

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES
DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM

PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM

**PROJETO FINAL DE ENGENHARIA PARA EXECUÇÃO DE PONTE
PRÉ-FABRICADA A SER IMPLANTADA SOBRE O RIO TIGRE, NO
MUNICÍPIO DE ERECHIM – RS**

RODOVIA: ERS-477

TRECHO: Erechim (Distrito Industrial) - Vila Toldo

EXTENSÃO DA RODOVIA: 14,31 Km

SEGMENTO: KM 0+150 até 0+200,40, Ponte sobre o rio Tigre

CÓDIGO SRE: 477ERS0010

**PROJETO FINAL DE ENGENHARIA
VOLUME 1 – RELATÓRIO DE
PROJETO E PROJETOS DE
EXECUÇÃO**

Julho/2024

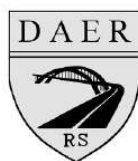
Elaborado por:

TRAÇADO

TRAÇADO CONSTRUÇÕES E SERVIÇOS LTDA



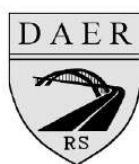
26043500033132



TRACADO

ÍNDICE

2



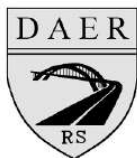
TRAÇADO

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	4
MAPA DE SITUAÇÃO	6
PARTE I - RELATÓRIO DE PROJETO	8
A - ESTUDOS	9
ESTUDO TOPOGRÁFICO	10
ESTUDO HIDROLÓGICO	27
ESTUDO GEOTÉCNICO	51
B - PROJETOS	57
PROJETO GEOMÉTRICO	58
PROJETO DE TERRAPLENAGEM	61
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	66
PROJETO DE OAE	71
PROJETO DE SINALIZAÇÃO	155
PARTE II - PROJETO DE EXECUÇÃO	181
PROJETO TOPOGRÁFICO	182
PROJETO GEOMÉTRICO	187
PROJETO DE TERRAPLENAGEM	189
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	192
PROJETO DE OAE	195
PROJETO DE SINALIZAÇÃO	231
PROJETO DE SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA	241
PROJETO DE CONTENÇÃO	250
PARTE III - ARTs.....	253



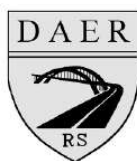
26043500033132



TRACADO

APRESENTAÇÃO

4



APRESENTAÇÃO

A Traçado Construções e Serviços LTDA. submete à apreciação do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER) o Volume 1 – Relatório de Projeto, referente ao Projeto Final de Engenharia para Execução de Ponte Pré-fabricada sobre o Rio Tigre, no município de Erechim – RS.

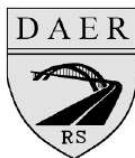
O Projeto Executivo é resultado da revisão e aprimoramento do projeto básico fornecido pela Prefeitura Municipal de Erechim, desenvolvido pela empresa de consultoria Obra de Arte Engenharia LTDA. - EPP, inscrita no CNPJ/MF sob nº 09.608.622/0001-71, conforme contrato número 508/2022.

Para a elaboração do Projeto Executivo, foram integralmente utilizados os seguintes estudos e projetos da Obra de Arte Engenharia LTDA. - EPP:

- **MAPA DE SITUAÇÃO**
- **ESTUDO TOPOGRÁFICO**
- **ESTUDO HIDROLÓGICO**
- **ESTUDO GEOTÉCNICO**
- **PROJETO DE TERRAPLENAGEM**
- **PROJETO GEOMÉTRICO**
- **PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO**

Por fim, os projetos que foram propostos em sua totalidade pela Traçado Construções e Serviços LTDA., e elaborados pelos projetistas contratados, são os que seguem:

- **PROJETO EXECUTIVO DE OAE**
- **PROJETO DE CONTENÇÃO**
- **PROJETOS DE SINALIZAÇÃO**



MAPA DE SITUAÇÃO

O Mapa de Situação apresentado a seguir foi fornecido pela Prefeitura Municipal de Erechim e desenvolvido pela empresa de consultoria Obra de Arte Engenharia LTDA. - EPP.

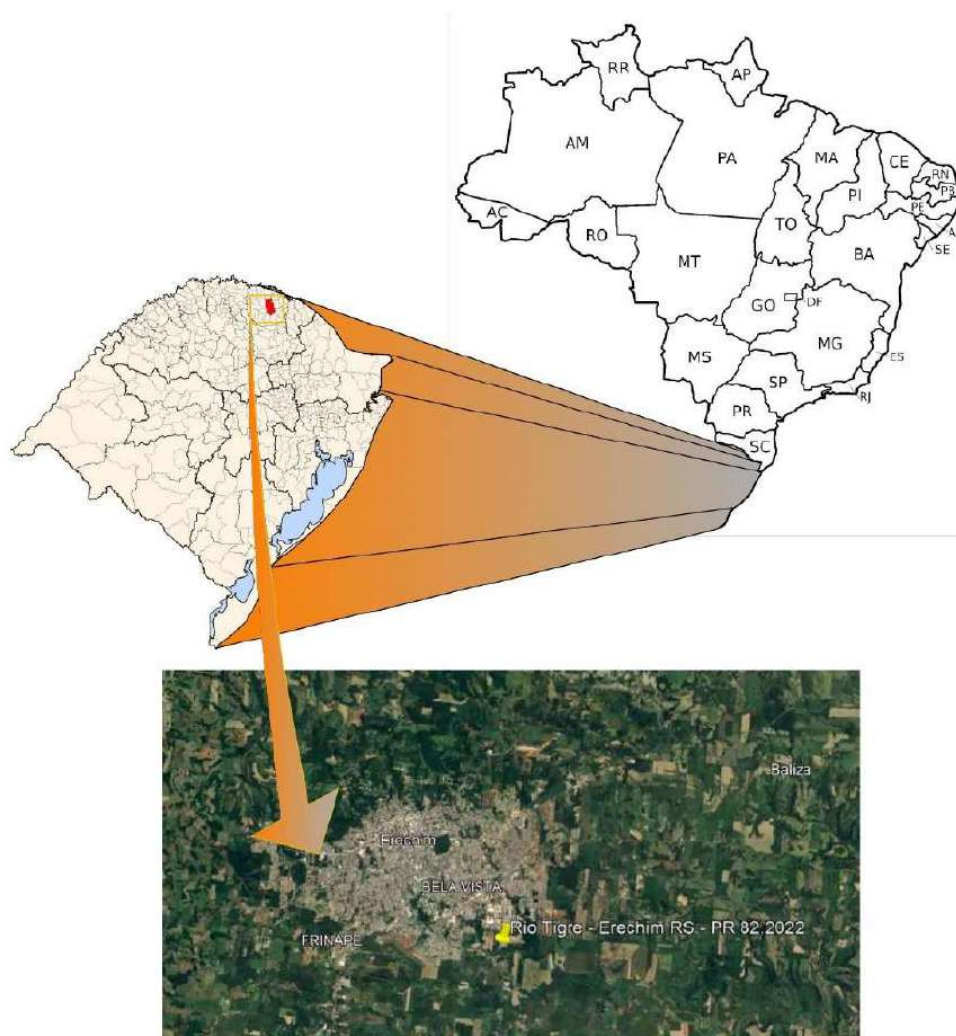


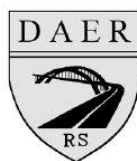
TRAÇADO

Obra de Arte Engenharia

3 MAPA DE SITUAÇÃO

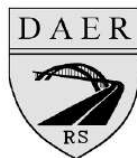
REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
MUNICÍPIO DE ERECHIM





TRACADO

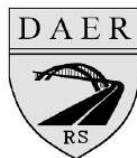
PARTE I - RELATÓRIO DE PROJETO



TRACADO

A - ESTUDOS

9



ESTUDO TOPOGRÁFICO

O Estudo Topográfico apresentado a seguir foi fornecido pela Prefeitura Municipal de Erechim e desenvolvido pela empresa de consultoria Obra de Arte Engenharia LTDA. - EPP.



TRAÇADO



Obra de Arte Engenharia

4 ESTUDO TOPOGRÁFICO

4.1 Rio Tigre

4.1.1 Introdução

Levantamento topográfico planialtimétrico e cadastral de uma área localizada as margens do Rio Tigre, no município de Erechim, Estado de Rio Grande do Sul, 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.

4.1.2 Mapa de Localização

Abaixo, localização do levantamento topográfico.



Figura 1 - Localização do levantamento topográfico



TRACADO

 Obra de Arte Engenharia

4.1.3 Levantamento Topográfico

4.1.3.1 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 51W, 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 $51^{\circ}00'00''$ O;
- Norte falso $10.000.000,000$ m;
- Este falso $500.000,000$ m;
- Fator de escala 0,9996.

4.1.3.2 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-94026-SCCH**; com as seguintes coordenadas no MC 51W:

Norte: $6.997.318,540$ m

Este: $341.486,093$ m

Altitude Elipsoidal: $744,245$ m

Latitude: $27^{\circ} 08' 15,23669''$ S

Longitude: $52^{\circ} 35' 58,22430''$ W

- **SAT-96254-RSPF**; com as seguintes coordenadas no MC 51W:

Norte: $6.876.741,701$ m

Este: $363.552,300$ m

Altitude Elipsoidal: $710,742$ m

Latitude: $28^{\circ} 13' 41,30338''$ S

Longitude: $52^{\circ} 23' 26,23283''$ W

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



TRAÇADO



4.1.3.3 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 94026-SCCH, localizado na quina sudeste superior do prédio que abriga a caixa d'água do bloco 2 do IFSC (Instituto Federal de Santa Catarina) - Campus Chapecó, na Av. Nereu Ramos, implantação dos marcos M01 e M02, localizados próximo ao Rio Tigre, no Município de Erechim – RS e fechamento no SAT 96254-RSPF, localizado na Universidade Passo Fundo, bairro São José – RS.

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

4.1.3.4 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.



TRACADO



Obra de Arte Engenharia

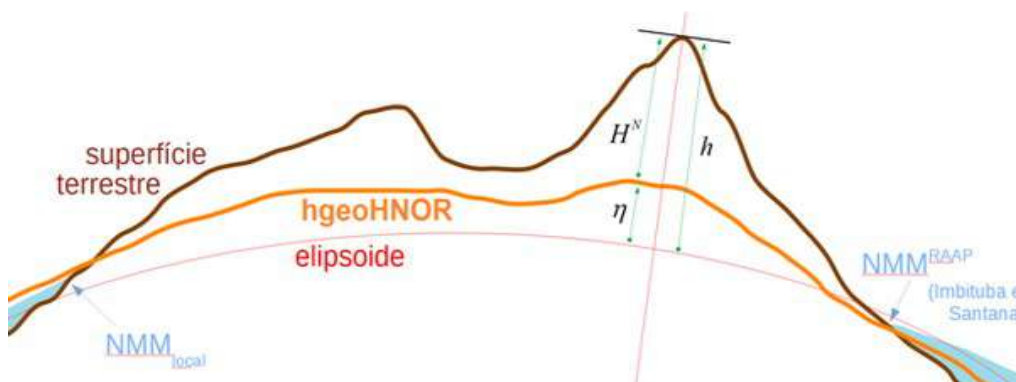


Figura 2 - Modelo Ondulação Geoidal – fonte IBGE

4.1.3.5 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 51W					
Marco	Norte (m)	Este (m)	Alt. Elipsoidal (m)	Ond. Geoidal (m)	Alt. Ortométrica (m)
M01	6.939.641,687	377.266,476	676,394	7,30	669,094
M02	6.939.582,373	377.261,058	685,873	7,30	678,573

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

4.1.3.6 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.

4.1.3.7 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 “Topcon Tools”, 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.

4.1.3.8 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.

4.1.3.9 Equipe Técnica

· Campo:

Jhonathan V. Souza –Topógrafo

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

4.1.3.10 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 Topcon, modelo Hiper II, 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 Nikon, modelo DTM 352, com precisão angular de 2” e linear de 2 mm + 2 ppm.



TRACADO

 Obra de Arte Engenharia



Figura 3 - GPS Topcon Hiper II



Figura 4 - Estação Total Nikon DTM 352



TRACADO



4.1.4 Anexos

4.1.5 Anexo 01 - Monografia das Estações de Referência

IBGE				Relatório de Estação Geodésica			
Estação :	94026	Nome da Estação :	94026	Tipo :		Estação GPS	
Município :	CHAPECO			UF :		SC	
Última Visita :	28/08/2019	Situação Marco Principal :	BOM	Última Atualização :	09/12/2019		
				Inscrição chapa: SAT 94026			
DADOS PLANIALTIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAVMÉTRICOS			
Latitude	27° 08' 15,26889" S	Altitude Normal(m)		Gravidade(m/s²)			
Longitude	52° 39' 58,22430" W	Fonte		Datum			
Altitude Geométrica(m)	744,245	Sigma Altitude(m)		Data Medição			
Fonte	GPS Geodésico	Datum		Data Cálculo			
Origem	Ajustada	Data Medição					
Datum	SIRGAS2000	Data Cálculo					
Data Medição	03/03/2008						
Data Cálculo	14/04/2008						
Sigma Latitude(m)	0,001						
Sigma Longitude(m)	0,001						
Sigma Altitude Geométrica(m)	0,008						
UTM(N)	9 997 318,540						
UTM(E)	341.486,063						
MC	-51						
- Ajustamento Altimétrico Simultâneo da Rede Altimétrica em 30/07/2019 - REALT 2019 2ª edição disponível em : https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101966.pdf - Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006 - Relatório em : ftp://ftp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodetico/rede_planialtimetrica/midacao/sirgas2000.pdf - As informações de coordenadas estão relacionadas ao sistema SIRGAS2000, em conformidade com a RFR 01/2013 de 24/02/2015 disponível em : ftp://ftp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodetico/rede_planialtimetrica/midacao/sirgas2000.pdf							
Localização							
Na quina sudeste superior do prédio que abriga a caixa d'água do bloco 2 do IFSC (Instituto Federal de Santa Catarina) - Campus Chapecó, na Av. Iteneru Ramos.							
Descrição							
Pilar de concreto de formato retangular, medindo 0,30 m de lado e 0,80 m de altura. Possui um pino de centragem forçada no topo. Na face oeste foi fixada uma chapa padrão IBGE estampada: SAT 94026.							
Estação RB/MC: SCCH				Observação			
Foto(s)							



TRACADO



Obra de Arte Engenharia



Relatório de Estação Geodésica

Estação :	96254	Nome da Estação :	96254	Tipo :	Estação GPS
Município :	PASSO FUNDO			UF :	RS
Última Visita :	04/03/2017	Situação Marco Principal :	BOM	Última Atualização :	17/07/2017
				Inscrição chapa :	SAT 96254

DADOS PLANIALTIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAVIMÉTRICOS	
Latitude	28° 13' 41,30338" S	Altitude Normal(m)		Gravidade(mGal)	
Longitude	52° 23' 26,23283" W	Fonte		Datum	
Altitude Geométrica(m)	710,742	Sigma Altitude(m)		Data Medição	
Fonte	GPS Geodésico	Datum		Data Cálculo	
Origem	Ajustada	Data Medição			
Datum	SIRGAS2000	Data Cálculo			
Data Medição	04/03/2017				
Data Cálculo	27/03/2017				
Sigma Latitude(m)	0,001				
Sigma Longitude(m)	0,001				
Sigma Altitude Geométrica(m)	0,004				
UTM(N)	6,876,741,701				
UTM(E)	363,552,300				
MC	-51				

- Ajustamento Altimétrico Simultâneo da Rede Altimétrica em 30/07/2018 - REALT 2018 2ª edição disponível em :
<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101569.pdf>
- Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006 - Relatório em :
http://geodp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodésico/redes_planialtimétricas/relatorio/rel_sirgas2000.pdf
- As informações de coordenadas estão relacionadas ao sistema SIRGAS2000, em conformidade com o FIPQ 01/2015 de 24/02/2015 disponível em :
http://geodp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/nr_01_2015_sirgas2000.pdf

Localização	
Na Universidade Passo Fundo, bairro São José.	
Descrição	
Cilindro de concreto, medindo 30 cm de diâmetro, altura de 60 cm, engastado na coluna do prédio. Possui dispositivo de centragem forçada padrão IBGE, e uma chapa de identificação em sua lateral com o código SAT 96254.	
Observação	
Estação da RBMC	

Foto(s)



Mantendo-se atualizado consultando periodicamente o B.D.G.
Agradecemos a comunicação de falhas ou omissões.
Para entrar em contato por e-mail, utilize os recursos abaixo :
Email: atendimento@ibge.gov.br

IBGE - DGC - Coordenação de Geodésia

Página 1 de 1
6/10/2022



TRACADO



Obra de Arte Engenharia

4.1.5.1 Anexo 02 - Relatório do Processamento da Poligonal GPS

PROCESSAMENTO

Nome do Projeto: Rio Tigre.ttp
Pasta do Projeto: C:\Users\Caetê\Desktop
Hora da Criação do Projeto: 03/10/2022 14:32:52
Criado por:
Comentários:
Unidade Linear: Meters
Unidade Angular: DMS
Projeção UTM: UTMSouth-Zone_22 : 54W to 48W
Datum: SIRGAS2000
Geoide:
Hora: E. South America Standard Time

PONTOS DE CONTROLE

Nome	Malha Norte (m)	Malha Este (m)	Elevação (m)	Código	Desv Padrão n (m)	Desv Padrão e (m)	Desv Padrão Hz (m)	Desv Padrão u (m)
96254-RSPF	6876741,1	70363552,30	710,742		0,000	0,000	0,000	0,000

DURAÇÃO E INTERVALO

Nome Ponto	Nome Original	Hora Início	Hora Fim	Duração	Método	Intervalo (msec)	Tipo Antena
M02	Rover_0929o_NEGW	29/09/2022 11:51:56	29/09/2022 12:19:58	00:28:02	Estático	1000	HiPer II
M01	log0929m_P0CG	29/09/2022 09:07:29	29/09/2022 12:21:27	03:13:58	Estático	1000	HiPer II
96254-RSPF	RSPF	28/09/2022 21:00:00	29/09/2022 21:00:00	24:00:00	Estático	15000	TRM115000.00 NONE
94026-SCCH	SCCH	28/09/2022 21:00:00	29/09/2022 21:00:00	24:00:00	Estático	15000	TRM115000.00 NONE

Observações GPS

Nome	dN (m)	dE (m)	dZ (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
94026-SCCH-M01	57676,861	35780,384	67,850	0,019	0,034
96254-RSPF-M01	62899,93	13714,174	34,348	0,019	0,033
M01-M02	-59,314	-5,418	9,479	0,001	0,001

COORDENADAS UTM

Nome	Malha Norte (m)	Malha Este (m)	Elevação (m)	Convergência
94026-SCCH	6997318,555	341486,090	744,244	0°43'47,0392"
96254-RSPF	6876741,701	363552,300	710,742	0°39'28,2324"



TRACADO



M01	6939641,694	377266,474	676,394	0°34'39,959 1"
M02	6939582,380	377261,057	685,873	0°34'40,098 1"

COORDENADAS GEOGRAFICAS

Nome	Latitude	Longitude	Elevation (Datum) (m)
94026-SC	27°08'15,236	52°35'58,2244	744,244
CH	21"S	1"W	
96254-RS	28°13'41,303	52°23'26,2328	710,742
PF	38"S	3"W	
M01	27°39'42,491	52°14'39,6788	676,394
	67"S	4"W	
M02	27°39'44,417	52°14'39,8983	685,873
	14"S	7"W	

DESVIO PADRÃO

Nome	Desv Padrão n (m)	Desv Padrão e (m)	Desv Padrão Hz (m)	Desv Padrão u (m)
94026-SC	0,021	0,016	0,027	0,048
CH				
96254-RS	0,000	0,000	0,000	0,000
PF				
M01	0,015	0,011	0,019	0,033
M02	0,015	0,011	0,019	0,033

FATOR DE ESCALA

Nome	Convergência	Combined Ground to Grid Scale Factor
94026-SC	0°43'47,03	0,999793390755862
CH	92"	
96254-RS	0°39'28,23	0,999718256712754
PF	24"	
M01	0°34'39,95	0,999679800394280
	91"	
M02	0°34'40,09	0,999678329587162
	81"	

PRECISÃO

Nome	dN (m)	dE (m)	dZ (m)	North RMS(m)	East RMS(m)	Vert RMS (m)	CorrX Y	CorrX Z	CorrY Z
94026-SCCH-M01	57676,8 61	35780,3 84	67,85 0	0,015	0,011	0,034	0,743 9	0,563 2	0,592 8
96254-RSPF-M01	62899,9 93	13714,1 74	34,34	0,015	0,011	0,033	0,748	0,570	0,601 6



TRACADO



Obra de Arte Engenharia

			8				5	2	
M01-M02	-59,314	-5,418	9,479	0,000	0,000	0,001	0,733	0,631	0,696
							9	8	7

DISTANCIA, SOLUÇÃO, ORBITA E PDOP

Nome	Distancia (m)	Tipo Solução	Órbita	PDOP	HDO	VDO
94026-SCCH-M01	67891,615	Fixo,Pista Larga	Preciso	2,50	1,13	2,231
96254-RSPF-M01	64396,858	Fixo,Pista Larga	Preciso	2,511	1,13	2,239
M01-M02	60,329	Fixo	Preciso	1,88	0,90	1,659

AJUSTAMENTO

Nome do Projeto: Rio Tigre.ttp
Pasta do Projeto: C:\Users\Caetê\Desktop
Hora da Criação do Projeto: 03/10/2022 14:32:52
Criado por:
Comentários:
Unidade Linear: Meters
Unidade Angular: DMS
Projeção UTM: UTMSouth-Zone_22 : 54W to 48W
Datum: SIRGAS2000
Geoide:
Hora: E. South America Standard Time

PONTOS DE CONTROLE

Nome	Malha Norte (m)	Malha Este (m)	Elevação (m)	Código	Desv Padrão n (m)	Desv Padrão e (m)	Desv Padrão Hz (m)	Desv Padrão u (m)
94026-SCCH	6997318,5434	1486,093	744,245		0,000	0,000	0,000	0,000
96254-RSPF	6876741,7036	3552,300	710,742		0,000	0,000	0,000	0,000

DURAÇÃO E INTERVALO

Nome Ponto	Nome Original	Hora Início	Hora Fim	Duração	Método	Intervalo (msec)	Tipo Antena
M02	Rover_0929o	29/09/2022 11:51:56	29/09/2022 12:19:58	00:28:02	Estático	1000	HiPer II
M01	log0929m_P0	29/09/2022 09:07:29	29/09/2022 12:21:27	03:13:58	Estático	1000	HiPer II
96254-RSPF	RSPF	28/09/2022 21:00:00	29/09/2022 21:00:00	24:00:00	Estático	15000	TRM115000.00 NONE
94026-SCCH	SCCH	28/09/2022 21:00:00	29/09/2022 21:00:00	24:00:00	Estático	15000	TRM115000.00 NONE

Observações GPS





TRACADO



Nome	dN (m)	dE (m)	dZ (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
94026-SCCH-M01	57676,861	35780,384	67,850	0,019	0,034
96254-RSPF-M01	62899,993	13714,174	34,348	0,019	0,033
M01-M02	-59,314	-5,418	9,479	0,001	0,001

COORDENADAS UTM

Nome	Malha Norte (m)	Malha Este (m)	Elevação (m)	Convergência
94026-SCCH	6997318,540	341486,093	744,245	0°43'47,0392"
96254-RSPF	6876741,701	363552,300	710,742	0°39'28,2324"
M01	6939641,687	377266,476	676,394	0°34'39,9591"
M02	6939582,373	377261,058	685,873	0°34'40,0981"

COORDENADAS GEOGRAFICAS

Nome	Latitude	Longitude	Elevation (Datum) (m)
94026-SCCH	27°08'15,23669"S	52°35'58,22430"W	744,245
96254-RSPF	28°13'41,30338"S	52°23'26,23283"W	710,742
M01	27°39'42,49191"S	52°14'39,67879"W	676,394
M02	27°39'44,41737"S	52°14'39,89832"W	685,873

DESVIO PADRÃO

Nome	Desv Padrão n (m)	Desv Padrão e (m)	Desv Padrão Hz (m)	Desv Padrão u (m)
94026-SCCH	0,000	0,000	0,000	0,000
96254-RSPF	0,000	0,000	0,000	0,000
M01	0,011	0,008	0,013	0,024
M02	0,011	0,008	0,013	0,024

FATOR DE ESCALA

Nome	Convergência	Combined Ground to Grid Scale Factor
------	--------------	--------------------------------------



TRACADO



Obra de Arte Engenharia

94026-SC 0°43'47,03
CH 92" 0,999793390594094
96254-RS 0°39'28,23
PF 24" 0,999718256712754
M01 0°34'39,95
91" 0,999679800302915
M02 0°34'40,09
81" 0,999678329495760

Nome	dN (m)	dE (m)	dZ (m)	PRECISÃO			Vert RMS (m)	CorrX Y	CorrX Z	CorrY Z
				North RMS(m)	East RMS(m)					
94026-SCCH-M01	57676,861	35780,384	67,850	0,015	0,011		0,034	0,7441	0,5622	0,5925
96254-RSPF-M01	62899,993	13714,174	34,348	0,015	0,011		0,033	0,7485	0,5702	0,6016
M01-M02	-59,314	-5,418	9,479	0,000	0,000		0,001	0,7339	0,6318	0,6967

DISTANCIA, SOLUÇÃO, ORBITA E PDOP

Nome	Distancia (m)	Tipo Solução	Órbita	PDOP			VDO
				P	P	P	
94026-SCCH-M01	67891,615	Fixo,Pista Larga	Precis o	2,502	1,133		2,231
96254-RSPF-M01	64396,858	Fixo,Pista Larga	Precis o	2,5115	1,135		2,239
M01-M02	60,329	Fixo	Precis o	1,888	0,900		1,659

AJUSTAMENTO

Tipo de Ajustamento: Plano + Altura, Constraint
Nível de Confiança: 99 %
Numero de pontos Ajustados: 4
Numero de Pontos de Controle Planimétricos: 2
Numero de vetores GPS usados: 3
Plano UWE A posteriori: 0,5049503 , Bounds: (7,071067E-02 , 2,302173)
Numero de Pontos de Controle Altimétricos: 2
A posteriori altura UWE: 2,364387E-02 , Intervalo: (6,244998E-03 , 2,807134)



TRACADO



 Obra de Arte Engenharia

4.1.5.2 Anexo 03 - Relatório do Processamento da Ondulação Geoidal

NOME	LATITUDE	LONGITUDE	ONDULAÇÃO GEOIDAL
M01	-27.6618033090	-52.2443552198	7.3
M02	-27.6623381597	-52.2444162009	7.3



TRACADO



Obra de Arte Engenharia

4.1.5.3 Anexo 04 - Monografia dos Marcos Implantados

- CAETÉ TOPOGRAFIA E GEODÉSIA EIRELLI EPP - Rua Pedro Álvares Cabral, 458 - 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 TIGRE					
MARCO: M01		LOCAL: ERECHIM - RS			
DATA: 29/09/2022		OCUPAÇÃO (Horas): 03:13:58		EQUIPAMENTO: Topcon Hiper II	
SGR – SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA			COORDENADAS DO MARCO		
Meridiano Central = 51° W Origem N (Equador) = 10000000 m Origem E (MC 51° W) = 500000 m K0 = 0,9996 DATUM H SIRGAS2000 DATUM V Imbituba/SC			Latitude (φ): 27°39'42,49191"S Longitude (λ): 52°14'39,67879"W Norte: 6.939.641,687 m Este: 377.266,476 m **Altitude Ortométrica: 669,094 m		
Fator de escala			** Ondulação Geoidal (hgeoHNOR2020)		
0,999679800302915			Nivelamento Geométrico		
ITINERÁRIO					
FOTO DO MARCO IMPLANTADO			CROQUI DE LOCALIZAÇÃO		
Marcos Intervisíveis: M02					
Levantamento - data		Processamento - data		Monografia - data	
Jhonathan V. Souza – 29/09/2022		Leandro dos Santos – 03/10/2022		Geúlia E. Areias – 06/10/2022	



TRACADO



Obra de Arte Engenharia

- 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 TIGRE

MARCO: **M02**

LOCAL: ERECHIM - RS

DATA: 29/09/2022

OCUPAÇÃO (Horas): 00:28:02

EQUIPAMENTO: Topcon Hiper II

SGR – SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA

COORDENADAS DO MARCO

Meridiano Central = 51° W
Origem N (Equador) = 10000000 m
Origem E (MC 51° W) = 500000 m
K0 = 0,9996
DATUM H SIRGAS2000
DATUM V Imbituba/SC

Latitude (ϕ): 27°39'44,41737"S
Longitude (λ): 52°14'39,89832"W
Norte: 6.939.582,373 m
Este: 377.261,058 m
**Altitude Ortométrica: 678,573 m

Fator de escala

**

Ondulação Geoidal (hgeoHNOR2020)

0,999678329495760

Nivelamento Geométrico

ITINERÁRIO

FOTO DO MARCO IMPLANTADO



CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



Marco Intervisível: M01

Levantamento - data

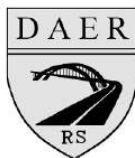
Processamento - data

Monografia - data

Jhonathan V. Souza – 29/09/2022

Leandro dos Santos – 03/10/2022

Geúlia E. Areias – 06/10/2022



ESTUDO HIDROLÓGICO

O Estudo Hidrológico apresentado a seguir foi fornecido pela Prefeitura Municipal de Erechim e desenvolvido pela empresa de consultoria Obra de Arte Engenharia LTDA. - EPP.



5 ESTUDO HIDROLÓGICO

5.1 Rio Tigre

5.1.1 Introdução

O estudo hidrológico tem como objetivo principal fornecer as informações necessárias ao dimensionamento da ponte sobre o Rio Tigre, no município de Erechim/RS.

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.

5.1.2 Coleta de Dados

Para o estudo utilizamos os seguintes dados: Google Earth

Dados pluviométricos da estação apresentados a seguir:

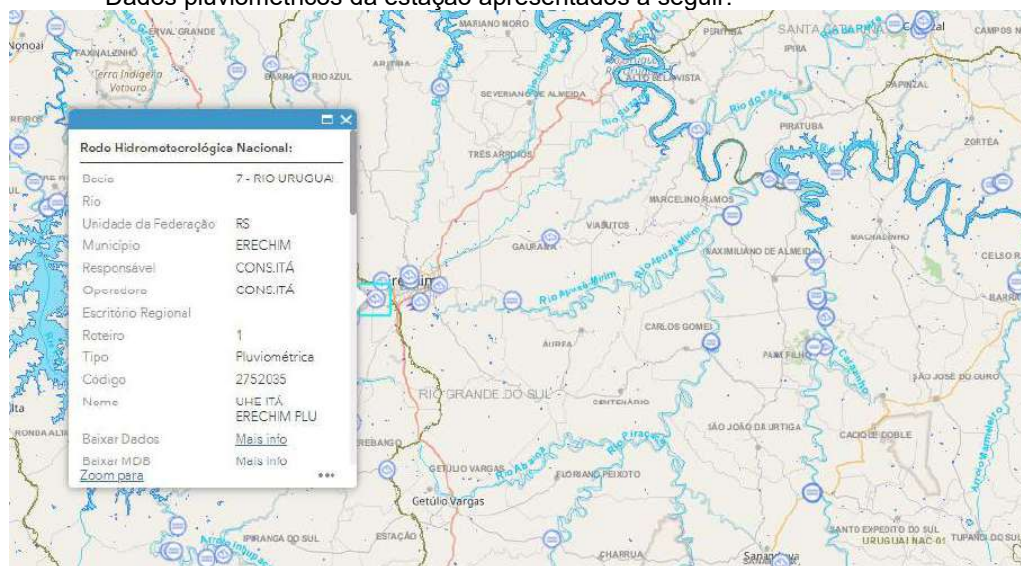


Figura 5 - Localização da estação analisada (Fonte Hidroweb)

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.



TRACADO



Obra de Arte Engenharia

Rede Hidrometeorológica Nacional:

Bacia	7 - RIO URUGUAI
Rio	
Unidade da Federação	RS
Município	ERECHIM
Responsável	CONS.ITÁ
Operadora	CONS.ITÁ
Escritório Regional	
Roteiro	1
Tipo	Pluviométrica
Código	2752035
Nome	UHE ITÁ ERECHIM PLU
Baixar Dados	Mais info
Baixar MDB (Convencional)	Mais info
Baixar TXT (Convencional)	Mais info
Baixar CSV (Convencional)	Mais info
Latitude	-27,66
Longitude	-52,32

Figura 6 - Dados da estação analisada (Fonte Hidroweb)

A série histórica desta estação vai de 2005 a 2017 e foram considerados 12 anos com valores consistidos.

5.1.3 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. Taborga Torrico.

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



TRACADO



Obra de Arte Engenharia

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

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.

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

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 UHE Itá Erechim

	Ano	Máxima diária	Nº dias chuvosos	Total Anual
1	2005	124,40	151	2152
2	2007	94,00	185	2432
3	2008	68,20	179	1920
4	2009	71,60	191	2162
5	2010	91,60	186	2040
6	2011	95,20	211	2244
7	2012	109,40	155	1548
8	2013	80,00	192	2173
9	2014	172,20	193	2635
10	2015	118,20	213	2757
11	2016	180,80	185	2102

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:

$$H = 111,02 + 36,12K$$

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 UHE Itá Erechim

TR (anos)	Máxima diária
10	175,21
15	190,56
25	210,03
50	236,59
100	261,51

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):



TRACADO



Tabela 4 - Transformação das chuvas máximas para a estação UHE Itá Erechim

TR (anos)	1 dia / 24 horas	H = 24 horas (mm)
10	1,095	191,86
15	1,095	208,67
25	1,095	229,99
50	1,095	259,06
100	1,095	286,36
TR (anos)	1 hora / 24 horas	H = 1 hora (mm)
10	0,397	69,56
15	0,395	75,27
25	0,392	82,33
50	0,388	91,80
100	0,384	100,42
TR (anos)	0,1 hora / 24 horas	H = 0,1 hora (mm)
10	0,0980	17,17
15	0,0980	18,68
25	0,0980	20,58
50	0,0980	23,19
100	0,0880	23,01

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.



TRAÇADO



Obra de Arte Engenharia

Curva Altura x Duração

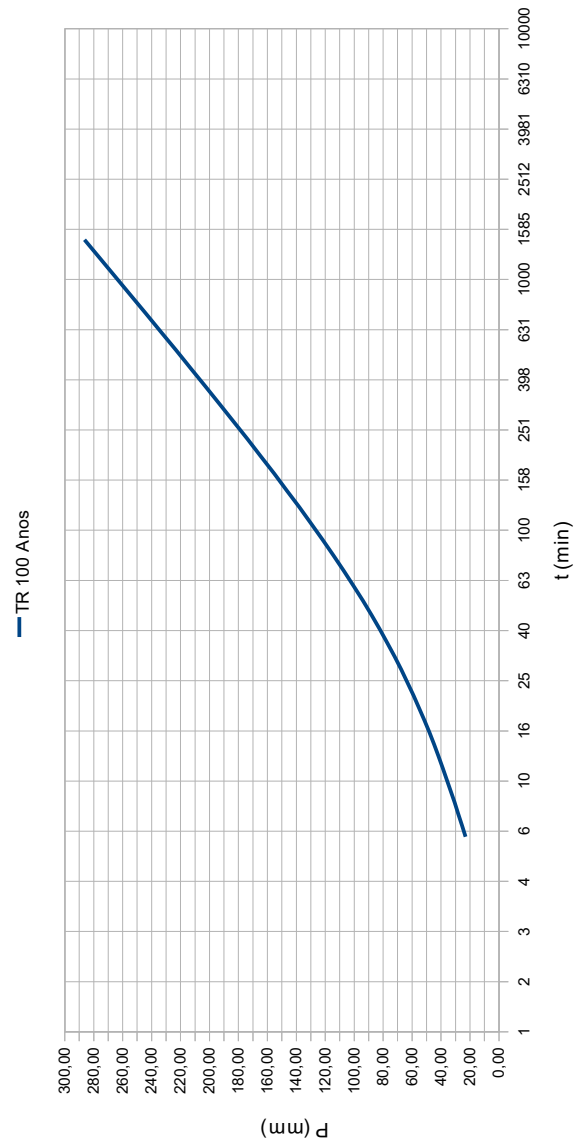


Figura 7 - Curva da altura da chuva e tempo de duração para estação UHE Itá Erechim



TRAÇADO



Obra de Arte Engenharia

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 UHE Itá Erechim

Duração T (hora)	TR-100 Anos	
	H (mm)	i (mm/h)
0,1	23,01	230
0,2	40	200
0,3	53	177
0,4	62	155
0,5	71	142
1	100,42	100
2	143	72
3	160	53
4	178	45
5	190	38
6	201	34
7	211	30
8	220	28
9	227	25
10	234	23
12	245	20
14	255	18
16	262	16
18	270	15
20	277	14
22	282	13
24	286,36	12



TRAÇADO



Obra de Arte Engenharia

Curva Altura x Duração

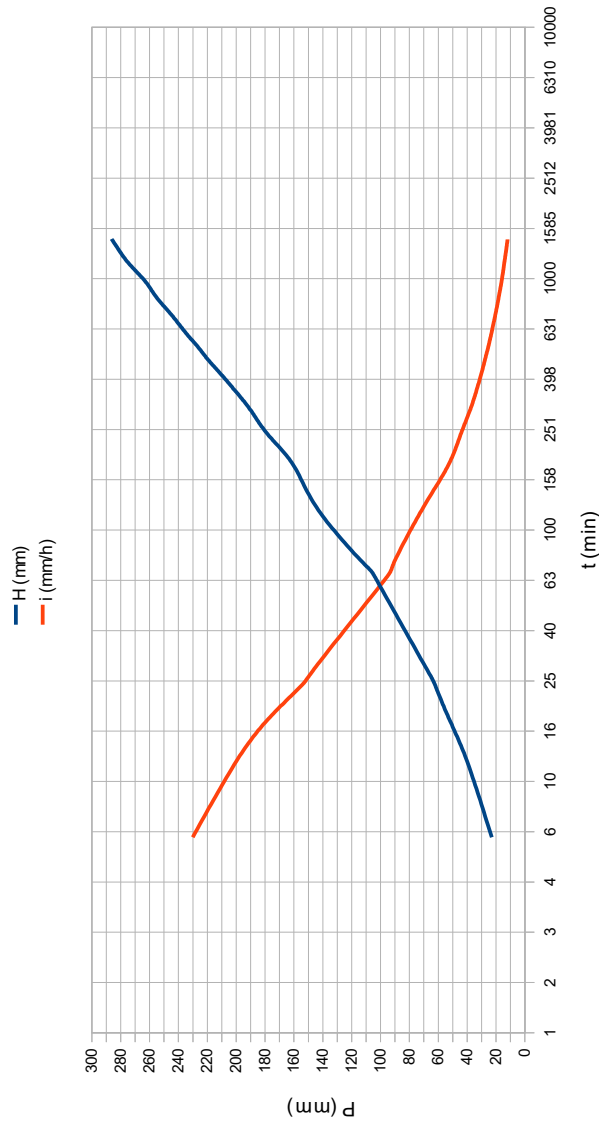


Figura 8 - Curva de intensidade, duração e frequência para estação UHE Itá Erechim



TRAÇADO



5.1.4 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.

5.1.5 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).

5.1.6 Tempo de Recorrência

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

- Pontes: TR-100 anos



TRACADO



Obra de Arte Engenharia

5.1.7 Bacia Hidrográfica

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

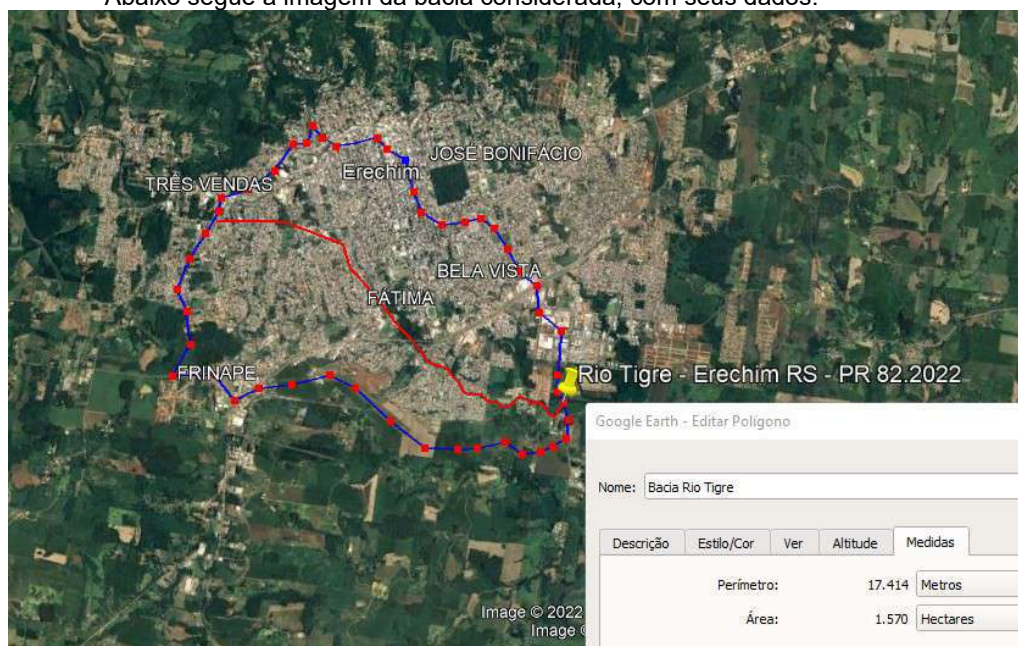


Figura 9 - Bacia hidrográfica considerada

Área: 1.570 ha

Comprimento do talvegue principal: 6.479 m

5.1.8 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).



TRAÇADO



5.1.9 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.

5.1.10 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, utilizam-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:



TRAÇADO



Obra de Arte Engenharia

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

Onde:

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

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

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.

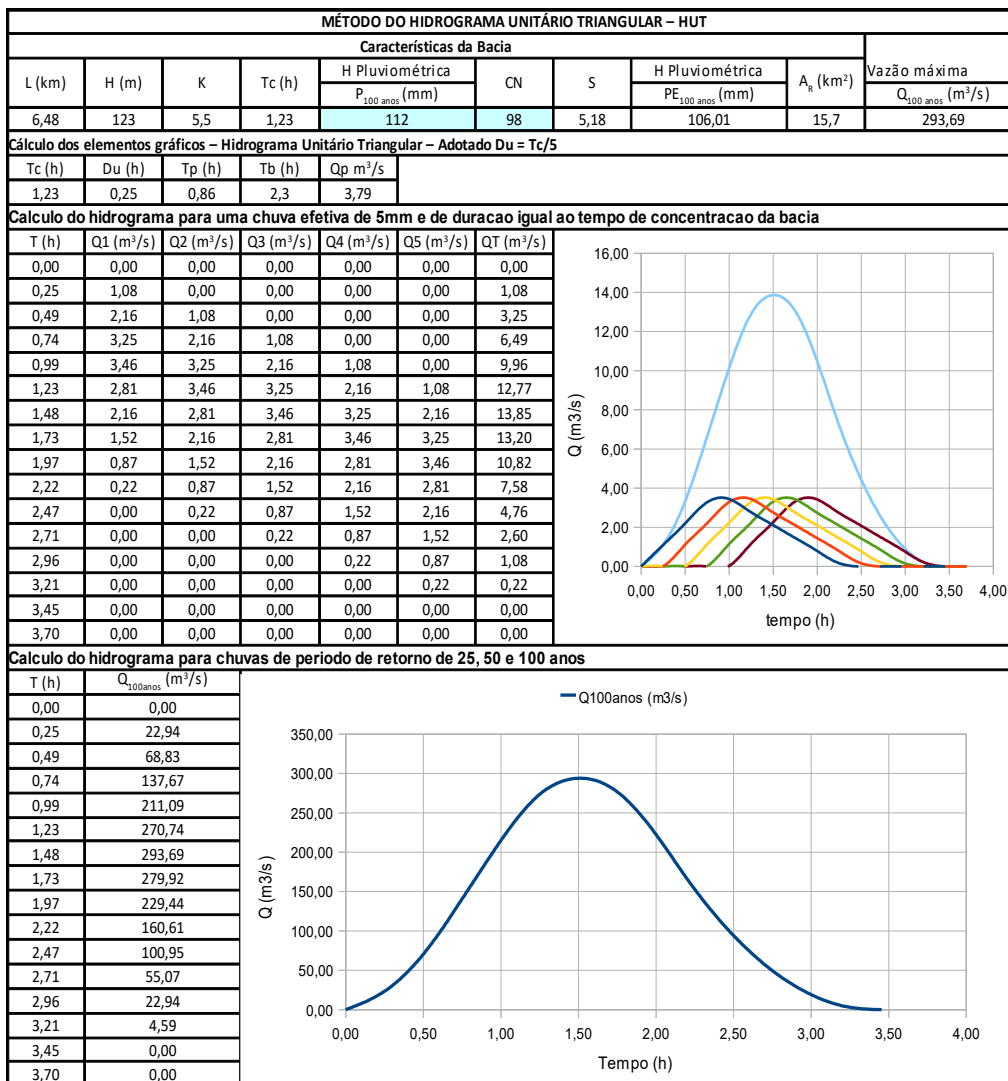
A seguir, a figura apresenta o resultado obtidos no cálculo de vazão pelo método HUT TR=100 anos para a bacia no ponto onde será projetada a ponte.



TRACADO



Obra de Arte Engenharia





5.1.11 Determinação do Comprimento da Ponte sobre o Rio Tigre

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 formula 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
A. Natural Streams			
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			
1. Short grass	0.025	0.030	0.035
2. High grass	0.030	0.035	0.050
b. Cultivated areas			
1. No crop	0.020	0.030	0.040
2. Mature row crops	0.025	0.035	0.045
3. Mature field crops	0.030	0.040	0.050
c. Brush			
1. Scattered brush, heavy weeds	0.035	0.050	0.070
2. Light brush and trees, in winter	0.035	0.050	0.060
3. Light brush and trees, in summer	0.040	0.060	0.080
4. Medium to dense brush, in winter	0.045	0.070	0.110
5. Medium to dense brush, in summer	0.070	0.100	0.160
d. Trees			
1. Cleared land with tree stumps, no sprouts	0.030	0.040	0.050
2. Same as above, but heavy sprouts	0.050	0.060	0.080
3. Heavy stand of timber, few down trees, little undergrowth, flow below branches	0.080	0.100	0.120
4. Same as above, but with flow into branches	0.100	0.120	0.160

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)
664,00	78,17	30,56	2,56	1,87	146,20	0,11	0,120	135,81	1,74
665,00	108,58	34,68	3,13	2,14	232,39	0,11	0,120	215,87	1,99
665,90	138,59	37,79	3,67	2,38	329,56	0,11	0,120	306,13	2,21

Portanto, para atender a uma vazão de 293,69m³/s será necessária uma ponte de 50,00m. A cota máxima da lâmina d'água foi de 665,90m, inferior a cota de máxima enchente observada de 666,15m, sendo utilizada a última.



TRAÇADO



Abaixo segue a demonstração da seção topobratimétrica atual, com a ponte projetada com curva vertical convexa, para que as cotas de greide do início e final da ponte se encontrem com as cotas de greide das ruas adjacentes, já existentes.

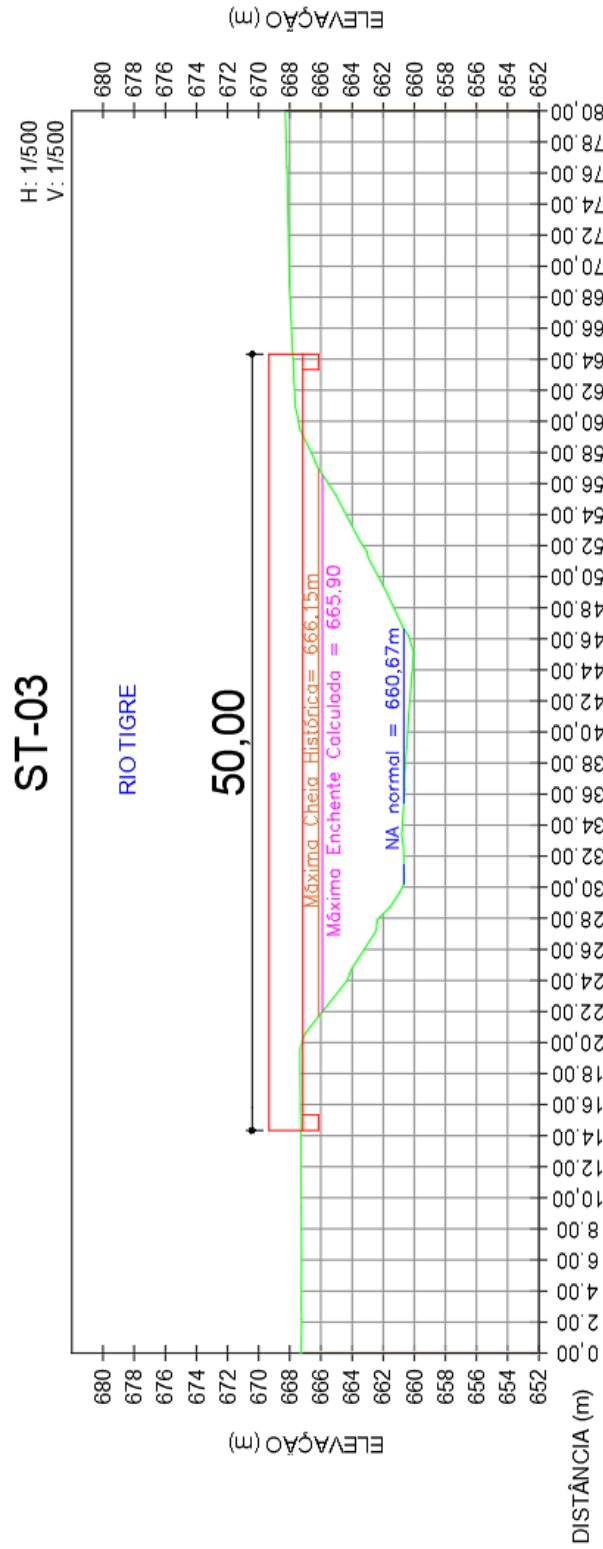


Figura 10 - Perfil da Ponte Projetada



TRAÇADO



Obra de Arte Engenharia

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

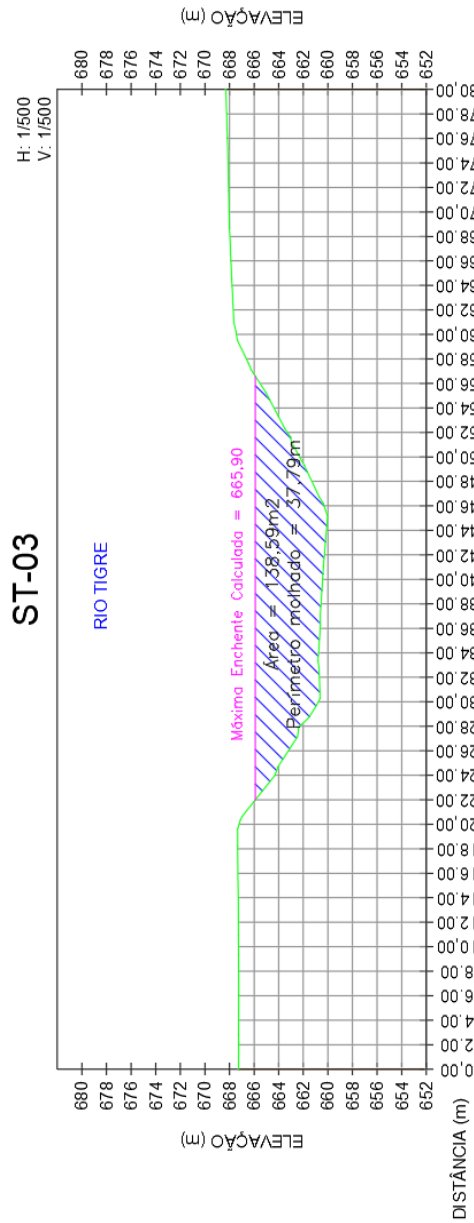


Figura 11 - Seção utilizada para dimensionamento hidráulico



TRACADO



Obra de Arte Engenharia

ANEXO 1

VALORES DE "K" CALCULADOS SEGUNDO A LEI DE GUMBEL							
N- Nº DE EVENTOS CONSIDE- RADOS	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



TRAÇADO



Obra de Arte Engenharia

ANEXO 1 (CONTINUAÇÃO)

VALORES DE "K" CALCULADOS SEGUNDO A LEI DE GUMBEL							
N- Nº DE EVENTOS CONSIDE- RADOS	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

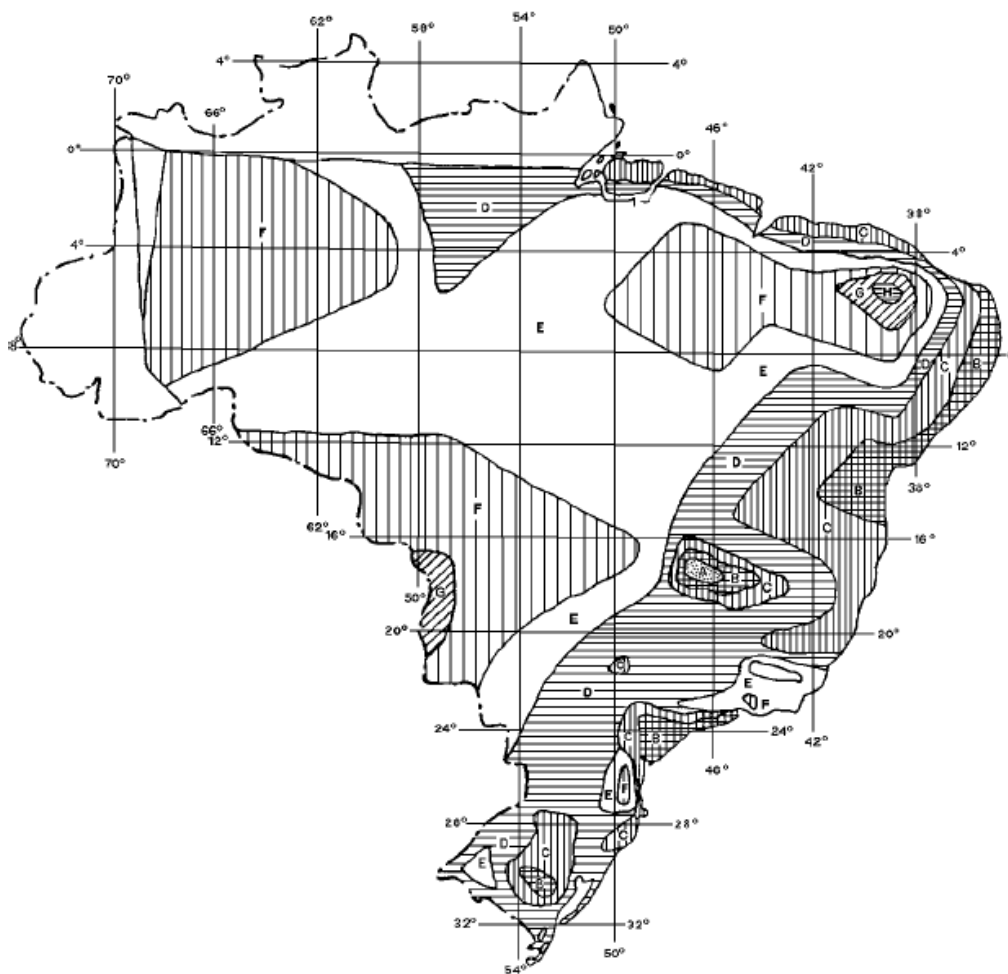


TRACADO



Obra de Arte Engenharia

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	35,4	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	36,5	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	43,1	15,4	13,7
H	49,9	49,4	49,1	48,9	48,8	48,6	48,3	47,5	46,3	45,3	16,7	14,9



TRACADO



Obra de Arte Engenharia

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



TRAÇADO



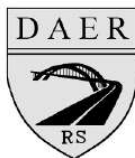
Obra de Arte Engenharia

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 coloide.
- O solo **tipo D** tem o mais alto potencial de deflúvio. Terrenos quase impermeáveis junto a superfície. Argiloso.



ESTUDO GEOTÉCNICO

O Estudo Geotécnico apresentado a seguir foi fornecido pela Prefeitura Municipal de Erechim e desenvolvido pela empresa de consultoria Obra de Arte Engenharia LTDA. - EPP.



6 ESTUDO GEOTÉCNICO

6.1 Apresentação

As sondagens neste capítulo apresentadas tem como objetivo a identificação da natureza do maciço terroso, o posicionamento das diversas camadas, os seus índices de resistência à penetração com profundidade e a posição do nível d'água do subsolo, quando o mesmo for encontrado.

As sondagens foram executadas de acordo com a norma **ABNT NBR 6484:2001**.

As perfurações foram executadas por percussão e rotativa, conforme a natureza do solo, e foram protegidas por tubo de revestimento de $63,5\text{mm} \pm 5\text{mm}$ de diâmetro nominal. Os processos empregados na perfuração, bem como as posições do tubo de revestimento encontram-se indicados nos desenhos do perfil individual de cada furo.

Foram executados 6 furos de sondagem mista.

A cada metro perfurado, foi realizado o ensaio de penetração dinâmica, que consiste em anotar o número de golpes necessários para fazer o barrilete amostrador padrão penetrar 45cm no terreno, divididos em frações de 15cm. Este amostrador foi cravado no solo por meio de golpes de um martelo de 65kg caindo livremente de uma altura de 75cm. O barrilete amostrador utilizado é do tipo TERZAGHI, com diâmetros interno e externo de 34,9 e 50,8 mm respectivamente.

Os números assim obtidos estão indicados nos desenhos dos perfis anexos. A classificação da consistência das argilas ou da compactidade das areias é definida pelo número de golpes necessários à penetração do amostrador nos 30cm finais. Este valor representa o índice de resistência à penetração (N-SPT), que permite a estimativa de parâmetros e propriedades do solo ensaiado.

A cada metro perfurado, foram coletadas amostras deformadas do subsolo, utilizando-se o barrilete Amostrador padrão. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, sendo devidamente classificadas tátil-visualmente de acordo com os termos técnicos das normas **NBR 6502:1995** e **NBR 6484:2001**.

Após constatado o impenetrável à percussão será executada a sondagem rotativa.

Analisando-se os resultados obtidos, apresentamos os perfis anexos, gráficos e prováveis sequência das camadas do subsolo, sua natureza e índices de resistência à penetração.

Foram realizadas 6 sondagens a trado para coleta de material para ensaio.

Foram executados ensaios de Compactação - Energia Proctor Normal; Ensaio ISC e Expansão (5 pontos); Determinação do Índice de Plasticidade; Determinação do Índice de Liquidez e Ensaio de sedimentação (Granulometria).

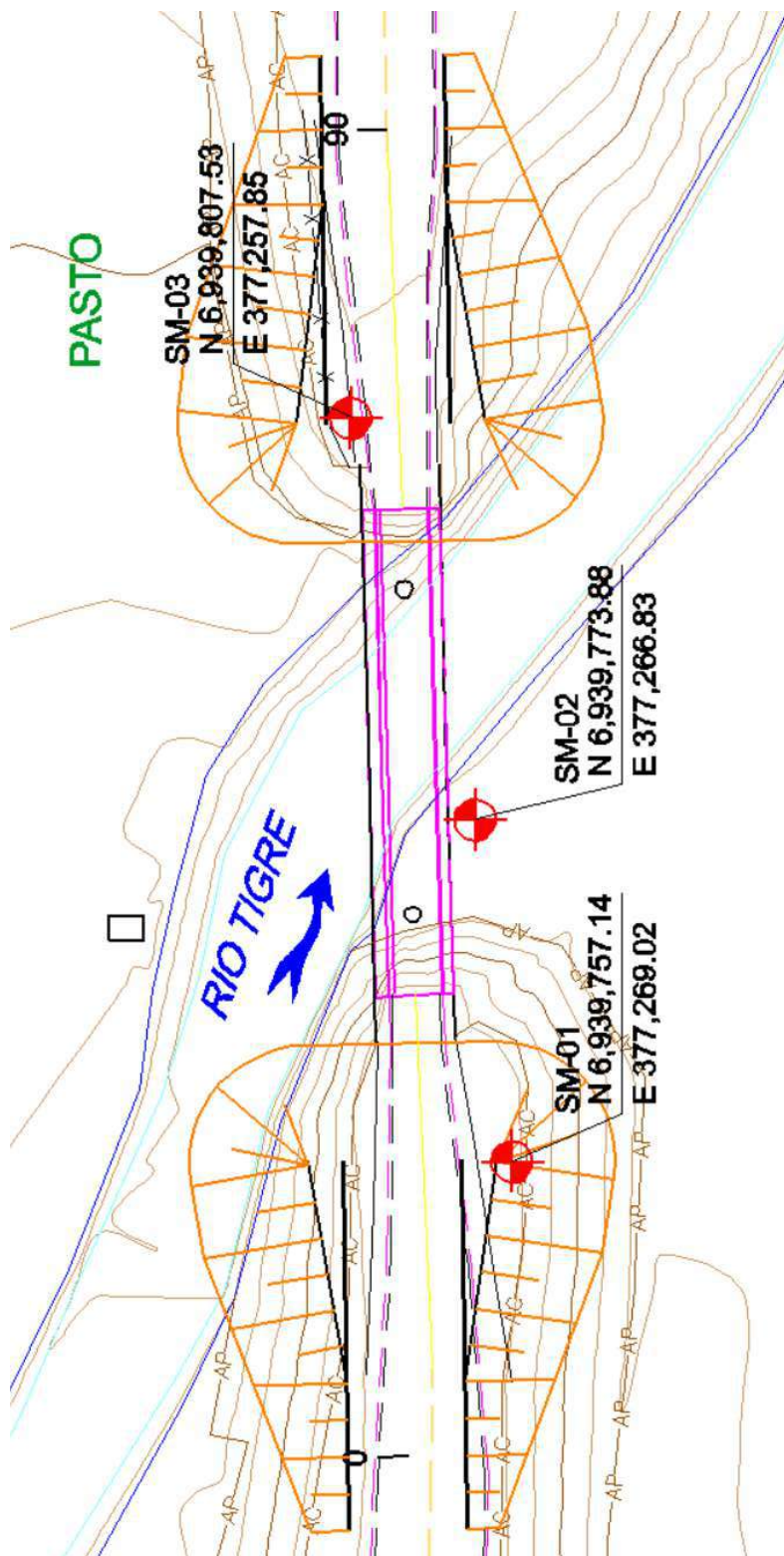


TRAÇADO



Obra de Arte Engenharia

6.2 Croqui de Localização dos Furos





6.3.1 SM-01



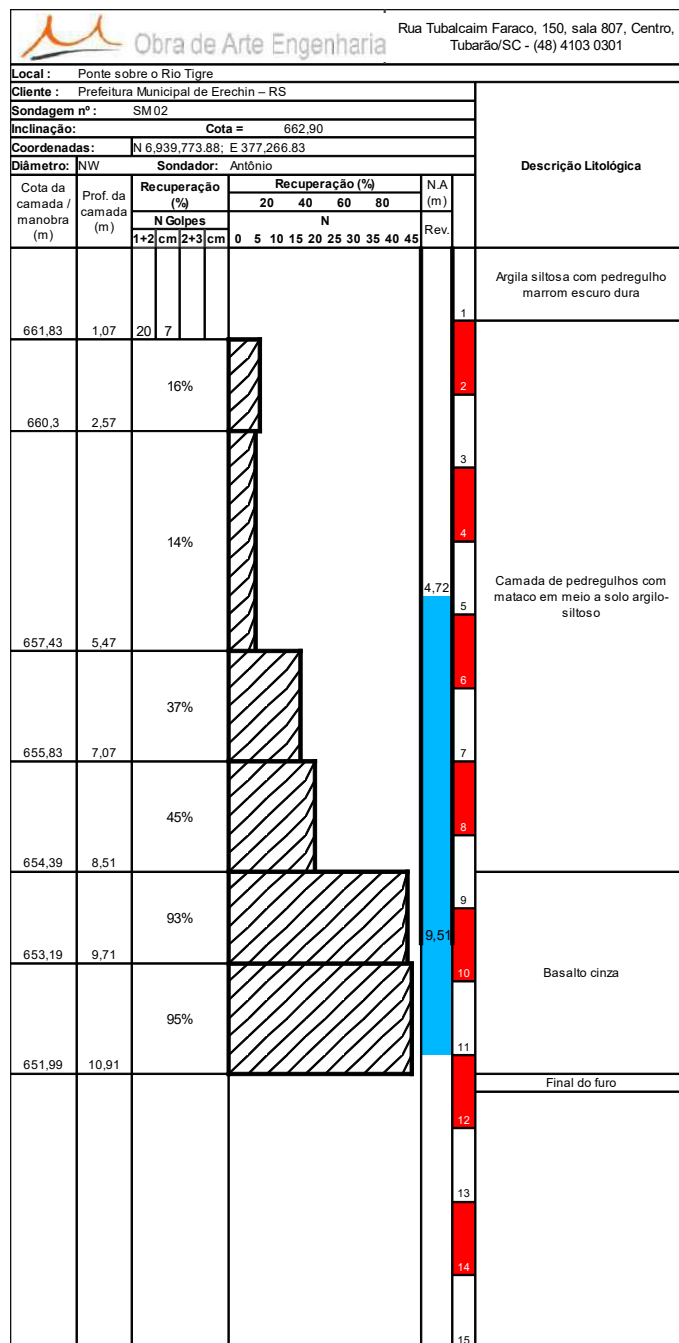


TRAÇADO



Obra de Arte Engenharia

6.3.2 SM-02





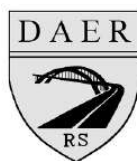
TRAÇADO



Obra de Arte Engenharia

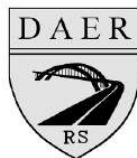
6.3.3 SM-03

															Rua Tubalcaim Faraco, 150, sala 807, Centro, Tubarão/SC - (48) 4103 0301																																																														
Local : Ponte sobre o Rio Tigre																																																																													
Cliente : Prefeitura Municipal de Erechin-RS																																																																													
Sondagem nº : SM03																																																																													
Inclinação: Cota = 667.40																																																																													
Coordenadas: N 6.939,807.52; E 377,257.85																																																																													
Diâmetro: NW Sondador: Antônio															Descrição Litológica																																																														
<table><tr><th rowspan="3">Cota da camada / manobra (m)</th><th rowspan="3">Prof. da camada (m)</th><th colspan="2">Recuperação (%)</th><th colspan="13">Recuperação (%)</th><th rowspan="3">N.A (m)</th><th rowspan="3">Rev.</th></tr><tr><th rowspan="2">N</th><th rowspan="2">Golpes</th><th colspan="13">N</th></tr><tr><th>20</th><th>40</th><th>60</th><th>80</th><th>0</th><th>5</th><th>10</th><th>15</th><th>20</th><th>25</th><th>30</th><th>35</th><th>40</th><th>45</th></tr></table>															Cota da camada / manobra (m)	Prof. da camada (m)	Recuperação (%)		Recuperação (%)													N.A (m)	Rev.	N	Golpes	N													20	40	60	80	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45															
Cota da camada / manobra (m)	Prof. da camada (m)	Recuperação (%)		Recuperação (%)													N.A (m)	Rev.																																																											
		N	Golpes	N																																																																									
				20	40	60	80	0	5	10	15	20	25	30	35	40			45																																																										
666,10 1,30 4%															1																																																														
664,48 2,92 0%															2																																																														
															3																																																														
662,99 4,41 18%															4																																																														
662,40 5,00 0%															5																																																														
661,30 6,10 27 10 31 5															6																																																														
659,95 7,45 25%															7																																																														
658,45 8,95 17%															8																																																														
															9																																																														
656,95 10,45 28%															10																																																														
655,60 11,80 37%															11																																																														
654,40 13,00 16%															12																																																														
															13																																																														
															14																																																														
															15																																																														



TRACADO

B - PROJETOS



PROJETO GEOMÉTRICO

O Projeto Geométrico apresentado a seguir foi fornecido pela Prefeitura Municipal de Erechim e desenvolvido pela empresa de consultoria Obra de Arte Engenharia LTDA. - EPP. Este projeto sofreu pequenas alterações para compatibilidade com a revisão do Projeto de OAE proposto pela Traçado Construções e Serviços LTDA.



8 PROJETO GEOMÉTRICO

Foi desenvolvido conforme normas técnicas da DAER. Foi considerada o futuro projeto da rodovia como Classe III em terreno ondulado, portanto com velocidade de 60km/h.

As pranchas são apresentadas no volume 2.

8.1.1 Coordenadas do Eixo

Coordenadas do eixo		
Seção	N	E
0+050.00	6.939.657,25	377.259,37
0+060.00	6.939.667,20	377.260,28
0+070.00	6.939.677,18	377.261,03
0+080.00	6.939.687,16	377.261,61
0+090.00	6.939.697,15	377.262,02
0+100.00	6.939.707,15	377.262,27
0+110.00	6.939.717,15	377.262,35
0+120.00	6.939.727,15	377.262,26
0+130.00	6.939.737,14	377.262,05
0+140.00	6.939.747,14	377.261,84
0+150.00	6.939.757,14	377.261,62
0+160.00	6.939.767,14	377.261,41
0+170.00	6.939.777,13	377.261,19
0+180.00	6.939.787,13	377.260,98
0+190.00	6.939.797,13	377.260,76
0+200.00	6.939.807,13	377.260,55
0+210.00	6.939.817,13	377.260,33
0+220.00	6.939.827,12	377.260,12
0+230.00	6.939.837,12	377.259,90
0+240.00	6.939.847,12	377.259,69
0+250.00	6.939.857,12	377.259,47

8.1.2 Locação das curvas

Beginning chain EIXO-01 description

Point 1 N 6,939,607.5201 E 377,254.1362 Sta 0+000.00

Course from 1 to PC EIXO-01_1 N 6° 01' 09.12" E Dist 46.7406

Curve Data

Curve EIXO-01_1

P.I. Station 0+084.74 N 6,939,691.7976 E 377,263.0227

Delta = 7° 14' 54.85" (LT)

Tangent = 38.0041



TRACADO



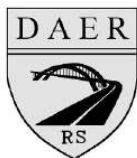
Length = 75.9069
Radius = 600.0000
External = 1.2024
Long Chord = 75.8562
Mid. Ord. = 1.2000
P.C. Station 0+046.74 N 6,939,654.0030 E 377,259.0375
P.T. Station 0+122.65 N 6,939,729.7930 E 377,262.2073
C.C. N 6,939,716.9200 E 376,662.3454
Back = N 6° 01' 09.12" E
Ahead = N 1° 13' 45.74" W
Chord Bear = N 2° 23' 41.69" E

Course from PT EIXO-01_1 to 2 N 1° 13' 45.74" W Dist 227.7525

Point 2 N 6,939,957.4931 E 377,257.3209 Sta 0+350.40

=====

Ending chain EIXO-01 description



PROJETO DE TERRAPLENAGEM

O Projeto de Terraplenagem apresentado a seguir foi fornecido pela Prefeitura Municipal de Erechim e desenvolvido pela empresa de consultoria Obra de Arte Engenharia LTDA. - EPP.



9 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 gabaritação 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;

9.1 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.

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.

9.2 Cortes

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.

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 jazida da Prefeitura, distante 9,50km da obra.

9.3 Aterros

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.



TRACADO



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

O material utilizado na camada final de terraplenagem deverá ter CBR>20 e expansão <2%.

9.4 Bota-Fora

Os entulhos da demolição da ponte existente deverá ser encaminhado para bota fora da Prefeitura Municipal, distante 9,50km da obra.



TRACADO



Obra de Arte Engenharia

9.5 Nota de Serviço

Nota de Serviço																
Seção	Lado Esquerdo							Lado direito								
	Talude	Cota	Dist	I (%)	Cota	Dist	I (%)	Greide	Cota	Dist	I (%)	Cota	Dist	I (%)	Cota	Talude
0+060	1:1.50	667,73	7,99	1,00	668,05	7,50	-2,50	668,12	4,00	668,02	4,00	667,94	4,00	668,02	4,00	668,05
0+070	1:1.50	667,48	8,24	1,00	667,98	7,50	-2,44	668,03	4,00	667,94	4,00	667,94	4,00	667,97	1,00	668,05
0+080	1:1.50	664,06	13,39	1,00	667,98	7,50	-2,39	668,04	4,00	667,94	4,00	667,98	4,00	667,98	1,00	668,05
0+090	1:1.50	663,78	13,88	1,00	668,03	7,50	-2,33	668,09	4,00	668,00	4,00	668,03	4,00	668,03	1,00	668,05
0+100	1:1.50	663,49	14,39	1,00	668,08	7,50	-2,28	668,14	4,00	668,05	4,00	668,08	4,00	668,08	1,00	668,05
0+110	1:1.50	663,13	15,00	1,00	668,14	7,50	-2,22	668,19	4,00	668,10	4,00	668,14	4,00	668,14	1,00	668,10
0+120	1:1.50	662,95	15,36	1,00	668,19	7,50	-2,17	668,24	4,00	668,15	4,00	668,19	4,00	668,19	1,00	668,15
0+130	1:1.50	662,41	16,25	1,00	668,24	7,50	-2,11	668,29	4,00	668,21	4,00	668,24	4,00	668,24	1,00	668,21
0+140	1:1.50	661,03	18,40	1,00	668,29	7,50	-2,06	668,34	4,00	668,26	4,00	668,29	4,00	668,29	1,00	668,26
0+150	1:1.50	661,07	18,41	1,00	668,34	7,50	-2,06	668,39	4,00	668,31	4,00	668,34	4,00	668,34	1,00	668,31
0+200	1:1.50	664,60	13,46	1,00	668,58	7,50	-2,50	668,64	4,00	668,54	4,00	668,58	4,00	668,58	1,00	668,54
0+210	1:1.50	664,88	13,21	1,00	668,68	7,50	-2,50	668,75	4,00	668,65	4,00	668,68	4,00	668,68	1,00	668,65
0+220	1:1.50	665,59	12,48	1,00	668,91	7,50	-2,50	668,97	4,00	668,87	4,00	668,91	4,00	668,91	1,00	668,87
0+230	1:1.50	666,71	11,30	1,00	669,24	7,50	-2,50	669,31	4,00	669,21	4,00	669,24	4,00	669,24	1,00	669,21
0+240	1:1.50	668,08	9,92	1,00	669,70	7,50	-2,50	669,76	4,00	669,66	4,00	669,70	4,00	669,70	1,00	669,66
0+250	1:1.50	669,55	8,58	1,00	670,26	7,50	-2,50	670,33	4,00	670,23	4,00	670,26	4,00	670,26	1,00	670,23



TRACADO



9.6 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+050.00	0,00	0,00	9,00	0,00	0,00	90,00
0+060.00	0,00	0,00	9,00	0,00	0,00	90,00
0+070.00	0,00	0,00	9,00	0,00	0,00	90,00
0+080.00	0,00	5,28	9,00	0,00	52,80	90,00
0+090.00	0,00	11,65	9,00	0,00	116,50	90,00
0+100.00	0,00	15,88	9,00	0,00	158,80	90,00
0+110.00	0,00	19,18	9,00	0,00	191,80	90,00
0+120.00	0,00	24,38	9,00	0,00	243,80	90,00
0+130.00	0,00	32,28	9,00	0,00	322,80	90,00
0+140.00	0,00	31,13	9,00	0,00	311,30	90,00
0+150.00	0,00	19,11	9,00	0,00	191,10	90,00
0+200.00	0,00	29,58	9,00	0,00	295,80	90,00
0+210.00	0,00	31,36	9,00	0,00	313,60	90,00
0+220.00	0,00	7,84	9,00	0,00	78,40	90,00
0+230.00	0,00	2,81	9,00	0,00	28,10	90,00
0+240.00	0,00	0,00	9,00	0,00	0,00	90,00
0+250.00	0,00	0,00	9,00	0,00	0,00	90,00
				2.305	1.530	

8.7.1 – Desmatamento, Destocamento e Limpeza

Área do offset +2m para cada lado = $2173 + 972 = 3.145 \text{ m}^2$

8.7.3 – Esc. e carga 1ª cat – DMT de 9000 a 10000 m

Volume = $3.835 \times 1,30 = 4.985 \text{ m}^3$

8.7.10 – Compactação 95% PN

Volume = 2.305 m^3

8.7.11 – Compactação 100% PN

Camada Final: = 1.530 m^3

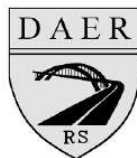
8.7.12 - Enrocamento de pedra argamassada

Para saia de aterro nas proximidades do rio (125 + 134) / COS 45° x 0,50 = $185,00 \text{ m}^3$ (com 0,50 metros de espessura)

Diante da ocorrência constante de problemas entre a ponte e o aterro, por diversos motivos, consideramos o enrocamento até a cota do greide na região crítica.

8.7.13 – Semeadura Manual

$(1.030 + 383) / \text{COS } 45^\circ = 2.018,00 \text{ m}^2$



PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O Projeto de Pavimentação apresentado a seguir foi fornecido pela Prefeitura Municipal de Erechim e desenvolvido pela empresa de consultoria Obra de Arte Engenharia LTDA. - EPP. Este projeto sofreu pequenas alterações para compatibilidade com a revisão do Projeto de OAE proposto pela Traçado Construções e Serviços LTDA.



TRAÇADO



Obra de Arte Engenharia

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 flexível, 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 Sub-base

Para a camada de sub-base foi definido como material o macadame seco, com 20,0 cm de espessura final acabada e seguindo a especificação DNIT 139/2010-ES: Pavimentação - Sub-base estabilizada granulometricamente



TRAÇADO



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 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 DNIT 139/2010-ES: Pavimentação - Sub-base estabilizada granulometricamente

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

A execução deve seguir as orientações da norma DDNIT 139/2010-ES: Pavimentação - Sub-base estabilizada granulometricamente

10.1.2 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.



10.1.3 Imprimação

O serviço de imprimação deve ser executado de acordo com a norma DNIT 144/2014 – ES.

Segundo esta especificação, imprimação consiste na aplicação de material asfáltico sobre a superfície da base concluída, antes da execução do revestimento asfáltico, objetivando conferir coesão superficial, impermeabilização e permitir condições de aderência entre esta e o revestimento a ser executado.

Este serviço deve ser executado com emulsão asfáltica do tipo EAI, com características de acordo com a norma DNIT 165/2013 – EM.

Conforme a norma DNIT 144/2014 - ES, a taxa de aplicação é aquela que pode ser absorvida pela base em 24 horas, devendo ser determinada experimentalmente, no canteiro de obra. Em geral, para base de brita graduada simples, a taxa usual de aplicação de EAI se encontra no intervalo entre 0,9 e 1,3 L/m².

O serviço não deve ser executado caso a temperatura ambiente seja inferior a 10°C e em dias chuvosos.

De acordo com o Informativo Técnico Nº 7 da ADEBA (Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Asfaltos), de dezembro de 2016, a aplicação da EAI deve ser feita a temperatura ambiente (25°C), porém poderá ser aquecida até 50°C para facilitar a aspersão do produto, ou de acordo com a recomendação do fabricante da EAI.

A construção do pavimento asfáltico estará liberada tão logo o ligante residual que estiver disposto na superfície da base gerando a impermeabilização não apresentar resistência aos movimentos dos equipamentos rodoviários, que ocorre geralmente em até 24 horas.

10.1.4 Revestimento asfáltico

Os serviços referentes ao revestimento asfáltico em CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente) devem seguir as orientações da norma DNIT 031/2006 – ES e todas as demais normas correlacionadas.

A espessura da camada de revestimento asfáltico foi definida de acordo com o Manual de Pavimentação do DNIT de 2006 – Publicação IPR – 719, de acordo com o número N = 2x106 adotado, sendo esta de 7,0 cm.

O dimensionamento da mistura asfáltica deve seguir as orientações da norma DNIT 031/2006 – ES - Pavimentos flexíveis - Concreto asfáltico - Especificação de serviço.

Quanto aos agregados, a faixa utilizada deve ser aquela, cujo diâmetro máximo é inferior a 2/3 da espessura da camada. No caso deste projeto, 100% do material deve passar pela peneira de abertura 38,1 mm, devido à camada de revestimento possuir 7,0 cm de espessura. Assim, é indicada a utilização da faixa C indicada na norma DNIT 031/2006 – ES.

É indicada a utilização de CAP convencional 30-45.

O teor de asfalto para misturas faixa C, segundo a norma DNIT 031/2006 – ES, deve estar entre 4,5 e 9,0%. A quantidade de ligante utilizada não deve ser muito elevada, pois a mistura necessita contar com vazios com ar após a compactação (% de vazios) entre 3 e 5%. Além disso, ligante em demasia faz com que a camada perca estabilidade ao tráfego, aumentando sua tendência às deformações por fluência.



TRAÇADO



A relação betume-vazios da mistura asfáltica deve estar na faixa entre 75 e 82%; deve possuir uma estabilidade Marshall mínima de 500 kgf com 75 golpes de compactação por face dos corpos-de-prova tipo Marshall; e, deve possuir resistência à tração por compressão diametral estática a 25°C de no mínimo 0,65 Mpa. Estes ensaios devem ser realizados de acordo com os métodos indicados na norma DNIT 031/2006 – ES.

Não se assegura sucesso caso não sejam feitos os ensaios de caracterização de materiais, dosagem e determinação de propriedades mecânicas e hidráulicas indicados para cada caso.

Não é permitida a execução dos serviços em dias de chuva ou em temperatura ambiente abaixo de 10°C.

A execução da camada deve seguir as orientações da norma DNIT 031/2006 – ES.

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.

A espessura deste pavimento flexível é definida em função do tráfego, fixados valores mínimos. Assim, para o número $N = 2 \times 10^6$, adotado neste projeto, o manual indica uma espessura de 7,0 cm de revestimento betuminoso.

Deve ser utilizada a mesma mistura asfáltica do revestimento asfáltico novo previsto para os acessos à ponte.

Quanto à sua execução, a mesma deve seguir os mesmos requisitos da camada de revestimento asfáltico dos acessos, apresentada anteriormente no item de revestimento asfáltico de acesso à ponte.

10.3 Soluções final propostas

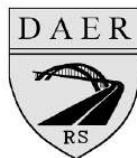
As soluções finais propostas são apresentadas nos quadros a seguir, por local de aplicação.

Camada	Espessura (cm)	Material
Revestimento	7	CBUQ (Faixa "C" DNIT / CAP 30-45)
Imprimação	-	Emulsão asfáltica tipo EAI

Tab. 10.3.1: Estrutura do pavimento prevista para a OAE

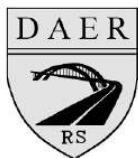
Camada	Espessura (cm)	Material
Revestimento	7	CBUQ (Faixa "C" DNIT / CAP 30-45)
Imprimação	-	Emulsão asfáltica tipo EAI
Base	15	Base estabilizada granulometricamente
Sub-base	20	Macadame Seco (permitido diâmetro máximo de 100mm (4") para o agregado graúdo)

Tab. 10.3.2: Estrutura do pavimento prevista para os acessos à ponte



PROJETO DE OAE

O Projeto de OAE apresentado a seguir está sendo proposto integralmente pela Traçado Construções e Serviços LTDA e foi desenvolvido pela empresa Traçado Construções e Serviços LTDA, tendo como responsável técnico o Eng. Roberto Pires da Silva, CREA/RS 160132, ART 13305556; e pela empresa Concivil Projetos de Engenharia S/S EPP, CREA/SC 51260-6 tendo como responsável técnico o Eng. Nelson Savaris, CREA/SC 2971-8, ART 9261293-0.



TRAÇADO

PROJETO DE OBRA DE ARTE ESPECIAL

MEMORIAL DESCRITIVO

A ponte sobre o Rio Tigre situa-se no Município de Erechim/RS, onde a via se desenvolve planimetricamente em linha reta e altimetricamente com declividade.

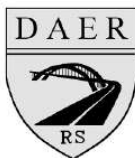
A extensão total no eixo da ponte é de 44,30m. A largura total do estrado é de 12,00m sendo assim subdividido: duas faixas de rolamento de 3,50m, duas faixas de segurança de 0,50m, dois passeios de 1,20m e quatro barreiras New Jersey de 0,40m.

A superestrutura da obra é constituída por dois vãos de 12,60m e 29,10m respectivamente e dois balanços extremos de 1,30m, com cinco longarinas prêmoldadas em concreto protendido, simplesmente apoiadas, cada vão. Cada longarina, tipo I, tem altura constante de 1,20m para o primeiro vão e 1,70m para o segundo vão. Para a execução das lajes usaremos pré-lajes apoiadas sobre as longarinas e posteriormente concretadas "in loco". As lajes terão espessura constante de 0,23m. As faixas de rolamento e passeios terão inclinação transversal de 2,50%. Os encontros terão alas de retorno de 2,00m. Foram também previstas barreiras New Jersey nas bordas do tabuleiro e entre os passeios e faixas de rolamento com altura de 0,92m. Para drenagem serão utilizados drenos com diâmetro de 100mm localizados nas bordas das faixas de rolamento e dos passeios. Adequou-se também uma pingadeira nas bordas do tabuleiro.

A mesoestrutura é constituída por pórticos em concreto armado com dois pilares circulares e uma travessa no topo destes pilares. A vinculação da super e mesoestrutura é feita por apoios de elastômero fretado.

A infraestrutura, devido às características do solo, será profunda tipo estacas raiz.

- Classe da obra: Trem Tipo classe 45 da NBR 7188
- Concreto Estrutural utilizado:
- Infra e Mesoestrutura: $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
- Superestrutura:



- Longarinas: fck = 50 MPa
- Demais elementos: fck = 30 Mpa

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARTICULARES

1. CRITERIOS DE PROJETO

Todo o projeto executivo foi elaborado conforme as Normas Brasileiras e em particular:

NBR 7188 - *Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestre.*

NBR 6118/03 - *Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado.*

NBR 7187 - *Projeto e Execução de Pontes de Concreto Armado e Protendido*

Além das normas citadas e da bibliografia consultada e também sem prejuízo às observações contidas no projeto e nestas ESPECIFICAÇÕES, o detalhamento do projeto executivo obedece às seguintes recomendações:

Classe de Agressividade Ambiental = II (NBR 6118/14)

- Cobrimento da armação das longarinas em concreto protendido = 30mm;
- Cobrimento dos demais elementos da superestrutura = 30mm;
- Cobrimento das fundações, pilares e vigas da mesoestrutura = 40mm;
- Cobrimento das lajes e placas = 25mm;
- Comprimento máximo das barras de aço para armadura = 12,00m.
- Aço: CA 50/60 (concreto armado)

2. SINALIZAÇÃO

Os serviços de sinalização deverão ser executados em obediência a resolução de no 666/86 do Conselho Nacional de Trânsito.

A sinalização da obra será materializada através de um sistema de balizamento reflexivo e delineador.

Tal sistema consistirá na adoção de:



TRAÇADO

- Películas reflexivas com dimensões mínimas de 0,08m x 0,12m aplicadas, nos guarda corpos, a uma distância de 2,00m entre elas.
- Tachões fixados no eixo da pista de rolamento a cada 4,00m.

3. PAVIMENTAÇÃO

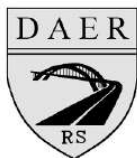
- Faixas de rolamento: executar capeamento asfáltico de 5,0cm.
- Passeios: executar concreto com baixo fator água/material seco.
- O agregado graúdo a ser usado deverá ter dimensões máximas adequadas a espessura de acordo com NB-1. 25mm será a maior dimensão permitida para o agregado do concreto de pavimentação.
- Executar juntas a cada 3,00 a 5,00 metros, coincidindo sempre sobre os apoios e que sejam induzidas até 2/3 da altura do pavimento executado.
- Poderá como opção, lançar placas alternadas da pavimentação.

4. OBSERVAÇÕES

Para qualquer omissão nestas Especificações, deverão ser utilizadas as Especificações Gerais para Obras Rodoviárias/Obras de Arte do DNIT e/ou a Norma Técnica Brasileira pertinente ao item exigido. A Fiscalização poderá solicitar em qualquer item da obra o ensaio previsto em norma para sua posterior aceitação

BIBLIOGRAFIA

No desenvolvimento dos cálculos foi consultada a seguinte bibliografia:
PFEIL, Walter: **Dimensionamento de Concreto à Flexão Composta** - 1976.
PFEIL, Walter: **Pontes em Concreto Armado** - 1979.
LEONHART, F.: **Estruturas de Concreto Armado** - 1977.
RÜSCH, H.: **Fahrbahnplatten von Strassenbrücken** - 1960.
DEINFRA/SC: **Projeto de Obras de Arte** - 1998.
DNIT: **Manual de Projeto de Obras de Arte**.



TRAÇADO

ABNT - NBR 6118: **Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado.**

ABNT - NBR 7188: **Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestres.**

ABNT - NBR 8681: **Ações e Segurança nas Estruturas.**

ABNT - NBR 6122: **Projeto e Execução de Fundações.**



TRACADO

MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL

PONTE RIO TIGRE

Comprimento: 44,30 m

Largura: 12,00 m

76



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

1. SUPERESTRUTURA

1.1 Longarinas de 30,00m

Para o dimensionamento das longarinas, consideramos elas isostáticas, pré-moldadas em concreto protendido, sendo que as mesmas serão protendidas em fábrica. Posteriormente ela será unificada as lajes de modo a criar uma seção composta em concreto armado e protendido com o intuito de resistir os esforços solicitantes.

As tensões nas seções foram calculadas considerando as perdas de protensão, imediatas e progressivas nas armaduras ativas, obedecendo as solicitações normativas exigidas pela NBR 6118/2014.

As perdas de protensão foram estimadas supondo os seguintes parâmetros:

- Idade mínima para protensão = 7 dias;
- Abatimento do concreto (Slump) = 0-4;
- Umidade do ambiente = 70%;
- Temperatura média de cura = 20°C;
- Tipo de cimento = CPV-ARI.

As características das seções, verificações de tensões e dimensionamentos apresentados ao longo da memória foram obtidos através de planilhas em Excel, programadas pelo autor da mesma.

A seguir, serão apresentados todos os procedimentos necessários para o dimensionamento das longarinas protendidas mais solicitadas, ou seja, as longarinas de borda, incluindo o levantamento de ações que solicitam a estrutura, as características da seção, verificações das tensões em serviço e estado limite último.

Cargas permanentes por longarina

Distribuídas no vão:

- Fase 1: Peso próprio da longarina: $g_1 = 0,432 \times 25 = 10,80 \text{ kN/m}$
- Fase 2: Peso próprio da laje e transversina de vão: $g_2 = 0,56 \times 25 + 1,07 \times 25 / 30,00 = 14,89 \text{ kN/m}$
- Fase 3: Pavimentação, recapeamento e barreiras: $g_3 = 6,65 \text{ kN/m}$

Concentradas no apoio:



TRACADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

- Peso próprio das transversinas: $G_1 = 26,75 \text{ kN}$

Cargas móveis por longarina segundo NBR 7188/2013

Utilizaremos classe 45 com trem-tipo homogeneizado:

$P = 60 \text{ kN}$, $p = 5 \text{ kN/m}^2$, $\varphi = 1,270$

Como a superestrutura possui transversinas de vão, foi avaliada a distribuição transversal efetuada por elas. No meio do vão a constante elástica das longarinas vale $k = 23826 \text{ kN/m}$. O cálculo da distribuição transversal foi realizado por “software” de análise elástica linear, considerando-se uma fatia de laje de 1,5 m de largura, equivalente à faixa de influência de cada eixo do veículo - tipo.

Aplicando sucessivamente a carga unitária sobre cada longarina, constatou-se que a situação mais desfavorável de carga móvel será das vigas de extremidade.

$r_{11} = 0,622$	$r_{21} = 0,388$	$r_{31} = 0,177$	$r_{41} = -0,008$	$r_{51} = -0,180$
$r_{12} = 0,388$	$r_{22} = 0,309$	$r_{32} = 0,210$	$r_{42} = 0,101$	$r_{52} = -0,008$
$r_{13} = 0,177$	$r_{23} = 0,21$	$r_{33} = 0,226$	$r_{43} = 0,21$	$r_{53} = 0,177$
$r_{14} = -0,008$	$r_{24} = 0,101$	$r_{34} = 0,210$	$r_{44} = 0,309$	$r_{54} = 0,388$
$r_{15} = -0,180$	$r_{25} = -0,008$	$r_{35} = 0,177$	$r_{45} = 0,388$	$r_{55} = 0,622$

Figura 1 - Coeficientes de repartição transversal

O trem-tipo de cálculo para as longarinas mais solicitadas será:

Nos vãos: $Q = 83,13 \text{ kN/eixo}$ $q = 16,51 \text{ kN/m}$

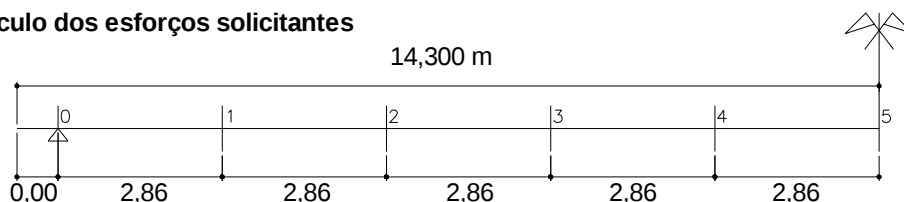
Nos apoios: $Q = 76,20 \text{ kN/eixo}$ $q = 15,56 \text{ kN/m}$



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Cálculo dos esforços solicitantes



Esforços devido às cargas permanentes

Seções	M _{g1} (kN.m)	M _{g2} (kN.m)	M _{g3} (kN.m)	M _{Σg} (kN.m)	V _{g1} (kN)	V _{g2} (kN)	V _{g3} (kN)	V _{Σg} (kN)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	154,44	212,93	95,10	462,46
1	397,53	548,07	244,77	1190,38	123,55	170,34	76,08	369,97
2	706,72	974,35	435,15	2116,23	92,66	127,76	57,06	277,48
3	927,57	1278,84	571,14	2777,55	61,78	85,17	38,04	184,98
4	1060,08	1461,53	652,73	3174,34	30,89	42,59	19,02	92,49
5	1104,25	1522,43	679,93	3306,60	0,00	0,00	0,00	0,00

Esforços devido às móveis

Seções	M _q (kN.m)	V _q (kN)	V _{q-} (kN)
0	0	472,30	0,00
1	1212,10	402,60	-14,60
2	2146,40	337,50	-46,20
3	2803,20	277,10	-83,00
4	3207,20	221,50	-124,40
5	3346,00	170,60	-170,60

Esforços de cálculo

Seções	M _g (kN.m)	M _q (kN.m)	M _d (kN.m)	V _g (kN)	V _q (kN)	V _d (kN)
0	0,00	0,00	0,00	462,46	472,30	1332,77
1	1190,38	1212,10	3425,16	369,97	402,60	1103,36
2	2116,23	2146,40	6076,51	277,48	337,50	880,84
3	2777,55	2803,20	7954,49	184,98	277,10	665,38
4	3174,34	3207,20	9096,16	92,49	221,50	457,11
5	3306,60	3346,00	9482,91	0,00	170,60	255,90

$$S_d = 1,35 \times S_g + 1,50 \times S_q$$



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Seção 5: Ap1: 28φ 15,2 CP-190 RB

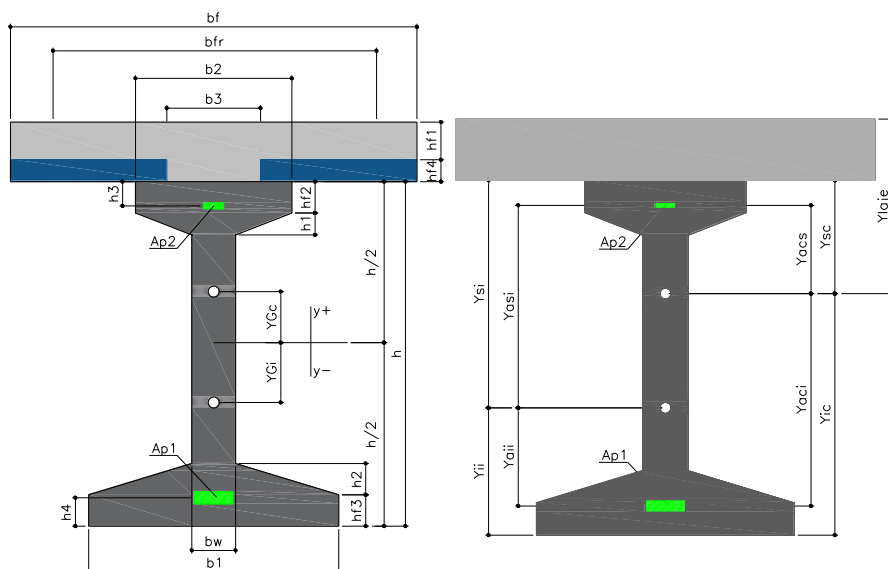
Ap2: 2φ 12,7 CP-190 RB

Resistências características do concreto (f_{ck})

Perfil : 50 MPa Laje: 30 MPa

Dados geométricos da laje e do perfil (m)

$b_f = 2,35$ $h_{f1} = 0,15$ $b_{fr} = 1,82$ $b_1 = 0,65$ $b_2 = 0,77$ $b_w = 0,15$
 $h = 1,70$ $h_1 = 0,05$ $h_2 = 0,1$ $h_3 = 0,04$ $h_4 = 0,05$
 $h_{f2} = 0,1$ $h_{f3} = 0,15$ $A_{p1} = 0,0039$ $A_{p2} = 0,0002$ $E_p/E_c = 5,051$
 $b_3 = 0,61$ $h_{f4} = 0,08$



Características geométricas do perfil isolado:

$Y_{Gi} = -0,030$ $Y_{li} = 0,8195$ $Y_{Si} = 0,8805$
 $I_{Gi} = 0,165$ $W_{li} = 0,2018$ $W_{Si} = 0,1878$
 $Y_{ali} = 0,7695$ $Y_{asi} = 0,8405$
 $W_{ali} = 0,2149$ $W_{asi} = 0,1968$

Características geométricas do perfil composto:

$Y_{Gc} = 0,392$ $Y_{lc} = 1,2422$ $Y_{Sc} = 0,4578$
 $I_{Gc} = 0,362$ $W_{lc} = 0,2910$ $W_{Sc} = 0,7897$
 $Y_{alc} = 1,1922$ $Y_{asc} = 0,4178$
 $W_{alc} = 0,3032$ $W_{asc} = 0,8653$
 $Y_{laje} = 0,6078$ $W_{laje} = 0,5948$



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Verificações das tensões em serviço

Seção 0: Ap1: 2φ 15,2 CP-190 RB

Ap2: 2φ 12,7 CP-190 RB

Tensão inicial nas armaduras

$$\sigma_{pi} \leq \begin{cases} 0,77 \times f_{ptk} \\ 0,85 \times f_{pyk} \end{cases} \begin{array}{l} \text{Inferior } (\sigma_{ai}): 1454 \text{ MPa} \\ \text{Superior } (\sigma_{as}): 1454 \text{ MPa} \end{array}$$

Perdas consideradas

Encurtamento elástico do concreto: $\Delta\sigma_{ai} = -10 \text{ MPa}$ $\sigma_{a0i} = 1444 \text{ MPa}$
 $\Delta\sigma_{as} = -6 \text{ MPa}$ $\sigma_{a0s} = 1448 \text{ MPa}$

Perfil isolado: 3,0 % Máximo valor final: 20,0 %

Esforços considerados

Cargas permanentes			Carga móvel	
$M_{g1} =$	0 kN.m	$V_{g1} =$	154 kN	$M_q = 0 \text{ kN.m}$
$M_{g2} =$	0 kN.m	$V_{g2} =$	213 kN	$V_q = 472 \text{ kN}$
$M_{g3} =$	0 kN.m	$V_{g3} =$	95 kN	

Tensões enquanto perfil isolado

	$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{laje} \text{ (MPa)}$
P + g1 (em vazio)	-1,9	-1,2	-
P + g1 + g2	-1,9	-1,1	-

Tensões enquanto perfil composto

	$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{laje} \text{ (MPa)}$
P + g1 + g2 + g3	-1,5	-1,8	0,0
P + Σg + q	-1,5	-1,8	0,0

Combinações de ações considerando protensão completa

Combinação frequente: P + ΔP + Σg + $\psi_1 \times q$

$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$ $\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$
 -1,5 -1,8

Combinação rara: P + ΔP + Σg + q

$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$ $\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$
 -1,5 -1,8

Limitações das tensões de acordo com NBR 6118/2014

Compressão		Tração		
$\sigma_c \leq$	$0,7 \times f_{ckj} = -28,7 \text{ MPa}$	$\sigma_t \leq$	$1,2 \times f_{ctkj} = 3,0 \text{ MPa}$	(Em vazio)
$\sigma_c \leq$	$0,7 \times f_{ck} = -35,0 \text{ MPa}$	$\sigma_t \leq$	$1,2 \times f_{ctk} = 3,4 \text{ MPa}$	(Em serviço)



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Seção 1: Ap1: 10φ 15,2 CP-190 RB

Ap2: 2φ 12,7 CP-190 RB

Tensão inicial nas armaduras

$$\sigma_{pi} \leq \begin{pmatrix} 0,77 \times f_{ptk} \\ 0,85 \times f_{pyk} \end{pmatrix} \begin{matrix} \text{Inferior } (\sigma_{ai}): 1454 \text{ MPa} \\ \text{Superior } (\sigma_{as}): 1454 \text{ MPa} \end{matrix}$$

Perdas consideradas

Encurtamento elástico do concreto: $\Delta\sigma_{ai} = -58 \text{ MPa}$ $\sigma_{a0i} = 1396 \text{ MPa}$

$\Delta\sigma_{as} = 7 \text{ MPa}$ $\sigma_{a0s} = 1461 \text{ MPa}$

Perfil isolado: 3,0 % Máximo valor final: 20,0 %

Esforços considerados

Cargas permanentes			Carga móvel	
$M_{g1} =$	398 kN.m	$V_{g1} =$	124 kN	$M_q = 1212 \text{ kN.m}$
$M_{g2} =$	548 kN.m	$V_{g2} =$	170 kN	$V_q = 403 \text{ kN}$
$M_{g3} =$	245 kN.m	$V_{g3} =$	76 kN	

Tensões enquanto perfil isolado

	$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{laje} \text{ (MPa)}$
P + g1 (em vazio)	-9,6	-0,2	-
P + g1 + g2	-6,3	-3,3	-

Tensões enquanto perfil composto

	$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{laje} \text{ (MPa)}$
P + g1 + g2 + g3	-3,6	-6,5	-0,2
P + Σg + q	0,6	-8,1	-2,2

Combinações de ações considerando protensão completa

Combinação frequente: P + ΔP + Σg + $\psi_1 \times q$

$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$ $\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$

-1,5 -7,3

Combinação rara: P + ΔP + Σg + q

$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$ $\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$

0,6 -8,1

Limitações das tensões de acordo com NBR 6118/2014

Compressão		Tração		
$\sigma_c \leq$	$0,7 \times f_{ck} = -28,7 \text{ MPa}$	$\sigma_t \leq$	$1,2 \times f_{ctkj} = 3,0 \text{ MPa}$	(Em vazio)
$\sigma_c \leq$	$0,7 \times f_{ck} = -35,0 \text{ MPa}$	$\sigma_t \leq$	$1,2 \times f_{ctk} = 3,4 \text{ MPa}$	(Em serviço)



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Seção 2: Ap1: 18φ 15,2 CP-190 RB

Ap2: 2φ 12,7 CP-190 RB

Tensão inicial nas armaduras

$$\sigma_{pi} \leq \begin{pmatrix} 0,77 \times f_{ptk} \\ 0,85 \times f_{pyk} \end{pmatrix} \begin{matrix} \text{Inferior } (\sigma_{ai}): 1454 \text{ MPa} \\ \text{Superior } (\sigma_{as}): 1454 \text{ MPa} \end{matrix}$$

Perdas consideradas

Encurtamento elástico do concreto: $\Delta\sigma_{ai} = -105 \text{ MPa}$ $\sigma_{a0i} = 1349 \text{ MPa}$

$\Delta\sigma_{as} = 21 \text{ MPa}$ $\sigma_{a0s} = 1475 \text{ MPa}$

Perfil isolado: 3,0 % Máximo valor final: 20,0 %

Esforços considerados

Cargas permanentes			Carga móvel	
$M_{g1} =$	707 kN.m	$V_{g1} =$	93 kN	$M_k = 2146 \text{ kN.m}$
$M_{g2} =$	974 kN.m	$V_{g2} =$	128 kN	$V_k = 338 \text{ kN}$
$M_{g3} =$	435 kN.m	$V_{g3} =$	57 kN	

Tensões enquanto perfil isolado

	$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{laje} \text{ (MPa)}$
P + g1 (em vazio)	-16,6	0,7	-
P + g1 + g2	-10,8	-4,7	-

Tensões enquanto perfil composto

	$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{laje} \text{ (MPa)}$
P + g1 + g2 + g3	-6,2	-11,2	-0,3
P + Σg + q	1,2	-13,9	-3,9

Combinações de ações considerando protensão completa

Combinação frequente: P + ΔP + Σg + $\psi_1 \times q$

$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$ $\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$

-2,5 -12,6

Combinação rara: P + ΔP + Σg + q

$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$ $\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$

1,2 -13,9

Limitações das tensões de acordo com NBR 6118/2014

Compressão		Tração		
$\sigma_c \leq$	$0,7 \times f_{ck} = -28,7 \text{ MPa}$	$\sigma_t \leq$	$1,2 \times f_{ctkj} = 3,0 \text{ MPa}$	(Em vazio)
$\sigma_c \leq$	$0,7 \times f_{ck} = -35,0 \text{ MPa}$	$\sigma_t \leq$	$1,2 \times f_{ctk} = 3,4 \text{ MPa}$	(Em serviço)



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Seção 3: Ap1: 24φ 15,2 CP-190 RB

Ap2: 2φ 12,7 CP-190 RB

Tensão inicial nas armaduras

$$\sigma_{pi} \leq \begin{pmatrix} 0,77 \times f_{ptk} \\ 0,85 \times f_{pyk} \end{pmatrix} \begin{matrix} \text{Inferior } (\sigma_{ai}): 1454 \text{ MPa} \\ \text{Superior } (\sigma_{as}): 1454 \text{ MPa} \end{matrix}$$

Perdas consideradas

Encurtamento elástico do concreto: $\Delta\sigma_{ai} = -141 \text{ MPa}$ $\sigma_{a0i} = 1313 \text{ MPa}$

$\Delta\sigma_{as} = 32 \text{ MPa}$ $\sigma_{a0s} = 1486 \text{ MPa}$

Perfil isolado: 3,0 % Máximo valor final: 20,0 %

Esforços considerados

Cargas permanentes			Carga móvel	
$M_{g1} =$	928 kN.m	$V_{g1} =$	62 kN	$M_q = 2803 \text{ kN.m}$
$M_{g2} =$	1279 kN.m	$V_{g2} =$	85 kN	$V_q = 277 \text{ kN}$
$M_{g3} =$	571 kN.m	$V_{g3} =$	38 kN	

Tensões enquanto perfil isolado

	$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{laje} \text{ (MPa)}$
P + g1 (em vazio)	-21,4	1,3	-
P + g1 + g2	-13,8	-5,7	-

Tensões enquanto perfil composto

	$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{laje} \text{ (MPa)}$
P + g1 + g2 + g3	-7,8	-14,4	-0,5
P + Σg + q	1,8	-17,9	-5,2

Combinações de ações considerando protensão completa

Combinação frequente: P + ΔP + Σg + $\psi_1 \times q$

$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$ $\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$

-3,0 -16,1

Combinação rara: P + ΔP + Σg + q

$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$ $\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$

1,8 -17,9

Limitações das tensões de acordo com NBR 6118/2014

Compressão		Tração		
$\sigma_c \leq$	$0,7 \times f_{ck} = -28,7 \text{ MPa}$	$\sigma_t \leq$	$1,2 \times f_{ctkj} = 3,0 \text{ MPa}$	(Em vazio)
$\sigma_c \leq$	$0,7 \times f_{ck} = -35,0 \text{ MPa}$	$\sigma_t \leq$	$1,2 \times f_{ctk} = 3,4 \text{ MPa}$	(Em serviço)



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Seção 4: Ap1: 28φ 15,2 CP-190 RB

Ap2: 2φ 12,7 CP-190 RB

Tensão inicial nas armaduras

$$\sigma_{pi} \leq \begin{pmatrix} 0,77 \times f_{ptk} \\ 0,85 \times f_{pyk} \end{pmatrix} \begin{matrix} \text{Inferior } (\sigma_{ai}): 1454 \text{ MPa} \\ \text{Superior } (\sigma_{as}): 1454 \text{ MPa} \end{matrix}$$

Perdas consideradas

Encurtamento elástico do concreto: $\Delta\sigma_{ai} = -164 \text{ MPa}$ $\sigma_{a0i} = 1290 \text{ MPa}$

$\Delta\sigma_{as} = 40 \text{ MPa}$ $\sigma_{a0s} = 1494 \text{ MPa}$

Perfil isolado: 3,0 % Máximo valor final: 20,0 %

Esforços considerados

Cargas permanentes			Carga móvel	
$M_{g1} = 1060 \text{ kN.m}$	$V_{g1} = 31 \text{ kN}$		$M_q = 3207 \text{ kN.m}$	$V_q = 222 \text{ kN}$
$M_{g2} = 1462 \text{ kN.m}$	$V_{g2} = 43 \text{ kN}$			
$M_{g3} = 653 \text{ kN.m}$	$V_{g3} = 19 \text{ kN}$			

Tensões enquanto perfil isolado

	$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{laje} \text{ (MPa)}$
P + g1 (em vazio)	-24,2	1,6	-
P + g1 + g2	-15,6	-6,5	-

Tensões enquanto perfil composto

	$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{laje} \text{ (MPa)}$
P + g1 + g2 + g3	-8,8	-16,3	-0,5
P + Σg + q	2,2	-20,3	-5,9

Combinações de ações considerando protensão completa

Combinação frequente: P + ΔP + Σg + $\psi_1 \times q$

$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$ $\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$

-3,3 -18,3

Combinação rara: P + ΔP + Σg + q

$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$ $\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$

2,2 -20,3

Limitações das tensões de acordo com NBR 6118/2014

Compressão		Tração		
$\sigma_c \leq 0,7 \times f_{ckj} = -28,7 \text{ MPa}$		$\sigma_t \leq 1,2 \times f_{ctkj} = 3,0 \text{ MPa}$		(Em vazio)
$\sigma_c \leq 0,7 \times f_{ck} = -35,0 \text{ MPa}$		$\sigma_t \leq 1,2 \times f_{ctk} = 3,4 \text{ MPa}$		(Em serviço)



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Seção 5: Ap1: 28φ 15,2 CP-190 RB

Ap2: 2φ 12,7 CP-190 RB

Tensão inicial nas armaduras

$$\sigma_{pi} \leq \begin{pmatrix} 0,77 \times f_{ptk} \\ 0,85 \times f_{pyk} \end{pmatrix} \begin{matrix} \text{Inferior } (\sigma_{ai}): 1454 \text{ MPa} \\ \text{Superior } (\sigma_{as}): 1454 \text{ MPa} \end{matrix}$$

Perdas consideradas

Encurtamento elástico do concreto: $\Delta\sigma_{ai} = -164 \text{ MPa}$ $\sigma_{a0i} = 1290 \text{ MPa}$

$\Delta\sigma_{as} = 40 \text{ MPa}$ $\sigma_{a0s} = 1494 \text{ MPa}$

Perfil isolado: 3,0 % Máximo valor final: 20,0 %

Esforços considerados

Cargas permanentes			Carga móvel	
$M_{g1} = 1104 \text{ kN.m}$	$V_{g1} = 0 \text{ kN}$		$M_q = 3346 \text{ kN.m}$	$V_q = 171 \text{ kN}$
$M_{g2} = 1522 \text{ kN.m}$	$V_{g2} = 0 \text{ kN}$			
$M_{g3} = 680 \text{ kN.m}$	$V_{g3} = 0 \text{ kN}$			

Tensões enquanto perfil isolado

	$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{laje} \text{ (MPa)}$
P + g1 (em vazio)	-24,0	1,4	-
P + g1 + g2	-15,1	-7,0	-

Tensões enquanto perfil composto

	$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{laje} \text{ (MPa)}$
P + g1 + g2 + g3	-8,2	-15,8	-0,6
P + Σg + q	3,3	-20,0	-6,2

Combinações de ações considerando protensão completa

Combinação frequente: P + ΔP + Σg + $\psi_1 \times q$

$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$ $\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$

-2,5 -17,9

Combinação rara: P + ΔP + Σg + q

$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$ $\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$

3,3 -20,0

Limitações das tensões de acordo com NBR 6118/2014

Compressão		Tração		
$\sigma_c \leq 0,7 \times f_{ckj} = -28,7 \text{ MPa}$		$\sigma_t \leq 1,2 \times f_{ctkj} = 3,0 \text{ MPa}$		(Em vazio)
$\sigma_c \leq 0,7 \times f_{ck} = -35,0 \text{ MPa}$		$\sigma_t \leq 1,2 \times f_{ctk} = 3,4 \text{ MPa}$		(Em serviço)



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Verificações e dimensionamento aos esforços cortantes

Características dos materiais e dados da seção

$f_{ck} = 50 \text{ MPa}$ $f_{cd} = 36 \text{ MPa}$ $f_{ctd} = 2,0 \text{ MPa}$
 $b_w = 0,15 \text{ m}$ $h = 1,85 \text{ m}$ $\text{cobrimento} = 3,0 \text{ cm}$ $d = 1,82 \text{ m}$
 $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$

Limitações de tensões no concreto

$V_{sd} \leq V_{Rd2}$, sendo: $V_{sd} = 1,35 \times V_g + 1,50 \times V_q$
 $V_{Rd2} = 0,27 \times \alpha_{v2} \times f_{cd} \times b_w \times d$

Armadura transversal

$V_{sd} \leq V_{Rd3} = V_c + V_{sw}$, sendo: $V_c = 0,6 \times f_{ctd} \times b_w \times d$
 $V_{sw} = (A_{sw}/s) \times 0,9 \times d \times f_{yd}$
 $A_{sw} = 0,2 \times b_w \times f_{ctm}/f_{yk}$

Planilha de dimensionamento

Seções	V_g (kN)	V_q (kN)	V_{sd} (kN)	V_{Rd2} (kN)	V_c (kN)	V_{sw} (kN)	A_{sw}/s (cm ² /m)	Estribos
0	462	472	1333	2102	333	1000	14,06	10,0 c.11
1	370	403	1103	2102	333	770	10,84	10,0 c.14
2	277	338	881	2102	333	548	7,71	10,0 c.20
3	185	277	665	2102	333	332	4,68	10,0 c.25
4	92	222	457	2102	333	124	2,44	10,0 c.25
5	0	171	256	2102	333	-77	2,44	10,0 c.25

Verificações para ligação mesa-alma

$V_{Ld} \leq 0,3 \times f_{cd} \times h_f$, sendo: $V_{Ld} = (V_{sd}/z) \times (b_{f1}/b_f)$ $z = d - h_f/2$
 b_{f1} = dimensão da aba da mesa
 b_f = dimensão total da mesa
 h_f = espessura da mesa
 Armadura de ligação mesa-alma: $A_{sf}/s_f = (V_{Ld} - 2,5 \times \tau_{RD} \times h_f)/f_{yd} > A_{sfmin} = 0,0015 \times h_f$

Planilha de dimensionamento

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ $\tau_{RD} = 0,35 \text{ MPa}$

Seções	h_f (m)	b_{f1} (m)	b_f (m)	z (m)	V_{Ld} (kN)	A_{sf}/s_f (cm ² /m)
0	0,15	0,84	1,82	1,74	351	5,06
1	0,15	0,84	1,82	1,74	291	3,67
2	0,15	0,84	1,82	1,74	232	2,32
3	0,15	0,84	1,82	1,74	175	2,25
4	0,15	0,84	1,82	1,74	120	2,25
5	0,15	0,84	1,82	1,74	67	2,25



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Verificação do estado limite último

Para $A_p = 39,20 \text{ cm}^2$ temos:

$d = 1,87 \text{ m}$ $x = 0,23 \text{ m}$ $z = 1,78 \text{ m}$

$\varepsilon_{sp} = 10 \text{ ‰}$ $\varepsilon_{pi} = 5,23 \text{ ‰}$ $\varepsilon_p = \varepsilon_{sp} + \varepsilon_{pi} = 15,23 \text{ ‰}$

$\sigma_p = 1517 \text{ MPa}$ $M_{Rd} = 10590 \text{ kN.m}$

Como $M_{Rd} < M_{Sd} = 9483 \text{ kN.m}$ a seção está atendida.

Armaduras junto aos apoios na face inferior do perfil

Segundo NBR 6118/2014, item 17.4.1.2.2, devem ser consideradas armaduras longitudinais de tração junto ao apoio, considerando o esforço cortante V_{sd} . Não foram consideradas as cordoalhas protendidas aderentes junto aos apoios, pois as mesmas estão em região de ancoragem. Com isso temos:

$A_s = 30,65 \text{ cm}^2$

Adotaremos $10 \phi 20,0$

Armaduras junto aos apoios na face superior do perfil

As cordoalhas junto aos apoios ($2\phi 15,2$) causam um momento negativo, equivalente a:

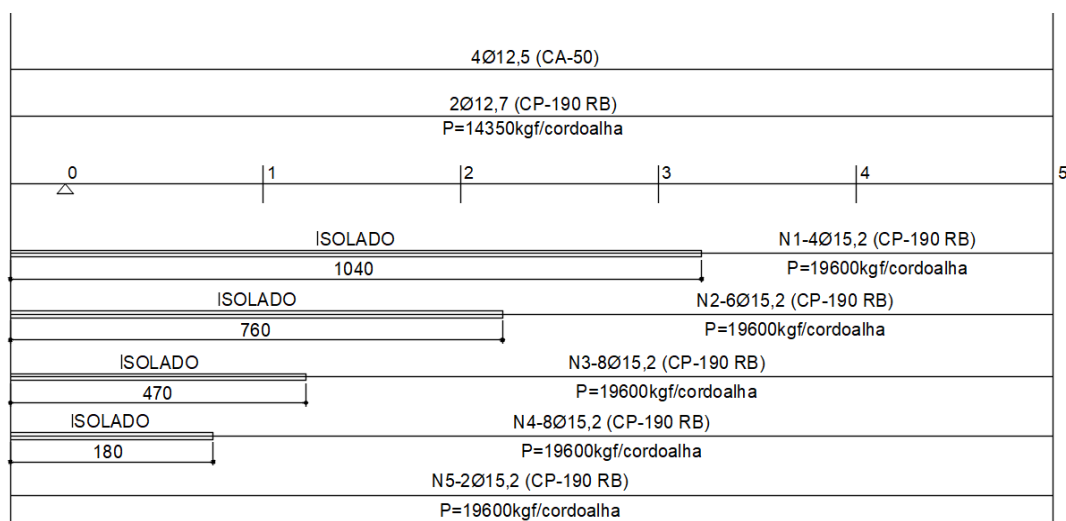
$M^- = 299 \text{ kN.m}$ $d = 1,66 \text{ m}$ $b = 0,65 \text{ m}$ $x = 0,0114 \text{ m}$

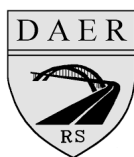
$A_s = 4,15 \text{ cm}^2$

Adotaremos $4 \phi 12,5$ ao longo de todo comprimento da viga

Posicionamento das armaduras

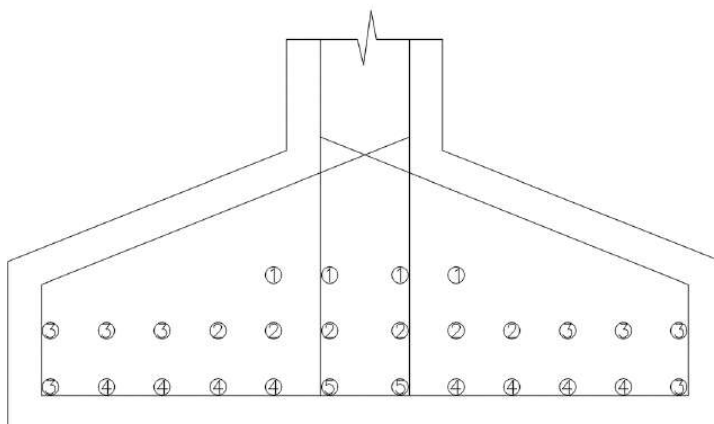
Para atender às limitações normativas em relação as tensões em serviço, as cordoalhas de 15,2mm foram isoladas de modo a interromper a aderência cordoalha-concreto.



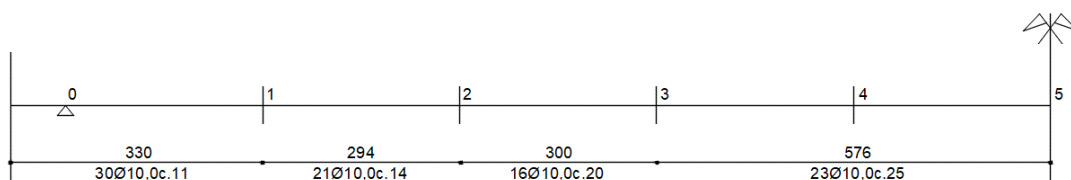


TRAÇADO

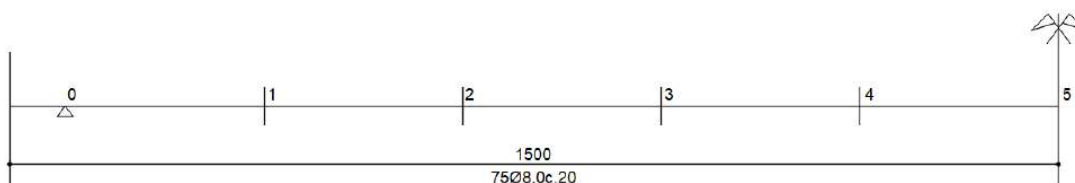
Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre



Estribos verticais:



Estribos horizontais na mesa inferior:



Armação balanços das longarinas

- Cargas permanentes distribuídas

$$g_1 = 10,80 \text{ kN} / \text{m}$$

$$g_2 = 14,89 \text{ kN} / \text{m}$$

$$g_3 = 6,65 \text{ kN} / \text{m}$$

- Cargas permanentes concentradas

$$G_1 = 93,20 \text{ kN} \text{ (Cortinas + alas)}$$

$$G_2 = 72,00 \text{ kN} \text{ (Placa de transição)}$$



Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

- Cargas móveis

$$Q = 76,20kN$$

$$q = 15,56kN / m$$

Dimensionamento à flexão (Viga isolada)

$$M_g = 93,20 \times 1,30 + \frac{25,69 \times 1,30^2}{2} = 142,87kN.m$$

$$M_d = 1,35 \times 142,87 = 192,87kN.m$$

$$k_c = \frac{65 \times 165^2}{19287} = 91,75 \quad k_s = 0,0232$$

$$A_s = \frac{0,0232 \times 19287}{165} = 2,71cm^2 \rightarrow 2\phi 16,0 \text{ posicionados na mesa superior da longarina, com comprimento de 250 cm.}$$

Dimensionamento à flexão (Carga total)

$$M_g = 72,00 \times 1,30 + \frac{6,65 \times 1,30^2}{2} = 99,22kN.m$$

$$M_q = 76,20 \times 1,30 + \frac{15,56 \times 1,30^2}{2} = 112,21kN.m$$

$$M_d = 1,35 \times 99,22 + 1,50 \times 112,21 = 302,26kN.m$$

$$k_c = \frac{65 \times 188^2}{30226} = 76,01 \quad k_s = 0,0232$$

$$A_s = \frac{0,0232 \times 30226}{188} = 3,73cm^2 \rightarrow 3\phi 16,0 \text{ posicionados na laje, sobre cada longarina}$$

1.2 Longarinas de 13,50m

Para o dimensionamento das longarinas, consideramos elas isostáticas, pré-moldadas em concreto protendido, sendo que as mesmas serão protendidas em fábrica. Posteriormente ela será unificada as lajes de modo a criar uma seção composta em concreto armado e protendido com o intuito de resistir os esforços solicitantes.

As tensões nas seções foram calculadas considerando as perdas de protensão, imediatas e progressivas nas armaduras ativas, obedecendo as solicitações normativas exigidas pela NBR 6118/2014.

As perdas de protensão foram estimadas supondo os seguintes parâmetros:

- Idade mínima para protensão = 7 dias;



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

- Abatimento do concreto (Slump) = 0-4;
- Umidade do ambiente = 70%;
- Temperatura média de cura = 20°C;
- Tipo de cimento = CPV-ARI.

As características das seções, verificações de tensões e dimensionamentos apresentados ao longo da memória foram obtidos através de planilhas em Excel, programadas pelo autor da mesma.

A seguir, serão apresentados todos os procedimentos necessários para o dimensionamento das longarinas protendidas mais solicitadas, ou seja, as longarinas de borda, incluindo o levantamento de ações que solicitam a estrutura, as características da seção, verificações das tensões em serviço e estado limite último.

Cargas permanentes por longarina

Distribuídas no vão:

- Fase 1: Peso próprio da longarina: $g_1 = 0,357 \times 25 = 8,92 \text{ kN/m}$
- Fase 2: Peso próprio da laje: $g_2 = 0,56 \times 25 = 14,00 \text{ kN/m}$
- Fase 3: Pavimentação, recapeamento e barreiras: $g_3 = 6,65 \text{ kN/m}$

Concentradas no apoio:

- Peso próprio das transversinas: $G_1 = 18,11 \text{ kN}$

Cargas móveis por longarina segundo NBR 7188/2013

Utilizaremos classe 45 com trem-tipo homogeneizado:

$$P = 60 \text{ kN}, p = 5 \text{ kN/m}^2, \varphi = 1,341$$

Como a superestrutura é desprovida de transversinas de vão, foi avaliada a distribuição transversal efetuada pela laje. No meio do vão a constante elástica das longarinas vale $k = 155034 \text{ kN/m}$. O cálculo da distribuição transversal foi realizado por “software” de análise elástica linear, considerando-se uma fatia de laje de 1,5 m de largura, equivalente à faixa de influência de cada eixo do veículo - tipo.

Aplicando sucessivamente a carga unitária sobre cada longarina, constatou-se que a situação mais desfavorável de carga móvel será das vigas de extremidade.



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

$r_{11} = 0,977$	$r_{21} = 0,049$	$r_{31} = -0,029$	$r_{41} = 0,003$	$r_{51} = 0,000$
$r_{12} = 0,049$	$r_{22} = 0,874$	$r_{32} = 0,109$	$r_{42} = -0,034$	$r_{52} = 0,003$
$r_{13} = -0,029$	$r_{23} = 0,109$	$r_{33} = 0,838$	$r_{43} = 0,109$	$r_{53} = -0,029$
$r_{14} = 0,003$	$r_{24} = -0,034$	$r_{34} = 0,109$	$r_{44} = 0,874$	$r_{54} = 0,049$
$r_{15} = 0,000$	$r_{25} = 0,003$	$r_{35} = -0,029$	$r_{45} = 0,049$	$r_{55} = 0,977$

Figura 2 - Coeficientes de repartição transversal

O trem-tipo de cálculo para as longarinas mais solicitadas será:

Nos vãos: $Q = 108,46 \text{ kN/eixo}$ $q = 13,88 \text{ kN/m}$

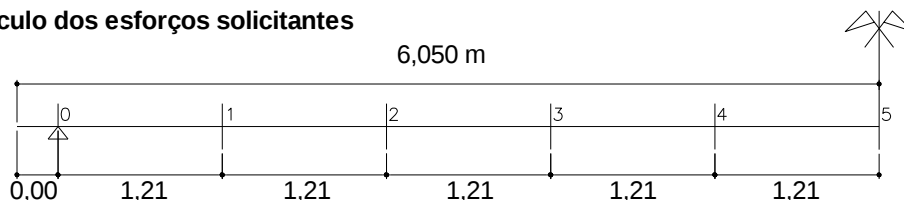
Nos apoios: $Q = 80,46 \text{ kN/eixo}$ $q = 16,43 \text{ kN/m}$



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Cálculo dos esforços solicitantes



Esforços devido às cargas permanentes

Seções	M _{g1} (kN.m)	M _{g2} (kN.m)	M _{g3} (kN.m)	M _{Σg} (kN.m)	V _{g1} (kN)	V _{g2} (kN)	V _{g3} (kN)	V _{Σg} (kN)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	53,97	84,70	40,23	178,90
1	58,77	92,24	43,81	194,82	43,17	67,76	32,19	143,12
2	104,48	163,98	77,89	346,35	32,38	50,82	24,14	107,34
3	137,13	215,22	102,23	454,58	21,59	33,88	16,09	71,56
4	156,72	245,97	116,84	519,52	10,79	16,94	8,05	35,78
5	163,25	256,22	121,70	541,17	0,00	0,00	0,00	0,00

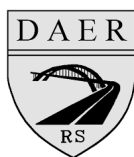
Esforços devido às móveis

Seções	M _q (kN.m)	V _q (kN)	V _{q-} (kN)
0	0	370,10	0,00
1	398,10	321,50	-11,80
2	697,00	274,60	-33,50
3	896,40	229,30	-65,20
4	1028,60	185,80	-103,70
5	1078,10	143,90	-143,90

Esforços de cálculo

Seções	M _g (kN.m)	M _q (kN.m)	M _d (kN.m)	V _g (kN)	V _q (kN)	V _d (kN)
0	0,00	0,00	0,00	178,90	370,10	796,66
1	194,82	398,10	860,16	143,12	321,50	675,46
2	346,35	697,00	1513,07	107,34	274,60	556,81
3	454,58	896,40	1958,28	71,56	229,30	440,56
4	519,52	1028,60	2244,25	35,78	185,80	327,00
5	541,17	1078,10	2347,73	0,00	143,90	215,85

$$S_d = 1,35 \times S_g + 1,50 \times S_q$$



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Seção 5: A_{p1} : 10 ϕ 15,2 CP-190 RB

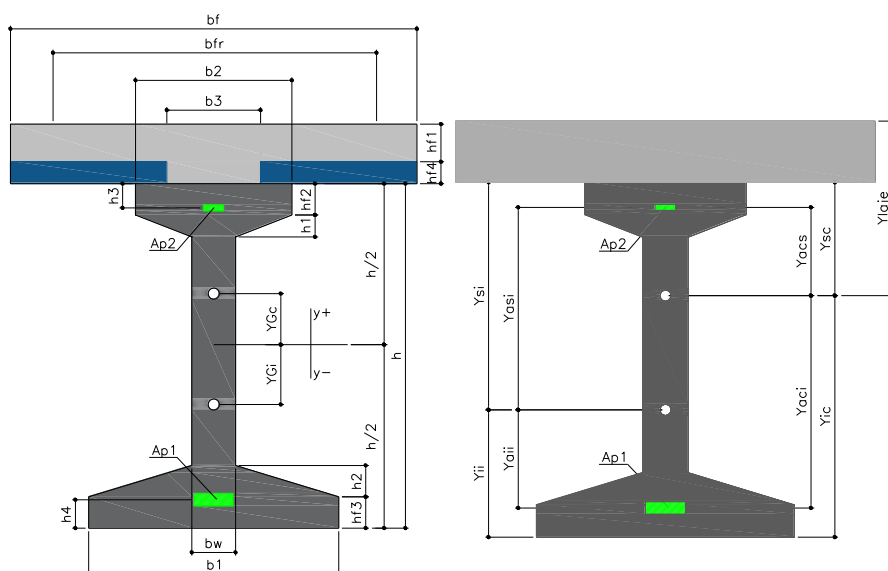
A_{p2} : 2 ϕ 12,7 CP-190 RB

Resistências características do concreto (f_{ck})

Perfil : 50 MPa Laje: 30 MPa

Dados geométricos da laje e do perfil (m)

$b_f = 2,35$ $h_{f1} = 0,15$ $b_{fr} = 1,82$ $b_1 = 0,65$ $b_2 = 0,77$ $b_w = 0,15$
 $h = 1,20$ $h_1 = 0,05$ $h_2 = 0,1$ $h_3 = 0,04$ $h_4 = 0,05$
 $h_{f2} = 0,1$ $h_{f3} = 0,15$ $A_{p1} = 0,0014$ $A_{p2} = 0,0002$ $E_p/E_c = 5,051$
 $b_3 = 0,61$ $h_{f4} = 0,08$



Características geométricas do perfil isolado:

$Y_{Gi} = -0,022$ $Y_{li} = 0,5776$ $Y_{Si} = 0,6224$
 $I_{Gi} = 0,069$ $W_{li} = 0,1195$ $W_{Si} = 0,1109$
 $Y_{ali} = 0,5276$ $Y_{asi} = 0,5824$
 $W_{ali} = 0,1308$ $W_{asi} = 0,1185$

Características geométricas do perfil composto:

$Y_{Gc} = 0,333$ $Y_{lc} = 0,9334$ $Y_{Sc} = 0,2666$
 $I_{Gc} = 0,169$ $W_{lc} = 0,1810$ $W_{Sc} = 0,6337$
 $Y_{alc} = 0,8834$ $Y_{asc} = 0,2266$
 $W_{alc} = 0,1912$ $W_{asc} = 0,7455$
 $Y_{laje} = 0,4166$ $W_{laje} = 0,4055$



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Verificações das tensões em serviço

Seção 0: Ap1: 2φ 15,2 CP-190 RB

Ap2: 2φ 12,7 CP-190 RB

Tensão inicial nas armaduras

$$\sigma_{pi} \leq \begin{cases} 0,77 \times f_{ptk} \\ 0,85 \times f_{pyk} \end{cases} \begin{array}{l} \text{Inferior } (\sigma_{ai}): 1454 \text{ MPa} \\ \text{Superior } (\sigma_{as}): 1454 \text{ MPa} \end{array}$$

Perdas consideradas

Encurtamento elástico do concreto: $\Delta\sigma_{ai} = -67 \text{ MPa}$ $\sigma_{a0i} = 1387 \text{ MPa}$
 $\Delta\sigma_{as} = 7 \text{ MPa}$ $\sigma_{a0s} = 1461 \text{ MPa}$

Perfil isolado: 3,0 % Máximo valor final: 20,0 %

Esforços considerados

Cargas permanentes			Carga móvel	
Mg1 =	0 kN.m	Vg1 =	54 kN	Mq = 0 kN.m
Mg2 =	0 kN.m	Vg2 =	85 kN	Vq =
Mg3 =	0 kN.m	Vg3 =	40 kN	370 kN

Tensões enquanto perfil isolado

	$\sigma_{inferior}$ (MPa)	$\sigma_{superior}$ (MPa)	σ_{laje} (MPa)
P + g1 (em vazio)	-2,2	-1,4	-
P + g1 + g2	-2,1	-1,4	-

Tensões enquanto perfil composto

	$\sigma_{inferior}$ (MPa)	$\sigma_{superior}$ (MPa)	σ_{laje} (MPa)
P + g1 + g2 + g3	-1,7	-2,1	0,0
P + Σ g + q	-1,7	-2,1	0,0

Combinações de ações considerando protensão completa

Combinação frequente: P + Δ P + Σ g + $\psi_1 \times q$

$\sigma_{inferior}$ (MPa) $\sigma_{superior}$ (MPa)
 -1,7 -2,1

Combinação rara: P + Δ P + Σ g + q

$\sigma_{inferior}$ (MPa) $\sigma_{superior}$ (MPa)
 -1,7 -2,1

Limitações das tensões de acordo com NBR 6118/2014

Compressão		Tração		
$\sigma_c \leq$	$0,7 \times f_{ckj} = -28,7 \text{ MPa}$	$\sigma_t \leq$	$1,2 \times f_{ctkj} = 3,0 \text{ MPa}$	(Em vazio)
$\sigma_c \leq$	$0,7 \times f_{ck} = -35,0 \text{ MPa}$	$\sigma_t \leq$	$1,2 \times f_{ctk} = 3,4 \text{ MPa}$	(Em serviço)



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Seção 1: Ap1: 4φ 15,2 CP-190 RB
Ap2: 2φ 12,7 CP-190 RB

Tensão inicial nas armaduras

$$\sigma_{pi} \leq \begin{pmatrix} 0,77 \times f_{ptk} \\ 0,85 \times f_{pyk} \end{pmatrix} \begin{matrix} \text{Inferior } (\sigma_{ai}): 1454 \text{ MPa} \\ \text{Superior } (\sigma_{as}): 1454 \text{ MPa} \end{matrix}$$

Perdas consideradas

Encurtamento elástico do concreto: $\Delta\sigma_{ai} = -67 \text{ MPa}$ $\sigma_{a0i} = 1387 \text{ MPa}$
 $\Delta\sigma_{as} = 7 \text{ MPa}$ $\sigma_{a0s} = 1461 \text{ MPa}$
Perfil isolado: 3,0 % Máximo valor final: 20,0 %

Esforços considerados

Cargas permanentes			Carga móvel	
M _{g1} =	59 kN.m	V _{g1} =	43 kN	M _q = 398 kN.m
M _{g2} =	92 kN.m	V _{g2} =	68 kN	V _q = 322 kN
M _{g3} =	44 kN.m	V _{g3} =	32 kN	

Tensões enquanto perfil isolado

	σ inferior (MPa)	σ superior (MPa)	σ laje (MPa)
P + g1 (em vazio)	-4,5	-1,1	-
P + g1 + g2	-3,5	-1,9	-

Tensões enquanto perfil composto

	σ inferior (MPa)	σ superior (MPa)	σ laje (MPa)
P + g1 + g2 + g3	-2,4	-3,6	0,0
P + Σg + q	-0,2	-4,2	-1,0

Combinações de ações considerando protensão completa

Combinação frequente: P + ΔP + Σg + ψ₁ x q

σ inferior (MPa) σ superior (MPa)
-1,3 -3,9

Combinação rara: P + ΔP + Σg + q

σ inferior (MPa) σ superior (MPa)
-0,2 -4,2

Limitações das tensões de acordo com NBR 6118/2014

Compressão		Tração		
σ _c ≤	0,7 x f _{ckj} = -28,7 MPa	σ _t ≤	1,2 x f _{ctkj} = 3,0 MPa	(Em vazio)
σ _c ≤	0,7 x f _{ck} = -35,0 MPa	σ _t ≤	1,2 x f _{ctk} = 3,4 MPa	(Em serviço)



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Seção 2: Ap1: 6φ 15,2 CP-190 RB

Ap2: 2φ 12,7 CP-190 RB

Tensão inicial nas armaduras

$$\sigma_{pi} \leq \begin{pmatrix} 0,77 \times f_{ptk} \\ 0,85 \times f_{pyk} \end{pmatrix} \begin{matrix} \text{Inferior } (\sigma_{ai}): 1454 \text{ MPa} \\ \text{Superior } (\sigma_{as}): 1454 \text{ MPa} \end{matrix}$$

Perdas consideradas

Encurtamento elástico do concreto: $\Delta\sigma_{ai} = -67 \text{ MPa}$ $\sigma_{a0i} = 1387 \text{ MPa}$

$\Delta\sigma_{as} = 7 \text{ MPa}$ $\sigma_{a0s} = 1461 \text{ MPa}$

Perfil isolado: 3,0 % Máximo valor final: 20,0 %

Esforços considerados

Cargas permanentes			Carga móvel	
M _{g1} =	104 kN.m	V _{g1} =	32 kN	M _q = 697 kN.m
M _{g2} =	164 kN.m	V _{g2} =	51 kN	V _q = 275 kN
M _{g3} =	78 kN.m	V _{g3} =	24 kN	

Tensões enquanto perfil isolado

	σ inferior (MPa)	σ superior (MPa)	σ laje (MPa)
P + g1 (em vazio)	-6,9	-0,7	-
P + g1 + g2	-5,2	-2,2	-

Tensões enquanto perfil composto

	σ inferior (MPa)	σ superior (MPa)	σ laje (MPa)
P + g1 + g2 + g3	-3,5	-5,4	0,0
P + Σg + q	0,3	-6,5	-1,8

Combinações de ações considerando protensão completa

Combinação frequente: P + ΔP + Σg + ψ₁ x q

σ inferior (MPa) σ superior (MPa)

-1,6 -5,9

Combinação rara: P + ΔP + Σg + q

σ inferior (MPa) σ superior (MPa)

0,3 -6,5

Limitações das tensões de acordo com NBR 6118/2014

Compressão		Tração		
σ _c ≤	0,7 x f _{ckj} = -28,7 MPa	σ _t ≤	1,2 x f _{ctkj} = 3,0 MPa	(Em vazio)
σ _c ≤	0,7 x f _{ck} = -35,0 MPa	σ _t ≤	1,2 x f _{ctk} = 3,4 MPa	(Em serviço)



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Seção 3: Ap1: 8φ 15,2 CP-190 RB

Ap2: 2φ 12,7 CP-190 RB

Tensão inicial nas armaduras

$$\sigma_{pi} \leq \begin{pmatrix} 0,77 \times f_{ptk} \\ 0,85 \times f_{pyk} \end{pmatrix} \begin{matrix} \text{Inferior } (\sigma_{ai}): 1454 \text{ MPa} \\ \text{Superior } (\sigma_{as}): 1454 \text{ MPa} \end{matrix}$$

Perdas consideradas

Encurtamento elástico do concreto: $\Delta\sigma_{ai} = -67 \text{ MPa}$ $\sigma_{a0i} = 1387 \text{ MPa}$

$\Delta\sigma_{as} = 7 \text{ MPa}$ $\sigma_{a0s} = 1461 \text{ MPa}$

Perfil isolado: 3,0 % Máximo valor final: 20,0 %

Esforços considerados

Cargas permanentes			Carga móvel	
$M_{g1} =$	137 kN.m	$V_{g1} =$	22 kN	$M_q = 896 \text{ kN.m}$
$M_{g2} =$	215 kN.m	$V_{g2} =$	34 kN	$V_q = 229 \text{ kN}$
$M_{g3} =$	102 kN.m	$V_{g3} =$	16 kN	

Tensões enquanto perfil isolado

	$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{laje} \text{ (MPa)}$
P + g1 (em vazio)	-9,5	-0,2	-
P + g1 + g2	-7,2	-2,1	-

Tensões enquanto perfil composto

	$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{laje} \text{ (MPa)}$
P + g1 + g2 + g3	-5,0	-7,4	-0,1
P + Σg + q	0,0	-8,8	-2,3

Combinações de ações considerando protensão completa

Combinação frequente: P + ΔP + Σg + $\psi_1 \times q$

$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$ $\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$

-2,5 -8,1

Combinação rara: P + ΔP + Σg + q

$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$ $\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$

0,0 -8,8

Limitações das tensões de acordo com NBR 6118/2014

Compressão		Tração		
$\sigma_c \leq$	$0,7 \times f_{ck} = -28,7 \text{ MPa}$	$\sigma_t \leq$	$1,2 \times f_{ctkj} = 3,0 \text{ MPa}$	(Em vazio)
$\sigma_c \leq$	$0,7 \times f_{ck} = -35,0 \text{ MPa}$	$\sigma_t \leq$	$1,2 \times f_{ctk} = 3,4 \text{ MPa}$	(Em serviço)



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Seção 4: Ap1: 10φ 15,2 CP-190 RB

Ap2: 2φ 12,7 CP-190 RB

Tensão inicial nas armaduras

$$\sigma_{pi} \leq \begin{pmatrix} 0,77 \times f_{ptk} \\ 0,85 \times f_{pyk} \end{pmatrix} \begin{matrix} \text{Inferior } (\sigma_{ai}): 1454 \text{ MPa} \\ \text{Superior } (\sigma_{as}): 1454 \text{ MPa} \end{matrix}$$

Perdas consideradas

Encurtamento elástico do concreto: $\Delta\sigma_{ai} = -67 \text{ MPa}$ $\sigma_{a0i} = 1387 \text{ MPa}$

$\Delta\sigma_{as} = 7 \text{ MPa}$ $\sigma_{a0s} = 1461 \text{ MPa}$

Perfil isolado: 3,0 % Máximo valor final: 20,0 %

Esforços considerados

Cargas permanentes			Carga móvel	
M _{g1} =	157 kN.m	V _{g1} =	11 kN	M _q = 1029 kN.m
M _{g2} =	246 kN.m	V _{g2} =	17 kN	V _q = 186 kN
M _{g3} =	117 kN.m	V _{g3} =	8 kN	

Tensões enquanto perfil isolado

	σ inferior (MPa)	σ superior (MPa)	σ laje (MPa)
P + g1 (em vazio)	-12,1	0,4	-
P + g1 + g2	-9,5	-1,8	-

Tensões enquanto perfil composto

	σ inferior (MPa)	σ superior (MPa)	σ laje (MPa)
P + g1 + g2 + g3	-6,7	-9,7	0,0
P + Σg + q	-1,1	-11,3	-2,6

Combinações de ações considerando protensão completa

Combinação frequente: P + ΔP + Σg + ψ₁ x q

σ inferior (MPa) σ superior (MPa)

-3,9 -10,5

Combinação rara: P + ΔP + Σg + q

σ inferior (MPa) σ superior (MPa)

-1,1 -11,3

Limitações das tensões de acordo com NBR 6118/2014

Compressão		Tração		
σ _c ≤	0,7 x f _{ckj} = -28,7 MPa	σ _t ≤	1,2 x f _{ctkj} = 3,0 MPa	(Em vazio)
σ _c ≤	0,7 x f _{ck} = -35,0 MPa	σ _t ≤	1,2 x f _{ctk} = 3,4 MPa	(Em serviço)



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Seção 5: Ap1: 10φ 15,2 CP-190 RB

Ap2: 2φ 12,7 CP-190 RB

Tensão inicial nas armaduras

$$\sigma_{pi} \leq \begin{pmatrix} 0,77 \times f_{ptk} \\ 0,85 \times f_{pyk} \end{pmatrix} \begin{matrix} \text{Inferior } (\sigma_{ai}): 1454 \text{ MPa} \\ \text{Superior } (\sigma_{as}): 1454 \text{ MPa} \end{matrix}$$

Perdas consideradas

Encurtamento elástico do concreto: $\Delta\sigma_{ai} = -67 \text{ MPa}$ $\sigma_{a0i} = 1387 \text{ MPa}$

$\Delta\sigma_{as} = 7 \text{ MPa}$ $\sigma_{a0s} = 1461 \text{ MPa}$

Perfil isolado: 3,0 % Máximo valor final: 20,0 %

Esforços considerados

Cargas permanentes			Carga móvel	
$M_{g1} =$	163 kN.m	$V_{g1} =$	0 kN	$M_q = 1078 \text{ kN.m}$
$M_{g2} =$	256 kN.m	$V_{g2} =$	0 kN	$V_q = 144 \text{ kN}$
$M_{g3} =$	122 kN.m	$V_{g3} =$	0 kN	

Tensões enquanto perfil isolado

	$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{laje} \text{ (MPa)}$
P + g1 (em vazio)	-12,0	0,4	-
P + g1 + g2	-9,3	-1,9	-

Tensões enquanto perfil composto

	$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$	$\sigma_{laje} \text{ (MPa)}$
P + g1 + g2 + g3	-6,6	-9,6	-0,1
P + Σg + q	-0,6	-11,3	-2,7

Combinações de ações considerando protensão completa

Combinação frequente: P + ΔP + Σg + $\psi_1 \times q$

$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$ $\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$

-3,6 -10,4

Combinação rara: P + ΔP + Σg + q

$\sigma_{inferior} \text{ (MPa)}$ $\sigma_{superior} \text{ (MPa)}$

-0,6 -11,3

Limitações das tensões de acordo com NBR 6118/2014

Compressão		Tração		
$\sigma_c \leq$	$0,7 \times f_{ck} = -28,7 \text{ MPa}$	$\sigma_t \leq$	$1,2 \times f_{ctkj} = 3,0 \text{ MPa}$	(Em vazio)
$\sigma_c \leq$	$0,7 \times f_{ck} = -35,0 \text{ MPa}$	$\sigma_t \leq$	$1,2 \times f_{ctk} = 3,4 \text{ MPa}$	(Em serviço)



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Verificações e dimensionamento aos esforços cortantes

Características dos materiais e dados da seção

$f_{ck} = 50 \text{ MPa}$ $f_{cd} = 36 \text{ MPa}$ $f_{ctd} = 2,0 \text{ MPa}$
 $b_w = 0,15 \text{ m}$ $h = 1,35 \text{ m}$ $\text{cobrimento} = 3,0 \text{ cm}$ $d = 1,32 \text{ m}$
 $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$

Limitações de tensões no concreto

$V_{sd} \leq V_{Rd2}$, sendo: $V_{sd} = 1,35 \times V_g + 1,50 \times V_q$
 $V_{Rd2} = 0,27 \times \alpha_{v2} \times f_{cd} \times b_w \times d$

Armadura transversal

$V_{sd} \leq V_{Rd3} = V_c + V_{sw}$, sendo: $V_c = 0,6 \times f_{ctd} \times b_w \times d$
 $V_{sw} = (A_{sw}/s) \times 0,9 \times d \times f_{yd}$
 $A_{sw} = 0,2 \times b_w \times f_{ctm}/f_{yk}$

Planilha de dimensionamento

Seções	V_g (kN)	V_q (kN)	V_{sd} (kN)	V_{Rd2} (kN)	V_c (kN)	V_{sw} (kN)	A_{sw}/s (cm ² /m)	Estribos
0	179	370	797	1524	241	555	10,78	8,0 c.9
1	143	322	675	1524	241	434	8,43	8,0 c.11
2	107	275	557	1524	241	316	6,12	8,0 c.16
3	72	229	441	1524	241	199	3,87	8,0 c.25
4	36	186	327	1524	241	86	2,44	8,0 c.25
5	0	144	216	1524	241	-25	2,44	8,0 c.25

Verificações para ligação mesa-alma

$V_{Ld} \leq 0,3 \times f_{cd} \times h_f$, sendo: $V_{Ld} = (V_{sd}/z) \times (b_{f1}/b_f)$ $z = d - h_f/2$
 b_{f1} = dimensão da aba da mesa
 b_f = dimensão total da mesa
 h_f = espessura da mesa
 Armadura de ligação mesa-alma: $A_{sf}/s_f = (V_{Ld} - 2,5 \times \tau_{RD} \times h_f)/f_{yd} > A_{sfmin} = 0,0015 \times h_f$

Planilha de dimensionamento

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ $\tau_{RD} = 0,35 \text{ MPa}$

Seções	h_f (m)	b_{f1} (m)	b_f (m)	z (m)	V_{Ld} (kN)	A_{sf}/s_f (cm ² /m)
0	0,15	0,84	1,82	1,24	294	3,75
1	0,15	0,84	1,82	1,24	250	2,72
2	0,15	0,84	1,82	1,24	206	2,25
3	0,15	0,84	1,82	1,24	163	2,25
4	0,15	0,84	1,82	1,24	121	2,25
5	0,15	0,84	1,82	1,24	80	2,25



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Verificação do estado limite último

Para $A_p = 14,00 \text{ cm}^2$ temos:

$d = 1,37 \text{ m}$ $x = 0,08 \text{ m}$ $z = 1,34 \text{ m}$

$\varepsilon_{sp} = 10 \text{ ‰}$ $\varepsilon_{pi} = 5,23 \text{ ‰}$ $\varepsilon_p = \varepsilon_{sp} + \varepsilon_{pi} = 15,23 \text{ ‰}$

$\sigma_p = 1517 \text{ MPa}$ $M_{Rd} = 2844 \text{ kN.m}$

Como $M_{Rd} < M_{Sd} = 2348 \text{ kN.m}$ a seção está atendida.

Armaduras junto aos apoios na face inferior do perfil

Segundo NBR 6118/2014, item 17.4.1.2.2, devem ser consideradas armaduras longitudinais de tração junto ao apoio, considerando o esforço cortante V_{sd} . Não foram consideradas as cordoalhas protendidas aderentes junto aos apoios, pois as mesmas estão em região de ancoragem. Com isso temos:

$A_s = 18,32 \text{ cm}^2$

Adotaremos $10 \phi 16,0$

Armaduras junto aos apoios na face superior do perfil

As cordoalhas junto aos apoios ($4\phi 15,2$) causam um momento negativo, equivalente a:

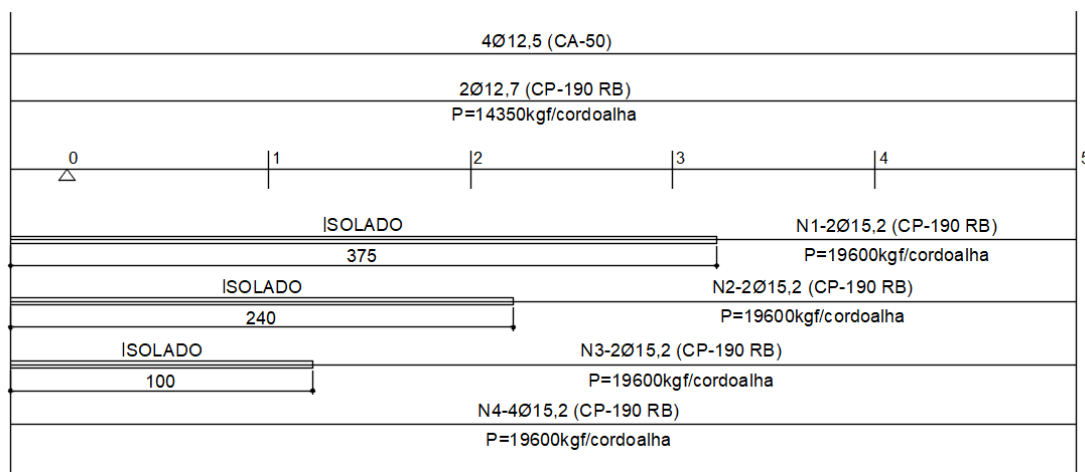
$M^- = 259 \text{ kN.m}$ $d = 1,16 \text{ m}$ $b = 0,65 \text{ m}$ $x = 0,0142 \text{ m}$

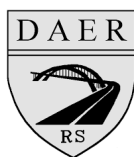
$A_s = 5,15 \text{ cm}^2$

Adotaremos $4 \phi 12,5$ ao longo de todo comprimento da viga

Posicionamento das armaduras

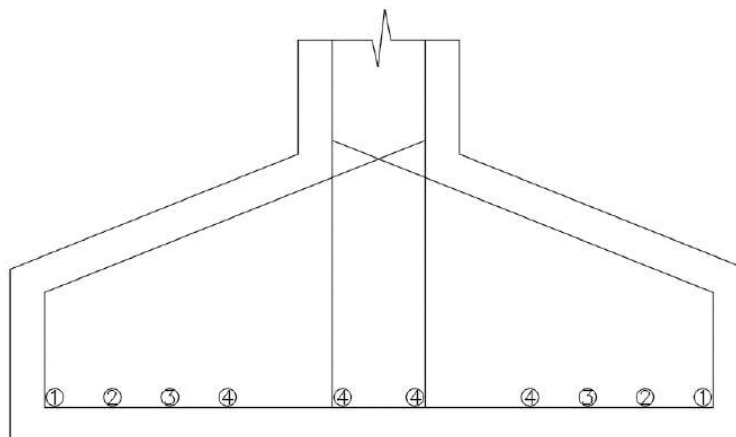
Para atender às limitações normativas em relação as tensões em serviço, as cordoalhas de 15,2mm foram isoladas de modo a interromper a aderência cordoalha-concreto.



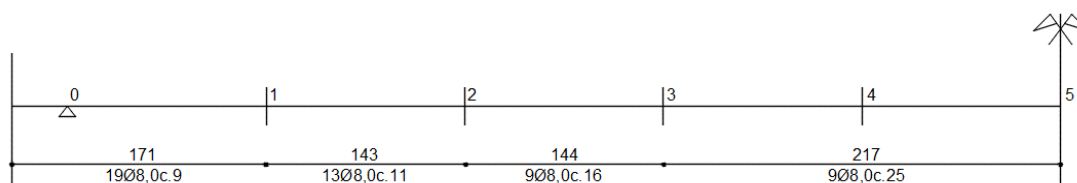


TRAÇADO

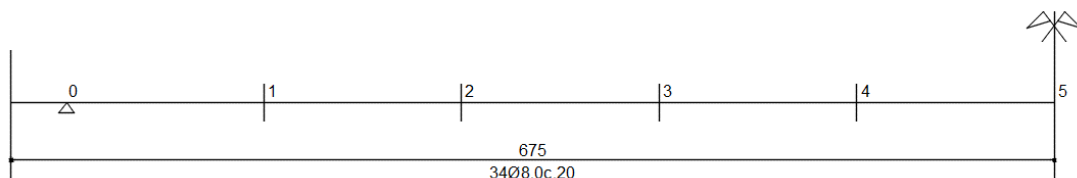
Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre



Estribos verticais:



Estribos horizontais na mesa inferior:



Armação balanços das longarinas

- Cargas permanentes distribuídas

$$g_1 = 8,92kN / m$$

$$g_2 = 14,00kN / m$$

$$g_3 = 6,65kN / m$$

- Cargas permanentes concentradas

$$G_1 = 77,10kN \text{ (Cortinas + alas)}$$

$$G_2 = 72,00kN \text{ (Placa de transição)}$$



TRACADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

- Cargas móveis

$$Q = 80,46kN$$

$$q = 16,43kN / m$$

Dimensionamento à flexão (Viga isolada)

$$M_g = 77,10 \times 1,30 + \frac{22,92 \times 1,30^2}{2} = 119,60kN.m$$

$$M_d = 1,35 \times 119,60 = 161,46kN.m$$

$$k_c = \frac{65 \times 115^2}{16146} = 53,24 \quad k_s = 0,0232$$

$$A_s = \frac{0,0232 \times 11960}{115} = 3,26cm^2 \rightarrow 2\phi 16,0 \text{ posicionados na mesa superior da longarina, com comprimento de 250 cm.}$$

Dimensionamento à flexão (Carga total)

$$M_g = 72,00 \times 1,30 + \frac{6,65 \times 1,30^2}{2} = 99,22kN.m$$

$$M_q = 80,46 \times 1,30 + \frac{16,43 \times 1,30^2}{2} = 118,48kN.m$$

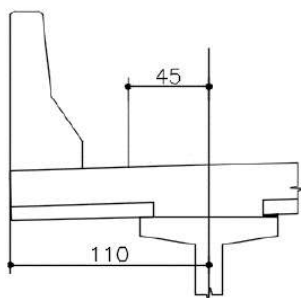
$$M_d = 1,35 \times 99,22 + 1,50 \times 118,48 = 311,67kN.m$$

$$k_c = \frac{65 \times 138^2}{31167} = 39,72 \quad k_s = 0,0232$$

$$A_s = \frac{0,0232 \times 31167}{138} = 5,24cm^2 \rightarrow 3\phi 16,0 \text{ posicionados na laje, sobre cada longarina}$$

1.3 Lajes

- Lajes em balanço





TRACADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Momentos para cargas permanentes

$$M_{xeg} = 9,77 \text{ kN.m / m}$$

Momentos para impacto de 100 kN no topo da barreira

$$M_{xeg} = \frac{100 \times 0,87}{2 \times (0,87 + 0,25 + 0,45)} = 27,71 \text{ kN.m / m}$$

Momentos para cargas móveis

$$M_{xeg} = 1,35 \times 75 \times 0,195 = 19,74 \text{ kN.m / m}$$

Dimensionamento $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ $cob = 2,5 \text{ cm}$

$$M_{xed} = 1,35 \times 9,77 + 1,5 \times 27,71 = 54,75 \text{ kN.m/m} = 5475 \text{ kN.cm/m}$$

$$k_c = \frac{100 \times 19^2}{5475} = 6,59 \rightarrow A_s^- = 6,94 \text{ cm}^2 / \text{m} > A_{smin} = 3,45 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$A_s^- = 6,94 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 10,0 \text{ c.11}$$

Para as armaduras de distribuição, foram adotados: $A_{sistr} = \phi 8,0 \text{ c.14}$

• Laje central

Para o dimensionamento da laje central será utilizada a tabela de Rüschi nº 14 e 58, com placa engastada-apoiada.

$$l_x = 2,45 \text{ m} \quad l_x / a = 1,22 \quad t / a = 0,323 \quad \phi = 1,35 \quad g = 7,43 \text{ kN / m}^2$$

Momentos para cargas permanentes

$$M_{xmg} = 0,0625 \times 7,43 \times 2,45^2 = 2,79 \text{ kN.m / m}$$

$$M_{ymg} = 0,0104 \times 7,43 \times 2,45^2 = 0,46 \text{ kN.m / m}$$

$$-M_{xeg} = 0,125 \times 7,43 \times 2,45^2 = 5,57 \text{ kN.m / m}$$

$$-M_{yeg} = 0,125 \times 7,43 \times 2,45^2 = 5,57 \text{ kN.m / m}$$

Momentos para cargas móveis

$$M_{xmq} = 1,35 \times (75 \times 0,230 + 5 \times 0,05) = 23,62 \text{ kN.m / m}$$

$$M_{ymq} = 1,35 \times (75 \times 0,118 + 5 \times 0,01) = 12,02 \text{ kN.m / m}$$

$$-M_{xeg} = 1,35 \times (75 \times 0,361 + 5 \times 0,30) = 38,58 \text{ kN.m / m}$$

$$-M_{yeg} = 1,35 \times (75 \times 0,416 + 5 \times 0,16) \times 0,95 = 41,04 \text{ kN.m / m}$$



Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Momentos gerados pela distribuição transversal das cargas móveis

$$M_{xmq} = 1,35 \times 75 \times 0,388 / 1,5 = 26,19 \text{ kN.m / m} \rightarrow M_{xmq} = 26,19 \text{ kN.m / m}$$

$$-M_{xeq} = 1,35 \times 75 \times 0,216 / 1,5 = 14,58 \text{ kN.m / m} \rightarrow -M_{xeq} = 38,58 \text{ kN.m / m}$$

Dimensionamento $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ $cob = 2,5\text{cm}$

$$M_{xmd} = 1,35 \times 2,79 + 1,5 \times 26,19 = 43,05 \text{ kN.m / m} = 4305 \text{ kN.cm / m}$$

$$k_c = \frac{100 \times 19^2}{4305} = 8,39 \rightarrow A_s = 5,42 \text{ cm}^2 / \text{m} > A_{smin} = 3,45 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$\text{Fadiga: } A_s = 5,42 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \Delta\sigma_s = 158,83 \text{ MPa} \rightarrow \phi 10,0 \text{ c.14}$$

$$M_{ymd} = 1,35 \times 0,46 + 1,5 \times 12,02 = 18,65 \text{ kN.m / m} = 1865 \text{ kN.cm / m}$$

$$k_c = \frac{100 \times 14^2}{1865} = 10,51 \rightarrow A_s = 3,16 \text{ cm}^2 / \text{m} < A_{smin} = 3,45 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$\text{Fadiga: } A_s = 3,85 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \Delta\sigma_s = 189,63 \text{ MPa} \rightarrow \phi 8,0 \text{ c.13}$$

$$-M_{xed} = 1,35 \times 5,57 + 1,5 \times 38,58 = 65,39 \text{ kN.m / m} = 6539 \text{ kN.cm / m}$$

$$k_c = \frac{100 \times 19^2}{6539} = 5,52 \rightarrow A_s = 8,36 \text{ cm}^2 / \text{m} > A_{smin} = 3,45 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$\text{Fadiga: } A_s = 9,30 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \Delta\sigma_s = 189,13 \text{ MPa} \rightarrow \phi 12,5 \text{ c.13}$$

$$-M_{yed} = 1,35 \times 5,57 + 1,5 \times 41,04 = 69,08 \text{ kN.m / m} = 6908 \text{ kN.cm / m}$$

$$k_c = \frac{100 \times 18^2}{6908} = 4,69 \rightarrow A_s = 9,40 \text{ cm}^2 / \text{m} > A_{smin} = 3,45 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$\text{Fadiga: } A_s = 10,50 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \Delta\sigma_s = 189,33 \text{ MPa} \rightarrow \phi 12,5 \text{ c.11}$$

• Verificação pré lajes

A pré-laje será verificada no momento da concretagem da laje, suportando as seguintes cargas:

$$g_1 = 7,43 \text{ kN / m}^2 \text{ (Peso próprio no vão)}$$

$$q_1 = 1,50 \text{ kN / m}^2 \text{ (Operários)}$$

Dimensionamento $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ $cob = 2,5\text{cm}$

$$q_{d+} = 1,40 \times (7,43 + 1,50) = 12,50 \text{ kN / m}^2$$

$$M_{d+} = 0,125 \times 12,50 \times 2,45^2 = 9,38 \text{ kN.m / m} = 938 \text{ kN.cm / m}$$

$$k_c = \frac{100 \times 5^2}{938} = 2,67 \rightarrow A_s^+ = 4,88 \text{ cm}^2 / \text{m}$$



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Adotado: $A_s = 5,42 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 10,0 \text{ c.14} \rightarrow \text{OK!}$

$$q_{d-} = 1,40 \times (7,43 + 1,50) = 12,50 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$M_{d-} = \frac{12,50 \times 1,10^2}{2} = 7,56 \text{ kN.m} / \text{m} = 756 \text{ kN.cm} / \text{m}$$

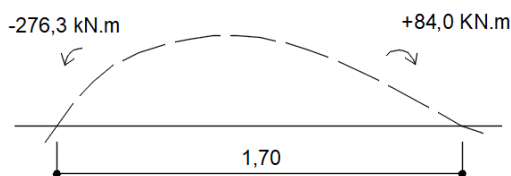
$$k_c = \frac{100 \times 7^2}{756} = 6,48 \rightarrow A_s^- = 2,60 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Adotado: $A_s = 2,63 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 8,0 \text{ c.19} \rightarrow \text{OK!}$

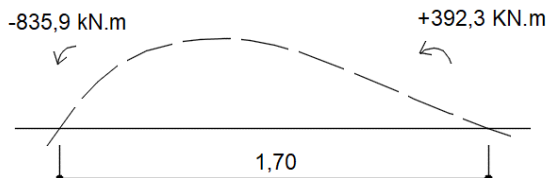
- Laje elástica

As lajes elásticas serão dimensionadas para absorver as rotações do tabuleiro. Os esforços serão determinados com os seguintes carregamentos:

- a) Carga permanente da fase g3



- b) Carga móvel sobre o vão extremo



Dimensionamento $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ $\text{cob} = 2,5 \text{ cm}$

Os momentos obtidos serão divididos pela largura da placa de 12,00m

$$-M_d = \frac{(1,35 \times 276,3 + 1,5 \times 835,9)}{12,00} = 135,57 \text{ kN.m} / \text{m} = 13557 \text{ kN.cm} / \text{m}$$

$$k_c = \frac{100 \times 16,5^2}{13557} = 2,01 \rightarrow A_s = 22,60 \text{ cm}^2 / \text{m} > A_{s\text{min}} = 3,00 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Fadiga: $A_s = 22,60 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \Delta\sigma_s = 169,31 \text{ MPa} \rightarrow \text{Adotado} : \phi 16,0 \text{ c.8,5}$

$$+M_d = \frac{(1,35 \times 84,0 + 1,5 \times 392,3)}{12,00} = 58,49 \text{ kN.m} / \text{m} = 5849 \text{ kN.cm} / \text{m}$$

$$k_c = \frac{100 \times 16,5^2}{5849} = 4,65 \rightarrow A_s = 8,68 \text{ cm}^2 / \text{m} > A_{s\text{min}} = 3,00 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Fadiga: $A_s = 9,10 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \Delta\sigma_s = 189,438 \text{ MPa} \rightarrow \text{Adotado} : \phi 12,5 \text{ c.13}$



Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

1.4 Transversinas de apoio (vão maior)

- Cargas permanentes

$$g_1 = 0,59 \times 25 = 14,75 \text{ kN} / m \text{ (Peso próprio)}$$

$$M_{g+} = 6,30 \text{ kN.m} \quad M_{g-} = 9,10 \text{ kN.m} \quad V_g = 21,30 \text{ kN}$$

- Cargas móveis

$$Q = \frac{1,35 \times 450}{2} = 303,75 \text{ kN (Por roda)}$$

$$M_{q+} = 152,40 \text{ kN.m} \quad M_{q-} = 135,40 \text{ kN.m} \quad V_q = 374,00 \text{ kN}$$

Dimensionamento $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ $cob = 3,00 \text{ cm}$

$$M_d^- = 1,35 \times 9,10 + 1,5 \times 135,40 = 215,39 \text{ kN.m} = 21539 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{30 \times 173^2}{21539} = 41,69 \rightarrow A_s^- = 2,89 \text{ cm}^2 < A_{s\min} = 8,01 \text{ cm}^2 \rightarrow 4\phi 16,0$$

$$M_d^+ = 1,35 \times 6,30 + 1,5 \times 152,40 = 237,11 \text{ kN.m} = 23711 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{30 \times 173^2}{23711} = 37,87 \rightarrow A_s^+ = 3,18 \text{ cm}^2 < A_{s\min} = 8,01 \text{ cm}^2 \rightarrow 4\phi 16,0$$

$$V_d = 1,35 \times 21,30 + 1,5 \times 374,00 = 590 \text{ kN}$$

$$V_{Rd2} = 0,27 \times 0,88 \times 21429 \times 0,30 \times 1,78 = 2719 \text{ kN} > V_d \rightarrow OK$$

$$V_c = 0,6 \times 1448 \times 0,30 \times 1,78 = 464 \text{ kN}$$

$$V_{sw} = 590 - 464 = 126 \text{ kN}$$

$$A_{sw} = \frac{0,126}{0,9 \times 435 \times 1,73} = 0,000186 \text{ m}^2 / m = 1,86 \text{ cm}^2 / m < A_{sw\min} = 3,48 \text{ cm}^2 / m \rightarrow \phi 6,3c.18 \text{ (2 ramos)}$$

$$A_{spele} = 0,10 \times 30 = 3,00 \text{ cm}^2 / m \rightarrow \phi 8,0c.16$$

1.5 Transversinas de apoio (vão menor)

- Cargas permanentes

$$g_1 = 0,45 \times 25 = 11,25 \text{ kN} / m \text{ (Peso próprio)}$$

$$M_{g+} = 4,80 \text{ kN.m} \quad M_{g-} = 7,00 \text{ kN.m} \quad V_g = 16,30 \text{ kN}$$

- Cargas móveis

$$Q = \frac{1,35 \times 450}{2} = 303,75 \text{ kN (Por roda)}$$

$$M_{q+} = 152,40 \text{ kN.m} \quad M_{q-} = 135,40 \text{ kN.m} \quad V_q = 374,00 \text{ kN}$$



TRACADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Dimensionamento $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ $cob = 3,00 \text{ cm}$

$$M_d^- = 1,35 \times 7,00 + 1,5 \times 135,40 = 212,55 \text{ kN.m} = 21255 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{30 \times 123^2}{21255} = 21,35 \rightarrow A_s^- = 4,04 \text{ cm}^2 < A_{smin} = 5,76 \text{ cm}^2 \rightarrow 3\phi 16,0$$

$$M_d^+ = 1,35 \times 4,80 + 1,5 \times 152,40 = 235,08 \text{ kN.m} = 23508 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{30 \times 123^2}{23508} = 19,31 \rightarrow A_s^+ = 4,47 \text{ cm}^2 < A_{smin} = 5,76 \text{ cm}^2 \rightarrow 3\phi 16,0$$

$$V_d = 1,35 \times 16,30 + 1,5 \times 374,00 = 583 \text{ kN}$$

$$V_{Rd2} = 0,27 \times 0,88 \times 21429 \times 0,30 \times 1,23 = 1879 \text{ kN} > V_d \rightarrow OK$$

$$V_c = 0,6 \times 1448 \times 0,30 \times 1,23 = 321 \text{ kN}$$

$$V_{sw} = 583 - 321 = 262 \text{ kN}$$

$$A_{sw} = \frac{0,262}{0,9 \times 435 \times 1,23} = 0,000544 \text{ m}^2 / \text{m} = 5,44 \text{ cm}^2 / \text{m} > A_{swmin} = 3,48 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 8,0c.18 \text{ (2 ramos)}$$

$$A_{spele} = 0,10 \times 30 = 3,00 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 8,0c.16$$

1.6 Transversinas de vão

- Cargas permanentes

$$g_1 = 0,59 \times 25 = 14,75 \text{ kN} / \text{m} \text{ (Peso próprio)}$$

$$M_{g+} = 28,70 \text{ kN.m} \quad M_{g-} = 1,20 \text{ kN.m} \quad V_g = 24,70 \text{ kN}$$

- Cargas móveis

$$Q = \frac{1,35 \times 450}{2} = 303,75 \text{ kN} \text{ (Por roda)}$$

$$M_{q+} = 609,60 \text{ kN.m} \quad M_{q-} = 382,50 \text{ kN.m} \quad V_q = 319,60 \text{ kN}$$

Dimensionamento $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ $cob = 3,00 \text{ cm}$

$$M_d^- = 1,35 \times 1,20 + 1,5 \times 382,50 = 575,37 \text{ kN.m} = 57537 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{30 \times 173^2}{57537} = 15,61 \rightarrow A_s^- = 7,82 \text{ cm}^2 < A_{smin} = 8,01 \text{ cm}^2 \rightarrow 4\phi 16,0$$

$$M_d^+ = 1,35 \times 28,70 + 1,5 \times 609,60 = 953,15 \text{ kN.m} = 95315 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{30 \times 173^2}{95315} = 9,42 \rightarrow A_s^+ = 13,05 \text{ cm}^2 > A_{smin} = 8,01 \text{ cm}^2 \rightarrow 4\phi 20,0$$

$$V_d = 1,35 \times 24,70 + 1,5 \times 319,60 = 513 \text{ kN}$$

$$V_{Rd2} = 0,27 \times 0,88 \times 21429 \times 0,30 \times 1,78 = 2719 \text{ kN} > V_d \rightarrow OK$$

$$V_c = 0,6 \times 1448 \times 0,30 \times 1,78 = 464 \text{ kN}$$

$$V_{sw} = 513 - 464 = 49 \text{ kN}$$



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

$$A_{sw} = \frac{0,049}{0,9 \times 435 \times 1,73} = 0,000072 \text{ m}^2 / \text{m} = 0,72 \text{ cm}^2 / \text{m} < A_{sw \min} = 3,48 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 6,3 \text{ c.18 (2 ramos)}$$

$$A_{spele} = 0,10 \times 30 = 3,00 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 8,0 \text{ c.16}$$

1.7 Cortinas (vão maior)

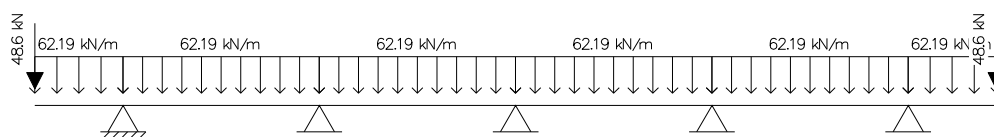
- Cargas permanentes

Peso próprio: 23,00 kN/m

Reação das lajes vão central: 9,19 kN/m

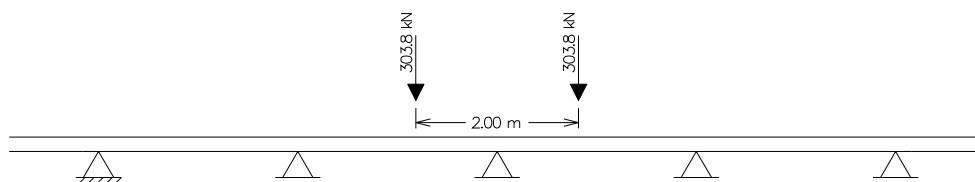
Reação da placa de transição: 30,00 kN/m

Peso próprio das alas: 48,60 kN



$$M_{g+} = 20,70 \text{ kN.m} \quad M_{g-} = 39,70 \text{ kN.m} \quad V_g = 117,00 \text{ kN}$$

- Cargas móveis



$$M_{q+} = 152,40 \text{ kN.m} \quad M_{q-} = 127,30 \text{ kN.m} \quad V_q = 337,50 \text{ kN}$$

Dimensionamento $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ $\text{cob} = 3,0 \text{ cm}$

$$M_d^- = 1,35 \times 39,70 + 1,5 \times 127,30 = 244,55 \text{ kN.m} = 24455 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{30 \times 238^2}{24455} = 69,49 \rightarrow A_s^- = 2,38 \text{ cm}^2 < A_{s \min} = 10,94 \text{ cm}^2 \rightarrow 4\phi 20,0$$

$$M_d^+ = 1,35 \times 20,70 + 1,5 \times 152,40 = 256,55 \text{ kN.m} = 25655 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{30 \times 238^2}{25655} = 66,24 \rightarrow A_s^+ = 2,50 \text{ cm}^2 < A_{s \min} = 10,94 \text{ cm}^2 \rightarrow 4\phi 20,0$$



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

$$V_d = 1,35 \times 117,00 + 1,5 \times 337,50 = 664 \text{ kN}$$

$$V_{Rd2} = 0,27 \times 0,88 \times 21429 \times 0,30 \times 2,38 = 3635 \text{ kN} > V_d \rightarrow OK$$

$$V_c = 0,6 \times 1448 \times 0,30 \times 2,38 = 620 \text{ kN}$$

$$V_{sw} = 664 - 620 = 44 \text{ kN}$$

$$A_{sw} = \frac{0,044}{0,9 \times 435 \times 2,38} = 0,000047 \text{ m}^2 / \text{m} = 0,47 \text{ cm}^2 / \text{m} < A_{sw\min} = 3,48 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 6,3 \text{c.18 (2 ramos)}$$

$$A_{spele} = 0,10 \times 30 = 3,00 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 8,0 \text{c.16}$$

1.8 Cortinas (vão menor)

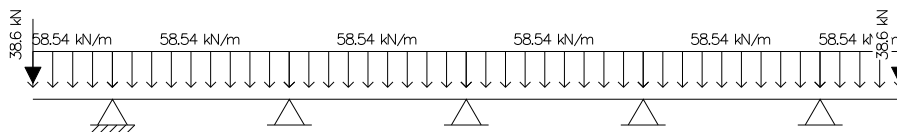
- Cargas permanentes

Peso próprio: 19,35 kN/m

Reação das lajes vão central: 9,19 kN/m

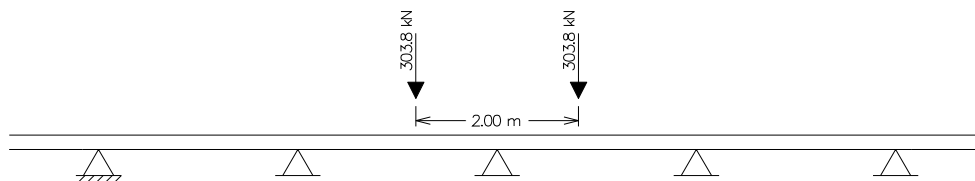
Reação da placa de transição: 30,00 kN/m

Peso próprio das alas: 38,60 kN



$$M_{g+} = 18,70 \text{ kN.m} \quad M_{g-} = 36,20 \text{ kN.m} \quad V_g = 103,00 \text{ kN}$$

- Cargas móveis



$$M_{q+} = 152,40 \text{ kN.m} \quad M_{q-} = 127,30 \text{ kN.m} \quad V_q = 337,50 \text{ kN}$$

Dimensionamento $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ $\text{cob} = 3,0 \text{ cm}$

$$M_d^- = 1,35 \times 36,20 + 1,5 \times 127,30 = 239,82 \text{ kN.m} = 23982 \text{ kN.cm}$$



TRACADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

$$k_c = \frac{30 \times 188^2}{23982} = 44,21 \rightarrow A_s^- = 2,96 \text{ cm}^2 < A_{s\min} = 8,69 \text{ cm}^2 \rightarrow 3\phi 20,0$$

$$M_d^+ = 1,35 \times 18,70 + 1,5 \times 152,40 = 253,85 \text{ kN.m} = 25385 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{30 \times 188^2}{25385} = 41,77 \rightarrow A_s^+ = 3,13 \text{ cm}^2 < A_{s\min} = 8,69 \text{ cm}^2 \rightarrow 3\phi 20,0$$

$$V_d = 1,35 \times 103,00 + 1,5 \times 337,50 = 645 \text{ kN}$$

$$V_{Rd2} = 0,27 \times 0,88 \times 21429 \times 0,30 \times 1,88 = 2872 \text{ kN} > V_d \rightarrow OK$$

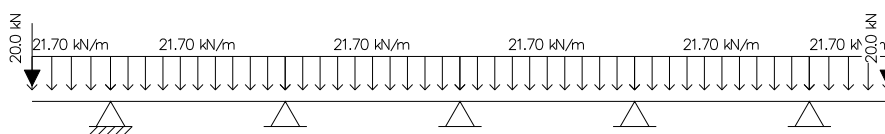
$$V_c = 0,6 \times 1448 \times 0,30 \times 1,88 = 490 \text{ kN}$$

$$V_{sw} = 645 - 490 = 155 \text{ kN}$$

$$A_{sw} = \frac{0,155}{0,9 \times 435 \times 1,88} = 0,000211 \text{ m}^2 / \text{m} = 2,11 \text{ cm}^2 / \text{m} < A_{sw\min} = 3,48 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 6,3c.18 \text{ (2 ramos)}$$

$$A_{spele} = 0,10 \times 30 = 3,00 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 8,0c.16$$

1.9 Viga das cortinas



$$M_{g+} = 7,60 \text{ kN.m} \quad M_{g-} = 35,10 \text{ kN.m} \quad V_g = 43,90 \text{ kN}$$

Dimensionamento $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ $cob = 3,0 \text{ cm}$

$$M_d^- = 1,35 \times 35,10 = 47,38 \text{ kN.m} = 4738 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{25 \times 55^2}{4738} = 15,96 \rightarrow A_s^- = 2,02 \text{ cm}^2 < A_{s\min} = 2,25 \text{ cm}^2 \rightarrow 2\phi 12,5$$

$$M_d^+ = 1,35 \times 7,60 = 10,26 \text{ kN.m} = 1026 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{25 \times 55^2}{1026} = 73,71 \rightarrow A_s^+ = 0,43 \text{ cm}^2 < A_{s\min} = 2,25 \text{ cm}^2 \rightarrow 2\phi 12,5$$

$$V_d = 1,35 \times 43,90 = 59 \text{ kN}$$

$$V_{Rd2} = 0,27 \times 0,88 \times 21429 \times 0,25 \times 0,55 = 700 \text{ kN} > V_d \rightarrow OK$$

$$V_c = 0,6 \times 1448 \times 0,25 \times 0,55 = 119 \text{ kN}$$

$$V_{sw} = 59 - 119 = -60 \text{ kN}$$

$$A_{sw} = A_{sw\min} = 2,90 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 6,3c.20 \text{ (2 ramos)}$$



TRACADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

1.10 Alas (vão maior)

- Cargas verticais

Peso próprio: 48,60 kN

Dimensionamento $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ $cob = 2,5\text{cm}$

$$M_d = 1,35 \times 48,60 \times 1,00 = 65,61 \text{ kN.m} = 6561 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{40 \times 238^2}{6561} = 350,68 \rightarrow A_s = 0,64 \text{ cm}^2 < A_{smin} = 14,58 \text{ cm}^2 \rightarrow 5\phi 20,0$$

- Cargas horizontais

Pressão do solo: 14,43 kN/m²

Pressão da sobrecarga: 8,25 kN/m²

Pressão média: 15,47 kN/m²

Dimensionamento

$$M_d = \frac{1,35 \times 15,47 \times 4,86 \times 1,00}{2,43} = 41,76 \text{ kN.m} = 4176 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{100 \times 36^2}{4176} = 31,03 \rightarrow A_s = 2,70 \text{ cm}^2 / m > A_{smin} = 6,00 \text{ cm}^2 / m \rightarrow \phi 10,0c.13$$

Armadura na face externa: $A_{smin} = 6,00 \text{ cm}^2 / m \rightarrow \phi 10,0c.13$

Estribos verticais: $A_{swmin} = 4,64 \text{ cm}^2 / m \rightarrow \phi 8,0c.20$ (2 ramos)

1.11 Alas (vão menor)

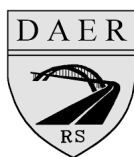
- Cargas verticais

Peso próprio: 38,60 kN

Dimensionamento $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ $cob = 2,5\text{cm}$

$$M_d = 1,35 \times 38,60 \times 1,00 = 52,11 \text{ kN.m} = 5211 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{40 \times 188^2}{5211} = 271,30 \rightarrow A_s = 0,64 \text{ cm}^2 < A_{smin} = 11,58 \text{ cm}^2 \rightarrow 4\phi 20,0$$



TRACADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

- Cargas horizontais

Pressão do solo: 11,46 kN/m²

Pressão da sobrecarga: 8,25 kN/m²

Pressão média: 13,98 kN/m²

Dimensionamento

$$M_d = \frac{1,35 \times 13,98 \times 3,86 \times 1,00}{1,93} = 37,75 \text{ kN.m} = 3775 \text{ kN.cm}$$

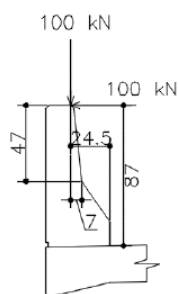
$$k_c = \frac{100 \times 36^2}{3775} = 34,33 \rightarrow A_s = 2,43 \text{ cm}^2 / \text{m} > A_{s\min} = 6,00 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 10,0\text{c}.13$$

Armadura na face externa: $A_{s\min} = 6,00 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 10,0\text{c}.13$

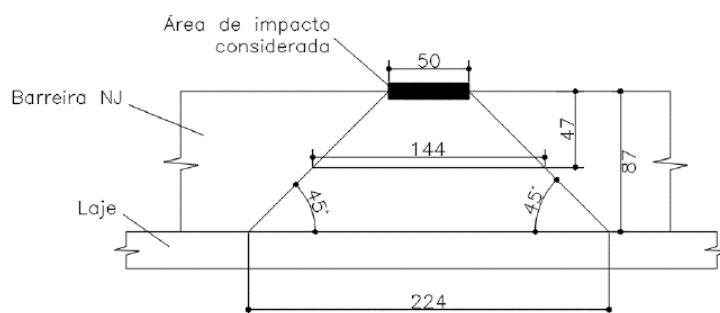
Estribos verticais: $A_{sw\min} = 4,64 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 8,0\text{c}.20$ (2 ramos)

1.12 Barreiras New-jersey

CORTE



VISTA FRONTAL

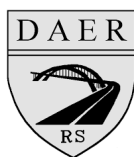


Segundo a NBR 7188 consideramos um impacto perpendicular de 100 kN e uma carga vertical de 100 kN, concomitante, ao longo de 50 cm no topo da barreira. Considerando os ângulos de 45°, teremos no meio da barreira uma largura colaborante de $50 + 2 \times 47 = 144$ cm e na base da barreira uma largura colaborante de $50 + 2 \times 87 = 224$ cm.

Temos na base da barreira, o momento de:

$$M = 100 \times \frac{(0,87 + 24,5)}{2,24} = 49,78 \text{ kN.m} / \text{m}$$

$$k_c = \frac{100 \times 36^2}{4978} = 26,03$$



TRACADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

$$A_s = 3,22 \text{ cm}^2 / \text{m} < A_{s\min} = 6,00 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 10,0 \text{ c}13$$

1.13 Placas de transição

Serão avaliadas como apoiadas sobre o console da cortina e na outra extremidade sobre o solo. Consideramos o vão de cálculo de 5 metros.

Cargas permanentes

$$g = 12,00 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$M_{xmg} = \frac{12,00 \times 5^2}{8} = 37,50 \text{ kN.m} / \text{m}$$

$$M_{ymg} = 37,50 \times 0,2 = 7,50 \text{ kN.m} / \text{m}$$

Cargas móveis – Classe 45 (NBR7188)

$$\varphi = 1,35$$

$$t / a = 0,558$$

$$l_x / a = 2,50$$

Utilizamos Rüschi nº 1:

$$M_{xm\eta} = 1,35 \times (75 \times 0,456 + 5 \times 0,65) = 50,56 \text{ kN.m} / \text{m}$$

$$M_{ym\eta} = 1,35 \times (75 \times 0,222 + 5 \times 0,19) = 23,76 \text{ kN.m} / \text{m}$$

Dimensionamento

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

$$\text{cob} = 2,5 \text{ cm}$$

$$M_{xmd} = 1,35 \times 37,50 + 1,5 \times 50,56 = 126,47 \text{ kN.m} / \text{m}$$

$$k_c = \frac{100 \times 25,5^2}{12647} = 5,14 \quad k_s = 0,0244 \quad A_s = 12,10 \text{ cm}^2 / \text{m} > A_{s\min} = 4,50 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Fadiga pela NBR6118: $\Delta\sigma_s = 190 \text{ MPa}$

$$M_{sd\max} = 24,00 + 0,8 \times 50,56 = 64,45 \text{ kN.m} / \text{m} \quad M_{sd\min} = 24,00 \text{ kN.m} / \text{m}$$

$$A_s = 12,10 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \Delta\sigma_s = 166,71 \text{ MPa}$$

Adotado $\rightarrow \phi 16,0 \text{ c}12,5$

$$M_{ymd} = 1,35 \times 7,50 + 1,5 \times 23,76 = 45,77 \text{ kN.m} / \text{m}$$

$$k_c = \frac{100 \times 24,5^2}{4577} = 13,11 \quad k_s = 0,0236 \quad A_s = 4,41 \text{ cm}^2 / \text{m} < A_{s\min} = 4,50 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Fadiga pela NBR6118: $\Delta\sigma_s = 190 \text{ MPa}$

$$M_{sd\max} = 4,80 + 0,8 \times 23,76 = 23,81 \text{ kN.m} / \text{m} \quad M_{sd\min} = 4,80 \text{ kN.m} / \text{m}$$

$$A_s = 4,50 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \Delta\sigma_s = 181,84 \text{ MPa}$$

Adotado $\rightarrow \phi 12,5 \text{ c}20$

Na face superior, sobre o vão de 5 metros utilizar metade da armadura principal inferior, ou seja, $\phi 12,5 \text{ c}20$. Na face superior, na outra direção, $\phi 12,5 \text{ c}20$.



TRACADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

2. MESOESTRUTURA

2.1 Cargas verticais da superestrutura

- Apoio P1

$$R_g = 385,20 \text{ kN/longarina}$$

$$R_q = 121,90 \text{ kN/longarina}$$

$$R_Q = 237,50 \text{ kN/longarina}$$

- Apoio P2

$$R_g = 178,90 + 480,70 = 659,60 \text{ kN/longarina}$$

$$R_q = 99,40 + 222,50 = 321,90 \text{ kN/longarina}$$

$$R_Q = 216,60 \text{ kN/longarina}$$

- Apoio P3

$$R_g = 679,00 \text{ kN/longarina}$$

$$R_q = 243,20 \text{ kN/longarina}$$

$$R_Q = 227,00 \text{ kN/longarina}$$

2.2 Cargas verticais da mesoestrutura

$$\text{Pilares } P1=P2=P3 = 71 \text{ kN}$$

$$\text{Travessas } P1=P3 = 32,50 \text{ kN/m}$$

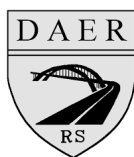
$$\text{Travessas } P2 = 70,25 \text{ kN/m}$$

2.3 Aparelhos de apoio

Os aparelhos de apoio utilizados terão 250x400x53mm, sendo 4 camadas de elastômero com 8 mm e 5 chapas de aço com 3 mm.

$$\sigma_{\max} = \frac{1,149}{0,25 \times 0,40} = 11,49 \text{ MPa} \rightarrow \text{OK!}$$

$$k_a = \frac{1000 \times 0,25 \times 0,40}{4 \times 0,008} = 3125 \text{ kN / m por aparelho de apoio}$$



Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

2.4 Rigidez longitudinal

- Pilares (Diâmetro = 100cm)

$$P1=P2=P3: k_p = \frac{3 \times 26072 \times 0,049}{3,60^3} = 82146 \text{ kN / m}$$

- Conjunto pilar + aparelho de apoio

$$P1=P3: \frac{1}{k_L} = \frac{1}{82146} + \frac{1}{2,5 \times 3125} \rightarrow k_L = 7134 \text{ kN / m}$$

$$P2: \frac{1}{k_L} = \frac{1}{82146} + \frac{1}{5 \times 3125} \rightarrow k_L = 13128 \text{ kN / m}$$

2.5 Rigidez transversal

- Pórticos

A rigidez transversal dos pórticos foi obtida através do software de análise estrutural "Ftool".

$$P1=P3: k_p = 500000 \text{ kN / m}$$

$$P2: k_p = 580383 \text{ kN / m}$$

- Conjunto pórtico + aparelho de apoio

$$P1=P3: \frac{1}{k_T} = \frac{1}{500000} + \frac{1}{5 \times 3125} \rightarrow k_T = 15152 \text{ kN / m}$$

$$P2: \frac{1}{k_T} = \frac{1}{580383} + \frac{1}{10 \times 3125} \rightarrow k_T = 29653 \text{ kN / m}$$

2.6 Forças horizontais longitudinais

- Frenagem e aceleração: $F = 0,05 \times 5 \times 11,20 \times 44,30 = 124,04 \text{ kN} < 135 \text{ kN}$

$$P1=P3: H_L = \frac{135}{2} \times \frac{7134}{27396} = 17,58 \text{ kN / pilar}$$

$$P2: H_L = \frac{135}{2} \times \frac{13128}{27396} = 32,35 \text{ kN / pilar}$$

- Temperatura e retração: $\Delta T = 36^\circ\text{C}$ (PDN = 16,90m à direita do apoio P1)

$$P1: H_L = 7134 \times 36 \times 10^{-5} \times 16,90 = 43,40 \text{ kN / pilar}$$

$$P2: H_L = 13128 \times 36 \times 10^{-5} \times 4,30 = 20,32 \text{ kN / pilar}$$

$$P3: H_L = 7134 \times 36 \times 10^{-5} \times 24,80 = 63,69 \text{ kN / pilar}$$

- Somatório de forças horizontais



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

P1: $H_L = 17,58 + 43,40 = 60,98 \text{ kN / pilar}$

P2: $H_L = 32,35 + 20,32 = 52,67 \text{ kN / pilar}$

P3: $H_L = 17,58 + 63,69 = 81,27 \text{ kN / pilar}$

2.7 Forças horizontais transversais

- Vento: $F = 44,30 \times 1,50 \times 2,34 = 155,49 \text{ kN}$

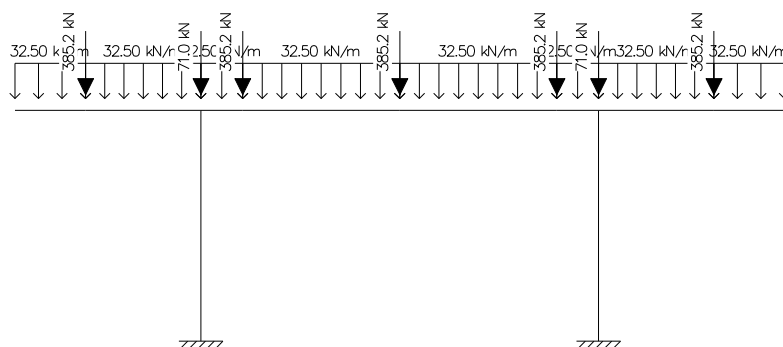
P1: $H_T = 33,25 \text{ kN / apoio}$

P2: $H_T = 84,96 \text{ kN / apoio}$

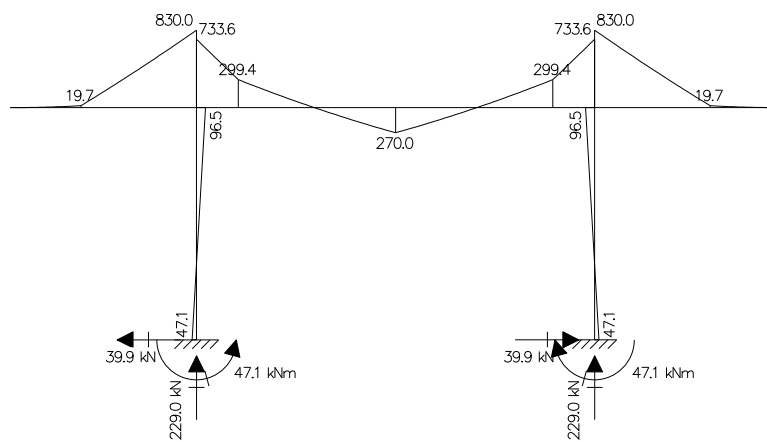
P3: $H_T = 66,87 \text{ kN / apoio}$

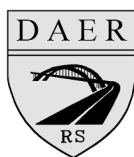
2.8 Esforços no pórtico P1

- Cargas permanentes



- Momentos fletores

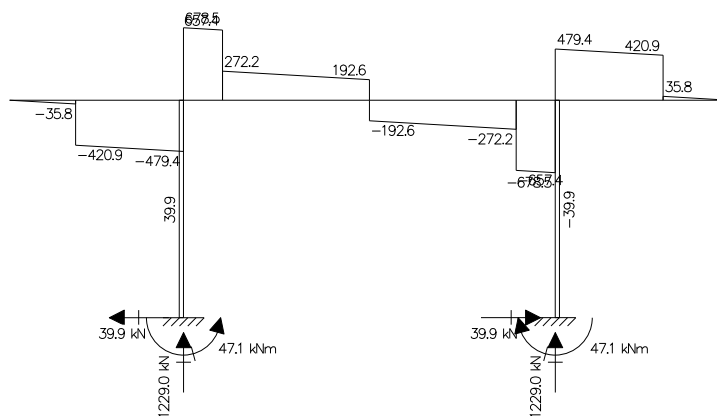




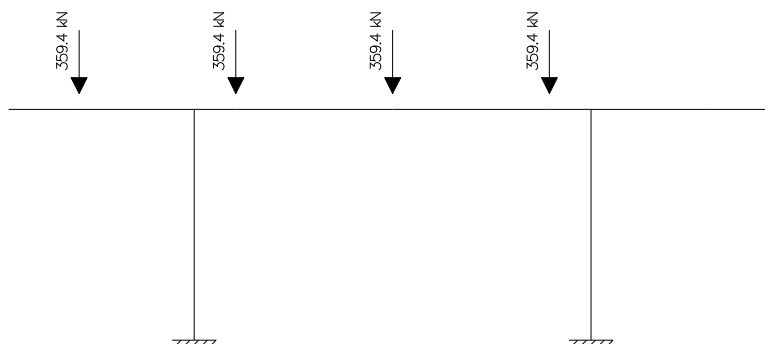
TRACADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

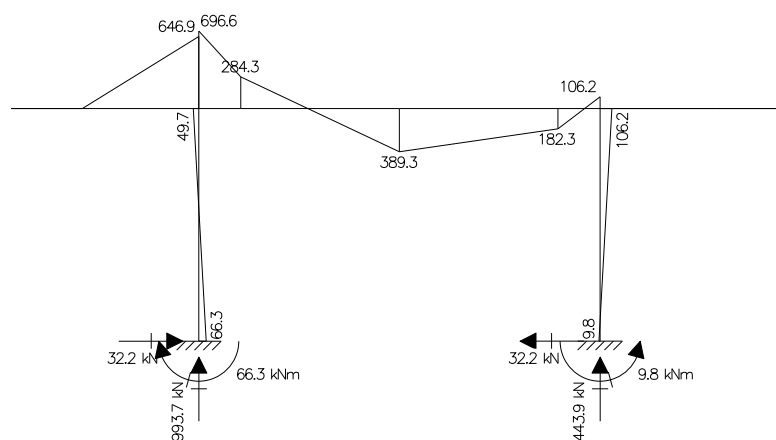
- Esforços cortantes



• Cargas móveis (Hipótese 1)



- Momentos fletores

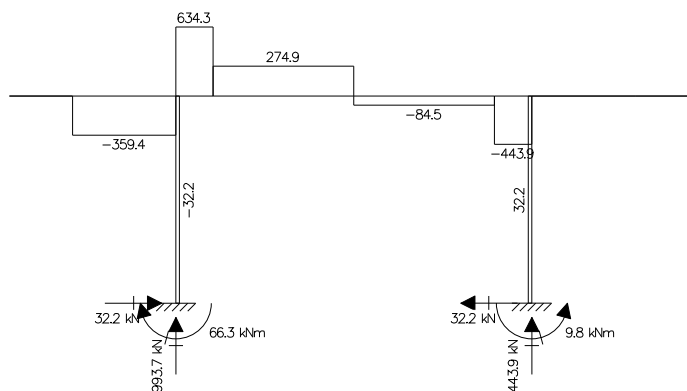




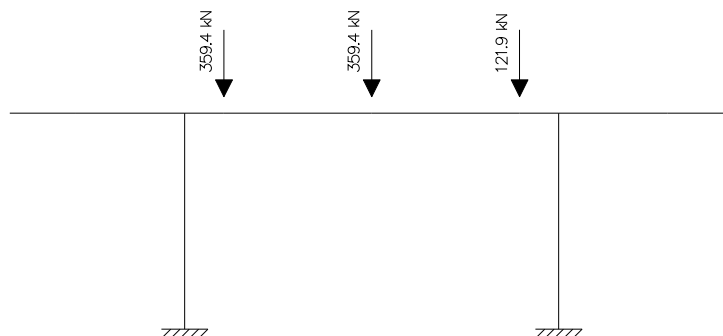
TRACADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

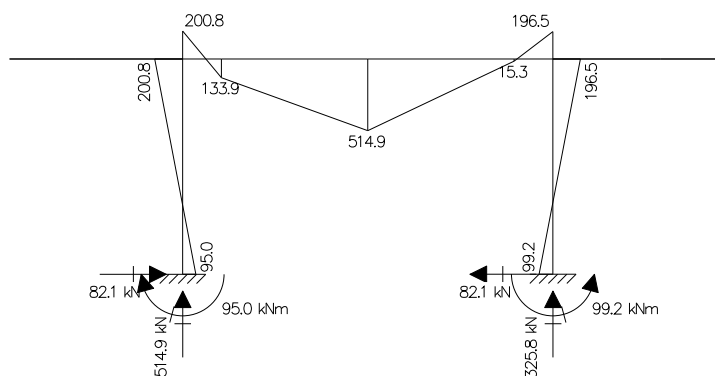
- Esforços cortantes



• Cargas móveis (Hipótese 2)



- Momentos fletores

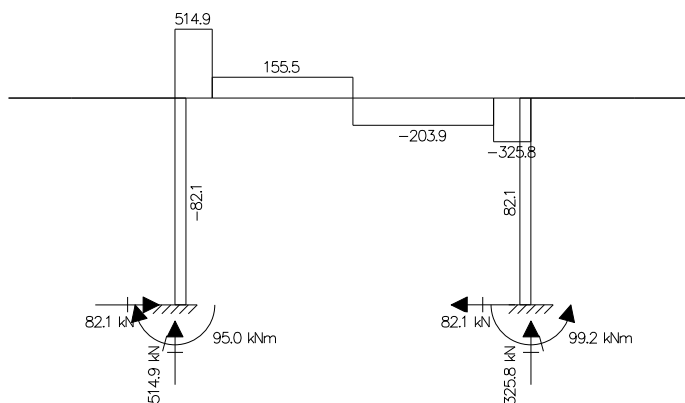




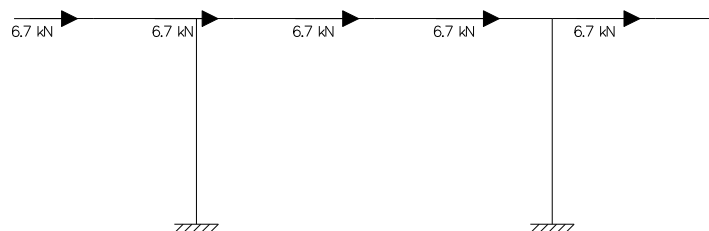
TRACADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

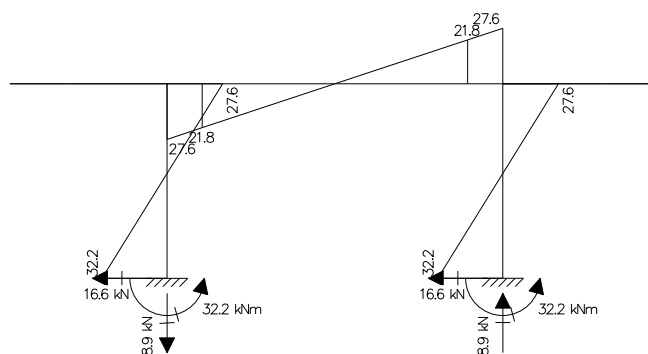
- Esforços cortantes



• Vento



- Momentos fletores

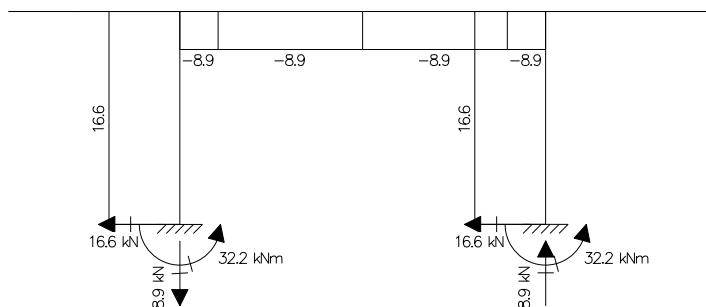




TRACADO

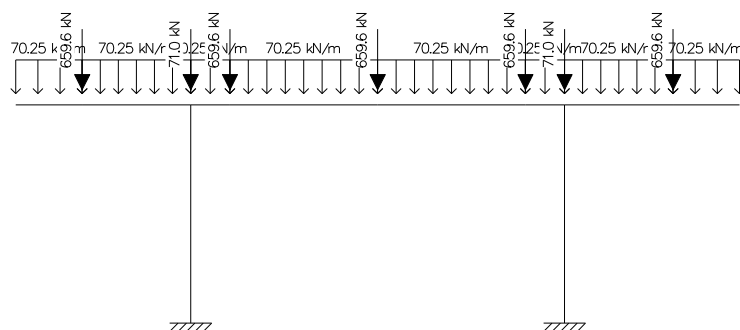
Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

- Esforços cortantes

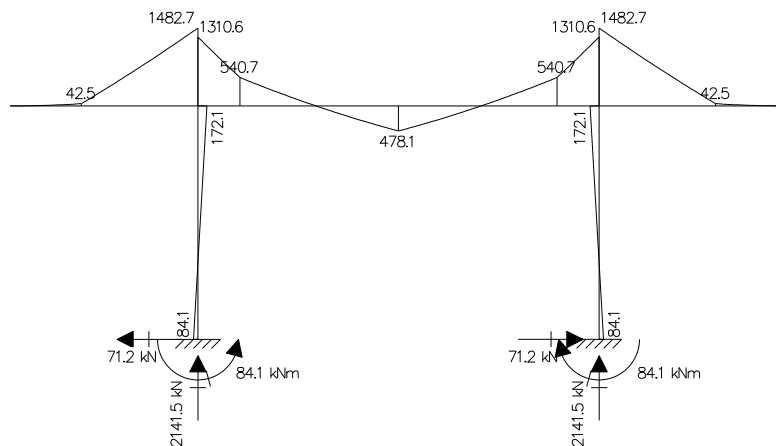


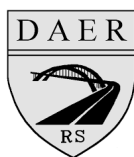
2.9 Esforços no pórtico P2

- Cargas permanentes



- Momentos fletores

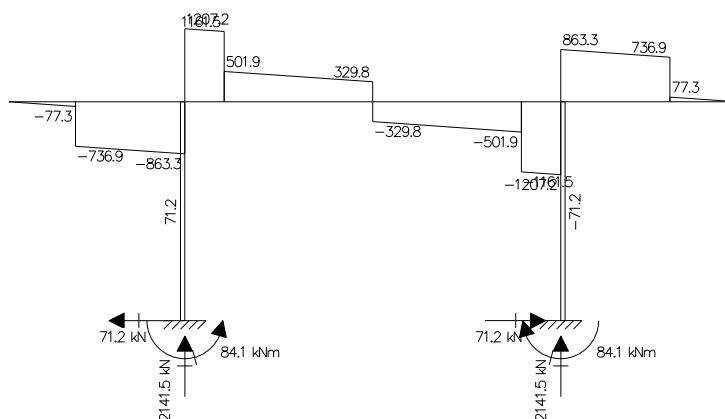




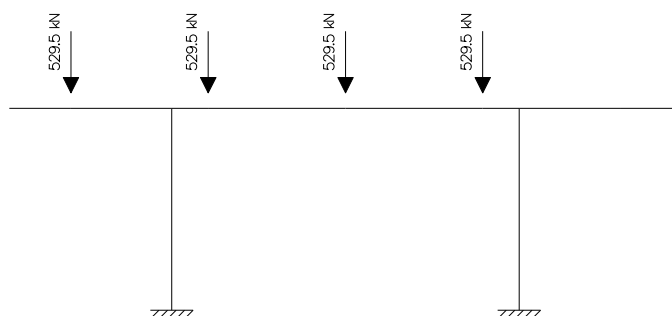
TRACADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

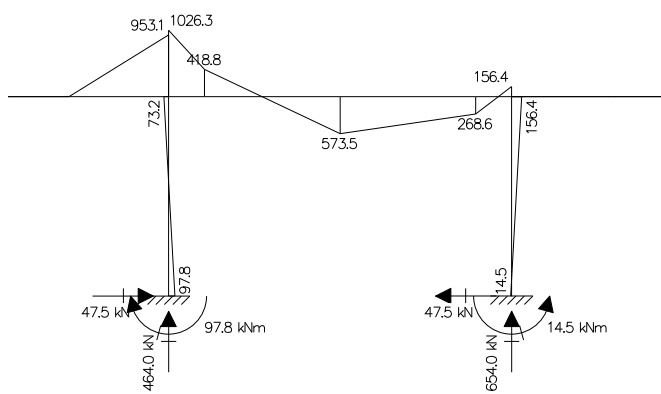
- Esforços cortantes

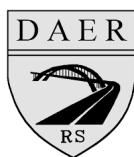


• Cargas móveis (Hipótese 1)



- Momentos fletores

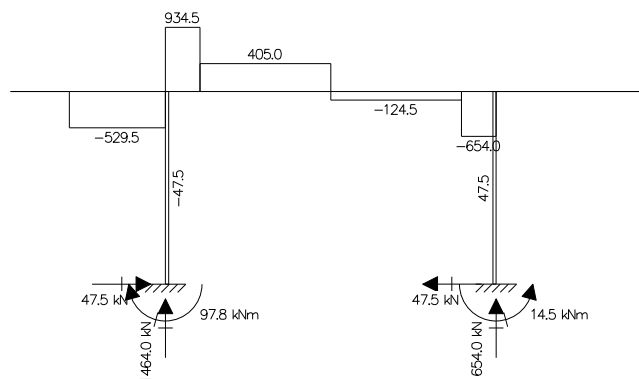




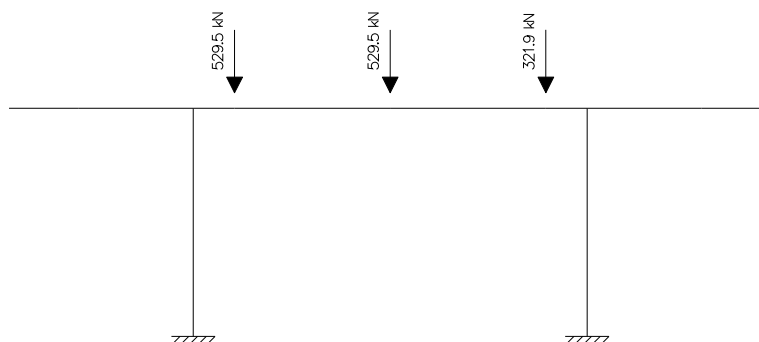
TRACADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

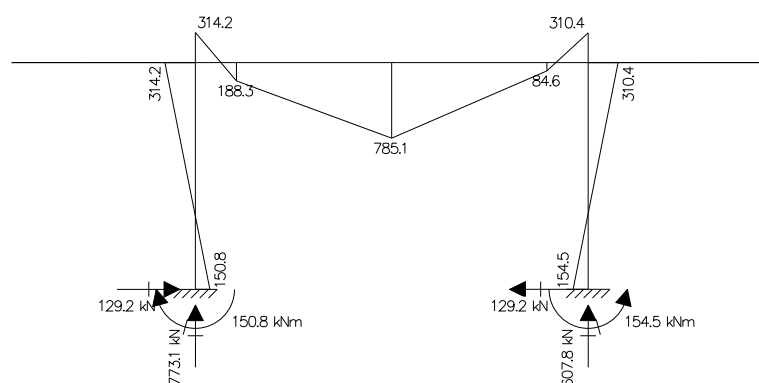
- Esforços cortantes



• Cargas móveis (Hipótese 2)



- Momentos fletores

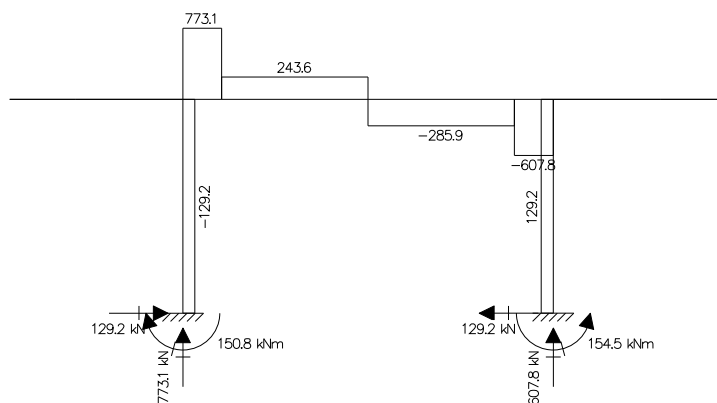




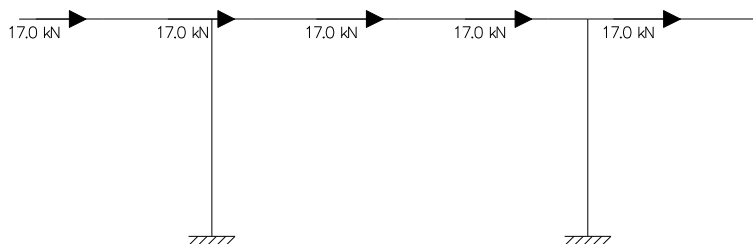
TRACADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

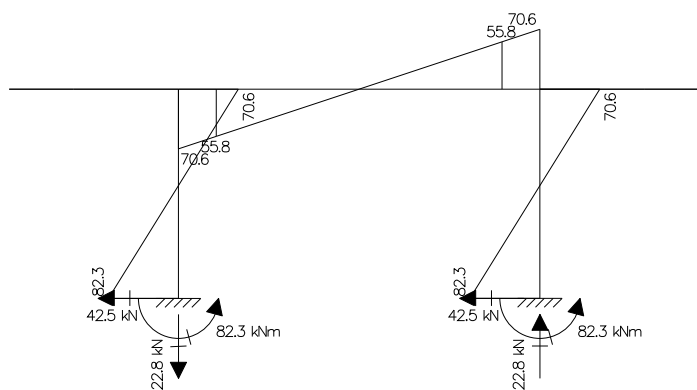
- Esforços cortantes



• Vento



- Momentos fletores

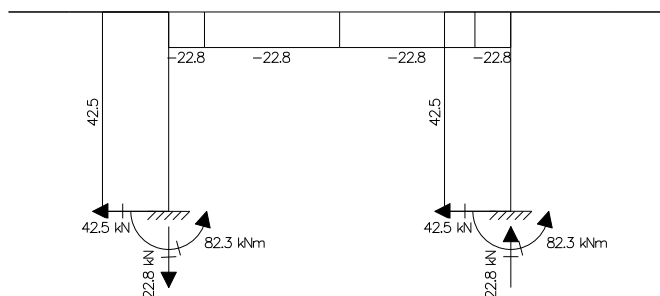




TRACADO

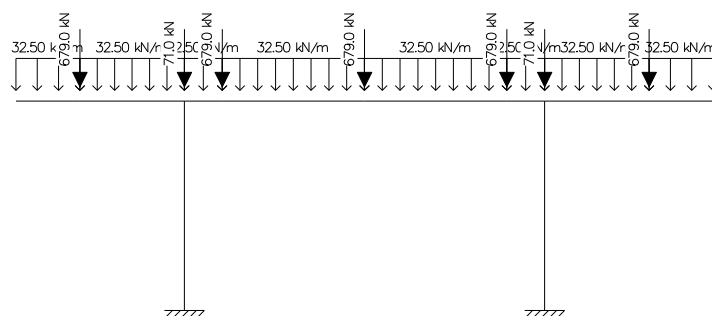
Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

- Esforços cortantes

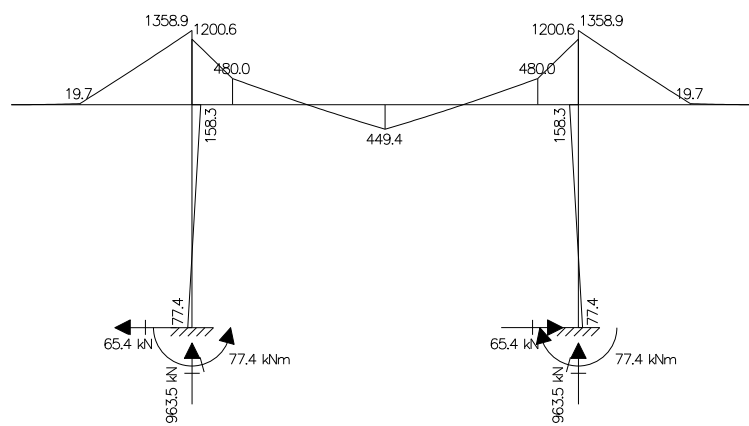


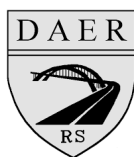
2.10 Esforços no pórtico P3

- Cargas permanentes



- Momentos fletores

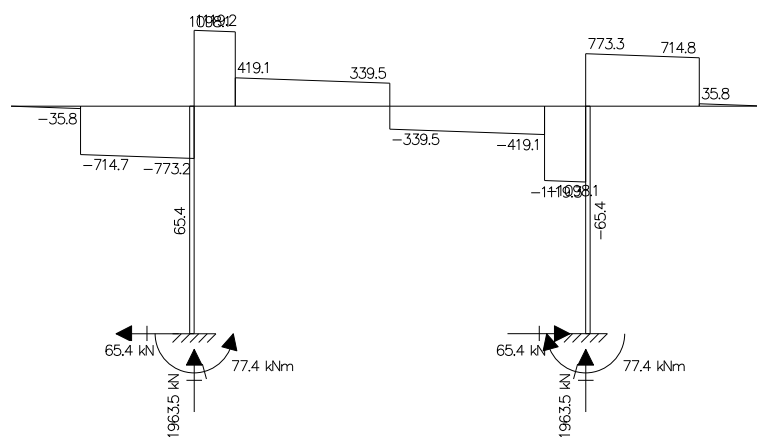




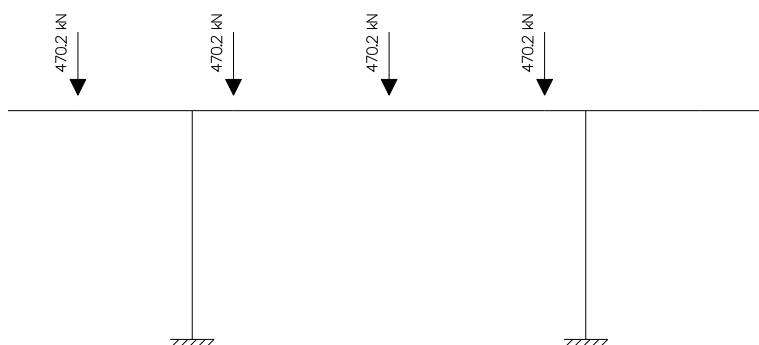
TRACADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

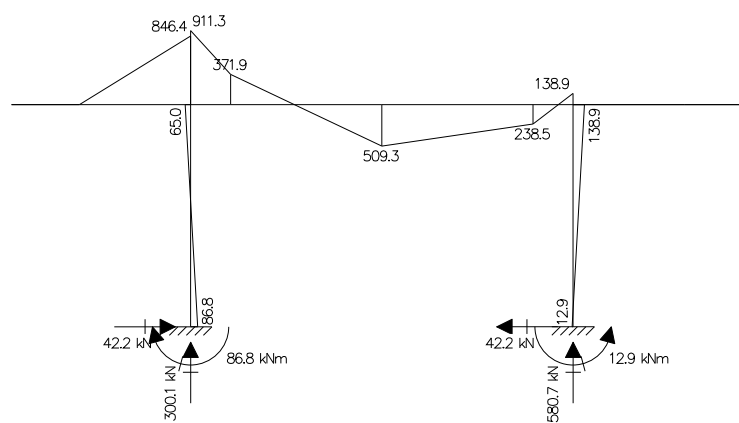
- Esforços cortantes



• Cargas móveis (Hipótese 1)



- Momentos fletores

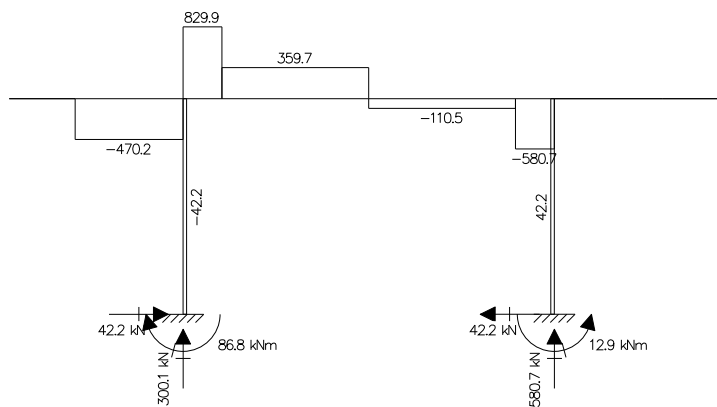




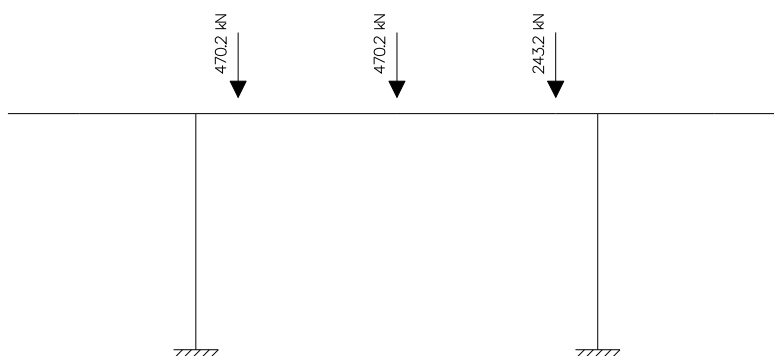
TRACADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

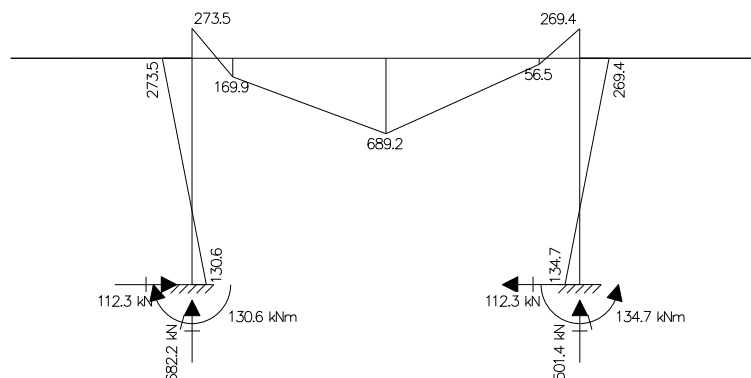
- Esforços cortantes



• Cargas móveis (Hipótese 2)



- Momentos fletores

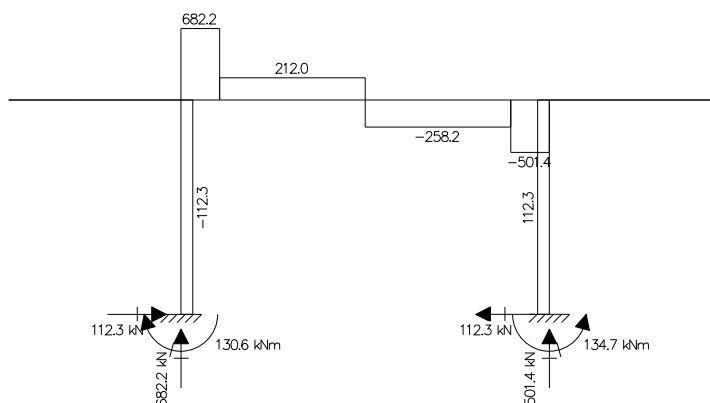




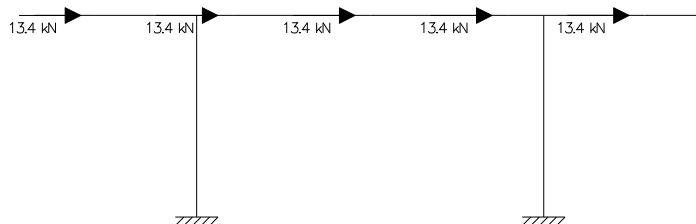
TRACADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

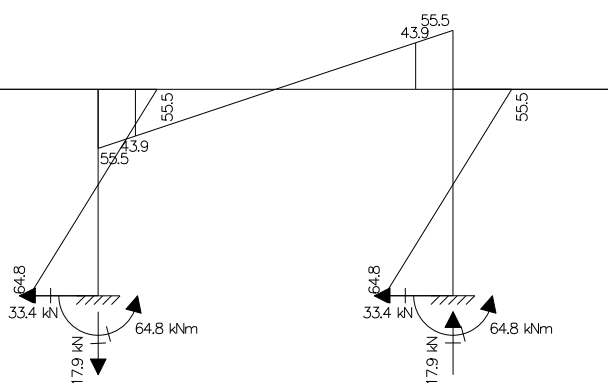
- Esforços cortantes



• Vento



- Momentos fletores

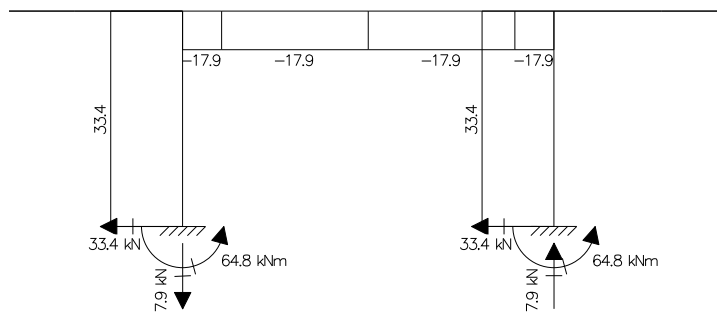




TRACADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

- Esforços cortantes



2.11 Dimensionamento travessas topo dos pilares

- Apoio P1

$$M_d^- = 1,35 \times 830 + 1,50 \times 724 = 2206,50 \text{ kN.m} = 220650 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{100 \times 124^2}{220650} = 6,97 \rightarrow A_s^- = 42,88 \text{ cm}^2 > A_{s\min} = 19,50 \text{ cm}^2 \rightarrow 9\phi 25,0$$

$$M_d^+ = 1,35 \times 270 + 1,50 \times 515 = 1137,00 \text{ kN.m} = 113700 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{100 \times 124^2}{113700} = 13,52 \rightarrow A_s^+ = 21,55 \text{ cm}^2 > A_{s\min} = 19,50 \text{ cm}^2 \rightarrow 5\phi 25,0$$

$$V_d = 1,35 \times 679 + 1,5 \times 652 = 1895 \text{ kN}$$

$$V_{Rd2} = 0,27 \times 0,88 \times 21429 \times 1,00 \times 1,24 = 6313 \text{ kN} > V_d \rightarrow OK$$

$$V_c = 0,6 \times 1448 \times 1,00 \times 1,24 = 1077 \text{ kN}$$

$$V_{sw} = 1895 - 1077 = 818 \text{ kN}$$

$$A_{sw} = \frac{0,818}{0,9 \times 435 \times 1,24} = 0,001685 \text{ m}^2 / \text{m} = 16,85 \text{ cm}^2 / \text{m} > A_{sw\min} = 12,84 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 10,0 \text{ c.19 (4 ramos)}$$

$$A_{spele} = 0,10 \times 100 = 10,00 \text{ cm}^2 / \text{m} > 5,00 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 10,0 \text{ c.16}$$

- Apoio P2

$$M_d^- = 1,35 \times 1483 + 1,50 \times 1097 = 3647,55 \text{ kN.m} = 364755 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{185 \times 124^2}{364755} = 7,80 \rightarrow A_s^- = 70,30 \text{ cm}^2 > A_{s\min} = 36,07 \text{ cm}^2 \rightarrow 15\phi 25,0$$

$$M_d^+ = 1,35 \times 478 + 1,50 \times 785 = 1822,80 \text{ kN.m} = 182280 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{185 \times 124^2}{182280} = 15,61 \rightarrow A_s^+ = 34,55 \text{ cm}^2 < A_{s\min} = 36,07 \text{ cm}^2 \rightarrow 8\phi 25,0$$



TRACADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

$$V_d = 1,35 \times 1207 + 1,5 \times 958 = 3066 \text{ kN}$$

$$V_{Rd2} = 0,27 \times 0,88 \times 21429 \times 1,85 \times 1,24 = 11680 \text{ kN} > V_d \rightarrow OK$$

$$V_c = 0,6 \times 1448 \times 1,85 \times 1,24 = 1993 \text{ kN}$$

$$V_{sw} = 3066 - 1993 = 1073 \text{ kN}$$

$$A_{sw} = \frac{1,073}{0,9 \times 435 \times 1,24} = 0,002210 \text{ m}^2 / \text{m} = 22,10 \text{ cm}^2 / \text{m} < A_{sw \min} = 23,75 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$A_{spele} = 0,10 \times 185 = 18,50 \text{ cm}^2 / \text{m} > 5,00 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 10,0 \text{ c.16}$$

$$T_{sd} = 1,35 \times 150,55 + 1,5 \times 111,25 = 370 \text{ kN.m}$$

$$T_{Rd2} = 0,50 \times \alpha_{v2} \times f_{cd} \times A_e \times h_e = 0,50 \times 0,88 \times \frac{30000}{1,4} \times 1,35 \times 0,38 = 4837 \text{ kN.m} \rightarrow OK!$$

$$A_{s0} \geq \frac{T_{sd}}{2 \times A_e \times f_{ywd}} = \frac{0,370}{2 \times 1,35 \times 435} = 0,000315 \text{ m}^2 / \text{m} = 3,15 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Admitindo proporcionalidade das tensões, avaliando a fadiga, temos:

$$\alpha = 1,81 \rightarrow A_{s90} = 1,81 \times 3,15 = 5,70 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$\text{Estribos adotados: } 22,10 + 5,70 = 27,80 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 10,0 \text{ c.11}$$

- Apoio P3

$$M_d^- = 1,35 \times 1359 + 1,50 \times 967 = 3285,15 \text{ kN.m} = 328515 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{100 \times 124^2}{328515} = 4,68 \rightarrow A_s^- = 65,17 \text{ cm}^2 > A_{s \min} = 19,50 \text{ cm}^2 \rightarrow 13 \phi 25,0$$

$$M_d^+ = 1,35 \times 449 + 1,50 \times 689 = 1639,65 \text{ kN.m} = 163965 \text{ kN.cm}$$

$$k_c = \frac{100 \times 124^2}{163965} = 9,38 \rightarrow A_s^+ = 31,34 \text{ cm}^2 > A_{s \min} = 19,50 \text{ cm}^2 \rightarrow 7 \phi 25,0$$

$$V_d = 1,35 \times 1119 + 1,5 \times 848 = 2783 \text{ kN}$$

$$V_{Rd2} = 0,27 \times 0,88 \times 21429 \times 1,00 \times 1,24 = 6313 \text{ kN} > V_d \rightarrow OK$$

$$V_c = 0,6 \times 1448 \times 1,00 \times 1,24 = 1077 \text{ kN}$$

$$V_{sw} = 2783 - 1077 = 1706 \text{ kN}$$

$$A_{sw} = \frac{1,706}{0,9 \times 435 \times 1,24} = 0,003514 \text{ m}^2 / \text{m} = 35,14 \text{ cm}^2 / \text{m} > A_{sw \min} = 12,84 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 10,0 \text{ c.9 (4 ramos)}$$

$$A_{spele} = 0,10 \times 100 = 10,00 \text{ cm}^2 / \text{m} > 5,00 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \phi 10,0 \text{ c.16}$$



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

2.12 Dimensionamento pilares

- Apoio P1

Armação: 16φ16 mm ($A_s = 32.17 \text{ cm}^2$)

Propriedade seção bruta de concreto:

Área: $A_c = 7854 \text{ cm}^2$

Centro de gravidade: $x_{cg} = 50 \text{ cm}$

$y_{cg} = 50 \text{ cm}$

Inércia em relação ao cg: $I_x = 4908739 \text{ cm}^4$

$I_y = 4908739 \text{ cm}^4$

Taxa de armadura: $\rho_s = 0.41 \%$

Materiais: Concreto $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Aço $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

Tipo de vinculação: Pilar em Balanço

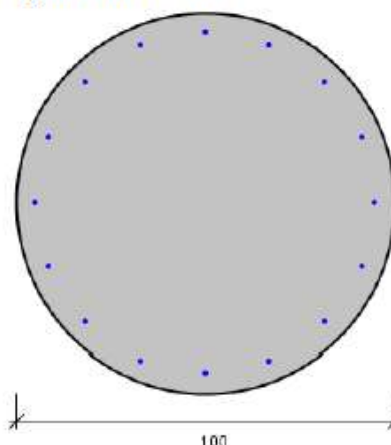
Comprimento: $L = 360 \text{ cm}$

Índice de Esbeltez: $\lambda_x = 29$

$\lambda_y = 29$

Estribos: φ 6,3c.15

Seção Transversal:



Consideramos as combinações da seguinte forma:

$$F_d = 1,35 \times F_g + 1,50 \times F_q$$

$$F_d = 1,00 \times F_g + 1,50 \times F_q$$

$$F_d = 1,35 \times F_g + 1,00 \times F_q$$

O software utilizado, PCalc, utiliza um coeficiente único. Para esse coeficiente, adotamos 1,4. Portanto, faremos a combinação apresentada acima, dividindo por 1,4, obtendo o valor característico que será usado no software.



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

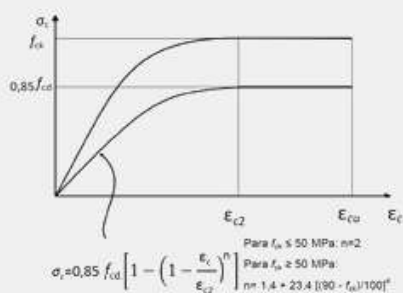
	P1	
	Hip 1	Hip 2
Ng	1229	1229
Nq	1002,6	523,8
Nk	2259,3	1746,3
MTtg	-96,5	-96,5
MTtq	77,3	228,4
MTtk	13,8929	175,786
MTbg	-47,1	-47,1
MTbq	98,5	127,2
MTbk	71,8929	102,643
MLk	280,5	280,5

Concreto

Diagrama tensão-deformação NBR6118 (2013):

$f_{ck} = 30$ MPa

$\gamma_c = 1.4$



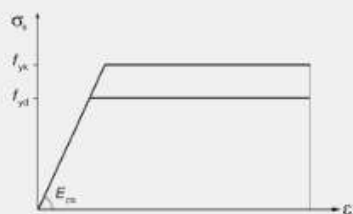
Aço

Diagrama tensão-deformação NBR6118 (2013):

$f_{yk} = 500$ MPa

$E_s = 210$ GPa

$\gamma_s = 1.15$





TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Esforços considerados e envoltória

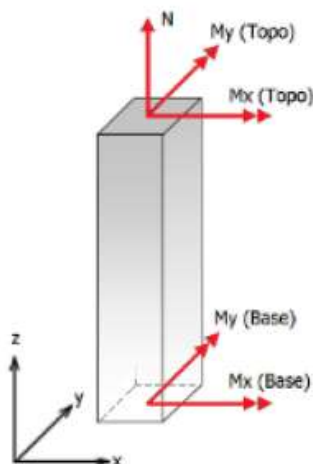


Figura: Convenção de sinais positivos dos esforços, $N < 0$ para compressão

Combinação	N_k	$M_{kx}(\text{Topo})$	$M_{ky}(\text{Topo})$	$M_{kx}(\text{Base})$	$M_{ky}(\text{Base})$
1	-2259.3	13.9	0	71.9	280.5
2	-1746.3	175.8	0	102.6	280.5

Tabela: Combinação de esforços, Unidades [kN, kN.m]



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

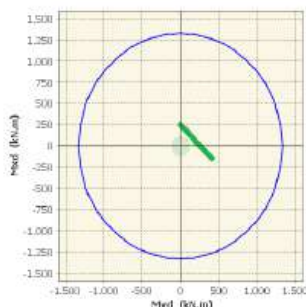


Figura: Diagrama de interação (Comb. 2)

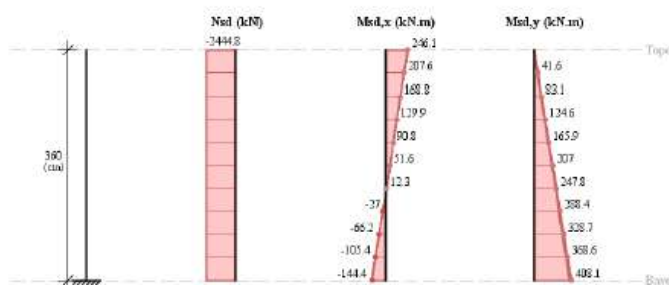


Figura: Esforços solicitantes de cálculo (Comb. 2)

Determinação dos efeitos locais de 2ª Ordem (Método geral acoplado com diagrama N, M, 1/r)

Os esforços locais de 2ª ordem são obtidos através da multiplicação do esforço normal pelo deslocamento transversal do pilar em cada seção. Conforme o item 15.3.1 da ABNT NBR 6118, estes efeitos podem ser calculados com as cargas majoradas por γ_f / γ_n , que posteriormente são majoradas por $\gamma_n = 1.1$.

Momentos em torno do eixo x:



Figura: Deslocamento w_y

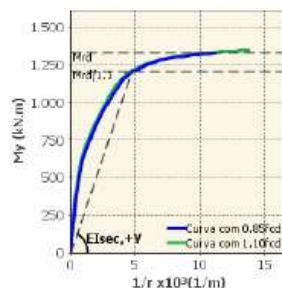


Figura: Diagrama N, M_x , $1/r$ ($EI_{\text{loc}} = 255409.73 \text{ kN.m}^2$)

Tabela: Cálculo 2ª Ordem para o momento M_x

z [m]	w_y [m]	$M_{sd,x}$ [kN.m]	$M_{sd,x}$ [kN.m]	$M_{sd,2o,x}$ [kN.m]
3.6	0.00031	246.1	0	246.1
3.24	0.00049	207.1	0.5	207.6
2.88	0.00058	168.1	0.7	168.8
2.52	0.00059	129.2	0.7	129.9
2.16	0.00054	90.2	0.6	90.8
1.8	0.00045	51.2	0.4	51.6
1.44	0.00033	12.2	0.1	12.3
1.08	0.00021	-26.8	-0.2	-27
0.72	0.00011	-65.7	-0.5	-66.2
0.36	0.00003	-104.7	-0.7	-105.4
0	0	-143.7	-0.7	-144.4

Momentos em torno do eixo y:



Figura: Deslocamento w_x

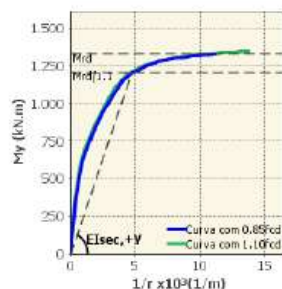


Figura: Diagrama N, M_y , $1/r$ ($EI_{\text{loc}} = 255409.73 \text{ kN.m}^2$)

Tabela: Cálculo 2ª Ordem para o momento M_y

z [m]	w_x [m]	$M_{sd,y}$ [kN.m]	$M_{sd,y}$ [kN.m]	$M_{sd,2o,y}$ [kN.m]
3.6	-0.00631	0	0	0
3.24	-0.00536	39.3	2.3	41.6
2.88	-0.00443	78.5	4.6	83.1
2.52	-0.00355	117.8	6.7	124.6
2.16	-0.00272	157.1	8.8	165.9
1.8	-0.00196	196.3	10.6	207
1.44	-0.0013	235.6	12.2	247.8
1.08	-0.00076	274.9	13.6	288.4
0.72	-0.00035	314.2	14.6	328.7
0.36	-0.00009	353.4	15.2	368.6
0	0	392.7	15.4	408.1



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

- Apoio P2

Armação: 16φ16 mm ($A_s = 32.17 \text{ cm}^2$)

Propriedade seção bruta de concreto:

Área: $A_c = 7854 \text{ cm}^2$

Centro de gravidade: $x_{cg} = 50 \text{ cm}$

$y_{cg} = 50 \text{ cm}$

Inércia em relação ao cg: $I_x = 4908739 \text{ cm}^4$

$I_y = 4908739 \text{ cm}^4$

Taxa de armadura: $\rho_s = 0.41 \%$

Materiais: Concreto $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Aço $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

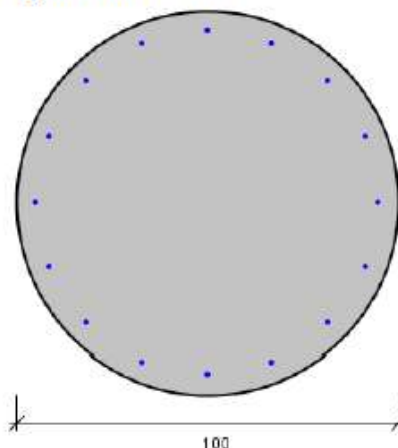
Tipo de vinculação: Pilar em Balanço

Comprimento: $L = 360 \text{ cm}$

Índice de Esbeltez: $\lambda_x = 29$

$\lambda_y = 29$

Seção Transversal:



Estribos: $\phi 6,3c.15$

Consideramos as combinações da seguinte forma:

$$F_d = 1,35 \times F_g + 1,50 \times F_q$$

$$F_d = 1,00 \times F_g + 1,50 \times F_q$$

$$F_d = 1,35 \times F_g + 1,00 \times F_q$$

O software utilizado, PCalc, utiliza um coeficiente único. Para esse coeficiente, adotamos 1,4.

Portanto, faremos a combinação apresentada acima, dividindo por 1,4, obtendo o valor característico que será usado no software.

	P2	
	Hip 1	Hip 2
Ng	2141,5	2141,5
Nq	1486,8	795,9
Nk	3658,0	2917,8
MTtg	-172,1	-172,1
MTtq	143,8	384,8
MTtk	-63,239	289,357
MTbg	-84,1	-84,1
MTbq	180,1	233,1
MTbk	132,893	189,679
MLk	242,3	242,3



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Concreto
 Diagrama tensão-deformação NBR6118 (2013):

$f_{ck} =$ MPa
 $\gamma_c =$

$$\sigma_c = 0,85 f_{cd} \left[1 - \left(1 - \frac{\epsilon_c}{\epsilon_{c2}} \right)^n \right]$$

Para $f_{ck} \leq 50$ MPa: $n=2$
 Para $f_{ck} \geq 50$ MPa: $n=1,4 + 23,4 [(90 - f_{ck})/100]^4$

Aço
 Diagrama tensão-deformação NBR6118 (2013):

$f_{yk} =$ MPa
 $E_s =$ GPa
 $\gamma_s =$

Esforços considerados e envoltória

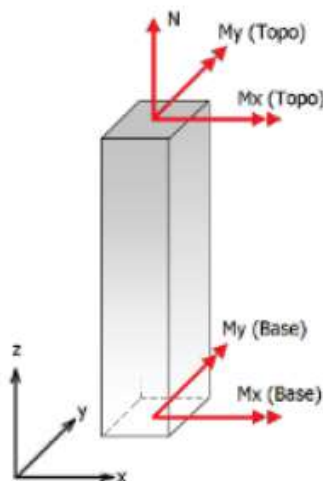


Figura: Convenção de sinais positivos dos esforços, $N < 0$ para compressão

Combinação	N_k	$M_{k,x}(\text{Topo})$	$M_{k,y}(\text{Topo})$	$M_{k,x}(\text{Base})$	$M_{k,y}(\text{Base})$
1	-3658	-63.2	0	132.9	242.3
2	-2917.8	289.4	0	189.7	242.3

Tabela: Combinação de esforços, Unidades [kN, kN.m]



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

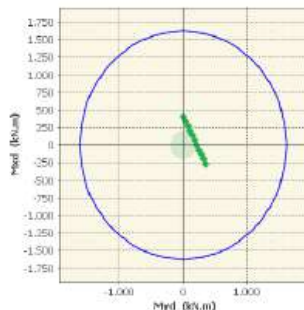


Figura: Diagrama de interação (Comb. 2)

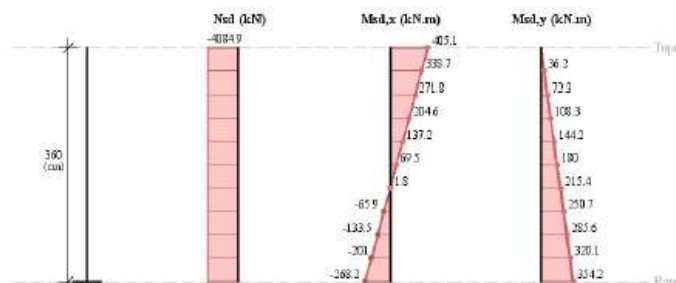


Figura: Esforços solicitantes de cálculo (Comb. 2)

Determinação dos efeitos locais de 2ª Ordem (Método geral acoplado com diagrama N, M, 1/r)

Os esforços locais de 2ª ordem são obtidos através da multiplicação do esforço normal pelo deslocamento transversal do pilar em cada seção. Conforme o item 15.3.1 da ABNT NBR 6118, estes efeitos podem ser calculados com as cargas majoradas por γ_t / γ_n , que posteriormente são majoradas por $\gamma_n = 1.1$.

Momentos em torno do eixo x:



Figura: Deslocamento wy

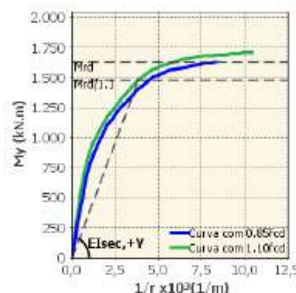


Figura: Diagrama N, Mx, 1/r (E_{lsc} = 380662.12 kN.m²)

Tabela: Cálculo 2ª Ordem para o momento Mx

z [m]	wy [m]	Msd1,x [kN.m]	Msd2,x [kN.m]	Msd20,x [kN.m]
3.6	0.00065	405.1	0	405.1
3.24	0.00081	338	0.6	338.7
2.88	0.00086	271	0.9	271.8
2.52	0.00083	203.9	0.7	204.6
2.16	0.00073	136.8	0.3	137.2
1.8	0.00059	69.8	-0.2	69.5
1.44	0.00043	2.7	-0.9	1.8
1.08	0.00027	-64.4	-1.5	-65.9
0.72	0.00013	-131.4	-2.1	-133.5
0.36	0.00004	-198.5	-2.5	-201
0	0	-265.6	-2.7	-268.2

Momentos em torno do eixo y:

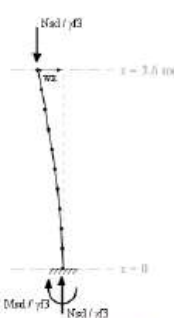


Figura: Deslocamento wx

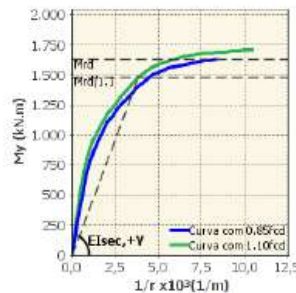


Figura: Diagrama N, My, 1/r (E_{lsc} = 380662.12 kN.m²)

Tabela: Cálculo 2ª Ordem para o momento My

z [m]	wx [m]	Msd1,y [kN.m]	Msd2,y [kN.m]	Msd20,y [kN.m]
3.6	-0.00368	0	0	0
3.24	-0.00313	33.9	2.3	36.2
2.88	-0.00259	67.8	4.5	72.3
2.52	-0.00207	101.8	6.6	108.3
2.16	-0.00158	135.7	8.5	144.2
1.8	-0.00114	169.6	10.3	180
1.44	-0.00076	203.5	11.9	215.4
1.08	-0.00044	237.5	13.2	250.7
0.72	-0.0002	271.4	14.2	285.6
0.36	-0.00005	305.3	14.8	320.1
0	0	339.2	15	354.2



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

- Apoio P3

Armação: 16φ16 mm ($A_s = 32.17 \text{ cm}^2$)

Propriedade seção bruta de concreto:

Área: $A_c = 7854 \text{ cm}^2$

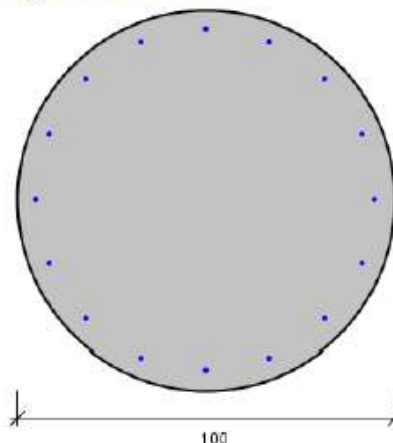
Centro de gravidade: $x_{cg} = 50 \text{ cm}$

$y_{cg} = 50 \text{ cm}$

Inércia em relação ao cg: $I_x = 4908739 \text{ cm}^4$

$I_y = 4908739 \text{ cm}^4$

Seção Transversal:



Taxa de armadura: $\rho_s = 0.41 \%$

Materiais: Concreto $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Aço $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

Tipo de vinculação: Pilar em Balanço

Comprimento: $L = 360 \text{ cm}$

Índice de Esbeltez: $\lambda_x = 29$

$\lambda_y = 29$

Estribos: $\phi 6,3c.15$

Consideramos as combinações da seguinte forma:

$$F_d = 1,35 \times F_g + 1,50 \times F_q$$

$$F_d = 1,00 \times F_g + 1,50 \times F_q$$

$$F_d = 1,35 \times F_g + 1,00 \times F_q$$

O software utilizado, PCalc, utiliza um coeficiente único. Para esse coeficiente, adotamos 1,4.

Portanto, faremos a combinação apresentada acima, dividindo por 1,4, obtendo o valor característico que será usado no software.

	P3	
	Hip 1	Hip 2
Ng	1963,5	1963,5
Nq	1318	700,1
Nk	3305,5	2643,5
MTtg	-158,3	-158,3
MTtq	120,5	329
MTtk	-66,575	239,429
MTbg	-77,4	-77,4
MTbq	151,6	195,4
MTbk	107,143	154,071
MLk	373,8	373,8



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Concreto
Diagrama tensão-deformação NBR6118 (2013):

$f_{ck} = 30$ MPa
 $\gamma_c = 1.4$

$\sigma_c = 0,85 f_{cd} \left[1 - \left(1 - \frac{\epsilon_c}{\epsilon_{c2}} \right)^n \right]$
Para $f_{ck} \leq 50$ MPa: $n=2$
Para $f_{ck} > 50$ MPa: $n = 1,4 + 23,4 [(90 - f_{ck})/100]^4$

Aço
Diagrama tensão-deformação NBR6118 (2013):

$f_{yk} = 500$ MPa
 $E_s = 210$ GPa
 $\gamma_s = 1.15$

Esforços considerados e envoltória

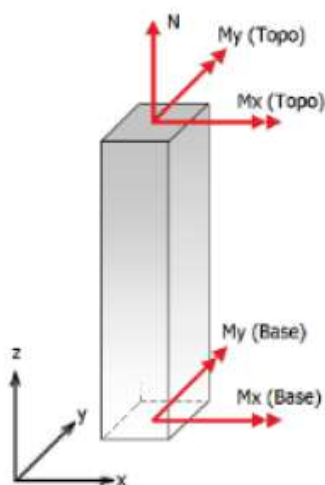


Figura: Convenção de sinais positivos dos esforços, $N < 0$ para compressão

Combinação	N_k	$M_{kx}(\text{Topo})$	$M_{ky}(\text{Topo})$	$M_{kx}(\text{Base})$	$M_{ky}(\text{Base})$
1	-3305.5	-66.6	0	107.1	373.8
2	-2643.5	239.4	0	154.1	373.8

Tabela: Combinação de esforços, Unidades [kN, kN.m]



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

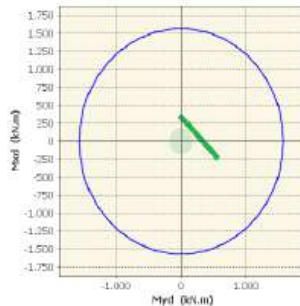


Figura: Diagrama de interação (Comb. 2)

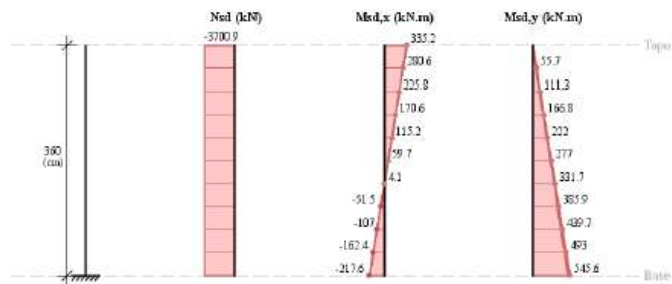


Figura: Esforços solicitantes de cálculo (Comb. 2)

Determinação dos efeitos locais de 2ª Ordem (Método geral acoplado com diagrama N, M, 1/r)

Os esforços locais de 2ª ordem são obtidos através da multiplicação do esforço normal pelo deslocamento transversal do pilar em cada seção. Conforme o item 15.3.1 da ABNT NBR 6118, estes efeitos podem ser calculados com as cargas majoradas por γ_F / γ_R , que posteriormente são majoradas por $\gamma_R = 1.1$.

Momentos em torno do eixo x:

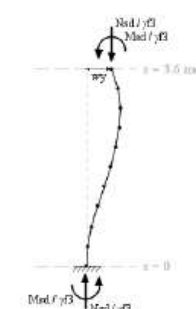


Figura: Deslocamento w_y

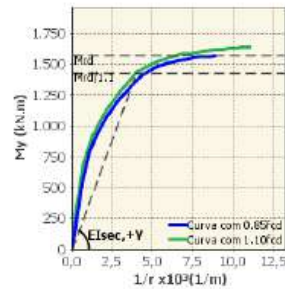


Figura: Diagrama N, M_x , $1/r$
($EI_{sc} = 357722 \text{ kN.m}^2$)

Tabela: Cálculo 2ª Ordem para o momento M_x

z [m]	w_y [m]	$M_{ed1,x}$ [kN.m]	$M_{ed2,x}$ [kN.m]	$M_{edtot,x}$ [kN.m]
3.6	0.00053	335.2	0	335.2
3.24	0.00067	280.1	0.5	280.6
2.88	0.00072	225	0.7	225.8
2.52	0.0007	169.9	0.6	170.6
2.16	0.00062	114.8	0.4	115.2
1.8	0.00051	59.8	-0.1	59.7
1.44	0.00037	4.7	-0.6	4.1
1.08	0.00024	-50.4	-1.1	-51.5
0.72	0.00012	-105.5	-1.5	-107
0.36	0.00003	-160.6	-1.8	-162.4
0	0	-215.7	-2	-217.6

Momentos em torno do eixo y:



Figura: Deslocamento w_x

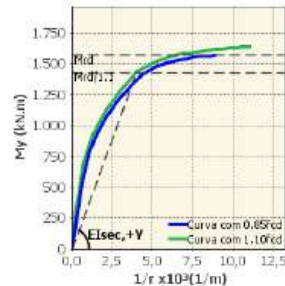


Figura: Diagrama N, M_y , $1/r$
($EI_{sc} = 357722 \text{ kN.m}^2$)

Tabela: Cálculo 2ª Ordem para o momento M_y

z [m]	w_x [m]	$M_{ed1,y}$ [kN.m]	$M_{ed2,y}$ [kN.m]	$M_{edtot,y}$ [kN.m]
3.6	-0.00602	0	0	0
3.24	-0.00512	52.3	3.3	55.7
2.88	-0.00424	104.7	6.6	111.3
2.52	-0.00339	157	9.8	166.8
2.16	-0.00259	209.3	12.7	222
1.8	-0.00187	261.7	15.4	277
1.44	-0.00125	314	17.7	331.7
1.08	-0.00073	366.3	19.6	385.9
0.72	-0.00033	418.7	21.1	439.7
0.36	-0.00009	471	22	493
0	0	523.3	22.3	545.6

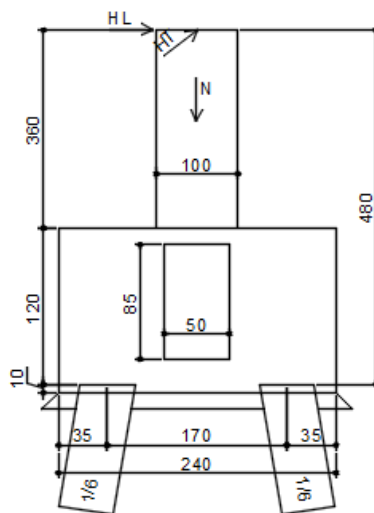
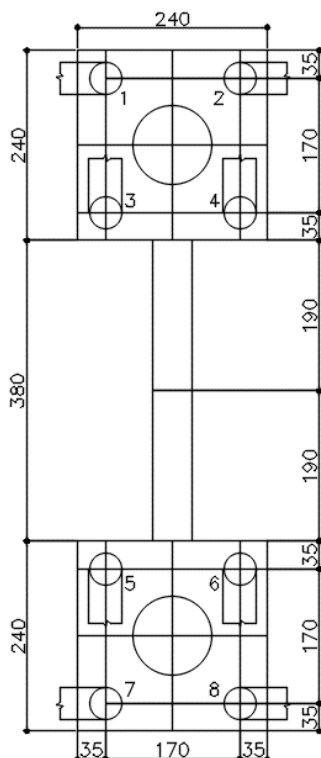


TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

3. INFRAESTRUTURA

3.1 Blocos P1



Cargas da meso

$N_{\max} = 2232 \text{ kN}$
 $N_{\min} = 1229 \text{ kN}$

$\sin \alpha = 0,1659$
 $\cos \alpha = 0,9861$

Cargas verticais da infra

Peso próprio do bloco = 187 kN
 Peso próprio das vigas = 20 kN
 Peso solo sobre bloco = 100 kN

Forças horizontais

Longitudinal = 61 kN
 Transversal = 33 kN
 Empuxo solo = 0 kN

Alturas dos centros elásticos

$e_L = 0,85 \text{ m}$
 $e_T = 2,25 \text{ m}$
 Direção longitudinal = 5,1 m
 Direção transversal = 13,5 m



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Cálculo das cargas na estacas com hipótese de carga máxima

a) Devido ao esforço vertical $V = 2539 \text{ kN}$

$$J_v = 3,8899 \quad F = 643,77 \text{ kN}$$

$$F_1=F_2=F_3=F_4=F_5=F_6=F_7=F_8 = 643,77 \text{ kN}$$

b) Devido ao esforço horizontal longitudinal $H_L = 61 \text{ kN}$
 0 kN

$$J_{HL} = 0,0550 \quad F = 183,79 \text{ kN}$$

$$F_2=F_8 = 183,79 \text{ kN}$$

$$F_1=F_7 = -183,79 \text{ kN}$$

c) Devido ao esforço horizontal transversal $H_T = 33 \text{ kN}$

$$J_{HT} = 0,1101 \quad F = 50,11 \text{ kN}$$

$$F_3=F_4 = -50,11 \text{ kN}$$

$$F_5=F_6 = 50,11 \text{ kN}$$

d) Devido ao momento causado pela força longitudinal $H_L = 61 \text{ kN}$
 0 kN

$$h = 4,80 \text{ m} \quad r_i = 0,85 \quad \sum r_i^2 \times \cos^2 \alpha = 1,405$$

$$M_L = -18,29 \text{ kN.m} \quad F = -11,07 \text{ kN}$$

$$F_4=F_6 = -11,07 \text{ kN}$$

$$F_3=F_5 = 11,07 \text{ kN}$$

e) Devido ao momento causado pela força transversal $H_T = 33 \text{ kN}$

$$h = 4,80 \text{ m} \quad r_i = 3,95 \quad \sum r_i^2 \times \cos^2 \alpha = 60,692$$

$$M_L = -289,28 \text{ kN.m} \quad F = -18,83 \text{ kN}$$

$$F_7=F_8 = -18,83 \text{ kN}$$

$$F_1=F_2 = 18,83 \text{ kN}$$

f) Superposição dos efeitos

$$F_1 = 478,80 \text{ kN}$$

$$F_2 = 846,38 \text{ kN}$$

$$F_3 = 604,73 \text{ kN}$$

$$F_4 = 582,60 \text{ kN}$$

$$\text{Carga máxima} = 846,38 \text{ kN}$$

$$F_5 = 704,94 \text{ kN}$$

$$F_6 = 682,81 \text{ kN}$$

$$F_7 = 441,15 \text{ kN}$$

$$F_8 = 808,73 \text{ kN}$$



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Cálculo das cargas na estacas com hipótese de carga mínima

a) Devido ao esforço vertical $V = 1436 \text{ kN}$

$$J_v = 3,8899 \quad F = 364,14 \text{ kN}$$

$$F_1=F_2=F_3=F_4=F_5=F_6=F_7=F_8 = 364,14 \text{ kN}$$

b) Devido ao esforço horizontal longitudinal $H_L = 61 \text{ kN}$

$$J_{HL} = 0,0550 \quad F = 183,79 \text{ kN}$$

$$F_2=F_8 = 183,79 \text{ kN}$$

$$F_1=F_7 = -183,79 \text{ kN}$$

c) Devido ao esforço horizontal transversal $H_T = 33 \text{ kN}$

$$J_{HT} = 0,1101 \quad F = 50,11 \text{ kN}$$

$$F_3=F_4 = -50,11 \text{ kN}$$

$$F_5=F_6 = 50,11 \text{ kN}$$

d) Devido ao momento causado pela força longitudinal $H_L = 61 \text{ kN}$

$$h = 4,80 \text{ m} \quad r_i = 0,85 \quad \sum r_i^2 \times \cos^2 \alpha = 1,405$$

$$M_L = -18,29 \text{ kN.m} \quad F = -11,07 \text{ kN}$$

$$F_4=F_6 = -11,07 \text{ kN}$$

$$F_3=F_5 = 11,07 \text{ kN}$$

e) Devido ao momento causado pela força transversal $H_T = 33 \text{ kN}$

$$h = 4,80 \text{ m} \quad r_i = 3,95 \quad \sum r_i^2 \times \cos^2 \alpha = 60,692$$

$$M_L = -289,28 \text{ kN.m} \quad F = -18,83 \text{ kN}$$

$$F_7=F_8 = -18,83 \text{ kN}$$

$$F_1=F_2 = 18,83 \text{ kN}$$

f) Superposição dos efeitos

$$F_1 = 199,18 \text{ kN}$$

$$F_2 = 566,76 \text{ kN}$$

$$F_3 = 325,10 \text{ kN}$$

$$F_4 = 302,97 \text{ kN}$$

$$\text{Carga mínima} = 161,53 \text{ kN}$$

$$F_5 = 425,32 \text{ kN}$$

$$F_6 = 403,18 \text{ kN}$$

$$F_7 = 161,53 \text{ kN}$$

$$F_8 = 529,11 \text{ kN}$$



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Cálculo dos blocos

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

a) Direção longitudinal

$W_0 = 0,576 \text{ m}^3$

$M_L = 1250 \text{ kN.m}$ $f_{ctk,sup} = 3,765 \text{ MPa}$ $b_w = 240 \text{ cm}$
 $M_{Ld} : 1750 \text{ kN.m} > M_{d,min} = 1735 \text{ kN.m}$
 $cob : 4,00 \text{ cm}$ $d = 119 \text{ cm}$ $k_c = 19,417$ $k_s = 0,0234$
 $A_{SL} : 34,42 \text{ cm}^2 > A_{smin} = 43,20 \text{ cm}^2$

Adotado: 22 ϕ 16,0

b) Direção transversal

$W_0 = 0,576 \text{ m}^3$

$M_L = 1163 \text{ kN.m}$ $f_{ctk,sup} = 3,765 \text{ MPa}$ $b_w = 240 \text{ cm}$
 $M_{Ld} : 1629 \text{ kN.m} < M_{d,min} = 1735 \text{ kN.m}$
 $cob : 4,00 \text{ cm}$ $d = 118 \text{ cm}$ $k_c = 19,260$ $k_s = 0,0234$
 $A_{SL} : 34,41 \text{ cm}^2 > A_{smin} = 43,20 \text{ cm}^2$

Adotado: 22 ϕ 16,0

c) Armaduras de cintamento nas faces laterais do bloco

$A_{sc} = 8,64 \text{ cm}^2$ por direção
 $A_{sc} = 4,32 \text{ cm}^2$ em cada face Adotado: 6 ϕ 10,0

Cálculo da viga de rigidez dos blocos

Dimensões da viga: 50x 85 cm $W_0 = 0,060 \text{ m}^3$

Comprimento: 380 cm

Momento transversal no pé do pilar: 80 kN.m

Cargas sobre a viga: - Peso próprio = 10,63 kN/m
 - Solo sobre a viga = 25,00 kN/m

$M_d = 202 \text{ kN.m}$ $cob : 4,00 \text{ cm}$ $d = 80 \text{ cm}$
 $k_c = 15,91$ $k_s = 0,0234$
 $A_s = 5,90 \text{ cm}^2 < A_{smin} = 6,38 \text{ cm}^2$

Adotado: 4 ϕ 16,0

Estribos: $A_{sw,min} = 5,79 \text{ cm}^2/\text{m}$ Adotado: $\phi 8,0$ c.17,0 (2 ramos)

Pele: $A_s = 5,00 \text{ cm}^2/\text{m}$ Adotado: $\phi 10,0$ c.16,0



TRACADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

3.2 Blocos P2

Cargas verticais:

Peso próprio do bloco = 242 kN
 Peso próprio da viga = 80 kN
 Solo sobre a infra = 0 kN
 Peso da infra por pilar = 282 kN
 Cargas da meso (máx) = 3628 kN
 Cargas da meso (mín) = 2141 kN

Forças horizontais:

Longitudinal = 53 kN/pilar
 Empuxo do solo = 0 kN/pilar
 Transversal = 85 kN/apoio

Alturas dos centros elásticos

$e_L = 1,70 \text{ m}$ $\alpha = 9,46$
 $e_T = 3,80 \text{ m}$
 inclinação = 0,167

Direção longitudinal = 5,10 m
 Direção transversal = 11,40 m

Cálculo das cargas na estacas

Hipótese de carga máxima

a) Devido ao esforço vertical $V = 3910 \text{ kN/pilar}$

$J_v = 5,8378$

$F = 660,62 \text{ kN}$ $F_1=F_2=F_3=F_4=F_5=F_6=F_7=F_8=F_9=F_{10}=F_{11}=F_{12} = 660,62 \text{ kN}$

b) Devido ao esforço horizontal longitudinal $H_L = 53 \text{ kN/pilar}$

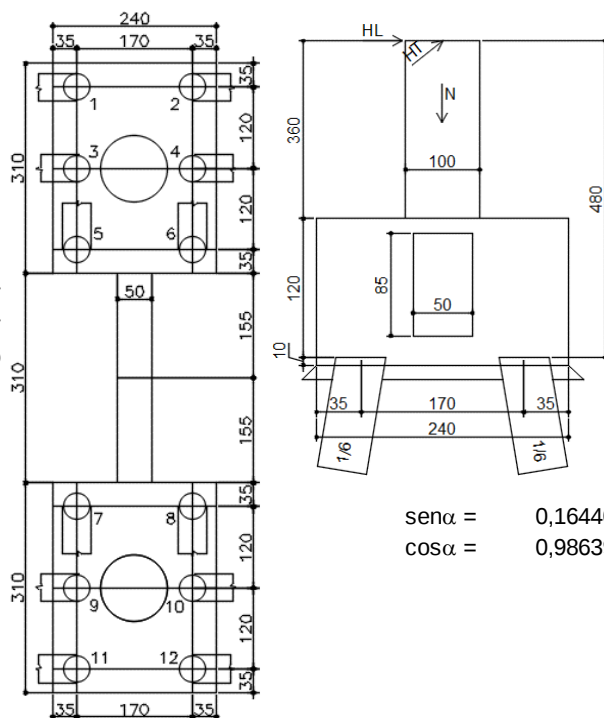
$J_{HL} = 0,1081$ $\text{Total} = 53 \text{ kN/pilar}$

$F = 80,095 \text{ kN}$ $F_1=F_3=F_9=F_{11} = -80,09 \text{ kN}$
 $F_2=F_4=F_{10}=F_{12} = 80,09 \text{ kN}$

c) Devido ao esforço horizontal transversal $H_T = 85 \text{ kN/apoio}$

$J_{HT} = 0,1081$

$F = 129,20 \text{ kN}$ $F_5=F_6 = -129,20 \text{ kN}$
 $F_7=F_8 = 129,20 \text{ kN}$



$\text{sen} \alpha = 0,16440$
 $\text{cos} \alpha = 0,98639$



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

d) Devido ao momento causado pela força longitudinal HL = 53 kN/pilar
 0 kN/pilar
 Total = 53 kN/pilar

h = 4,80 m ri = 0,85
 $\Sigma ri^2 \times \cos^2 \alpha = 1,406$

M_L = -15,80 kN.m

F = -9,55 kN F5=F7 = 9,55 kN
 F6=F8 = -9,55 kN

e) Devido ao momento causado pela força transversal H_T = 85 kN/apoio

h = 4,80 m $\Sigma ri^2 \times \cos^2 \alpha = 109,362$

M_T = -560,74 kN.m

F1=F2 = 23,59 kN F3=F4 = 17,43 kN
 F11=F12 = -23,59 kN F9=F10 = -17,43 kN

f) Superposição dos efeitos

F1 = 604,11 kN	F2 = 764,30 kN	
F3 = 597,96 kN	F4 = 758,15 kN	Carga máxima = 799,37 kN
F5 = 540,98 kN	F6 = 521,87 kN	
F7 = 799,37 kN	F8 = 780,27 kN	
F9 = 563,09 kN	F10 = 723,28 kN	
F11 = 556,94 kN	F12 = 717,13 kN	

Hipótese de carga mínima

a) Devido ao esforço vertical V = 2423 kN/pilar

J_v = 5,8378

F = 409,37 kN F1=F2=F3=F4=F5=F6=F7=F8=F9=F10=F11=F12 : 409,37 kN

b) Devido ao esforço horizontal longitudinal H_L = 53 kN/pilar

J_{HL} = 0,1081 Total = 53 kN/pilar

F = 80,09 kN F1=F3=F9=F11 = -80,09 kN
 F2=F4=F10=F12 = 80,09 kN



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

c) Devido ao esforço horizontal transversal $H_T = 85 \text{ kN/apoio}$

$J_{HT} = 0,1081$

$F = 129,20 \text{ kN}$ $F5=F6 = -129,20 \text{ kN}$
 $F7=F8 = 129,20 \text{ kN}$

d) Devido ao momento causado pela força longitudinal $H_L = 53 \text{ kN/pilar}$
 0 kN/pilar
 Total = 53 kN/pilar

$h = 4,80 \text{ m}$ $r_i = 0,85$
 $\Sigma r_i^2 \times \cos^2 \alpha = 1,406$

$M_L = -15,80 \text{ kN.m}$

$F = -9,55 \text{ kN}$ $F5=F7 = 9,55 \text{ kN}$
 $F6=F8 = -9,55 \text{ kN}$

e) Devido ao momento causado pela força transversal $H_T = 85 \text{ kN/apoio}$

$h = 4,80 \text{ m}$ $\Sigma r_i^2 \times \cos^2 \alpha = 109,362$

$M_T = -560,74 \text{ kN.m}$

$F1=F2 = 23,59 \text{ kN}$ $F3=F4 = 17,43 \text{ kN}$
 $F11=F12 = -23,59 \text{ kN}$ $F9=F10 = -17,43 \text{ kN}$

f) Superposição dos efeitos

$F1 = 352,86 \text{ kN}$ $F2 = 513,05 \text{ kN}$
 $F3 = 346,71 \text{ kN}$ $F4 = 506,90 \text{ kN}$ Carga mínima = $270,62 \text{ kN}$
 $F5 = 289,72 \text{ kN}$ $F6 = 270,62 \text{ kN}$
 $F7 = 548,12 \text{ kN}$ $F8 = 529,01 \text{ kN}$
 $F9 = 311,84 \text{ kN}$ $F10 = 472,03 \text{ kN}$
 $F11 = 305,69 \text{ kN}$ $F12 = 465,88 \text{ kN}$

Cálculo dos blocos

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ $h = 130 \text{ cm}$

a) Direção longitudinal $b_w = 310 \text{ cm}$
 $W_0 = 0,744 \text{ m}^3$
 $M_L = 1862 \text{ kN.m}$ $f_{ctk,sup} = 3,765 \text{ MPa}$
 $M_{Ld} = 2607 \text{ kN.m} > M_{d,min} = 2241 \text{ kN.m}$
 $cob = 4,50 \text{ cm}$ $k_c = 16,559$
 $d = 118 \text{ cm}$ $k_s = 0,0235$
 $A_{SL} = 51,91 \text{ cm}^2 < A_{smin} = 55,80 \text{ cm}^2$



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Adotado: 18 ϕ 20,0

b) Direção transversal

$b_w =$	240 cm		
$W_o =$	0,576 m ³		
$M_L =$	1870 kN.m		$f_{ctk,sup} =$ 3,765 MPa
$M_{Ld} =$	2618 kN.m	>	$M_{d,min} =$ 1735 kN.m
$cob =$	4,50 cm	$k_c =$	12,551
$d =$	117 cm	$k_s =$	0,0236
$ASL =$	52,80 cm ²	>	$A_{smin} =$ 43,20 cm ²

Adotado: 18 ϕ 20,0

c) Armaduras de cintamento nas faces laterais do bloco

$A_{sc} =$	10,86 cm ²	por direção	
$A_{sc} =$	5,43 cm ²	em cada face	Adotado: 5 ϕ 12,5

Viga de rigidez entre os blocos

Momento transversal no pé do pilar = 149,1 kN.m

Cargas sobre a viga:	Peso próprio =	10,6 kN/m
	Solo =	25,0 kN/m
	Total =	35,6 kN/m

a) Dimensionamento à flexão

$b_w =$	50 cm	$h =$	85 cm
$M =$	191,9 kN.m	$cob =$	4,50 cm
		$d =$	79,4 cm
$M_{sd} =$	259,1 kN.m	>	$M_{dmin} =$ 181,4 kN.m
$k_c =$	17,37	$k_s =$	0,0234
$A_s =$	7,64 cm ²	$A_{smin} =$	6,38 cm ²
		Adotado:	4 ϕ 16,0

b) Esforço cortante

$A_{sw min} =$	5,79 cm ² /m	Adotado:	ϕ 8,0 c. 17 ← 2 ramos
----------------	-------------------------	----------	----------------------------

c) Armadura de pele

$A_s =$	5,00 cm ²	Adotado:	ϕ 10,0 c. 16
---------	----------------------	----------	-------------------



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

3.3 Blocos P3

Cargas verticais:

Peso próprio do bloco =	242 kN
Peso próprio da viga =	80 kN
Solo sobre a infra =	0 kN
Peso da infra por pilar =	282 kN
Cargas da meso (máx) =	3281 kN
Cargas da meso (mín) =	1964 kN

Forças horizontais:

Longitudinal =	81 kN/pilar
Empuxo do solo =	0 kN/pilar
Transversal =	67 kN/apoio

Alturas dos centros elásticos

el =	1,70 m	$\alpha = 9,46$
et =	3,80 m	
inclinação =	0,167	

Direção longitudinal =	5,10 m
Direção transversal =	11,40 m

Cálculo das cargas na estacas

Hipótese de carga máxima

a) Devido ao esforço vertical $V = 3563$ kN/pilar

$$J_v = 5,8378$$

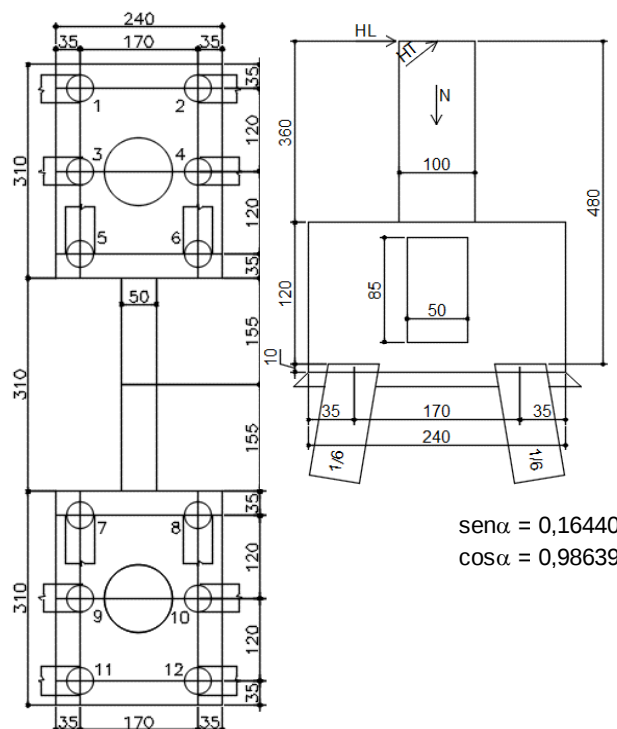
$$F = 601,99 \text{ kN} \quad F1=F2=F3=F4=F5=F6=F7=F8=F9=F10=F11=F12 = 601,99 \text{ kN}$$

b) Devido ao esforço horizontal longitudinal $H_L =$ 81 kN/pilar

$$J_{HL} = 0,1081 \quad \text{Total} = 81 \text{ kN/pilar}$$

$$F = 123,176 \text{ kN} \quad F1=F3=F9=F11 = -123,18 \text{ kN}$$

$$F2=F4=F10=F12 = 123,18 \text{ kN}$$



$$\sin \alpha = 0,16440$$

$$\cos \alpha = 0,98639$$



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

c) Devido ao esforço horizontal transversal $H_T = 67 \text{ kN/apoio}$

$$J_{HT} = 0,1081$$

$$F = 101,89 \text{ kN} \quad F5=F6 = -101,89 \text{ kN}$$

$$F7=F8 = 101,89 \text{ kN}$$

d) Devido ao momento causado pela força longitudinal HL : 81 kN/pilar
 0 kN/pilar
 Total = 81 kN/pilar

$$h = 4,80 \text{ m} \quad r_i = 0,85$$

$$\Sigma r_i^2 \times \cos^2 \alpha = 1,406$$

$$M_L = -24,30 \text{ kN.m}$$

$$F = -14,69 \text{ kN} \quad F5=F7 = 14,69 \text{ kN}$$

$$F6=F8 = -14,69 \text{ kN}$$

e) Devido ao momento causado pela força transversal $H_T = 67 \text{ kN/apoio}$

$$h = 4,80 \text{ m} \quad \Sigma r_i^2 \times \cos^2 \alpha = 109,362$$

$$M_T = -442,20 \text{ kN.m}$$

$$F1=F2 = 18,60 \text{ kN} \quad F3=F4 = 13,75 \text{ kN}$$

$$F11=F12 = -18,60 \text{ kN} \quad F9=F10 = -13,75 \text{ kN}$$

f) Superposição dos efeitos

$$F1 = 497,41 \text{ kN} \quad F2 = 743,77 \text{ kN}$$

$$F3 = 492,56 \text{ kN} \quad F4 = 738,91 \text{ kN} \quad \text{Carga máxima} = 743,77 \text{ kN}$$

$$F5 = 514,80 \text{ kN} \quad F6 = 485,41 \text{ kN}$$

$$F7 = 718,57 \text{ kN} \quad F8 = 689,19 \text{ kN}$$

$$F9 = 465,07 \text{ kN} \quad F10 = 711,42 \text{ kN}$$

$$F11 = 460,21 \text{ kN} \quad F12 = 706,57 \text{ kN}$$

Hipótese de carga mínima

a) Devido ao esforço vertical $V = 2246 \text{ kN/pilar}$

$$J_v = 5,8378$$

$$F = 379,46 \text{ kN} \quad F1=F2=F3=F4=F5=F6=F7=F8=F9=F10=F11=F12 = 379,46 \text{ kN}$$



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

b) Devido ao esforço horizontal longitudinal $H_L =$ 81 kN/pilar
 0 kN/pilar
 $J_{HL} =$ 0,1081 Total = 81 kN/pilar
 $F =$ 123,18 kN $F_1=F_3=F_9=F_{11} =$ -123,18 kN
 $F_2=F_4=F_{10}=F_{12} =$ 123,18 kN

c) Devido ao esforço horizontal transversal $H_T =$ 67 kN/apoio
 $J_{HT} =$ 0,1081
 $F =$ 101,89 kN $F_5=F_6 =$ -101,89 kN
 $F_7=F_8 =$ 101,89 kN

d) Devido ao momento causado pela força longitudinal $H_L =$ 81 kN/pilar
 0 kN/pilar
 Total = 81 kN/pilar

$h =$ 4,80 m $r_i =$ 0,85
 $\Sigma r_i^2 \times \cos^2 \alpha =$ 1,406
 $M_L =$ -24,30 kN.m
 $F =$ -14,69 kN $F_5=F_7 =$ 14,69 kN
 $F_6=F_8 =$ -14,69 kN

e) Devido ao momento causado pela força transversal $H_T =$ 67 kN/apoio
 $h =$ 4,80 m $\Sigma r_i^2 \times \cos^2 \alpha =$ 109,362
 $M_T =$ -442,20 kN.m
 $F_1=F_2 =$ 18,60 kN $F_3=F_4 =$ 13,75 kN
 $F_{11}=F_{12} =$ -18,60 kN $F_9=F_{10} =$ -13,75 kN

f) Superposição dos efeitos

$F_1 =$	274,89 kN	$F_2 =$	521,24 kN	
$F_3 =$	270,03 kN	$F_4 =$	516,39 kN	Carga mínima = 262,89 kN
$F_5 =$	292,27 kN	$F_6 =$	262,89 kN	
$F_7 =$	496,04 kN	$F_8 =$	466,66 kN	
$F_9 =$	242,54 kN	$F_{10} =$	488,89 kN	
$F_{11} =$	237,69 kN	$F_{12} =$	484,04 kN	



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

Cálculo dos blocos

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ $h = 130 \text{ cm}$

a) Direção longitudinal

$M_L = 1767 \text{ kN.m}$		$b_w = 310 \text{ cm}$
$M_{Ld} = 2473 \text{ kN.m}$	$>$	$W_0 = 0,744 \text{ m}^3$
$cob = 4,50 \text{ cm}$	$k_c = 17,451$	$f_{ctk,sup} = 3,765 \text{ MPa}$
$d = 118 \text{ cm}$	$k_s = 0,0235$	$M_{d,min} = 2241 \text{ kN.m}$
$ASL = 49,26 \text{ cm}^2$	$<$	$A_{smin} = 55,80 \text{ cm}^2$

Adotado: $18 \phi 20,0$

b) Direção transversal

$M_L = 1666 \text{ kN.m}$		$b_w = 240 \text{ cm}$
$M_{Ld} = 2333 \text{ kN.m}$	$>$	$W_0 = 0,576 \text{ m}^3$
$cob = 4,50 \text{ cm}$	$k_c = 14,083$	$f_{ctk,sup} = 3,765 \text{ MPa}$
$d = 117 \text{ cm}$	$k_s = 0,0236$	$M_{d,min} = 1735 \text{ kN.m}$
$ASL = 47,06 \text{ cm}^2$	$>$	$A_{smin} = 43,20 \text{ cm}^2$

Adotado: $18 \phi 20,0$

c) Armaduras de cintamento nas faces laterais do bloco

$A_{sc} = 10,29 \text{ cm}^2$ por direção
 $A_{sc} = 5,14 \text{ cm}^2$ em cada face Adotado: $5 \phi 12,5$

Viga de rigidez entre os blocos

Momento transversal no pé do pilar = $149,1 \text{ kN.m}$

Cargas sobre a viga:

Peso próprio =	$10,6 \text{ kN/m}$
Solo =	$25,0 \text{ kN/m}$
Total =	$35,6 \text{ kN/m}$

a) Dimensionamento à flexão

$M = 191,9 \text{ kN.m}$	$b_w = 50 \text{ cm}$	$h = 85 \text{ cm}$
	$cob = 4,50 \text{ cm}$	$d = 79,4 \text{ cm}$



TRAÇADO

Memória de cálculo estrutural – Ponte Rio Tigre

$M_{sd} = 259,1 \text{ kN.m}$ $>$ $M_{dmin} = 181,4 \text{ kN.m}$
 $k_c = 17,37$ $k_s = 0,0234$
 $A_s = 7,64 \text{ cm}^2$ $A_{smin} = 6,38 \text{ cm}^2$ Adotado: 4 ϕ 16,0

b) Esforço cortante

$A_{sw \min} = 5,79 \text{ cm}^2/\text{m}$ Adotado: ϕ 8,0 c. 17 ← 2 ramos

c) Armadura de pele

$A_s = 5,00 \text{ cm}^2$ Adotado: ϕ 10,0 c. 16

FIM



PROJETO DE SINALIZAÇÃO

O Projeto de Sinalização apresentado a seguir está sendo proposto integralmente pela Traçado Construções e Serviços LTDA e foi desenvolvido pela empresa de BETONPAV Serviços de Engenharia, tendo como responsável técnico o Eng. Flávio Roberto Bartz, CREA 109396-D, ART 13309202.



26043500033132



PROJETO DE SINALIZAÇÃO

1. LEGISLAÇÃO

A seguir será dada uma descrição sucinta sobre as principais normativas a serem seguidas para a elaboração do presente projeto de sinalização:

- **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito:** Publicado pelo Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), define padrões para a sinalização viária.
- **ABNT NBR 7587:** *Sinalização vertical de trânsito – Aplicação.*
Define as características, dimensões e cores dos sinais de trânsito, bem como os critérios para sua instalação.
- **ABNT NBR 11886:** *Sinalização horizontal viária – Linhas.*
Estabelece as características das linhas de sinalização horizontal em vias, como espessura, largura e cor, além de orientações sobre a aplicação e manutenção.
- **ABNT NBR 13133:** *Sinalização horizontal viária – Símbolos.*
Especifica os símbolos a serem utilizados na sinalização horizontal, incluindo dimensões e critérios de aplicação.
- **ABNT NBR 13164:** *Sinalização horizontal viária - Marcação de faixas e legendas no pavimento.*
Define os padrões para marcações de faixas de pedestres, legendas e outras marcações no pavimento.
- **ABNT NBR 13491:** *Sinalização viária - Elementos de sinalização vertical - Placas de advertência.*
Define os tipos de placas de advertência, incluindo forma, cor e simbolismo.
- **ABNT NBR 14643:** *Sinalização viária - Dispositivos de sinalização viária horizontal.*
Estabelece especificações para dispositivos como tachas e tachões, incluindo materiais, dimensões e critérios de aplicação.



TRAÇADO

- **ABNT NBR 16280:** *Sinalização viária - Dispositivos auxiliares de segurança viária.*

Abrange dispositivos como barreiras, amortecedores de impacto e defensas metálicas.

- **ABNT NBR 7008:** *Sinalização viária - Cores, símbolos e pictogramas utilizados em sinalização rodoviária e urbana.*

Define as especificações para o uso de cores, símbolos e pictogramas em sinais de trânsito e dispositivos de segurança viária, visando padronizar a comunicação visual e garantir sua compreensão.

- **ABNT NBR 11904:** *Sinalização viária - Sinalização horizontal - Fitas refletivas para marcação viária.*

Especifica os requisitos para as fitas refletivas utilizadas na sinalização horizontal, incluindo aspectos como retro refletividade, durabilidade, e critérios de aplicação para melhorar a visibilidade em condições de baixa luminosidade.

2. DIRETRIZES DE PROJETO

Neste item serão descritas as características diretrizes da rodovia utilizadas no presente projeto:

- Velocidade diretriz: 60km/h;
- Tipo de Terreno: Plano;
- Classe da Rodovia: Classe III;
- VDM da Rodovia: 1213 Veículos dia (Conforme tabela SRE DAER).

3. SINALIZAÇÃO VERTICAL

Subsistema de sinalização, constituído por placas e painéis montados sobre suportes, na posição vertical, implantados ao lado ou sobre a rodovia, por meio dos quais são fornecidas mensagens de caráter permanente e, eventualmente temporário, através de legendas e símbolos legalmente instituídos, com propósito



TRAÇADO

de regulamentar, advertir e indicar o uso das vias para condutores de veículos e pedestres da forma mais segura e eficiente.

Considerando o disposto no Código de Trânsito Brasileiro (CTB - Art. 80), que exige sinais com perfeita visibilidade e legibilidade durante o dia e à noite, todos os sinais devem ser confeccionados com material refletivo.

I. DESCRIÇÃO DE MATERIAL:

Norma de Referência: ABNT NBR 7008 - Sinalização viária - Cores, símbolos e pictogramas utilizados em sinalização rodoviária e urbana.

a) Material:

- Chapa Metálica: Fabricada em aço galvanizado ou alumínio, com espessura mínima de 1,5 mm para garantir a resistência mecânica necessária contra impactos e intempéries. A chapa deve ser tratada para resistência à corrosão, conforme normas específicas de galvanização ou tratamento superficial.

b) Acabamento:

- Revestimento Refletivo: A superfície frontal da placa deve ser revestida com película refletiva de alta intensidade, certificada de acordo com as especificações da ABNT NBR 7008. O revestimento deve garantir visibilidade noturna adequada, com coeficiente de retro refletividade conforme estabelecido na norma.
- Cores: A aplicação das cores deve seguir as especificações da ABNT NBR 7008, sendo a cor branca utilizada para sinais de regulamentação e a cor amarela para sinais de advertência. As cores devem ser aplicadas de forma uniforme e durável, com resistência à descoloração por exposição solar.

c) Simbologia:

- Pictogramas e Textos: Devem ser nítidos, de fácil compreensão e posicionados de acordo com os padrões



TRAÇADO

estabelecidos pela ABNT NBR 7008. Os pictogramas devem ser desenhados com precisão e os textos devem utilizar fontes padronizadas, com tamanhos que garantam legibilidade a uma distância segura.

d) Dimensões:

- As dimensões das placas variam conforme o tipo de sinal e a velocidade da via. A norma ABNT NBR 7008 especifica dimensões mínimas para garantir visibilidade e compreensão adequada. As placas de regulamentação e advertência geralmente variam de 600 mm a 1200 mm em diâmetro ou largura, dependendo do tipo de placa e do ambiente de instalação.

e) Fixação e Estrutura de Suporte:

- As placas devem ser montadas em suportes resistentes, neste caso será adotado poste de madeira de lei tratados de 8cm x 8cm. A altura de instalação deve seguir as orientações normativas para garantir a visibilidade.

a) Durabilidade e Manutenção:

- Os materiais e acabamentos utilizados devem ser resistentes a condições climáticas adversas, incluindo exposição ao sol, chuva, e variações de temperatura. A manutenção deve incluir limpeza periódica e substituição de elementos danificados ou desgastados para garantir a eficácia contínua da sinalização.

4. CONDIÇÕES GERAIS

Para qualquer situação de execução dos serviços de sinalização vertical devem ser observadas as seguintes condições, no que se refere à função, aos materiais e ao projeto:

Para a sinalização vertical proporcionar segurança e conforto aos usuários, deve cumprir as seguintes funções:



TRAÇADO

- a) Regularizar as obrigações, limitações, proibições e restrições que ordenam o uso das vias;
- b) Advertir os condutores sobre condições com potencial risco existente na via ou nas suas proximidades, tais como escolas e passagens de pedestres;
- c) Indicar direções, localidades, pontos de interesse turístico ou de serviços;
- d) Transmitir mensagens educativas;
- e) Transmitir mensagens claras e simples;
- f) Possibilitar tempo adequado para uma ação correspondente, através do posicionamento adequado dos sinais;
- g) Atender a uma real necessidade;
- h) Orientar o usuário para a boa fluência e segurança de tráfego;
- i) Impor respeito aos usuários.

Todos os materiais utilizados na sinalização vertical devem atender às normas da ABNT e satisfazer às exigências das especificações aprovadas pela Goinfra.

5.CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

I. TIPOS DE SINALIZAÇÃO

- a) Sinalização de regulamentação: informa condições, proibições, obrigações e restrições no uso das vias. A permissão de estacionamento só deve ser utilizada em locais à margem da via, como postos de pesagem e postos de fiscalização fazendária, por exemplo.
- b) Sinalização de advertência: alerta para situações potencialmente perigosas;
- c) Sinalização de indicação: identifica vias e locais de interesse, marco quilométrico, orienta quanto a percursos, destinos, distâncias e serviços auxiliares, e transmite mensagens educativas, operacionais e institucionais.



TRAÇADO

- d) Sinalização de dispositivos auxiliares de percurso: têm como finalidade aumentar a percepção dos usuários nos casos de situações potenciais de risco como em curvas acentuadas ou nos trechos sujeitos à neblina, por exemplo. São aplicados nas curvas acentuadas (sempre no lado externo da curva), nas transições com diminuição de largura de pista (particularmente nas aproximações de pontes e viadutos) e, ainda, em pontos localizados onde o alinhamento pode ser considerado confuso.

II. FORMAS E CORES

Das placas de regulamentação: os sinais têm a forma circular, exceto as placas R-1 – PARE, que têm a forma de um octógono, e R-2 – Dê a preferência, que têm a forma triangular.

Tabela 1 – Características das Placas de Regulamentação

Características da Placa	Tipos de Mensagem	
	Demais Sinais	R-1
Forma	circular	octogonal
Fundo	branca	vermelha
Símbolo	preta	
Tarja	vermelha	-
Orla	vermelha	vermelha/ branca (1)
Letras	pretas	brancas

(1) orla externa/orla interna

Das placas de advertência: os sinais têm a forma quadrada e são implantados com uma das diagonais na vertical. As exceções são as placas A-26a – sentido único, A-26b – sentido duplo, ambas na forma retangular, e A-41 – cruz de Santo André, na forma da letra X.



TRACADO

Tabela 2 – Características das Placas de Advertência

Características da Placa	Tipos de Mensagem	
	Demais Sinais	A-26a e A-26b
Forma	quadrada	retangular
Fundo	amarela	amarela
Simbolo	preta	preta
Orla interna	preta	preta
Orla externa	amarela	amarela
Legenda/ seta	preta	preta (1)

(1) setas das placas A-26a e A-26b

Das placas de indicação: os sinais têm formas variadas, conforme o tipo de indicação (rodovia federal, rodovia estadual, ponto turístico, marco quilométrico, por exemplo). As placas indicativas de destino têm, em geral, a forma retangular com o lado maior na horizontal. Nada impede, contudo, que tenham o lado maior na vertical, desde que se utilize o suporte apropriado para estas placas.

Tabela 3 – Características das Placas de Indicação

Características da Placa	Tipos de mensagens
	de localidades
Fundo	verde
Orla interna	branca
Orla externa	verde
Tarja	branca
Legendas	branca
Setas	branca



Dos dispositivos auxiliares de percurso: Possuem as mesmas cores dos Sinais de Advertência, ou seja, amarelo e preto.

III. INSUMOS

A escolha dos materiais, das dimensões dos sinais padronizados e da altura de letra a ser utilizada na diagramação das placas e painéis deve considerar o volume de tráfego, a velocidade diretriz e a classe da rodovia.

- **Placas e painéis:**

- a) Chapa fina a frio de aço-carbono, para uso estrutural;
- b) Chapa fina a quente de aço-carbono, para uso estrutural;
- c) Chapa de aço-carbono, laminada a frio, aluminizada, por imersão a quente;
- d) Chapa de aço-carbono zincada, por imersão a quente;
- e) Chapa de aço de alta resistência mecânica, zincada por imersão a quente;
- f) Chapa plana de aço zincado;
- g) Placa de aço-carbono e de aço de baixa liga e alta resistência;
- h) Chapa plana de poliéster reforçado com fibra de vidro;
- i) Chapa de alumínio, na espessura mínima de 1,5mm.

As chapas devem ter a superfície posterior preparada com tinta preta fosca.

As chapas para placas, que devem ser totalmente refletivas, por exigência do CTB, devem ter a superfície que irá receber as películas que comporão a mensagem preparada

- **Retro refletividade:**

Todos os sinais devem ser retro refletivos, exceto as partes de cor preta, sempre opacas, que aparecerão por contraste. A retro refletividade do sinal deve ser obtida utilizando-se películas retro refletivas, apropriadas a cada tipo de utilização, aplicadas como fundo do sinal.

As letras, números, orlas, tarjas, símbolos e legendas podem ser obtidos por:

- a) Montagem com películas retro refletivas recortadas;



TRAÇADO

- b) Impressão em silk-screen, com pasta translúcida colorida, sinal impresso;
- c) Aplicação de película translúcida colorida sobre o fundo branco, com recorte eletrônico da mensagem.

A película refletiva deve ser resistente às intempéries e proporcionar visibilidade sem alterações, tanto à luz diurna como à noite, sob luz refletida.

- **Suportes**

- a) Aço carbono galvanizado;
- b) Madeira de lei, devidamente licenciada, madeira tratada com preservativos hidrossolúveis ou material Compósito Reciclado;
- c) Concreto de cimento Portland.

IV. POSICIONAMENTO

- Quanto ao ângulo em relação à pista;
- Os sinais verticais, quando colocados ao lado da rodovia, devem formar um ângulo de 93° a 95° em relação ao eixo longitudinal da via;
- Analogamente, os sinais suspensos devem ter os painéis posicionados de maneira a formar um ângulo de 3° a 5° (três a cinco graus) com a vertical.
- Quanto à altura até a parte inferior da placa;
- As placas colocadas ao lado da pista devem ficar a uma altura de 1,20 m do nível do pavimento, considerando o bordo da pista, para rodovias nas áreas rurais, e de 2,0 m a 2,5 m, nos trechos urbanos. As placas suspensas devem respeitar o gabarito rodoviário de 5,5 m nos trechos de rodovias nas áreas rurais e nas travessias urbanas, contados a partir do ponto mais elevado do pavimento;
- Quanto ao afastamento da placa e do suporte da placa em relação ao bordo da faixa de rolamento.

Para rodovias nas áreas rurais, o afastamento mínimo deve ser de:

- a) Para placas no chão: 2,0 m, contados a partir da projeção da placa;
- b) Para placas aéreas: 1,80 m, contados a partir da parte lateral do suporte da placa;



TRAÇADO

c) Deve ser respeitada uma distância mínima de 50cm a partir do acostamento.

Para travessias urbanas:

a) Para placas no chão: 0,3 m nos trechos em tangente e de 0,4 m nos trechos em curva, contados a partir da projeção da placa;

b) Para placas aéreas: 0,3 m nos trechos em tangente e de 0,4 m nos trechos em curva, contados a partir da lateral do suporte da placa.

V. EQUIPAMENTOS

Os equipamentos utilizados na implantação da sinalização vertical devem ser:

- a) Trado, para escavação no local dos suportes e/ou outras ferramentas manuais;
- b) Caminhão plataforma, para fixação das placas suspensas;
- c) Caminhão Munck, para manejar os suportes de placas suspensas;
- d) Betoneira, para confecção das sapatas em concreto das estruturas de sustentação das placas suspensas;
- e) Cone de sinalização para proteger a área de trabalho na pista.

Pode ser, eventualmente, necessário utilizar equipamento para perfuração de rochas.

VI. EXECUÇÃO

- Inicialmente deve ser feito o levantamento da área para verificação das condições do local de implantação das placas. Posteriormente, as atividades descritas nas subseções seguintes.
- Limpeza do local, de forma a garantir a visibilidade do sinal a ser implantado.
- Marcação da localização dos dispositivos a serem implantados, de acordo com o projeto de sinalização.
- Distribuição das placas nos pontos já localizados anteriormente.



TRAÇADO

- Escavação da área para fixação dos suportes.
- Preparação da sapata ou base, em concreto de cimento Portland, para recebimento dos suportes das estruturas de sustentação das placas que assim o exigirem.
- Fixação das placas ou módulos de painéis aos suportes e às travessas, através de braçadeiras, parafusos, arruelas, porcas e contra porcas.
- Implantação da placa, de forma que os suportes fixados mantenham rigidez e posição permanente e apropriada, evitando que balancem, girem ou sejam deslocados.
- A implantação das placas ou painéis suspensos deve contar com a utilização de caminhão plataforma. Durante a implantação o trânsito deve ser desviado, com o auxílio de cones ou qualquer dispositivo adequado para esta finalidade.

Qualquer interferência do projeto de sinalização com rede de distribuição de concessionária deve ser imediatamente comunicada à Fiscalização.

VII. CONDICIONANTES AMBIENTAIS

O projeto e a execução os serviços devem atender às exigências e recomendações dos órgãos ambientais competentes.

6. INSPEÇÕES

I. CONTROLE DOS INSUMOS

Os materiais devem ser previamente analisados e acompanhados de relatório de ensaio emitido pelo fabricante, se o mesmo possuir certificação ISO. Caso o fabricante não tenha a certificação, o relatório de ensaio deve ser emitido por laboratório credenciado.

O controle tecnológico de chapas, películas, suportes e dispositivos de fixação deve ser realizado de acordo com as normas vigentes.

Deve ser observada a adequação ao projeto dos elementos da



sinalização, verificando especialmente as dimensões e cores das placas, os dizeres e formatação das mensagens, tipos de película e dimensões das estruturas de suporte.

II. CONTROLE DA EXECUÇÃO

A implantação dos elementos da sinalização só deve ser realizada na seguinte condição: ser precedida da sinalização de obras, sempre que necessário.

O controle dos serviços deve ser realizado através da verificação dos seguintes requisitos de projeto:

- a) Localização dos elementos da sinalização;
- b) Alteração na localização de projeto, em função de eventual obstrução à visibilidade da placa ou painel;
- c) Distância lateral da placa em relação ao bordo da pista ou acostamento;
- d) Altura da placa em relação ao bordo da pista de rolamento;
- e) Ângulo em relação ao fluxo de tráfego;
- f) Fundação para fixação da estrutura de suporte em concreto de cimento Portland, nas dimensões e resistência previstas;
- g) Fixação dos suportes e das placas/painéis.

III. VERIFICAÇÃO DO PRODUTO

O controle geométrico da execução dos serviços deve ser feito através de levantamentos topográficos.

Durante a execução, devem ser observadas:

- a) Distância lateral da placa em relação ao bordo da pista ou acostamento;
- b) Altura da placa em relação ao bordo da pista de rolamento.
 - **Controle do acabamento:** O controle do acabamento deve focar, principalmente, a verticalidade das estruturas de suporte e, nos casos de placas idênticas e em sequência, tipo delineadores, também a uniformidade de altura, através de inspeção visual.
 - **Controle qualitativo do produto:** O controle qualitativo da sinalização



TRAÇADO

deve ser efetuado através da avaliação da retro refletividade, de acordo com a Norma NBR 15426:2013.

IV. CONDIÇÕES DE CONFORMIDADE E NÃO CONFORMIDADE

Deve ser controlada a retro refletividade, medida em candela por lux por metro quadrado (cd/lux.m²), conforme os valores estabelecidos na Norma ABNT NBR 14644:2001.



TRACADO

V. QUADRO DE CÓDIGOS DAS CHAPAS E ADESIVAGEM

CÓDIGO DE CORES - MARGINAL/URBANO	
a) Regulamentação (Refletiva) Código (1) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I Código (2) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I Código (2.a) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I Código (2.b) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I b) Advertência (Refletiva) Código (3) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I Código (3.a) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I Código (3.b) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I Código (3.c) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I c) Auxiliar Código (4) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I m) Indicativas - Marco Quilométrico Código (13.a) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I	d) Indicativas (Refletiva) Código (4.a) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I Código (5) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I Código (7) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I e) Indicativas Elevadas (Refletiva) Código (12) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I Código (6) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I Código (13) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I f) Indicativas Ambientais (Refletiva) Código (13.b) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I g) Indicativas Elevadas Ambientais (Refletiva) Código (13.b) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I h) Indicativas de Atrativo Turístico Elevada (Refletiva) Código (5.b) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I i) Indicativas de Atrativo Turístico Elevada (Refletiva) Código (14) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I
j) Placas Educativas (Refletiva) Código (18) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I l) Placas Educativas Obrigatórias - Cintos e Faróis (Refletiva) Código (22) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I m) Outros Código (26) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I Código (27) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I Código (33) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I Código (32) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I n) Dispositivos de Alerta - Delimitadores e Marcadores de Perigo (Refletiva) Código (3.a) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I Código (3.a) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I o) Placas Ostensivas - Situações Especiais Código (1.a) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA: INTERNA: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LITRAS: TAM. 100. Preto; revestido c/ película refletiva do tipo I	CLASSIFICAÇÃO CONFORME NBR 14844-2013 - ABNT I: Microtráfego ou microplano; Grau de risco ou grau de dificuldade de acesso II: Eixos Principais (Aloj. Grau - Alta Intensidade) III: Eixos Principais (Aloj. Grau - Alta Intensidade) IV: Eixos Principais (Aloj. Grau - Alta Intensidade) IV-A: Eixos Principais (Aloj. Grau - Alta Intensidade)



7. SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

I. DEFINIÇÃO

A sinalização horizontal refere-se às marcas viárias aplicadas na superfície das pistas de rolamento, destinadas a orientar e regulamentar o fluxo de veículos e pedestres. Inclui linhas, símbolos e legendas aplicados na pavimentação para indicar regulamentações, advertências e direções.

II. FUNÇÃO

A sinalização horizontal desempenha as seguintes funções:

- a) Regulamentação: Indica regras de trânsito, como proibições de ultrapassagem e áreas de estacionamento.
- b) Advertência: Alerta os usuários da via sobre condições de perigo ou mudanças nas condições da estrada, como curvas perigosas e cruzamentos.
- c) Orientação: Fornece informações diretas para a navegação segura, como setas direcionais e linhas de guia.

III. TIPO DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

Para uma rodovia de Classe III com velocidade diretriz de 60 km/h, os principais tipos de sinalização horizontal são:

- a) Linhas de Divisão de Fluxo:
 - Linhas Contínuas: Usadas para separar fluxos de tráfego em sentidos opostos, onde a ultrapassagem é proibida;
 - Linhas Seccionadas (Tracejadas): Utilizadas para separar fluxos de tráfego em sentidos opostos, onde a ultrapassagem é permitida quando as condições de segurança são atendidas;
 - Linhas Duplas (Contínua + Seccionada): Indicam que a ultrapassagem é



TRAÇADO

permitida apenas para o lado da linha seccionada.

- b) Linhas de Bordo: Delimitam a parte da via destinada à circulação de veículos, indicando o limite da pista de rolamento.
- c) Marcas de Canalização: Utilizadas para direcionar o tráfego em áreas como cruzamentos, entradas e saídas de vias.
- d) Faixas de Pedestres: Indicam locais destinados à travessia segura de pedestres.
- e) Setas Direcionais: Orientam o sentido de movimento dos veículos em faixas específicas.

IV. COR

Conforme a ABNT NBR 13164, as cores utilizadas na sinalização horizontal são:

- a) Branco: Usado para linhas de bordo, linhas de divisão de fluxos no mesmo sentido, faixas de pedestres, setas direcionais e outras marcas regulamentares e de orientação;
- b) Amarelo: Utilizado para linhas de divisão de fluxos opostos, marcas de canalização e outras indicações de proibição ou advertência.

V. LARGURA DAS LINHAS

Para a rodovia de Classe III, as larguras recomendadas das linhas são:

- c) Linhas de Divisão de Fluxo e Bordo: 0,10 m a 0,15 m, sendo adotado no projeto 0,15m;
- d) Linhas de Canalização e Marcas de Orientação: 0,15 m a 0,20 m, sendo adotado no projeto 0,15m;
- e) Faixas de Pedestres: Faixas de 0,40 m a 0,50 m de largura, espaçadas por intervalos iguais, sendo adotado no projeto 0,40m

VI. MATERIAL UTILIZADO

Os materiais utilizados para a sinalização horizontal devem garantir



TRAÇADO

durabilidade, visibilidade e resistência às condições climáticas e ao tráfego. Os principais materiais são:

- a) Tintas Termoplásticas: Oferecem alta durabilidade e visibilidade, sendo aplicadas em forma quente e formando uma camada espessa e resistente;
- b) Materiais Retro refletivos: Incorporam elementos refletivos para aumentar a visibilidade noturna.

Os materiais devem ser escolhidos com base na durabilidade esperada, intensidade do tráfego, e condições climáticas específicas da região.

8. DISPOSITIVOS AUXILIARES

I. BALIZADOR DE PONTE, VIADUTO, TÚNEL, BARREIRA E DEFENSA

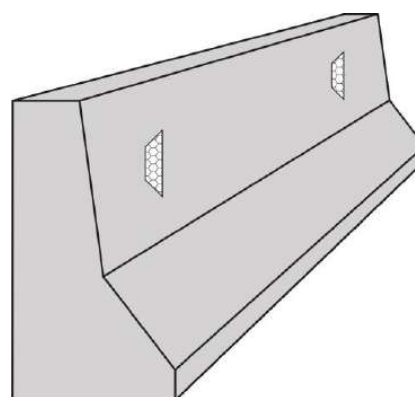
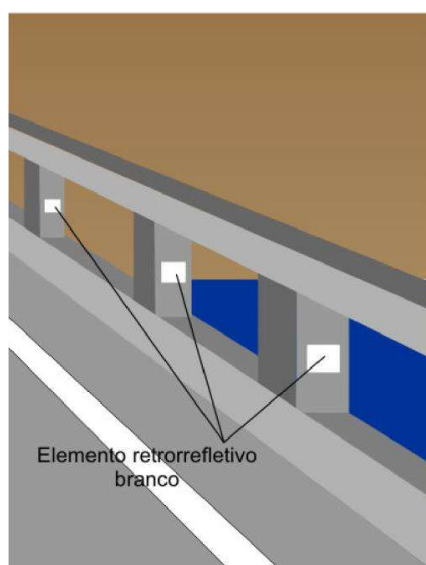


Figura 1

O balizador de ponte, viaduto, túnel, barreira e defesa proporciona ao condutor melhor percepção dos limites de obra de arte ou dispositivo de contenção.

É composto por elemento retro refletivo aplicado sobre a mureta ou guarda corpo de ponte, viaduto, túnel, barreira e defesa.

- a) Cor do elemento retro refletivo:



TRAÇADO

- Branca: para fluxos de sentido único (Figura 2).
- Vermelha: em via rural de pista simples e sentido duplo de circulação, pode ser utilizada no lado oposto da via (Figura 3).



Figura 2

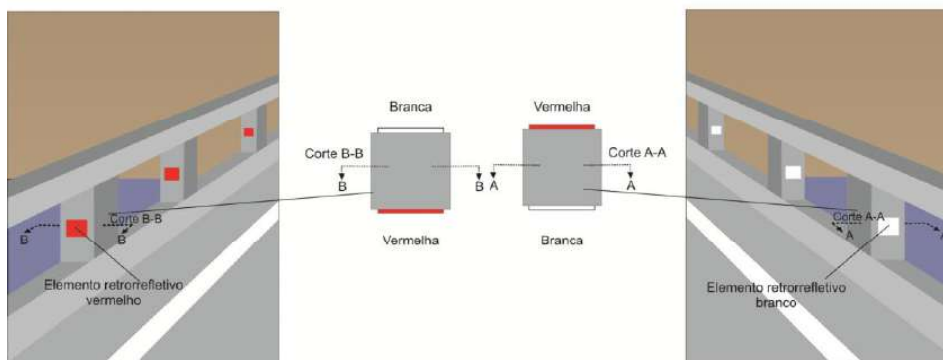


Figura 3

b) Dimensões:

O elemento retro refletivo deve possuir conforme as seguintes dimensões mínimas, conforme a figura 4.

- Altura = 0,12m
- Largura = 0,08m



TRAÇADO

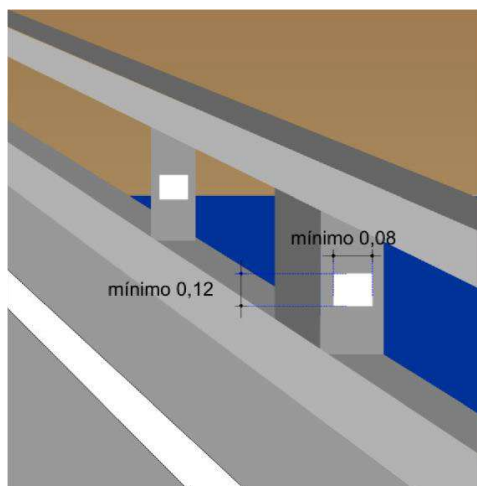


Figura 4

c) Princípios de Utilização:

O elemento refletivo deve ser utilizado em estrutura de obras de arte (ponte, viaduto ou túnel) e em dispositivo de contenção que necessite de melhor definição de seus limites junto à pista.

d) Colocação:

Deve ser colocado frontalmente ao fluxo, ao longo do guarda-corpo ou da mureta de proteção de pontes e viadutos, ou em outras estruturas e dispositivos de contenção, em toda a sua extensão.

- **Posicionamento Vertical**

A face do elemento retro refletivo deve ser colocada de forma que o seu centro fique entre 0,50m e 0,80m acima do nível da pista (Figura 5 e 6).



TRAÇADO

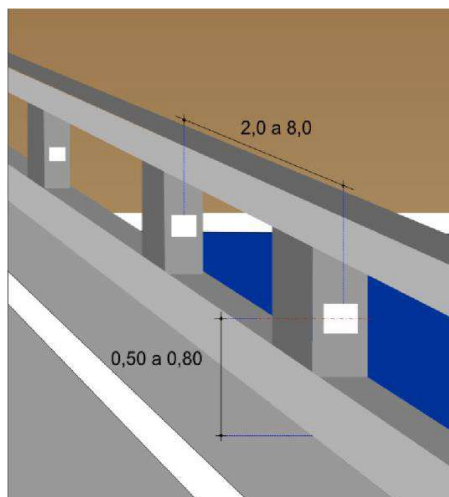


Figura 5

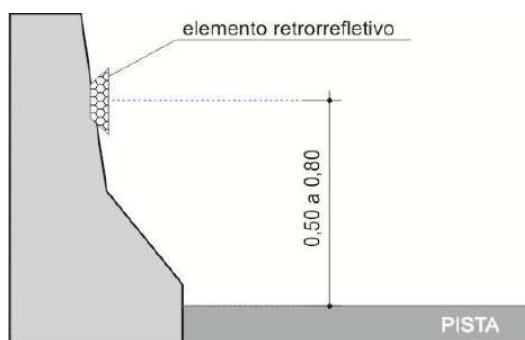


Figura 6

No caso de defesa metálica, o balizador deve ser posicionado no centro da lâmina.

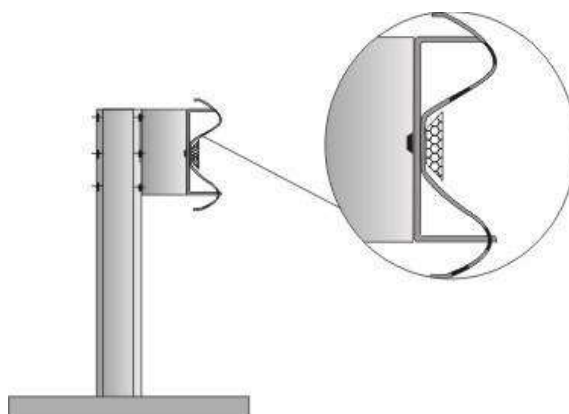
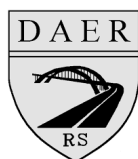


Figura 7



TRAÇADO

- **Espaçamento longitudinal**

- Na estrutura de obras de arte, pontes e viadutos:

O espaçamento (d) entre balizadores em obras de arte pode ser entre 2,0m e 8,0m, conforme Figura 5, observadas as características específicas do local.

- Em barreiras e túnel:

O espaçamento (d) entre balizadores deve obedecer aos seguintes critérios:

- Trecho em tangente: $d = 16,0\text{m}$;
- Trecho em curva horizontal: conforme Tabela 1.

Raio da Curva (R)	Ângulo Central (α)	Espaçamento – d (m)
$R \leq 60 \text{ m}$ $60 \text{ m} < R \leq 120 \text{ m}$	$\alpha > 30^\circ$ $\alpha \geq 45^\circ$	4
$60 \text{ m} \leq R < 120 \text{ m}$ $120 \text{ m} \leq R < 450 \text{ m}$	$30^\circ \leq \alpha < 45^\circ$ $\alpha \geq 45^\circ$	8
$R \geq 450 \text{ m}$	-	16

Tabela 1

- Em defesa metálica:

O espaçamento entre balizadores deve obedecer aos seguintes critérios:

- Trecho em tangente: $d = 16,0\text{m}$;
- Trecho em curva horizontal: conforme Tabela 2.



TRAÇADO

Raio da Curva (R)	Ângulo Central (α)	Espaçamento – d (m)
$R \leq 60$ m $60 \text{ m} < R \leq 120$ m	$\alpha > 30^\circ$ $\alpha \geq 45^\circ$	4
$60 \text{ m} \leq R < 120$ m $120 \text{ m} \leq R < 450$ m	$30^\circ \leq \alpha < 45^\circ$ $\alpha \geq 45^\circ$	8
$R \geq 450$ m	-	16

Tabela 2

Em trecho de via sujeito a neblina, condições atmosféricas adversas ou em casos particulares, atendido o mínimo, a distância entre balizadores pode ser reduzida de acordo com estudos de engenharia de tráfego.

9. DEFENSAS METÁLICAS

As defensas metálicas constituem-se em perfis metálicos, fixados em fustes metálicos cravados no solo por martelete hidráulico, tipo bate estaca, dimensionados para em conjunto absorver a energia cinética na colisão de veículos desgovernados, através da deformação do dispositivo.

A necessidade de implantação de defesa no trecho em questão se dá em função do desnível do talude de aterro que causa insegurança ao trânsito local, conforme demonstrado no ábaco abaixo extraído da ANBT NBR 6971.



TRAÇADO

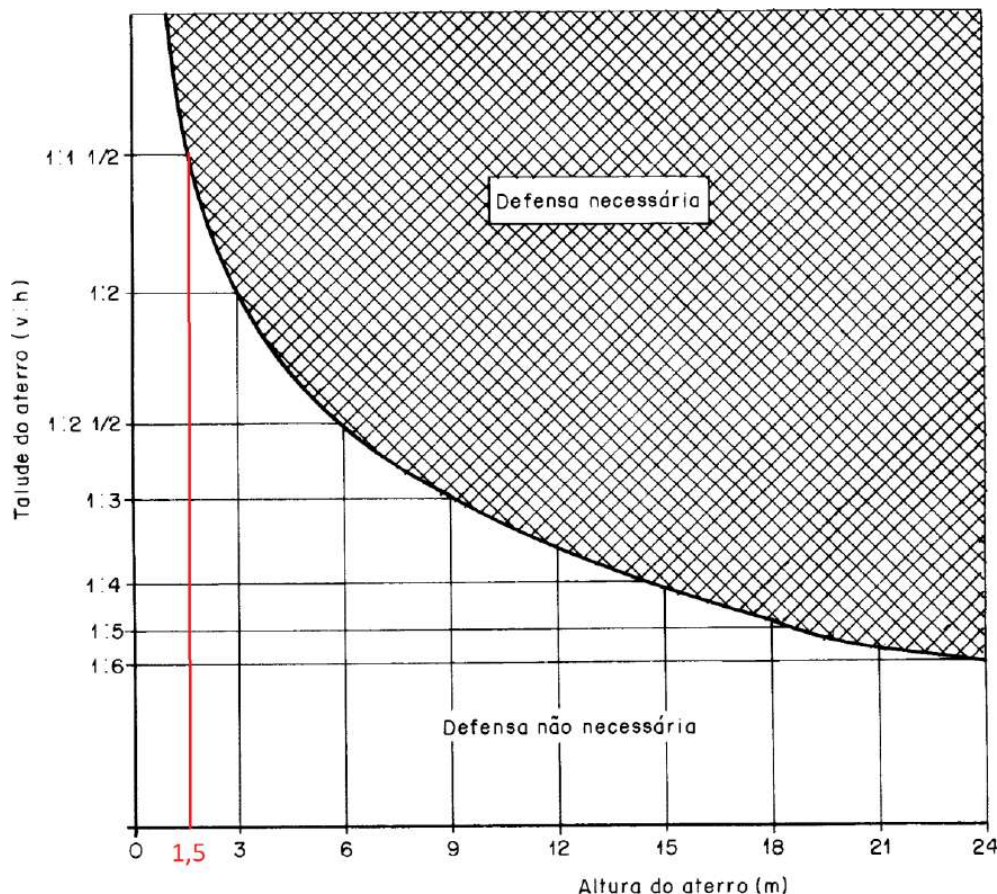


Figura 8

Atendendo a NBR 15486/2016 – ‘Segurança no tráfego - Dispositivos de contenção viária – Diretrizes de Projeto’, para um VDM inferior a 2.000 veículos, um talude é considerado ‘recuperável’ quando a inclinação máxima for de 1:5 ou 1:4.

Este segmento está inserido em uma região ondulada e, por conseguinte, na busca de otimizar a compensação dos volumes de terraplenagem a inclinação dos taludes preconizada é de 1:1,5 o que redonda na necessidade de implantação de defensas em taludes com mais de 2 m de altura.

O VDM para o horizonte do projeto é 1213 veículos e para a velocidade de 60 km/h a zona livre é de 2,00 m a 3,00 m. A área disponível entre as defensas e a crista dos taludes não é superior a 1,00 m o que condiciona a indicação de



TRAÇADO

defensas dupla onda, nível de contenção 'H1', área de trabalho 'W3' com índice de severidade de impacto ASI classe 'A'.

Para manter o nível de seguridade previsto, todos os elementos construtivos de implantação e fixação deverão atender a ABNT NBR 15486/2016 a ABNT NBR 6971/2023 e apresentar certificados de acordo com a Norma Europeia EN1317:1/2.

I. ELEMENTOS REFLETIVOS PARA DEFENSAS METÁLICAS

São peças metálicas fixadas às defensas, duas a duas de forma que suas faces refletivas fiquem num ângulo de 69° com relação ao eixo da pista quando os fluxos forem bidirecionais aumentando a sua visibilidade noturna e promovendo o retorno da luz na direção do condutor, aumentando a percepção dos limites laterais da via, e como consequência maior segurança ao usuário.

a) Dimensões e Refletorização

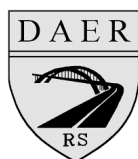
São confeccionadas em chapas de aço galvanizado a fogo, bitola nº 14 e dimensões principais de 80 mm x 75 mm x 55 mm. O verso da chapa deverá ser pintado com tinta epóxi na cor preta fosca. Na face principal deverá ser aplicada película de alta intensidade Tipo III como especificado da ABNT NBR 14644/2021.

b) Cores e cadência

Os elementos refletivos terão seus refletores na cor branca e vermelha nas vias de fluxo de sentidos opostos, acompanhando as cores das tachas bidirecionais e quando o fluxo da via for de sentido único o elemento refletivo será branco. A cadência será de 4,00 m x 4,00 m.

II. TERMINAIS ABSORVEDORES DE ENERGIA

São dispositivos de contenção pontual acoplados a um sistema de contenção longitudinal que ao ser impactado frontalmente, absorve a energia cinética do veículo impactante, conduzindo-o a uma parada segura e quando impactado lateralmente, através de sua ancoragem, permita desenvolver uma tensão, redirecionando o veículo à pista.



TRAÇADO

Para velocidade igual ou maior que 60 km/h não é permitido o uso de terminais abatidos, o que determina a implantação de terminais absorvedores de energia para 60 km/h para se conectarem ao início e ao final das linhas de defensas acima especificadas.

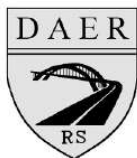
Para manter o nível de segurança previsto, todos os elementos construtivos de implantação e fixação deverão atender a ABNT NBR 15486/2016 a ABNT NBR 6971/2023 e apresentar certificados de acordo com a Norma Europeia EN1317:4.



TRACADO

PARTE II - PROJETO DE EXECUÇÃO

181



PROJETO TOPOGRÁFICO

O Projeto Topográfico apresentado a seguir foi fornecido pela Prefeitura Municipal de Erechim e desenvolvido pela empresa de consultoria Obra de Arte Engenharia LTDA. - EPP.



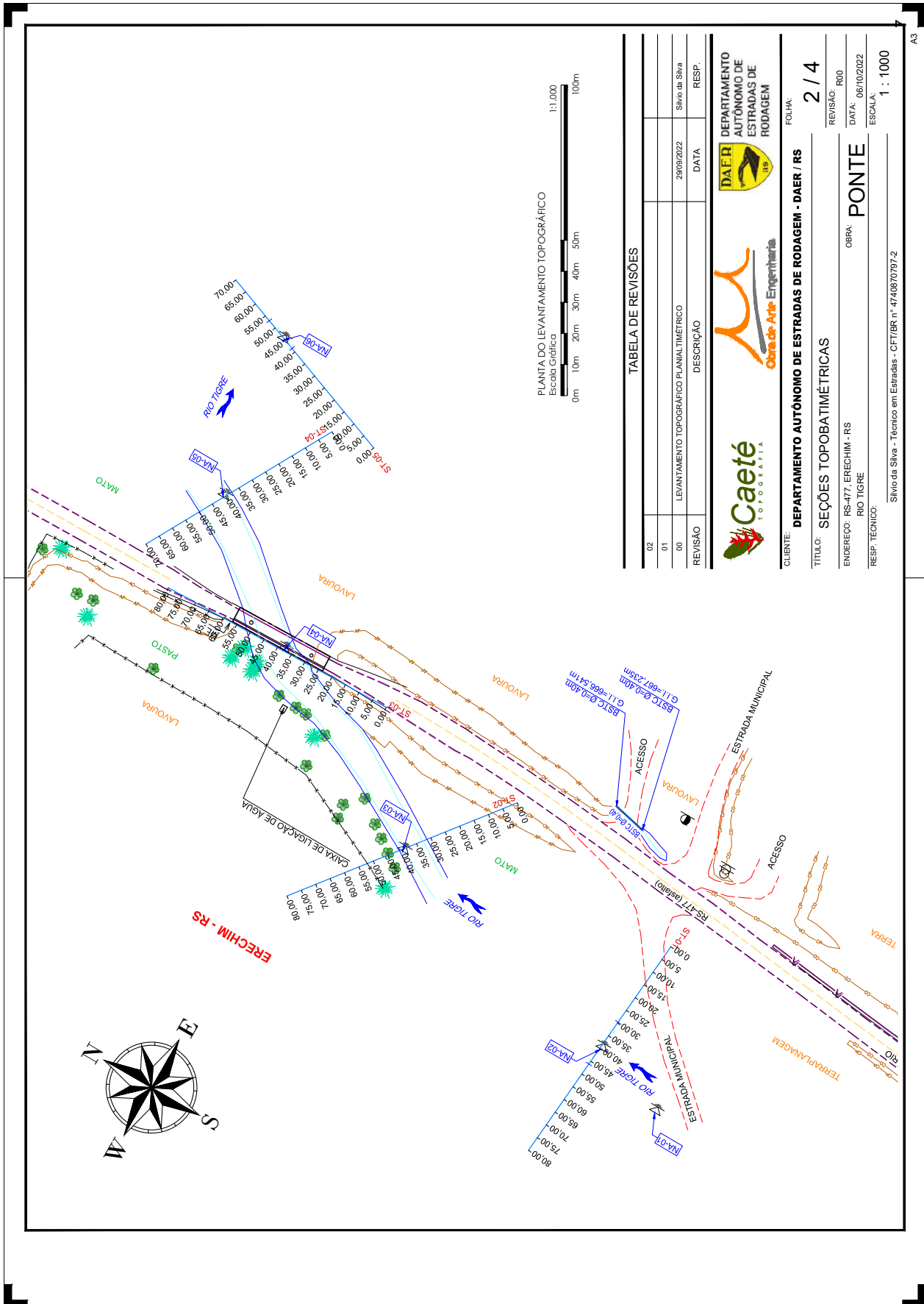


TABELA DE REVISÕES			
REVISAO	DESCRICAO	DATA	RESP.
02			
01	LEVANTAMENTO TOPOGRAFICO PLANALTIMETRICO	29/09/2022	Silvio da Silva
00			

Caeté TOPOGRAFIA

Obra de Arte Engenharia

DAER DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM

CLIENTE: **DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM - DAER / RS**

FOLHA: **2 / 4**

TÍTULO: **SEÇÕES TOPOBATIMÉTRICAS**

REVISÃO: **R00**

ENDEREÇO: **RS-477, ERECHIM - RS**

OBRA: **PONTE**

DATA: **06/10/2022**

RIO TIGRE

RESP. TÉCNICO: **1 : 1000**

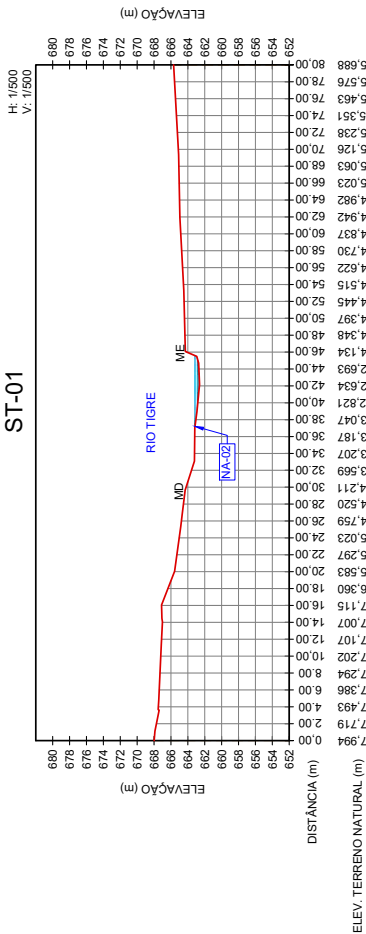
Silvio da Silva - Técnico em Estradas - CFT/BR n° 4740870797-2

A3



26043500033132

ST-01



ST-02

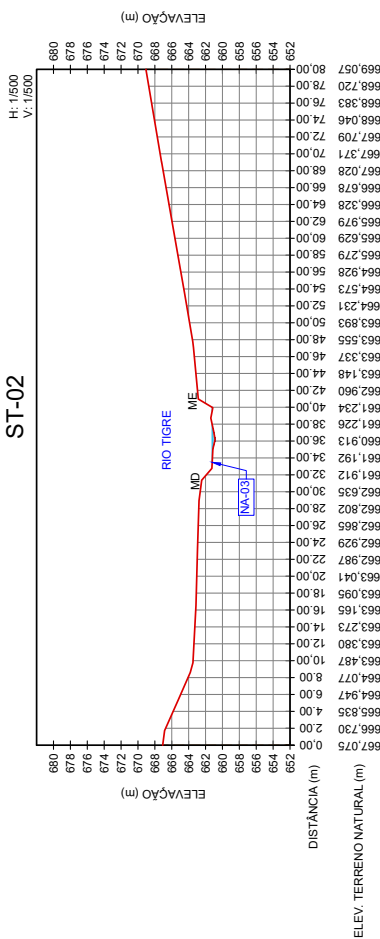


TABELA DE REVISÕES

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DATA	RESP.
02			
01			
00	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PLANALTIMÉTRICO	29/09/2022	Silvio da Silva

TABELA DE COORDENADAS DOS PONTOS DE NÍVEIS D'ÁGUA SGR - SIRSAS2000 - MC 51W				
Ponto	Norte (m)	Este (m)	Altitude Ortom. (m)	Altitude Redm. (m)
NA-02	6.939.629,005	377.200,614	663,154	661,218
NA-03	6.939.716,463	377.222,963	661,218	661,218

Caeté TOPOGRAFIA

Obra de Arte Engenharia

DAER DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM

CLIENTE: DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM - DAER / RS

FOLHA: 3 / 4

TÍTULO: SEÇÕES TOPOGRÁFICAS

ENDEREÇO: RS-477, ERECHIM - RS

OBRA: PONTE

RIO TIGRE

RESP. TÉCNICO: 1 : 500

Silvio da Silva - Técnico em Estradas - CFT/BR n° 4740870797-2

A3

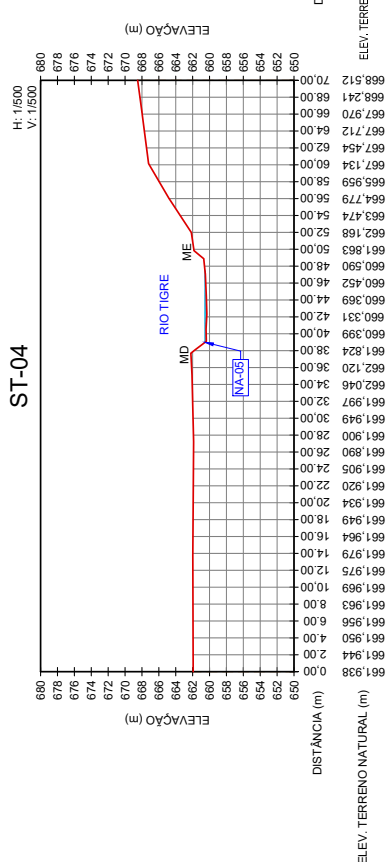


TABELA DE COORDENADAS DOS PONTOS DE NÍVEIS D'ÁGUA
SGR - SIRGAS2000 - MC 51W

Ponto	Norte (m)	Este (m)	Altitude Ortom. (m)	Data	Hora
NA-04	6.939.782,374	377.259,151	660,667	29/09/2022	17:07
NA-05	6.939.824,231	377.291,688	660,543	29/09/2022	14:39
NA-06	6.939.833,433	377.344,874	659,393	29/09/2022	15:08

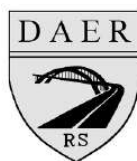
MONTAGEM DE ITENS			
02			
01			
00	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO	29/09/2022	Slvio de Silva
REVISÃO	DESCRIÇÃO	DATA	RESP.


Caeté
 TOPOGRAFIA

 Odebrechte Engenharia

 DAER-RS
 DEPARTAMENTO
 AUTÔNOMO DE
 ESTRADAS DE
 RODAGEM

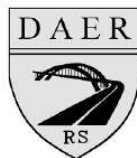
CLIENTE:	DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM - DAER / RS
TÍTULO:	SEÇÕES TOPOBATIVMÉTRICAS
ENDEREÇO:	RS-477, ERECHIM - RS
	RIO TIGRE
RESP. TÉCNICO:	
REVISÃO:	R00
DATA:	06/10/2022
ESCALA:	1 : 500
FOLHA:	4 / 4



PROJETO GEOMÉTRICO

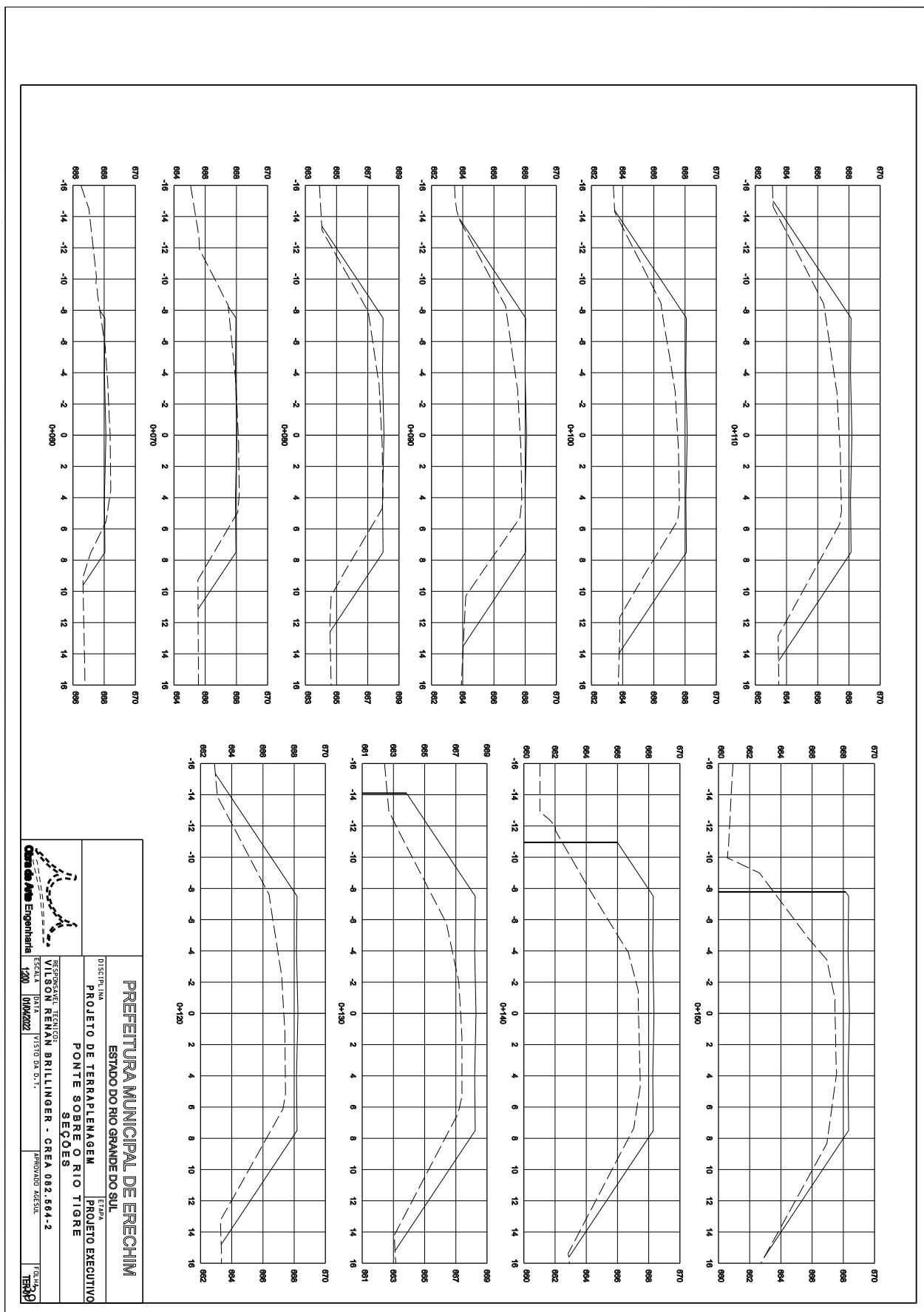
O Projeto Geométrico apresentado a seguir foi fornecido pela Prefeitura Municipal de Erechim e desenvolvido pela empresa de consultoria Obra de Arte Engenharia LTDA. - EPP. Este projeto sofreu pequenas alterações para compatibilidade com a revisão do Projeto de OAE proposto pela Traçado Construções e Serviços LTDA.





PROJETO DE TERRAPLENAGEM

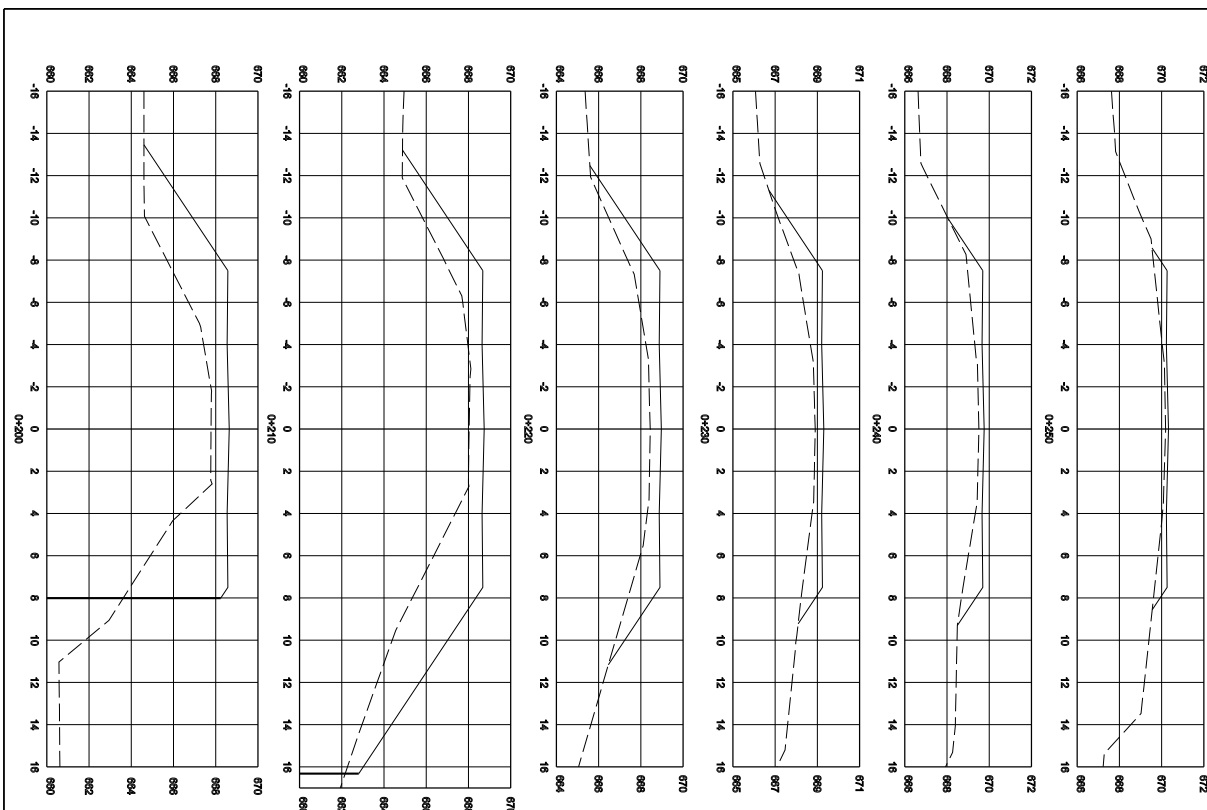
O Projeto de Terraplenagem apresentado a seguir foi fornecido pela Prefeitura Municipal de Erechim e desenvolvido pela empresa de consultoria Obra de Arte Engenharia LTDA. - EPP.



		PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM	
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL		PROJETO EXECUTIVO	
PROJETO DE TERRAPLENAGEM		PROJETO EXECUTIVO	
PONTE SOBRE O RIO TIGRE		SECOES	
VILSON RENAN BRILLINGER - CREA 082.664-2		PROJETO EXECUTIVO	
ESCALA 1:200		PROJETO EXECUTIVO	
DATA 01/04/2022		PROJETO EXECUTIVO	
APPROVADO		PROJETO EXECUTIVO	
TERMO		PROJETO EXECUTIVO	



26043500033132

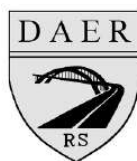


Km	Áreas (m²)		Volumes (m³)	
	Corte (m²)	Canal (m²)	Corte (m³)	Canal (m³)
0+000.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+050.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+150.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+200.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+250.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Coordenadas do eixo	
Sessão	N
0+050.00	6.939.657.25
0+100.00	6.939.657.20
0+150.00	6.939.657.18
0+200.00	6.939.657.16
0+250.00	6.939.657.15
0+300.00	6.939.657.14
0+350.00	6.939.657.13
0+400.00	6.939.657.12
0+450.00	6.939.657.11
0+500.00	6.939.657.10
0+550.00	6.939.657.09
0+600.00	6.939.657.08
0+650.00	6.939.657.07
0+700.00	6.939.657.06
0+750.00	6.939.657.05
0+800.00	6.939.657.04
0+850.00	6.939.657.03
0+900.00	6.939.657.02
0+950.00	6.939.657.01
1+000.00	6.939.657.00

Nota de Serviço											
Lado Esquerdo						Lado direito					
Sessão	Talude	Cota	Dist. (%)	Cota	Dist. (%)	Sessão	Talude	Cota	Dist. (%)	Cota	Dist. (%)
0+050	1.50	667.73	7.98	1.00	668.05	7.50	2.50	668.02	2.50	7.50	668.05
0+100	1.50	667.48	8.24	1.00	667.87	7.50	2.44	667.94	2.44	7.50	667.97
0+150	1.50	667.06	13.38	1.00	667.58	7.50	2.38	667.86	2.38	7.50	667.89
0+200	1.50	666.78	13.58	1.00	667.03	7.50	2.33	667.00	2.33	7.50	667.03
0+250	1.50	666.51	13.58	1.00	666.78	7.50	2.28	666.75	2.28	7.50	666.78
0+300	1.50	666.24	13.58	1.00	666.51	7.50	2.23	666.48	2.23	7.50	666.51
0+350	1.50	665.97	13.58	1.00	666.24	7.50	2.18	666.21	2.18	7.50	666.24
0+400	1.50	665.70	13.58	1.00	666.00	7.50	2.13	665.97	2.13	7.50	666.00
0+450	1.50	665.43	13.58	1.00	665.73	7.50	2.08	665.70	2.08	7.50	665.73
0+500	1.50	665.16	13.58	1.00	665.46	7.50	2.03	665.43	2.03	7.50	665.46
0+550	1.50	664.89	13.58	1.00	665.19	7.50	1.98	665.16	1.98	7.50	665.19
0+600	1.50	664.62	13.58	1.00	664.92	7.50	1.93	664.89	1.93	7.50	664.92
0+650	1.50	664.35	13.58	1.00	664.65	7.50	1.88	664.62	1.88	7.50	664.65
0+700	1.50	664.08	13.58	1.00	664.38	7.50	1.83	664.35	1.83	7.50	664.38
0+750	1.50	663.81	13.58	1.00	664.11	7.50	1.78	664.08	1.78	7.50	664.11
0+800	1.50	663.54	13.58	1.00	663.84	7.50	1.73	663.81	1.73	7.50	663.84
0+850	1.50	663.27	13.58	1.00	663.57	7.50	1.68	663.54	1.68	7.50	663.57
0+900	1.50	663.00	13.58	1.00	663.30	7.50	1.63	663.27	1.63	7.50	663.30
0+950	1.50	662.73	13.58	1.00	663.03	7.50	1.58	663.00	1.58	7.50	663.03
1+000	1.50	662.46	13.58	1.00	662.76	7.50	1.53	662.73	1.53	7.50	662.76
1+050	1.50	662.19	13.58	1.00	662.49	7.50	1.48	662.46	1.48	7.50	662.49
1+100	1.50	661.92	13.58	1.00	662.22	7.50	1.43	662.19	1.43	7.50	662.22
1+150	1.50	661.65	13.58	1.00	661.95	7.50	1.38	661.62	1.38	7.50	661.95
1+200	1.50	661.38	13.58	1.00	661.68	7.50	1.33	661.35	1.33	7.50	661.68
1+250	1.50	661.11	13.58	1.00	661.41	7.50	1.28	661.08	1.28	7.50	661.41
1+300	1.50	660.84	13.58	1.00	661.14	7.50	1.23	660.81	1.23	7.50	661.14
1+350	1.50	660.57	13.58	1.00	660.87	7.50	1.18	660.54	1.18	7.50	660.87
1+400	1.50	660.30	13.58	1.00	660.60	7.50	1.13	660.27	1.13	7.50	660.60
1+450	1.50	660.03	13.58	1.00	660.33	7.50	1.08	660.00	1.08	7.50	660.33
1+500	1.50	659.76	13.58	1.00	660.06	7.50	1.03	659.73	1.03	7.50	660.06
1+550	1.50	659.49	13.58	1.00	659.79	7.50	0.98	659.46	0.98	7.50	659.79
1+600	1.50	659.22	13.58	1.00	659.52	7.50	0.93	659.19	0.93	7.50	659.52
1+650	1.50	658.95	13.58	1.00	659.25	7.50	0.88	658.92	0.88	7.50	659.25
1+700	1.50	658.68	13.58	1.00	658.98	7.50	0.83	658.65	0.83	7.50	658.98
1+750	1.50	658.41	13.58	1.00	658.71	7.50	0.78	658.38	0.78	7.50	658.71
1+800	1.50	658.14	13.58	1.00	658.44	7.50	0.73	658.11	0.73	7.50	658.44
1+850	1.50	657.87	13.58	1.00	658.17	7.50	0.68	657.84	0.68	7.50	658.17
1+900	1.50	657.60	13.58	1.00	657.90	7.50	0.63	657.57	0.63	7.50	657.90
1+950	1.50	657.33	13.58	1.00	657.63	7.50	0.58	657.30	0.58	7.50	657.63
2+000	1.50	657.06	13.58	1.00	657.36	7.50	0.53	657.03	0.53	7.50	657.36
2+050	1.50	656.79	13.58	1.00	657.09	7.50	0.48	656.76	0.48	7.50	657.09
2+100	1.50	656.52	13.58	1.00	656.82	7.50	0.43	656.49	0.43	7.50	656.82
2+150	1.50	656.25	13.58	1.00	656.55	7.50	0.38	656.22	0.38	7.50	656.55
2+200	1.50	655.98	13.58	1.00	656.28	7.50	0.33	655.95	0.33	7.50	656.28
2+250	1.50	655.71	13.58	1.00	656.01	7.50	0.28	655.68	0.28	7.50	656.01
2+300	1.50	655.44	13.58	1.00	655.74	7.50	0.23	655.41	0.23	7.50	655.74
2+350	1.50	655.17	13.58	1.00	655.47	7.50	0.18	655.14	0.18	7.50	655.47
2+400	1.50	654.90	13.58	1.00	655.20	7.50	0.13	654.87	0.13	7.50	655.20
2+450	1.50	654.63	13.58	1.00	654.93	7.50	0.08	654.60	0.08	7.50	654.93
2+500	1.50	654.36	13.58	1.00	654.66	7.50	0.03	654.33	0.03	7.50	654.66

PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL			
DIRETORIA PROJETO DE TERAPLENGEM		PROJETO EXECUTIVO	
PONTE SOBRE O RIO TIGRE SECOES			
RESPOSTA TÉCNICA VILSON REIMAN BRILLINGER - CREA 002.664-2			
ESCALA	DATA	APROVADO ADESIL	TRABALHO
1:200			



PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O Projeto de Pavimentação apresentado a seguir foi fornecido pela Prefeitura Municipal de Erechim e desenvolvido pela empresa de consultoria Obra de Arte Engenharia LTDA. - EPP. Este projeto sofreu pequenas alterações para compatibilidade com a revisão do Projeto de OAE proposto pela Traçado Construções e Serviços LTDA.

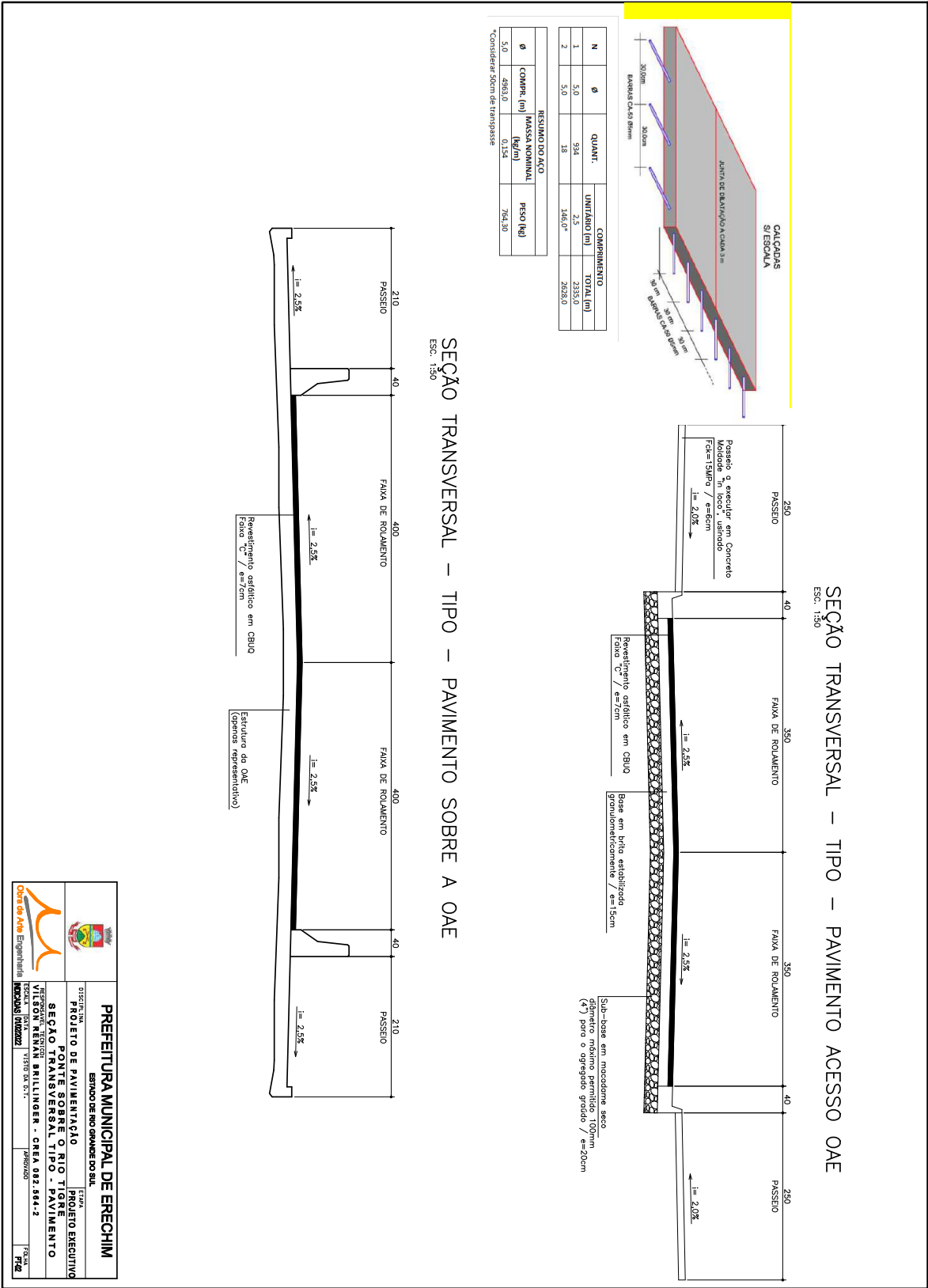


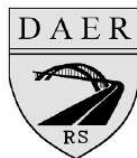
Calçada Projetada

Pavimento Projetado

Pavimento OAE

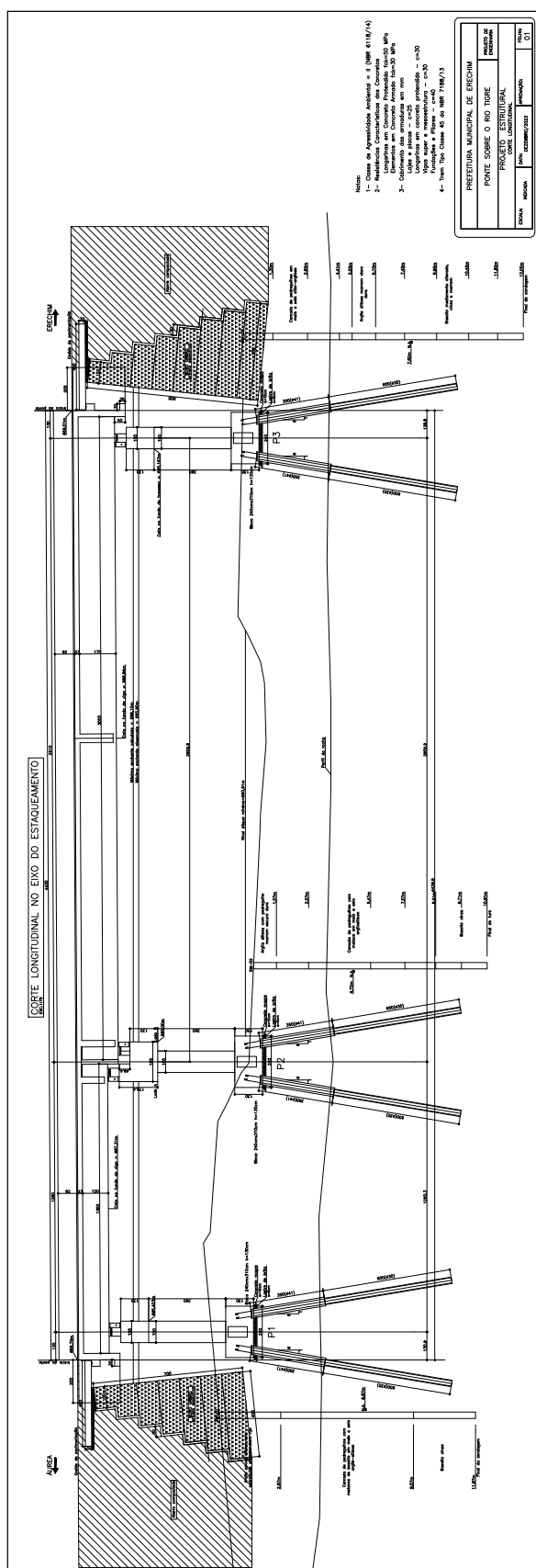
	PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM
	Odebrecht Engenharia Ltda.
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	PROJETO EXECUTIVO
PONTE SOBRE RIO TIGRE	
VIA RODOV. BR-163, KM 100 - JARDIM MIRASSOL - FONE: 042.3844-2	
TICKET Nº 015	DATA 07/07/2005
CODIGO 01002022	FOLHA 03/04





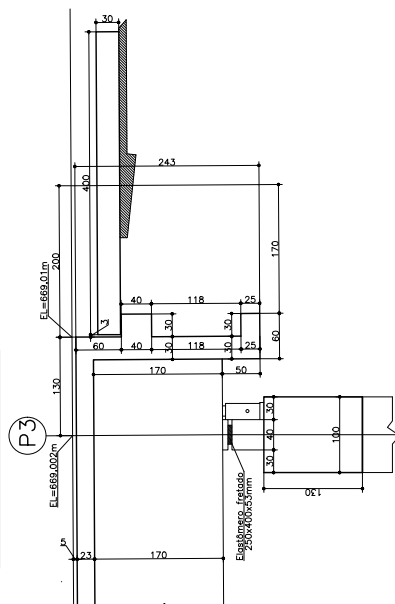
PROJETO DE OAE

O Projeto de OAE apresentado a seguir está sendo proposto integralmente pela Traçado Construções e Serviços LTDA e foi desenvolvido pela empresa Traçado Construções e Serviços LTDA, tendo como responsável técnico o Eng. Roberto Pires da Silva, CREA/RS 160132, ART 13305556; e pela empresa Concivil Projetos de Engenharia S/S EPP, CREA/SC 51260-6 tendo como responsável técnico o Eng. Nelson Savaris, CREA/SC 2971-8, ART 9261293-0.

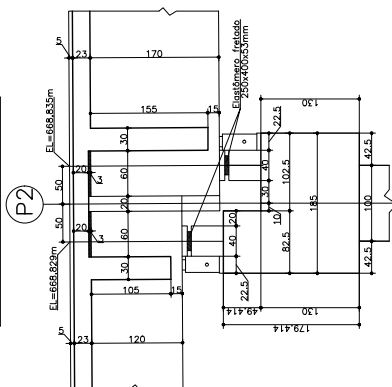




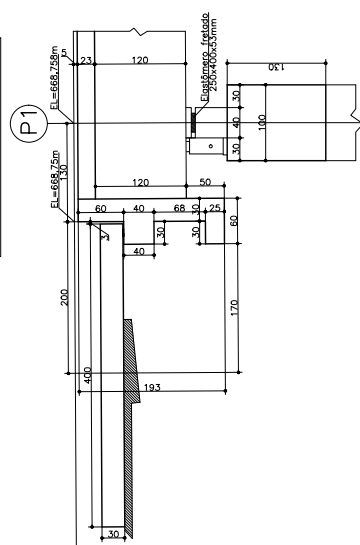
DETALHE APOIO P3
ESC. 1:50



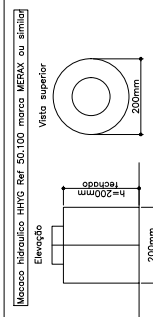
DETALHE APOIO P2
ESC. 1:50



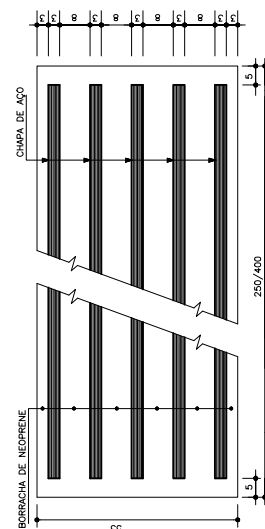
DETALHE APOIO P1
ESC. 1:50



DETALHE MACACOS HIDRAULICOS
CAPACIDADE DE 50 ton
TROCA APARELHOS DE APOIO
ESC. 1:10



APARELHO DE APOIO
DE ELASTOMERO FRETADO
(20x)
(250x400x53)mm
(COTAS EM MILIMETROS)
ESC. 1:1

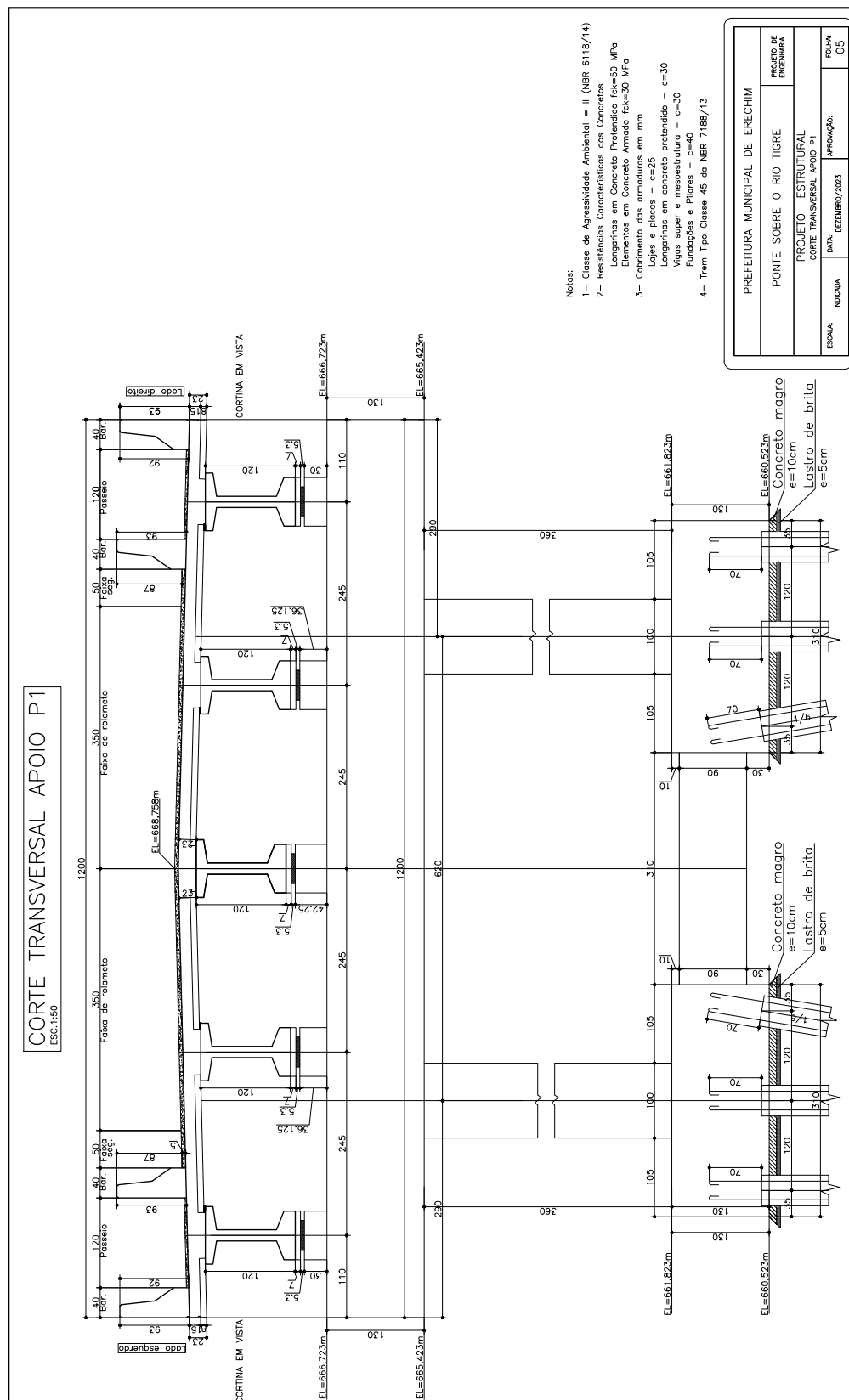


- Notas:
- 1- Classe de Agressividade Ambiental = II (NBR 6118/14)
 - 2- Resistências Características das Concretos
 - Longarinas em Concreto Protendido fck=50 MPa
 - Elementos em Concreto Armado fck=30 MPa
 - 3- Cobrimento das armaduras em mm
 - Lojas e placas - c=25
 - Longarinas em concreto protendido - c=30
 - Vigas super e mesoestrutura - c=30
 - Fundações e Pilares - c=40
 - 4- Item Tipo Classe 45 da NBR 7189/13

PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM			
PROJETO SOBRE O RIO TIGRE		PROJETO DE ENGENHARIA	
PROJETO ESTRUTURAL		DETALHES DOS APOIOS E ELASTOMEROS	
ESCALA:	INDICAÇÃO	DATUM:	APROVAÇÃO:
		DEZEMBRO/2023	02

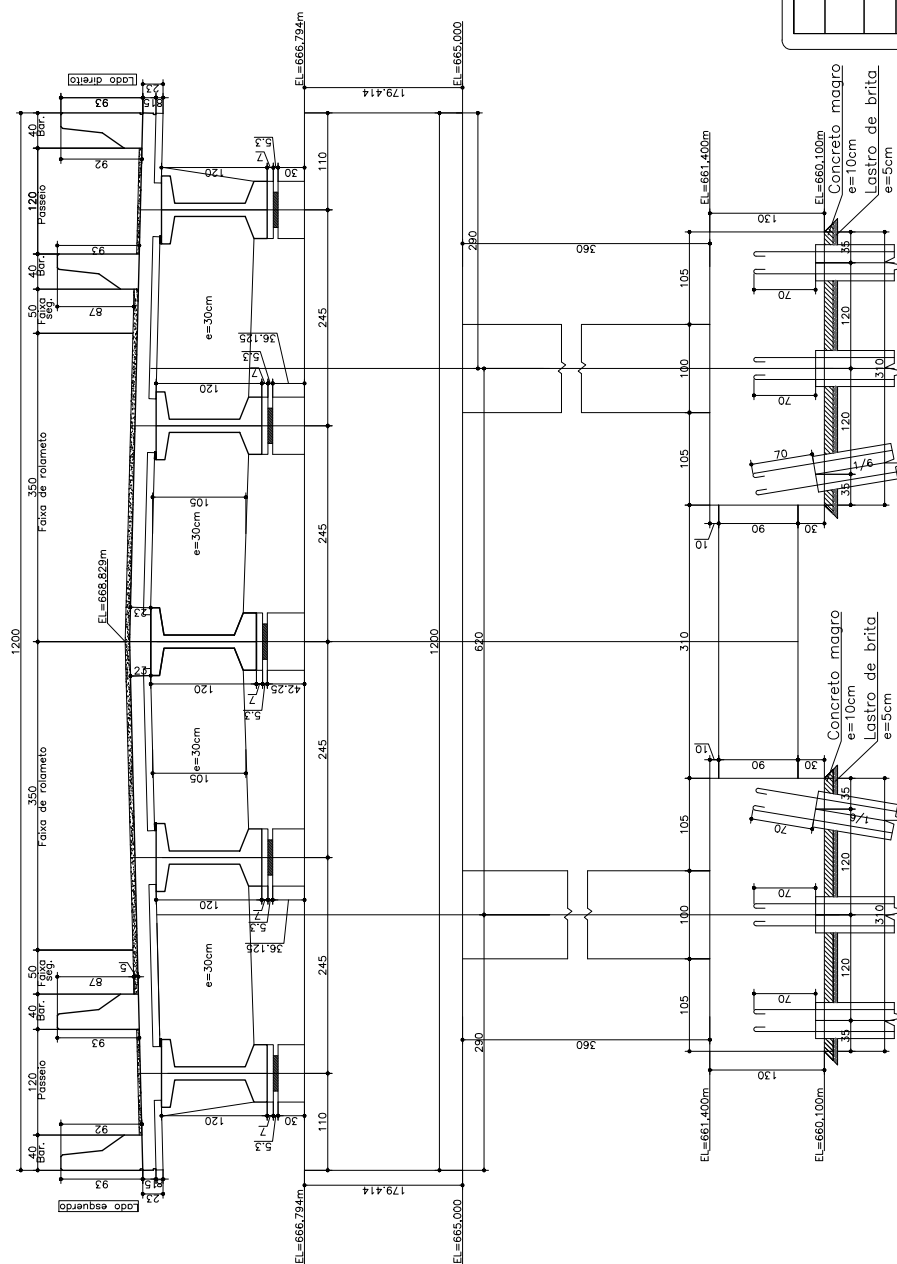








CORTE TRANSVERSAL APOIO P2 – Lado A
ESG:1,50



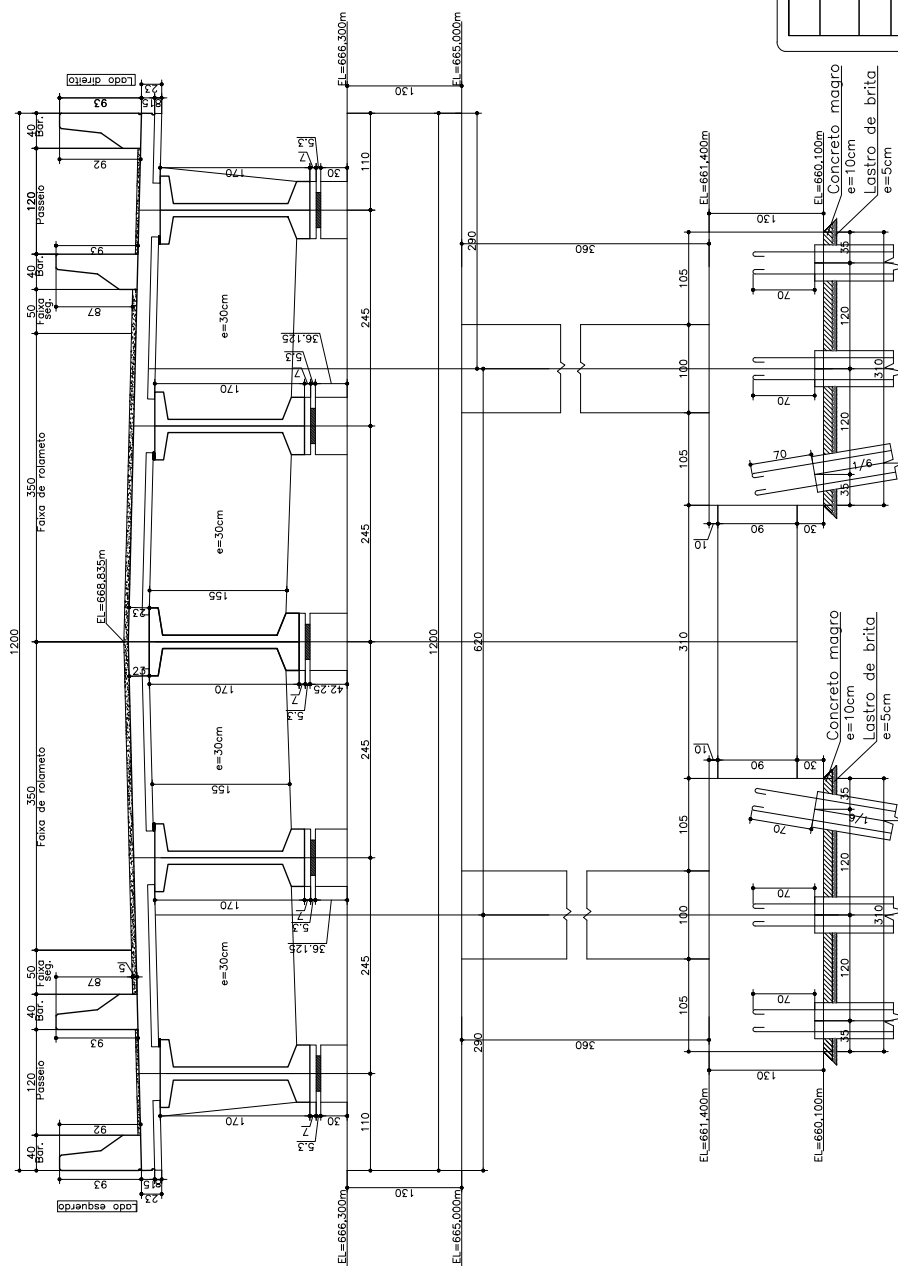
- Notas:
- 1- Classe de Agressividade Ambiental = I (NBR 6118/14)
 - 2- Resistências Características dos Concretos
 - Longarinas em Concreto Protendido $f_{ctd}=50$ MPa
 - Elementos em Concreto Armado $f_{ctd}=30$ MPa
 - 3- Cobrimento das armaduras em mm
 - Longarinas e barras de ligação = 25
 - Longarinas em concreto protendido = $c=30$
 - Vigas super e maseostrutura = $c=30$
 - Fundações e Pilares = $c=40$
 - 4- Trem Tipo Classe 45 da NBR 7188/13

PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM		PROJETO DE ENGENHARIA		FOLHA 06	
PONTE SOBRE O RIO TIGRE		PROJETO ESTRUTURAL		APROVAÇÃO	
CORTE TRANSVERSAL APOIO P2A		DATA: DEZEMBRO/2023		INDICAÇÃO	



CORTE TRANSVERSAL APOIO P2 – Lado B

ESC:1:50

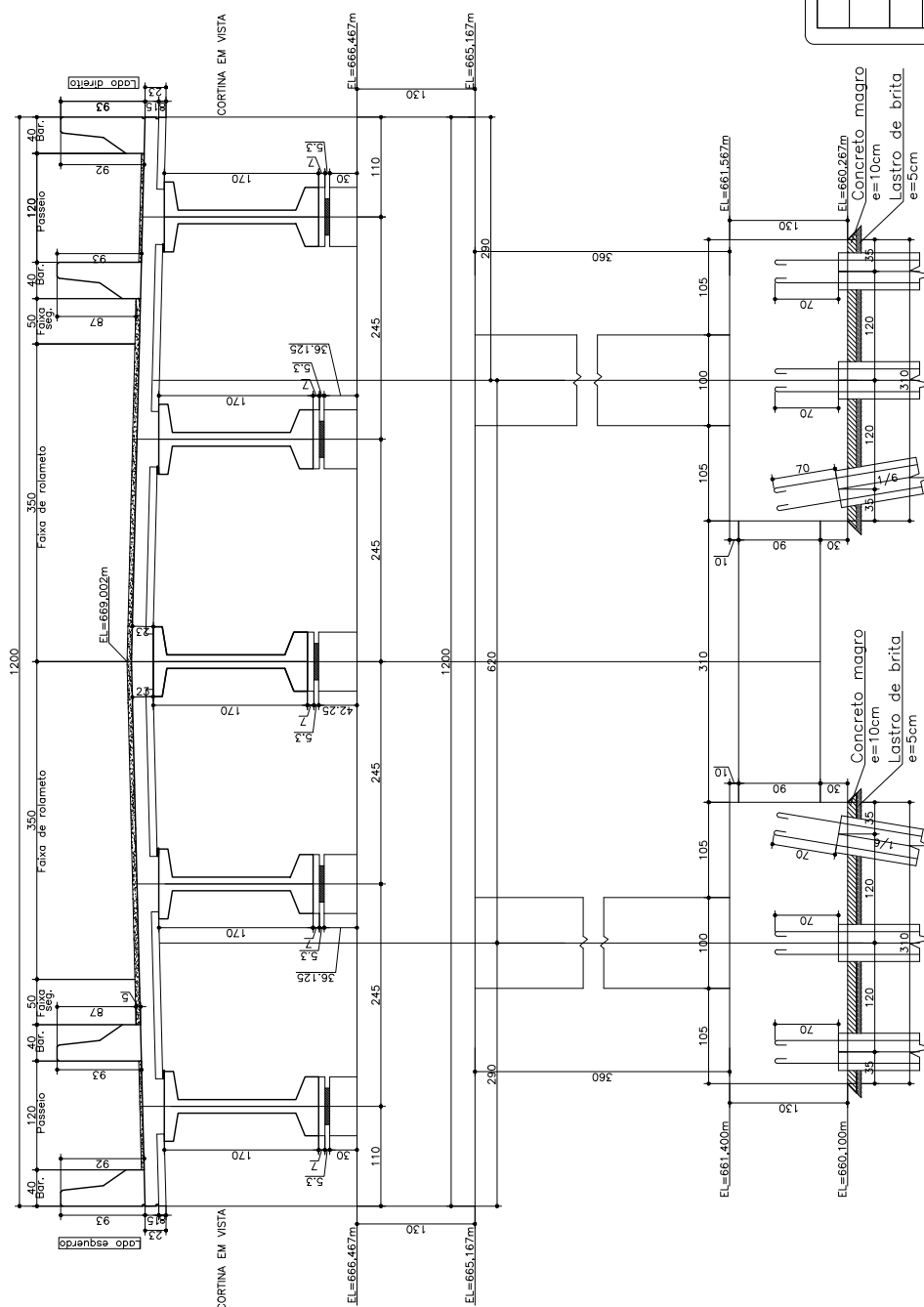


- Notas:
- 1- Classe de Agressividade Ambiental = I (NBR 6118/14)
 - 2- Resistências Características dos Concretos
Longarinas em Concreto Protendido $f_{ctd}=50$ MPa
Elementos em Concreto Armado $f_{ctd}=30$ MPa
 - 3- Cálculo das armaduras em mm
Longarinas em concreto protendido - $c=30$
Longarinas em concreto armado - $c=25$
Vigas super e infraestrutura - $c=30$
Fundações e Pilares - $c=40$
 - 4- Trem Tipo Classe 45 da NBR 7188/13

PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM		PROJETO DE ENGENHARIA		FOLHA 07	
PONTE SOBRE O RIO TIGRE		PROJETO ESTRUTURAL		APPROVAÇÃO	
CORTE TRANSVERSAL APOIO P2B		DATA: DEZEMBRO/2023		INDICAÇÃO	



CORTE TRANSVERSAL APOIO P3
ESC:1:50

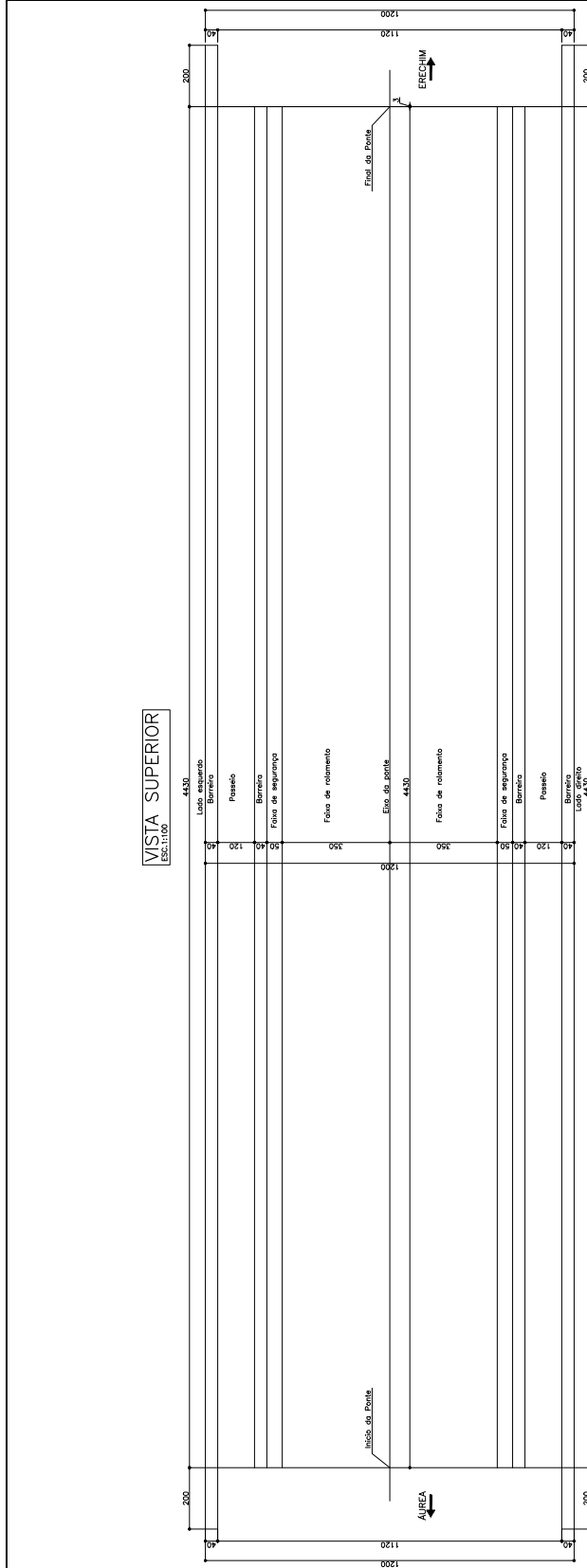


- Notas:
- 1- Classe de Agressividade Ambiental = II (NBR 6118/14)
 - 2- Resistências Características dos Concretos
Longarinas em Concreto Protendido $f_{ck}=50$ MPa
Elementos em Concreto Armado $f_{ck}=30$ MPa
 - 3- Cobrimento das armaduras em mm
Lajes e placas - $c=25$
Longarinas em concreto protendido - $c=30$
Vigas super e mesoestrutura - $c=30$
Fundações e Pilares - $c=40$
 - 4- Trem Tipo Classe 45 da NBR 7188/13

PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM			
PROJETO DE EXECUÇÃO		FOLHA: 08	
PROJETO ESTRUTURAL		APPROVAÇÃO:	
ESCALA:	INDICAÇÃO	DATA:	DEZEMBRO/2023



VISTA SUPERIOR
Escala: 1:100

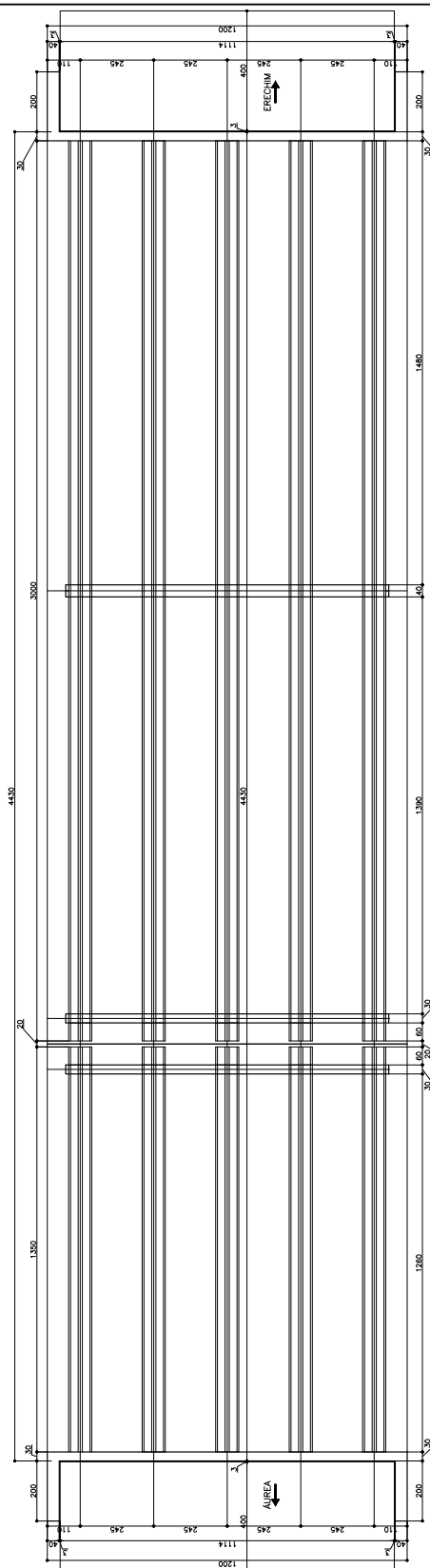


- Notas:
- 1- Classe de Agressividade Ambiental = II (NBR 6118/14)
 - 2- Resistências Características dos Concretos
Longarinas em Concreto Protendido fck=50 MPa
Longarinas em Concreto Armado fck=30 MPa
Lajes e placas em concreto armado em mm
Longarinas em concreto protendido - c=30
Vigas super e mesoestrutura - c=30
Fundações e Pilares - c=40
 - 3- Cobrimento das armaduras em mm
Lajes e placas - c=25
Longarinas em concreto protendido - c=30
Vigas super e mesoestrutura - c=30
Fundações e Pilares - c=40
 - 4- Trem Tipo Classe 43 de NBR 7189/13

PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM			
PONTE SOBRE O RIO TIGRE		PROJETO DE ESTRUTURAL	
VISTA SUPERIOR		PROJETO DE ESTRUTURAL	
ESCALA:	INDICAÇÃO	DATA:	APROVAÇÃO:
		NOVEMBRO/2023	
			PROJ. 09

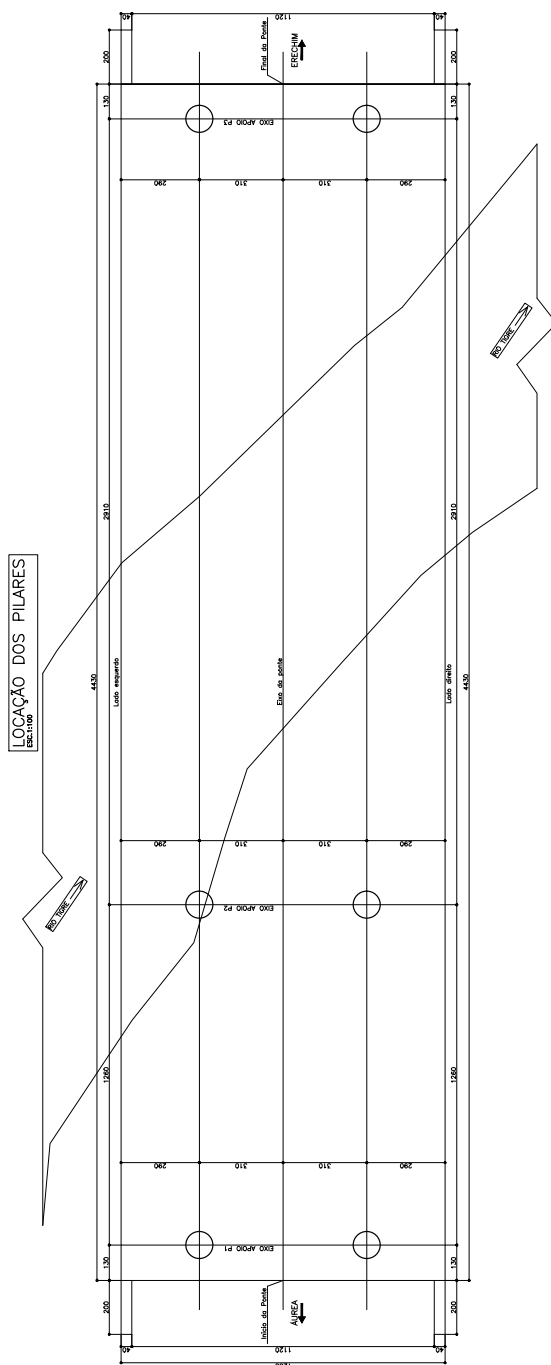


CORTE HORIZONTAL
ESC: 1/100



- Notas:
- 1- Classe de Agressividade Ambiental = II (NBR 6118/14)
 - 2- Resistências Características dos Concretos
 - Longarinas em Concreto Protendido $f_{ctk}=50$ MPa
 - Elementos em Concreto Armado $f_{ctk}=30$ MPa
 - 3- Cobrimento das armaduras em mm
 - Longarinas e pilares - c=40
 - Longarinas em concreto protendido - c=30
 - Vigas super e infraestrutura - c=30
 - Fundações e Pilares - c=40
 - 4- Trem Tipo Classe 45 da NBR 7186/13

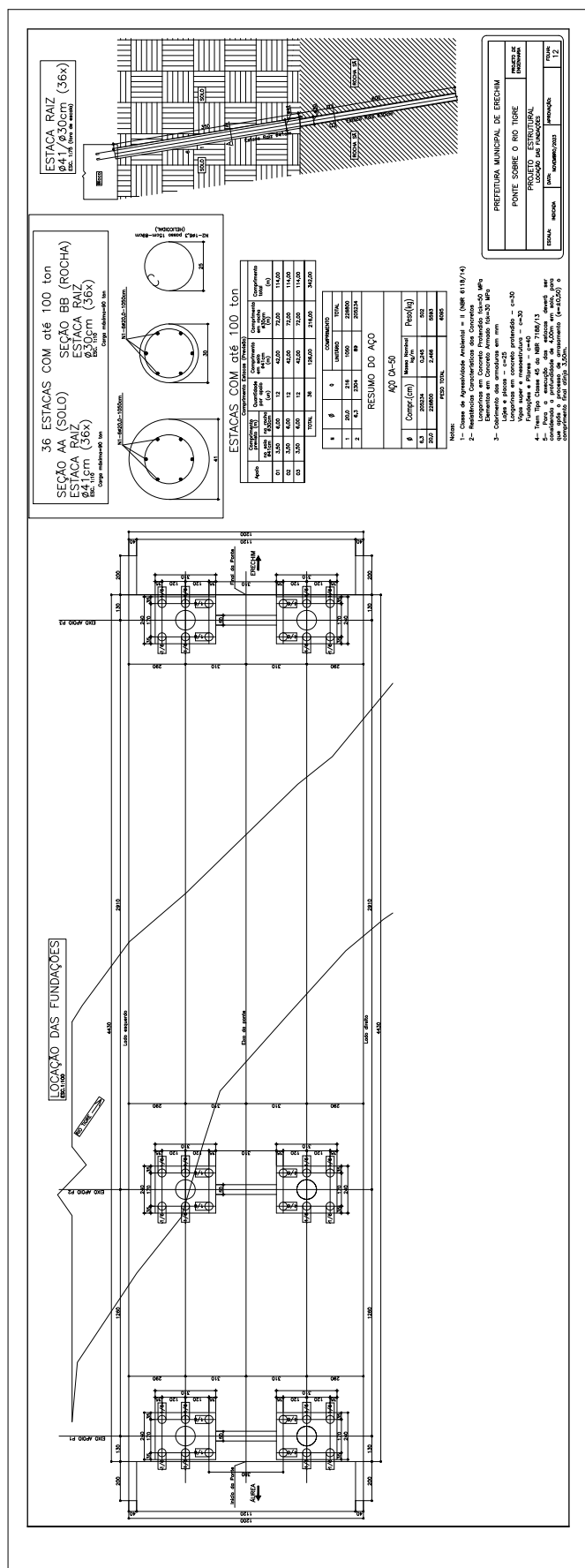
PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM			
PONTE SOBRE O RIO TIGRE		ARQUITO DE ENGENHARIA	
PROJETO ESTRUTURAL		CORTES HORIZONTAIS	
ESCALA:	REVISÃO:	DATA:	APROVAÇÃO:
		02/08/2023	
			FOLHA:
			10

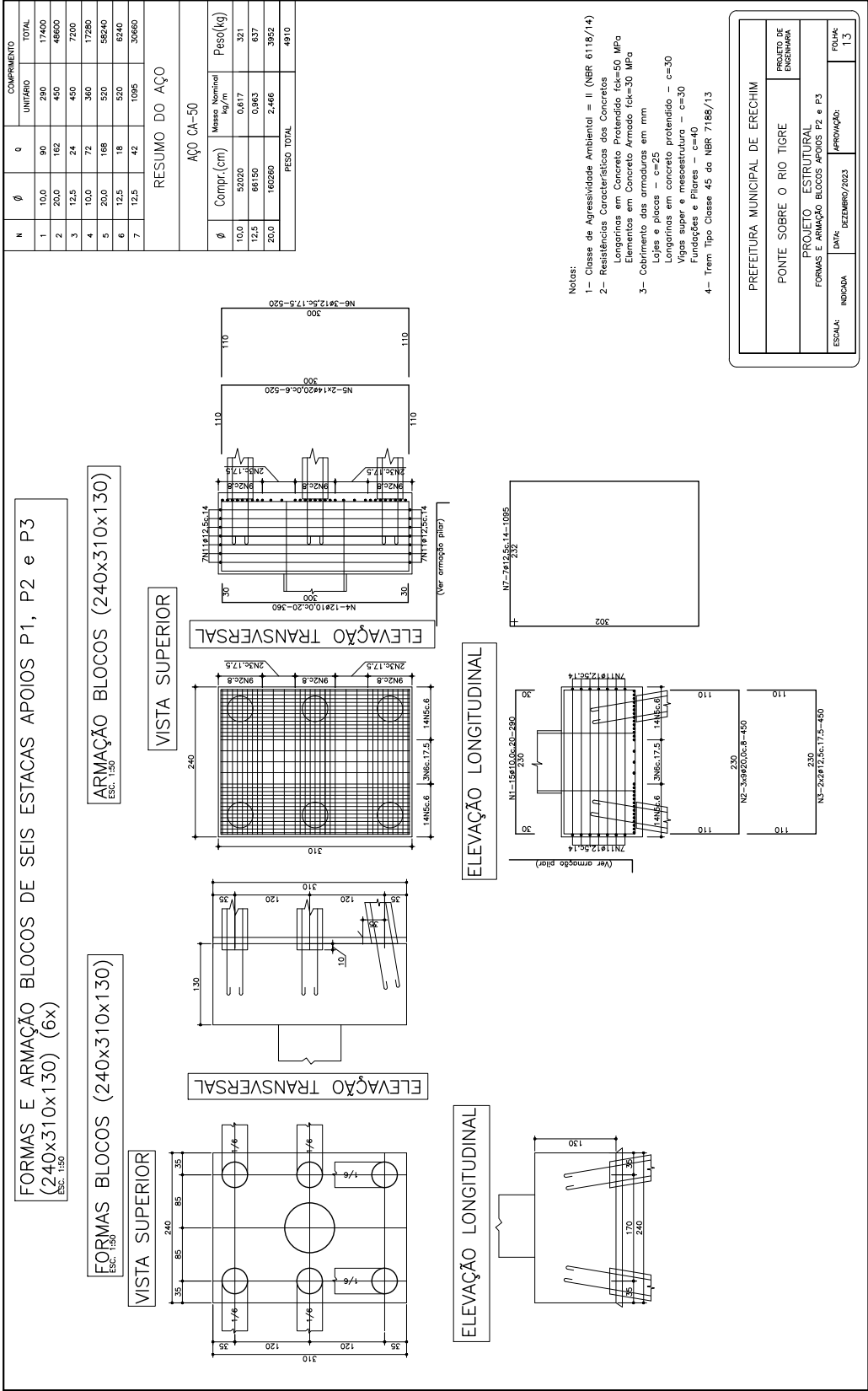


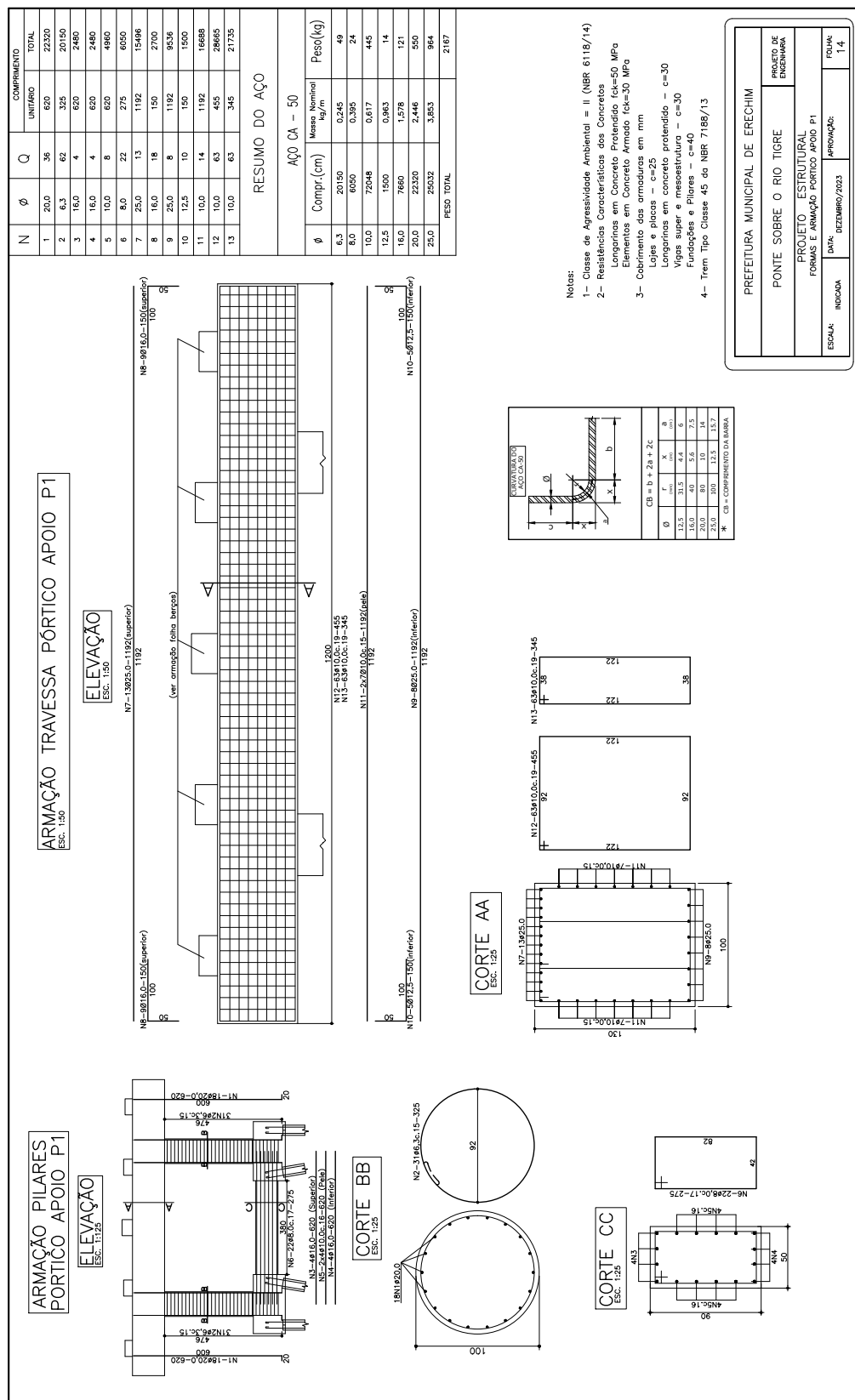
Notas:

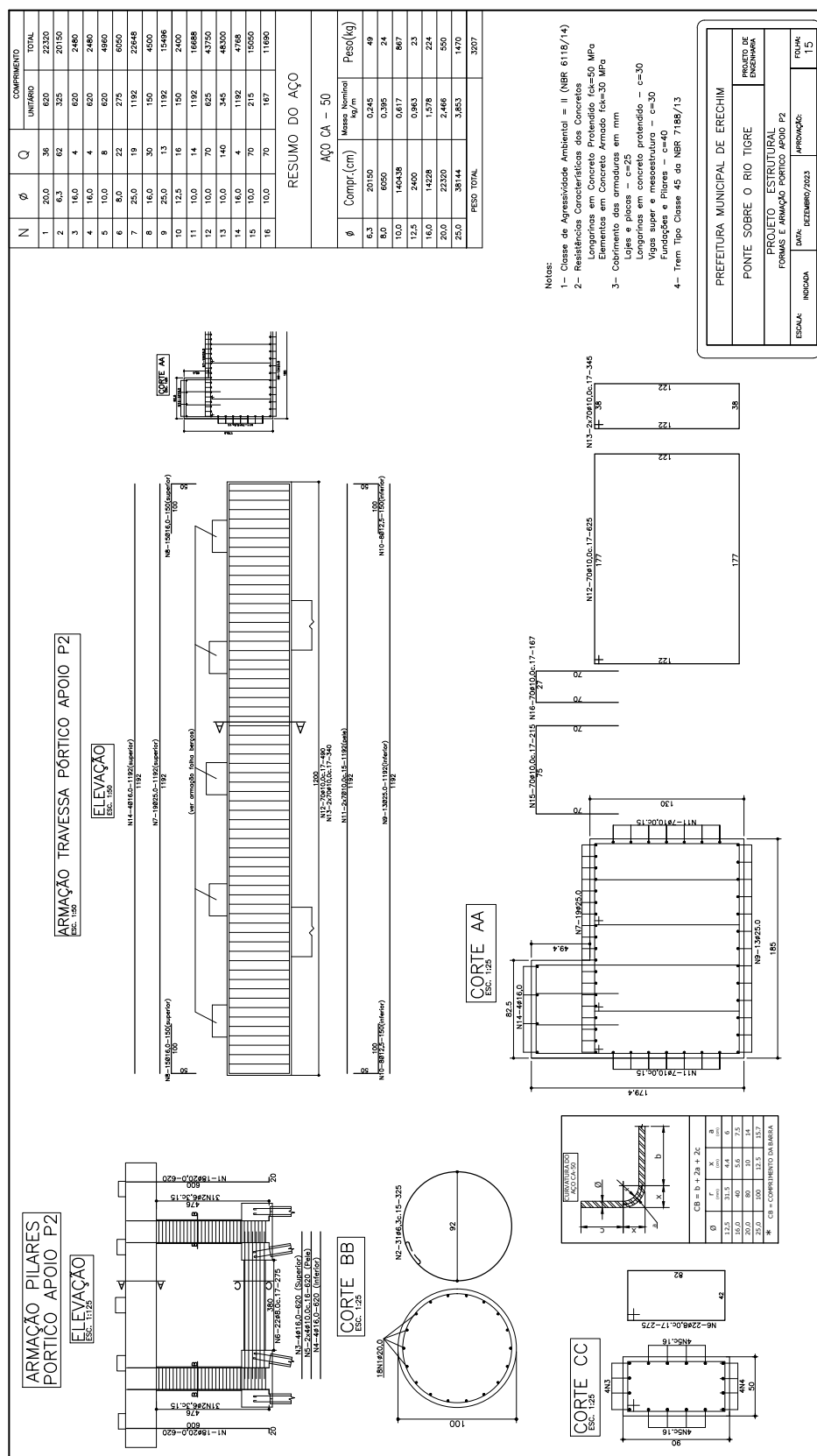
- 1- Classe de Agressividade Ambiental = II (NBR 6119/14)
- 2- Resistências Características dos Concretos
- 3- Longarinas em Concreto Protendido fck=50 MPa
- 4- Elementos em Concreto Armado fck=30 MPa
- 5- Cobrimento das armaduras em mm
- 6- Lajes e placas - c=25
- 7- Longarinas em concreto protendido - c=30
- 8- Longarinas e pilares em concreto - c=30
- 9- Fundações e Pilares - c=40
- 10- Trem Tipo Classe 45 do NBR 7188/13

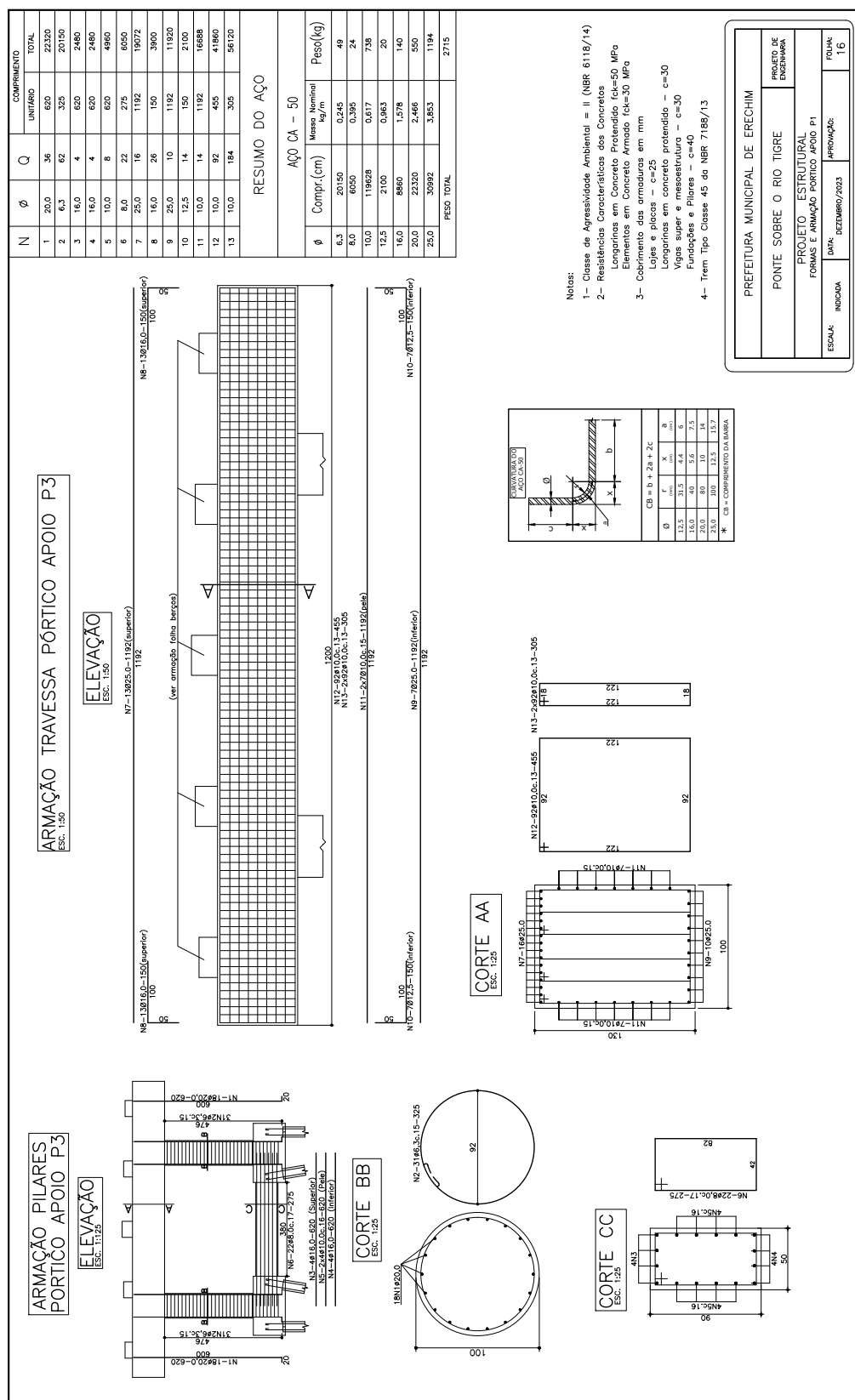
PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM	
PONTE SOBRE O RIO TIGRE	PROJETO DE ENGENHARIA
PROJETO ESTRUTURAL	
Linhação dos Pilares	
ESCALA:	DATA: 11/11/2023
INDICAÇÃO:	APPROVAÇÃO:

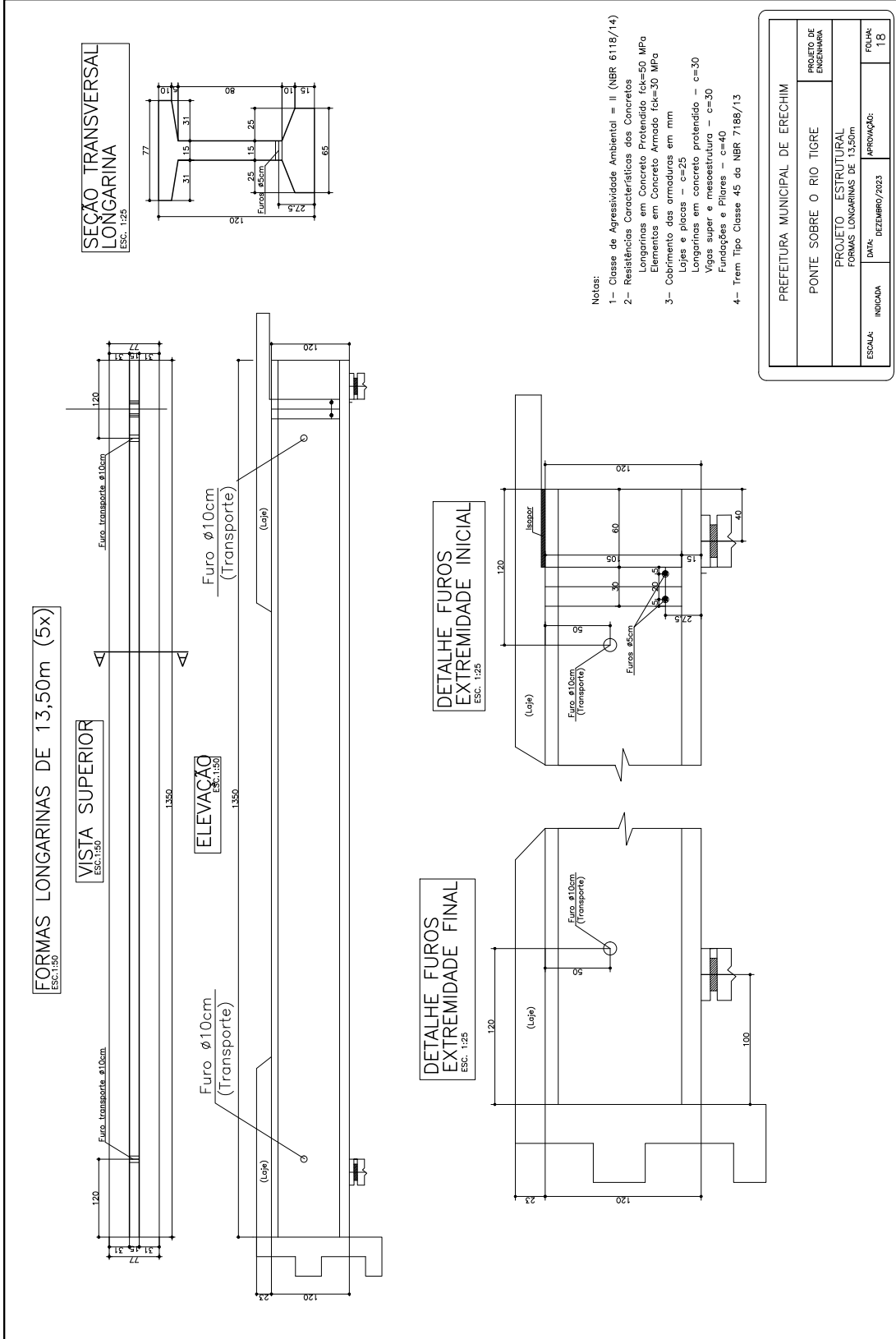


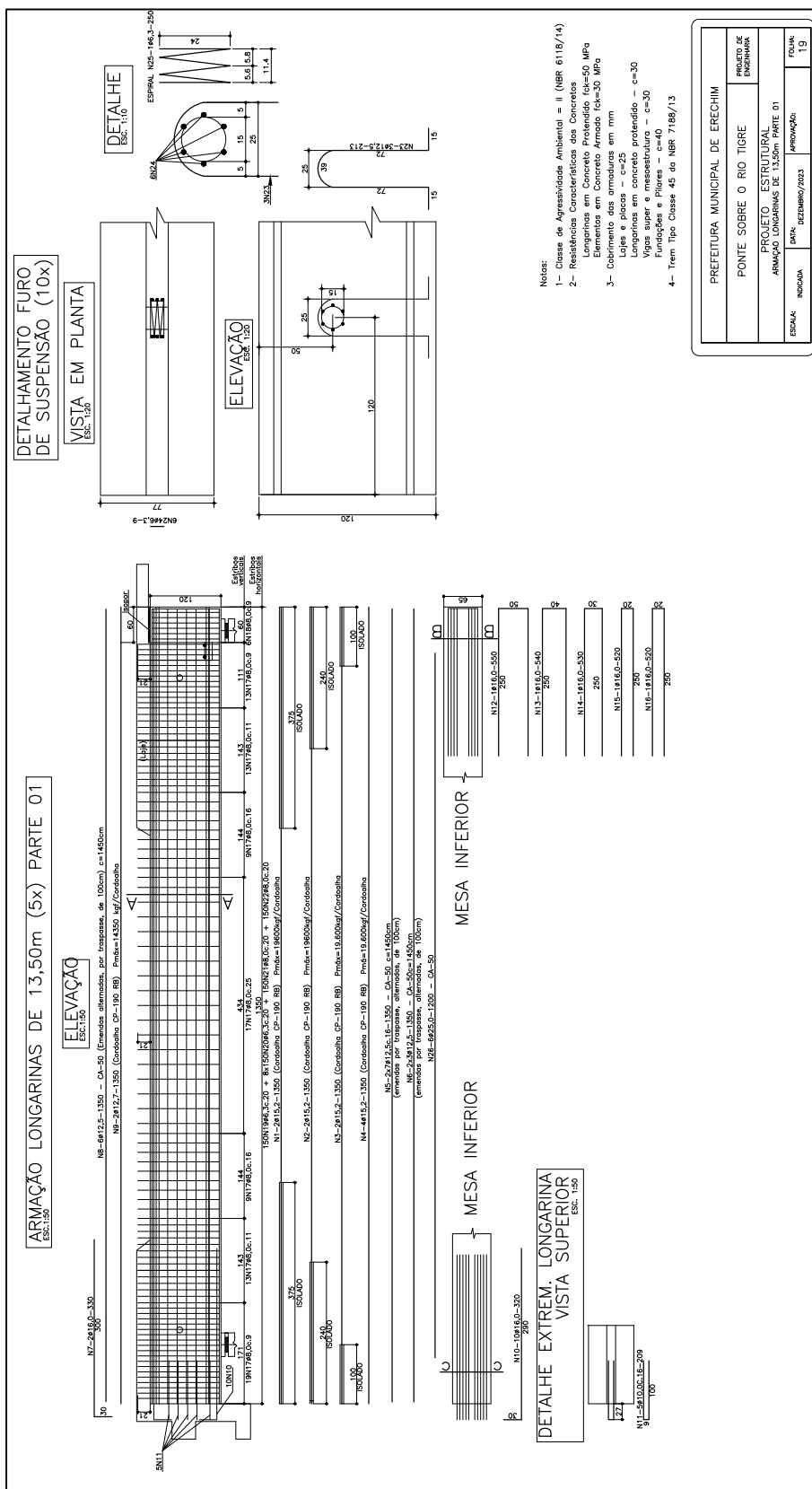


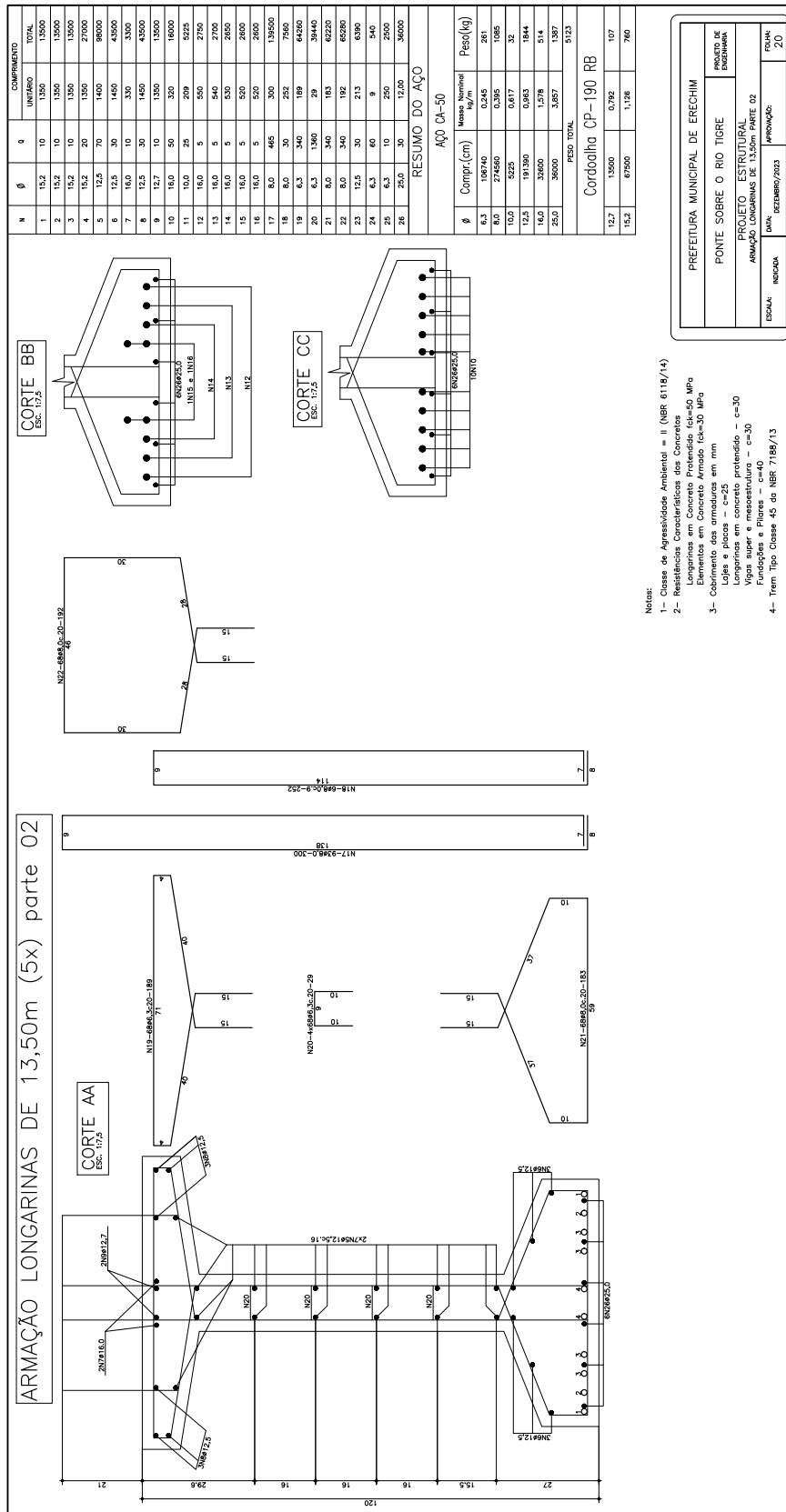


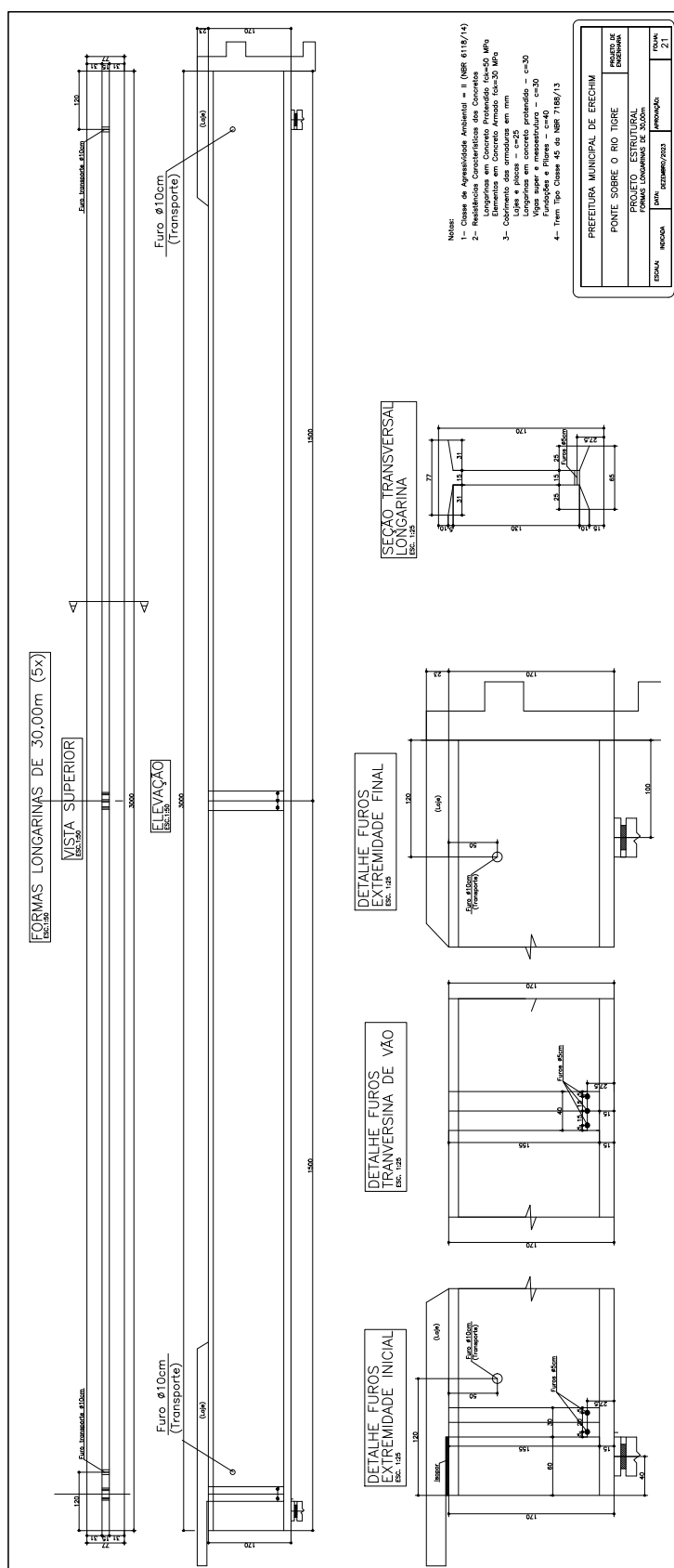




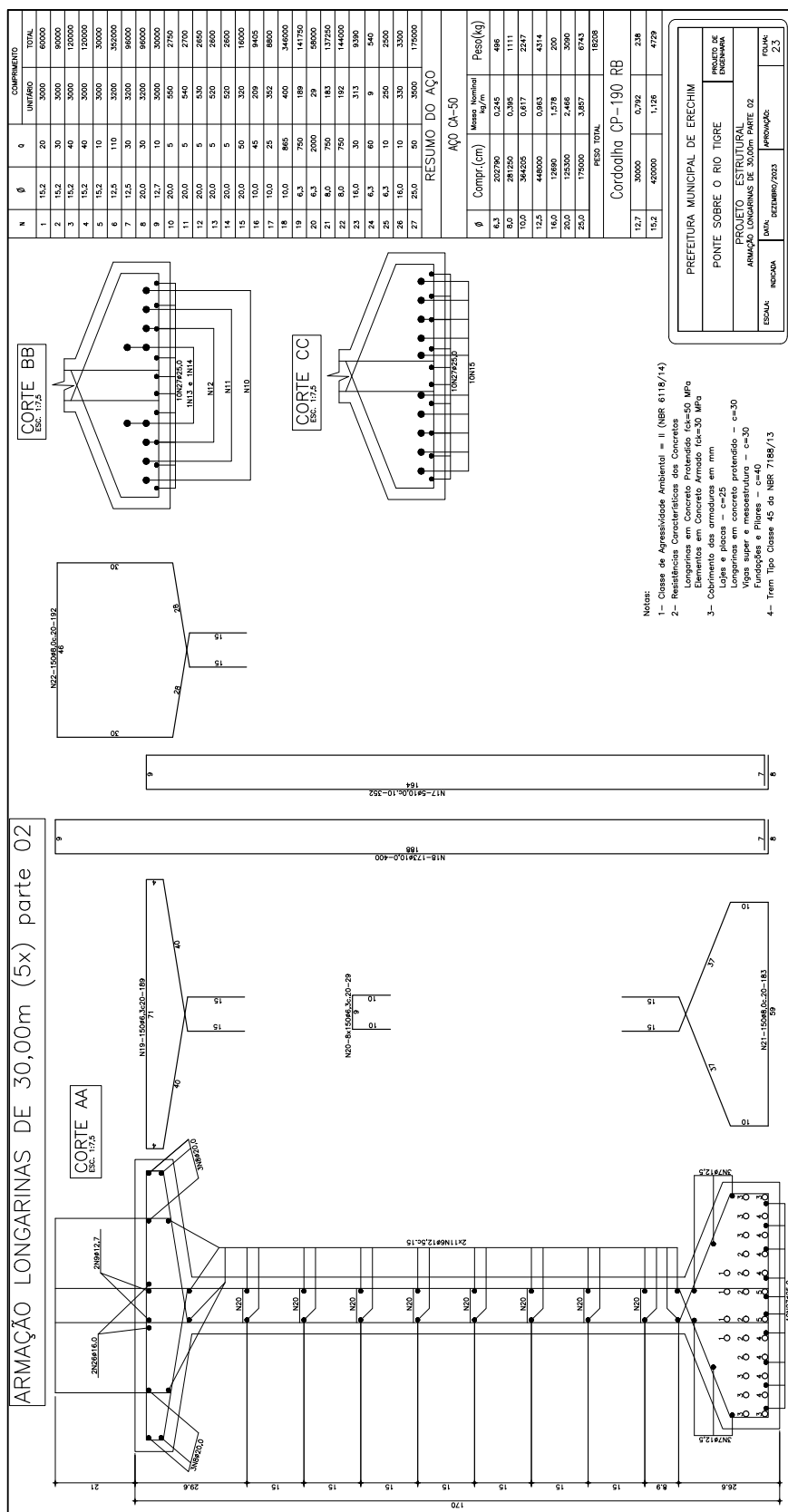












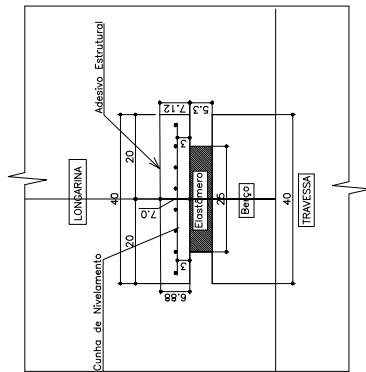


FORMAS E ARMAÇÃO CUNHAS DE NIVELAMENTO
(40x65xvar) (20x)

ESC: 1:10

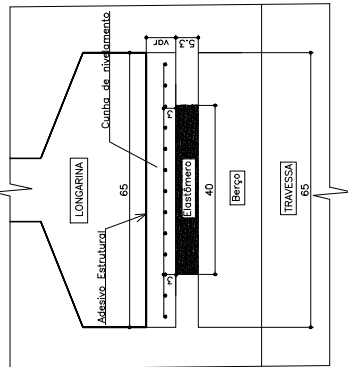
CORTE LONGITUDINAL

ESC: 1:10



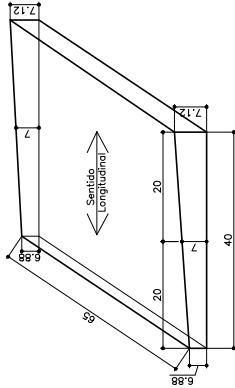
CORTE TRANSVERSAL

ESC: 1:10



CUNHA EM PERSPECTIVA

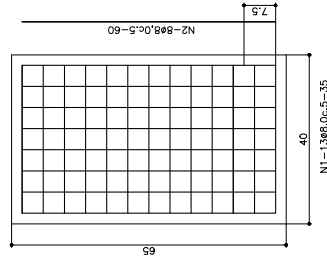
ESC: 1:10 (fora de escala)



ARMAÇÃO CUNHA

ESC: 1:10

VISTA SUPERIOR



N	Ø	Q	COMPRIMENTO	
			UNITÁRIO	TOTAL
1	8,0	260	35	9100
2	8,0	160	60	9600

RESUMO DO AÇO		
AÇO CA-50		
Ø	Compr.(cm)	Peso(kg)
8,0	18700	0,395
PESO TOTAL		74

- Notas:
- 1- Classe de Agressividade Ambiental = II (NBR 6118/14)
 - 2- Resistências Características dos Concretos
 - Longarinas em Concreto Protendido $f_{ctk}=50$ MPa
 - Elementos em Concreto Armado $f_{ctk}=30$ MPa
 - 3- Cobrimento das armaduras em mm
 - Lajes e placas - $c=25$
 - Longarinas em concreto protendido - $c=30$
 - Vigas super e mesoestrutura - $c=30$
 - Fundações e Pilares - $c=40$
 - 4- Trem Tipo Classe 45 da NBR 7188/13

PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM

PONTE SOBRE O RIO TIGRE

PROJETO ESTRUTURAL

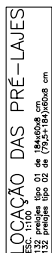
FORMAS E ARMAÇÃO CUNHAS DE NIVELAMENTO

ESCALA: INDICADA

DATA: DEZEMBRO/2023

APROVAÇÃO:

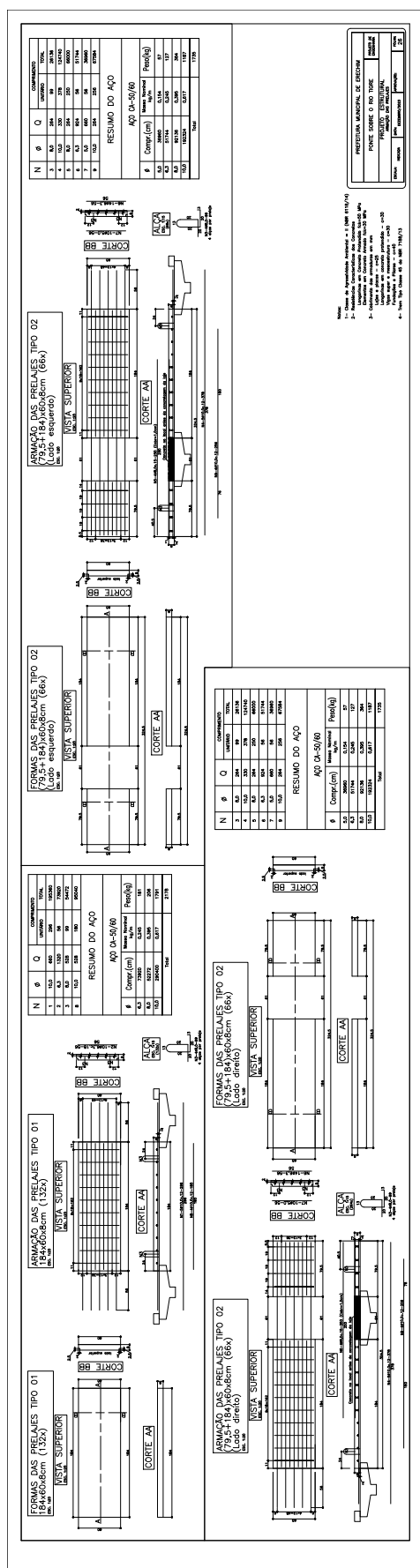
FOLHA: 24



NOTAS:

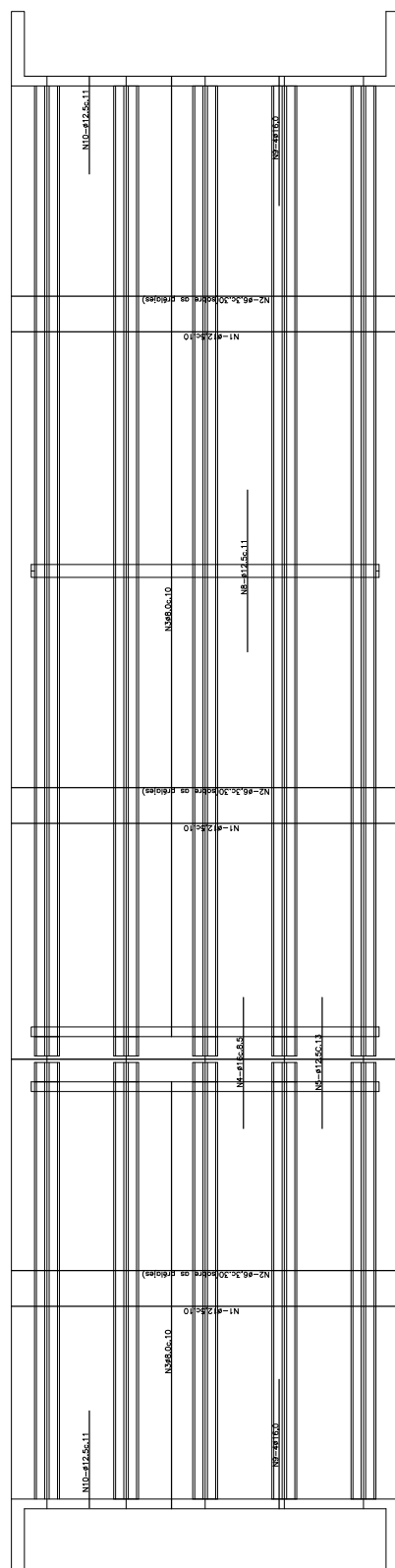
- 1 – Classe de Agressividade Ambiental = II (NBR 6118/14)
- 2 – Resistências Características dos Concretos
- 3 – Longarinas em Concreto Protendido $f_{ck}=50$ MPa
- 4 – Elementos em Concreto Armado $f_{ck}=30$ MPa
- 5 – Cobrimento das armaduras em mm
- 6 – Lajes e pilares – $c=25$
- 7 – Longarinas em concreto protendido – $c=30$
- 8 – Vigas super e mesoestrutura – $c=30$
- 9 – Fundações e Pilares – $c=40$
- 10 – Trem Tipo Classe 45 de NBR 7186/13

PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM			
PONTE SOBRE O RIO TIGRE		PROJETO DE EXECUÇÃO	
PROJETO ESTRUTURAL			
LOCALIZAÇÃO DAS PRELAIS			
ESCALA:	INDICAÇÃO	DATA:	APROVAÇÃO:
		DEZEMBRO/2023	FOLHA: 25





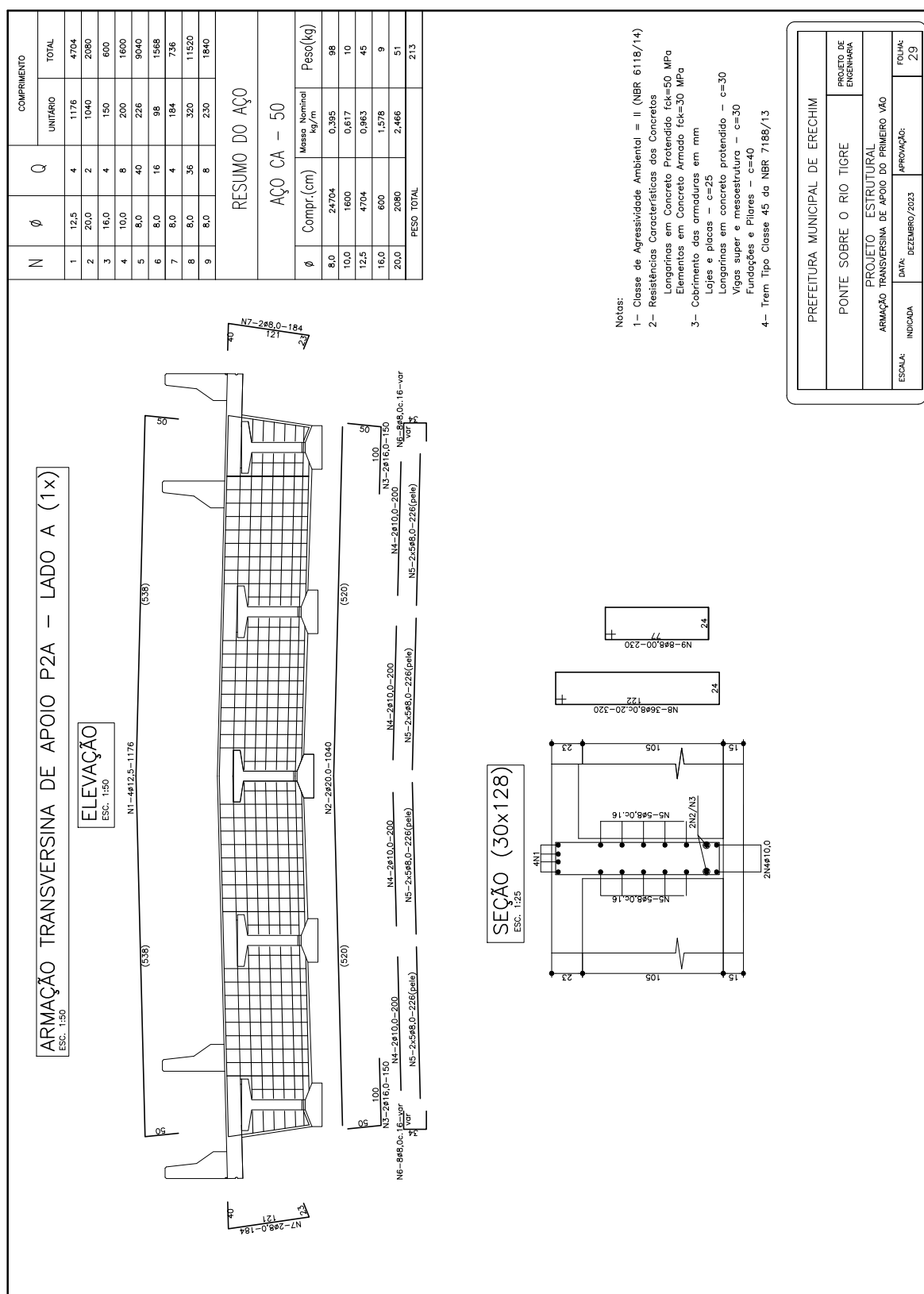
LOCAÇÃO DAS ARMADURAS
ESC. 1:100



Notas:

- 1) – Classe de Agressividade Ambiental = II (NBR 6119/14)
2) – Resistências Características dos Concretos
Longarinas em Concreto Protendido fck=50 MPa
Elementos em Concreto Armado fck=30 MPa
3) – Cobrimento das armaduras em mm
Lajes e pilares – c=25
Longarinas em concreto protendido – c=30
Vigas super e mezzanestrutura – c=30
Fundações e Pilares – c=40
4) – Trem Tipo Classe 45 da NBR 7186/13

PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM	
PROJETO DE ENGENHARIA	
PONTE SOBRE O RIO TIGRE	
PROJETO ESTRUTURAL	
ARMADURA LAJES PARTE 02	
ESCALA:	APROVAÇÃO:
INDICAÇÃO	DATA:
	DEZEMBRO/2023
	FOLHA:
	28





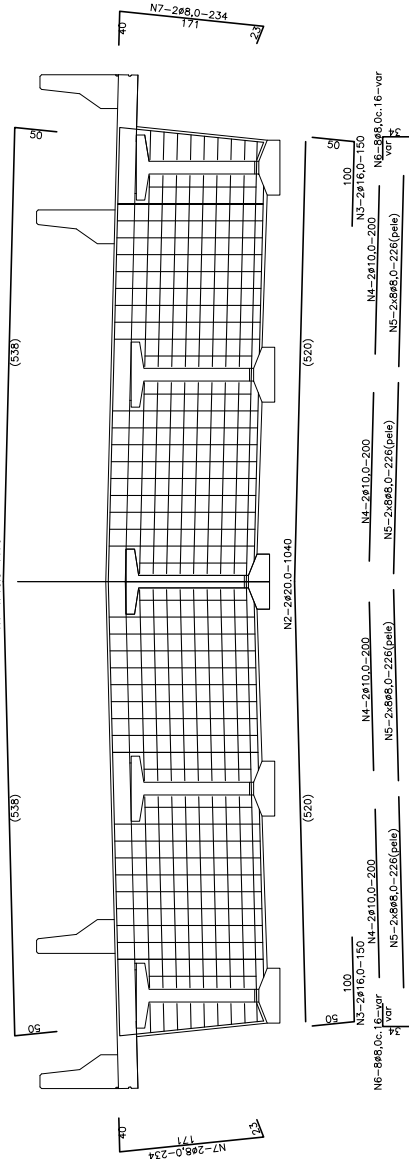
ARMAÇÃO TRANSVERSINA DE APOIO P2B – LADO B (1x)

ESC. 1:50

ELEVAÇÃO

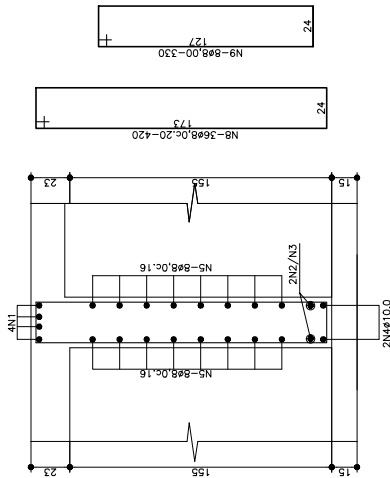
ESC. 1:50

N1-4x16,0-1176



SEÇÃO (30x178)

ESC. 1:25



- Notas:
- 1- Classe de Agressividade Ambiental = II (NBR 6118/14)
 - 2- Resistências Características dos Concretos
Longarinas em Concreto Protendido fck=50 MPa
Elementos em Concreto Armado fck=30 MPa
 - 3- Cobrimento das armaduras em mm
Lajes e placas – c=25
Longarinas em concreto protendido – c=30
Vigas super e mesoestrutura – c=30
Fundações e Pilares – c=40
 - 4- Trem Tipo Classe 45 da NBR 7188/13

PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM

PONTE SOBRE O RIO TIGRE

PROJETO ESTRUTURAL

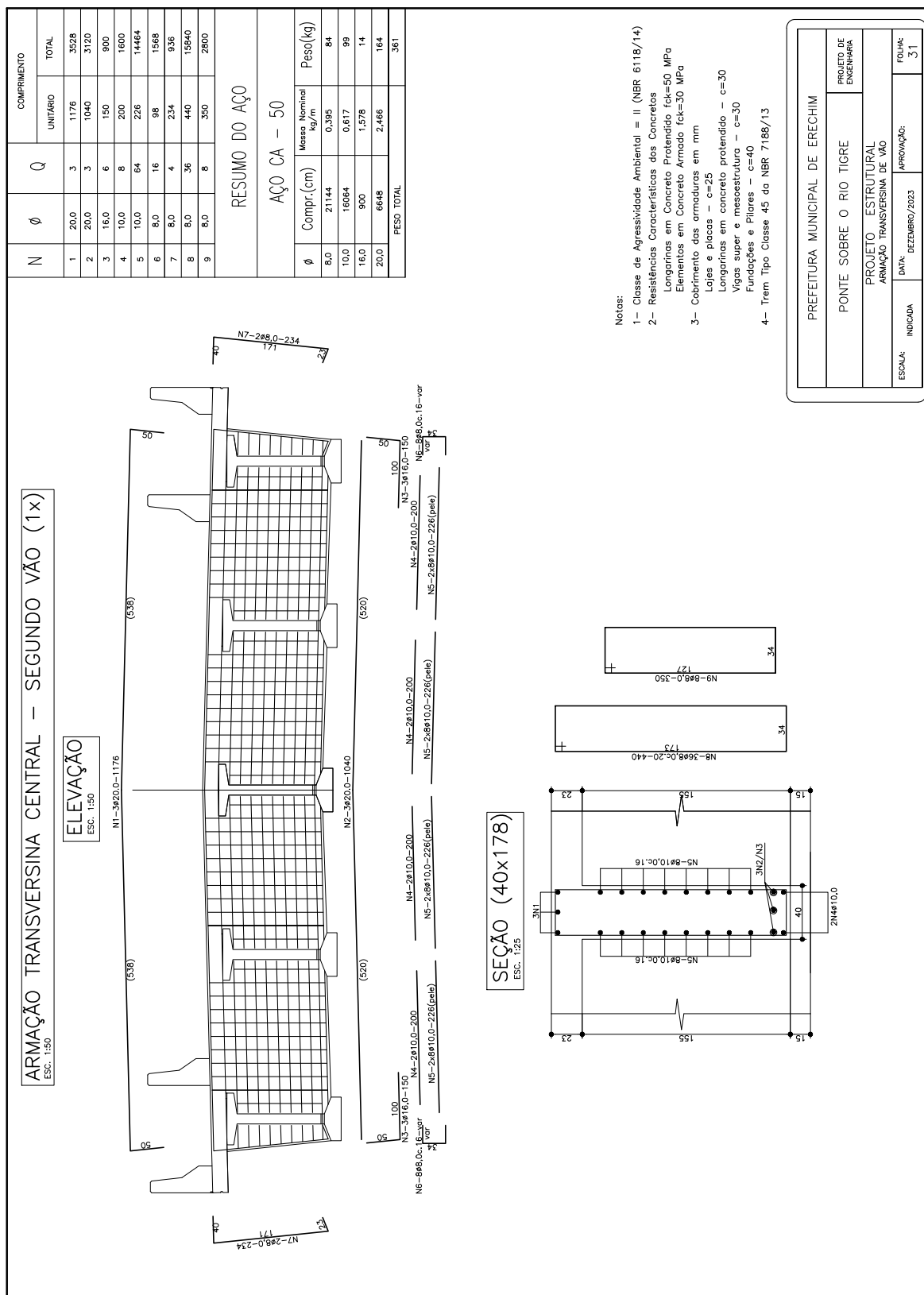
ARMAÇÃO TRANSVERSINA DE APOIO DO SEGUNDO VÃO

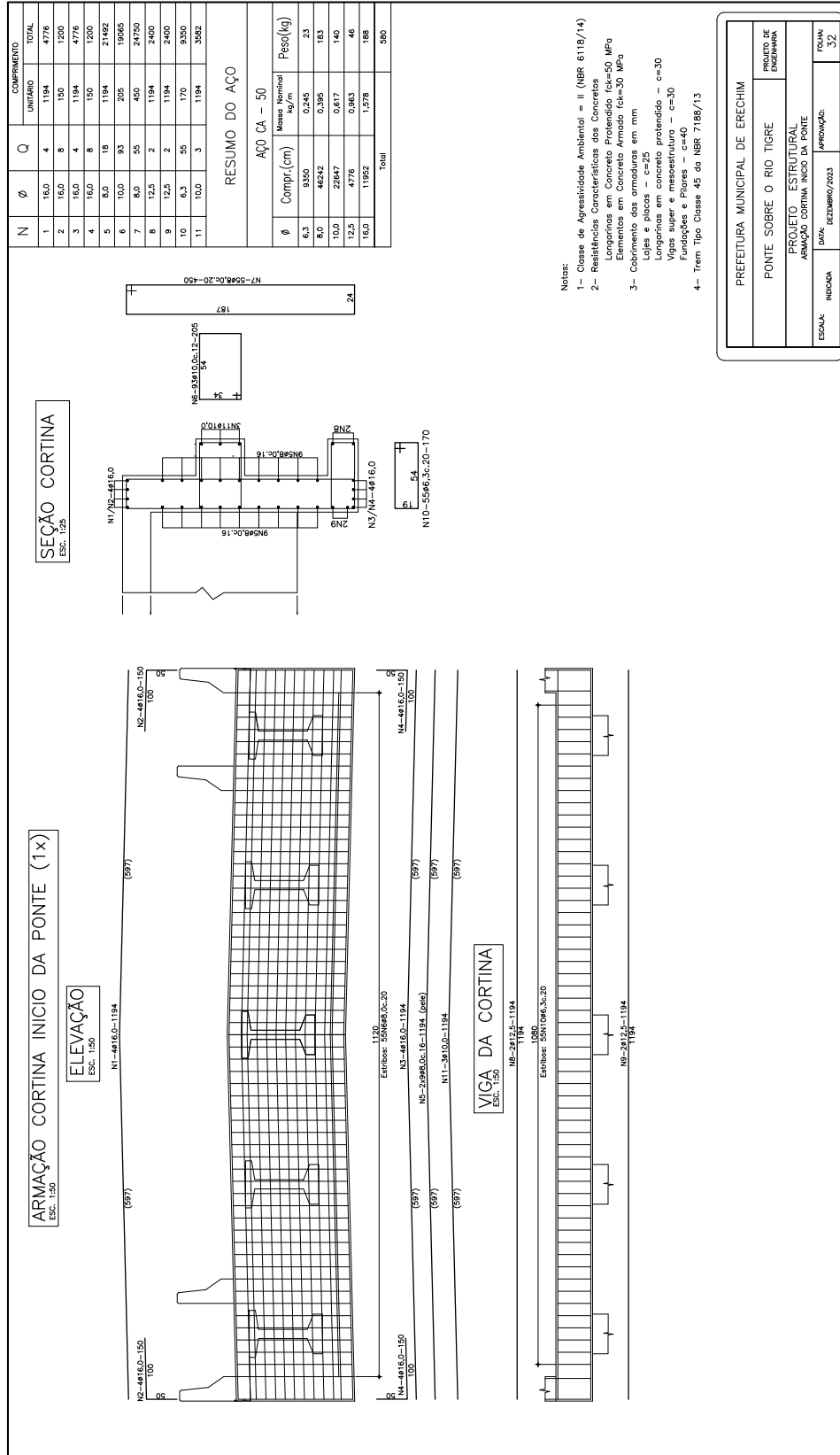
ESCALA: INDICADA

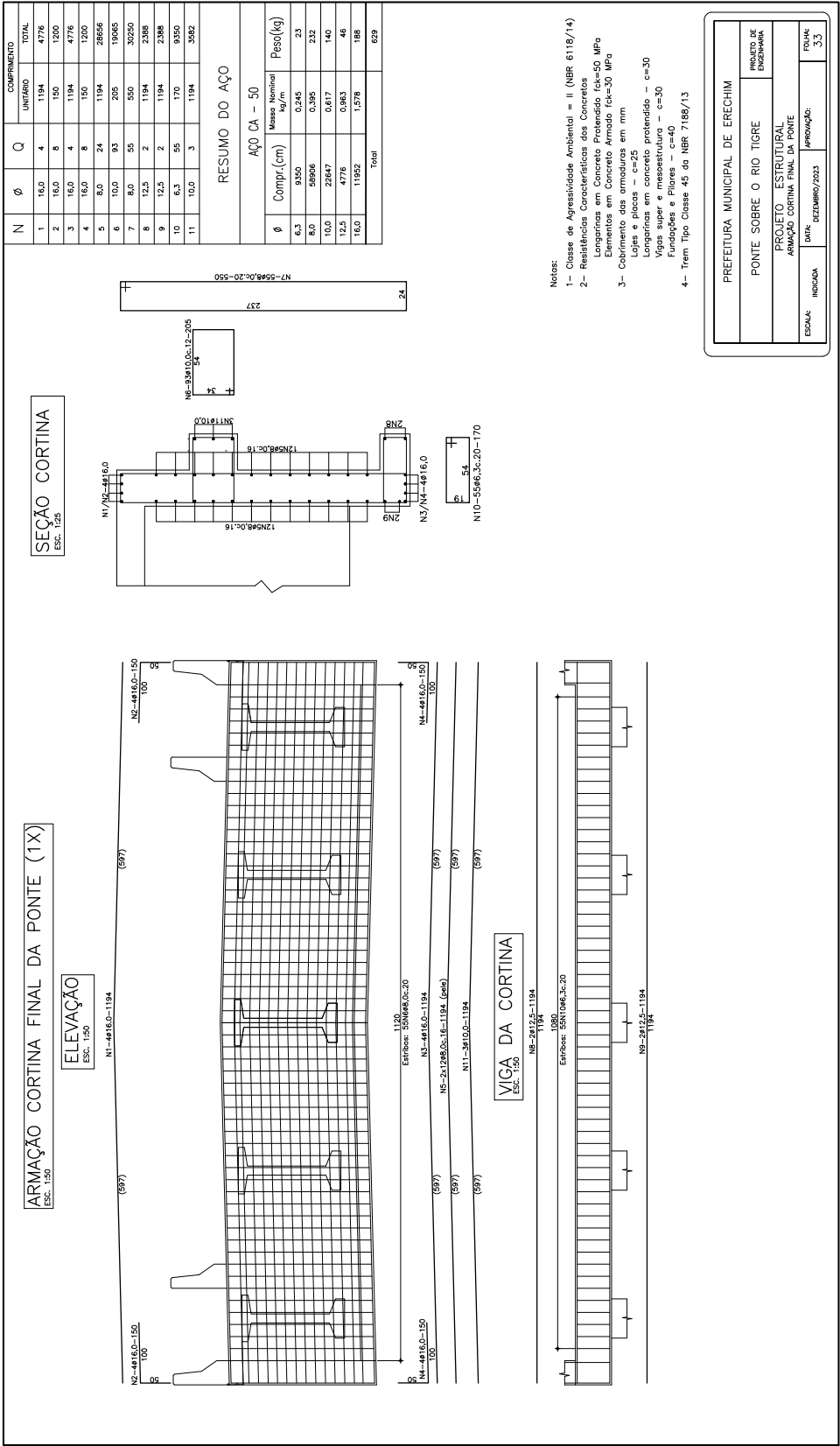
DATA: DEZEMBRO/2023

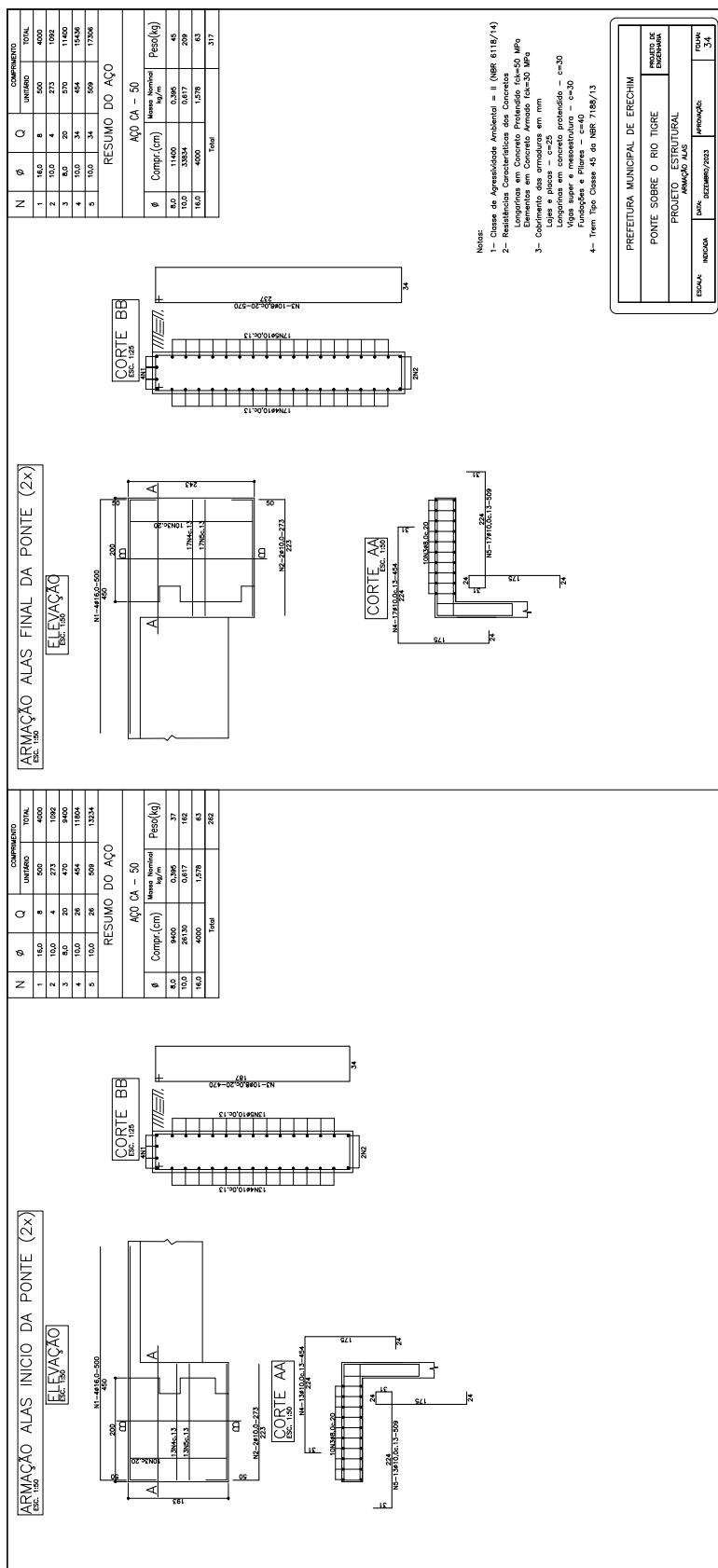
APROVAÇÃO:

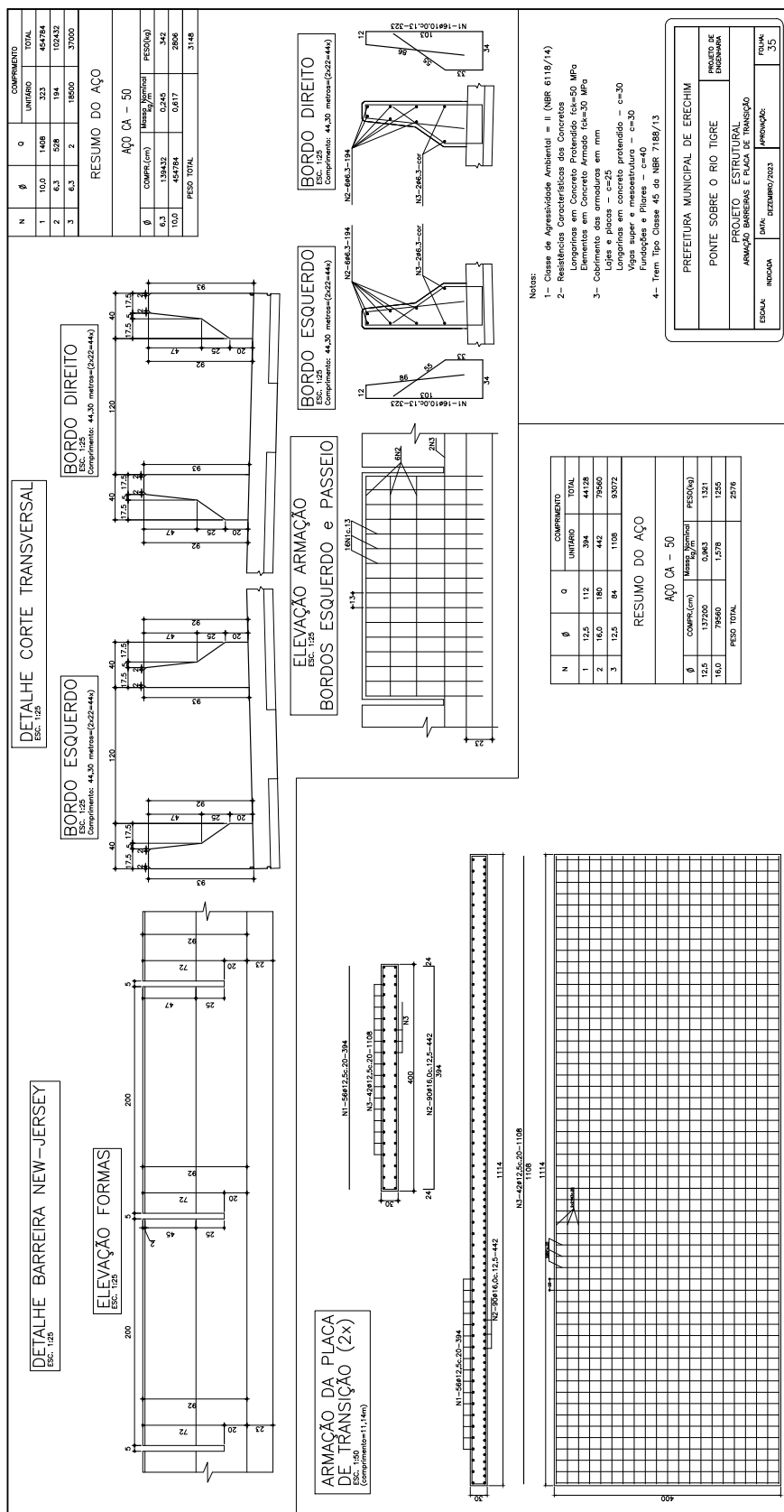
FOLHA: 30

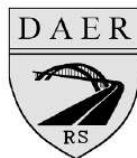






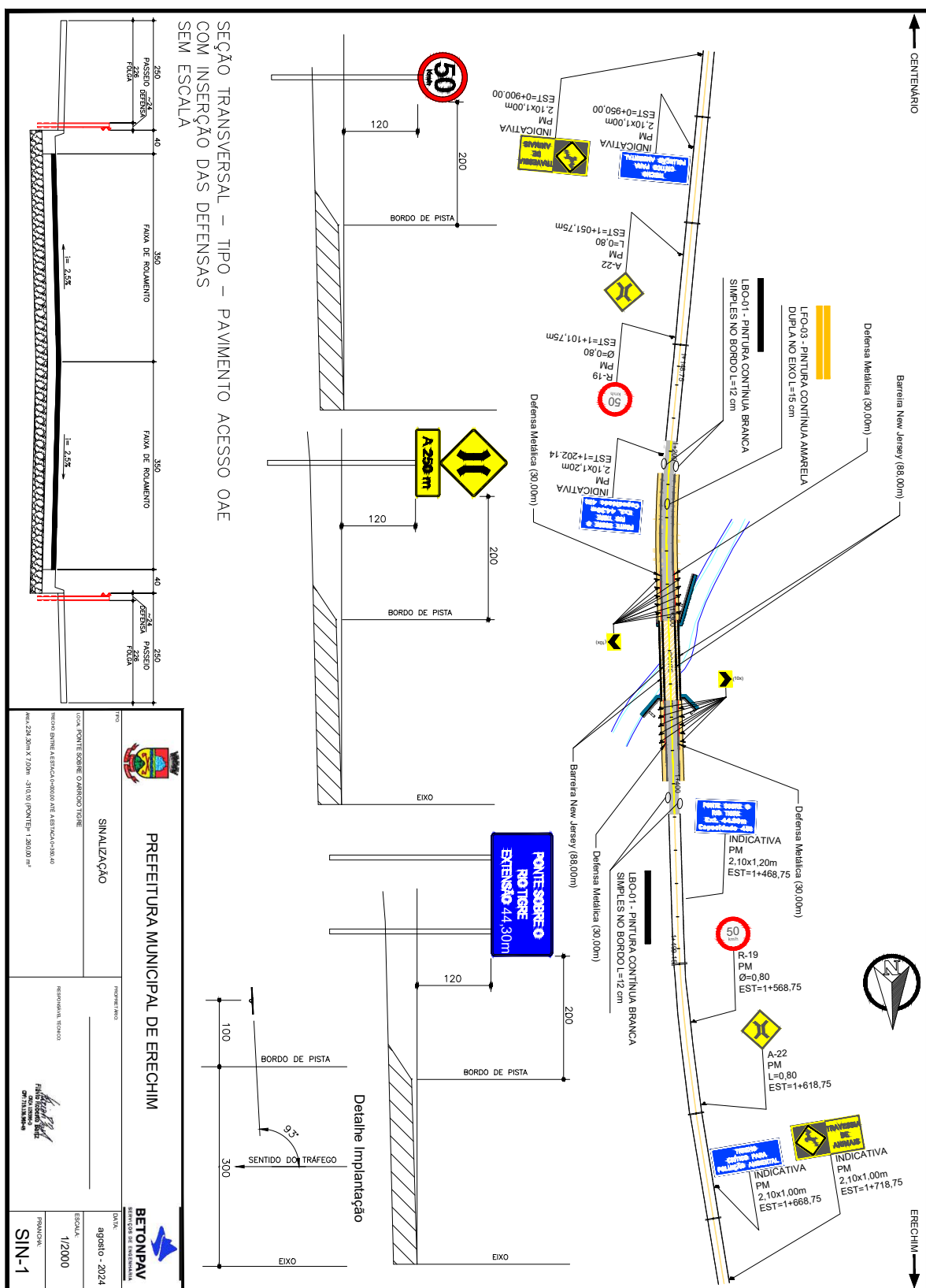






PROJETO DE SINALIZAÇÃO

O Projeto de Sinalização apresentado a seguir está sendo proposto integralmente pela Traçado Construções e Serviços LTDA e foi desenvolvido pela empresa de BETONPAV Serviços de Engenharia, tendo como responsável técnico o Eng. Flávio Roberto Bartz, CREA 109396-D, ART 13309202.



SINALIZAÇÃO HORIZONTAL																	
Modelo	Larg.Faixa (m)	LADO ESQUERDO					EIXO					LADO DIREITO					
		Local.	KmIní	KmFim	Extensão (m)	Área (m²)	Local	KmIní	KmFim	Extensão (m)	Área (m²)	Local.	KmIní	KmFim	Extensão (m)	Área (m²)	
		LINHAS CONTÍNUAS DE BORDO (BRANCA)															
	0.12	Linha Geral	1+193,88	1+213,88	20,00	2,40							Linha Geral	1+398,23	1+418,23	20,00	2,40
	0.12	Linha Geral	1+193,88	1+213,88	20,00	2,40							Linha Geral	1+398,23	1+418,23	20,00	2,40
					SUBTOTAL (m²)												9,60
LINHAS DUPLA CONTÍNUAS DE EIXO (AMARELA)																	
	0.15						Linha Geral	1193,88	1418,23	224,35	67,31					67,31	
					SUBTOTAL (m²)												67,31
					TOTAL GERAL (m²)												76,91

DEFENSAS METALICAS											
LADO ESQUERDO				EIXO				LADO DIREITO			
Local.	KmInl	KmFim	Extensão (m)	Local	KmInl	KmFim	Extensão (m)	Local.	KmInl	KmFim	Extensão (m)
Unha Geral	1+193,88	1+223,88	30,00m					Unha Geral	1+388,23	1+18,230	30,00m
Unha Geral	1+193,88	1+223,88	30,00m					Unha Geral	1+388,23	1+18,230	30,00m
TOTAL (m)											
										120,00m	
TERMINAIS DE ANCORAGEM											
LADO ESQUERDO				EIXO				LADO DIREITO			
Local.	Km	Quant.	Local	Km	Quant.	Local.	Km	Quant.	Local.	Km	Quant.
Unha Geral	1+193,88	1,00 UN				Unha Geral	1+418,23	1,00 UN			
Unha Geral	1+193,88	1,00 UN				Unha Geral	1+418,23	1,00 UN			
TOTAL DE TERMINAIS DE ANCORAGEM											
										4,00 UN	

 PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM		 BETONPAV SOLUÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO	
TIPO	PAVIMENTO RÍGIDO _____	DATA	agosto - 2024
LOCAL: PONTE SOBRE O RIBEIRO TIPIRE		ESCALA	1/2000
PROJETO ENTREGUE À EMPRESA D-20000 S/N.E. A SERVIÇO-19-46 Área: 224,30m x 7,20m = 3115,10 (PONTE) x 1.800,00 m²		PROJANTIC	SIN-2
		 PAULO ROBERTO DE MENEZES 07/11/1964	

Dimensões: 2,2m x 1,2m (área=2,6m²)

DIMENSÕES INTERNAS

MENSAGENS

CONTORNOS

DIMENSÕES EM MILÍMETROS

Dimensões: 2,1m x 1,0m (área=2,10m²)

DIMENSÕES INTERNAS

MENSAGENS

CONTORNOS

PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM

SINALIZAÇÃO

TIPO: PONTE SOBRE O RIO TIGRE

LOCAL: PONTE SOBRE O RIO TIGRE

TRAVESSIA DE ANIMAIS - 2,1m x 1,0m (área=2,10m²)

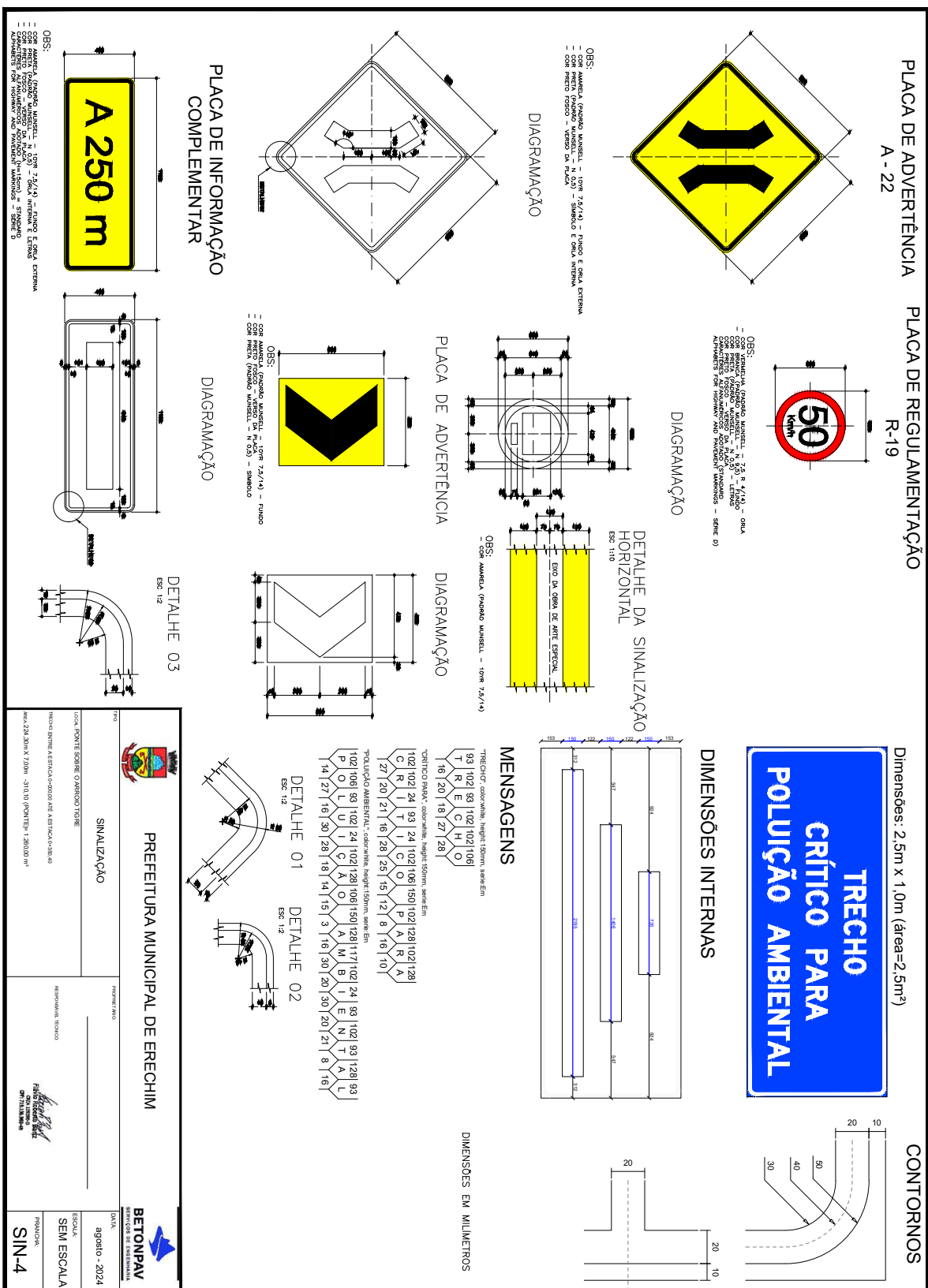
ÁREA: 2,1m x 1,0m (área=2,10m²)

BETONPAV

Agosto - 2024

SEM ESCALA

SIN-3





26043500033132

CÓDIGO DE CORES - MARGINAL/URBANO

a) Regulamentação (Refletiva) Código (1) FUNDO: Vermelho; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA INTERNA: LETRAS Brancas; revestidas c/ película refletiva do tipo I Código (2) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I SÍMBOLO: Preto; revestido c/ película não refletiva do tipo IVA LETRAS: ORLA E IV: Brs; Vermelhas; revestidas c/ película refletiva do tipo I Código (2.a) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I BORDA INTERNA: Vermelha; revestida c/ película refletiva do tipo I Código (2.b) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I PLACA INTERNA: Reglamentação; cod. (2) LETRAS, TABUA E SETA: Pretas; do tipo IV/IV b) Advertência (Refletiva) Código (3) FUNDO: Amarelo; revestido c/ película refletiva do tipo I SÍMBOLO: Preto; IVA LETRAS, TABUA E SETA: Pretas; revestidos c/ película não refletiva do tipo IV Código (3.a) FUNDO: AMARELO; Revestido c/ película refletiva do tipo I FUNDO PRETO; Revestido c/ película não refletiva do tipo IVA PLACA INTERNA: Advertência; cod. (3) LETRAS, TABUA, SETAS: Pretas; revestido c/ película não refletiva do tipo IVA Código (3.b) FUNDO: AMARELO; Revestido c/ película refletiva do tipo I PLACA INTERNA: Advertência; cod. (3) LETRAS, TABUA, SETAS: Pretas; revestido c/ película não refletiva do tipo IVA Código (3.c) FUNDO: AMARELO; Revestido c/ película refletiva do tipo I FUNDO PRETO; Revestido c/ película não refletiva do tipo IVA SÍMBOLO E LETRAS: Pretas; revestido c/ película não refletiva do tipo IVA Código (3.b) FUNDO: AMARELO; Revestido c/ película refletiva do tipo I PLACA INTERNA: Advertência; cod. (3) LETRAS, TABUA, SETAS: Pretas; revestido c/ película não refletiva do tipo IVA c) Auxiliar Código (4) FUNDO: Azul; revestido c/ película refletiva do tipo I FUNDO PRETO; Revestido c/ película não refletiva do tipo I QUADRO INTERNO (FUNDO) Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I SÍMBOLO: Preto; revestido c/ película não refletiva do tipo IV m) Indicativas - Marco Quilométrico Código (13.a) FUNDO: Azul; revestido c/ película refletiva do tipo II LETRAS E TABUA: Brancas; revestidas c/ película refletiva do tipo II		d) Indicativas (Refletiva) Código (4.a) FUNDO: Azul; revestido c/ película refletiva do tipo I FUNDO AMARELO; Revestido c/ película refletiva do tipo I LETRAS, TABUA OU SETA: Brancas; revestidas c/ película refletiva do tipo I Código (5) FUNDO: Verde; revestido c/ película refletiva do tipo I LETRAS, SETA E BORDA INTERNA: Brancas; revestidas c/ película refletiva do tipo I Código (7) FUNDO: MARROM; Revestido c/ película refletiva do tipo I FUNDO PRETO; Revestido c/ película não refletiva do tipo I LETRAS, SETA E BORDA INTERNA: Brancas; revestidas c/ película refletiva do tipo I ÍCONE (FUNDO): Branco; revestido c/ película não refletiva do tipo IV ÍCONE (PICTOGRAMA): Preto; revestido c/ película não refletiva do tipo IV e) Indicativas Elevadas (Refletiva) Código (12) FUNDO: Verde; revestido c/ película refletiva do tipo II LETRAS, SETA E BORDA INTERNA: Brancas; revestidas c/ película refletiva do tipo II Código (6) FUNDO VERDE; Revestido c/ película refletiva do tipo II FUNDO AMARELO; Revestido c/ película refletiva do tipo II LETRAS, SETA E BORDA INTERNA: Brancas; Revestidas c/ película refletiva do tipo II FUNDO PRETO; Revestido c/ película não refletiva do tipo IV LETRAS, SETA E BORDA INTERNA: PRETOS; Revestido c/ película não refletiva do tipo IV Código (13) FUNDO: Azul; revestido c/ película refletiva do tipo II LETRAS E TABUA: Brancas; revestidas c/ película refletiva do tipo II f) Indicativas Ambientais (Refletiva) Código (13.b) FUNDO: Azul; revestido c/ película refletiva do tipo I LETRAS E TABUA: Brancas; revestidas c/ película refletiva do tipo I ÍCONE (FUNDO): Branco; revestido c/ película não refletiva do tipo I ÍCONE (PICTOGRAMA): Preto; revestido c/ película não refletiva do tipo IVA g) Indicativas Elevadas Ambientais (Refletiva) Código (13.b) FUNDO: Azul; revestido c/ película refletiva do tipo II LETRAS E TABUA: Brancas; revestidas c/ película refletiva do tipo II ÍCONE (FUNDO): Branco; revestido c/ película não refletiva do tipo I ÍCONE (PICTOGRAMA): Preto; revestido c/ película não refletiva do tipo IVA h) Indicativas de Atrativo Turístico (Refletiva) Código (5.b) FUNDO: Marrom; revestido c/ película refletiva do tipo I LETRAS, SETA E BORDA INTERNA: Brancas; revestidas c/ película refletiva do tipo I FUNDO PRETO; Revestido c/ película não refletiva do tipo I ÍCONE (FUNDO): Branco; revestido c/ película não refletiva do tipo II ÍCONE (PICTOGRAMA): Preto i) Indicativas de Atrativo Turístico Elevada (Refletiva) Código (14) FUNDO: Marrom; revestido c/ película refletiva do tipo II LETRAS, SETA E BORDA INTERNA: Brancas; revestidas c/ película refletiva do tipo II FUNDO PRETO; Revestido c/ película não refletiva do tipo I ÍCONE (FUNDO): Branco; revestido c/ película não refletiva do tipo II ÍCONE (PICTOGRAMA): Preto		j) Placas Educativas (Refletiva) Código (18) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LETRAS E TABUA: Pretas; revestido c/ película não refletiva do tipo IV l) Placas Educativas Obrigatórias - Cintos e Faróis (Refletiva) Código (22) FUNDO: Branco; revestido c/ película refletiva do tipo I LETRAS E TABUA: Pretas; revestidas c/ película não refletiva do tipo IV m) Obras Código (26) FUNDO: Laranja; revestido c/ película refletiva do tipo II LETRA E TABUA: Pretas; revestidas c/ película não refletiva do tipo IV SÍMBOLO: Preto; revestido c/ película não refletiva do tipo IVA Código (27) FUNDO: Laranja c/ película refletiva do tipo II LETRA, TABUA E SETA: Pretas; revestido c/ película não refletiva do tipo IV Código (33) FUNDO: Laranja c/ película refletiva do tipo II LETRA, TABUA E SETA: Pretas; revestido c/ película não refletiva do tipo IV PLACA INTERNA: Obras; código (26) Código (32) FUNDO PRETO; Revestido c/ película não refletiva do tipo IVA SÍMBOLO LARANJA; Revestido c/ película refletiva do tipo II n) Dispositivos de Alerta - Delimitadores e Marcadores de Perigo (Refletiva) Código (3.a) FUNDO: AMARELO; Revestido c/ película refletiva do tipo II FUNDO PRETO; Revestido c/ película não refletiva do tipo IVA Código (3.a) FUNDO: AMARELO; Revestido c/ película refletiva do tipo II FUNDO PRETO; Revestido c/ película não refletiva do tipo IVA Código (3.a) FUNDO: AMARELO; Revestido c/ película refletiva do tipo II FUNDO PRETO; Revestido c/ película não refletiva do tipo IVA o) Placas Ostensivas - situações Especiais Código (1.a) FUNDO: Vermelho; revestido c/ película refletiva do tipo I LETRA, TABUA, SETA: Pretas; revestido c/ película não refletiva do tipo IV SÍMBOLO: Branco; revestido c/ película não refletiva do tipo IV CLASSIFICAÇÃO CONFORME NBR 14644-2013 - ABNT I - Microestruturas ou microestruturas (grau técnico ou grau engenharia) II - Estruturas (grau Super Engenharia) III - Estruturas (grau Engenharia) IV - Estruturas (grau Engenharia) IV-A: Película refletiva Primitiva (grau Diamante) IV-A: Película Não-refletiva	
---	--	--	--	--	--

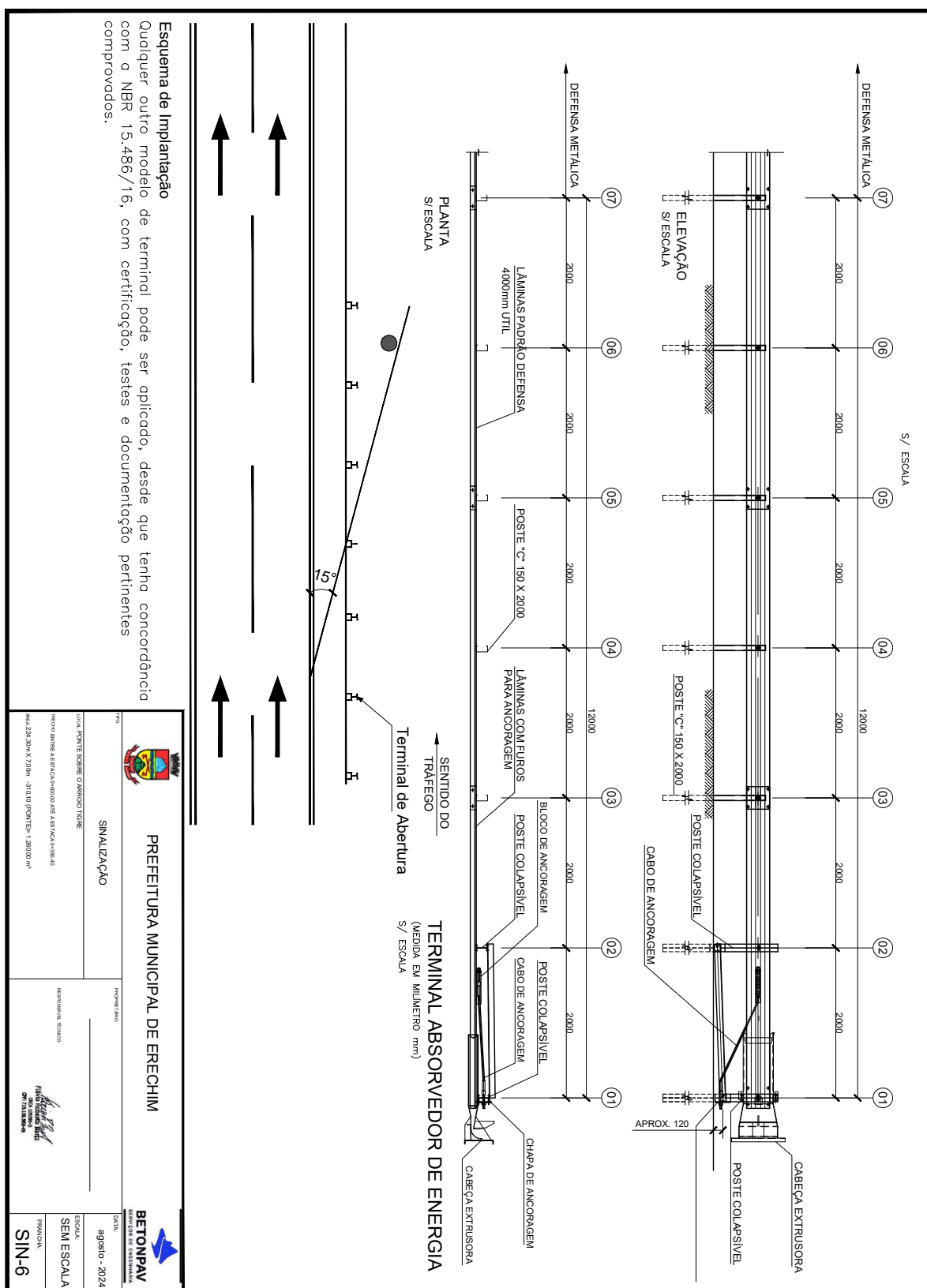
PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM

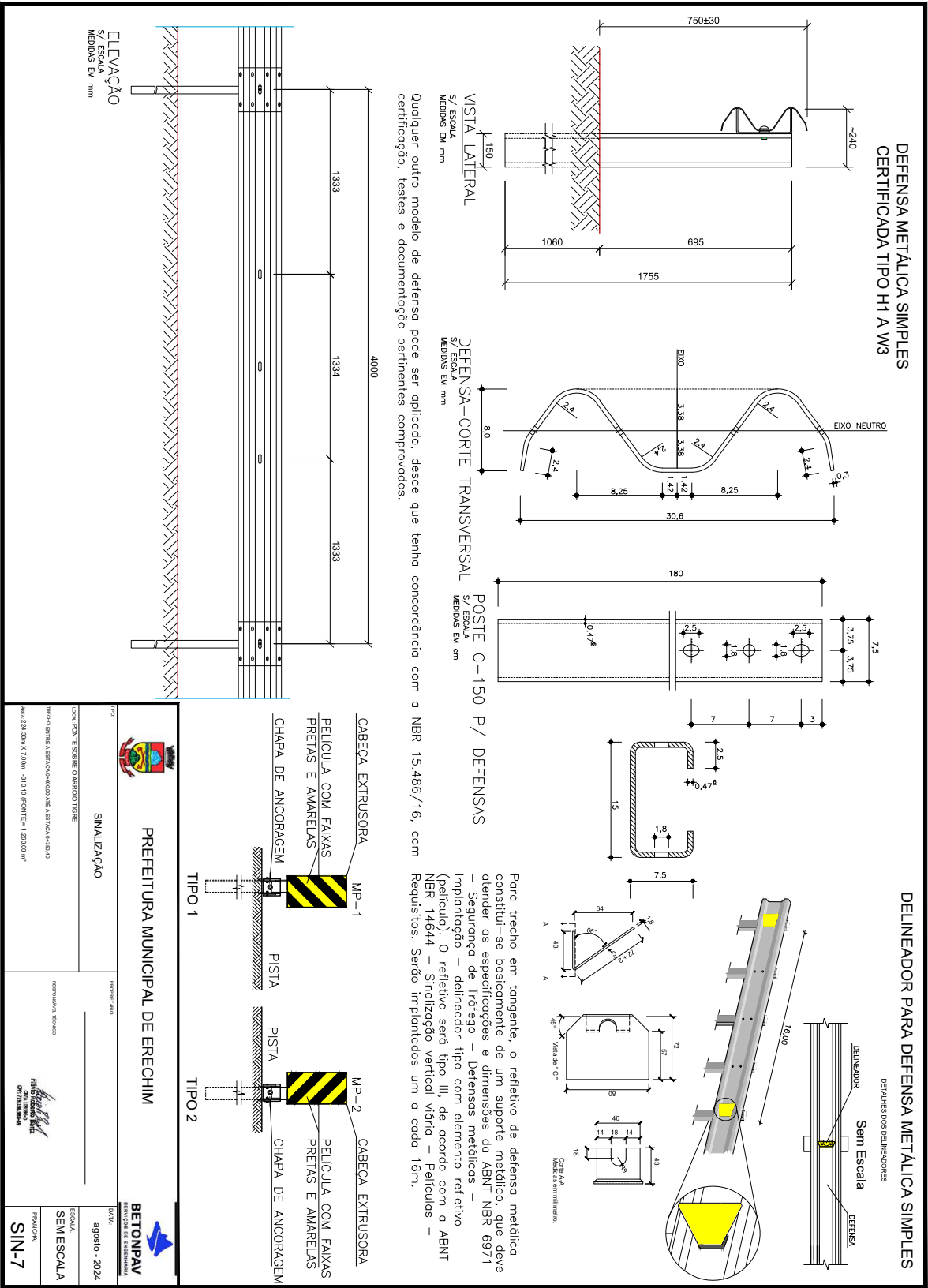
BETONPAV
DIVISÃO DE ENGENHARIA

DATA: agosto - 2024

ESCALA: SEM ESCALA

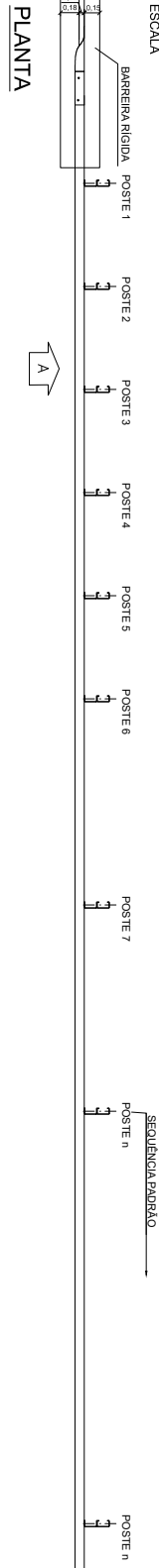
PROJEÇÃO: SIN-5



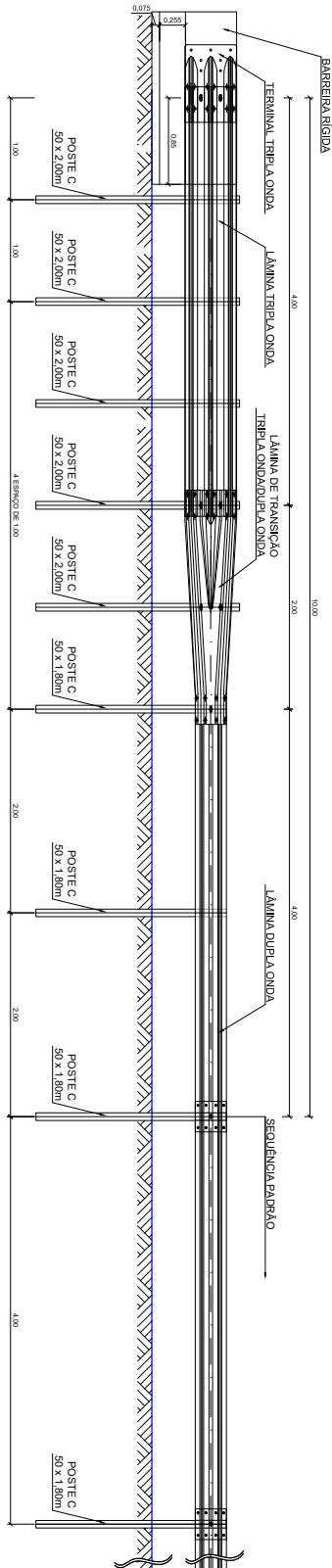




TRANSIÇÃO DE DEFENSA METÁLICA COM
BAREIRA RÍGIDA (ENTRADA DE PONTES E VIADUTOS)
CONFORME FIGURA A.28 DA NBR 6971
S/ ESCALA



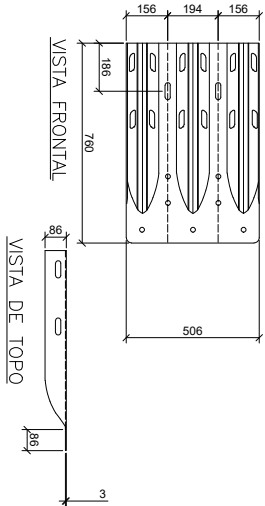
PLANTA



VISTA LATERAL

BAREIRA DE CONCRETO - TL4
PERFIL NEW JERSEY
CONFORME FIGURAS A.1 E A.2 DA NBR 14885-2016
S/ ESCALA

TERMINAL TIPO E – TERMINAL DE CONEXÃO DEFENSA
TRIPLA ONDA COM BAREIRA DE CONCRETO



VISTA FRONTAL

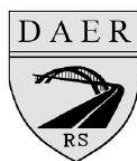
VISTA DE TOPO

		PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM			
TÍTULO		PROPOSTA		DATA	
SINALIZAÇÃO		REPROVAÇÃO TÉCNICA		FISCAL	
LOCAL: PONTE SOBRE O PARQUE TORE		REPROVAÇÃO TÉCNICA		SEM ESCALA	
FUNÇÃO: DIRETORIA DE OBRAS DE INFRAESTRUTURA		REPROVAÇÃO TÉCNICA		TERMINAL	
MENSURAÇÃO: 234,30m x 7,00m - 371,00 (PONTE) - 1.200,00 m²		REPROVAÇÃO TÉCNICA		SIN-8	



TRAÇADO

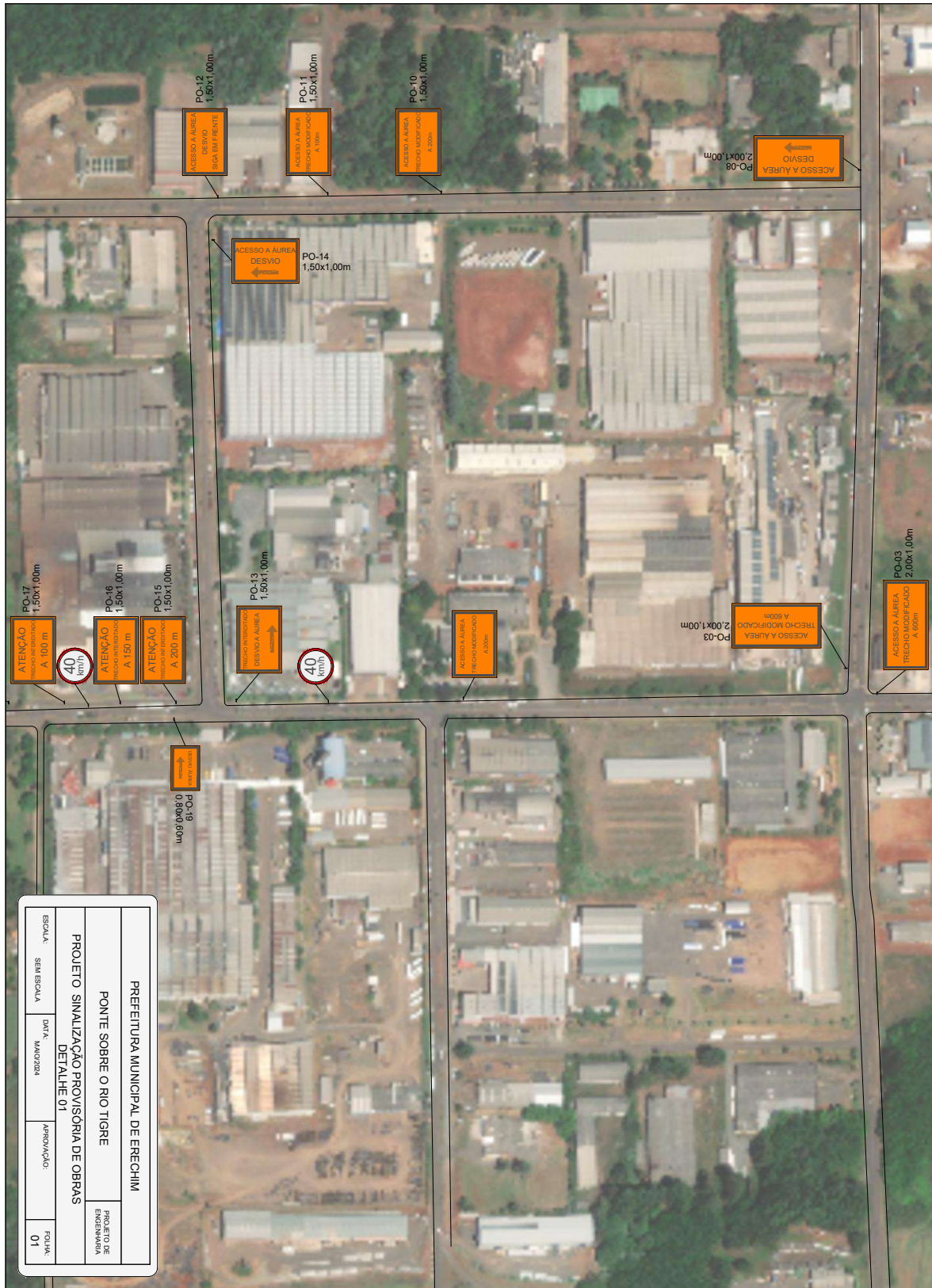
QUANTITATIVOS SINALIZAÇÃO VIÁRIA				
Local: ERS-477				
Trecho: ERECHIM - ÁUREA				
Segmento: Ponte sobre o rio Tigre				
ITEM	CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANTIDADE TOTAL
1 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL				
1.1	5213403	Faixa de sinalização horizontal c/tinta resina acrílica base água - espessura 0,5 mm		76,91
1.1.1		Linhas Brancas		9,60
1.1.1.1		Contínuas		9,60
1.1.1.2		Tracejadas		-
1.1.2		Linhas Amarelas		67,31
1.1.2.1		Contínuas		67,31
1.1.2.2		Tracejadas		-
2 SINALIZAÇÃO VERTICAL				
2.1	5213571	Placa em aço - película I + III - fornecimento e implantação	m²	22,77
2.1.1		Placa A-22	m²	1,28
2.2.2		Placa "A 250m"	m²	-
2.1.2		Placa R-19	m²	1,01
2.2.3		Placa Identificação "Ponte Sobre o Rio Tigre"	m²	5,28
2.1.3		Placa Identificação "Trecho Crítico Para Poluição Ambiental"	m²	5,00
2.2.4		Placa de Advertência Composta	m²	4,20
2.1.4		Placa Delineadora	m²	6,00
2.2	5216111	Suporte para placa de sinalização em madeira de lei tratada 8 x 8 cm - fornecimento e implantação	un	36,00
2.2.1		Placa A-22	un	2,00
2.2.2		Placa "A 250m"	un	-
2.2.3		Placa R-19	un	2,00
2.2.4		Placa Identificação "Ponte Sobre o Rio Tigre"	un	4,00
2.2.5		Placa Identificação "Trecho Crítico Para Poluição Ambiental"	un	4,00
2.2.6		Placa de Advertência Composta	un	4,00
2.2.7		Placa Delineadora	un	20,00
2.3	3713604	Defensa semimaleável simples - fornecimento e implantação	m	120,00
2.3.1		Lado Esquerdo	m	60,00
2.3.2		Lado Direito	m	60,00
2.4	3713873	Módulo de transição de defesa metálica para barreira rígida - fornecimento e implantação	un	4,00
2.4.1		Lado Esquerdo	un	2,00
2.4.2		Lado Direito	un	2,00
2.5	3713690	Terminal de ancoragem de defesa metálica em barreira New Jersey - fornecimento e implantação	un	4,00
2.5.1		Lado Esquerdo	un	2,00
2.5.2		Lado Direito	un	2,00
2.6	3713902	Terminal absorvedor de energia de abertura com nível de contenção TL3 para defesa metálica - fornecimento e implantação	un	4,00
2.6.1		Lado Esquerdo	un	2,00
2.6.2		Lado Direito	un	2,00

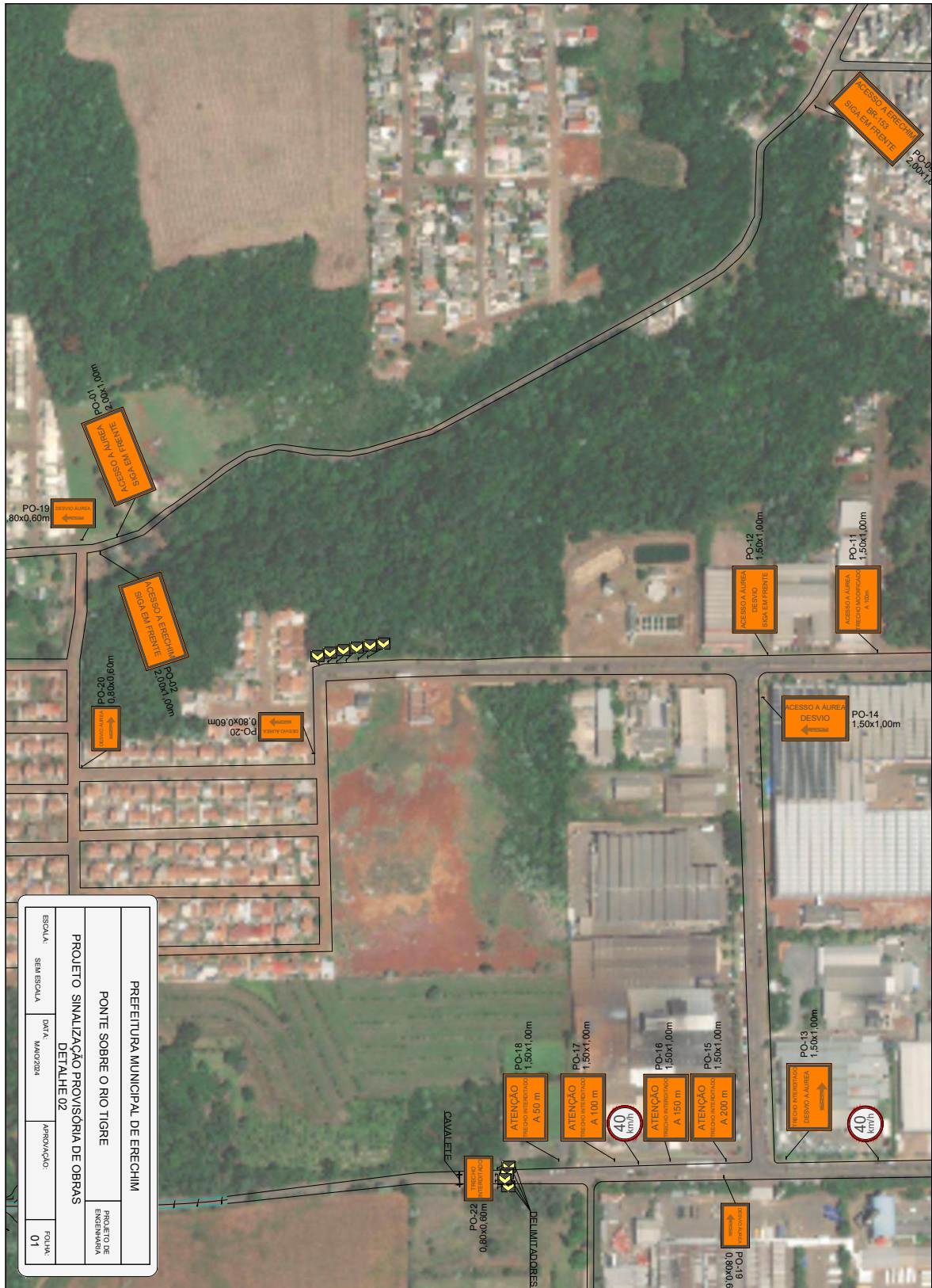


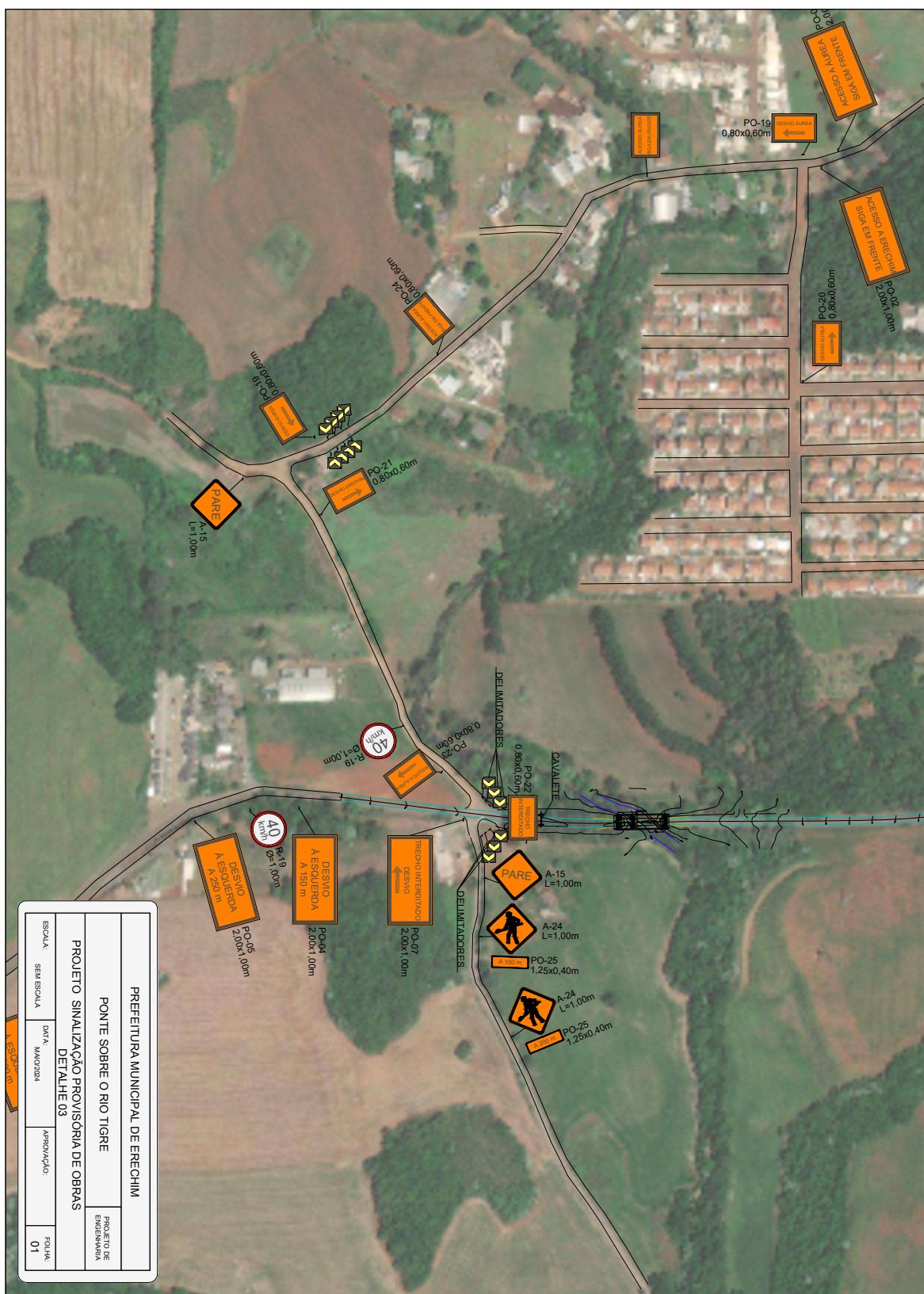
PROJETO DE SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA

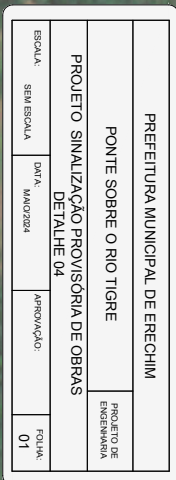
O Projeto de Sinalização Provisória apresentado a seguir está sendo proposto integralmente pela Traçado Construções e Serviços LTDA e foi desenvolvido pela empresa Traçado Construções e Serviços LTDA, tendo como responsável técnico o Eng. Roberto Pires da Silva, CREA/RS 160132, ART 13305556.

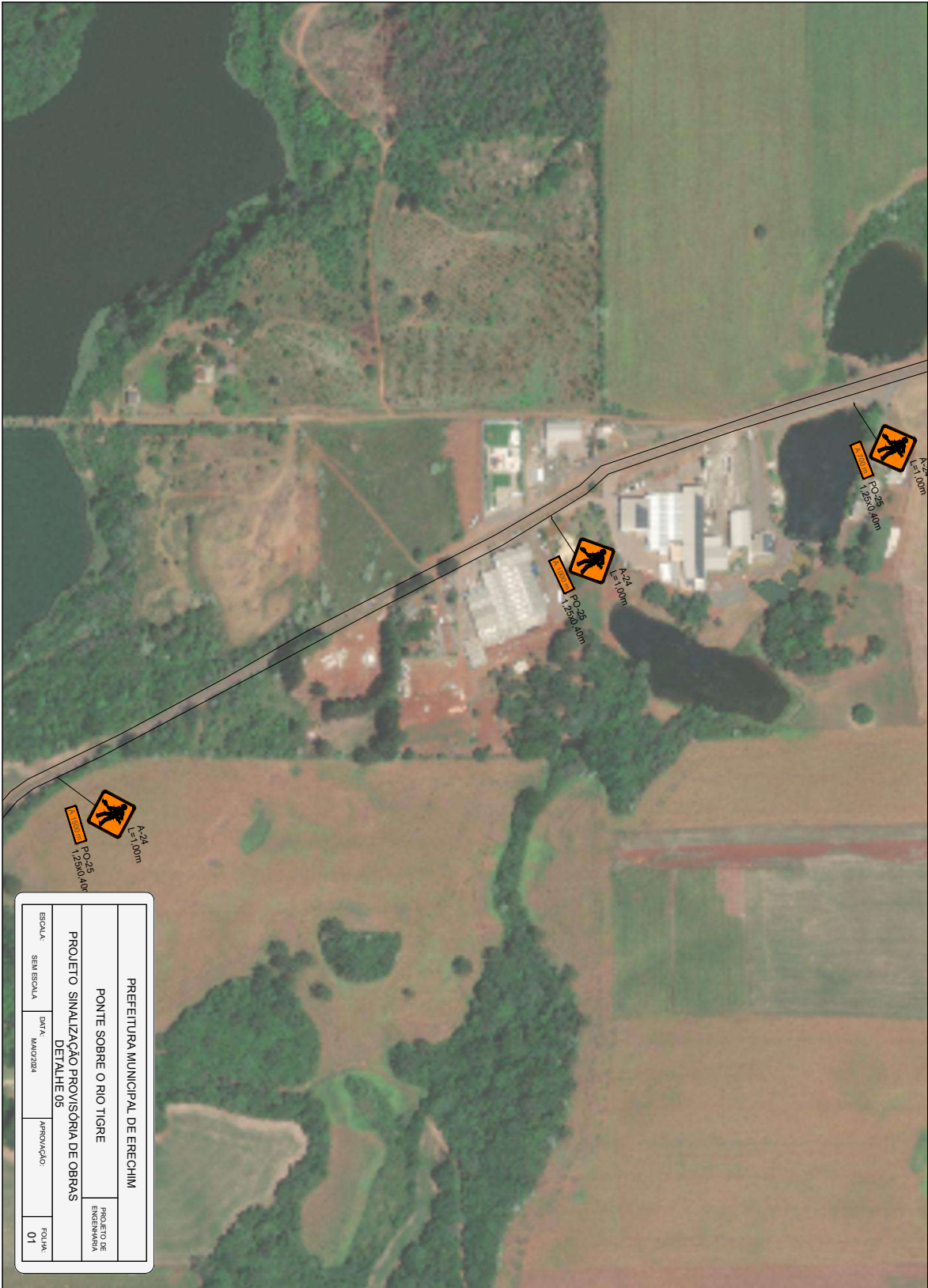


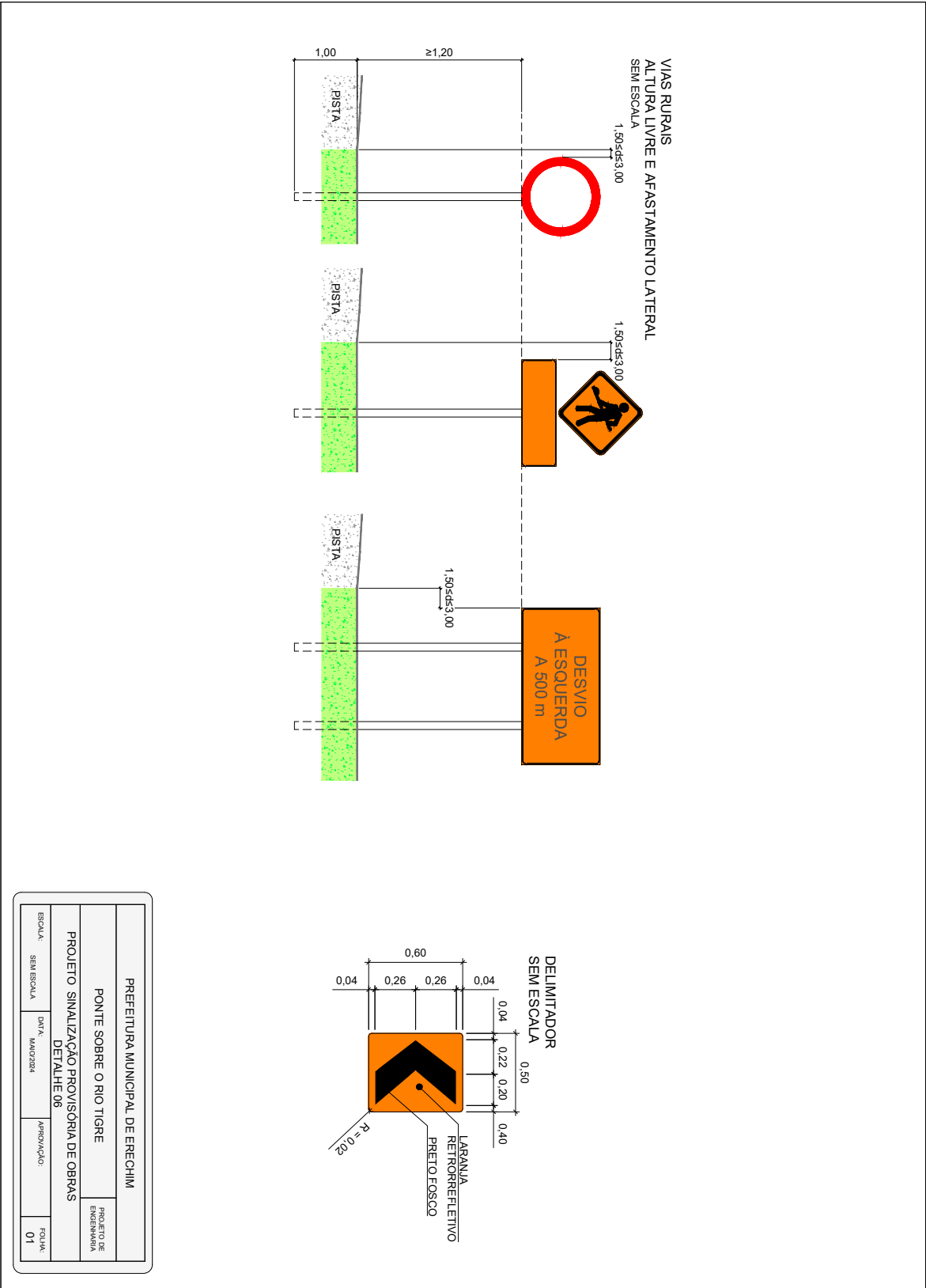


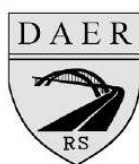






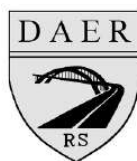






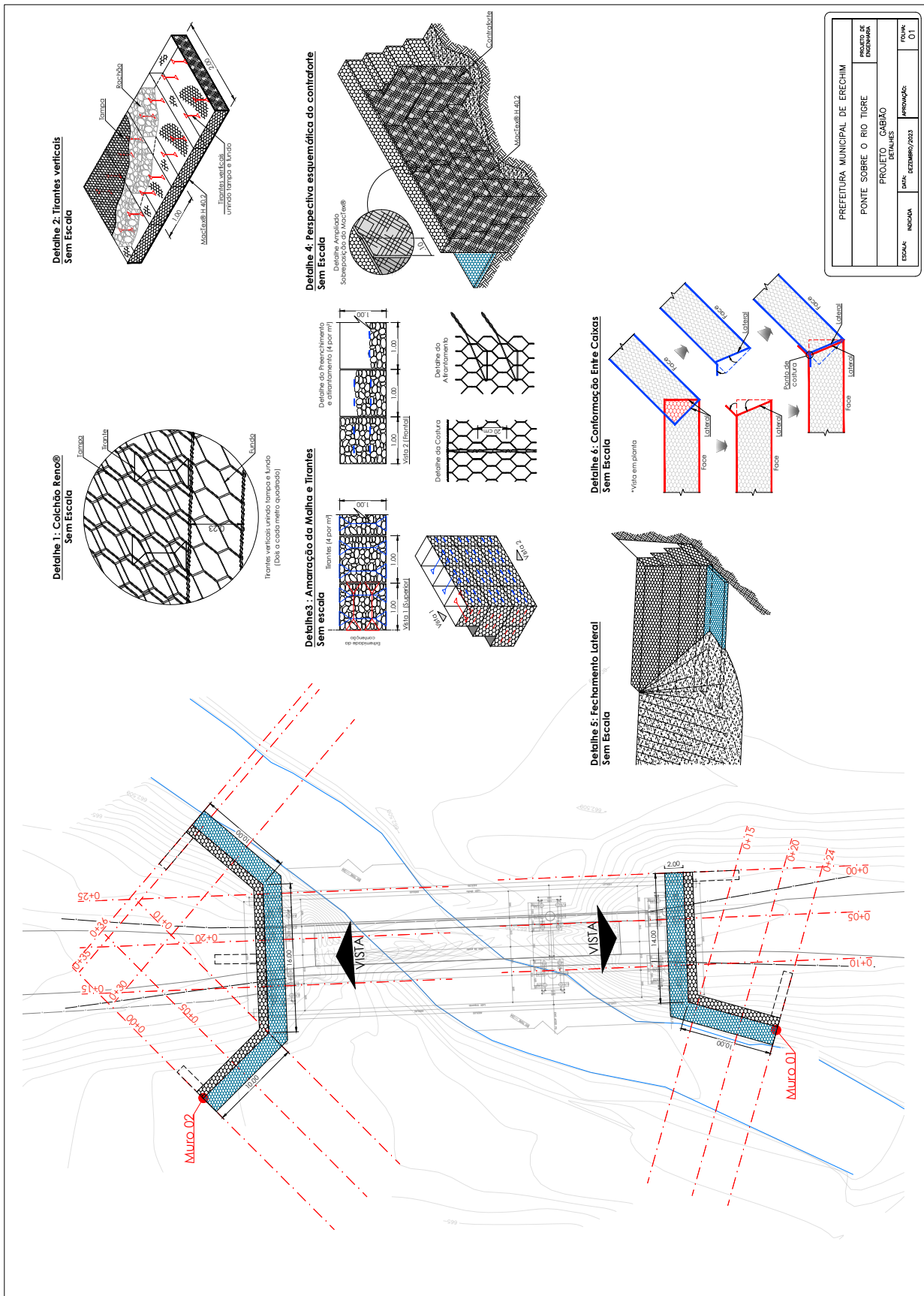
TRAÇADO

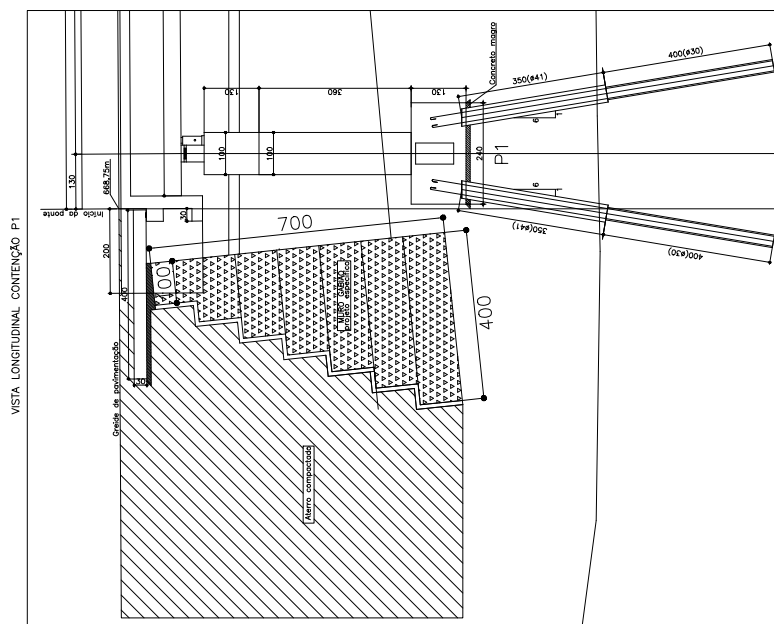
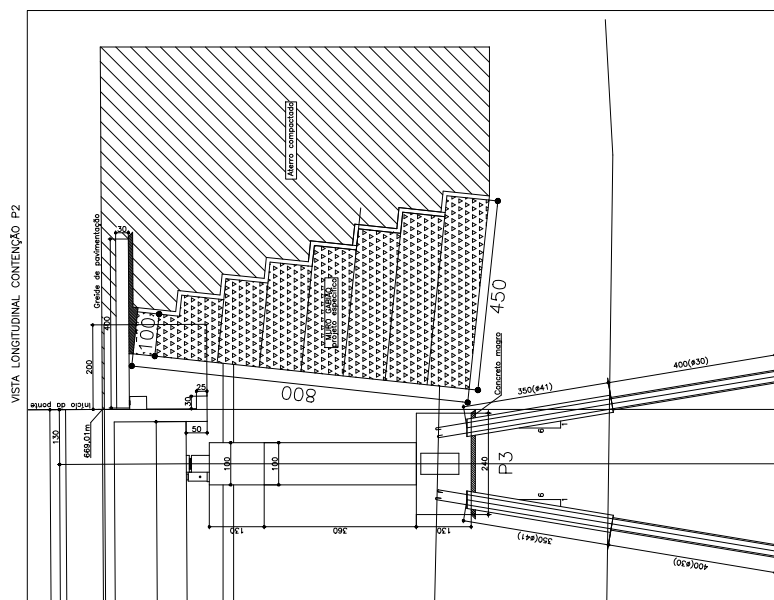
QUANTITATIVOS SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE OBRAS				
Local: ERS-477				
Trecho: ERECHIM - ÁUREA				
Segmento: Ponte sobre o rio Tigre				
ITEM	CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANTIDADE TOTAL
1	SINALIZAÇÃO DE OBRA			
1.1	5213571	Placa em aço - película I + III - fornecimento e implantação	m²	60,00
1.1.1		Placa PO-01	m²	2,00
1.1.2		Placa PO-02	m²	2,00
1.1.3		Placa PO-03	m²	4,00
1.1.4		Placa PO-04	m²	2,00
1.1.5		Placa PO-05	m²	2,00
1.1.6		Placa PO-06	m²	2,00
1.1.7		Placa PO-07	m²	2,00
1.1.8		Placa PO-08	m²	2,00
1.1.9		Placa PO-09	m²	2,00
1.1.10		Placa PO-10	m²	3,00
1.1.11		Placa PO-11	m²	1,50
1.1.12		Placa PO-12	m²	1,50
1.1.13		Placa PO-13	m²	1,50
1.1.14		Placa PO-14	m²	1,50
1.1.15		Placa PO-15	m²	1,50
1.1.16		Placa PO-16	m²	1,50
1.1.17		Placa PO-17	m²	1,50
1.1.18		Placa PO-18	m²	1,50
1.1.19		Placa PO-19	m²	1,44
1.1.20		Placa PO-20	m²	0,96
1.1.21		Placa PO-21	m²	0,48
1.1.22		Placa PO-22	m²	0,96
1.1.23		Placa PO-23	m²	0,48
1.1.24		Placa PO-24	m²	0,96
1.1.25		Placa PO-25	m²	2,50
1.1.26		Placa A-24	m²	5,00
1.1.27		Placa A-15	m²	2,00
1.1.28		Placas Delimitadoras	m²	7,20
1.1.29		Placa R-7	m²	0,50
1.1.30		Placa R-19	m²	2,51
1.2	5216111	Suporte para placa de sinalização em madeira de lei tratada 8 x 8 cm - fornecimento e implantação	un	99,00
1.2.2		Placa PO-01	un	2,00
1.2.3		Placa PO-02	un	2,00
1.2.4		Placa PO-03	un	4,00
1.2.5		Placa PO-04	un	2,00
1.2.6		Placa PO-05	un	2,00
1.2.7		Placa PO-06	un	2,00
1.2.8		Placa PO-07	un	2,00
1.2.9		Placa PO-08	un	2,00
1.2.10		Placa PO-09	un	2,00
1.2.11		Placa PO-10	un	4,00
1.2.12		Placa PO-11	un	2,00
1.2.13		Placa PO-12	un	2,00
1.2.14		Placa PO-13	un	2,00
1.2.15		Placa PO-14	un	2,00
1.2.16		Placa PO-15	un	2,00
1.2.17		Placa PO-16	un	2,00
1.2.18		Placa PO-17	un	2,00
1.2.19		Placa PO-18	un	2,00
1.2.20		Placa PO-19	un	6,00
1.2.21		Placa PO-20	un	4,00
1.2.22		Placa PO-21	un	2,00
1.2.23		Placa PO-22	un	4,00
1.2.24		Placa PO-23	un	2,00
1.2.25		Placa PO-24	un	4,00
1.2.26		Placa PO-25	un	0,00
1.2.27		Placa A-24	un	5,00
1.2.28		Placa A-15	un	2,00
1.2.29		Placas Delimitadoras	un	24,00
1.2.30		Placa R-7	un	1,00
1.2.31		Placa R-19	un	5,00
1.3	5219544	Cavelete em perfil metálico para placa de sinalização - 1,00 m x 1,00 m - confecção	un	2,00



PROJETO DE CONTENÇÃO

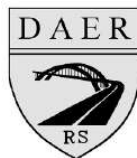
O Projeto de Contenção apresentado a seguir está sendo proposto integralmente pela Traçado Construções e Serviços LTDA e foi desenvolvido pela empresa Traçado Construções e Serviços LTDA, tendo como responsável técnico o Eng. Roberto Pires da Silva, CREA/RS 160132, ART 13305556; e pela empresa Concivil Projetos de Engenharia S/S EPP, CREA/SC 51260-6 tendo como responsável técnico o Eng. Nelson Savaris, CREA/SC 2971-8, ART 9261293-0.





Estrutura	Gabião Caixa (m³)	Colchão Reno (m³)	Geotêxtil (m²)
MURO DE GABIÃO E1	346,85	51,00	253,13
CONTRA-FORTES E1	35,00	70,00	
Total	381,85	51,00	323,13
MURO DE GABIÃO E2	722,30	75,40	475,70
CONTRA-FORTES E2	66,00	132,00	
Total	788,30	75,40	607,70

PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM	
PONTE SOBRE O RIO TIGRE	PROJETO DE ENGENHARIA
PROJETO CONTENÇÃO VISTAS LONGITUINAS CONTEÚDOS P1 E P3	
ESCALA: 1/100	DATA: DEZEMBRO/2023
	FOLHA: 02



TRACADO

PARTE III - ARTs

253



TRAÇADO



Obra de Arte Engenharia

1 ARTS



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART CREA-SC
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina



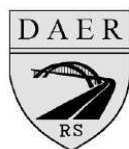
ART OBRA OU SERVIÇO
25 2022 8467658-7
Inicial Individual

1. Responsável Técnico VILSON RENAN BRILLINGER Título Profissional: Engenheiro Civil Empresa Contratada: OBRA DE ARTE ENGENHARIA LTDA		RNP: 2602819369 Registro: 082564-2-SC Registro: 088708-5-SC																																																								
2. Dados do Contrato Contratante: PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM Endereço: PRACA DA BANDEIRA Complemento: Cidades: ERECHIM Valor da Obra/Serviço/Contrato: R\$ 83.500,00 Honorários: Vencido à ART Contrato: 5082022 Celebrado em: 12/09/2022																																																										
3. Dados Obra/Serviço Proprietário: PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM Endereço: RUA TUBALCAIM FARACO Complemento: SALA 810 Cidade: TUBARAO Data de Início: 18/09/2022 Finalidade: Infra estrutura Data de Término: 14/12/2022 Bairro: CENTRO UF: SC Coordenadas Geográficas: CPF/CNPJ: 87.513.477/0001-20 N°: 354 CEP: 99700-910 CPF/CNPJ: 87.513.477/0001-20 N°: 130 CEP: 88701-150 Código:																																																										
4. Atividade Técnica <table border="1"> <thead> <tr> <th>Estudo</th> <th>Coordenação</th> <th>Dimensão do Trabalho</th> <th>Unidade(s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Coordenação de Projetos</td> <td>Coordenação</td> <td>1,00</td> <td>Unidade(s)</td> </tr> <tr> <td>Hidrologia</td> <td>Coordenação</td> <td>1,00</td> <td>Unidade(s)</td> </tr> <tr> <td>Ponte em Concreto</td> <td>Visoria</td> <td>Laudo</td> <td>Coordenação</td> </tr> <tr> <td>Sondagem</td> <td>Levantamento</td> <td>Laudo</td> <td>Coordenação</td> </tr> <tr> <td>Drenagem</td> <td>Desenho Técnico</td> <td>Coordenação</td> <td>30,00 Metro(s)</td> </tr> <tr> <td>Terraplenagem</td> <td>Desenho Técnico</td> <td>Especificação</td> <td>100,00 Metro(s)</td> </tr> <tr> <td>Traçado viário</td> <td>Coordenação</td> <td>200,00</td> <td>Metro(s)</td> </tr> <tr> <td>Traçado viário - projeto geométrico</td> <td>Desenho Técnico</td> <td>200,00</td> <td>Metro(s)</td> </tr> <tr> <td>Sinalização</td> <td>Especificação</td> <td>Orçamento</td> <td>Coordenação</td> </tr> <tr> <td>Ponte em Concreto</td> <td>Desenho Técnico</td> <td>Especificação</td> <td>200,00 Metro(s)</td> </tr> <tr> <td>Ponte em Concreto</td> <td>Orçamento</td> <td>Memorial Descritivo</td> <td>450,00 Metro(s) Quadrado(s)</td> </tr> <tr> <td>Topografia</td> <td>Desenho Técnico</td> <td>Levantamento</td> <td>450,00 Metro(s) Quadrado(s)</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>22.000,00</td> <td>Metro(s) Quadrado(s)</td> </tr> </tbody> </table>			Estudo	Coordenação	Dimensão do Trabalho	Unidade(s)	Coordenação de Projetos	Coordenação	1,00	Unidade(s)	Hidrologia	Coordenação	1,00	Unidade(s)	Ponte em Concreto	Visoria	Laudo	Coordenação	Sondagem	Levantamento	Laudo	Coordenação	Drenagem	Desenho Técnico	Coordenação	30,00 Metro(s)	Terraplenagem	Desenho Técnico	Especificação	100,00 Metro(s)	Traçado viário	Coordenação	200,00	Metro(s)	Traçado viário - projeto geométrico	Desenho Técnico	200,00	Metro(s)	Sinalização	Especificação	Orçamento	Coordenação	Ponte em Concreto	Desenho Técnico	Especificação	200,00 Metro(s)	Ponte em Concreto	Orçamento	Memorial Descritivo	450,00 Metro(s) Quadrado(s)	Topografia	Desenho Técnico	Levantamento	450,00 Metro(s) Quadrado(s)			22.000,00	Metro(s) Quadrado(s)
Estudo	Coordenação	Dimensão do Trabalho	Unidade(s)																																																							
Coordenação de Projetos	Coordenação	1,00	Unidade(s)																																																							
Hidrologia	Coordenação	1,00	Unidade(s)																																																							
Ponte em Concreto	Visoria	Laudo	Coordenação																																																							
Sondagem	Levantamento	Laudo	Coordenação																																																							
Drenagem	Desenho Técnico	Coordenação	30,00 Metro(s)																																																							
Terraplenagem	Desenho Técnico	Especificação	100,00 Metro(s)																																																							
Traçado viário	Coordenação	200,00	Metro(s)																																																							
Traçado viário - projeto geométrico	Desenho Técnico	200,00	Metro(s)																																																							
Sinalização	Especificação	Orçamento	Coordenação																																																							
Ponte em Concreto	Desenho Técnico	Especificação	200,00 Metro(s)																																																							
Ponte em Concreto	Orçamento	Memorial Descritivo	450,00 Metro(s) Quadrado(s)																																																							
Topografia	Desenho Técnico	Levantamento	450,00 Metro(s) Quadrado(s)																																																							
		22.000,00	Metro(s) Quadrado(s)																																																							
5. Observações ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE PONTE EM CONCRETO ARMADO COM SUPERESTRUTURA PROTENDIDA A SER IMPLANTADA SOBRE O RIO TIGRE - ERS 47 - PROCESSO Nº 124/09/2022																																																										
6. Declarações Acessibilidade: Declaro que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART foram atendidas as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004.																																																										
7. Entidade de Classe ACE - 01																																																										
8. Informações A ART é válida somente após o pagamento da taxa. Situação do pagamento da taxa da ART em 22/09/2022: TAXA DA ART A PAGAR Valor ART: R\$ 233,94 Data Vencimento: 03/10/2022 Registrada em: Valor Pago: Data Pagamento: Nosso Número: A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-sc.org.br/art . A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual. Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 9.794/99 e na Resolução 1.025/05 do CONFEA.																																																										
9. Assinaturas Declaro ser verdadeiras as informações acima. VILSON RENAN BRILLINGER: 04899231917 Assinado de forma digital por VILSON RENAN BRILLINGER: 04899231917 Data: 2022.09.13 13:23:03 -03'00' VILSON RENAN BRILLINGER 048.092.319-17 Contratante: PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM 87.513.477/0001-20																																																										

www.crea-sc.org.br
Fone: (48) 3331-2000

telecom@crea-sc.org.br
Fax: (48) 3331-2107





TRAÇADO



Obra de Arte Engenharia



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART CREA-SC
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina



ART OBRA OU SERVIÇO
25/2022 **8467977-0**

Inicial Individual

1. Responsável Técnico ANTONIO JERONIMO BOTELHO Título Profissional: Engenheiro Civil RNP: 2519377100 Registro: 172661-2-SC Empresa Contratada: OBRA DE ARTE ENGENHARIA LTDA Registro: 088708-5-SC																																																																															
2. Dados do Contrato Contratante: PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM Endereço: PRACA DA BANDEIRA Complemento: SALA 810 Cidade: ERECHIM Valor da Obra/Serviço/Contrato: R\$ 83.500,00 Contrato: 508/2022 Celebrado em: 12/09/2022 Honorários: Vinculado à ART: Ação Institucional: Tipo de Contratante: Bairro: CENTRO UF: RS CEP: 99700-010 CPF/CNPJ: 87.613.477/0001-20 Nº: 354																																																																															
3. Dados Obra/Serviço Proprietário: PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM Endereço: RUA TUBALCAIM FARACO Complemento: SALA 810 Cidade: TUBARAO Data de Início: 16/09/2022 Finalidade: Infra-estrutura Data de Término: 14/12/2022 Coordenadas Geográficas: Código: CPF/CNPJ: 87.613.477/0001-20 Nº: 150 CEP: 88701-150																																																																															
4. Atividade Técnica <table border="1"> <thead> <tr> <th>Estudo</th> <th>Dimensão do Trabalho</th> <th>Unidade(s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hidrologia</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Inspção</td> <td>Vistoria</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>Ponte em Concreto</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Laudo</td> <td></td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>Sondagem</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Levantamento</td> <td></td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>Drenagem</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Desenho Técnico</td> <td></td> <td>30,00</td> </tr> <tr> <td>Terraplenagem</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Desenho Técnico</td> <td></td> <td>100,00</td> </tr> <tr> <td>Traçado viário</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Desenho Técnico</td> <td></td> <td>200,00</td> </tr> <tr> <td>Traçado viário - projeto geométrico</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Desenho Técnico</td> <td></td> <td>200,00</td> </tr> <tr> <td>Sinalização</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Especificação</td> <td></td> <td>200,00</td> </tr> <tr> <td>Ponte em Concreto</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Desenho Técnico</td> <td></td> <td>200,00</td> </tr> <tr> <td>Ponte em Concreto</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Orçamento</td> <td></td> <td>450,00</td> </tr> <tr> <td>Topografia</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Desenho Técnico</td> <td></td> <td>450,00</td> </tr> <tr> <td>Batimetria</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Desenho Técnico</td> <td></td> <td>22.000,00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>3.000,00</td> </tr> </tbody> </table>		Estudo	Dimensão do Trabalho	Unidade(s)	Hidrologia			Inspção	Vistoria	1,00	Ponte em Concreto			Laudo		1,00	Sondagem			Levantamento		1,00	Drenagem			Desenho Técnico		30,00	Terraplenagem			Desenho Técnico		100,00	Traçado viário			Desenho Técnico		200,00	Traçado viário - projeto geométrico			Desenho Técnico		200,00	Sinalização			Especificação		200,00	Ponte em Concreto			Desenho Técnico		200,00	Ponte em Concreto			Orçamento		450,00	Topografia			Desenho Técnico		450,00	Batimetria			Desenho Técnico		22.000,00			3.000,00
Estudo	Dimensão do Trabalho	Unidade(s)																																																																													
Hidrologia																																																																															
Inspção	Vistoria	1,00																																																																													
Ponte em Concreto																																																																															
Laudo		1,00																																																																													
Sondagem																																																																															
Levantamento		1,00																																																																													
Drenagem																																																																															
Desenho Técnico		30,00																																																																													
Terraplenagem																																																																															
Desenho Técnico		100,00																																																																													
Traçado viário																																																																															
Desenho Técnico		200,00																																																																													
Traçado viário - projeto geométrico																																																																															
Desenho Técnico		200,00																																																																													
Sinalização																																																																															
Especificação		200,00																																																																													
Ponte em Concreto																																																																															
Desenho Técnico		200,00																																																																													
Ponte em Concreto																																																																															
Orçamento		450,00																																																																													
Topografia																																																																															
Desenho Técnico		450,00																																																																													
Batimetria																																																																															
Desenho Técnico		22.000,00																																																																													
		3.000,00																																																																													

5. Observações
ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE 01 PONTE EM CONCRETO ARMADO COM SUPERESTRUTURA PROTENDIDA A SER IMPLANTADA SOBRE O RIO TIGRE - ERS 47. PROCESSO Nº 12403/2022

6. Declarações
Acessibilidade: Declaro que (as) atividade(s) registrada(s) nesta ART foram atendidas as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe
AJEC - 34

8. Informações
A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
Situação do pagamento da taxa da ART em 22/09/2022: TAXA DA ART A PAGAR
Valor ART: R\$ 233,94 | Data Vencimento: 03/10/2022 | Registrada em:
Valor Pago: | Data Pagamento: | Nosso Número:
A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-sc.org.br/art.
A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.028/09 do CONFEA.

9. Assinaturas
Declaro serem verdadeiras as informações acima.
TUBARAO - SC, 22 de Setembro de 2022

ANTONIO JERONIMO BOTELHO
096.470.109-07
Contratante: PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM
87.613.477/0001-20

www.crea-sc.org.br | falecom@crea-sc.org.br
Fone: (48) 3331-2000 | Fax: (48) 3331-2107





TRAÇADO



Obra de Arte Engenharia



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina

CREA-SC



ART OBRA OU SERVIÇO
25 2022 8467966-5
Inicial Individual

1. Responsável Técnico EVERTON BRILLINGER Título Profissional: Engenheiro Civil Empresa Contratada: OBRA DE ARTE ENGENHARIA LTDA		RNP: 2519044055 Registro: 199958-9-SC Registro: 088708-5-SC																																																												
2. Dados do Contrato Contratante: PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM Endereço: PRACA DA BANDEIRA Complemento: Cidade: ERECHIM Valor da Obra/Serviço/Contrato: R\$ 83.500,00 Celebrado em: 12/09/2022 Honorários: Vinculado à ART:		CPF/CNPJ: 87.613.477/0001-20 N°: 354 CEP: 56700-010 Bairro: CENTRO UF: RS Ação Institucional Tipo de Contratante:																																																												
3. Dados Obra/Serviço Proprietário: PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM Endereço: RUA TUBALCAIM FARACO Complemento: SALA 810 Cidade: TUBARAO Data de Início: 16/09/2022 Finalidade: Info-estrutura Data de Término: 14/12/2022 Coordenadas Geográficas:		CPF/CNPJ: 87.613.477/0001-20 N°: 150 CEP: 88701-150 Bairro: CENTRO UF: SC Código:																																																												
4. Atividade Técnica <table border="1"> <thead> <tr> <th>Atividade</th> <th>Descrição</th> <th>Dimensão do Trabalho</th> <th>Unidade(s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Estudo Hidrologia</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Inspeção</td> <td>Vistoria</td> <td>Laudo</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>Ponte em Concreto</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Estudo Sondagem</td> <td>Levantamento</td> <td>Laudo</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>Projeto Drenagem</td> <td>Desenho Técnico</td> <td></td> <td>30,00</td> </tr> <tr> <td>Projeto Terraplenagem</td> <td>Desenho Técnico</td> <td>Especificação</td> <td>100,00</td> </tr> <tr> <td>Estudo Traçado viário</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Projeto Traçado viário - projeto geométrico</td> <td>Desenho Técnico</td> <td></td> <td>200,00</td> </tr> <tr> <td>Projeto Sinalização</td> <td>Especificação</td> <td>Orçamento</td> <td>200,00</td> </tr> <tr> <td>Projeto Ponte em Concreto</td> <td>Desenho Técnico</td> <td>Especificação</td> <td>200,00</td> </tr> <tr> <td>Diagnóstico Ambiental Ponte em Concreto</td> <td>Orçamento</td> <td>Memorial Descritivo</td> <td>450,00</td> </tr> <tr> <td>Estudo Topografia</td> <td>Desenho Técnico</td> <td>Levantamento</td> <td>450,00</td> </tr> <tr> <td>Estudo Batimetria</td> <td>Desenho Técnico</td> <td>Levantamento</td> <td>22.000,00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>3.000,00</td> </tr> </tbody> </table>			Atividade	Descrição	Dimensão do Trabalho	Unidade(s)	Estudo Hidrologia				Inspeção	Vistoria	Laudo	1,00	Ponte em Concreto				Estudo Sondagem	Levantamento	Laudo	1,00	Projeto Drenagem	Desenho Técnico		30,00	Projeto Terraplenagem	Desenho Técnico	Especificação	100,00	Estudo Traçado viário				Projeto Traçado viário - projeto geométrico	Desenho Técnico		200,00	Projeto Sinalização	Especificação	Orçamento	200,00	Projeto Ponte em Concreto	Desenho Técnico	Especificação	200,00	Diagnóstico Ambiental Ponte em Concreto	Orçamento	Memorial Descritivo	450,00	Estudo Topografia	Desenho Técnico	Levantamento	450,00	Estudo Batimetria	Desenho Técnico	Levantamento	22.000,00				3.000,00
Atividade	Descrição	Dimensão do Trabalho	Unidade(s)																																																											
Estudo Hidrologia																																																														
Inspeção	Vistoria	Laudo	1,00																																																											
Ponte em Concreto																																																														
Estudo Sondagem	Levantamento	Laudo	1,00																																																											
Projeto Drenagem	Desenho Técnico		30,00																																																											
Projeto Terraplenagem	Desenho Técnico	Especificação	100,00																																																											
Estudo Traçado viário																																																														
Projeto Traçado viário - projeto geométrico	Desenho Técnico		200,00																																																											
Projeto Sinalização	Especificação	Orçamento	200,00																																																											
Projeto Ponte em Concreto	Desenho Técnico	Especificação	200,00																																																											
Diagnóstico Ambiental Ponte em Concreto	Orçamento	Memorial Descritivo	450,00																																																											
Estudo Topografia	Desenho Técnico	Levantamento	450,00																																																											
Estudo Batimetria	Desenho Técnico	Levantamento	22.000,00																																																											
			3.000,00																																																											

5. Observações
ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE 01 PONTE EM CONCRETO ARMADO COM SUPERESTRUTURA PROTENDIDA A SER IMPLANTADA SOBRE O RIO TIGRE - ERS 47 - PROCESSO Nº 124032002

6. Declarações
Acessibilidade: Declaro que n(ais) atividade(s) registrada(s) nesta ART foram atendidas as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe
NENHUMA

8. Informações
A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
Situação do pagamento da taxa da ART em 22/09/2022: TAXA DA ART A PAGAR
Valor ART: R\$ 233,94 | Data Vencimento: 03/10/2022 | Registrada em:
Valor Pago: | Data Pagamento: | Nosso Número:
A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-sc.org.br/art.
A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 8.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

9. Assinaturas
Declaro serem verdadeiras as informações acima.
TUBARAO - SC, 22 de Setembro de 2022

EVERTON BRILLINGER
035.807.089-12

Contratante: PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM
87.613.477/0001-20

www.crea-sc.org.br | falecom@crea-sc.org.br
Fone: (48) 3331-2009 | Fax: (48) 3331-2107





26043500033132



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina

CREA-SC



ART OBRA OU SERVIÇO
25 2024 **9261293-0**
Inicial
Individual

1. Responsável Técnico	
NELSON SAVARIS Título Profissional: Engenheiro Civil	RNP: 2502446929 Registro: 002971-8-SC
Empresa Contratada: CONCIVIL PROJETOS DE ENGENHARIA S/S EPP	Registro: 051260-6-SC

2. Dados do Contrato	
Contratante: Andreetta & Cia Ltda Endereço: EST LINHA 01 SECCAO PAIOL GRANDE Complemento: RIO TIGRE Cidade: ERECHIM Valor: R\$ 25.000,00 Contrato:	Bairro: INTERIOR UF: RS Ação Institucional: Tipo de Contratante:
Celebrado em:	Vinculado à ART:
CPF/CNPJ: 87.606.372/0003-06 Nº: SN CEP: 99700-970	

3. Dados Obra/Serviço	
Proprietário: Prefeitura Municipal de Erechim Endereço: ERS-477 Rio Tigre Complemento: PONTE RIO TIGRE Cidade: ERECHIM Data de Início: 01/02/2024 Finalidade: Infra-estrutura	Bairro: INTERIOR UF: RS Coordenadas Geográficas: -27.660619 -52.244427 Código:
Previsão de Término: 01/05/2025	CEP: 99700-010

4. Atividade Técnica			
Projeto	Memorial Descritivo	Orçamento	Dimensionamento
Ponte em Concreto			
Projeto	Dimensão do Trabalho:	531,60	Metros Quadrados/Mês
Muros de Gabião	Orçamento	Dimensionamento	
	Dimensão do Trabalho:	1,00	Unidade(s)

5. Observações
Elab. de projeto executivo de 1 ponte em concreto armado com superestrutura protendida, classe 45T, sobre o Rio Tigre - ERS477. Inclui os respectivos memoriais descritivos, orçamento e cronogramas.

6. Declarações
. Acessibilidade: Declaro que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART foram atendidas as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe	9. Assinaturas
NENHUMA	Declaro serem verdadeiras as informações acima. FLORIANOPOLIS - SC, 25 de Abril de 2024

8. Informações	
. A ART é válida somente após o pagamento da taxa. Situação do pagamento da taxa da ART: TAXA DA ART PAGA Valor ART: R\$ 262,55 Data Vencimento: 06/05/2024 Registrada em: 25/04/2024 Valor Pago: R\$ 262,55 Data Pagamento: 03/05/2024 Nosso Número: 14002404000186267 . A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-sc.org.br/art . . A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual. . Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.	NELSON SAVARIS 029.898.329-04

www.crea-sc.org.br
Fone: (48) 3331-2000

falecom@crea-sc.org.br
Fax: (48) 3331-2107



Contratante: Andreetta & Cia Ltda
87.606.372/0003-06



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul



CREA-RS
 Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

ART Número
13305556

Tipo: OBRA OU SERVIÇO	Participação Técnica: INDIVIDUAL/PRINCIPAL
Convênio: NÃO É CONVÊNIO	Motivo: NORMAL

Contratado

Carteira: RS160132	Profissional: ROBERTO PIRES DA SILVA	E-mail: piresengenharia@hotmail.com
RNP: 2206977770	Título: Engenheiro Civil	
Empresa: TRAÇADO CONSTRUÇÕES E SERVIÇOS LTDA	Nr.Reg.: 94185	

Contratante

Nome: TRAÇADO CONSTRUÇÕES E SERVIÇOS LTDA	E-mail: licitacoes@tracado.com.br
Endereço: RUA DR. JOAO CARUSO 683	Telefone: 54 2107 1000
Cidade: ERECHIM	CPF/CNPJ: 00472805000219
	Bairro: INDUSTRIAL
	CEP: 99700000
	UF: RS

Identificação da Obra/Serviço

Proprietário: PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM	CPF/CNPJ:	
Endereço da Obra/Serviço: ERS-477 RIO TIGRE -27.660619,-52.244427	CEP: 99700010	UF: RS
Cidade: ERECHIM	Bairro: INTERIOR	
Finalidade: OUTRAS FINALIDADES	Vlr Contrato(R\$): 25.000,00	Honorários(R\$):
Data Início: 01/02/2024	Prev.Fim: 01/05/2025	Ent.Classe:

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Projeto	Pontes, Viadutos e Elevados	531,60	M²
Projeto	Estruturas - Muros de Contenção	1.170,15	M³
Elaboração	ORÇAMENTO	1,00	UN
Elaboração	MEMORIAL DESCRITIVO	1,00	UN

ART registrada (paga) no CREA-RS em 05/08/2024

	Declaro serem verdadeiras as informações acima	De acordo
Local e Data	ROBERTO PIRES DA SILVA	TRAÇADO CONSTRUÇÕES E SERVIÇOS LTDA

Profissional

Contratante

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODE SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK SOCIEDADE - ART CONSULTA.



26043500033132



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul



CREA-RS
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia do Rio Grande do Sul

ART Número
13309202

Tipo: OBRA OU SERVIÇO	Participação Técnica: INDIVIDUAL/PRINCIPAL
Convênio: NÃO É CONVÊNIO	Motivo: NORMAL

Contratado

Carteira: RS109396	Profissional: FLAVIO ROBERTO BARTZ	E-mail: flaviobartz@gmail.com
RNP: 2201261849	Título: Engenheiro Civil	
Empresa: NENHUMA EMPRESA		Nr.Reg.:

Contratante

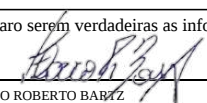
Nome: TRAÇADO CONSTRUÇÕES E SERVIÇOS LTDA	E-mail:
Endereço: RUA DOUTOR JOÃO CARUSO 636	Telefone:
Cidade: ERECHIM	Bairro: INDUSTRIAL
	CPF/CNPJ: 00472805000219
	CEP: 99706450 UF: RS

Identificação da Obra/Serviço

Proprietário: PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM		
Endereço da Obra/Serviço: Rodovia ERS-477 RIO TIGRE		CPF/CNPJ: 87613477000120
Cidade: ERECHIM	Bairro: INTERIOR	CEP: 99700010 UF: RS
Finalidade: OUTRAS FINALIDADES	Valor Contrato(R\$): 1.000,00	Honorários(R\$):
Data Início: 06/08/2024 Prev.Fim: 06/08/2025		Ent.Classe:

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Projeto	Pistas de Rolamento - Sinalização	1.260,00	M²

ART registrada (paga) no CREA-RS em 06/08/2024

	Declaro serem verdadeiras as informações acima	De acordo
Local e Data	 FLAVIO ROBERTO BARTZ	TRAÇADO CONSTRUÇÕES E SERVIÇOS LTDA
	Profissional	Contratante

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODE SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK SOCIEDADE - ART CONSULTA.



QUADRO DE QUANTIDADES FINAL OAE OBRA: PONTE SOB O RIO TIGRE - RODOVIA: ERS-477 -						
TRECHO: ERECHIM (DISTRITO INDUSTRIAL) – VILA TOLDO COORDENADAS: 27°39'37.77"S / 52°14'39.93"O				ATUALIZAÇÃO 11/03/2026		
ITEM	CÓDIGO	BANCO	ITENS DE SERVIÇO	DMT	unid	QUANT.
1			SERVIÇOS INICIAIS			
1.1	AL	SICRO	Administração Local		unid	1,00
1.2	MOB	SICRO	Mobilização e Desmobilização		unid	1,00
1.3			CANTEIRO DE OBRAS			
1.3.1	IC	SICRO	Instalação de canteiro de obras		unid	1,00
1.3.2	5213571	SICRO	Placa em aço - película I + III - fornecimento e implantação		m²	16,00
1.3.3	5216111	SICRO	Suporte para placa de sinalização em madeira de lei tratada 8 x 8 cm - fornecimento e implantação		unid	4,00
2			PONTE SOBRE O RIO TIGRE			
2.1			INFRAESTRUTURA			
2.1.1			Estacas			
2.1.1.1	2306066	SICRO	Estaca raiz perfurada no solo com D = 40 cm - confecção		m	144,00
2.1.1.2	2306071	SICRO	Estaca raiz perfurada na rocha com D = 40 cm - confecção		m	216,00
2.1.1.3	2306732	SICRO	Camisa metálica com espessura de 6,3 mm D = 400 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação		m	144,00
2.1.1.4	407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação		kg	6.095,00
2.1.1.5	2306247	SICRO	Arrasamento de estacas de concreto com seção de até 900 cm²		m³	2,38
2.1.2			Blocos			
2.1.2.1	5501706	SICRO	Escavação mecânica com retroescavadeira em material de 1ª categoria		m³	125,39
2.1.2.2	1106057	SICRO	Concreto magro - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais		m³	5,15
2.1.2.3	COT01	COTAÇÃO	Fornecimento de concreto para bombeamento fck = 30 MPa - comercial		m³	58,03
2.1.2.4	COT02	COTAÇÃO	Acionamento de bomba lança de concreto (Blocos + Vigas de Equilíbrio)		unid	3,00
2.1.2.5	DBR1107860	SICRO	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h (somente mão de obra)		m³	58,03
2.1.2.6	1100657	SICRO	Adensamento de concreto por vibrador de imersão		m³	63,18
2.1.2.7	407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação		kg	4.910,00
2.1.2.8	3108015	SICRO	Fôrmas de compensado plastificado 14 mm - uso geral - utilização de 1 vez - confecção, instalação e retirada		m²	92,88
2.1.2.9	2003850	SICRO	Lastro de brita comercial compactado com soquete vibratório - espalhamento manual		m³	2,57
2.1.2.10	4815671	SICRO	Reaterro e compactação com soquete vibratório		m³	62,21



QUADRO DE QUANTIDADES FINAL OAE OBRA: PONTE SOB O RIO TIGRE - RODOVIA: ERS-477 -						
TRECHO: ERECHIM (DISTRITO INDUSTRIAL) – VILA TOLDO COORDENADAS: 27°39'37.77"S / 52°14'39.93"O				ATUALIZAÇÃO 11/03/2026		
ITEM	CÓDIGO	BANCO	ITENS DE SERVIÇO	DMT	unid	QUANT.
2.1.2.11	1505877	SICRO	Enrocamento de pedra espalhada e compactada mecanicamente - pedra de mão comercial - fornecimento e assentamento		m³	324,00
2.1.3			Vigas de Equilíbrio			
2.1.3.1	5501706	SICRO	Escavação mecânica com retroescavadeira em material de 1ª categoria		m³	9,00
2.1.3.2	1106057	SICRO	Concreto magro - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais		m³	0,61
2.1.3.3	COT01	SICRO	Fornecimento de concreto para bombeamento fck = 30 MPa - comercial		m³	4,19
2.1.3.4	DBR1107860	SICRO	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h (somente mão de obra)		m³	4,19
2.1.3.5	1100657	SICRO	Adensamento de concreto por vibrador de imersão		m³	4,79
2.1.3.6	407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação		kg	399,00
2.1.3.7	3108015	SICRO	Fôrmas de compensado plastificado 14 mm - uso geral - utilização de 1 vez - confecção, instalação e retirada		m²	21,39
2.1.3.8	2003850	SICRO	Lastro de brita comercial compactado com soquete vibratório - espalhamento manual		m³	0,30
2.1.3.9	4815671	SICRO	Reaterro e compactação com soquete vibratório		m³	4,21
2.2			MESOESTRUTURA			
2.2.1			Pilares			
2.2.1.1	COT01	COTAÇÃO	Fornecimento de concreto para bombeamento fck = 30 MPa - comercial		m³	16,96
2.2.1.2	COT02	COTAÇÃO	Acionamento de bomba lança de concreto (Pilares)		unid	3,00
2.2.1.3	DBR1107860	SICRO	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h (somente mão de obra)		m³	16,96
2.2.1.4	1100657	SICRO	Adensamento de concreto por vibrador de imersão		m³	16,96
2.2.1.5	407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação		kg	1.797,00
2.2.1.6	3108015	SICRO	Fôrmas de compensado plastificado 14 mm - uso geral - utilização de 1 vez - confecção, instalação e retirada		m²	67,86
2.2.1.7	3808207	SICRO	Escada tubular multidirecional em aço galvanizado - utilização de 100 vezes - fornecimento, instalação e retirada		m	10,80
2.2.1.8	3816198	SICRO	Plataforma de trabalho em madeira apoiada no solo - altura de 6 a 12 m - utilização de 5 vezes - confecção, instalação e retirada		m³	227,07
2.2.1.9	3808043	SICRO	Pintura manual com nata de cimento - 3 demãos		m²	67,86
2.2.2			Vigas Travessas (P1, P2 e P3)			
2.2.2.1	COT01	COTAÇÃO	Fornecimento de concreto para bombeamento fck = 30 MPa - comercial		m³	64,95



QUADRO DE QUANTIDADES FINAL OAE OBRA: PONTE SOB O RIO TIGRE - RODOVIA: ERS-477 -						
TRECHO: ERECHIM (DISTRITO INDUSTRIAL) – VILA TOLDO COORDENADAS: 27°39'37.77"S / 52°14'39.93"O				ATUALIZAÇÃO 11/03/2026		
ITEM	CÓDIGO	BANCO	ITENS DE SERVIÇO	DMT	unid	QUANT.
2.2.2.2	COT02	COTAÇÃO	Acionamento de bomba lança de concreto (Vigas Travesas + Calços, Cunilhas de Nivelamento e Aparelhos de Apoio)		unid	3,00
2.2.2.3	DBR1107860	SICRO	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h (somente mão de obra)		m³	64,95
2.2.2.4	1100657	SICRO	Adensamento de concreto por vibrador de imersão		m³	64,95
2.2.2.5	407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação		kg	5.893,00
2.2.2.6	3108015	SICRO	Fôrmas de compensado plastificado 14 mm - uso geral - utilização de 1 vez - confecção, instalação e retirada		m²	162,48
2.2.2.7	2108169	SICRO	Escoramento com pontaletes D = 15 cm - utilização de 1 vez - confecção e instalação		m³	166,32
2.2.2.8	3816198	SICRO	Plataforma de trabalho em madeira apoiada no solo - altura de 6 a 12 m - utilização de 5 vezes - confecção, instalação e retirada		m³	342,72
2.2.2.9	3808043	SICRO	Pintura manual com nata de cimento - 3 demãos		m²	162,48
2.2.3			Encontros (Cortinas)			
2.2.3.1	COT01	COTAÇÃO	Fornecimento de concreto para bombeamento fck = 30 MPa - comercial		m³	20,38
2.2.3.2	COT02	COTAÇÃO	Acionamento de bomba lança de concreto (Encontros + Alas)		unid	2,00
2.2.3.3	DBR1107860	SICRO	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h (somente mão de obra)		m³	20,38
2.2.3.4	1100657	SICRO	Adensamento de concreto por vibrador de imersão		m³	20,38
2.2.3.5	407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação		kg	1.209,00
2.2.3.6	3108015	SICRO	Fôrmas de compensado plastificado 14 mm - uso geral - utilização de 1 vez - confecção, instalação e retirada		m²	136,84
2.2.3.7	2108169	SICRO	Escoramento com pontaletes D = 15 cm - utilização de 1 vez - confecção e instalação		m³	70,56
2.2.3.8	3816198	SICRO	Plataforma de trabalho em madeira apoiada no solo - altura de 6 a 12 m - utilização de 5 vezes - confecção, instalação e retirada		m³	254,02
2.2.3.9	3808043	SICRO	Pintura manual com nata de cimento - 3 demãos		m²	62,14
2.2.4			Alas			
2.2.4.1	COT01	COTAÇÃO	Fornecimento de concreto para bombeamento fck = 30 MPa - comercial		m³	6,98
2.2.4.2	DBR1107860	SICRO	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h (somente mão de obra)		m³	6,98
2.2.4.3	1100657	SICRO	Adensamento de concreto por vibrador de imersão		m³	6,98
2.2.4.4	407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação		kg	579,00
2.2.4.5	2108169	SICRO	Escoramento com pontaletes D = 15 cm - utilização de 1 vez - confecção e instalação		m³	13,33



QUADRO DE QUANTIDADES FINAL OAE OBRA: PONTE SOB O RIO TIGRE - RODOVIA: ERS-477 -						
TRECHO: ERECHIM (DISTRITO INDUSTRIAL) – VILA TOLDO COORDENADAS: 27°39'37.77"S / 52°14'39.93"O				ATUALIZAÇÃO 11/03/2026		
ITEM	CÓDIGO	BANCO	ITENS DE SERVIÇO	DMT	unid	QUANT.
2.2.4.6	3108015	SICRO	Fôrmas de compensado plastificado 14 mm - uso geral - utilização de 1 vez - confecção, instalação e retirada		m²	41,57
2.2.4.7	3808043	SICRO	Pintura manual com nata de cimento - 3 demãos		m²	23,70
2.2.4.8	3816198	SICRO	Plataforma de trabalho em madeira apoiada no solo - altura de 6 a 12 m - utilização de 5 vezes - confecção, instalação e retirada		m³	92,80
2.2.5			Calços, Cunilhas de Nivelamento e Aparelhos de Apoio			
2.2.5.1	COT01	COTAÇÃO	Fornecimento de concreto para bombeamento fck = 30 MPa - comercial		m³	2,17
2.2.5.2	DBR1107860	SICRO	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h (somente mão de obra)		m³	2,17
2.2.5.3	1100657	SICRO	Adensamento de concreto por vibrador de imersão		m³	2,17
2.2.5.4	407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação		kg	649,00
2.2.5.5	3108015	SICRO	Fôrmas de compensado plastificado 14 mm - uso geral - utilização de 1 vez - confecção, instalação e retirada		m²	22,76
2.2.5.6	307732	SICRO	Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas pré-moldadas - fornecimento e instalação		dm³	106,00
2.2.5.7	3808043	SICRO	Pintura manual com nata de cimento - 3 demãos		m²	22,76
2.3			SUPERESTRUTURA			
2.3.1			Longarinas			
2.3.1.1	COT03	COTAÇÃO	Fornecimento de concreto autoadensável com silicato de alumínio fck = 50 MPa - comercial		m³	90,30
2.3.1.2	COT02	COTAÇÃO	Acionamento de bomba lança de concreto		unid	8,00
2.3.1.3	DBR1107860	SICRO	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h (somente mão de obra)		m³	90,30
2.3.1.4	407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação		kg	23.324,00
2.3.1.5	4507956	SICRO	Cordoalha CP 190 RB D = 12,7 mm - fornecimento e instalação		kg	345,00
2.3.1.6	4507957	SICRO	Cordoalha CP 190 RB D = 15,2 mm - fornecimento e instalação		kg	5.489,00
2.3.1.7	4507776	SICRO	Ancoragem ativa para lajes com 1 cordoalha aderente D = 15,2 mm - fornecimento e instalação		unid	190,00
2.3.1.8	3108015	SICRO	Fôrmas de compensado plastificado 14 mm - uso geral - utilização de 1 vez - confecção, instalação e retirada		m²	1.010,60
2.3.1.9	5915400	SICRO	Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com dolly de 4 eixos com capacidade de 57 t		unid	10,00



QUADRO DE QUANTIDADES FINAL OAE OBRA: PONTE SOB O RIO TIGRE - RODOVIA: ERS-477 -						
TRECHO: ERECHIM (DISTRITO INDUSTRIAL) – VILA TOLDO COORDENADAS: 27°39'37.77"S / 52°14'39.93"O				ATUALIZAÇÃO 11/03/2026		
ITEM	CÓDIGO	BANCO	ITENS DE SERVIÇO	DMT	unid	QUANT.
2.3.1.10	3806420	SICRO	Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste		unid	10,00
2.3.1.11	3808043	SICRO	Pintura manual com nata de cimento - 3 demãos		m²	1.010,60
2.3.2			Transversinas			
2.3.2.1	COT01	COTAÇÃO	Fornecimento de concreto para bombeamento fck = 30 MPa - comercial		m³	14,84
2.3.2.2	DBR1107860	SICRO	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h (somente mão de obra)		m³	14,84
2.3.2.3	1100657	SICRO	Adensamento de concreto por vibrador de imersão		m³	14,84
2.3.2.4	407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação		kg	855,00
2.3.2.5	3108015	SICRO	Fôrmas de compensado plastificado 14 mm - uso geral - utilização de 1 vez - confecção, instalação e retirada		m²	88,83
2.3.2.6	3808043	SICRO	Pintura manual com nata de cimento - 3 demãos		m²	88,83
2.3.2.7	2108169	SICRO	Escoramento com pontaletes D = 15 cm - utilização de 1 vez - confecção e instalação		m³	18,26
2.3.2.8	3816198	SICRO	Plataforma de trabalho em madeira apoiada no solo - altura de 6 a 12 m - utilização de 5 vezes - confecção, instalação e retirada		m³	108,13
2.3.3			Pré Lajes			
2.3.3.1	COT01	COTAÇÃO	Fornecimento de concreto para bombeamento fck = 30 MPa - comercial		m³	28,35
2.3.3.2	DBR1107860	SICRO	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h (somente mão de obra)		m³	28,35
2.3.3.3	1100657	SICRO	Adensamento de concreto por vibrador de imersão		m³	28,35
2.3.3.4	407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação		kg	5.534,00
2.3.3.5	407820	SICRO	Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação		kg	114,00
2.3.3.6	3108015	SICRO	Fôrmas de compensado plastificado 14 mm - uso geral - utilização de 1 vez - confecção, instalação e retirada		m²	474,28
2.3.3.7	3806426	SICRO	Lançamento de pré-laje com utilização de guindauto		t	70,88
2.3.3.8	5914655	SICRO	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais		t	70,88
2.3.3.9	3808043	SICRO	Pintura manual com nata de cimento - 3 demãos		m²	354,42
2.3.4			Laje			
2.3.4.1	COT01	COTAÇÃO	Fornecimento de concreto para bombeamento fck = 30 MPa - comercial		m³	92,26
2.3.4.2	COT02	COTAÇÃO	Acionamento de bomba lança de concreto (Laje + Laje de Transição)		unid	2,00



QUADRO DE QUANTIDADES FINAL OAE OBRA: PONTE SOB O RIO TIGRE - RODOVIA: ERS-477 -						
TRECHO: ERECHIM (DISTRITO INDUSTRIAL) – VILA TOLDO COORDENADAS: 27°39'37.77"S / 52°14'39.93"O				ATUALIZAÇÃO 11/03/2026		
ITEM	CÓDIGO	BANCO	ITENS DE SERVIÇO	DMT	unid	QUANT.
2.3.4.3	DBR1107860	SICRO	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h (somente mão de obra)		m³	92,26
2.3.4.4	1100657	SICRO	Adensamento de concreto por vibrador de imersão		m³	92,26
2.3.4.5	407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação		kg	12.043,00
2.3.4.6	3108015	SICRO	Fôrmas de compensado plastificado 14 mm - uso geral - utilização de 1 vez - confecção, instalação e retirada		m²	141,31
2.3.4.7	2108169	SICRO	Escoramento com pontaletes D = 15 cm - utilização de 1 vez - confecção e instalação		m³	118,23
2.3.4.8	3808043	SICRO	Pintura manual com nata de cimento - 3 demãos		m²	115,69
2.3.4.9	903818	SICRO	Tinta Latex -2 camadas com aplicação manual		m²	20,10
2.3.4.10	3816198	SICRO	Plataforma de trabalho em madeira apoiada no solo - altura de 6 a 12 m - utilização de 5 vezes - confecção, instalação e retirada		m³	179,18
2.3.5			Laje de Transição			
2.3.5.1	COT01	COTAÇÃO	Fornecimento de concreto para bombeamento fck = 30 MPa - comercial		m³	26,74
2.3.5.2	DBR1107860	SICRO	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h (somente mão de obra)		m³	26,74
2.3.5.3	1100657	SICRO	Adensamento de concreto por vibrador de imersão		m³	26,74
2.3.5.4	407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação		kg	2.576,00
2.3.5.5	3108015	SICRO	Fôrmas de compensado plastificado 14 mm - uso geral - utilização de 1 vez - confecção, instalação e retirada		m²	18,17
2.3.5.6	1106057	SICRO	Concreto magro - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais		m³	8,91
2.3.5.7	2003850	SICRO	Lastro de brita comercial compactado com soquete vibratório - espalhamento manual		m³	4,46
2.3.6			Barreira New Jersey			
2.3.6.1	COT01	COTAÇÃO	Fornecimento de concreto para bombeamento fck = 30 MPa - comercial		m³	46,07
2.3.6.2	COT02	COTAÇÃO	Acionamento de bomba lança de concreto (Laje + Laje de Transição)		unid	2,00
2.3.6.3	DBR1107860	SICRO	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h (somente mão de obra)		m³	46,07
2.3.6.4	1100657	SICRO	Adensamento de concreto por vibrador de imersão		m³	46,07
2.3.6.5	407819	SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação		kg	3.148,00
2.3.6.6	3108015	SICRO	Fôrmas de compensado plastificado 14 mm - uso geral - utilização de 1 vez - confecção, instalação e retirada		m²	343,19
2.3.6.7	903818	SICRO	Tinta Latex -2 camadas com aplicação manual		m²	343,19
3.3.7			Acabamentos			



QUADRO DE QUANTIDADES FINAL OAE OBRA: PONTE SOB O RIO TIGRE - RODOVIA: ERS-477 -						
TRECHO: ERECHIM (DISTRITO INDUSTRIAL) – VILA TOLDO COORDENADAS: 27°39'37.77"S / 52°14'39.93"O				ATUALIZAÇÃO 11/03/2026		
ITEM	CÓDIGO	BANCO	ITENS DE SERVIÇO	DMT	unid	QUANT.
3.3.7.1	2007971	SICRO	Dreno de PVC D = 100 mm para OAE - fornecimento e instalação		m	11,00
3.3.7.2	307737	SICRO	Junidta de dilatação em elastômero e perfil VV - L = 50 mm e H = 80 mm - fornecimento e instalação		m	24,00
3.3.7.3	3108015	SICRO	Fôrmas de compensado plastificado 14 mm - uso geral - utilização de 1 vez - confecção, instalação e retirada		m²	0,29
3.3.7.4	COT01	COTAÇÃO	Fornecimento de concreto para bombeamento fck = 30 MPa - comercial		m³	6,42
3.3.7.5	DBR1107860	SICRO	Lançamento mecânico de concreto com bomba lança sobre chassi com capacidade de 50 m³/h (somente mão de obra)		m³	6,42
3.3.7.6	1100657	SICRO	Adensamento de concreto por vibrador de imersão		m³	6,42
3			DEMOLIÇÃO E REMOÇÃO DE ESTRUTURA EXISTENTE			
3.1	1600990	SICRO	Demolição de concreto armado com marteleiro e corte oxiacetileno (Inclusive transporte)	9,50	m³	144,28
3.2	4413984	SICRO	Regularização de bota-fora com espalhamento e compactação		m³	144,28
4			CONTENÇÕES			
4.1			Contenção em Gabião			
4.1.1	3205866	SICRO	Gabião caixa 2 x 1 x 1,00 m - Zn/Al + PVC - D = 2,4 mm - pedra de mão comercial - fornecimento e assentamento		m³	1.170,15
4.1.2	3205874	SICRO	Gabião colchão espessura 0,23 m - Zn/Al + PVC - D = 2,0 mm - pedra de mão comercial - fornecimento e assentamento		m²	126,40
4.1.3	2003866	SICRO	Aplicação de geotêxtil não-tecido agulhado com resistência à tração longitudinal de 14 kN/m		m²	930,83
5			MOVIMENTO DE TERRA			
5.1			SERVIÇOS INICIAIS			
5.1.1	5501700	SICRO	Desmatamento, destocamento e limpeza de área com árvores de diâmetro até 0,15 m		m²	3.145,00
5.1.2	5915407	SICRO	Carga, manobra e descarga de agregados ou solos em caminhão basculante de 10 m³ - carga com carregadeira de 3,40 m³ e descarga livre		t	1.887,00
5.1.3	5914374	SICRO	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário	9,50	tkm	17.926,50
5.2			ESCAVAÇÃO DE MATERIAL PARA BOTA-ESPERA			
5.2.1	5501938	SICRO	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	150,32
5.2.2	5501938	SICRO	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	5.102,23



QUADRO DE QUANTIDADES FINAL OAE OBRA: PONTE SOB O RIO TIGRE - RODOVIA: ERS-477 -						
TRECHO: ERECHIM (DISTRITO INDUSTRIAL) – VILA TOLDO COORDENADAS: 27°39'37.77"S / 52°14'39.93"O				ATUALIZAÇÃO 11/03/2026		
ITEM	CÓDIGO	BANCO	ITENS DE SERVIÇO	DMT	unid	QUANT.
5.3			ESCAVAÇÃO DE MATERIAL PARA BOTA-FORA			
5.3.1	5501706	SICRO	Escavação mecânica com retroescavadeira em material de 1ª categoria		m³	1.077,81
5.3.2	5914354	SICRO	Carga, manobra e descarga de agregados ou solos em caminhão basculante de 10 m³ - carga com escavadeira de 1,56 m³ (exclusa) e descarga livre		t	1.616,72
5.3.3	5914374	SICRO	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário	9,50	tkm	15.358,84
5.3.4	4413942	SICRO	Espalhamento de material em bota-fora		m³	1.077,81
5.4			EXECUÇÃO DOS ATERROS			
5.4.1	5502978	SICRO	Compactação de aterros a 100% do Proctor normal		m³	5.252,55
5.4.2	1505877	SICRO	Enrocamento de pedra espalhada e compactada mecanicamente - pedra de mão comercial - fornecimento e assentamento		m³	1.658,70
5.5			SERVIÇOS FINAIS			
5.5.1	4413996	SICRO	Enleivamento		m²	2.018,00
6			SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE OBRAS			
6.1	5213571	SICRO	Placa em aço - película I + III - fornecimento e implantação		m²	60,00
6.2	5216111	SICRO	Suporte para placa de sinalização em madeira de lei tratada 8 x 8 cm - fornecimento e implantação		unid	99,00
6.3	5219544	SICRO	Cavalete em perfil metálico para placa de sinalização - 1,00 m x 1,00 m - confecção		unid	2,00
7			SINALIZAÇÃO HORIZONTAL E VERTICAL			
7.1	5213571	SICRO	Placa em aço - película I + III - fornecimento e implantação		m²	22,77
7.2	5216111	SICRO	Suporte para placa de sinalização em madeira de lei tratada 8 x 8 cm - fornecimento e implantação		unid	36,00
7.3	5213403	SICRO	Pintura de faixa com tinta acrílica emulsão em água - espessura de 0,5 mm		m²	76,91
7.4	3713604	SICRO	Defensa semimaleável simples - fornecimento e implantação		m	120,00
7.5	3713690	SICRO	Terminal de ancoragem de defesa metálica em barreira New Jersey - fornecimento e implantação		unid	4,00
7.6	3713902	SICRO	Terminal absorvedor de energia de abertura com nível de contenção TL3 para defesa metálica - fornecimento e implantação		unid	4,00
7.7	3713873	SICRO	Módulo de transição de defesa metálica para barreira rígida - fornecimento e implantação		unid	4,00
8			PAVIMENTAÇÃO			
8.1	4011209	SICRO	Regularização do subleito		m²	980,00
8.2	DBR4011276	SICRO	Base ou sub-base de brita graduada com brita comercial		m³	147,00
8.3	COT04	COTAÇÃO	Fornecimento de brita graduada comercial		m³	196,00



QUADRO DE QUANTIDADES FINAL OAE OBRA: PONTE SOB O RIO TIGRE - RODOVIA: ERS-477 -						
TRECHO: ERECHIM (DISTRITO INDUSTRIAL) – VILA TOLDO COORDENADAS: 27°39'37.77"S / 52°14'39.93"O				ATUALIZAÇÃO 11/03/2026		
ITEM	CÓDIGO	BANCO	ITENS DE SERVIÇO	DMT	unid	QUANT.
8.4	5914374	SICRO	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - brita graduada	1,70	tkm	599,76
8.5	5914389	SICRO	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - brita graduada	0,10	tkm	35,28
8.6	4011279	SICRO	Base ou sub-base de macadame seco com brita comercial		m³	218,40
8.7	4011352	SICRO	Imprimação com emulsão asfáltica		m²	1.383,20
8.8	4011212	SICRO	Varredura da superfície para execução de revestimento asfáltico		m²	1.383,20
8.9	4011353	SICRO	Pintura de ligação		m²	2.766,40
8.10	4011464	SICRO	Concreto asfáltico - faixa C-12,5 - massa comercial		t	246,90
8.11	COT05	COTAÇÃO	Fornecimento de massa asfáltica comercial		t	246,90
8.12	5914389	SICRO	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - massa asfáltica	10,60	tkm	2.617,14
8.13	1107888	SICRO	Concreto fck = 15 MPa - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais		m³	42,00
8.14	407820	SICRO	Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação		kg	764,30
8.15	2003377	SICRO	Meio-fio de concreto - MFC 05 - areia e brita comerciais - fôrma de madeira		m	280,00
9			MATERIAIS ASFÁLTICOS			
9.1			FORNECIMENTO DE MATERIAIS ASFÁLTICOS			
9.1.1	FM2092	ANP	Emulsão asfáltica para imprimação		t	1,80
9.1.2	FM1946	ANP	Emulsão asfáltica - RR-1C		t	1,24
9.1.3	FM1943	ANP	Cimento asfáltico de petróleo - CAP 50/70		t	12,84
9.2			TRANSPORTE DOS LIGANTES BETUMINOSOS			
9.2.1	TM2092		Emulsão asfáltica para imprimação		t	1,80
9.2.2	TM1946		Emulsão asfáltica - RR-1C		t	1,24
9.2.3	TM1943		Cimento asfáltico de petróleo - CAP 50/70		t	12,84



CRONOGRAMA FÍSICO											
CRONOGRAMA DA OBRA		OBRA: PONTE SOBRE RIO TIGRE RODOVIA: ERS - 477									
ITEM	DESCRIÇÃO	1º Mês 30 dias	2º Mês 60 dias	3º Mês 90 dias	4º Mês 120 dias	5º Mês 150 dias	6º Mês 180 dias	7º Mês 210 dias	8º Mês 240 dias	9º Mês 270 dias	TOTAL
1	MOBILIZAÇÃO	100,00%									100,00%
2	ADMINISTRAÇÃO LOCAL										100,00%
3	CANTEIRO DE OBRAS	100,00%									100,00%
4	DEMOLIÇÃO E REMOÇÃO DE ESTRUTURA EXISTENTE		100,00%								100,00%
5	INFRA ESTRUTURA		30,00%	50,00%	20,00%						100,00%
6	MESOESTRUTURA		10,00%	20,00%	40,00%	30,00%					100,00%
7	SUPERESTRUTURA				10,00%	30,00%	30,00%	20,00%	10,00%		100,00%
8	ACABAMENTOS E SERVIÇOS COMPLEMENTARES										100,00%
9	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE OBRAS							20,00%	80,00%		100,00%
10	MOVIMENTO DE TERRA		100,00%								100,00%
11	PAVIMENTAÇÃO		20,00%	20,00%	20,00%			20,00%	20,00%		100,00%
12	CONTENÇÕES						20,00%	20,00%	60,00%		100,00%
13	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL E VERTICAL					20,00%	30,00%	30,00%	20,00%		100,00%
14	DESMOBILIZAÇÃO								100,00%		100,00%



Modo Rascunho (DN 85/2011 do Confea)

Registro de Contrato de Acervo Técnico sob forma de
Anotação de Responsabilidade Técnica - Lei Federal 6496/77
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do RS

ART Nr : 14299903

Tipo: OBRA OU SERVIÇO	Participação Técnica: INDIVIDUAL/PRINCIPAL
Convênio: NÃO É CONVÊNIO	Motivo: NORMAL

Contratado

Carteira: RS013510	Profissional: HUGO PAULO DORNELLES MACEDO	E-mail: hpdmhugo@gmail.com
RNP: 2201440867	Título: Engenheiro Civil, Engenheiro de Segurança do Trabalho	
Empresa: NENHUMA EMPRESA	Nr.Reg.:	

Contratante

Nome: DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM-DAER		E-mail: hpdmhugo@gmail.com	
Endereço: AVENIDA BORGES DE MEDEIROS 1555		Telefone: +555132105000	CPF/CNPJ: 92883834000100
Cidade: PORTO ALEGRE	Bairro.: PRAIA DE BELAS	CEP: 90110150	UF: RS

Identificação da Obra/Serviço

Proprietário: DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM-DAER	CPF/CNPJ: 92883834000100
Endereço da Obra/Serviço: Avenida BORGES DE MEDEIROS 1555	CEP: 90110150 UF: RS
Cidade: PORTO ALEGRE	Bairro: PRAIA DE BELAS
Finalidade: PÚBLICO	Vlr Contrato(R\$): 10.000,00 Honorários(R\$): 10.000,00
Data Início: 02/03/2026 Prev.Fim: 31/03/2026	Ent.Clas: SERGS

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Elaboração	LEVANTAMENTO MATERIAIS PONTE -RIO TIGRE - ERS477	531,60	M²
Elaboração	QUADRO DE QUANTIDADE-PONTE SOBRE O RIO TIGRE -ERS477	531,60	M²
Levantamento	LEVANT. DOS QUANTITATIVOS PROJ. ESTRUTURAL PONTE S/RIO TIGRE	531,60	M²
Estudo	VINCULADA ART CARGO E FUNÇÃO 14228582		

Atenção:

- 1) Este documento é um rascunho da ART. Ele serve para o contratante aprovar as informações da ART com base no contrato.
- 2) Este rascunho não possui valor jurídico e não pode ser utilizado como ART.
- 3) A versão oficial desta ART estará disponível para impressão após a compensação bancária da taxa (dia útil após o seu pagamento).

Banrisul 041-8 04192.10067 50151.175036 34119.840477 3 14020000010839

Local de Pagamento PAGÁVEL EM QUALQUER AGÊNCIA BANCÁRIA BDL					Vencimento 31/03/2026
Beneficiário CREA-RS Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do RS CNPJ 92.695.790/0001-95					Agência/Cód.Beneficiário 0065-48/015117596
Data do documento 11/03/2026	Nr.Docto 14299903	Espécie DOC DM	Aceite NÃO	Data Processamento 11/03/2026 00:00	Nosso Número 0334119858
Uso Banco	Carteira 01	Espécie R\$	Quantidade	Valor	(=) Valor do Documento 108,39
Instruções: (Todas as informações deste bloquete são de exclusiva responsabilidade do beneficiário) NÃO RECEBER APÓS O VENCIMENTO. Este documento só terá validade após seu pagamento. Agendamento só terá validade após sua compensação bancária.					(-) Desconto/Abatimento
					(-) Outras Deduções
					(+) Mora/Multa
					(+) Outros Acréscimos
					(=) Valor Cobrado
Pagador: HUGO PAULO DORNELLES MACEDO R SARMENTO LEITE, 763 AP702 PORTO ALEGRE - RS					CPF: 24351032049 90050170 Autenticação mecânica FICHA DE COMPENSAÇÃO

