma_{MAX} &= 254,8 \text{ MPa} \\ \sigma_{MIN} &= 17,5 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma &= 237,4 \text{ MPa} > 190 \text{ MPa} \quad \text{Correção é necessária} \\ \text{Fator} &= 1,25 \\ A_s &= 13,96 \text{ cm}^2/\text{m} \\ \varnothing &= 12,5 \text{ mm} \quad \text{c. } 8 \text{ cm} \end{aligned}$$

1.9.3 Lajes elásticas

Será feita a comparação entre os momentos obtidos por Rusch e os momentos provocados pela rotação do tabuleiro

1.9.3.1 Momentos por Rusch

1.9.3.1.1 Momentos para cargas permanentes

$$g = 12,25 \text{ kN/m}^2$$

$$L_x = 1,30 \text{ m}$$

$$M_{xmg} = 0,0417 \times 12,25 \times 1,3 \times 1,3 = 0,86 \text{ kN/m}$$

$$M_{ymg} = 0,0069 \times 12,25 \times 1,3 \times 1,3 = 0,14 \text{ kN/m}$$

$$M_{xeg} = 0,0833 \times 12,25 \times 1,3 \times 1,3 = 1,72 \text{ kN/m}$$

1.9.3.1.2 Momentos para cargas móveis

Para cargas móveis NBR 7188 classe 30

$$L_x/a = 0,65$$

$$M_{xmq} = 1,391 \times [75 \times 0,085 + 5 \times (0,000 + 0,000)] = 8,83 \text{ kN.m/m}$$

$$\phi = 1,391$$

$$M_{ymq} = 1,391 \times [75 \times 0,058 + 5 \times (0,000 + 0,000)] = 6,09 \text{ kN.m/m}$$

$$t/a = 0,32$$

$$-M_{xeq} = 1,391 \times [75 \times 0,191 + 5 \times (0,000 + 0,065)] = 20,39 \text{ kN.m/m}$$

1.9.3.1.3 Somatório dos momentos por Rusch para comparação com os obtidos pela rotação do tabuleiro

$$M_{xmq} = 0,86 + 8,83 = 9,69 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{ymq} = 0,14 + 6,09 = 6,24 \text{ kN.m/m}$$

$$-M_{xeq} = 1,72 + 20,39 = 22,11 \text{ kN.m/m}$$

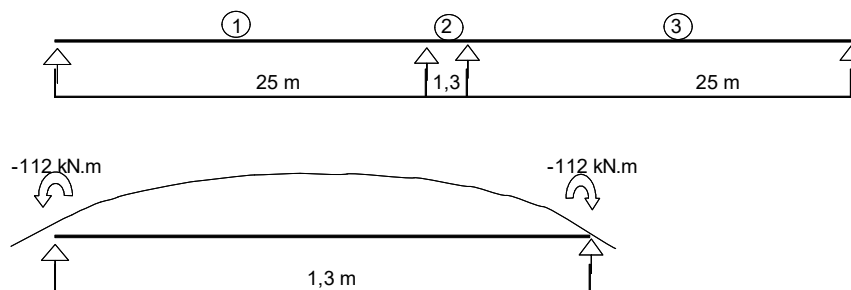
1.9.3.2 Momentos pela rotação do tabuleiro (Análise feita por software)

1.9.3.2.1 Momentos para cargas permanentes

$$g_{III+laje} = 21,00 \text{ kN.m/m}$$

$$g_{IV} = 5,75 \text{ kN.m/m}$$

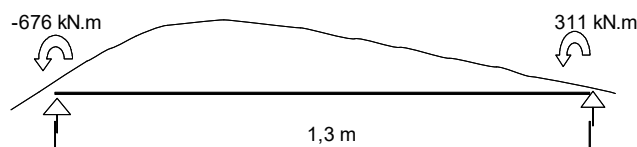
$$g_{total} = 26,75 \text{ kN.m/m}$$



As barras 1 e 3 têm as características geométricas e elásticas do tabuleiro completo.

A barra 2 tem as características da laje elástica

1.9.3.2.2 Momentos para cargas permanentes



1.9.3.2.3 Somatório dos momentos obtidos pela rotação do tabuleiro para comparação com os obtidos por Rusch

$$M_{x^*d} = 14,21 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{x^*d} = -56,3 \text{ kN.m/m}$$

1.9.3.3 Momentos de cálculo

$$\begin{aligned} M_{x^*d} &= 1,4 \times 14,21 = 19,9 \text{ kN.m/m} \\ M_{ymq} &= 1,4 \times 6,24 = 8,73 \text{ kN.m/m} \\ M_{x^*d} &= 1,4 \times -56,29 = -78,8 \text{ kN.m/m} \end{aligned}$$

1.9.3.4 Dimensionamento

$$\begin{aligned} M_{x^*d} &= 19,9 \text{ kN.m/m} \\ D &= 17,00 \text{ cm} \\ Y &= 0,66 \text{ cm} \\ A_s &= 2,75 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{smin} = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ \varnothing &= 10,0 \text{ mm} \text{ c. } 26 \text{ cm} \end{aligned}$$

Avaliação de Fadiga

$$\begin{aligned} M_{MAX} &= 7,9 \text{ kN.m/m} \\ M_{MIN} &= 0,9 \text{ kN.m/m} \\ \sigma_{MAX} &= 163,9 \text{ MPa} \\ \sigma_{MIN} &= 17,8 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma &= 146,0 \text{ MPa} < 190 \text{ MPa} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{sd} &= 0,2 \times 3,00 = 0,60 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{smin} = 3,0 \text{ cm}^2/\text{m} \\ \varnothing &= 8 \text{ mm} \text{ c. } 16 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ymq} &= 8,73 \text{ kN.m/m} \\ D &= 16,00 \text{ cm} \\ Y &= 0,30 \text{ cm} \\ A_s &= 1,27 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{smin} = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ \varnothing &= 10,0 \text{ mm} \text{ c. } 26 \text{ cm} \end{aligned}$$

Avaliação de Fadiga

$$\begin{aligned} M_{MAX} &= 5,0 \text{ kN.m/m} \\ M_{MIN} &= 0,1 \text{ kN.m/m} \\ \sigma_{MAX} &= 110,4 \text{ MPa} \\ \sigma_{MIN} &= 3,1 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma &= 107,3 \text{ MPa} < 190 \text{ MPa} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x^*d} &= 78,8 \text{ kN.m/m} \\ D &= 17,00 \text{ cm} \\ Y &= 2,77 \text{ cm} \\ A_s &= 11,61 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

Avaliação de Fadiga

$$\begin{aligned} M_{MAX} &= 46,6 \text{ kN.m/m} \\ M_{MIN} &= 8,0 \text{ kN.m/m} \\ \sigma_{MAX} &= 260,7 \text{ MPa} \\ \sigma_{MIN} &= 44,7 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma &= 216,0 \text{ MPa} > 190 \text{ MPa} \quad \text{Correção é necessária} \\ \text{Fator} &= 1,14 \\ A_s &= 13,2 \text{ cm}^2/\text{m} \\ \varnothing &= 16 \text{ mm} \text{ c. } 15 \text{ cm} \\ A_{sd} &= 0,2 \times 13,20 = 2,64 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{smin} = 3,0 \text{ cm}^2/\text{m} \\ \varnothing &= 16 \text{ mm} \text{ c. } 34 \text{ cm} \end{aligned}$$

1.10 Alas

Dados das Alas

H principal da ala (m)	1,60
H secundaria da ala (m)	0,50
Comprimento da ala (m)	2,95
Espessura da ala (m)	0,40
Área lateral	3,24
Centro de gravidade (m)	1,21

Parâmetros do solo

γ (kN/m ³)	18,00	
ϕ	30,00	0,52
Ka	0,33	

Nº faixas	2
Sobrecarga	25

Cargas			
Cargas Verticais		Pressões Horizontais	
Ala	32,35	solo (kN/m ²)	9,60
Barreira	16,96	Sobrecarga (kN/m ²)	8,33
g (kN)	49,31	Pressão media (kN/m ²)	13,13

Dimensionamento			
M_d (kN.m)	83,61	M_d (kN.m/m)	45,02
D (m)	1,57	D (m)	0,37
Y+ (m)	0,01	Y+ (m)	0,01
As- (cm ² /m)	9,60	As- (cm ² /m)	6,00
As- min (cm ² /m)	9,60	As- min (cm ² /m)	6,00
$\emptyset$ (cm)	2,50	$\emptyset$ int (cm)	1,00
Nº barras	2,00	c. (cm)	13
		$\emptyset$ ext (cm)	1,00
		c. (cm)	13
		Asw (cm ² /m)	6,00
		$\emptyset$ (cm)	0,8
		c. (cm)	16

1.11 Cortinas

1.11.1 Cargas verticais permanentes

Reação da laje de transição =	13,91	kN/m
Reação da laje do tabuleiro =	6,81	kN/m
Peso próprio cortina =	27	kN/m
Peso da viga da cortina =	1,56	kN/m
Peso do solo sobre a viga =	7,88	kN/m
	57,16	kN/m

1.11.2 Cargas verticais móveis

Coeficiente de impacto =	1,381
Q =	310,71 kN

1.11.2 Esforços

Permanentes

Mg- =	68,66	kN.m
Mg+ =	19,09	kN.m
Vg- =	86,38	kN
Vg+ =	86,38	kN

Móveis

$M_{q-} = 130,20 \text{ kN.m}$
 $M_{q+} = 143,26 \text{ kN.m}$
 $V_{q-} = 310,71 \text{ kN}$
 $V_{q+} = 310,71 \text{ kN}$

1.11.3 Dimensionamento

$M_d^- = 278,40 \text{ kN.m}$
 $d = 1,97 \text{ m}$
 $y+ = 0,017 \text{ cm}$
 $A_{s-} = 13,50 \text{ cm}^2$
 $A_{s- \text{ min}} = 13,50 \text{ cm}^2$
 $\varnothing = 20,0 \text{ mm}$
Nº barras 5

$M_d^+ = 227,29 \text{ kN.m}$
 $d = 1,97 \text{ m}$
 $y+ = 0,014 \text{ cm}$
 $A_{s-} = 13,5 \text{ cm}^2$
 $A_{s+ \text{ min}} = 13,5 \text{ cm}^2$
 $\varnothing = 20,0 \text{ mm}$
Nº barras 5

$V_{sd} = 555,92 \text{ kN}$
 $V_{rd2} = 4513,55 \text{ kN}$
 $V_{cd} = 770,32 \text{ kN}$
 $V_{sw} = 0,00 \text{ kN}$
 $A_{sw} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $A_{sw \text{ min}} = 5,21 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $\varnothing = 8,00 \text{ mm}$
Ramos 2
 $c. = 19 \text{ cm}$
 $A_{s \text{ pele}} = 4,5 \text{ cm}^2$
 $\varnothing = 10,0 \text{ mm}$
 $c. = 17 \text{ cm}$

1.12 Transversinas**1.12.1 Cargas verticais permanentes**

Reação da laje do tabuleiro = 6,81 kN/m
Peso próprio da transversina = 5,75 kN/m
12,56 kN/m

1.12.2 Cargas verticais móveis

Coeficiente de impacto = 1,381
 $Q = 310,71 \text{ kN}$

1.12.2 Esforços**Permanentes**

$M_g- = 10,10 \text{ kN.m}$
 $M_g+ = 4,90 \text{ kN.m}$
 $V_g- = 22,17 \text{ kN}$
 $V_g+ = 22,17 \text{ kN}$

Móveis

$$M_q^- = 130,20 \text{ kN.m}$$

$$M_q^+ = 143,26 \text{ kN.m}$$

$$V_q^- = 310,71 \text{ kN}$$

$$V_q^+ = 310,71 \text{ kN}$$

$$M_d^- = 196,42 \text{ kN.m}$$

$$d = 1,12 \text{ m}$$

$$y^+ = 0,05 \text{ cm}$$

$$A_s^- = 4,12 \text{ cm}^2$$

$$A_{s^- \text{ min}} = 3,45 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 25,0 \text{ mm}$$

$$N^\circ \text{ barras} = 1$$

$$M_d^+ = 207,42 \text{ kN.m}$$

$$d = 1,12 \text{ m}$$

$$y^+ = 0,05 \text{ cm}$$

$$A_s^- = 4,36 \text{ cm}^2$$

$$A_{s^+ \text{ min}} = 3,45 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 25,0 \text{ mm}$$

$$N^\circ \text{ barras} = 1$$

$$V_{sd} = 466,03 \text{ kN}$$

$$V_{rd2} = 1140,48 \text{ kN}$$

$$V_{cd} = 194,64 \text{ kN}$$

$$V_{sw} = 0,27 \text{ kN}$$

$$A_{sw} = 6,19 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{sw \text{ min}} = 2,32 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\varnothing (\text{cm}) = 6,3 \text{ mm}$$

$$\text{Ramos} = 2$$

$$c. = 10,00 \text{ cm}$$

$$A_{s \text{ pele}} = 2,00 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 6,3 \text{ mm}$$

$$c. = 15 \text{ cm}$$

1.9 Lajes

1.9.1 Lajes em balanço

1.9.1.1 – Momentos para cargas permanentes

	Área (m ²)	G (kN/m)	Braços (m)	M _{xeg} (kN.m/m)
Guarda corpo	-	0,75	1,48	1,11
Defensa	-	0,00	0,00	0,00
Barreira	0,23	5,75	0,00	0,00
Pingadeira	0,01	0,35	1,42	0,50
Calçada	0,03	0,75	0,78	0,58
Pavimento	-0,04	-1,05	0,00	0,00
Laje	0,31	7,75	0,78	6,01

-M_{xeg} = 8,19 kN.m/m

1.9.1.2 - Momentos para cargas acidentais

$$\text{Carga no passeio} = 3 \times 1,55 \times 1,55 / 2 = 3,6 \text{ kN.m/m}$$

$$-M_{xep} = 3,60 \text{ kN.m/m}$$

1.9.1.4 Dimensionamento

$$-M_{xed} = 1,4 \times 8,19 + 1,4 \times 3,6 = 16,51 \text{ kN.m/m}$$

$$D = 17,00 \text{ cm}$$

$$Y = 0,54 \text{ cm}$$

$$A_s = 2,27 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{smin} = 3 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\varnothing = 10,0 \text{ mm} \quad c. \quad 26 \text{ cm}$$

Avaliação de Fadiga

$$M_{MAX} = 11,1 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{MIN} = 8,2 \text{ kN.m/m}$$

$$\sigma_{MAX} = 228,9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{MIN} = 169,3 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma = 59,6 \text{ MPa} < 190 \text{ MPa} \quad \text{OK}$$

1.9.2 Lajes centrais

1.9.2.1 – Momentos para cargas permanentes

Para cargas permanentes $L_x = 2,73 \text{ m}$

$$g = 6,5 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{xmg} = 0,0417 \times 6,5 \times 2,73 \times 2,73 = 2,01 \text{ kN/m}$$

$$M_{ymg} = 0,0069 \times 6,5 \times 2,73 \times 2,73 = 0,33 \text{ kN/m}$$

$$-M_{xeg} = 0,0833 \times 6,5 \times 2,73 \times 2,73 = 4,02 \text{ kN/m}$$

$$-M_{yeg} = 0,0577 \times 6,5 \times 2,73 \times 2,73 = 2,78 \text{ kN/m}$$

1.9.2.2 Momentos para cargas móveis

Para cargas móveis NBR 7188 classe 30 $L_x/a = 1,36$

$$M_{xm} = 1,688 \times [75 \times 0,260 + 5 \times (0,068 + 0,000)] = 33,53 \text{ kN.m/m} \quad \phi = 1,688$$

$$M_{ym} = 1,688 \times [75 \times 0,135 + 5 \times (0,015 + 0,010)] = 17,3 \text{ kN.m/m} \quad t/a = 0,32$$

$$-M_{xeq} = 1,688 \times [75 \times 0,402 + 5 \times (0,036 + 0,345)] = 54,04 \text{ kN.m/m}$$

$$-M_{yeq} = 1,688 \times [75 \times 0,466 + 5 \times (0,036 + 0,173)] = 57,75 \text{ kN.m/m}$$

Os momentos fletores máximos decorrentes da distribuição transversal das cargas móveis através da laje são:

$$M_{xq} = -20,25 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{yq} = 39,11 \text{ kN.m/m}$$

1.9.2.3 Dimensionamento

$$\begin{aligned} M_{xmd} &= 1,4 \times 39,11 + 1,4 \times 2,01 = 57,57 \text{ kN.m/m} \\ D &= 17,00 \text{ cm} \\ Y &= 1,97 \text{ cm} \\ A_s &= 8,27 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

Avaliação de Fadiga

$$\begin{aligned} M_{MAX} &= 33,3 \text{ kN.m/m} \\ M_{MIN} &= 2,0 \text{ kN.m/m} \\ \sigma_{MAX} &= 257,8 \text{ MPa} \\ \sigma_{MIN} &= 15,6 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma &= 242,2 \text{ MPa} > 190 \text{ MPa} \quad \text{Correção é necessária} \\ \text{Fator} &= 1,27 \\ A_s &= 10,54 \text{ cm}^2/\text{m} \\ \varnothing &= 12,5 \text{ mm} \quad \text{c. } 11 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ymd} &= 1,4 \times 0,33 + 1,4 \times 17,3 = 24,69 \text{ kN.m/m} \\ D &= 13,00 \text{ cm} \\ Y &= 1,09 \text{ cm} \\ A_s &= 4,56 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

Avaliação de Fadiga

$$\begin{aligned} M_{MAX} &= 14,2 \text{ kN.m/m} \\ M_{MIN} &= 0,3 \text{ kN.m/m} \\ \sigma_{MAX} &= 257,3 \text{ MPa} \\ \sigma_{MIN} &= 6,0 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma &= 251,2 \text{ MPa} > 190 \text{ MPa} \quad \text{Correção é necessária} \\ \text{Fator} &= 1,32 \\ A_s &= 6,03 \text{ cm}^2/\text{m} \\ \varnothing &= 8 \text{ mm} \quad \text{c. } 8 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -M_{xed} &= 1,4 \times 4,02 + 1,4 \times 54,04 = 81,28 \text{ kN.m/m} \\ D &= 17,00 \text{ cm} \\ Y &= 2,87 \text{ cm} \\ A_s &= 12,01 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

Avaliação de Fadiga

$$\begin{aligned} M_{MAX} &= 47,2 \text{ kN.m/m} \\ M_{MIN} &= 4,0 \text{ kN.m/m} \\ \sigma_{MAX} &= 255,8 \text{ MPa} \\ \sigma_{MIN} &= 21,8 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma &= 234,0 \text{ MPa} > 190 \text{ MPa} \quad \text{Correção é necessária} \\ \text{Fator} &= 1,23 \\ A_s &= 14,79 \text{ cm}^2/\text{m} \\ \varnothing &= 12,5 \text{ mm} \quad \text{c. } 8 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -M_{yed} &= 1,4 \times 2,78 + 1,4 \times 57,75 = 84,75 \text{ kN.m/m} \\ D &= 15,75 \text{ cm} \\ Y &= 3,30 \text{ cm} \\ A_s &= 13,82 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

Avaliação de Fadiga

$$\begin{aligned} M_{MAX} &= 49,0 \text{ kN.m/m} \\ M_{MIN} &= 2,8 \text{ kN.m/m} \\ \sigma_{MAX} &= 251,1 \text{ MPa} \\ \sigma_{MIN} &= 14,3 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma &= 236,8 \text{ MPa} > 190 \text{ MPa} \quad \text{Correção é necessária} \\ \text{Fator} &= 1,25 \\ A_s &= 17,23 \text{ cm}^2/\text{m} \\ \varnothing &= 12,5 \text{ mm} \quad \text{c. } 7 \text{ cm} \end{aligned}$$

2 Mesoestrutura

2.1 Cargas verticais devidas à superestrutura

2.1.1 Cargas permanentes por viga principal

$$R_g = 479,1 \text{ kN}$$

2.1.2 Cargas móveis por viga principal

$$R_q = 196,2 \text{ kN}$$

$$R_Q = 274,8 \text{ kN}$$

2.2 Cargas verticais devidas à mesoestrutura

	Apoios extremos	Apoios interno 1	Apoio interno 2	Apoio interno 3	Apoio interno 4
Viga do pórtico (kN/m)	42,25	42,25	42,25	42,25	42,25
Pilar-Pórtico 0	19,63	78,54	107,99	107,99	78,54
Alas (kN)	31,50				

2.3 Rigidez dos aparelhos de apoio neoprene

Carga Vertical Máxima 950,1 kN

Carga Vertical Mínima 479,1 kN

Adotamos aparelhos de 300 x 400 x 65 mm contendo 4 camadas de borracha de 11 mm cada

$$K_a = 1000 \times 0,3 \times 0,4 / (4 \times 0,011) = 2727,3 \text{ kN/m}$$

2.4 Rigidez dos Pórticos

$$F_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

$$E_c = 26072 \text{ MPa}$$

2.4.1 Rigidez dos Pórticos na direção normal ao seu plano

$$K_{PL} = 3 \times E_c \times J_p / h^3$$

	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
$J_p \text{ (m}^4\text{)}$	0,0491	0,0491	0,0491	0,0491	0,0491	0,0491
$K_{PL} \text{ (kN/m)}$	7678492	119976	46152	46152	119976	7678492

2.4.2 Rigidez dos Pórticos no seu plano

$$K_{PT} = 12 \times E_c \times J_p \times N_2 / (3 \times k + 2) \times h^3$$

$$N_2 = 6 \times k + 1$$

$$k = J_v \times h / (J_p \times L)$$

	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
k	0,65	2,59	3,56	3,56	2,59	0,65
N2	4,88	16,52	22,33	22,33	16,52	4,88
$K_{PT} \text{ (kN/m)}$	19019418	406135	162747	162747	406135	19019418

2.5 Rigidez do Conjunto estrutura + aparelhos de apoio

2.5.1 Na direção longitudinal da obra

$$\frac{1}{K_L} = \frac{1}{K_{PL}} + \frac{1}{N \times K_a} \quad \text{Onde N e o número de aparelhos de apoio no pórtico}$$

	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
K_L (kN/m)	13612	22221	17143	17143	22221	13612

2.5.2 Na direção transversal da obra

$$\frac{1}{K_T} = \frac{1}{K_{PT}} + \frac{1}{N \times K_a} \quad \text{Onde N e o número de aparelhos de apoio no pórtico}$$

	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
K_T (kN/m)	13627	25557	23358	23358	25557	13627

2.6 Forças horizontais transversais

2.6.1 Vento

Velocidade do vento:	45,00 m/s
S1 =	1,00
S2 =	0,94
S3 =	0,95
Velocidade Final =	40,19
Pressão do vento =	1,009 kN/m²
Altura de batida =	2,47 m
Força do vento =	1,01 x 2,47 x 125,4 = 565,7 kN
Centro de rigidez =	62,7 m
Excentricidade =	0,0 m
Momento do vento =	0 kN.m

Força provocada pelo vento em cada pórtico

	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
F_{TV} (kN)	61,63	115,59	105,65	105,65	115,59	61,63

2.7 Forças horizontais longitudinais

2.7.1 Frenagem e aceleração

Será considerado o maior valor entre:

5% x p x Área da laje =	279 kN
30% x Peso do trem tipo =	135 kN

Força provocada pela frenagem e aceleração em cada pórtico

	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
F_{LA} (kN)	35,85	58,52	45,14	45,14	58,52	35,85

2.7.2 Deformações impostas

Retração e Fluência 21×10^{-5}
 Variação da temperatura 15×10^{-5}
 Total = $27,6 \times 10^{-5}$
 Ponto de deslocamento nulo = 62,7 m

Força provocada pela retração, fluência e variação da temperatura em cada pórtico

	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
F_{LRFT} (kN)	-233,12	-229,99	-59,14	59,14	229,99	233,12

2.7.3 Empuxos da sobrecarga do veículo

Sobre carga do trem-tipo

Nº faixas 1
 $E_0 = 67,5 \text{ kN.m}$

2.8 Avaliação dos aparelhos de apoio

2.8.1 Segurança contra deslizamento

$$F_{H\text{MÁX}} = ((F_{TV}^2 + (F_{LA} + F_{LRFT})^2)^{0,5} = 55,19 \text{ kN}$$

$$\sigma_{\text{MIN}} = 3,99 \text{ MPa}$$

$$\Phi = 0,10 + 0,60 / \sigma_{\text{MIN}} = 0,10 + 0,60 / 3,99 = 0,25$$

$$N_{\text{MIN}} = 479,1 \text{ kN}$$

$$N_{\text{MIN}} \times \Phi = 479 \times 0,25 = 119,9 \text{ kN}$$

Segurança ao deslizamento $v = N_{\text{MIN}} / F_{H\text{MÁX}} > 2,5$

$$v = 119,9 / 55,2 = 2,17 \text{ DESLIZA}$$

2.8.2 Segurança à distorção

$$F_{H\text{RÁPIDA}} = (F_{TV}^2 + F_{LA}^2)^{0,5} = 14,3 \text{ kN}$$

a) $(\mu / e) < 0,5$

b) $(0,5 \times F_{H\text{RÁPIDA}} / (G \times a \times b)) + \mu / e < 0,7$

a)

$$\mu = 27,6 \times 10^{-5} \times 62,05 = 0,017 \text{ m}$$

$$0,017 / (0,011 \times 4) = 0,39 \text{ OK}$$

b)

$$(0,5 \times 14,26 / (1000 \times 0,3 \times 0,4)) + 0,017 / (0,01 \times 4) = 0,45 \text{ OK}$$

2.9 Cálculo dos pórticos

Os esforços foram obtidos mediante o emprego de programa para análise elástica linear, a partir das combinações de carregamentos que conduziram a valores máximos.

2.10 Dimensionamento da viga do pórtico

$F_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Aço CA-50

2.10.1 Dimensionamento à flexão

2.10.2 Armadura negativa

	Viga Pórtico 0	Viga Pórtico 1	Viga Pórtico 2	Viga Pórtico 3	Viga Pórtico 4	Viga Pórtico 5
M_{Q+q}^- (kN.m)	-837,0	-1155,0	-1155,0	-1155,0	-1155,0	668,0
M_g^- (kN.m)	-1045,0	-1911,0	-1911,0	-1911,0	-1911,0	1649,0
M_{FT}^- (kN.m)	-10,0	-140,0	-140,0	-140,0	-140,0	37,3
$M_{d\text{ máx}}^-$ (kN.m)	-2648,8	-4488,4	-4488,4	-4488,4	-4488,4	3296,0
d^- (m)	1,24	1,44	1,44	1,44	1,44	1,24
y^- (m)	0,09	0,12	0,12	0,12	0,12	0,09
z^- (m)	1,20	1,38	1,38	1,38	1,38	1,2
$\emptyset$ (cm)	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,5
As^- (cm ²)	50,95	74,64	74,64	74,64	74,64	51,0
Nº de barras ⁻	11,0	16,0	16,0	16,0	16,0	11,0

2.10.3 Armadura positiva

	Viga Pórtico 0	Viga Pórtico 1	Viga Pórtico 2	Viga Pórtico 3	Viga Pórtico 4	Viga Pórtico 5
M_{Q+q}^+ (kN.m)	816,4	1621,0	1621,0	1621,0	1621,0	-549,0
M_g^+ (kN.m)	640,0	1262,0	1262,0	1262,0	1262,0	-1045,0
M_{FT}^+ (kN.m)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-10,0
$M_{d\text{ máx}}^+$ (kN.m)	2039,0	4036,2	4036,2	4036,2	4036,2	-2245,6
d^+ (m)	1,243	1,443	1,443	1,443	1,443	1,24
y^+ (m)	0,071	0,106	0,106	0,106	0,106	0,07
z^+ (m)	1,207	1,389	1,389	1,389	1,389	1,2
$\emptyset$ (cm)	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,5
As^+ (cm ²)	38,859	66,818	66,818	66,818	66,818	38,9
Nº de barras ⁺	8,0	14,0	14,0	14,0	14,0	8,0

2.10.2 Dimensionamento à cortante

	Viga Pórtico 0	Viga Pórtico 1	Viga Pórtico 2	Viga Pórtico 3	Viga Pórtico 4	Viga Pórtico 5
V_{Q+q}^+ (kN.m)	707,0	1001,0	1001,0	1001,0	1001,0	71,9
V_g^+ (kN.m)	877,0	1649,0	1649,0	1649,0	1649,0	7,4
V_{FT}^+ (kN.m)	2,7	37,3	37,3	37,3	37,3	20,0
V_{sd} (kN)	2221,4	3762,2	3762,2	3762,2	3762,2	139,0
V_{rd2} (kN)	8410,8	11267,0	11267,0	11267,0	11267,0	8410,8
V_c (kN)	1403,6	1880,2	1880,2	1880,2	1880,2	1403,6
V_{sw} (kN)	817,8	1882,1	1882,1	1882,1	1882,1	817,8
A_{sw} (cm ² /m)	16,8	33,3	33,3	33,3	33,3	16,8
$\emptyset$ (cm)	1,00	1,25	1,25	1,25	1,25	1
Ramos	4,00	6,00	6,00	6,00	6,00	4
c. (cm)	18,00	20,00	20,00	20,00	20,00	18,0
$A_{s\text{ pele}}$ (cm ² /m)	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,0
$\emptyset$ (cm)	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,3
c. (cm)	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,0

2.11 Dimensionamento dos pilares

	Viga Pórtico 0	Viga Pórtico 1	Viga Pórtico 2	Viga Pórtico 3	Viga Pórtico 4	Viga Pórtico 5
N_g (kN)	1511,6	2827,1	2886,0	2886,0	2827,1	1511,6
N_q (kN)	1472,5	1666,0	1666,0	1666,0	1666,0	1472,5
N_d (kN)	4177,7	6290,4	6372,8	6372,8	6290,4	4177,7
M_{Ld} (kN.m)	752,6	1472,1	898,1	898,1	1472,1	752,6
M_{Td} (kN.m)	139,0	487,2	487,2	487,2	487,2	139,0
M_d (kN.m)	882,0	1550,6	1021,8	1021,8	1550,6	882,0
K_m (kN/m)	92340,1	83730,9	88809,8	88809,8	83730,9	92340,1
N	0,147	0,265	0,193	0,193	0,265	0,1
α	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,0
L_e (m)	1,571	6,283	8,639	8,639	6,283	1,6
λ	6,283	25,133	34,558	34,558	25,133	6,3
e_1 (m)	0,213	0,251	0,164	0,164	0,251	0,2
α_b	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,9
$\lambda.1$	38,889	38,889	38,889	38,889	38,889	38,9
v	0,248	0,374	0,379	0,379	0,374	0,2
$1/r$	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,0
M_{2d} (kN.m)	882,00	1550,63	1021,8	1021,8	1550,6	882,0
e (m)	0,213	0,251	0,164	0,164	0,251	0,2
e/h	0,213	0,251	0,164	0,164	0,251	0,2
V_1	0,228	0,339	0,342	0,342	0,339	0,2
$V_1 \cdot e/h$	0,048	0,085	0,056	0,056	0,085	0,0
ω	0,000	0,100	0,000	0,000	0,100	0,0
A_{smin}	14,32	21,32	21,5	21,5	21,3	14,3
A_{smin1}	31,42	31,42	31,4	31,4	31,4	31,4
A_s (cm ²)	31,42	32,90	31,4	31,4	32,9	31,4
$\varnothing$ (cm)	2,00	2,50	2,5	2,5	2,5	2,0
Nº de barras	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0

3 Infraestrutura

3.1 Apoio P0

3.1.1 Cálculo das cargas axiais nas estacas

3.1.1.1 Para a hipótese de máxima carga vertical

Cargas da meso

$$N_{\text{MIN}} = 1491,96 \text{ kN}$$

$$N_{\text{MAX}} = 2964,46 \text{ kN}$$

$$\text{Máxima carga vertical (N}_{\text{MAX}}\text{): } 2964,46 \text{ kN}$$

$$\text{Carga de solo sobre a infra: } 321,65 \text{ kN}$$

$$\text{Peso próprio do bloco: } 364,58 \text{ kN}$$

$$V_{\text{MAX}} = 3650,68 \text{ kN}$$

$$\text{Máxima força horizontal longitudinal (H}_{\text{LMAX}}\text{): } 134,48 \text{ kN}$$

$$\text{Máximo empuxo horizontal longitudinal (E}_{\text{A}}\text{): } 61,61 \text{ kN}$$

$$\text{Máxima força horizontal transversal (H}_{\text{TMAX}}\text{): } 61,63 \text{ kN}$$

$$\text{a) Devido às cargas verticais: } \cos(\alpha) = 0,1659 \quad \text{Scos}^2(\alpha) = 5,8349 \quad V_{\text{MAX}} = 3650,68 \text{ kN}$$

$$F1 = F2 = F3 = F6 = F7 = F8 = F9 = F10 = F11 = F12 = 617,00 \text{ kN}$$

$$\text{b) Devido à força longitudinal } \sin(\alpha) = 0,1659 \quad \Sigma \sin^2(\alpha) = 0,1101 \quad H_{\text{LMAX}} = 134,48 \text{ kN}$$

$$F1 = F3 = F9 = F11 = -295,50 \text{ kN}$$

$$F2 = F4 = F10 = F12 = 295,50 \text{ kN}$$

$$E_{\text{A}} = 61,61 \text{ kN}$$

$$\text{Total} = 196,09 \text{ kN}$$

$$\text{c) Devido ao momento longitudinal } r_i = 0,85 \quad \Sigma r_i^2 = 1,45 \quad M_L = -651,27 \text{ kN.m}$$

$$F5 = F7 = 393,94 \text{ kN}$$

$$F6 = F8 = -393,94 \text{ kN}$$

$$\text{d) Devido à força transversal } \sin(\alpha) = 0,1659 \quad \Sigma \sin^2(\alpha) = 0,1101 \quad H_{\text{TMAX}} = 61,63 \text{ kN}$$

$$F5 = F6 = 92,88 \text{ kN}$$

$$F7 = F8 = -92,88 \text{ kN}$$

$$\text{e) Devido ao momento transversal } r_i = 3,5 \quad \Sigma r_i^2 = 97,7 \quad M_L = -1394,1 \text{ kN.m}$$

$$F1 = F2 = -51,27 \text{ kN}$$

$$F3 = F4 = 51,27 \text{ kN}$$

f) Superposição dos efeitos

$$F1 = 270,22 \text{ kN} \quad F2 = 861,23 \text{ kN}$$

$$F3 = 270,22 \text{ kN} \quad F4 = 861,23 \text{ kN}$$

$$F5 = 1103,82 \text{ kN} \quad F6 = 315,93 \text{ kN}$$

$$F7 = 918,06 \text{ kN} \quad F8 = 130,18 \text{ kN}$$

$$F9 = 372,77 \text{ kN} \quad F10 = 963,77 \text{ kN}$$

$$F11 = 372,77 \text{ kN} \quad F12 = 963,77 \text{ kN}$$

3.1.1.2 Para a hipótese de mínima carga vertical

Cargas da meso

$$N_{\text{MIN}} = 1491,96 \text{ kN}$$

$$N_{\text{MAX}} = 2964,46 \text{ kN}$$

$$\text{Mínima carga vertical (N}_{\text{MIN}}\text{): } 1491,96 \text{ kN}$$

$$\text{Carga de solo sobre a infra: } 321,65 \text{ kN}$$

$$\text{Peso próprio do bloco: } 364,58 \text{ kN}$$

$$V_{\text{MAX}} = 2178,18 \text{ kN}$$

$$\text{Máxima força horizontal longitudinal (H}_{\text{LMAX}}\text{): } 134,48 \text{ kN}$$

$$\text{Máximo empuxo horizontal longitudinal (E}_{\text{A}}\text{): } 61,61 \text{ kN}$$

$$\text{Máxima força horizontal transversal (H}_{\text{TMAX}}\text{): } 61,63 \text{ kN}$$

a) Devido às cargas verticais: $\cos(\alpha) = 0,1659$ $\text{Scos}^2(\alpha) = 5,8349$ $V_{\text{MIN}} = 2178,18 \text{ kN}$

$$F1 = F2 = F3 = F6 = F7 = F8 = F9 = F10 = F11 = F12 = 368,13 \text{ kN}$$

b) Devido à força longitudinal $\sin(\alpha) = 0,1659$ $\Sigma \sin^2(\alpha) = 0,1101$ $H_{\text{LMAX}} = 134,48 \text{ kN}$

$$F1 = F3 = F9 = F11 = -295,50 \text{ kN}$$

$$F2 = F4 = F10 = F12 = 295,50 \text{ kN}$$

$$E_A = 61,61 \text{ kN}$$

$$\text{Total} = 196,09 \text{ kN}$$

c) Devido ao momento longitudinal $r_i = 0,85$ $\Sigma r_i^2 = 1,45$ $M_L = -651,27 \text{ kN.m}$

$$F5 = F7 = 393,94 \text{ kN}$$

$$F6 = F8 = -393,94 \text{ kN}$$

d) Devido à força transversal $\sin(\alpha) = 0,1659$ $\Sigma \sin^2(\alpha) = 0,1101$ $H_{\text{TMAX}} = 61,63 \text{ kN}$

$$F5 = F6 = 92,88 \text{ kN}$$

$$F7 = F8 = -92,88 \text{ kN}$$

e) Devido ao momento transversal $r_i = 3,50$ $\Sigma r_i^2 = 97,7$ $M_L = -1394,1 \text{ kN.m}$

$$F1 = F2 = -51,27 \text{ kN}$$

$$F3 = F4 = 51,27 \text{ kN}$$

f) Superposição dos efeitos

$$F1 = 21,36 \text{ kN} \quad F2 = 612,36 \text{ kN}$$

$$F3 = 21,36 \text{ kN} \quad F4 = 612,36 \text{ kN}$$

$$F5 = 854,95 \text{ kN} \quad F6 = 67,07 \text{ kN}$$

$$F7 = 669,20 \text{ kN} \quad F8 = -118,69 \text{ kN}$$

$$F9 = 123,90 \text{ kN} \quad F10 = 714,91 \text{ kN}$$

$$F11 = 123,90 \text{ kN} \quad F12 = 714,91 \text{ kN}$$

3.1.2 Cálculo dos blocos

a) Na direção longitudinal

$$M_{\text{Ld}} = 2414,76 \text{ kN.m} \quad b_W = 3,60 \text{ m}$$

$$d = 1,22 \text{ m}$$

$$M_{\text{dMIN}} = 2824,06 \text{ kN.m}$$

$$Y = 3,58 \text{ cm}$$

$$A_{\text{SL}} = 54,03 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{MIN}} = 67,50 \text{ cm}^2$$

Adotar 22 Ø 20

b) Na direção transversal

$$M_{\text{Ld}} = 2583,94 \text{ kN.m} \quad b_W = 2,70 \text{ m}$$

$$d = 1,22 \text{ m}$$

$$M_{\text{dMIN}} = 2118,04 \text{ kN.m}$$

$$Y = 4,39 \text{ cm}$$

$$A_{\text{SL}} = 49,61 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{MIN}} = 50,63 \text{ cm}^2$$

Adotar 17 Ø 20

3.2 Apoio P1

3.2.1 Cálculo das cargas axiais nas estacas

3.2.1.1 Para a hipótese de máxima carga vertical

Cargas da meso

$$N_{\text{MIN}} = 2748,57 \text{ kN}$$

$$N_{\text{MAX}} = 4414,57 \text{ kN}$$

$$\text{Máxima carga vertical (N}_{\text{MAX}}\text{): } 4414,57 \text{ kN}$$

$$\text{Carga de solo sobre a infra: } 0,00 \text{ kN}$$

$$\text{Peso próprio do bloco: } 364,58 \text{ kN}$$

$$V_{\text{MAX}} = 4779,14 \text{ kN}$$

$$\text{Máxima força horizontal longitudinal (H}_{\text{LMAX}}\text{): } 144,25 \text{ kN}$$

$$\text{Máximo empuxo horizontal longitudinal (E}_{\text{A}}\text{): } 0,00 \text{ kN}$$

$$\text{Máxima força horizontal transversal (H}_{\text{TMAX}}\text{): } 115,59 \text{ kN}$$

a) Devido às cargas verticais: $\cos(\alpha) = 0,9861$ $\text{Scos}^2(\alpha) = 5,8349$ $V_{\text{MAX}} = 4779,14 \text{ kN}$

$$F1 = F2 = F3 = F6 = F7 = F8 = F9 = F10 = F11 = F12 = 807,72 \text{ kN}$$

b) Devido à força longitudinal $\sin(\alpha) = 0,1659$ $\Sigma \sin^2(\alpha) = 0,1101$ $H_{\text{LMAX}} = 144,25 \text{ kN}$

$$E_{\text{A}} = 0,00 \text{ kN}$$

$$\text{Total} = 144,25 \text{ kN}$$

$$F1 = F3 = F9 = F11 = -217,39 \text{ kN}$$

$$F2 = F4 = F10 = F12 = 217,39 \text{ kN}$$

c) Devido ao momento longitudinal $r_i = 0,85$ $\Sigma r_i^2 = 1,45$ $M_L = 21,64 \text{ kN.m}$

$$F5 = F7 = -13,09 \text{ kN}$$

$$F6 = F8 = 13,09 \text{ kN}$$

d) Devido à força transversal $\sin(\alpha) = 0,1659$ $\Sigma \sin^2(\alpha) = 0,1101$ $H_{\text{TMAX}} = 115,59 \text{ kN}$

$$F5 = F6 = 174,19 \text{ kN}$$

$$F7 = F8 = -174,19 \text{ kN}$$

e) Devido ao momento transversal $r_i = 3,5$ $\Sigma r_i^2 = 97,7$ $M_L = -2267,86 \text{ kN.m}$

$$F1 = F2 = -83,41 \text{ kN}$$

$$F3 = F4 = 83,41 \text{ kN}$$

f) Superposição dos efeitos

$$F1 = 506,92 \text{ kN} \quad F2 = 941,70 \text{ kN}$$

$$F3 = 506,92 \text{ kN} \quad F4 = 941,70 \text{ kN}$$

$$F5 = 968,82 \text{ kN} \quad F6 = 994,99 \text{ kN}$$

$$F7 = 620,44 \text{ kN} \quad F8 = 646,62 \text{ kN}$$

$$F9 = 673,74 \text{ kN} \quad F10 = 1108,51 \text{ kN}$$

$$F11 = 673,74 \text{ kN} \quad F12 = 1108,51 \text{ kN}$$

3.2.1.2 Para a hipótese de mínima carga vertical

Cargas da meso

$$N_{\text{MIN}} = 2748,57 \text{ kN}$$

$$N_{\text{MAX}} = 4414,57 \text{ kN}$$

$$\text{Mínima carga vertical (N}_{\text{MIN}}\text{): } 2748,57 \text{ kN}$$

$$\text{Carga de solo sobre a infra: } 0,00 \text{ kN}$$

$$\text{Peso próprio do bloco: } 364,58 \text{ kN}$$

$$V_{\text{MIN}} = 3113,14 \text{ kN}$$

$$\text{Máxima força horizontal longitudinal (H}_{\text{LMAX}}\text{): } 144,25 \text{ kN}$$

$$\text{Máximo empuxo horizontal longitudinal (E}_{\text{A}}\text{): } 0,00 \text{ kN}$$

$$\text{Máxima força horizontal transversal (H}_{\text{TMAX}}\text{): } 115,59 \text{ kN}$$

a) Devido às cargas verticais: $\cos(\alpha) = 0,9861$ $\text{Scos}^2(\alpha) = 5,8349$ $V_{\text{MIN}} = 3113,14 \text{ kN}$

$$F1 = F2 = F3 = F6 = F7 = F8 = F9 = F10 = F11 = F12 = 526,15 \text{ kN}$$

b) Devido à força longitudinal $\sin(\alpha) = 0,1659$ $\Sigma \sin^2(\alpha) = 0,1101$ $H_{LMAX} = 144,25$ kN
 $E_A = 0,00$ kN
 Total = 144,25 kN

$F1 = F3 = F9 = F11 = -217,39$ kN
 $F2 = F4 = F10 = F12 = 217,39$ kN

c) Devido ao momento longitudinal $r_i = 0,85$ $\Sigma r_i^2 = 1,45$ $M_L = 21,64$ kN.m

$F5 = F7 = -13,09$ kN
 $F6 = F8 = 13,09$ kN

d) Devido à força transversal $\sin(\alpha) = 0,1659$ $\Sigma \sin^2(\alpha) = 0,1101$ $H_{TMAX} = 115,59$ kN

$F5 = F6 = 174,19$ kN
 $F7 = F8 = -174,19$ kN

e) Devido ao momento transversal

$F1 = F2 = -83,41$ kN
 $F3 = F4 = 83,41$ kN

f) Superposição dos efeitos

$F1 = 225,35$	kN	$F2 = 660,13$	kN
$F3 = 225,35$	kN	$F4 = 660,13$	kN
$F5 = 687,25$	kN	$F6 = 713,43$	kN
$F7 = 338,87$	kN	$F8 = 365,05$	kN
$F9 = 392,17$	kN	$F10 = 826,94$	kN
$F11 = 392,17$	kN	$F12 = 826,94$	kN

3.2.2 Cálculo dos blocos

a) Na direção longitudinal

$M_{Ld} = 3377,82$ kN.m $b_w = 3,60$ m $d = 1,22$ m
 $M_{dMIN} = 2824,06$ kN.m
 $Y = 4,30$ cm
 $A_{SL} = 64,82$ cm²
 $A_{MIN} = 67,50$ cm²

Adotar 22 Ø 20

b) Na direção transversal

$M_{Ld} = 3574,14$ kN.m $b_w = 2,70$ m $d = 1,22$ m
 $M_{dMIN} = 2118,04$ kN.m
 $Y = 6,11$ cm
 $A_{SL} = 69,11$ cm²
 $A_{MIN} = 50,63$ cm²

Adotar 15 Ø 25

3.3 Apoio P2

3.3.1 Cálculo das cargas axiais nas estacas

3.3.1.1 Para a hipótese de máxima carga vertical

Cargas da meso

$N_{MIN} = 2778,02$ kN
 $N_{MAX} = 4444,02$ kN

Máxima carga vertical (N_{MAX}):	4444,02	kN	Máxima força horizontal longitudinal (H_{LMAX}):	52,14	kN
Carga de solo sobre a infra:	0,00	kN	Máximo empuxo horizontal longitudinal (E_A):	0,00	kN
Peso próprio do bloco:	364,58	kN	Máxima força horizontal transversal (H_{TMAX}):	105,65	kN
$V_{MAX} =$		4808,60	kN		

a) Devido às cargas verticais: $\cos(\alpha) = 0,9861$ $Scos^2(\alpha) = 5,8349$ $V_{MAX} = 4808,60$ kN

$$F1 = F2 = F3 = F6 = F7 = F8 = F9 = F10 = F11 = F12 = 812,69 \text{ kN}$$

b) Devido à força longitudinal $\sin(\alpha) = 0,1659$ $\Sigma \sin^2(\alpha) = 0,1101$ $H_{LMAX} = 52,14$ kN
 $E_A = 0,00$ kN

$$F1 = F3 = F9 = F11 = -78,58 \text{ kN}$$

$$F2 = F4 = F10 = F12 = 78,58 \text{ kN}$$

$$\text{Total} = 52,14 \text{ kN}$$

c) Devido ao momento longitudinal $r_i = 0,85$ $\Sigma r_i^2 = 1,45$ $M_L = 86,04$ kN.m

$$F5 = F7 = -52,04 \text{ kN}$$

$$F6 = F8 = 52,04 \text{ kN}$$

d) Devido à força transversal $\sin(\alpha) = 0,1659$ $\Sigma \sin^2(\alpha) = 0,1101$ $H_{TMAX} = 105,65$ kN

$$F5 = F6 = 159,21 \text{ kN}$$

$$F7 = F8 = -159,21 \text{ kN}$$

e) Devido ao momento transversal $r_i = 3,5$ $\Sigma r_i^2 = 97,7$ $M_L = -1914,32$ kN.m

$$F1 = F2 = -70,40 \text{ kN}$$

$$F3 = F4 = 70,40 \text{ kN}$$

f) Superposição dos efeitos

F1 = 663,71	kN	F2 = 820,87	kN
F3 = 663,71	kN	F4 = 820,87	kN
F5 = 919,86	kN	F6 = 1023,94	kN
F7 = 601,45	kN	F8 = 705,53	kN
F9 = 0,00	kN	F10 = 961,68	kN
F11 = 804,52	kN	F12 = 961,68	kN

3.3.1.2 Para a hipótese de mínima carga vertical

Cargas da meso

$N_{MIN} =$	2778,02	kN
$N_{MAX} =$	4444,02	kN

Mínima carga vertical (N_{MIN}):	2778,02	kN	Máxima força horizontal longitudinal (H_{LMAX}):	52,14	kN
Carga de solo sobre a infra:	0,00	kN	Máximo empuxo horizontal longitudinal (E_A):	0,00	kN
Peso próprio do bloco:	364,58	kN	Máxima força horizontal transversal (H_{TMAX}):	105,65	kN
$V_{MAX} =$		3142,60	kN		

a) Devido às cargas verticais: $\cos(\alpha) = 0,9861$ $Scos^2(\alpha) = 5,8349$ $V_{MIN} = 3142,60$ kN

$$F1 = F2 = F3 = F6 = F7 = F8 = F9 = F10 = F11 = F12 = 531,13 \text{ kN}$$

b) Devido à força longitudinal $\sin(\alpha) = 0,1659$ $\Sigma \sin^2(\alpha) = 0,1101$ $H_{LMAX} = 52,14$ kN
 $E_A = 0,00$ kN

$$\begin{aligned} F1 = F3 = F9 = F11 &= -78,58 & \text{kN} \\ F2 = F4 = F10 = F12 &= 78,58 & \text{kN} \end{aligned}$$

$$\text{Total} = 52,14 \quad \text{kN}$$

c) Devido ao momento longitudinal $r_i = 0,85$ $\Sigma r_i^2 = 1,45$ $M_L = 86,04 \quad \text{kN.m}$

$$\begin{aligned} F5 = F7 &= -52,04 & \text{kN} \\ F6 = F8 &= 52,04 & \text{kN} \end{aligned}$$

d) Devido à força transversal $\text{sen}(\alpha) = 0,1659$ $\Sigma \text{sen}^2(\alpha) = 0,1101$ $H_{T\text{MÁX}} = 105,65 \quad \text{kN}$

$$\begin{aligned} F5 = F6 &= 159,21 & \text{kN} \\ F7 = F8 &= -159,21 & \text{kN} \end{aligned}$$

e) Devido ao momento transversal

$$\begin{aligned} F1 = F2 &= -70,40 & \text{kN} \\ F3 = F4 &= 70,40 & \text{kN} \end{aligned}$$

f) Superposição dos efeitos

F1 = 382,14	kN	F2 = 539,30	kN
F3 = 382,14	kN	F4 = 539,30	kN
F5 = 638,29	kN	F6 = 742,37	kN
F7 = 319,88	kN	F8 = 423,96	kN
F9 = 522,95	kN	F10 = 680,11	kN
F11 = 522,95	kN	F12 = 680,11	kN

3.3.2 Cálculo dos blocos

a) Na direção longitudinal

$$\begin{aligned} M_{Ld} &= 3128,20 & \text{kN.m} & \quad d_W = 3,60 \quad \text{m} & \quad d = 1,22 \quad \text{m} \\ M_{d\text{MIN}} &= 2824,06 & \text{kN.m} \\ Y &= 0,04 & \text{cm} \\ A_{SL} &= 59,95 & \text{cm}^2 \\ A_{\text{MIN}} &= 67,50 & \text{cm}^2 \end{aligned}$$

Adotar $22 \quad \varnothing \quad 20$

b) Na direção transversal

$$\begin{aligned} M_{Ld} &= 3537,72 & \text{kN.m} & \quad d_W = 2,70 \quad \text{m} & \quad d = 1,22 \quad \text{m} \\ M_{d\text{MIN}} &= 2118,04 & \text{kN.m} \\ Y &= 0,06 & \text{cm} \\ A_{SL} &= 68,39 & \text{cm}^2 \\ A_{\text{MIN}} &= 50,63 & \text{cm}^2 \end{aligned}$$

Adotar $14 \quad \varnothing \quad 25$

3.4 Apoio P3

3.4.1 Cálculo das cargas axiais nas estacas

3.4.1.1 Para a hipótese de máxima carga vertical

Cargas da meso

$$\begin{aligned} N_{\text{MIN}} &= 2778,02 & \text{kN} \\ N_{\text{MÁX}} &= 4444,02 & \text{kN} \end{aligned}$$

Máxima carga vertical ($N_{\text{MÁX}}$):	4444,02	kN
Carga de solo sobre a infra:	0,00	kN
Peso próprio do bloco:	364,58	kN
$V_{\text{MÁX}} =$	4808,60	kN

Máxima força horizontal longitudinal ($H_{L\text{MÁX}}$):	52,14	kN
Máximo empuxo horizontal longitudinal (E_A):	0,00	kN
Máxima força horizontal transversal ($H_{T\text{MÁX}}$):	105,65	kN

a) Devido às cargas verticais: $\cos(\alpha) = 0,9861$ $\text{Scos}^2(\alpha) = 5,8349$ $V_{\text{MÁX}} = 4808,60$ kN

$$F1 = F2 = F3 = F6 = F7 = F8 = F9 = F10 = F11 = F12 = 812,69 \text{ kN}$$

b) Devido à força longitudinal $\sin(\alpha) = 0,1659$ $\Sigma \sin^2(\alpha) = 0,1101$ $H_{\text{LMÁX}} = 52,14$ kN

$$E_A = 0,00 \text{ kN}$$

$$\text{Total} = 52,14 \text{ kN}$$

$$F1 = F3 = F9 = F11 = -78,58 \text{ kN}$$

$$F2 = F4 = F10 = F12 = 78,58 \text{ kN}$$

c) Devido ao momento longitudinal $r_i = 0,85$ $\Sigma r_i^2 = 1,45$ $M_L = 86,04$ kN.m

$$F5 = F7 = -52,04 \text{ kN}$$

$$F6 = F8 = 52,04 \text{ kN}$$

d) Devido à força transversal $\sin(\alpha) = 0,1659$ $\Sigma \sin^2(\alpha) = 0,1101$ $H_{\text{TMÁX}} = 105,65$ kN

$$F5 = F6 = 159,21 \text{ kN}$$

$$F7 = F8 = -159,21 \text{ kN}$$

e) Devido ao momento transversal $r_i = 3,5$ $\Sigma r_i^2 = 97,7$ $M_L = -1914,32$ kN.m

$$F1 = F2 = -70,40 \text{ kN}$$

$$F3 = F4 = 70,40 \text{ kN}$$

f) Superposição dos efeitos

$$F1 = 663,71 \text{ kN} \quad F2 = 820,87 \text{ kN}$$

$$F3 = 663,71 \text{ kN} \quad F4 = 820,87 \text{ kN}$$

$$F5 = 919,86 \text{ kN} \quad F6 = 1023,94 \text{ kN}$$

$$F7 = 601,45 \text{ kN} \quad F8 = 705,53 \text{ kN}$$

$$F9 = 804,52 \text{ kN} \quad F10 = 961,68 \text{ kN}$$

$$F11 = 804,52 \text{ kN} \quad F12 = 961,68 \text{ kN}$$

3.4.1.2 Para a hipótese de mínima carga vertical

Cargas da meso

$$N_{\text{MIN}} = 2778,02 \text{ kN}$$

$$N_{\text{MÁX}} = 4444,02 \text{ kN}$$

$$\text{Mínima carga vertical } (N_{\text{MIN}}): 2778,02 \text{ kN}$$

$$\text{Carga de solo sobre a infra: } 0,00 \text{ kN}$$

$$\text{Peso próprio do bloco: } 364,58 \text{ kN}$$

$$V_{\text{MÁX}} = 3142,60 \text{ kN}$$

$$\text{Máxima força horizontal longitudinal } (H_{\text{LMÁX}}): 52,14 \text{ kN}$$

$$\text{Máximo empuxo horizontal longitudinal } (E_A): 0,00 \text{ kN}$$

$$\text{Máxima força horizontal transversal } (H_{\text{TMÁX}}): 105,65 \text{ kN}$$

a) Devido às cargas verticais: $\cos(\alpha) = 0,9861$ $\text{Scos}^2(\alpha) = 5,8349$ $V_{\text{MIN}} = 3142,60$ kN

$$F1 = F2 = F3 = F6 = F7 = F8 = F9 = F10 = F11 = F12 = 531,13 \text{ kN}$$

b) Devido à força longitudinal $\sin(\alpha) = 0,1659$ $\Sigma \sin^2(\alpha) = 0,1101$ $H_{\text{LMÁX}} = 52,14$ kN

$$E_A = 0,00 \text{ kN}$$

$$\text{Total} = 52,14 \text{ kN}$$

$$F1 = F3 = F9 = F11 = -78,58 \text{ kN}$$

$$F2 = F4 = F10 = F12 = 78,58 \text{ kN}$$

c) Devido ao momento longitudinal $r_i = 0,85$ $\Sigma r_i^2 = 1,45$ $M_L = 86,04$ kN.m

$$F5 = F7 = -52,04 \text{ kN}$$

$$F6 = F8 = 52,04 \text{ kN}$$

d) Devido à força transversal $\sin(\alpha) = 0,1659$ $\Sigma \sin^2(\alpha) = 0,1101$ $H_{T\text{MÁX}} = 105,65$ kN

$$F5 = F6 = 159,21 \text{ kN}$$

$$F7 = F8 = -159,21 \text{ kN}$$

e) Devido ao momento transversal

$$F1 = F2 = -70,40 \text{ kN}$$

$$F3 = F4 = 70,40 \text{ kN}$$

f) Superposição dos efeitos

$$F1 = 382,14 \text{ kN} \quad F2 = 539,30 \text{ kN}$$

$$F3 = 382,14 \text{ kN} \quad F4 = 539,30 \text{ kN}$$

$$F5 = 638,29 \text{ kN} \quad F6 = 742,37 \text{ kN}$$

$$F7 = 319,88 \text{ kN} \quad F8 = 423,96 \text{ kN}$$

$$F9 = 522,95 \text{ kN} \quad F10 = 680,11 \text{ kN}$$

$$F11 = 522,95 \text{ kN} \quad F12 = 680,11 \text{ kN}$$

3.4.2 Cálculo dos blocos

a) Na direção longitudinal

$$M_{Ld} = 3128,20 \text{ kN.m} \quad d_W = 3,60 \text{ m} \quad d = 1,22 \text{ m}$$

$$M_{d\text{MIN}} = 2824,06 \text{ kN.m}$$

$$Y = 0,04 \text{ cm}$$

$$A_{SL} = 59,95 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{MIN}} = 67,50 \text{ cm}^2$$

$$\text{Adotar } 22 \text{ } \varnothing \text{ } 20$$

b) Na direção transversal

$$M_{Ld} = 3537,72 \text{ kN.m} \quad d_W = 2,70 \text{ m} \quad d = 1,22 \text{ m}$$

$$M_{d\text{MIN}} = 2118,04 \text{ kN.m}$$

$$Y = 0,06 \text{ cm}$$

$$A_{SL} = 68,39 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{MIN}} = 50,63 \text{ cm}^2$$

$$\text{Adotar } 14 \text{ } \varnothing \text{ } 25$$

3.5 Apoio P4

3.5.1 Cálculo das cargas axiais nas estacas

3.5.1.1 Para a hipótese de máxima carga vertical

Cargas da meso

$$N_{\text{MIN}} = 2748,57 \text{ kN}$$

$$N_{\text{MÁX}} = 4414,57 \text{ kN}$$

$$\text{Máxima carga vertical } (N_{\text{MÁX}}): 4414,57 \text{ kN}$$

$$\text{Carga de solo sobre a infra: } 0,00 \text{ kN}$$

$$\text{Peso próprio do bloco: } 364,58 \text{ kN}$$

$$V_{\text{MÁX}} = 4779,14 \text{ kN}$$

$$\text{Máxima força horizontal longitudinal } (H_{\text{LMÁX}}): 144,25 \text{ kN}$$

$$\text{Máximo empuxo horizontal longitudinal } (E_A): 61,61 \text{ kN}$$

$$\text{Máxima força horizontal transversal } (H_{\text{TMÁX}}): 115,59 \text{ kN}$$

a) Devido às cargas verticais: $\cos(\alpha) = 0,9861$ $\text{Scos}^2(\alpha) = 5,8349$ $V_{\text{MÁX}} = 4779,14$ kN

$$F1 = F2 = F3 = F6 = F7 = F8 = F9 = F10 = F11 = F12 = 807,72 \text{ kN}$$

b) Devido à força longitudinal $\sin(\alpha) = 0,1659$ $\Sigma \sin^2(\alpha) = 0,1101$ $H_{LMAX} = 144,25$ kN
 $E_A = 61,61$ kN
 Total = 205,86 kN

F1 = F3 = F9 = F11 = -310,23 kN
 F2 = F4 = F10 = F12 = 310,23 kN

c) Devido ao momento longitudinal $r_i = 0,85$ $\Sigma r_i^2 = 1,45$ $M_L = -184,75$ kN.m

F5 = F7 = 111,75 kN
 F6 = F8 = -111,75 kN

d) Devido à força transversal $\sin(\alpha) = 0,1659$ $\Sigma \sin^2(\alpha) = 0,1101$ $H_{TMAX} = 115,59$ kN

F5 = F6 = 174,19 kN
 F7 = F8 = -174,19 kN

e) Devido ao momento transversal $r_i = 3,5$ $\Sigma r_i^2 = 97,7$ $M_L = -2267,86$ kN.m

F1 = F2 = -83,41 kN
 F3 = F4 = 83,41 kN

f) Superposição dos efeitos

F1 = 414,08 kN F2 = 1034,54 kN
 F3 = 414,08 kN F4 = 1034,54 kN
 F5 = 1093,66 kN F6 = 870,15 kN
 F7 = 745,28 kN F8 = 521,78 kN
 F9 = 580,89 kN F10 = 1201,35 kN
 F11 = 580,89 kN F12 = 1201,35 kN

3.5.1.2 Para a hipótese de mínima carga vertical

Cargas da meso

$N_{MIN} = 2748,57$ kN

$N_{MAX} = 4414,57$ kN

Mínima carga vertical (N_{MIN}): 2748,57 kN

Carga de solo sobre a infra: 0,00 kN

Peso próprio do bloco: 364,58 kN

$V_{MAX} = 3113,14$ kN

Máxima força horizontal longitudinal (H_{LMAX}): 144,25 kN

Máximo empuxo horizontal longitudinal (E_A): 61,61 kN

Máxima força horizontal transversal (H_{TMAX}): 115,59 kN

a) Devido às cargas verticais: $\cos(\alpha) = 0,9861$ $\Sigma \cos^2(\alpha) = 5,8349$ $V_{MIN} = 3113,14$ kN

F1 = F2 = F3 = F6 = F7 = F8 = F9 = F10 = F11 = F12 = 526,15 kN

b) Devido à força longitudinal $\sin(\alpha) = 0,1659$ $\Sigma \sin^2(\alpha) = 0,1101$ $H_{LMAX} = 144,25$ kN
 $E_A = 61,61$ kN
 Total = 205,86 kN

F1 = F3 = F9 = F11 = -310,23 kN
 F2 = F4 = F10 = F12 = 310,23 kN

c) Devido ao momento longitudinal $r_i = 0,85$ $\Sigma r_i^2 = 1,45$ $M_L = -184,75$ kN.m

F5 = F7 = 111,75 kN
 F6 = F8 = -111,75 kN

d) Devido à força transversal $\sin(\alpha) = 0,1659$ $\Sigma \sin^2(\alpha) = 0,1101$ $H_{TMAX} = 115,59$ kN

F5 = F6 = 174,19 kN
 F7 = F8 = -174,19 kN

e) Devido ao momento transversal

$$\begin{aligned} F1 = F2 &= -83,41 & \text{kN} \\ F3 = F4 &= 83,41 & \text{kN} \end{aligned}$$

f) Superposição dos efeitos

$$\begin{aligned} F1 &= 132,51 & \text{kN} & \quad F2 = 752,97 & \text{kN} \\ F3 &= 132,51 & \text{kN} & \quad F4 = 752,97 & \text{kN} \\ F5 &= 812,09 & \text{kN} & \quad F6 = 588,59 & \text{kN} \\ F7 &= 463,71 & \text{kN} & \quad F8 = 240,21 & \text{kN} \\ F9 &= 299,33 & \text{kN} & \quad F10 = 919,78 & \text{kN} \\ F11 &= 299,33 & \text{kN} & \quad F12 = 919,78 & \text{kN} \end{aligned}$$

3.5.2 Cálculo dos blocos

a) Na direção longitudinal

$$\begin{aligned} M_{Ld} &= 3449,22 & \text{kN.m} & \quad d_W = 3,60 & \text{m} & \quad d = 1,22 & \text{m} \\ M_{dMIN} &= 2824,06 & \text{kN.m} \\ Y &= 0,04 & \text{cm} \\ A_{SL} &= 66,22 & \text{cm}^2 \\ A_{MIN} &= 67,50 & \text{cm}^2 \end{aligned}$$

Adotar 22 Ø 20

b) Na direção transversal

$$\begin{aligned} M_{Ld} &= 3574,14 & \text{kN.m} & \quad d_W = 2,70 & \text{m} & \quad d = 1,22 & \text{m} \\ M_{dMIN} &= 2118,04 & \text{kN.m} \\ Y &= 0,06 & \text{cm} \\ A_{SL} &= 69,11 & \text{cm}^2 \\ A_{MIN} &= 50,63 & \text{cm}^2 \end{aligned}$$

Adotar 15 Ø 25

3.6 Apoio P5

3.6.1 Cálculo das cargas axiais nas estacas

3.6.1.1 Para a hipótese de máxima carga vertical

Cargas da meso

$$\begin{aligned} N_{MIN} &= 1491,96 & \text{kN} \\ N_{MAX} &= 2964,46 & \text{kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Máxima carga vertical (N}_{MAX}\text{):} & 2964,46 & \text{kN} & \quad \text{Máxima força horizontal longitudinal (H}_{LMAX}\text{):} & 134,48 & \text{kN} \\ \text{Carga de solo sobre a infra:} & 321,65 & \text{kN} & \quad \text{Máximo empuxo horizontal longitudinal (E}_A\text{):} & 0,00 & \text{kN} \\ \text{Peso próprio do bloco:} & 364,58 & \text{kN} & \quad \text{Máxima força horizontal transversal (H}_{TMAX}\text{):} & 61,63 & \text{kN} \\ V_{MAX} &= 3650,68 & \text{kN} \end{aligned}$$

a) Devido às cargas verticais: $\cos(\alpha) = 0,9861$ $\text{Scos}^2(\alpha) = 5,8349$ $V_{MAX} = 3650,68$ kN

$$F1 = F2 = F3 = F6 = F7 = F8 = F9 = F10 = F11 = F12 = 617,00 \text{ kN}$$

b) Devido à força longitudinal $\text{sen}(\alpha) = 0,1659$ $\Sigma \text{sen}^2(\alpha) = 0,1101$ $H_{LMAX} = 134,48$ kN

$$F1 = F3 = F9 = F11 = -202,66 \text{ kN}$$

$$F2 = F4 = F10 = F12 = 202,66 \text{ kN}$$

$$E_A = 0,00 \text{ kN}$$

$$\text{Total} = 134,48 \text{ kN}$$

- c) Devido ao momento longitudinal $r_i = 3,5$ $\Sigma r_i^2 = 97,72$ $M_L = -1394,1 \text{ kN.m}$
- $F5 = F7 = 51,27 \text{ kN}$
 $F6 = F8 = -51,27 \text{ kN}$
- d) Devido à força transversal $\text{sen}(\alpha) = 0,1659$ $\Sigma \text{sen}^2(\alpha) = 0,1101$ $H_{T\text{MÁX}} = 61,63 \text{ kN}$
- $F5 = F6 = 92,88 \text{ kN}$
 $F7 = F8 = -92,88 \text{ kN}$
- e) Devido ao momento transversal $r_i = 3,5$ $\Sigma r_i^2 = 97,7$ $M_L = -1394,1 \text{ kN.m}$
- $F1 = F2 = -51,27 \text{ kN}$
 $F3 = F4 = 51,27 \text{ kN}$
- f) Superposição dos efeitos
- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| $F1 = 363,06 \text{ kN}$ | $F2 = 768,39 \text{ kN}$ |
| $F3 = 363,06 \text{ kN}$ | $F4 = 768,39 \text{ kN}$ |
| $F5 = 376,35 \text{ kN}$ | $F6 = 1043,39 \text{ kN}$ |
| $F7 = 190,60 \text{ kN}$ | $F8 = 857,64 \text{ kN}$ |
| $F9 = 465,61 \text{ kN}$ | $F10 = 870,93 \text{ kN}$ |
| $F11 = 465,61 \text{ kN}$ | $F12 = 870,93 \text{ kN}$ |

3.5.1.2 Para a hipótese de mínima carga vertical

Cargas da meso

$$N_{\text{MIN}} = 1491,96 \text{ kN}$$

$$N_{\text{MÁX}} = 2964,46 \text{ kN}$$

Mínima carga vertical (N_{MIN}): $1491,96 \text{ kN}$

Carga de solo sobre a infra: $321,65 \text{ kN}$

Peso próprio do bloco: $364,58 \text{ kN}$

$$V_{\text{MÁX}} = \frac{364,58}{2178,18} \text{ kN}$$

Máxima força horizontal longitudinal ($H_{\text{LMÁX}}$): $134,48 \text{ kN}$

Máximo empuxo horizontal longitudinal (E_A): $0,00 \text{ kN}$

Máxima força horizontal transversal ($H_{\text{TMÁX}}$): $61,63 \text{ kN}$

- a) Devido às cargas verticais: $\cos(\alpha) = 0,9861$ $\text{Scos}^2(\alpha) = 5,8349$ $V_{\text{MIN}} = 2178,18 \text{ kN}$
- $F1 = F2 = F3 = F6 = F7 = F8 = F9 = F10 = F11 = F12 = 184,07 \text{ kN}$
- b) Devido à força longitudinal $\text{sen}(\alpha) = 0,1659$ $\Sigma \text{sen}^2(\alpha) = 0,1101$ $H_{\text{LMÁX}} = 134,48 \text{ kN}$
 $E_A = 0,00 \text{ kN}$
Total = $134,48 \text{ kN}$
- $F1 = F3 = F9 = F11 = -202,66 \text{ kN}$
 $F2 = F4 = F10 = F12 = 202,66 \text{ kN}$
- c) Devido ao momento longitudinal $r_i = 3,50$ $\Sigma r_i^2 = 97,72$ $M_L = -1394,1 \text{ kN.m}$
- $F5 = F7 = 51,27 \text{ kN}$
 $F6 = F8 = -51,27 \text{ kN}$
- d) Devido à força transversal $\text{sen}(\alpha) = 0,1659$ $\Sigma \text{sen}^2(\alpha) = 0,1101$ $H_{\text{TMÁX}} = 61,63 \text{ kN}$
- $F5 = F6 = 92,88 \text{ kN}$
 $F7 = F8 = -92,88 \text{ kN}$
- e) Devido ao momento transversal
- $F1 = F2 = -51,27 \text{ kN}$
 $F3 = F4 = 51,27 \text{ kN}$

f) Superposição dos efeitos

F1 = -69,87	kN	F2 = 335,46	kN
F3 = -69,87	kN	F4 = 335,46	kN
F5 = -56,58	kN	F6 = 610,46	kN
F7 = -242,33	kN	F8 = 424,71	kN
F9 = 32,68	kN	F10 = 438,00	kN
F11 = 32,68	kN	F12 = 438,00	kN

3.5.2 Cálculo dos blocos

a) Na direção longitudinal

$M_{Ld} = 3050,54$	kN.m	$D_W = 3,60$	m	$d = 1,22$	m
$M_{dMIN} = 0,00$	kN.m				
$Y = 0,04$	cm				
$A_{SL} = 58,44$	cm ²				
$A_{MIN} = 67,50$	cm ²				

Adotar 22 Ø 20

b) Na direção transversal

$M_{Ld} = 2583,94$	kN.m	$D_W = 2,70$	m	$d = 1,22$	m
$M_{dMIN} = 0,00$	kN.m				
$Y = 0,04$	cm				
$A_{SL} = 49,61$	cm ²				
$A_{MIN} = 50,63$	cm ²				

Adotar 17 Ø 20

11.1.3 Memória de Cálculo de Quantidades

2 – Infraestrutura

2.1 – Escavação mecânica dos solos

Area em planta do bloco $A_1 = L_1 \times T_1$

Volume de escavação por bloco $V_1 = A_1 \times H_1$

Volume total de escavação em solo = $A_1 \times H_1 \times N$

Onde:

L_1 = Comprimento longitudinal das bloco

T_1 = Comprimento transversal da bloco

H_1 = Altura de escavação em solo

N = Número de blocos

Blocos						
	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
Comprimento longitudinal da escavação (m)	4,70	4,70	0,00	0,00	4,70	4,70
Comprimento transversal da escavação (m)	5,60	5,60	0,00	0,00	5,60	5,60
Altura de escavação em solo (m)	3,50	2,00	0,00	0,00	2,00	2,00
Área em planta da bloco (m²)	26,32	37,62	1,00	0,00	26,32	26,32
Volume de escavação em solo por bloco (m³)	92,12	75,24	0,00	0,00	52,64	52,64
Nº de blocos	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Volume total de escavação em solo (m³)	184,24	150,48	0,00	0,00	105,28	105,28
Vigas de rigidez						
	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
Comprimento longitudinal da viga(m)	3,90	3,90	0,00	0,00	3,90	3,90
Comprimento transversal da viga (m)	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
Altura de escavação em solo (m)	3,50	2,00	0,00	0,00	2,00	3,50
Área em planta da viga (m²)	3,90	9,80	1,00	0,00	3,90	3,90
Volume de escavação em solo por viga (m³)	13,65	19,60	0,00	0,00	7,80	13,65
Nº de blocos	2,00	2,00	0,00	0,00	2,00	2,00
Volume total de escavação em solo (m³)	27,30	39,20	0,00	0,00	15,60	27,30

2.3 – Lastro de brita

Regularização blocos						
	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
Área em planta (m²)	9,72	9,72	0,00	0,00	9,72	9,72
Espessura de brita (m)	0,05	0,05	0,00	0,00	0,05	0,05
Volume de brita por bloco (m³)	0,49	0,49	0,00	0,00	0,49	0,49
Nº de blocos	2	2	0	0	2	2
Volume total de brita (m³)	0,97	0,97	0	0	0,97	0,97
Regularização vigas						
	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
Área em planta (m²)	2,73	2,73	2,73	2,73	2,73	2,73
Espessura de concreto magro (m)	0,05	0,05	0,00	0,00	0,05	0,05
Volume de concreto magro por viga (m³)	0,14	0,14	0,00	0,00	0,14	0,14
Nº de vigas	1	1	1	1	1	1
Volume total de concreto magro (m³)	0,14	0,14	0	0	0,14	0,14

2.4 – Concreto Magro

Volume de concreto magro por bloco $V_2 = A_2 \times e_2$

Volume de concreto magro total = $V_2 \times N$

Onde:

e_2 = Espessura de concreto magro

Regularização blocos						
	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
Área em planta (m²)	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70
Espessura de concreto magro (m)	0,10	0,10	0,00	0,00	0,10	0,10
Volume de concreto magro por bloco (m³)	1,17	1,17	0,00	0,00	1,17	1,17
Nº de blocos	2	2	2	2	2	2
Volume total de concreto magro (m³)	2,34	2,34	0	0	2,34	2,34
Regularização vigas						
	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
Área em planta (m²)	3,12	3,12	3,12	3,12	3,12	3,12
Espessura de concreto magro (m)	0,10	0,10	0,00	0,00	0,10	0,10
Volume de concreto magro por viga (m³)	0,31	0,31	0,00	0,00	0,31	0,31
Nº de vigas	1	1	1	1	1	1
Volume total de concreto magro (m³)	0,31	0,31	0	0	0,31	0,31

2.5 – Formas de placa compensada resinada

Área lateral do bloco: $A_1 = L_1 \times H_1$

Área frontal do bloco: $A_2 = T \times H_1$

Área de forma por bloco: $A = 2 \times A_1 + 2 \times A_2$

Forma dos pilares = $A \times N$

Onde:

L_1 = Comprimento longitudinal do bloco

T = Comprimento transversal do bloco

H_1 = Altura do bloco

N = Número de blocos

Perímetro da viga de rigidez: $P = 2 \times H_2 + L_2$

Forma da viga de rigidez = $P \times C$

Onde:

H_2 = Altura da viga de rigidez

L_2 = Largura da viga de rigidez

C = Comprimento da viga de rigidez

Regularização blocos						
	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
Comprimento longitudinal (m)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Comprimento transversal (m)	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90
Altura (m)	0,10	0,10	0,00	0,00	0,10	0,10
Área lateral (m²)	0,30	0,30	0,00	0,00	0,30	0,30
Área frontal (m²)	0,39	0,39	0,00	0,00	0,39	0,39
Área de forma por bloco (m)	1,38	1,38	0,00	0,00	1,38	1,38
Nº de blocos	2	2	2	2	2	2
Forma dos blocos (m²)	2,76	2,76	0	0	2,76	2,76
Regularização vigas						
	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
Comprimento longitudinal (m)	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90
Comprimento transversal (m)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Altura (m)	0,10	0,10	0,00	0,00	0,10	0,10
Área lateral (m²)	0,39	0,39	0,00	0,00	0,39	0,39
Área frontal (m²)	0,08	0,08	0,00	0,00	0,08	0,08
Área de forma por viga (m)	0,94	0,94	0,00	0,00	0,94	0,94

Nº de vigas	1	1	1	1	1	1
Forma dos vigas (m²)	0,94	0,94	0	0,00	0,94	0,94
Blocos						
	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
Comprimento longitudinal do bloco (m)	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70
Comprimento transversal do bloco (m)	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60
Altura do bloco (m)	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
Área lateral do bloco (m²)	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78
Área frontal do bloco (m²)	5,04	5,04	5,04	5,04	5,04	5,04
Área de forma por bloco (m)	17,64	17,64	27,36	27,36	17,64	17,64
Nº de blocos	2	2	2	2	2	2
Forma dos blocos (m²)	35,28	35,28	54,72	54,72	35,28	35,28
Vigas de rigidez						
	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
Altura viga de rigidez (m)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Largura viga de rigidez (m)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Comprimento viga de rigidez (m)	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90
Perímetro de forma na viga de rigidez (m)	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Forma da viga de rigidez (m²)	9,75	9,75	11,70	11,70	9,75	9,75

2.6 – Concreto estrutural $f_{ck} = 30$ Mpa-controlado razoável com aditivo confecção e lançamento

Área do fundo do bloco: $A_1 = L_1 \times T$

Volume por bloco: $V = A_1 \times H_1$

Volume dos blocos = $V \times N$

Onde:

L_1 = Comprimento longitudinal do bloco

T = Comprimento transversal do bloco

H_1 = Altura do bloco

N = Número de blocos

Área da viga de rigidez: $A_2 = H_2 \times L_2$

Volume da viga de rigidez = $A_2 \times C$

Onde:

H_2 = Altura da viga de rigidez

L_2 = Largura da viga de rigidez

C = Comprimento da viga de rigidez

Blocos						
	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
Área de fundo do bloco (m²)	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72
Altura do bloco (m)	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
Volume por bloco (m)	13,61	13,61	13,61	13,61	13,61	13,61
Nº de blocos	2	2	2	2	2	2
Concreto dos blocos (m³)	27,22	27,22	27,22	27,22	27,22	27,22
Vigas de rigidez						
	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
Altura viga de rigidez (m)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Largura viga de rigidez (m)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Comprimento viga de rigidez (m)	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90
Concreto da viga de rigidez (m³)	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95

2.7 – Estaca raiz Ø31cm com capacidade de carga de 110tf

Estacas raiz Ø31cm com capacidade de carga de 110tf						
	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
Comprimento médio em solo/água (m)	8,00	10,00	8,00	8,00	10,00	9,00
Comprimento médio em rocha (m)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Número de estacas por bloco (m)	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Comprimento de estacas em solo/bloco (m)	48,00	60,00	48,00	48,00	60,00	54,00
Comprimento de estacas em rocha/bloco (m)	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Nº de blocos	2	2	2	2	2	2
Comprimento total de estacas-solo (m)	96	120	96	96	120	108
Comprimento total de estacas-rocha (m)	36	36	36	36	36	36

2.8 – Fornecimento, preparo e colocação formas aço CA 50

Blocos + Viga de rigidez						
	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
Aço CA-50 (Kg)	1827	1899	1899	1899	1899	1827

2.9 – Revestimento perdido para estaca raiz SCH 80

	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
Comprimento médio água (m)	0,00	0,00	4,00	4,00	0,00	0,00
Número de estacas por bloco (m)	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Comprimento de estacas em água/bloco (m)	0,00	0,00	24,00	24,00	0,00	0,00
Nº de blocos	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Comprimento total de estacas-solo (m)	0	0	48	48	0	0

2.10 – Escoramento com pontaletes

	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
Comprimento longitudinal (m)	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70
Comprimento transversal (m)	9,22	9,22	9,22	9,22	9,22	9,22
Altura (m)	0,00	0,00	3,00	3,00	0,00	0,00
Comprimento total de estacas-solo (m)	0	0	74,68	74,68	0	0

2.11 – Escoramento metálico para plataforma de trabalho

	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
Comprimento longitudinal (m)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Comprimento transversal (m)	9,22	9,22	9,22	9,22	9,22	9,22
Altura (m)	0,00	0,00	3,00	3,00	0,00	0,00
Comprimento total de estacas-solo (m)	0	0	22,13	22,13	0	0

2.12 – Resumo de materiais para mesoestrutura

	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5	Soma
Formas	48,73	48,73	66,42	66,42	48,73	48,73	327,76
Aço CA 50	1827	1899	1899	1899	1899	1827	11251,00
Concreto magro	2,65	2,65	0,00	0,00	2,65	2,65	10,61
Concreto fck = 30 MPa	29,17	29,17	29,17	29,17	29,17	29,17	175,00
Lançamento livre de concreto	29,17	29,17	29,17	29,17	29,17	29,17	175,00
Lançamento mecânico de concreto	29,17	29,17	29,17	29,17	29,17	29,17	175,00
Adensamento de concreto	31,82	31,82	29,17	29,17	31,82	31,82	185,60
Lastro de brita comercial	3,91	1,11	0,00	0,00	3,91	1,11	10,03
Est. Raiz em solo /água Ø 31cm (m)	96,00	120,00	96,00	96,00	120,00	108,00	636,00
Est. Raiz em rocha Ø 31cm (m)	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	216,00
Camisa metálica #6,3mm Ø31cm	0,00	0,00	48,00	48,00	0,00	0,00	96,00
Escavação mecânica em solo	211,54	189,68	0,00	0,00	120,88	132,58	654,68
Arrasamento de estaca de concr	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	15,07
Reaterro e compactação	182,37	0	0	-29,17	91,71	103,41	348,34
Escoramento blocos e vigas	0	0	74,68	74,68	0	0	149,36
Escoramento metálico plataforma	0	0	22,13	22,13	0	0	44,26

3 – Mesoestrutura

3.1 – Formas de placa compensada resinada

Perímetro do pilar: $P_1 = 2 \times 3,1415 \times D / 2$

Área de forma por pilar: $A = P_1 \times H_1$

Forma dos pilares = $A \times N$

Onde:

D = Diâmetro do pilar

H_1 = Altura do pilar

N = Número de pilares

Perímetro de forma na viga do pórtico: $P_2 = 2 \times H_2 + L$

Forma da viga do pórtico = $P_2 \times C$

Onde:

H_2 = Altura da viga do pórtico

L = Largura da viga do pórtico

C = Comprimento da viga do pórtico

Pilares						
	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
Diâmetro do pilar (m)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Perímetro do pilar (m)	3,14	3,14	3,14	3,14	3,14	3,14
Alturas do pilar (m)	1,00	4,00	5,50	5,50	4,00	1,00
Área de forma por pilar (m)	3,14	12,57	17,28	17,28	12,57	3,14
Nº de pilares	2	2	2	2	2	2
Forma dos pilares (m²)	6,28	25,13	34,56	34,56	25,13	6,28

Vigas do pórtico						
	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
Altura viga do pórtico (m)	1,30	1,50	1,50	1,50	1,50	1,30
Largura viga do pórtico (m)	1,30	1,50	1,50	1,50	1,50	1,30
Comprimento viga do pórtico (m)	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
Perímetro de forma na viga do pórtico (m)	3,90	4,50	4,50	4,50	4,50	3,90
Painel lateral (m²)	1,69	2,25	2,25	2,25	2,25	1,69
Forma da viga do pórtico (m²)	54,08	63,00	63,00	63,00	63,00	54,08

Berços						
	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
Altura média do berço (m)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Largura do berço (m)	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Comprimento do berço (m)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Perímetro do berço	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Área de forma por berço (m²)	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Número de berços	5,00	10,00	10,00	10,00	5,00	5,00
Forma berços (m²)	0,97	1,94	1,94	1,94	0,97	0,97

3.2 – Concreto estrutural fck = 30 Mpa-controlado razoável com aditivo confecção e lançamento

Área do pilar: $A_1 = 3,1415 \times D^2 / 4$

Volume por pilar: $V = A_1 \times H_1$

Volume dos pilares = $V \times N$

D = Diâmetro do pilar

H₁ = Altura do pilar

N = Número de pilares

Área da viga do pórtico: A₂ = H₂ x L

Volume da viga do pórtico = A₂ x C

Onde:

H₂ = Altura da viga do pórtico

L = Largura da viga do pórtico

C = Comprimento da viga do pórtico

Pilares						
	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
Diâmetro do pilar (m)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Área do pilar (m)	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
Alturas do pilar (m)	1,00	4,00	5,50	5,50	4,00	1,00
Volume por pilar (m)	0,79	3,14	4,32	4,32	3,14	0,79
Nº de pilares	2	2	2	2	2	2
Concreto dos pilares (m³)	1,57	6,28	8,64	8,64	6,28	1,57

Vigas do pórtico						
	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
Altura viga do pórtico (m)	1,30	1,50	1,50	1,50	1,50	1,30
Largura viga do pórtico (m)	1,30	1,50	1,50	1,50	1,50	1,30
Comprimento viga do pórtico (m)	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
Concreto da viga do pórtico (m³)	21,97	29,25	29,25	29,25	29,25	21,97

Berços						
	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
Altura média do berço (m)	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097
Largura do berço (m)	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Comprimento do berço (m)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Número de berços	5,00	10,00	10,00	10,00	5,00	5,00
Concreto berços (m³)	0,12	0,24	0,24	0,24	0,12	0,12

3.3 – Fornecimento, preparo e colocação formas aço CA 50

Pilares + Viga do Pórtico + berços						
	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
Aço CA-50 (Kg)	2465	4023	4143	4143	4023	2465

3.4 – Aparelho apoio em neoprene fretado - fornecimento e aplicação

Volume por aparelho de apoio: V = A x B x H x 1000

Volume de aparelho de apoio = V x N

Onde:

A: Menor dimensão do aparelho de apoio em planta

B: Maior dimensão do aparelho de apoio em planta

H: Altura do aparelho de apoio

N: Número de aparelhos de apoio por pórtico

	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
A (m)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
B (m)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
H (m)	0,0650	0,0650	0,0650	0,0650	0,0650	0,0650
Volume por aparelho de apoio (dm³)	7,80	7,80	7,80	7,80	7,80	7,80
N	5	10	10	10	5	10
Volume total (dm³)	39,00	78,00	78,00	78,00	39,00	78,00
Peso (kg)	99,84	199,68	199,68	199,68	99,84	199,68

3.5 – Escoramento com pontaletes

	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
Largura do escoramento (m)	0,90	1,50	1,50	1,50	0,90	1,50
Comprimento do escoramento (m)	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
Altura média (m)	2,00	4,00	5,50	5,50	4,00	2,00
Volume de escoramento (m³)	23,40	78,00	107,25	107,25	46,80	39,00

3.6 – Escoramento metálico plataforma de trabalho

	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5
Largura do escoramento (m)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Comprimento do escoramento (m)	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
Altura média (m)	0,00	0,00	4,50	4,50	0,00	0,00
Volume de escoramento (m³)	0,00	0,00	46,80	46,80	0,00	0,00

3.7 – Resumo de materiais para mesoestrutura

	Pórtico 0	Pórtico 1	Pórtico 2	Pórtico 3	Pórtico 4	Pórtico 5	Soma
Formas	61,33	90,07	99,50	99,50	89,10	61,33	439,50
Aço CA 50	2465	4023	4143	4143	4023	2465	18796,00
Concreto fck = 30 MPa	23,66	35,77	38,13	38,13	35,65	23,66	171,35
Aparelho de apoio em neoprene	39,00	78,00	78,00	78,00	39,00	78,00	312,00
Escoramento com pontaletes	23,40	78,00	107,25	107,25	46,80	39,00	362,70
Escoramento metálicos (plataforma)	0,00	0,00	46,80	46,80	0,00	0,00	93,60

4 Superestrutura

4.1 Longarinas

4.1.1 Forma de placa compensada resinada

$$\text{Comprimento} = 24,90 \text{ m}$$

$$\text{Perímetro} = 3,68 \text{ m}$$

$$\text{Área por longarina} = 3,68 \times 24,9 = 91,6 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total} = 91,6 \times 25 = 2289,3 \text{ m}^2$$

4.1.2 Conc.estr.fck=40 MPa-contr.raz.c/adit.conf. e lanç

$$\text{Área} = 0,55 \text{ m}^2$$

$$\text{Corpo sem a cabeça} = 23,7 \times 0,55 = 12,99 \text{ m}^3$$

$$\text{Cabeça} = 0,6 \times 1,4 \times 0,6 \times 2 = 1,01 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume total} = (13,0 + 1,01) \times 25 = 349,9 \text{ m}^3$$

4.1.3 Fornecimento preparo e colocação aço CA-25

$$\text{Longarinas} = 0 \text{ Kg}$$

4.1.4 Fornecimento preparo e colocação aço CA-50

$$\text{Longarinas} = 58825 \text{ Kg}$$

4.1.5 Fornecimento e colocação de cabos de 12 varas de 12,7 mm Aço CP 190 RB

$$\text{Peso por metro} = 4,65 \text{ kg/m}$$

$$\text{Extensão total} = 26,52 \times 6 \times 25 = 3978,0 \text{ m}$$

$$\text{Peso total} = 4,65 \times 3978 = 18498 \text{ Kg}$$

4.1.6 Protensão e injeção de cabos de 12 varas de 12,7mm

$$\text{Total de unidades} = 6 \times 25 \times 2 = 300 \text{ unid.}$$

4.1.7 Carga transporte içamento e lançamento de vigas pré-moldadas de até 50 ton

$$\text{Total de unidades} = 25 \text{ unid.}$$

4.1.8 Carga transporte içamento e lançamento de pré-lajes pré-moldadas de até 0,3 ton

$$\text{Total de unidades} = 920 \times 1,93 \times 0,50 \times 0,07 \times 2,50 = 155 \text{ ton}$$

4.1.9 Adensamento do concreto das longarinas

$$\text{Volume total} = 349,89 \text{ m}^3$$

4.2 – Laje – Alas – Cortinas - Transversinas – Berços

4.2.1 – Formas de placa compensada resinada

4.2.1.1 – Laje

$$\text{Perímetro da laje: } P_1 = 2 \times H_1 + L_1$$

$$\text{Forma da laje} = P_1 \times C_1$$

$$P_1 = 2 \times (0,33 + 1,05) = 2,76 \text{ m}$$

$$\text{Forma da laje} = 2,76 \times 125,4 = 346,1 \text{ m}^2$$

4.2.1.2 – Alas

$$\text{Área lateral da ala: } A_1 = (C_2 + E_3) \times 0,5 + (H_2 - 0,5) \times (E_{33} + E_3) + ((C_2 - E_{33}) \times (H_2 - 0,5)/2)$$

$$\text{Área de Frontal da ala: } A_2 = E_2 \times (0,5 + (H_2 - 0,5) / \cos 45^\circ)$$

$$\text{Forma das alas} = (A_1 \times 2 + A_2) \times N_2$$

$$A_1 = 3,40 \times 0,5 + (1,6 - 0,5) \times 0,7 + (3,4 - 0,7) \times (1,6 - 0,5) = 3,96 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 0,4 \times (0,5 + (1,6 - 0,5) / 0,7) = 0,83 \text{ m}^2$$

$$\text{Forma das alas} = (3,96 \times 2 + 0,83) \times 4 = 34,95 \text{ m}^2$$

4.2.1.3 – Cortinas com viga da cortina

$$\text{Perímetro da cortina com a viga da cortina: } P_3 = H_3 + E_3 + E_{33} + E_{33} + H_3 - H_{11}$$

$$\text{Forma das cortinas com a viga} = (P_3 \times L_1) \times N_3$$

$$P_3 = 2 + 0,45 + 0,25 + 0,25 + 2 - 0,2 = 4,75 \text{ m}$$

$$\text{Forma cortina 1 com a viga} = 4,75 \times 14,00 \times 2 = 133,0 \text{ m}^2$$

4.2.1.5 – Transversinas 155 x 20

$$\text{Perímetro da seção transversal da transversina } P_5 = H_5 \times 2 + L_5$$

$$\text{Formas das transversinas} = P_5 \times C_5 \times N_5$$

$$A_5 = 1,15 \times 2 + 0,2 = 2,5 \text{ m}^2$$

$$\text{Formas das transversinas} = 2,5 \times 12,6 \times 8 = 252,0 \text{ m}^2$$

4.2.1.6 – Berços

$$\text{Forma dos berços} = 10,4$$

4.2.2 – Concreto estrutural fck = 30 Mpa-controlado razoável com aditivo confecção e lançamento

4.2.2.1 – Laje

$$\text{Área da seção transversal da laje: } A_4 = H_{111} \times L_1$$

$$\text{Volume da laje} = A_4 \times C_1$$

$$A_4 = 0,212 \times 14 = 2,97 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume da laje} = 2,97 \times 125,4 = 373,0 \text{ m}^3$$

4.2.2.2 – Alas

$$\text{Volume das alas} = A_1 \times E_2 \times N_2$$

$$\text{Volume das alas} = 3,96 \times 0,40 \times 4 = 6,33 \text{ m}^3$$

4.2.2.23 – Cortinas

$$\text{Volume das cortinas com viga} = (H_3 \times E_3 \times L_1 + E_{33} \times H_{33} \times L_1) \times 2 + 0,09 \times L_1 \times 2$$

4.2.2.5 – Transversinas 155 x 20

Área da seção transversal da transversina $A_5 = H_5 \times L_5$

Concreto das transversinas = $A_5 \times C_5 \times N_5$

$A_5 = 1,15 \times 0,2 = 0,23 \text{ m}^2$

Concreto das transversinas = $0,23 \times 12,6 \times 8 = 23,18 \text{ m}^3$

4.2.2.6 – Berços

Concreto dos berços = 1,29

4.2.4 – Fornecimento, preparo e colocação formas aço CA 60

4.2.4.1 – Lajes

Peso total de aço = 2096 Kg

4.2.5 – Fornecimento, preparo e colocação formas aço CA 50

4.2.5.1 – Lajes

Peso total de aço = 54809 Kg

4.2.5.2 – Alas

Peso total de aço = 521 Kg

4.2.5.3 – Cortinas

Peso total de aço = 1531 Kg

4.2.5.4 – Transversinas

Peso total de aço = 2059 Kg

4.2.5.5 – Berços

Peso total de aço = 1656 Kg

4.2.6 – Resumo de materiais

	Laje	Alas	Berço	Transversinas	Cortinas	Soma
Formas	346,10	34,95	10,44	252,00	133	776,50
Aço CA 60	2096	0	0	0	0	2096,00
Aço CA 50	54809	521	1656	2059	1531	60576,00
Concreto fck = 30 MPa	372,99	6,33	1,29	23,18	29,47	433,26

4.2.7 – Legenda

H_i = Altura da laje no bordo + Altura da calçada no bordo

H_{11} = Altura da laje junto a cortina

H_{111} = Altura da média da laje

H_{1111} = Altura da média da calçada

H_c = Altura média do Cimbramento

L_i = Largura da laje balanço até a face da longarina

L_{11} = Largura da calçada

C_1 = Comprimento da obra

H_2 = Altura das alas
 E_2 = Espessura das alas
 C_2 = Comprimento das alas
 N_2 = Número de alas
 E_3 = Espessura da ala da viga

H_3 = Altura da cortina
 E_3 = Espessura da cortina
 E_{33} = Espessura da viga da cortina
 N_3 = Número de cortinas

H_5 = Altura das transversinas
 L_5 = Espessura das transversinas
 C_5 = Comprimento das transversinas
 N_5 = Número de transversinas

5 Barreira New Jersey e placa de transição

5.1 – Formas de placa compensada resinada

5.1.1 – Barreira New Jersey

Perímetro da barreira: $P_1 = 1,89$
Área de forma da barreira = $P_1 \times (C_1 + 2) \times 2$
Onde:
 C_1 = Comprimento da barreira

$$\text{Forma da Barreira} = 1,89 \times 132,0 \times 2 = 499,0 \text{ m}^2$$

5.1.2 – Placa de transição

Área de forma da placa de transição = $(H_5 \times 4 \times 2 + H_5 \times L_1 + H_{51} \times L_1) \times 2$
Onde:
 H_5 = Altura da placa de transição em seu início
 H_{51} = Altura da placa de transição em seu fim

$$\text{Área de forma da placa de transição} = 25,74 \text{ m}^2$$

5.2 – Concreto estrutural $f_{ck} = 30$ Mpa-controlado razoável com aditivo confecção e lançamento

5.2.1 – Barreira New Jersey

Área da barreira: $A_1 = 0,215$
Volume de concreto da barreira = $A_1 \times C_1 \times 2$
Onde:

$$\text{Volume de concreto} = 0,22 \times 132,0 \times 2 = 56,8 \text{ m}^3$$

5.2.2 – Placa de transição

Volume de concreto da placa de transição = $(H_5 \times 4 + H_5 \times 0,45) \times L_1 \times 2$

$$\text{Volume de concreto da placa de transição} = (0,25 \times 4 + 0,25 \times 0,45) \times 14,5 \times 2 = 32,25 \text{ m}^3$$

5.3 – Fornecimento, preparo e colocação formas aço CA 50

5.3.1 – Barreira New Jersey

Peso total de aço = 4795 Kg

5.3.2 – Placa de transição

Peso total de aço = 3522 Kg

5.4 – Resumo de materiais para Barreira New Jersey e placa de transição

	Barreira New Jersey	Placa de transição	Guarda Corpo	Soma
Formas	498,96	25,74		524,70
Aço CA 50	4795,00	3522,00		8317,00
Concreto fck = 30 MPa	56,81	32,25		89,06
Guarda corpo metálico			264,00	264,00

11.2 Passagem Inferior

11.2.1 Memorial Descritivo

A extensão total da passagem inferior é de 11,00m. A superestrutura é composta por uma laje única em concreto armado, ligadas as paredes verticais, que tem função de pilar e contenção. As fundações serão diretas tipo radier com espessura de 60cm.

Classe da obra: Trem Tipo Classe 45 da NBR 7188

Concreto Estrutural utilizado:

- Todos os elementos: $f_{ck} = 30 \text{ Mpa}$

11.2.2 Memória de Cálculo Estrutural



1 - Carregamentos

1.1 - Permanentes

1.1.1 - Verticais

1.1.1.1 - Distribuída sobre a laje para 3,50m

Peso da laje + peso do pavimento + peso do aterro + peso da barreira New Jersey

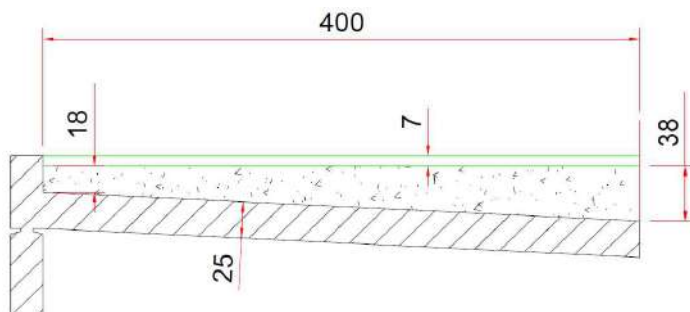
$$0,60 \times 2,50 \times 3,50 + 0,09 \times 2,50 \times 3,50 + 1,30 \times 2,50 \times 3,50 + 0,23 \times 2,50 / 3,50 = 6,202 \text{ ton/m} = 162,02 \text{ kN/m}$$

1.1.1.2 - Concentrada sobre as paredes

1.1.1.3 - Peso da parede + peso do dente de apoio da laje de aproximação

$$5,33 \times 0,60 \times 2,50 \times 3,50 + 0,30 \times 0,20 \times 1,50 \times 2,50 \times 3,50 = 29,63 \text{ ton} = 287,70 \text{ kN.}$$

1.1.1.4 - Reação da laje de aproximação



- Reação do pavimento
 $(0,10 \times 4 \times 2,40) / 2 = 0,48 \text{ ton/m}$
- Reação do solo na laje de aproximação
 $((0,18 + 0,38) / 2 \times 4 \times 1,80) / 2 = 1,01 \text{ ton/m}$
- Reação da laje de aproximação
 $(0,25 \times 4 \times 2,50) = 2,50 \text{ ton/m}$
- Soma das cargas permanentes distribuídas oriundas da laje de aproximação
 $0,48 + 1,01 + 2,50 = 3,99 \text{ ton/m}$

Para 3,50m temos:

$$3,99 \times 3,50 = 13,97 \text{ ton} = 139,70 \text{ kN.}$$

- Carga concentrada da barreira New Jersey na placa de aproximação



$$(0,3194 \times 4,00 \times 2,5) / 2 = 1,60 \text{ ton}$$

Para 3,50m temos:

$$1,60 / 3,50 = 0,45 \text{ ton} = 4,50 \text{ kN}$$

1.1.2 - Horizontais

1.1.2.1 - Empuxo de solo

$$P_a = K_a \times \gamma \times h$$

$$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3 \text{ para pavimento}$$

$$\gamma = 22 \text{ kN/m}^3 \text{ para solo saturado}$$

$$K_a = \tan^2(45^\circ - \phi/2)$$

Considerando $\phi = 30^\circ$

$$K_a = 0,333$$

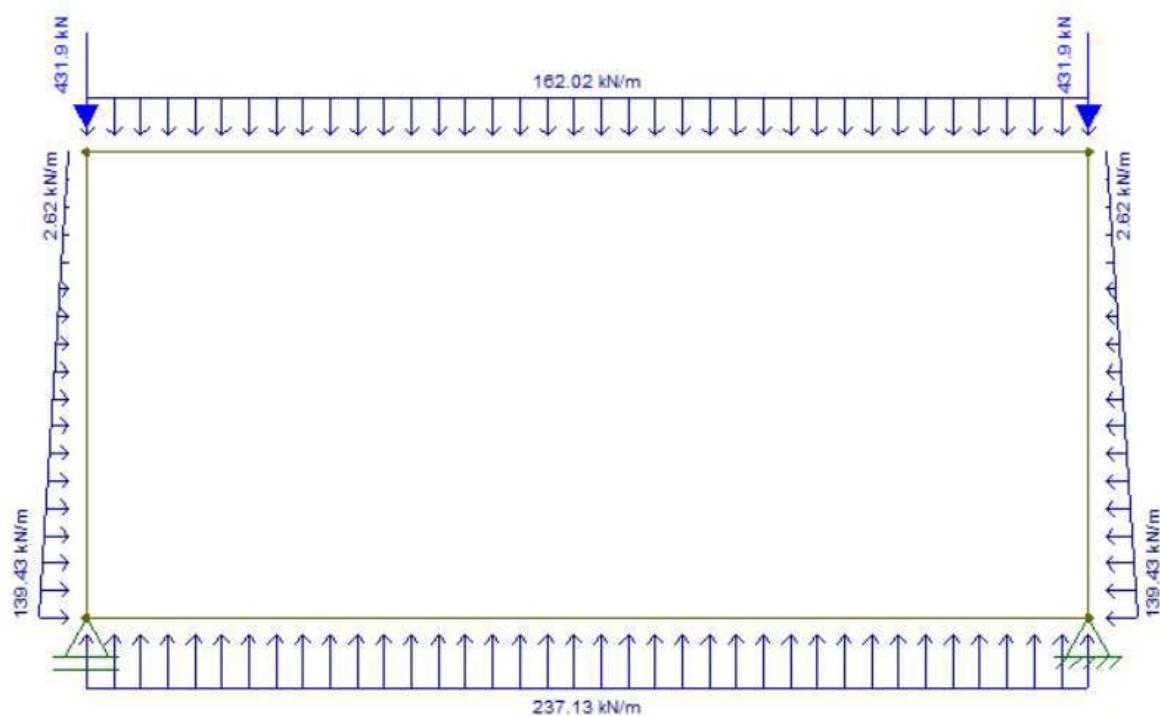
$$\text{Pressão no topo: } 0,333 \times 25 \times 0,09 = 0,7425 \text{ kN/m}$$

$$\text{Para 3,50m temos } 0,8325 \times 3,50 = 2,62 \text{ kN/m}$$

$$\text{Pressão na base: } 0,333 \times 22 \times 5,33 + 0,7425 = 39,83 \text{ kN/m}$$

$$\text{Para 3,50m temos } 39,83 \times 3,50 = 139,42 \text{ kN/m}$$

1.1.3 - Resumo do carregamento permanente



1.2 - Carregamento Móvel

1.2.1 - Verticais

1.2.1.1 - Concentrada

Coeficiente de impacto: $1,40 - 0,007 \times 11,4 = 1,3202$

Para aplicar a carga de multidão em toda a pista descontaremos a sua parcela na carga do veículo tipo.

Área do veículo tipo: $3 \times 6 = 18\text{m}^2$

Carga de multidão na área do veículo tipo: $18 \times 5 = 90\text{kN}$

Descontando esse valor do veículo tipo teremos: $450 - 90 = 360\text{kN}$

Sendo assim a carga por rodado será: $360 / 6 = 60\text{kN}$

Para cada eixo do veículo tipo temos: $2 \times 60 = 120 \text{ kN}$

Considerando o coeficiente de impacto temos: $1,3202 \times 120 = 158,42 \text{ kN}$.

1.2.1.2 - Distribuída

Para a carga de multidão, considerando uma largura de 3,50m temos: $5 \times 3,5 \times 1,3202 = 23,10 \text{ kN/m}$.

1.2.2 - Horizontais

1.2.2.1 - Empuxo de solo provocado pela sobrecarga do trem-tipo

Devido a carga concentrada: Peso do veículo tipo / área do veículo tipo $\times K_a = 360 / 18 \times 0,333 = 6,66 \text{ kN/m}$.

Para 3,50m temos: $6,66 \times 3,5 = 23,33 \text{ kN/m}$

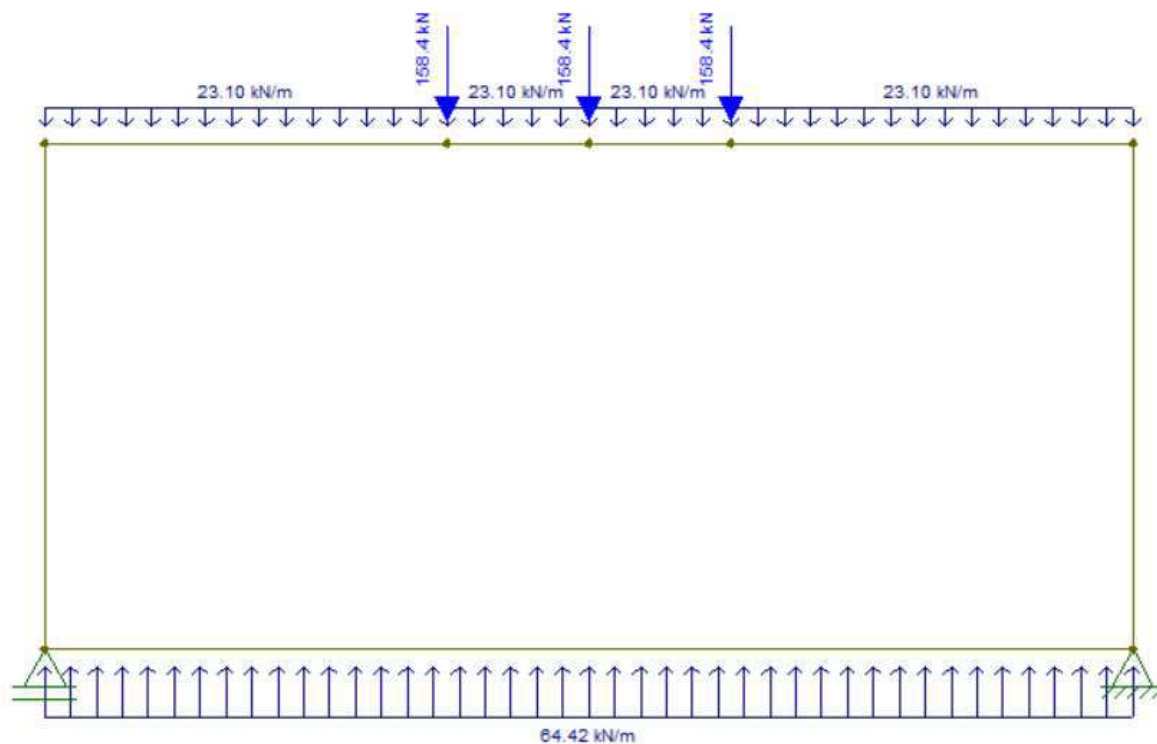
Devido à carga de multidão: $5 \times K_a = 5 \times 0,333 = 1,665$

Para 3,50m temos: $1,665 \times 3,5 = 5,83 \text{ kN/m}$

Carga total = $23,33 + 5,83 = 29,16 \text{ kN/m}$

1.2.3 - Resumo do carregamento

1.2.3.1 - Trem tipo sobre a obra

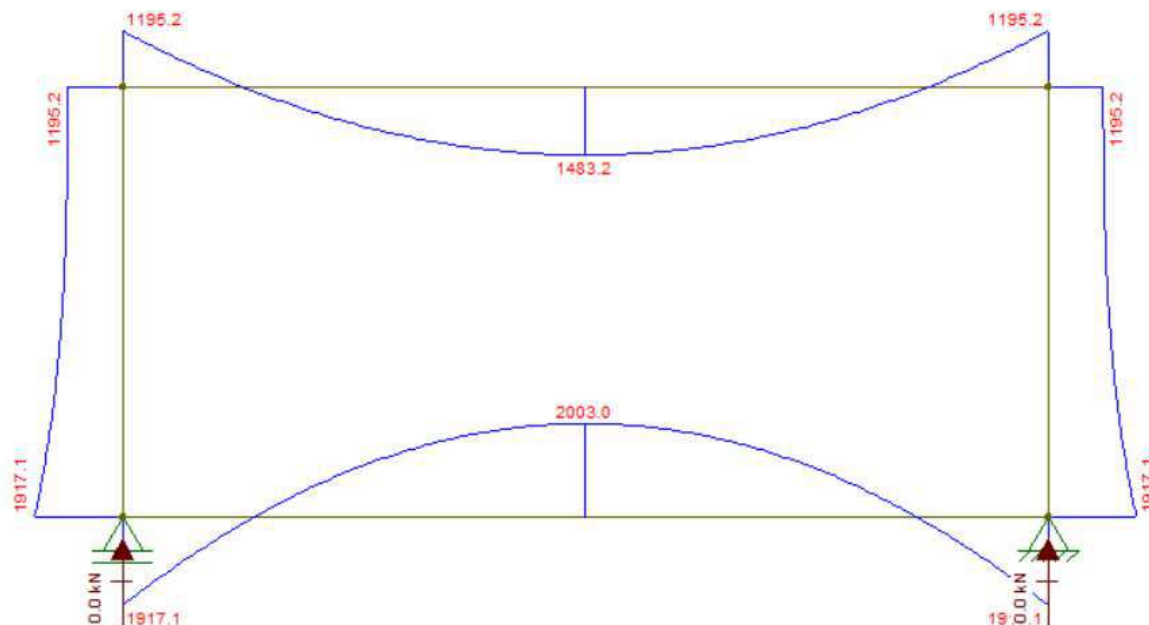


1.2.3.2 - Trem tipo na aproximação da obra



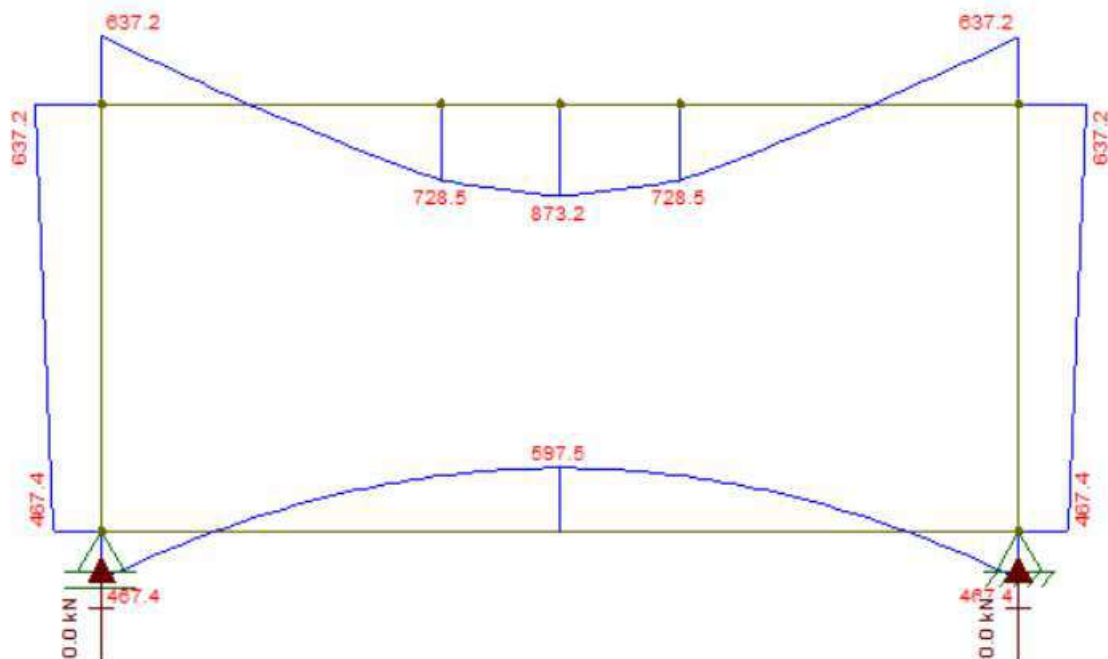
2 - Esforços

2.1 - Devido às cargas permanentes

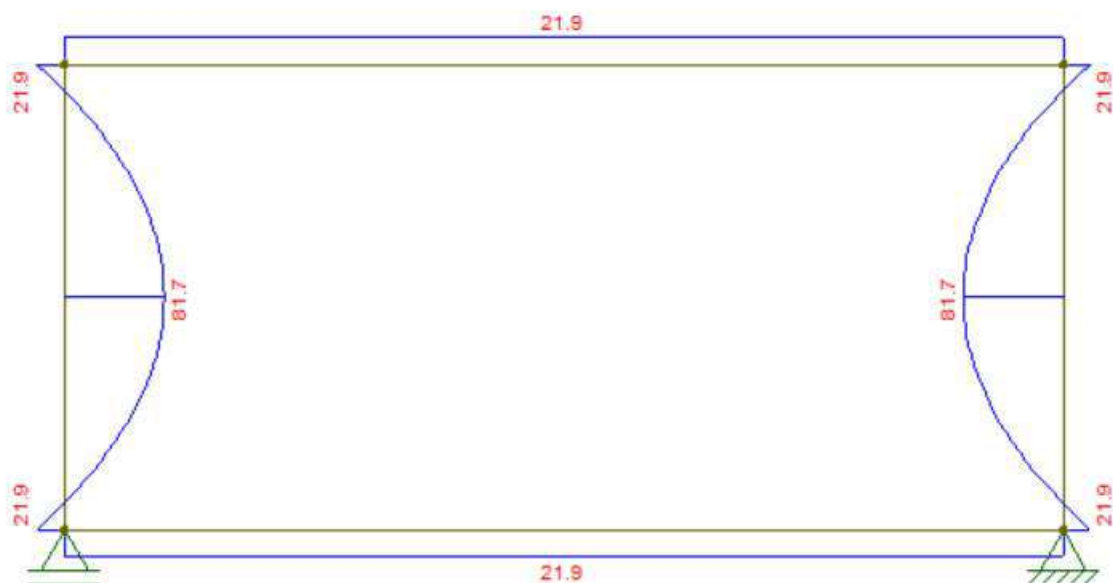


2.2 - Devido às cargas móveis

2.2.1 - Verticais



2.2.2 - Horizontais



2.3 - Sobreposição dos efeitos

1.3 – Momentos

1.3.1 – Laje superior no meio do vão

$$M^* = (1493 + 873) = 2366 \text{ kN.m/3,5m} = 676,1 \text{ kN.m/m}$$

1.3.2 – Cantos superiores

$$M^* = (1195 + 637,2 + 22) = 1854 \text{ kN.m/3,5m} = 529,8 \text{ kN.m/m}$$

1.3.4 – Paredes na média altura

$$M^* = (0,0 + 0,0) = 0,0 \text{ kN.m/3,5m} = 0,0 \text{ kN.m/m}$$

$$M^* = (552,3 + 1917) = 2469 \text{ kN.m/3,5m} = 705,5 \text{ kN.m/m}$$

1.3.5 – Laje inferior no meio do vão

$$M^* = (2003 + 598) = 2601 \text{ kN.m/3,5m} = 743,0 \text{ kN.m/m}$$

1.3.6 – Cantos inferiores

$$M^* = (1917 + 467,4 + 22) = 2406 \text{ kN.m/3,5m} = 687,5 \text{ kN.m/m}$$

2 – Avaliação da laje superior para tráfego direto

Utilizaremos tabelas de Rüsch, corrigindo os momentos a partir dos resultados obtidos do cálculo do pórtico.

A partir do cálculo do pórtico foram obtidos para cargas móveis os seguintes resultados:

$$M^* = 637,2 \text{ kN.m/3,5m} = 182,1 \text{ kN.m/m}$$

$$M^* = 873 \text{ kN.m/3,5m} = 249,5 \text{ kN.m/m}$$

Considerando-se engastamento perfeito foram obtidos os seguintes resultados:

$$M^- = 259,1 \text{ kN.m/m}$$

$$M^+ = 172,5 \text{ kN.m/m}$$

Portanto, os fator de correção a serem aplicados aos momentos fletores calculados por Rüsç, com a hipótese bordos engastados, os seguintes:

$$\text{Para } M^- = 0,703$$

$$\text{Para } M^+ = 1,446$$

Cálculo por Rüsç, placa 37		$\phi = 1,33$	$l_x/a = 5,20$	$t/a = 0,55$
$M_{xm} =$	$1,33 \times [75 \times 0,615 + 5x(0,06 + 2,95)]$	$=$	$81,18$	kN.m/m
$M_{ym} =$	$1,33 \times [75 \times 0,351 + 5x(0,14 + 0,73)]$	$=$	$40,63$	kN.m/m
$M_{xr} =$	$1,33 \times [75 \times 1,329 + 5x(0,32 + 1,84)]$	$=$	$146,60$	kN.m/m
$-M_{xe} =$	$1,33 \times [75 \times 1,246 + 5x(0,71 + 4,46)]$	$=$	$158,30$	kN.m/m

Correção dos momentos

$M_{xm} =$	$81,2 \times 1,446 =$	$117,4 \text{ kN.m/m}$	$< 249,5 \text{ kN.m/m}$	do pórtico
$M_{ym} =$	$40,6 \times 1,446 =$	$58,8 \text{ kN.m/m}$	Dimensionar armadura	
$M_{xr} =$	$146,6 \times 1,446 =$	$212,0 \text{ kN.m/m}$	$< 249,5 \text{ kN.m/m}$	do pórtico
$-M_{xe} =$	$158,3 \times 0,703 =$	$111,2 \text{ kN.m/m}$	$< 182,1 \text{ kN.m/m}$	do pórtico

3 - Dimensionamento

3 – Dimensionamento

3.1 – Laje superior no meio do vão (armadura paralela ao tráfego)

$$M_{xm} = 1,4 \times (1493 + 873) = 3313 \text{ kN.m/3,5m} = 946,5 \text{ kN.m/m}$$

$$D = 57,0 \text{ cm}$$

$$Y = 9,99 \text{ cm}$$

$$A_s = 41,9 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\emptyset = 25,0 \text{ mm} \quad \text{c.} \quad 12 \text{ cm}$$

Avaliação de Fadiga

$$M_{M\acute{A}X} = 626,2 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{M\acute{I}N} = 426,6 \text{ kN.m/m}$$

$$\sigma_{M\acute{A}X} = 290,5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{M\acute{I}N} = 197,9 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma = 92,6 \text{ MPa} < 190 \text{ MPa OK}$$

3.2 – Laje superior no meio do vão (armadura paralela ao tráfego posicionada no bordo da seção transversal)

$$M_{xr} = 1,4 \times (1792 + 1048) = 3975 \text{ kN.m/3,5m} = \text{###} \text{ kN.m/m}$$

$$D = 57 \text{ cm}$$

$$Y = 12,26 \text{ cm}$$

$$A_s = 51,4 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\emptyset = 25,0 \text{ mm} \quad \text{c.} \quad 10 \text{ cm}$$

Avaliação de Fadiga

$$\begin{aligned} M_{M\acute{A}X} &= 626,2 \text{ kN.m/m} \\ M_{M\acute{I}N} &= 426,6 \text{ kN.m/m} \\ \sigma_{M\acute{A}X} &= 239,0 \text{ MPa} \\ \sigma_{M\acute{I}N} &= 162,8 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma &= 76,2 \text{ MPa} < 190 \text{ MPa OK} \end{aligned}$$

3.3 – Cantos superiores

$$\begin{aligned} M_d &= 1,4 \times (1195 + 637,2 + 22) = 2596 \text{ kN.m/3,5m} = 742 \text{ kN.m/m} \\ D &= 57 \text{ cm} \\ Y &= 7,66 \text{ cm} \\ A_s &= 32,08 \text{ cm}^2/\text{m} \\ \varnothing &= 20,0 \text{ mm c. } 10 \text{ cm} \end{aligned}$$

Avaliação de Fadiga

$$\begin{aligned} M_{M\acute{A}X} &= 492,1 \text{ kN.m/m} \\ M_{M\acute{I}N} &= 341,4 \text{ kN.m/m} \\ \sigma_{M\acute{A}X} &= 294,5 \text{ MPa} \\ \sigma_{M\acute{I}N} &= 204,4 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma &= 90,2 \text{ MPa} < 190 \text{ MPa OK} \end{aligned}$$

3.4 – Armadura longitudinal no fundo da laje superior (armadura transversal ao tráfego)

$$\begin{aligned} M_{ymd} &= 1,4 \times (14,65 + 58,75) = 102,8 \text{ kN.m/m} \\ D &= 55,75 \text{ cm} \\ Y &= 1,02 \text{ cm} \\ A_s &= 4,28 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{smin} = 9,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ \varnothing &= 12,5 \text{ mm c. } 13 \text{ cm} \end{aligned}$$

Avaliação de Fadiga

$$\begin{aligned} M_{M\acute{A}X} &= 61,7 \text{ kN.m/m} \\ M_{M\acute{I}N} &= 14,7 \text{ kN.m/m} \\ \sigma_{M\acute{A}X} &= 129,3 \text{ MPa} \\ \sigma_{M\acute{I}N} &= 30,7 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma &= 98,6 \text{ MPa} < 190 \text{ MPa OK} \end{aligned}$$

3.5 – Paredes na média altura

$$\begin{aligned} M_d &= 1,4 \times (552,3 + 1917) = 3457 \text{ kN.m/3,5m} = 987,7 \text{ kN.m/m} \\ D &= 0,57 \text{ cm} \\ Y &= 10,48 \text{ cm} \\ A_s &= 43,89 \text{ cm}^2/\text{m} \\ \varnothing &= 25,0 \text{ mm c. } 13 \text{ cm} \end{aligned}$$

Avaliação de Fadiga

$$\begin{aligned} M_{M\acute{A}X} &= 679,0 \text{ kN.m/m} \\ M_{M\acute{I}N} &= 547,7 \text{ kN.m/m} \\ \sigma_{M\acute{A}X} &= 301,1 \text{ MPa} \\ \sigma_{M\acute{I}N} &= 242,9 \text{ MPa} \\ \Delta\sigma &= 58,2 \text{ MPa} < 190 \text{ MPa OK} \end{aligned}$$

3.6 – Laje inferior no meio do vão (armadura paralela ao tráfego)

$$\begin{aligned}M_{xm}d &= 1,4 \times (2003 + 598) = 3641 \text{ kN.m/3,5m} = 743 \text{ kN.m/m} \\D &= 57,0 \text{ cm} \\Y &= 10,2 \text{ cm} \\As &= 42,6 \text{ cm}^2/\text{m} \\\varnothing &= 25,0 \text{ mm} \quad \text{c.} \quad 11 \text{ cm}\end{aligned}$$

Avaliação de Fadiga

$$\begin{aligned}M_{M\acute{A}X} &= 659,6 \text{ kN.m/m} \\M_{M\acute{I}N} &= 547,7 \text{ kN.m/m} \\\sigma_{M\acute{A}X} &= 300,6 \text{ MPa} \\\sigma_{M\acute{I}N} &= 249,6 \text{ MPa} \\\Delta\sigma &= 51,0 \text{ MPa} < 190 \text{ MPa OK}\end{aligned}$$

3.7 – Cantos inferiores

$$\begin{aligned}M_d &= 1,4 \times (1917 + 467,4 + 22) = 2406,4 \text{ kN.m/3,5m} = 688 \text{ kN.m/m} \\D &= 57 \text{ cm} \\Y &= 11,1 \text{ cm} \\As &= 46,5 \text{ cm}^2/\text{m} \\\varnothing &= 25,0 \text{ mm} \quad \text{c.} \quad 10 \text{ cm}\end{aligned}$$

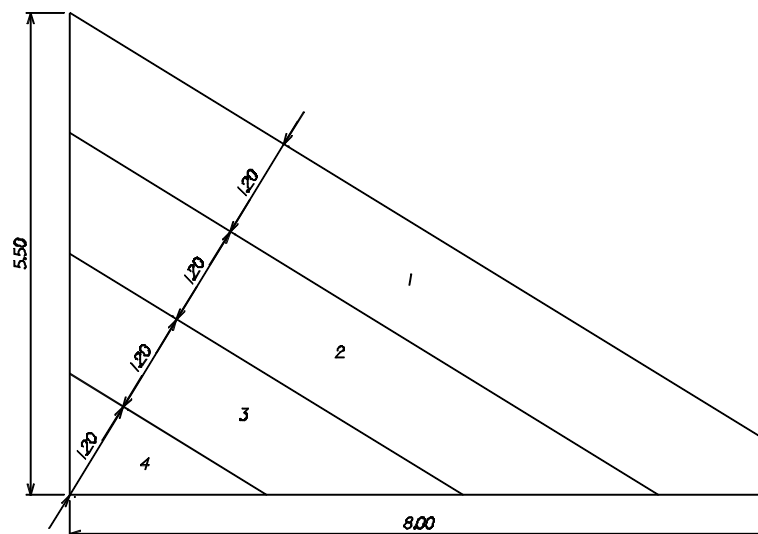
Avaliação de Fadiga

$$\begin{aligned}M_{M\acute{A}X} &= 708,9 \text{ kN.m/m} \\M_{M\acute{I}N} &= 572,3 \text{ kN.m/m} \\\sigma_{M\acute{A}X} &= 297,5 \text{ MPa} \\\sigma_{M\acute{I}N} &= 240,1 \text{ MPa} \\\Delta\sigma &= 57,3 \text{ MPa} < 190 \text{ MPa OK}\end{aligned}$$

4 - Alas

Serão avaliadas por faixas de 1,50m de largura.

d=30cm



1ª Faixa: L = 8,80m, $p = (4,71+0,40)\text{kN/m}^2$, $M=-32,97\text{kN.m}$, $M+=16,48\text{kN.m}$

2ª Faixa: L = 6,20m, $p = (14,28+1,15)\text{kN/m}^2$, $M- 49,42\text{kN.m}$, $M+=24,71\text{kN.m}$

3ª Faixa: L = 3,60m, $p = (23,80+1,74)\text{kN/m}^2$, $M=-27,58\text{kN.m}$, $M+=13,79\text{kN.m}$

4ª Faixa: L = 1,30m, $p = (33,33+2,01)\text{kN/m}^2$, $M=-4,97\text{kN.m}$, $M+=2,48\text{kN.m}$

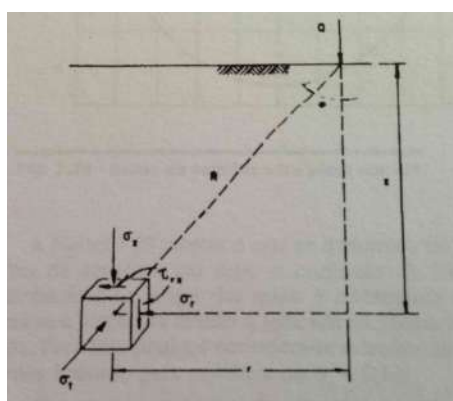
Para cargas verticais móveis

A aplicação de uma carga à superfície horizontal de um sólido desperta na sua massa um campo de tensões, cujas intensidades diminuem à medida que se afasta do ponto de aplicação da carga.

As equações deduzidas por Boussineq (1885) e apresentadas por Terzaghi (1943) permitem o cálculo das tensões em um ponto situado a uma profundidade z no interior de um maciço quando este é carregado por Uma força pontual e vertical. Segue a equação abaixo:

$$\sigma_z = (3Qz^3) / (2\pi R^5)$$

Onde:



Q: Carga pontual

z: Profundidade do ponto a ser estudado.

R: Distância entre o ponto de aplicação da carga e o ponto a ser estudado.

$$\sigma_{z1} = 4 \times (3 \times 90 \times 0,5^3) / (2\pi 4,0^5) = 0,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{z1} = 4 \times (3 \times 90 \times 1,5^3) / (2\pi 4,27^5) = 0,40 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{z1} = 4 \times (3 \times 90 \times 2,5^3) / (2\pi 4,71^5) = 1,15 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{z1} = 4 \times (3 \times 90 \times 3,5^3) / (2\pi 5,31^5) = 1,94 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{z1} = 4 \times (3 \times 90 \times 4,5^3) / (2\pi 6,02^5) = 2,01 \text{ kN/m}^2$$

1ª Faixa: $Md = -46,16 \text{ kN.m}$; $Md = +23,08 \text{ kN.m}$

$As_- = 4,34 \text{ cm}^2/\text{m}$; $As_+ = 3,75 \text{ cm}^2/\text{m}$

2ª Faixa: $Md = -69,19 \text{ kN.m}$; $Md = +34,59 \text{ kN.m}$

$As_- = 6,57 \text{ cm}^2/\text{m}$; $As_+ = 3,75 \text{ cm}^2/\text{m}$

3ª Faixa: $Md = -38,61 \text{ kN.m}$; $Md = +19,30 \text{ kN.m}$

$As_- = 3,75 \text{ cm}^2/\text{m}$; $As_+ = 3,75 \text{ cm}^2/\text{m}$

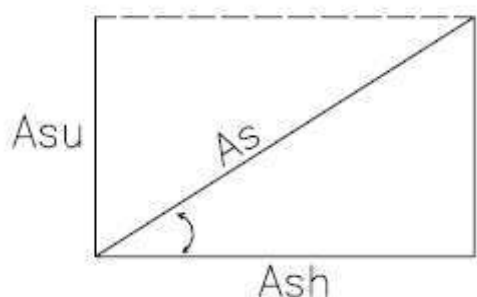
4ª Faixa: $Md = -6,95 \text{ kN.m}$; $Md = +3,48 \text{ kN.m}$

$As_- = 3,75 \text{ cm}^2/\text{m}$; $As_+ = 3,75 \text{ cm}^2/\text{m}$

$As_{mín} = 0,0015 \times 15 \times 100 = 3,75 \text{ cm}^2/\text{m} - \varnothing 10 \text{ c.22}$

$As_v = As_{mín}$ (armadura vertical)

$As_h = As_{mín}$ (armadura horizontal)



$As = As_h \cdot \cos \alpha + As_v \cdot \sin \alpha = 1,94 + 1,12 = 4,88 \text{ cm}^2/\text{m}$

2ª Faixa: $As_- = 1,69 \text{ cm}^2/\text{m} - \varnothing 6,3 \text{ c.15}$

12 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

O projeto de sinalização foi desenvolvido segundo as orientações e recomendações preconizadas nas especificações pertinentes e nos seguintes manuais:

- Manual de Sinalização Vertical de Regulamentação – Volume – I – 2007 – CONTRAN, aprovado pela Resolução 180/05;
- Manual de Sinalização Vertical de Advertência – Volume – II – 2007 – CONTRAN, aprovado pela Resolução 243/2007;
- Manual de Sinalização Vertical de Indicação – Volume – III – 2014 – CONTRAN, aprovado pela Resolução 486/14;
- Manual de Sinalização Horizontal – Volume – IV – 2007 – CONTRAN, aprovado pela Resolução 236/07;
- Manual de Sinalização Rodoviária 3ª Edição - 2010 conforme IPR-743 – DNIT;
- Manual de Sinalização de Trânsito do DENATRAN, edição de 2010;
- Manuais de Sinalização aprovados pelas Resoluções no 599/82 e 666/86 do Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN;
- Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias - 2010, conforme IPR-738 – DNIT; e,
- Código de Trânsito Brasileiro, sendo este aprovado pela lei 9.503, de setembro de 1997.

Deverão ser observadas também as Normas Referentes à Sinalização da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Serviram como base para a elaboração do projeto de sinalização, as características do trecho como Grupo de Categoria e velocidades determinantes do projeto, assim como as configurações definidas pelo projeto geométrico.

12.1 Sinalização horizontal definitiva

O projeto de sinalização horizontal definitiva foi elaborado em conformidade com as seguintes instruções:

- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume IV – Sinalização Horizontal, aprovado pelo CONTRAN pela resolução 236/07;
- Manual de Sinalização de Trânsito do DENATRAN - edição de 2010;
- Manuais de Sinalização aprovados pelas Resoluções 599/82 e 666/86 do CONTRAN; e,

- Código de Trânsito Brasileiro, aprovado pela lei 9.503, de setembro de 1997.

O projeto de sinalização contempla a necessidade de implantação de outros dispositivos auxiliares e de grande importância à segurança, tais como as tachas e tachões. Esses são dispositivos delineadores constituídos de superfícies refletoras aplicadas a suportes de pequenas dimensões, principalmente quanto à altura e fixadas ao pavimento por meio de pinos. As tachas e tachões serão empregados para a melhoria da visibilidade e onde se deseja imprimir maior resistência aos deslocamentos que impliquem na sua transposição, proporcionando um relativo desconforto ao fazê-lo.

As tachas e tachões podem ser monodirecionais (com elemento refletivo em somente uma face) ou bidirecionais (com elementos refletivos em ambas as faces).

12.1.1 Materiais

Toda sinalização deverá ser executada com materiais cujas durabilidades sigam as orientações constantes na Especificação Geral DNIT 100/2009-ES.

A tinta deve ser aplicada com máquina automotriz, provida de pistola e misturador automático no tanque, com a aplicação de microesferas de vidro tipo I-B e II-A (NBR-6831). Nos casos onde não seja possível o acesso da máquina, a pintura deverá ser feita com pistola manual. O composto deverá estar perfeitamente misturado e diluído na proporção correta no momento da aplicação.

O tipo de material a ser aplicado na sinalização horizontal foi determinado em função do VMDa. Para o projeto em estudo, será adotada tinta para sinalização horizontal rodoviária à base de resina acrílica emulsionada em água, conforme Especificação de Material DNER-EM 276/2000.

A diluição deverá ser processada no momento da aplicação, com a utilização dos solventes recomendados pelos fabricantes.

O material aplicado, após a secagem total, deverá apresentar plasticidade de maneira tal que não surjam fissuras, descascamentos ou gretas durante o período da garantia.

O tráfego poderá ser liberado 30 minutos após a aplicação do composto, que deverá oferecer condições para tanto. O material deverá permitir rejuvenescimento após vencido o prazo de garantia, podendo ser restaurada a pintura mediante aplicação de nova camada.

12.1.2 Dimensões

Adotou-se a largura de 10,00 cm para as linhas da sinalização horizontal, haja vista a velocidade diretriz inferior a 80 km/h.

As dimensões das setas, símbolos e legendas variam também conforme o tipo de dispositivo e das características físicas e operacionais da rodovia e estão especificadas no Manual de Sinalização Rodoviária - 3ª Edição – 2010, conforme IPR-743 – DNIT, e Manual de Sinalização Horizontal – Volume – IV – 2007 – CONTRAN, aprovado pela Resolução 236/07.

12.1.3 Cores

A sinalização horizontal definitiva pode ser aplicada nas cores amarela, branca, vermelha, azul e preta. A tonalidade das cores deve seguir como base o padrão Munsell, conforme Norma da ABNT.

12.1.4 Inspeção

Para aceitação do serviço, deve ser feita a verificação da retrorrefletividade, em conformidade com a NBR 14723. Caso não seja atendida, deve ser realizada correção ou substituição imediata da pintura, pois a aceitação demanda o seu cumprimento.

12.2 Sinalização vertical definitiva

Consiste no conjunto de sinais aplicados sobre dispositivos fixos, na posição vertical, com o objetivo de fornecer mensagens de caráter permanente por meio de legendas ou símbolos, com propósito de regulamentar, advertir ou indicar a forma de uso das vias, da maneira mais segura e eficiente possível, visando o conforto e segurança do usuário.

12.2.1 Materiais

12.2.1.1 Chapas

Chapas de aço com espessura de 1,65 mm, cortes e furações com tratamento anti-corrosivo.

As chapas devem ter a superfície posterior preparada com tinta preta fosca.

As chapas para placas totalmente refletivas terão a superfície que receberá a mensagem, preparada com “primer”.

As chapas para placas semi refletivas devem ter a superfície que irá receber a mensagem pintada na cor específica do tipo de placa. Acabamento do verso com pintura eletrostática e secagem em estufa a 200°C.

As chapas de aço devem estar em conformidade com as normas da ABNT - BR 5920/97.

Os suportes metálicos devem ser em aço galvanizado.

12.2.1.2 Películas

As películas devem ser resistentes às intempéries e possuírem um adesivo sensível à pressão, protegido por um filme de polietileno siliconado, de fácil remoção, ter grande angularidade de maneira a proporcionar ao sinal as características de forma, cor e legenda ou símbolos e visibilidade sem alterações, tanto à luz diurna, como à noite, sob luz refletida.

Proporciona impacto visual ao motorista quando dirigindo o veículo durante o dia ou à noite, sob condições de baixa visibilidade e, até mesmo durante o amanhecer, entardecer ou quando na presença de neblina.

As placas de regulamentação terrestres devem ser revestidas com película do Tipo I-A/I-B e as placas de regulamentação aéreas com película do Tipo III, conforme figura a seguir, extraída da norma NBR 14891:2012 – Sinalização vertical viária – Placas.

Tipo de sinal	Localização	Tipo de película (ABNT NBR 14644)						
		I-A/I-B	II	III	VII	VIII	IX	X
Indicativas terrestres	Fundo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Legenda	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Regulamentação terrestre	Fundo/Orla	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Advertência terrestre	Fundo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Delineadores de curvas	Seta	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Advertência aérea	Fundo	X	□	✓	✓	✓	✓	✓
	Fundo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Indicativas aéreas	Legenda	X	□	✓	✓	✓	✓	✓
	Fundo/Orla	X	□	✓	✓	✓	✓	✓
Legenda ✓ Deve ser utilizado □ Utilizado com restrição X Não deve ser utilizado								

Fig. 12.1: Películas retrorrefletivas para vias urbanas (ruas e avenidas de até 80 km/h)

As películas retrorrefletivas devem apresentar desempenho de retrorrefletividade de acordo com a NBR14644:2013 – Sinalização vertical viária – Películas – Requisitos. São utilizadas nas cores branca, amarela, vermelha, azul, verde, laranja e marrom.

12.2.2 Posicionamento dos sinais

Os sinais devem ser implantados à margem direita da via, dela guardando uma distância segura, porém dentro do campo de visão do motorista, e ligeiramente esconsos em relação à seção transversal da via, formando com ela um ângulo aproximado de 5°. São colocados a uma distância mínima de 1,50 m da borda do pavimento (acostamento quando houver), não devendo esta distância ser maior que 3,00 m, nos casos onde existirem dispositivos de drenagem às margens da pista, por exemplo.

Em relação à altura livre, medida da borda inferior da placa ao nível da pista, deve ser de 2,10 m (quando implantados sobre as calçadas), com exceção dos marcadores de obstáculos.

É recomendável que os suportes possuam cores neutras e formas que não causem dificuldades de interpretação das mensagens. Não devem constituir obstáculos à segurança de veículos e pedestres.

12.2.2.1 Estrutura de suporte às placas

São estruturas de suporte às placas os elementos necessários à implantação, fixação e sustentação da placa no local designado pelo projeto, incluindo as fundações, quando necessárias.

De acordo com o projeto, as placas devem ser instaladas em suportes de aço.

12.2.2.2 Suporte em aço

Para proteção contra a corrosão, todas as peças do conjunto deverão ser

submetidas à galvanização a fogo, após as operações de dobra, furação e soldagem. A galvanização deverá ser executada nas partes internas e externas das peças, devendo as superfícies receber uma disposição mínima de 350 gr/m² de zinco nas extremidades e 400 gr/m² nas demais áreas. A galvanização deverá ser uniforme, isenta de falhas de zincagem.

13 PROJETO DE ILUMINAÇÃO

13.1 Premissas básicas

O projeto de iluminação atende aos requisitos abaixo e, onde aplicáveis, aos padrões luminotécnicos da norma NBR-5101, padrões de instalações e dimensionamento da NBR-5410. Além das diretrizes de iluminação pública para a Ponte em Nova Era - MG

Os serviços foram desenvolvidos conforme exposto abaixo:

- Estabelecimento de hierarquização das vias (pistas principais, ramos e outros) e suas respectivas extensões a iluminar;
- Definição da configuração e do sistema de iluminação, inclusive níveis luminotécnicos e zonas de transição, levando em conta a hierarquização das vias e outros aspectos geométricos;
- Definição de requisitos construtivos, especialmente subterrâneos, que devam ser levados em conta no projeto da infraestrutura rodoviária;
- projeto executivo detalhado de todos os elementos construtivos, quantidades, especificações de serviços e de materiais e orçamento.

13.2 Classificação das vias

As principais características as vias são:

- Classe de iluminação V2(M) para a ponte.

13.3 Definições do projeto

Conforme necessidade do cliente será iluminado toda a ponte, incluindo pista, passeio de pedestre, além da passagem inferior prevista em projeto.

- Para a iluminação junto a passagem inferior serão utilizados postes metálicos com 12 metros de altura do tipo engastado, compatíveis com núcleos de fixação para um luminária do tipo pétala;
- Na passagem inferior serão utilizados quatro refletores de 30 W, instalados no teto da passagem;
- Serão previstos quadros de comando de iluminação em grupo com medição, acionado com relé fotoelétrico;
- As luminárias a ser prevista em todos os postes deverão ser de LED de 120 W, com temperatura de cor de 5000 K, fator de manutenção de 0,85, emissão luminosa de 16956 luméns.
- Para iluminação da ponte, serão previstos postes ornamentais republicanos de 5 metros do tipo flangeado, chumbados junto as barreiras com 4 luminárias potência de 30 W do tipo RGB LED (TECNOLOGIA EWS).

13.4 Cálculos Luminotécnicos

Os cálculos luminotécnicos para obtenção dos valores de iluminância média horizontal ao nível da via e o fator de uniformidade da iluminância para cada via, foram efetuados através de software independente, utilizando-se os parâmetros definidos no item 1.3 acima.

13.4.1 Dados Técnicos do Projeto

Os dados técnicos encontram-se abaixo e, igualmente utilizados, nas simulações efetuadas, visam orientar e definir os níveis mínimos exigidos para este projeto, para a ponte Nova era-MG:

Pista de rolamento Ponte (Classe V2)

- Iluminância média horizontal ao nível da pista de rolamento: 20lux;
- Fator de uniformidade da iluminância nas pistas de rolamento: 30%;

Na Via (Simulado dialux)

- Iluminância média horizontal ao nível da pista de rolamento: 73lux;
- Fator de uniformidade da iluminância nas pistas de rolamento: 47%;

No passeio Ponte (Classe P2)

- Iluminância média horizontal ao nível no passeio: 10lux;
- Fator de uniformidade da iluminância no passeio: 25%;

No passeio : (Simulado Dialux)

- Iluminância média horizontal ao nível no passeio: 96lux;
- Fator de uniformidade da iluminância no passeio: 60%;

13.4.2 Método de Cálculo

Foi utilizado o Método do Iluminamento pelo valor médio, considerando para efeito de análise, as iluminâncias mínima, média e máxima, objetivando avaliar o atendimento aos níveis exigidos pela Norma. Os resultados dos cálculos efetuados representam valores aproximados e os mesmos consideram parâmetros relacionados ao tipo de instalação, espaçamento médio entre os postes, largura das pistas, altura de montagem das luminárias, comprimento do braço utilizado, fluxo luminoso, número de luminárias utilizadas por estrutura, inclinação do equipamento, rendimento médio e curva do fator de utilização da luminária.

13.4.3 Estudos Fotométricos

Os estudos fotométricos para a via em projeto foram elaborados com o mínimo esperado para a aplicação deste projeto, em que teremos uma representatividade importante na reformulação dos níveis de iluminação, contribuindo para o destaque em eventos e promoções realizadas pelo Município.

Analisando os resultados fotométricos obtidos nas informações acima, observamos que as soluções propostas para o Projeto atendem perfeitamente aos requisitos exigidos pela Norma NBR-5101/2012, proporcionando iluminação adequada, confiável e de fácil percepção visual.

13.5 Dimensionamento dos condutores

Todo o dimensionamento da ponte e passagem inferior, segue a NBR-5410 – Instalações elétricas de baixa tensão.

Para se ter uma noção de qual bitola iremos utilizar para determinado circuito primeiramente teremos que obter a corrente. Portanto segue a fórmula abaixo para o cálculo de corrente:

$$IB = P / (V \times FP)$$

Sendo:

IB= Corrente de projeto do circuito, medida em ampéres(a);

P= Potência do circuito, medida em Watts(w);

V= tensão do circuito, medida em volts(v);

FP= Fator de potência do circuito

13.5.1 Critério de sobrecarga no circuito

Embora tenhamos definido a corrente do circuito, muitas vezes ela pode aumentar em função da temperatura ambiente e do agrupamento de circuitos em um mesmo eletroduto. Portanto para efeitos de dimensionamento temos a seguinte fórmula.

$$IZ = \text{constante} \times FT \times FA$$

Sendo:

IZ= Capacidade de condução de corrente dos condutores, nas condições previstas da instalação;

FT = Fator de temperatura, normalmente consideramos a temperatura ambiente 40°C, no qual seu fator é igual a 0,87;

FA = Fator de agrupamento, fator no qual verifica quantos circuitos passam pelo mesmo eletroduto, este valor é conseguido em tabela.

Constante = Valor obtido em tabela de acordo com a bitola escolhida.

Para encontrarmos este valor, primeiramente temos que definir que tipo de instalação teremos no terminal, a instalação do terminal será eletroduto embutido em alvenaria, portanto o tipo de instalação será D. Em seguida procuraremos na tabela a bitola que colocaremos no circuito.

13.5.2 Critério da queda de tensão no circuito

Uma vez definida a seção do condutor necessária a capacidade de corrente e a proteção contra sobrecarga do circuito, deve verificar se a queda de tensão total entre o ponto de tomada de energia e o ponto mais afastado da fase mais carregada no projeto está abaixo de um máximo definido. Segue a formula abaixo para calculo de bitola para queda de tensão de 3%.

$$e\% = (100 \times I \times \Delta v \times L(Km)) / V_f$$

Sendo:

e% = o percentual em queda de tensão do trecho;

I = Corrente de projeto ou da carga;

L = Distância do ponto de tomada até o ponto desejado;

Δv = Valor de queda de tensão em V/A.Km do cabo dimensionado (encontrado em tabela do fornecedor);

V_f = Tensão de fase

13.6 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

As luminárias e postes que serão utilizadas no sistema de iluminação deverão ter as seguintes especificações mínimas:

13.6.1 Luminária LED

Descrição	Requisitos Mínimos Desejados
Nome e/ou Marca do Fornecedor:	LEDSTAR ou similar
Modelo ou Código do Fornecedor:	CL SL-120 ou similar
País de Origem:	Brasil
Faixa de Tensão Nominal (Vac):	Mínimo suportável 115 ~232 Vac
Frequência Nominal (Hz):	50 / 60 Hz
Fluxo Luminoso útil (Lumens)	16.956
Eficácia Luminosa da luminária (lm/W)	Mínimo: 135 lm/W ou superior
Fator de Potencia	> 0,93
THD	<10%
Potência Nominal de Rede (W)	120 W
Proteção Contra Choque Elétrico Mínimo	10 kV/10 kA (DPS)
Tensão de suprimento do DPS	Menor que a tensão de funcionamento do equipamento
Tecnologia do LED utilizado (Tipo de LED)	SMD
Temperatura de Cor do LED (TCC) de acordo com o tipo do viário	Avenidas 5000 k
Índice de Reprodução de Cores do LED (IRC)	>= 70
Máxima Corrente de Alimentação dos LEDs	MÍN. 200mA
Faixa de Temperatura	- 5°C a 43°C
Umidade de Operação	10% a 90% UR
Permite Dimerização	sim
Distribuição Longitudinal	Longa
Distribuição Transversal	Tipo II
Controle de Distribuição de Intensidade Luminosa	Limitada
Comando por relé fotoelétrico individual	Sim por relé com base 7 (sete) pinos
Grau de Proteção do Conjunto Óptico	Mínimo: IP66
Grau de Proteção do Alojamento do Driver	Mínimo: IP66
Grau de Proteção Contra Impactos (códigos	Mínimo: IK8
Garantia da Luminária	Mínimo: 5 anos total (placa e driver)
Peso Bruto	5 Kg
Vida Útil estimada para o conjunto total.	Pública: 50.000 h

Descrição	Requisitos Mínimos Desejados
Nome e/ou Marca do Fornecedor:	PT 240/4
Modelo ou Código do Fornecedor:	0045p
País de Origem:	Brasil
Faixa de Tensão Nominal (Vac):	Mínimo suportável 115 ~232 Vac
Frequência Nominal (Hz):	50 / 60 Hz
Fluxo Luminoso útil (Lumens)	2700
Eficácia Luminosa da luminária (lm/W)	Mínimo: 87 lm/W ou superior
Fator de Potencia	> 0,93
THD	<10%
Potência Nominal de Rede (W)	30 W
Proteção Contra Choque Elétrico Mínimo	10 kV/10 kA (DPS)
Tensão de suprimento do DPS	Menor que a tensão de funcionamento do equipamento
Tecnologia do LED utilizado (Tipo de LED)	SMD
Temperatura de Cor do LED (TCC) de acordo com o tipo do viário	Avenidas 4000 k
Índice de Reprodução de Cores do LED (IRC)	>= 70
Máxima Corrente de Alimentação dos LEDs	MÍN. 200mA
Faixa de Temperatura	- 5°C a 43°C
Umidade de Operação	10% a 90% UR
Permite Dimerização	sim
Distribuição Longitudinal	Longa
Distribuição Transversal	Tipo II
Controle de Distribuição de Intensidade Luminosa	Limitada
Comando por relé fotoelétrico individual	Sim por relé com base 7 (sete) pinos
Grau de Proteção do Conjunto Óptico	Mínimo: IP66
Grau de Proteção do Alojamento do Driver	Mínimo: IP66
Grau de Proteção Contra Impactos (códigos)	Mínimo: IK8
Garantia da Luminária	Mínimo: 5 anos total (placa e driver)
Vida Útil estimada para o conjunto total.	Pública: 50.000 h

13.6.2 Projetor LED

Refletor com tecnologia LED para vias públicas, corpo em alumínio injetado à alta pressão, dissipadores de calor do conjunto circuitos / LEDs em alumínio injetado em alta pressão, vedado o uso de ventiladores, bombas ou líquido de arrefecimento, acabamento em pintura eletrostática com resinas de poliéster em pó, na cor grafite, cinza ou prata, com

proteção contra radiação ultravioleta, compartimento interno na luminária para todos os equipamentos auxiliares, como a fonte de alimentação (driver), conexões e protetor contra surto, com acesso livre sem o uso de ferramentas, a abertura do compartimento de equipamentos auxiliares para manutenção deverá ser de tal forma que não haja possibilidade de queda por gravidade dos componentes, a luminária deve possuir em sua integralidade no mínimo grau de proteção IP 66, tanto no conjunto ótico como no compartimento de equipamentos auxiliares, proteção contra choques mecânicos IK 08, fixação em braços com diâmetro externo de até 60 mm, identificação da luminária na face interna ou externa do seu corpo, em local de fácil visualização, de forma legível e indelével, devendo constar no mínimo o nome ou marca comercial do fabricante, o modelo ou tipo da luminária, o mês e ano de fabricação, o grau de proteção, e identificação individualizada da luminária por número ou por caracteres alfanuméricos. Potência máxima: 150 W, fluxo luminoso mínimo de 15000 Lm, tensão bivolt (220 ou 127 VCA), 60 Hz, fator de potência mínimo de 0,92, distorção Harmônica Total (THD) da corrente de entrada menor que 20%, protetor de sobretensão devido a descargas atmosféricas e manobras na rede, interno à luminária, para proteção do driver e do módulo de LED, vida útil mínima de 60.000 horas, temperatura de operação -40°C à 55°C, substituição dos componentes elétricos sem a necessidade de troca do corpo ou carcaça do projetor, a luminária deverá possuir componentes que permitam o telemonitoramento e dimerização, a luminária deverá ser fornecida completamente montada pelo fabricante, incluindo todos os seus componentes e acessórios, as passagens de fios na luminária devem ser lisas e livres de bordas cortantes, rebarbas, saliências e outros defeitos análogos que possam causar abrasão na isolação da fiação. Partes como parafusos metálicos de rosca total sem cabeça não devem sobressair nas passagens dos fios. Temperatura de cor no mínimo 5.000 K e no máximo 6.500K, índice de reprodução de cor mínimo de 70, a depreciação do fluxo luminoso deverá ser de no máximo de 30%, até atingir às 60.000 horas de vida útil, o controle da distribuição de intensidade luminosa da luminária deverá ser classificado como limitado, de acordo com a norma NBR-5101:2012, a fotometria da luminária deverá ser ensaiada e certificada segundo a norma IES LM-79, a corrente de alimentação fornecida pelo driver não deve ultrapassar a corrente nominal do LED para 100% do seu fluxo luminoso, limitando-se ao valor máximo de 700 mA, o LED deve ser ensaiado e certificado segundo a norma IES LM-80.

13.6.3 Postes

Para a ponte deverá ser utilizado poste de aço ornamental republicano (ver distribuição no projeto), altura de montagem (livre) em 4,8 m, encaixe da luminária com Ø 60mm, tipo flangeado para ventos de até 160km/h, com janela de inspeção 160x65mm, galvanizados a fogo. Pintura de acabamento a ser definida. O detalhe dos postes está indicado no projeto. Os postes deverão ter uma garantia mínima de 10 (dez) anos para as peças que apresentarem defeito de galvanização conforme NBR 6323. O poste deverá ter suporte para o encaixe de quatro luminárias do tipo LED 30 W.

Para a pista junto a passagem inferior deverá ser utilizado poste de aço reto (ver distribuição no projeto), altura de montagem (livre) em 12m, encaixe da luminária com Ø 60mm, tipo engastado para ventos de até 160km/h, com janela de inspeção 160x65mm, galvanizados a fogo. Pintura de acabamento a ser definida. O detalhe dos postes está indicado no projeto. Os postes deverão ter uma garantia mínima de 10 (dez) anos para as peças que apresentarem defeito de galvanização conforme NBR 6323.

13.6.4 Cabos

Os cabos ao longo da via devem ser enterrados diretamente no solo, a uma profundidade mínima de 800 mm, envoltos em areia peneirada isenta de material cortante. Nos viadutos e travessias de vias devem encontrar-se em eletrodutos embutidos.

Os tipos de cabos adequados são:

Cabo de cobre flexível, com isolamento termoplástico, antichama para 0,6 / 1,0 kV, com capa, conforme NBR 7288(4);

Cabos de cobre nu, têmpera meio dura para aterramento, conforme NBR 5111(5).

13.7 MATERIAIS RETIRADOS DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

Todos os materiais retirados do sistema de iluminação existente (luminárias, reles, braços, fiação, conectores e ferragem de fixação e etc.), deverão ser entregues ao município, para os devidos descartes e encaminhamentos.

As lâmpadas e reatores deverão ser descartados por empresas com certificado de descarte qualificado.

13.7.1 Aterramento

Todos os postes devem ser aterrados por cabos de cobre nu e seção de 6mm² enterrados a, no mínimo, 0,6 m de profundidade ou em eletrodutos nos viadutos com hastes de aterramento de 3 metros. Todas as conexões enterradas devem ser executadas com solda exotérmica.

13.7.2 Eletrodutos

Os eletrodutos serão divididos nos seguintes tipos:

Eletroduto de PVC corrugado tipo Kanalex ou similar, bitola 50 mm – eletroduto subterrâneo utilizado na calçada;

Eletroduto de PVC corrugado tipo Kanalex ou similar, bitola 100 mm – eletroduto subterrâneo utilizado nas travessias de pistas;

Eletroduto de ferro galvanizado 50mm – eletroduto alojado no poste da concessionária, este por sua vez, será conectado a caixa de passagem da concessionária;

Também será utilizado junto a passagem inferior e junto a ponte.

13.7.3 Caixas de passagens

As caixas de passagem serão de dois tipos:

Caixa de passagem 40x40x40cm fornecimento e colocação - esta será utilizada na interligação dos postes de iluminação nas pistas.

Caixa de passagem 4x4cm PVC fornecimento e colocação - esta será utilizada na

interligação dos poste de iluminação na ponte.

Caixa de passagem 85x65x80cm, de concreto - esta será utilizada para as travessias e postes de distribuição da concessionária responsável

13.8 Procedimentos para instalação de equipamentos

13.8.1 Instalação dos postes

O poste do tipo flangeado na ponte e engastado nas pistas junto a passagem inferior, devendo ser erguido até a posição vertical através de guindaste, e em seguida deve ser guiado até a base, de acordo com o tipo de poste. Em seguida, o poste deve ser abaixado lentamente até a correta posição de fixação.

O poste deve ser apumado com fio de mira ou outro método eficaz, deve ser fixado na sua base de sustentação.

13.8.2 Instalação dos cabos

Os cabos devem ser transportados e guardados em bobinas de madeira, preferencialmente.

Estas bobinas devem possuir orifício central, onde deve ser introduzido tubo metálico que funciona como eixo, que deve permitir a livre rotação da bobina sobre cavaletes.

Dependendo da seção e do comprimento do cabo, a fiscalização pode aceitar seu transporte e armazenamento em forma de rolos. No entanto, seu desenrolamento deve se dar através de disco giratório.

Antes do lançamento, o percurso dos cabos deve ser cuidadosamente limpo, de maneira que não restem pedras e outros objetos susceptíveis de danificar os cabos.

Em seguida, o desenrolamento deve ser feito, preferencialmente, pelo lado superior da bobina, devendo ser dada especial atenção à não formação de barrigas, nós, torções e encaracolamentos, ao limite mínimo para o raio de curvatura e aos esforços de tração.

No caso de cabos instalados diretamente no solo, logo após assentados nas valas devem ser cobertos com camada de terra peneirada ou areia, de pelo menos 10 cm.

Após o lançamento e assentamento dos cabos, nas valas ou em eletrodutos, as extremidades devem ser protegidas com fita isolante e fita tipo autofusão, até que os mesmos possam ser conectados eletricamente.

As emendas de cabos devem recompor todas as camadas originais de fabricação do cabo, e devem possibilitar, no mínimo, a mesma garantia de isolamento e estanqueidade do cabo novo.

As emendas dos cabos tipo EPR, classe 1 kV, devem ser feitas utilizando um conector emenda, fabricado em cobre, de seção própria, para ser encaixado ao cabo a ser emendado.

Este conector deve ser do tipo a compressão e deve ser conectado ao cabo através da utilização de alicate hidráulico apropriado. Esta conexão deve garantir um perfeito contato elétrico e uma excelente rigidez mecânica.

Na emenda, a camada de isolamento do cabo deve ser preenchida com utilização de fita tipo autofusão, própria para utilização em baixa e média tensão. Esta fita deve ser fabricada à base de borracha EPR e deve ser assentada sobre a parte condutora do cabo e do conector, de modo proporcionar total estanqueidade ao conjunto, impedindo qualquer

penetração de umidade na parte condutora.

Em substituição à fita tipo autofusão, também deve ser aceita a utilização de emenda do tipo contrátil a frio, desde que seja de fabricante idôneo e seja apresentada uma certificação por órgão de fiscalização idôneo, reconhecido pelo INMETRO. Esta emenda do tipo contrátil frio deve ser constituída por luva de borracha EPDM pré-expandida, instalada sobre núcleo de material isolante. Este procedimento deve garantir todas as garantias e seguranças citadas na execução da camada de isolamento com fita tipo autofusão.

Na emenda, a cobertura do cabo deve ser preenchida com a utilização de fita tipo isolante, própria para utilização enterrada no solo. Deve ser do tipo abrasiva e ter alta elasticidade.

Sua instalação deve envolver toda a camada relativa à recomposição do isolamento, protegendo-o mecanicamente.

Recomendações importantes:

Os cabos nunca devem ser submetidos a esforços mecânicos superiores aos recomendados pelo fabricante; após o lançamento, as extremidades livres dos cabos devem conservar extensão mínima necessária para construção de emenda. Os cabos nunca devem ser submetidos a deformações sinuosas; se o cabo não puder ser desenrolado da bobina, retilineamente no solo, não deve ser disposto sob a forma de rolo. Neste caso, deve ser utilizado um carretel vazio para enrolar cada tento e, em seguida, os cabos devem ser lançados nos dutos; no caso de cabo fixado por braçadeiras, estas não devem esmagar o cabo e o seu diâmetro não deve impedir os movimentos dos condutores no interior da bainha de proteção; no puxamento de cabos e fios em dutos, não devem ser utilizados lubrificantes orgânicos, e sim grafite ou talco industrial.

13.8.3 Abertura de Valas e Cavas

As valas e cavas podem ser escavadas manual ou mecanicamente, conforme as condições do local e disponibilidade de pessoal e equipamentos. Somente deve ser permitido o uso de lâminas de Patol ou Motoniveladora para escavação, caso a fiscalização autorize e a contratada possua os projetos de todas as redes existentes na área da escavação, o que deve evitar danos em outras instalações existentes.

O fundo da vala deve ficar o mais uniforme possível podendo, à critério da fiscalização, ser regularizado com uma camada de 5 cm de areia ou concreto magro, conforme seja o envelope de areia ou concreto, respectivamente. A largura das valas deve ser de, no mínimo, 40 cm.

Para permitir o escoamento das águas que, porventura, venham a existir no interior dos dutos, as valas devem ser escavadas de modo a permitir uma declividade mínima de 0,25%.

Onde for impossível obter esta declividade num único sentido, a declividade mínima deve ser obtida nos dois sentidos.

As paredes das valas abertas em área de pavimento devem ficar essencialmente verticais, de modo que as superfícies das camadas escavadas sejam perturbadas o menos possível.

O mesmo procedimento deve ser adotado na abertura de cavas.

13.8.4 Escoramento das valas

Deve ser executado o escoramento de valas e cavas nos locais escavados, onde a estabilidade das paredes laterais for insuficiente à permanência estável da seção escavada.

O escoramento deve ser feito com tábuas e pontaletes de madeira, podendo ser fechado ou aberto, ou seja, contínuo ou descontínuo, respectivamente.

13.8.5 Lançamento dos dutos nas valas

Quando a rede subterrânea for lançada sob pavimento de pista de rolagem, inclusive acessos, os dutos devem ser lançados no interior das valas, apoiados em espaçadores de concreto, dispostos de forma adequada ao número de dutos e tipo de envelope a ser utilizado.

Antes de ser efetuado o assentamento dos dutos no interior da vala, o fundo desta deve estar nivelado, compactado e limpo.

Os dutos podem ser lançados com o auxílio de cavaletes de madeira.

O puxamento dos dutos pode ser feito com corda de sisal amarrada em sua extremidade. As extremidades dos dutos devem estar tamponadas durante o processo de puxamento.

Durante o puxamento devem ser utilizados roletes de madeira, a cada 2 metros, para diminuir o atrito do duto com o solo.

Após o assentamento dos dutos e a recomposição do pavimento, deve ser executada a limpeza dos dutos.

13.8.6 Lançamento dos cabos nas valas ou nos eletrodutos

Quando a rede subterrânea for lançada à margem da pista de rolagem, com exceção dos acessos onde houver possibilidade do tráfego de veículos, não devem ser lançados dutos e os cabos devem ser assentados no fundo da vala.

Os cabos devem ser diretamente enterrados e devem ser protegidos por envelope de areia e por laje testemunha.

13.8.7 Espaçadores

A fim de manter os dutos alinhados e espaçados convenientemente, devem ser utilizados espaçadores em concreto a cada 3 metros, no máximo.

13.8.8 Envelopes de concreto

Devem ser utilizados nas travessias de redes sob áreas de tráfego a serem pavimentadas.

As dimensões dos envelopes devem ser função do tipo e número de dutos e devem ser mostradas nos projetos específicos.

O concreto utilizado deve ser aquele que apresente, aos 28 dias de idade, em ensaios de compressão axial, f_{ck} 15Mpa.

Durante a concretagem deve ser observado, pelo executor e pela fiscalização, para que a massa de concreto, envoltória dos dutos, fique o mais homogênea e uniformemente distribuída possível, e não deve ser permitida a presença de nichos e/ou segregação.

13.8.9 Limpeza dos dutos

Após a conclusão do envelope de dutos, em toda a extensão da linha, deve ser passado, em cada duto que a compõe, um mandril de 30 cm a 40 cm de comprimento e de diâmetro 6 mm menor que o diâmetro interno do duto.

Só devem ser aceitos os trechos onde não houver qualquer obstáculo à passagem do mandril.

Posteriormente, os dutos devem ser lavados através de jateamento d'água, para remoção dos detritos e inclusões, que porventura existam, e depois enxugados.

Após a limpeza dos dutos, estes deverão ter suas extremidades vedadas com tampões próprios que, quando da enfição dos cabos, devem ser retirados. Os dutos reservas permanecerão tamponados até serem utilizados.

13.8.10 Fio guia

No interior de todos os dutos deve ser deixado um fio guia de arame galvanizado nº10, que pode ser lançado juntamente com a passagem do mandril. Nas extremidades dos dutos deve ser deixada uma sobra de, aproximadamente, 1 metro de fio guia.

13.8.11 Reaterro e recomposição do piso

Após a liberação, pela fiscalização, da rede envelopada e limpa, o volume restante da vala deve ser reaterado com material oriundo da escavação.

O material do reaterro deve ser compactado de forma a oferecer resistência no mínimo igual à do terreno adjacente. Caso necessário, o material deve ser aerado ou umedecido, para atingir o grau de compactação adequado.

A compactação deve ser de 100% PN, nas áreas sob pavimento de pista de rolagem e acessos viários, e de 95% PN, nas áreas de canteiro.

A última etapa da recomposição do terreno deve ser o piso, que deve voltar a ter o mesmo material existente ao seu redor. Desta forma, deve ser recomposto o pavimento, a grama, a vegetação ou outro tipo de piso existente no local.