



PROJETO DE ENGENHARIA

PAVIMENTAÇÃO

RODOVIA ESTADUAL ERS 441 - VISTA ALEGRE DO PRATA

TRECHO: Trecho 441 ERS 0025 - Entr. ERS-355 (P/ Fagundes Varela) até a Divisa municípios Vista Alegre do Prata/Nova Prata (início TRV. Mun)

SEGMENTO: km 23,56-SER ao km 28,45-SER

EXTENÇÃO: 4+89 KM

VOLUME ÚNICO

Outubro/2023



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	2
MAPA DE SITUAÇÃO E LOCALIZAÇÃO	4
I. RELATÓRIO DO PROJETO	6
A - ESTUDOS.....	7
2.1 Geologia.....	13
2.2 Geomorfologia	13
3.1 Primeira Etapa – Levantamento cadastral	15
3.1.2 Metodologia	15
3.1.3 Equipe e Equipamentos	16
3.1.4 Apresentação.....	16
5.1 Metodologia	53
5.2 Equipe e equipamentos	53
5.3 Identificação do solo	53
5.4 Resultado.....	53
5.6 Índice de Suporte Califórnia de Projeto.....	54
5.7 Solos moles	54
5.8 Britagem	55
B - PROJETOS	65
3.1 Parâmetro de tráfego	73
3.2 Índice de suporte Califórnia de projeto de subleito (ISCproj).....	73
3.3 Dimensionamento do pavimento.....	73
3.4 Memória de cálculo	74
3.5 Seção tipo do pavimento.....	75
3.6 Quantitativo	75
4.1 Drenagem Superficial.....	77
4.1.2 Transposição e sarjeta e valeta	78
4.1.3 Valeta de proteção e corte e aterro.....	78
4.1.4 Caixa coletora de talvegue.....	78
6.1 Cercas.....	85
6.2 Defensas metálicas.....	86
6.3 Remoção de postes	87
D - DESAPROPRIAÇÃO	101





APRESENTAÇÃO

Este documento, denominado Volume Único, contém o Projeto de Execução de Implantação de pavimentação Trecho 441ERS0025 entre o Entr. ERS -355 (P/ Fagundes Varela) até a Divisa municípios Vista Alegre do Prata/Nova Prata (início TRV. Mun), segmento do km 23,56-SER ao km 28,45-SER, com extensão de 4,89 km. Sua elaboração foi desenvolvida obedecendo às Normas vigentes e Instruções de Serviço do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER/RS).

O referido projeto possui volume único, tendo em vista sua extensão de 4+890 km.

Relatório do Projeto - constam as soluções adotadas no projeto, com as metodologias empregadas, os resultados obtidos e as justificativas detalhadas.

Projeto de Execução - São apresentados os desenhos, plantas, quadros, planilhas e demais informações, de forma a possibilitar a adequada execução dos serviços descritos no projeto.

Características Gerais:

Classe da Rodovia: IV – A

Extensão Total: 4+890 km'3

Zona (topografia): Montanhosa

Velocidade Diretriz: 30 km/h

Superelevação Máxima: 6%

Greide rampa máxima de norma: 9%

Pista rolamento: 7,00 m

Acostamento 0,5 m (2X)

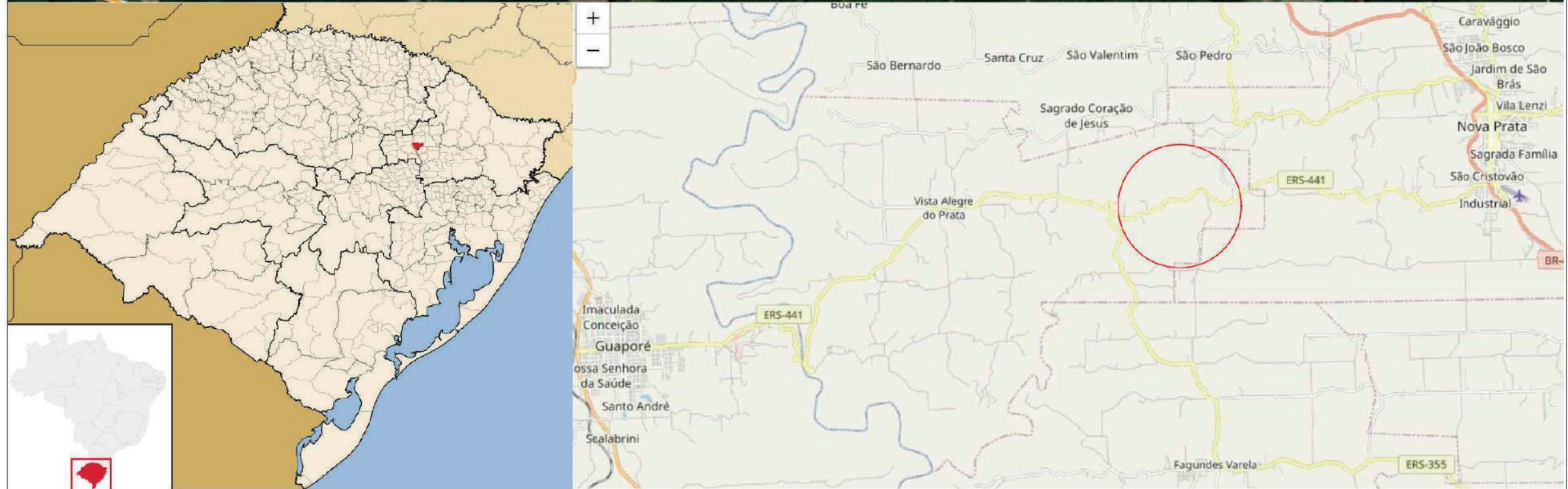
Faixa de domínio: 25,00 cada lado do eixo.

EQUIPE TÉCNICA DE PROJETO

Etapa	Profissionais		
Responsável	Reni Bazanella	Sergio Patussi Neto	
Técnico	CREA RS248.424	CREA RS206.635	
Coordenador Do Projeto	Reni Bazanella CREA RS248.424		
Estudos De Tráfego	Reni Bazanella CREA RS248.424	Sergio Patussi Neto CREA RS206.635	
Estudos Topográficos	Reni Bazanella CREA RS248.424	Sergio Patussi Neto CREA RS206.635	
Estudos De Traçado	Reni Bazanella CREA RS248.424	Sergio Patussi Neto CREA RS206.635	Giussepe Ferrari CREA RS160.761
Estudos Geológicos	Sergio Patussi Neto CREA RS206.635	Reni Bazanella CREA RS248.424	
Estudos Geotécnicos	Sergio Patussi Neto CREA RS206.635	Reni Bazanella CREA RS248.424	
Estudos Hidrológicos	Reni Bazanella CREA RS248.424	Sergio Patussi Neto CREA RS206.635	
Projeto Geométrico	Giussepe Ferrari CREA RS160.761	Reni Bazanella CREA RS248.424	Sergio Patussi Neto CREA RS206.635
Projeto De Terraplenagem	Giussepe Ferrari CREA RS160.761	Reni Bazanella CREA RS248.424	Sergio Patussi Neto CREA RS206.635
Projeto De Drenagem E OAC	Reni Bazanella CREA RS248.424	Sergio Patussi Neto CREA RS206.635	
Projeto De Pavimentação	Sergio Patussi Neto CREA RS206.635	Reni Bazanella CREA RS248.424	
Projeto De Sinalização	Brunna Marchiori Patussi CAU A1486535	Reni Bazanella CREA RS248.424	Sergio Patussi Neto CREA RS206.635
Projeto De Obras Complementares	Brunna Marchiori Patussi CAU A1486535	Sergio Patussi Neto CREA RS206.635	Reni Bazanella CREA RS248.424
Orçamento E Plano De Execução De Obra	Sergio Patussi Neto CREA RS206.635	Reni Bazanella CREA RS248.424	



MAPA DE SITUAÇÃO E LOCALIZAÇÃO



Assinado de forma digital por RENI
 BAZANELLA:82666598004
 BAZANELLA:82666598004
 Dados: 2023.09.11 13:06:47 -03'00'

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DATA	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO

LEGENDA:
 — TRECHO DE PROJETO ERS441



P.M. **VISTA ALEGRE DO PRATA**
 Entr. ERS-355 (P/ Fagundes Varela) Div. Vista Alegre do Prata/Nova Prata (início TRV. Mun), segmento do km 23,56-SER ao km 28,45-SER.
SITUAÇÃO E LOCALIZAÇÃO
 ESCALA: INDICADA
 FOLHA: 01/01



I. RELATÓRIO DO PROJETO





ESTUDOS DE TRÁFEGO

Este estudo objetiva o fornecimento de informações para fundamentação do dimensionamento da estrutura do pavimento. O estudo de tráfego é responsável pela estimativa atual e futura do trânsito no local do projeto. A seguir descritas as características demográficas e socioeconômicas da região onde a estrada está localizada, juntamente com a identificação do sistema de transporte da zona de interesse, para uma melhor compreensão do tráfego local.

O Município de Vista Alegre do Prata está localizado na Mesorregião do Nordeste Rio-grandense, microrregião de Guaporé. A base econômica do município se concentra fundamentalmente na agropecuária e na indústria.

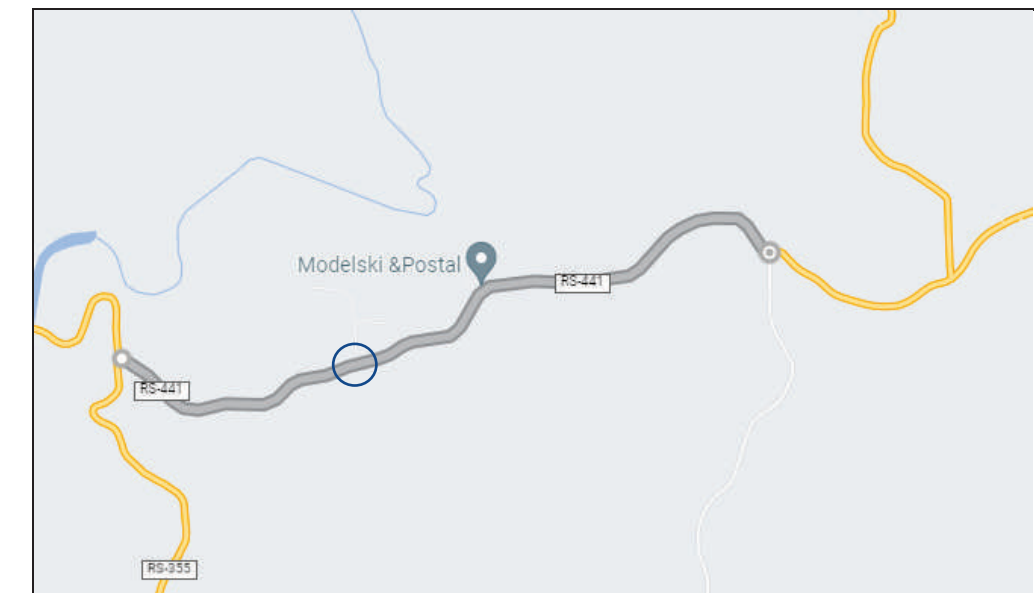
O trecho em questão é comumente, alternativa para desafogar a BR-470 – a Serra das Antas entre Veranópolis e Bento Gonçalves, encurta a distância em ligação das regiões noroeste e central do estado e diminui, em aproximadamente 100 quilômetros, a distância entre a região do basalto e do Vale do Taquari. O trecho melhorará as condições de acesso para os moradores e turistas, bem como proporcionará a integração com a Rota Uva e Vinho.

A classe da rodovia, conforme disposto anteriormente, é IV-A Montanhosa

1.1 Contagem Volumétrica

Foi realizada uma Contagem Volumétrica Classificatória direcional localizada nas coordenadas Latitude 28°48'33.76"S / Longitude 51°43'15.35"O do ERS 441SRE0025 da ERS 441, no Km 1+220, entre os municípios de Vista Alegre do Prata e Nova Prata. A coleta dos dados foi realizada em nos dias 12/05/2022, 13/05/2022 e 24/05/2022, durante 16 horas ininterruptas, considerando os dois sentidos da rodovia.

Figura 1 – Localização Ponto de Contagem de Tráfego



A classificação dos veículos seguiu de acordo com o quadro abaixo, sendo 18 categorias existentes além de veículos de passeio.

Tabela 1 - Veiculares

Classe	Descrição
Passeio	2 eixos: automóveis, camionete e furgão;
	3 eixos: automóveis, camionete e furgão com semi-reboque;
	4 eixos: automóveis, camionete e furgão com semi-reboque.
Coletivo	2 Eixos: ônibus e micro-ônibus;
	3 eixos: ônibus.
Carga Leve	2 eixos: caminhão com capacidade de carga inferior a aproximadamente 5 t.
Carga Média	2 a 3 eixos: caminhão com capacidade de carga igual ou superior a aproximadamente 5 t.
Carga Pesada	3 eixos: caminhão, caminhão trator ou caminhão trator com semi-reboque.
Carga Ultrapesada	4 ou mais eixos: caminhão com reboque ou caminhão-trator com semi-reboque.
Outros	motocicletas, tração mecânica, tração animal e bicicleta.

A seguir, as quantidades levantadas, tabuladas por sentido.



Tabela 2 – Contagem de Tráfego

Contagem de Tráfego																				
Trecho	ERS - 441	Data	12/05/2022																	
Sentido	Nova Prata - Vista Alegre do Prata																			
HORÁRIO / CATEGORIA	PASSEIO	COLETIVOS			CAMINHÕES															
		2 C	3 C	4 C	2 C	3 C	2S1	4 C	2S2	2S3	3S3	3D4	3T6	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4	
06:00 - 07:00	3					1														
07:00 - 08:00	5	1			5	2														
08:00 - 09:00	4				3	2														
09:00 - 10:00	6				2															
10:00 - 11:00	18				2															
11:00 - 12:00	10					1														
12:00 - 13:00	6																			
13:00 - 14:00	6				1															
14:00 - 15:00	12																			
15:00 - 16:00	4					1														
16:00 - 17:00	11				2															
17:00 - 18:00	8							1												
18:00 - 19:00	12				2															
19:00 - 20:00	5				1	1														
20:00 - 21:00	5				1															
21:00 - 22:00	2																			
Total diário	117	1	0	0	19	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Contagem de Tráfego																				
Trecho	ERS - 441	Data	12/05/2022																	
Sentido	Vista Alegre do Prata - Nova Prata																			
HORÁRIO / CATEGORIA	PASSEIO	COLETIVOS			CAMINHÕES															
		2 C	3 C	4 C	2 C	3 C	2S1	4 C	2S2	2S3	3S3	3D4	3T6	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4	
06:00 - 07:00	3						1													
07:00 - 08:00	5				3	1														
08:00 - 09:00	4																			
09:00 - 10:00	6				1															
10:00 - 11:00	12				2	2														
11:00 - 12:00	12				2	2		1												
12:00 - 13:00	6	1			1															
13:00 - 14:00	11				1															
14:00 - 15:00	12				2	1														
15:00 - 16:00	9																			
16:00 - 17:00	11				1															
17:00 - 18:00	12					2														
18:00 - 19:00	12				1	1														
19:00 - 20:00	8				2	1														
20:00 - 21:00	6							1												
21:00 - 22:00	5																			
Total diário	134	1	0	0	16	10	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Contagem de Tráfego																				
Trecho	ERS - 441	Data	13/05/2022																	
Sentido	Nova Prata - Vista Alegre do Prata																			
HORÁRIO / CATEGORIA	PASSEIO	COLETIVOS			CAMINHÕES															
		2 C	3 C	4 C	2 C	3 C	2S1	4 C	2S2	2S3	3S3	3D4	3T6	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4	
06:00 - 07:00	4																			
07:00 - 08:00	5	1			4	3														
08:00 - 09:00	3				4	1														
09:00 - 10:00	7				3															
10:00 - 11:00	17				4															
11:00 - 12:00	9					2														
12:00 - 13:00	8	1						1												
13:00 - 14:00	8				2															
14:00 - 15:00	10																			
15:00 - 16:00	3					2														
16:00 - 17:00	12				1															
17:00 - 18:00	9							1												
18:00 - 19:00	13				2															
19:00 - 20:00	6				2	1														
20:00 - 21:00	6				1															
21:00 - 22:00	1																			
Total diário	121	2	0	0	23	9	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Contagem de Tráfego																				
Trecho	ERS - 441	Data	13/05/2022																	
Sentido	Vista Alegre do Prata - Nova Prata																			
HORÁRIO / CATEGORIA	PASSEIO	COLETIVOS			CAMINHÕES															
		2 C	3 C	4 C	2 C	3 C	2S1	4 C	2S2	2S3	3S3	3D4	3T6	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4	
06:00 - 07:00	2																			
07:00 - 08:00	6				4	1														
08:00 - 09:00	4																			
09:00 - 10:00	5				1															
10:00 - 11:00	12				2	2														
11:00 - 12:00	11				2	2		1												
12:00 - 13:00	7	1			1															
13:00 - 14:00	10				1															
14:00 - 15:00	13				2	1														
15:00 - 16:00	10																			
16:00 - 17:00	10				1															
17:00 - 18:00	14					2														
18:00 - 19:00	9				1	1														
19:00 - 20:00	6				2	1														
20:00 - 21:00	5							1												
21:00 - 22:00	5																			
Total diário	129	1	0	0	17	10	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Contagem de Tráfego																			
Trecho	ERS - 441	Data	24/05/2022																
Sentido	Nova Prata - Vista Alegre do Prata																		
HORÁRIO / CATEGORIA	PASSEIO	COLETIVOS			CAMINHÕES														
		2 C	3 C	4 C	2 C	3 C	2S1	4 C	2S2	2S3	3S3	3D4	3T6	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4
06:00 - 07:00	4				1		2												
07:00 - 08:00	8	1			1		1												
08:00 - 09:00	6				2	1													
09:00 - 10:00	6																		
10:00 - 11:00	6																		
11:00 - 12:00	10					1													
12:00 - 13:00	6				2														
13:00 - 14:00	5				3			1											
14:00 - 15:00	6				1														
15:00 - 16:00	15					2													
16:00 - 17:00	4				1	3													
17:00 - 18:00	6																		
18:00 - 19:00	4				1														
19:00 - 20:00	3					1													
20:00 - 21:00	2				1														
21:00 - 22:00	3				1														
Total diário	94	1	0	0	13	9	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Contagem de Tráfego																			
Trecho	ERS - 441	Data	24/05/2022																
Sentido	Vista Alegre do Prata - Nova Prata																		
HORÁRIO / CATEGORIA	PASSEIO	COLETIVOS			CAMINHÕES														
		2 C	3 C	4 C	2 C	3 C	2S1	4 C	2S2	2S3	3S3	3D4	3T6	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4
06:00 - 07:00	3				2		1												
07:00 - 08:00	9	1			2		1												
08:00 - 09:00	5																		
09:00 - 10:00	5																		
10:00 - 11:00	5					1													
11:00 - 12:00	12					1													
12:00 - 13:00	7				3														
13:00 - 14:00	8				1	2		2											
14:00 - 15:00	5				2														
15:00 - 16:00	9					1													
16:00 - 17:00	3				2	2													
17:00 - 18:00	6				1														
18:00 - 19:00	5																		
19:00 - 20:00	5					2													
20:00 - 21:00	1																		
21:00 - 22:00	1																		
Total diário	89	1	0	0	11	11	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Os dados foram agrupados em uma única planilha, baseado em média ponderada de cada horário, foi determinada também a hora pico de cada sentido.

Tabela 3 – Contagem de Tráfego Agrupadas

Sentido	Nova Prata - Vista Alegre do Prata					
	HORÁRIO / CATEGORIA	PASSEIO	COLETIVOS	CAMINHÕES		
				Leve	Médio	Pesado
06:00 - 07:00	4	0	0	1	1	0
07:00 - 08:00	6	1	3	2	0	0
08:00 - 09:00	4	0	3	1	0	0
09:00 - 10:00	6	0	2	0	0	0
10:00 - 11:00	14	0	2	0	0	0
11:00 - 12:00	10	0	0	1	0	0
12:00 - 13:00	7	0	1	0	0	0
13:00 - 14:00	6	0	2	0	0	0
14:00 - 15:00	9	0	0	0	0	0
15:00 - 16:00	7	0	0	2	0	0
16:00 - 17:00	9	0	1	1	0	0
17:00 - 18:00	8	0	0	0	1	0
18:00 - 19:00	10	0	2	0	0	0
19:00 - 20:00	5	0	1	1	0	0
20:00 - 21:00	4	0	1	0	0	0
21:00 - 22:00	2	0	0	0	0	0
Total diário	111	1	18	9	2	0
Sentido	Vista Alegre do Prata - Nova Prata					
	HORÁRIO / CATEGORIA	PASSEIO	COLETIVOS	CAMINHÕES		
				Leve	Médio	Pesado
06:00 - 07:00	3	0	0	1	1	0
07:00 - 08:00	7	0	3	1	0	0
08:00 - 09:00	4	0	0	0	0	0
09:00 - 10:00	5	0	1	0	0	0
10:00 - 11:00	10	0	1	2	0	0
11:00 - 12:00	12	0	1	2	1	0
12:00 - 13:00	7	1	2	0	0	0
13:00 - 14:00	10	0	1	1	1	0
14:00 - 15:00	10	0	2	1	0	0
15:00 - 16:00	9	0	0	0	0	0
16:00 - 17:00	8	0	1	1	0	0
17:00 - 18:00	11	0	0	1	0	0
18:00 - 19:00	9	0	1	1	0	0
19:00 - 20:00	6	0	1	1	0	0
20:00 - 21:00	4	0	0	0	1	0
21:00 - 22:00	4	0	0	0	0	0
Total diário	119	1	14	12	4	0



Desta forma, apresenta-se o quadro resumo da contagem de tráfego volumétrica obtidas para o seguimento projetado.

Tabela 4 – Resumo da Contagem de Tráfego

Resumo da Contagem de Tráfego Volumétrica Classificatória							
Rodovia:	ERS 441	Local:	Vista Alegre do Prata				Total
Sentido	PASSEIO	COLETIVOS	CAMINHÕES				
			Leve	Médio	Pesado	Ultrapesado	
Nova Prata - Vista Alegre do Prata	111	1	18	9	2	0	141
	78,72%	0,71%	12,77%	6,38%	1,42%	0,00%	100%
Vista Alegre do Prata - Nova Prata	119	1	14	12	4	0	150
	79,33%	0,67%	9,33%	8,00%	2,67%	0,00%	100%
Total	230	2	32	21	6	0	291
	79,03%	0,69%	11,05%	7,19%	2,04%	0,00%	100%

1.2 Projeção de tráfego

Para cálculo da projeção do tráfego e VDM, foi aplicada a taxa de crescimento anual de 5%, conforme orientação do DAER. Foi adotado o ano de 2024 como início da utilização do pavimento pronto, sendo projetado 10 anos a partir dele, concluindo o dimensionamento no ano de 2033.

Tabela 5 - Projeção do tráfego para 10 anos

NÚMERO N							
Ano	Passeio	Coletivo	Carga Leve	Carga Média	Carga Pesada	Carga Ultra Pesada	Total
2022	230	2	32	21	6	0	291
2023							
2024	230	2	32	21	6	0	291
2025	242	2	34	22	6	0	306
2026	254	2	35	23	7	0	321
2027	266	2	37	24	7	0	337

2028	280	2	39	26	7	0	354
2029	294	3	41	27	8	0	371
2030	308	3	43	28	8	0	390
2031	324	3	45	30	8	0	409
2032	340	3	47	31	9	0	430
2033	357	3	50	33	9	0	451

Para a projeção de tráfego, o ano de 2023 não é considerado no somatório acumulado, pois entende-se que não há aumento expressivo do trânsito no estado atual da rodovia.

O trecho em projeto não possui interseção com outras rodovias relevantes quanto a tráfego, sendo assim não, não são apresentados os Fluxogramas de interseção, conforme “Instruções de serviço para estudos de tráfego IS-110/10.

1.3 Cálculo do número “N”

O Número N corresponde ao número de repetições (ou operações) dos eixos dos veículos equivalentes às solicitações do eixo padrão rodoviário de 8,2 tf durante o período considerado de vida útil. A projeção é feita conforme IS 110/2010 do DAER, com a aplicação da equação abaixo.

$$N = VDM_{Comercial} \times FV \times n \times FF \times FR \times FE \times 10^6$$

Onde:

N: eixos equivalentes que trafegaram por faixa na rodovia;

VDMcomercial: volume diário médio para veículos da categoria;

FV: fator de equivalência veicular ao eixo padrão;

n: número de dias no ano;

FR: fator climático regional;

FE: fator de expansão para contagens reduzidas;

FF: fator de distribuição do tráfego para as faixas disponíveis.



O fator de veículos foi determinado conforme Instrução de Serviço IS-110/10:

- Coletivo: 0,3450;
- Carga leve: 0,0630;
- Carga média: 1,3710;
- Carga pesada: 4,9860
- Carga ultra pesada: 11,2050

Sendo ainda adotado os fatores:

Fator climático regional adotado = 1,00;

Fator de expansão = 1,00;

Fator de faixa = 1,00

A projeção do volume de tráfego e a determinação do número N anual e acumulado é demonstrado no quadro abaixo. Da mesma forma que o ano de 2023 não entra no acumulado da quantidade de veículos, a mesma situação acontece quanto ao número N, sendo acumulado a partir do ano que a rodovia estará pavimentada.

Tabela 2 - Cálculo do Número N

NÚMERO N										
Ano	Passeio	Coletivo	Carga Leve	Carga Média	Carga Pesada	Carga Ultra Pesada	Taxa	Total	Número N (10 ⁶)	Nº N Acum. (10 ⁶)
2022	230	2	32	21	6	0	5%	291	0,01	0,01
2023										
2024	230	2	32	21	6	0	5%	291	0,01	0,02
2025	242	2	34	22	6	0	5%	306	0,01	0,03
2026	254	2	35	23	7	0	5%	321	0,01	0,05
2027	266	2	37	24	7	0	5%	337	0,01	0,06
2028	280	2	39	26	7	0	5%	354	0,01	0,07

2029	294	3	41	27	8	0	5%	371	0,01	0,09
2030	308	3	43	28	8	0	5%	390	0,02	0,10
2031	324	3	45	30	8	0	5%	409	0,02	0,12
2032	340	3	47	31	9	0	5%	430	0,02	0,13
2033	357	3	50	33	9	0	5%	451	0,02	0,15

Tendo em vista um horizonte de projeto de 10 anos, o valor do número N encontrado foi de $1,5 \times 10^5$.

ESTUDOS GEOLÓGICOS

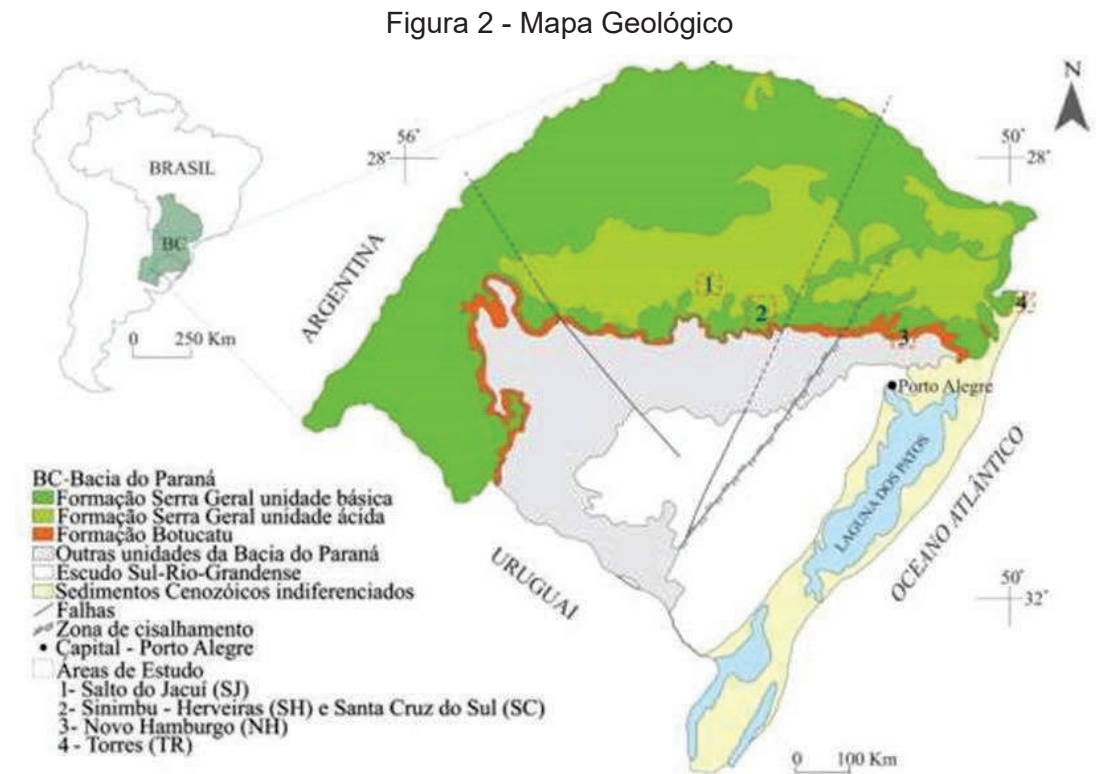
A elaboração deste estudo proporciona fundamentos para o correto dimensionamento dos projetos de terraplenagem, drenagem e estrutura do pavimento visando conforto, segurança e economia.

2.1 Geologia

A região a qual se encontra a ERS-441 é designada como Formação Serra Geral, que se refere à província magmática relacionada aos derrames e rochas intrusivas que recobrem 1.200.000 km² da Bacia do Paraná, a qual representa uma das maiores manifestações vulcânicas continentais da história geológica e está associada à tectônica distensiva de ruptura do Supercontinente Gondwana, formando espesso grupo de lavas. Este acontecimento é relacionado à fusão parcial do manto astenosférico e da crosta continental, que se deu devido a mecanismos de decompressão resultantes da ação de plumas mantélicas que atuaram na ruptura continental.

A Formação Serra Geral é constituída predominantemente por basaltos e basalto-andesitos, os quais contrastam com riolitos e riodacitos (Serviço Geológico do Brasil - CPRM). As rochas vulcânicas dominantes (basalto) são aproximadamente 95% do volume, seguidas de riodacito e pouco riolito (5% vol.). As rochas que compõem os derramamentos da Formação Serra Geral registram uma espessura acima de 1700m de basalto sobre os sedimentos da Bacia do Paraná, sendo principalmente representadas por derrames de natureza básica e subordinadamente por efusivas ácidas. A área de projeto é coberta por este basalto da formação serra geral, extrudido do período Cretáceo.

Para melhor compreensão da geologia da região, pode-se observar na figura a seguir.



Fonte: RIOS et al, 2018.

2.2 Geomorfologia

Geomorfologia é o estudo da forma dos relevos de uma região, levando em consideração o intemperismo e os fenômenos que podem intervir neste fim.

O trecho deste projeto está situado na região geomorfológica denominada Planalto Meridional. O Planalto Meridional recobre a maior parte do território da Região Sul do Brasil e é formado por rochas basálticas da era mesozóica, área que fica a nordeste do estado, onde se encontram as partes mais altas, podendo chegar aos 1000 metros. Para facilitar sua caracterização, o Planalto Meridional costuma ser dividido em duas partes: Planalto Arenito-basáltico e Depressão Periférica. A região em estudo é titulada Planalto Basáltico, esse planalto, que tem como traço marcante a estrutura geológica, é formado pelo acúmulo ou empilhamento de sucessivos derrames basálticos (isto é, derrames de lava), intercalados de camadas de arenito. Alcançam espessura muito variável. Em alguns pontos, decorrentes de desmoronamentos, falhas naturais da rocha e processos de erosão, podem-se encontrar íngremes depressões.

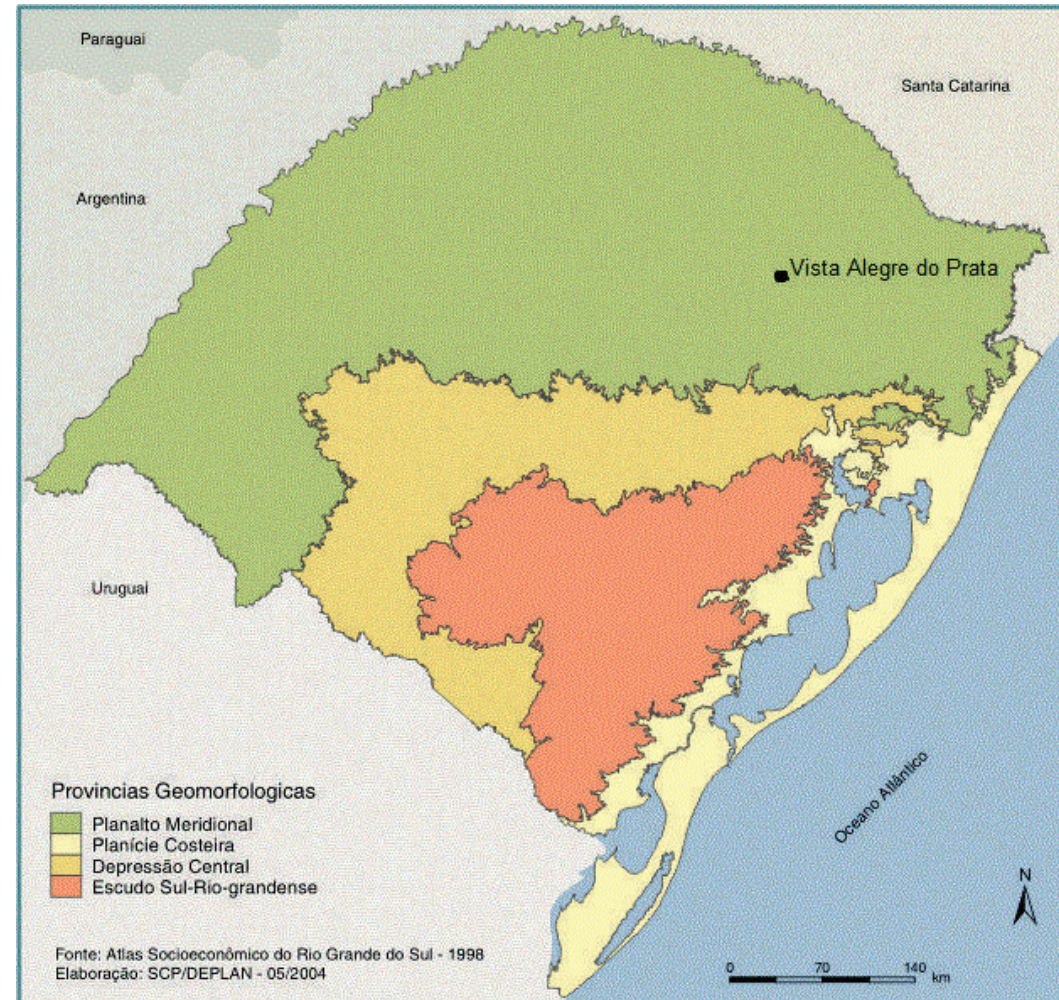


O Município de Vista Alegre do Prata, localiza-se a uma latitude 28°48'30,18" sul e a uma longitude 51°47'18,81" oeste, estando a uma altitude de 581 metros. O clima na região é subtropical úmido, com verões quentes e sem estação seca definida, pois em razão da umidade relativa do ar ser elevada durante todo o ano, acaba por condicionar um clima úmido, e chuvas bem distribuídas ao longo do ano - clima tipo Cfa1 na classificação de Koeppen.

A região possui solos derivados de derrame basáltico, profundos e bem drenados, pertencentes ao grupo Latossolo Vermelho (argiloso). O relevo é ondulado e suave ondulado, formado por elevações com longos pendentes que criam depressões fechadas (coxilhas).

A denominação geomorfológica da região pode ser observada na imagem a seguir.

Figura 3 - Província Geomorfológica





ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

O presente levantamento tem por objetivo, coletar dados através do levantamento planialtimétrico cadastral georreferenciado, para implantação e pavimentação asfáltica no Entr. ERS -355 (P/ Fagundes Varela) até a Divisa municípios Vista Alegre do Prata/Nova Prata (início TRV. Mun), segmento do km 23,56-SER ao km 28,45-SER, com extensão de 4,89 km.

A locação original sofreu duas alterações:

Variante 1 – (Km 24+500 ao km 25+300)

Variante necessária para afastamento do eixo de área de alagamento.

Variante 2 – (km 26+760 ao km 27+100)

Variante necessária para acesso a nova ponte que será projetada. A variante em questão modifica a transposição do Arroio Barra Fria

O Levantamento topográfico foi realizado em DUAS etapas, conforme segue:

Primeira Etapa – Levantamento topográfico planialtimétrico cadastral realizado no período de 19/04/2022 a 25/04/2022. Foram levantadas seções transversais de 20,00 em 20,00 metros ao longo de todo o trecho. No levantamento das seções transversais foram nivelados e anotadas, a plataforma pista, acessos, dispositivos de drenagem, taludes, cercas, soleiras de casas, postes e curvas de nível apresentadas de metro em metro. Além dos levantamentos nas duas variantes previstas em projeto.

Segunda Etapa – Implantação da rede de apoio, foi realizada no período de 01/08/2023 a 02/08/2023, com implantação de quatro marcos de aço galvanizado com chapa de identificação, convenientemente localizados, protegidos e identificados, com coordenadas dos vértices determinadas por sistema de georreferenciamento com coordenadas verdadeiras. Além da implantação da rede de apoio composta por oito RNs de aço galvanizado com chapa de identificação para determinação da rede de apoio e Levantamentos complementares.

3.1 Primeira Etapa – Levantamento cadastral

3.1.1 Período de Execução

Os serviços de levantamento planialtimétrico cadastral foram realizados entre os dias 19/04/2022 a 25/04/2022.

3.1.2 Metodologia

O levantamento Planialtimétrico cadastral foi realizado combinando técnicas de topografia convencional e novas tecnologias geoespaciais tal como o Sistema GNSS Real Time Kinematic (RTK), ou Posicionamento Cinemático em Tempo-Real. Trata-se de uma técnica de posicionamento e navegação GNSS utilizada por sistemas como GPS e GLONASS. A técnica baseia-se na medição de fase da onda portadora dos sinais dos satélites (ao invés das informações transmitidas por estes sinais) a qual é corrigida através de dados de correção enviadas por uma estação de referência, permitindo-se obter uma acurácia horizontal aproximada de 0,008 metros. A técnica, no entanto, exige a necessidade de uma rede de telecomunicação entre o receptor GNSS e a estação de referência e que o receptor esteja a, no máximo, 10 km desta estação.

A coleta de dados é iniciada após a correção de posicionamento do sistema GPS/INERCIAL e planejamento do percurso para melhor atendimento da necessidade de varredura da superfície. Para apoio ao levantamento da nuvem de pontos, é necessário que se tenha uma base há um raio de no máximo 3 km desde o ponto onde o equipamento esteja realizando a medição, utilizando-se um receptor GNSS de base fixa que ficará coletando dados de forma continuada durante todo o levantamento. Após essa coleta de pontos, é feito o ajustamento das coordenadas do levantamento em relação à coordenada da base, que foi processada pelo método PPP (Posicionamento por Ponto Preciso), serviço online disponibilizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), o software de ajuste utilizado foi o EGSTAR.

Após a elaboração de todos os pontos coletados, foi feita a transformação de UTM para plano Local, através de planilhas de cálculos.



3.1.3 Equipe e Equipamentos

Para realização dos serviços de campo e escritório, dadas as etapas de execução, as exatidões a serem atingidas e a necessidade de urgência, dimensionamos as equipes a seguinte estrutura:

- Equipe de campo: 1 Topógrafo, 1 operador auxiliar;
- Equipe de escritório: 1 Desenhista e 1 Calculista;
- Equipamentos: 1 par de Receptores Topcon GNSS Hiper V RTK.
- Sistemas de processamento, desenho e cálculo de volumes: Autocad Civil 3D.

3.1.4 Apresentação

Foram levantadas seções transversais de 20,00 em 20,00 metros ao longo de todo o trecho. No levantamento das seções transversais foram nivelados e anotadas, a plataforma pista, acessos, dispositivos de drenagem, taludes, cercas, soleiras de casas, postes e curvas de nível apresentadas de metro em metro. Além dos levantamentos nas duas variantes previstas em projeto.

O resultado do levantamento topográfico cadastral é apresentado nas pranchas cadastrais, onde é demonstrado a planimetria e altimetria existente.

A partir dos serviços de campo e posterior desenvolvimento do levantamento topográfico em escritório, torna-se conhecida a situação existente do local e a obtenção dos elementos necessários para a elaboração de todos os projetos.

Não houve necessidade de levantamento cadastral para empréstimo de material, uma vez que o material em corte suprirá a demanda.

3.1.5 PPP – Posicionamento por ponto preciso

Seguem relatórios do método PPP (Posicionamento por Ponto Preciso) utilizado no levantamento topográfico, serviço online disponibilizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: Basel

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS	2022/04/23 14:35:49,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS	2022/04/23 16:06:43,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	TPSHIPER_V NONE
Órbitas dos satélites: ¹	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	1,00
Sigma ² da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena ³ (m):	1,720
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	2,13 GPS 1,92 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,90 GPS 1,17 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (Ex. que deve ser usado) ⁴	-28° 48' 20,9035"	-51° 41' 33,4554"	520,78	6813332.135	432411.632	-51
Na data do levantamento ⁵	-28° 48' 20,8949"	-51° 41' 33,4567"	520,78	6813332.460	432411.596	-51
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,007	0,012	0,025			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	
Fator para Conversão (m):	7,08	Incerteza (m): 0,08
Altitude Normal (m):	513,70	

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

¹ Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

² O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

³ Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

⁴ A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

⁵ A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

⁶ Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados e minúcia e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: ibge@ibge.gov.br ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.



Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: base2

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2022/04/23 18:33:31,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2022/04/23 18:45:41,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	TPSHIPER_VNONE
Órbitas dos satélites: ¹	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	1,00
Sigma ² da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena ³ (m):	1,800
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	1,21 GPS 1,12 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,81 GPS 0,83 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (6 s. que deve ser usado) ⁴	-28° 48' 17,9262"	-51° 42' 01,2284"	470,62	6813419.414	431658.243	-51
Na data do levantamento ⁵	-28° 48' 17,9176"	-51° 42' 01,2297"	470,62	6813419.678	431658.212	-51
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,002	0,003	0,007			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	
Fator para Conversão (m):	7,09	Incerteza (m): 0,08
Altitude Normal (m):	463,53	

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

¹ Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

² O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

³ Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

⁴ A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

⁵ A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

⁶ Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: ibge@ibge.gov.br ou pelo telefone 0800-7218181.

Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.



Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: base3

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2022/04/23 19:00:39,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2022/04/23 20:16:36,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	TPSHIPER_VNONE
Órbitas dos satélites: ¹	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	1,00
Sigma ² da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena ³ (m):	1,940
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	1,06 GPS 1,19 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,61 GPS 0,71 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (6 s. que deve ser usado) ⁴	-28° 48' 35,8999"	-51° 43' 20,4418"	441,53	6812853.413	429514.349	-51
Na data do levantamento ⁵	-28° 48' 35,8913"	-51° 43' 20,4431"	441,53	6812853.677	429514.312	-51
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,004	0,015	0,012			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	
Fator para Conversão (m):	7,09	Incerteza (m): 0,08
Altitude Normal (m):	434,44	

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

¹ Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

² O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

³ Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

⁴ A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

⁵ A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

⁶ Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: ibge@ibge.gov.br ou pelo telefone 0800-7218181.

Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.



Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: Base1

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2022/04/23 20:26:18,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2022/04/23 21:05:50,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	TPSHIPER_VNONE
Órbitas dos satélites: ¹	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	1,00
Sigma ² da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena ³ (m):	1,870
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	1,43 GPS 1,08 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,88 GPS 0,77 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (E z. que deve ser usada) ⁴	-28° 48' 30,6880"	-51° 42' 59,0525"	453,94	6813017,321	430093,161	-51
Na data do levantamento ⁵	-28° 48' 30,6794"	-51° 42' 59,0538"	453,94	6813017,586	430093,125	-51
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,025	0,026	0,116			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUEA	
Fator para Conversão (m):	7,09	Incerteza (m): 0,08
Altitude Normal (m):	446,85	

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

¹ Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

² O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

³ Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

⁴ A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

⁵ A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

⁶ Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: ibge@ibge.gov.br ou pelo telefone 0800-7218181.

Este serviço de posicionamento foi usado do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.



Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: VAP2

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2022/05/23 16:48:55,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2022/05/23 19:56:15,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	TPSHIPER_VNONE
Órbitas dos satélites: ¹	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	5,00
Sigma ² da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena ³ (m):	1,850
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	1,83 GPS 1,72 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,97 GPS 0,69 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (E z. que deve ser usada) ⁴	-28° 48' 28,9400"	-51° 42' 45,9516"	507,686	6813072,975	430447,959	-51
Na data do levantamento ⁵	-28° 48' 28,9403"	-51° 42' 45,9529"	507,686	6813073,242	430447,922	-51
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,010	0,022	0,019			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUEA	
Fator para Conversão (m):	7,09	Incerteza (m): 0,08
Altitude Normal (m):	500,996	

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

¹ Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

² O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

³ Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

⁴ A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

⁵ A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

⁶ Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: ibge@ibge.gov.br ou pelo telefone 0800-7218181.

Este serviço de posicionamento foi usado do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.



3.1.6 Cadastro de dispositivos

O levantamento compreendeu o cadastro de açudes, postes, acessos, dispositivos de drenagem e demais estruturas que interferem com o corpo estradal.

Imagem 1 – Levantamento pista de rolamento



Imagem 2 – Levantamento transversais



Imagem 3 – Dispositivos de drenagem

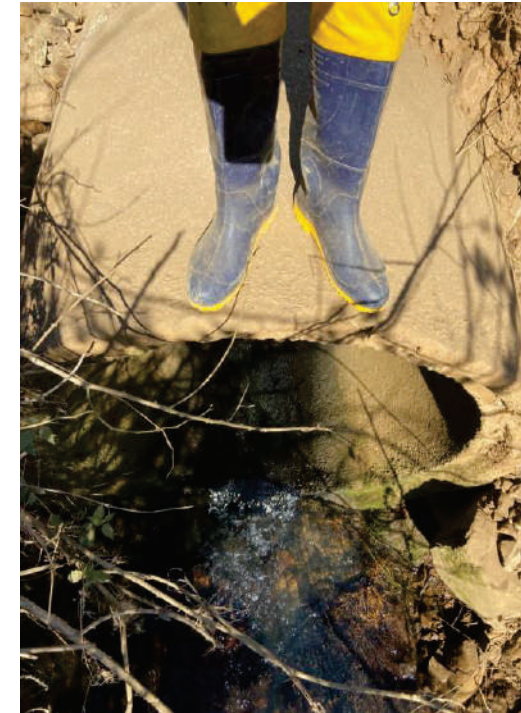


Imagem 4 – Dispositivos de drenagem





3.2 Segunda Etapa – Implantação dos marcos e RNs

3.2.1 Período de execução

Os Serviços de implantação da rede de apoio RNs e marcos foram realizados entre os dias 01/08/2023 e 02/08/2023.

3.2.2 Localização

O trecho objeto deste levantamento tem início km 23+560 no município Vista Alegre do Prata e se desenvolve por cerca de 4,96 km sentido ao município de Nova Prata.

3.2.3 Implantação do sistema georreferenciado

Para a determinação do sistema de referência planialtimétrica da topografia, optou-se pela implantação de marcos georreferenciado em local próximo ao trecho, ao invés do transporte de coordenadas e cotas de marcos homologados pelo IBGE, que normalmente acarretam em transporte de longa distância.

Para a implantação e validação dos marcos georreferenciados, foram implantados marcos de aço galvanizado com chapa identificadora, esses marcos são compostos de material duradouro, os quais garantem sua durabilidade e estabilidade no terreno e são aprovados pela Portaria Nº 2.502, de 22 de dezembro de 2022, publicada no Diário Oficial da União no dia 23 de dezembro de 2022.

3.2.3.1 Origem dos Serviços, Datum e Referencial Altimétrico

A metodologia para transporte de coordenadas dos Pontos de Controle, foi feita, obedecendo a norma de georreferenciamento para atender a lei 10.267 e a NBR 14.166, a qual se desenvolveu conforme a descrição subsequente.

O critério de coordenadas utilizado foi a UTM, Datum SIRGAS 2.000, com transporte de coordenadas a partir da estação geodésica PPP. A base ocupada foi no módulo estático com rastreamento de intervalo de gravações a cada 1" (um segundo), e uma máscara de elevação de 15° (quinze graus).

Imagem 6 – Estação Geodésica (PPP)



Com o GPS RTK South, modelo S86T, fez-se ocupações a partir da base PPP, nos marcos de ponto de controle M1, M2, localizados nos extremos do trecho, conforme monografias. As ocupações nos marcos, tiveram gravações no módulo estático, com intervalo de 1".

A poligonal GPS se deu como ponto de partida no marco PPP, implantada a direita do trecho sentido do estaqueamento, ponto mais alto dentro do perímetro de levantamento, irradiados para os marcos M1, M2, passando pelos RNs, implantados de 500 em 500 metros. O marco M1 está localizado no início do trecho próximo ao entr. ERS-355 (P/ Fagundes Varela), na propriedade do Sr. Busato e o M1A, está instalado 100 metros à frente, sentido estaqueamento, lado esquerdo do trecho próximo poste de energia elétrica na propriedade do Sr. Busato.

O marco M2 está localizado no final do trecho Divisa município Vista Alegre do Prata/Nova Prata (início TRV. Mun.), próximo ao marco de concreto de divisa entre os municípios de Vista Alegre do Prata e Nova Prata, lado direito sentido estaqueamento e o M2A, está instalado 100 metros antes lado direito do trecho na propriedade do Isidoro Knispel.

Com mudança e ocupações médias de acordo com a norma de transporte de coordenadas para o levantamento topográfico, foram utilizadas as cotas ortométricas, sendo as cotas dos RNs implantados e amarradas ao ponto de partida (marcos M1 e M1A e M2 e M2A), obtidas a partir da base PPP e com coordenadas.

Imagem 7– Marco M1 e M1A



O levantamento rodoviário foi feito com GPS RTK, que após o transporte das coordenadas para os pontos de controle (marcos implantados), foi utilizado o equipamento SOUTH S86T RTK GNSS –

Dados Técnicos:

Precisão estático horizontal: 3.0 mm + 0,5 ppm RMS

Precisão estático vertical: 5.0 mm + 1 ppm RMS

Precisão real time kinematic (RTK): 0.5 mm + 0.5 ppm RMS

Cinemático vertical: 10 mm + 0.5 ppm RMS

GLONASS: LL1 C/A, L1P, L2P, L1/L2

GPS: L1 C/A, L2E, L2C, L5

A implantação e o rastreamento dos Marcos e RNs, conforme monografias, têm por finalidade georreferenciar todas as medições de campo e obter coordenadas precisas para a execução dos levantamentos complementares, os pontos de controle servem de apoio para as poligonais e base do RTK.

Imagem 6 – Marco M2 e M2A



O referencial base PPP, teve rastreamento de 3,5 horas, para garantir a precisão esperada para um levantamento estático, e os marcos de pontos de controle M1 e M2 e os auxiliares intervisíveis M1A e M2A, com tempo de rastreamento estático 45' (quarenta e cinco minutos), juntamente com as RNs.



Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: 9234

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2023/08/01 11:58:22,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2023/08/01 15:34:13,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	NÃO DISPONIVEL
Órbitas dos satélites: ¹	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	1,00
Sigma ² da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena ³ (m):	1,075
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	1,17 GPS 1,58 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,67 GPS 0,72 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gra)	Longitude(gra)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (6 a qua deve ser usada) ⁴	-28° 48' 29,9769"	-51° 42' 44,0441"	519,40	6813041,650	430499,854	-51
Na data do levantamento ⁵	-28° 48' 29,9678"	-51° 42' 44,0455"	519,40	6813041,930	430499,814	-51
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,001	0,002	0,004			

Coordenada Altimétrica

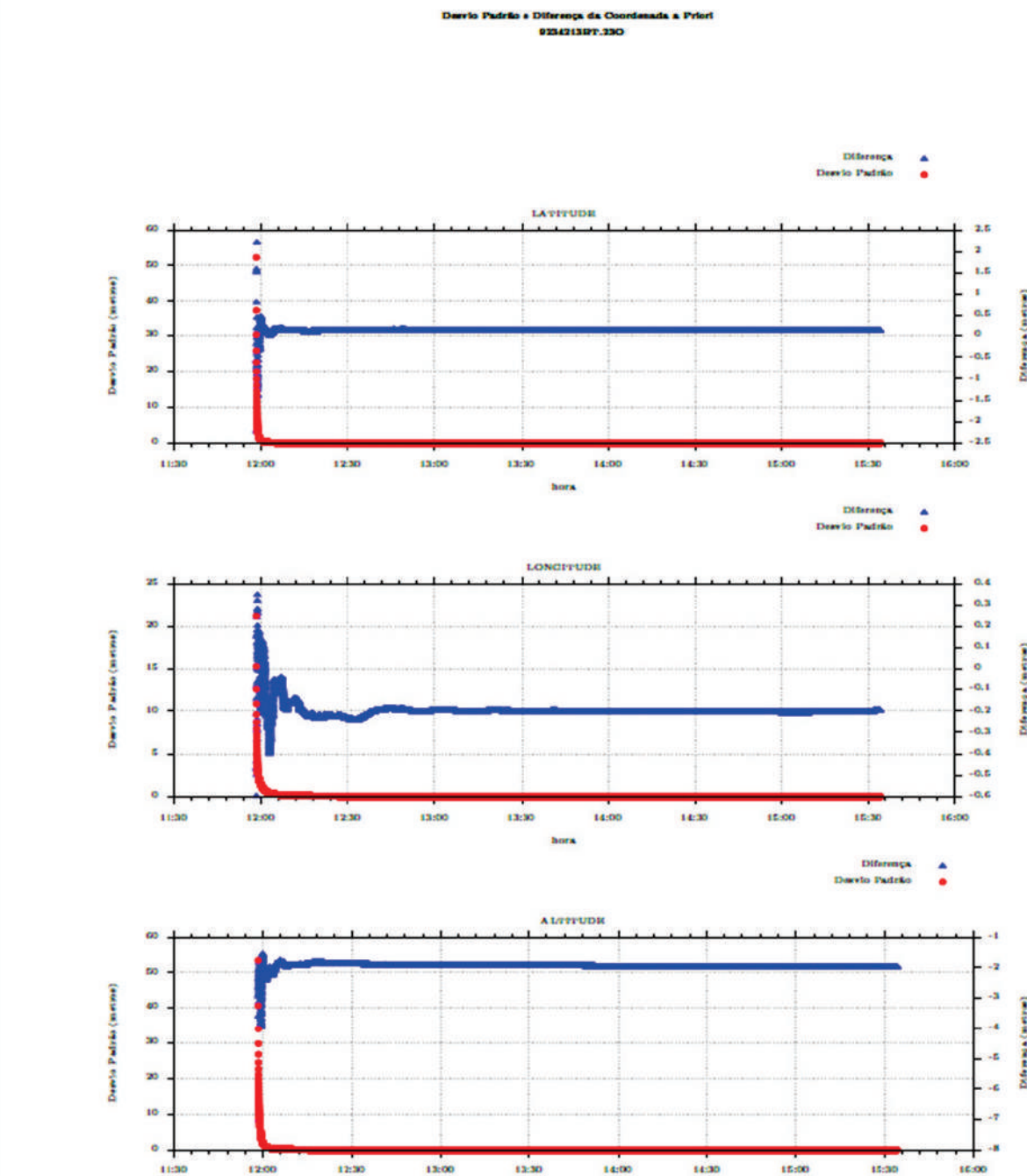
Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	Incerteza (m):	0,08
Fator para Conversão (m):	7,09		
Altitude Normal (m):	512,31		

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

¹ Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).
² O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.
³ Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).
⁴ A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.
⁵ A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.
⁶ Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário.
 Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contactar: <http://www.ibge.gov.br/posicionamento.html> ou pelo telefone 0800-7218181.
 Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento GNSS-PPP desenvolvido pelo Geomatic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).
 Processamento autorizado para uso do IBGE.





2

Processado em: 02/08/2023 17:39:29



Figura 6 – Relatório PPP - Marco base



O marco PPP instalado no ponto mais alto do trecho, km 255+660, seguindo o estaqueamento lado direito, a 280 metros do eixo.



Ponto	ERS 441 - PPP	Coordenadas Geodésicas	
Implantação	01/08/2023	Latitude	28° 48' 29,9678"
Receptor	SOUTH S86T RTK GNSS	Longitude	51° 42' 44,0455"
Datum	SIRGAS	Solução	FIXA
MERIDIANO CENTRAL			
Croqui	Coorde=. UTM e LTM	Precisão	
	E= 430.499,854	(+/-)0,001	
	N= 6.813.041,65	(+/-)0,002	
	Datum Vertical Ortométrica= 512,31	hgeoHNOR_imbituba (+/-) 0,004	
	X= 81659,77 Y= 1811377	MC: -51°30'Grw FUSO: 22S	
	Descrição do Marco: AÇO GALVANIZADO COM CHAPA IDENTIFICADORA		
ITINERÁRIO			
Fotografia			
			
Quadro 1 - Monografa - Marco PPP			

O marco M1 está localizado no início do trecho próximo ao entr. ERS-355 (P/ Fagundes Varela), na propriedade do Sr. Busato.



Ponto	ERS 441 - M1	Coordenadas Geodésicas	
Implantação	01/08/2023	Latitude	28° 48' 33,47269"
Receptor	SOUTH S86T RTK GNSS	Longitude	51° 43' 55,44213"
Datum	SIRGAS	Solução	FIXA
MERIDIANO CENTRAL			
Croqui	Coorde=. UTM e LTM	Precisão	
	E= 428.565,1685	(+/-)0,001	
	N= 6812.922,309	(+/-)0,002	
	Datum Vertical Ortométrica= 466,686	hgeoHNOR_imbituba (+/-) 0,004	
	X= 79724,62454 Y= 1.811.259,684	MC: -51°30'Grw FUSO: 22S	
	Descrição do Marco: AÇO GALVANIZADO COM CHAPA IDENTIFICADORA		
ITINERÁRIO			
Fotografia			
			
Quadro 2 - Monografa - Marco M1			



O marco M1A, está instalado 100 metros à frente, sentido estaqueamento, lado esquerdo do trecho próximo poste de energia elétrica na propriedade do Sr. Busato.

Ponto	ERS 441 - M1A	Coordenadas Geodésicas		
Implantação	01/08/2023	Latitude	28° 48' 34,55028"	
Receptor	SOUTH S86T RTK GNSS	Longitude	51° 43' 52,35741"	
Datum	SIRGAS	Solução	FIXA	
MERIDIANO CENTRAL				
Croqui		Coorde=. UTM e LTM	Precisão	
		E= 428.648,9875	(+/-)0,001	
		N= 6.812.889,66	(+/-)0,002	
		Datum Vertical		hgeoHNOR_imbituba (+/-) 0,004
		Ortométrica= 465,563		
X= 79808,623 Y= 1.811.227,371		MC: -51°30'Grw FUSO: 22S		
Descrição do Marco:				
AÇO GALVANIZADO COM CHAPA IDENTIFICADORA				
ITINERÁRIO				
Fotografia				
				
Quadro 3 - Monografia - Marco M1A				

O marco M2 está localizado no final do trecho Divisa município de Vista Alegre do Prata/Nova Prata (início TRV. Mun.), próximo ao marco de concreto de divisa entre os municípios de Vista Alegre do Prata e Nova Prata, lado direito sentido estaqueamento.

Ponto	ERS 441 - M2	Coordenadas Geodésicas		
Implantação	01/08/2023	Latitude	28° 48' 10,54291"	
Receptor	SOUTH S86T RTK GNSS	Longitude	51° 41' 19,63448"	
Datum	SIRGAS	Solução	FIXA	
MERIDIANO CENTRAL				
Croqui		Coorde=. UTM e LTM	Precisão	
		E= 432.784,4295	(+/-)0,001	
		N= 6.813.653,226	(+/-)0,002	
		Datum Vertical		hgeoHNOR_imbituba (+/-) 0,004
		Ortométrica= 519,047		
X= 83942,91638 Y= 1.812.008,72		MC: -51°30'Grw FUSO: 22S		
Descrição do Marco:				
AÇO GALVANIZADO COM CHAPA IDENTIFICADORA				
ITINERÁRIO				
Fotografia				
				
Quadro 4 - Monografia - Marco M2				



O marco M2A, está instalado 100 metros antes lado direito do trecho na propriedade do Isidoro Knispel.

Os (RNs) foram espaçados a cada 500 m, devidamente amarradas ao eixo topográfico da rodovia, conforme estabelece a IS-205.

No Tabela a seguir, é apresentada a relação das RNs implantadas com sua localização e respectiva cota aferida.







Ponto	ERS 441 - M2A	Coordenadas Geodésicas	
Implantação	01/08/2023	Latitude	28° 48' 11,68559"
Receptor	SOUTH S86T RTK GNSS	Longitude	51° 41' 21,67209"
Datum	SIRGAS	Solução	FIXA
MERIDIANO CENTRAL			
Croqui		Coorde=. UTM e LTM	Precisão
		E= 432.729,3981	(+/-)0,001
		N= 6.813.617,739	(+/-)0,002
		Datum Vertical Ortométrica= 520,568	hgeoHNOR_imbituba (+/-) 0,004
		X= 83888,00696 Y= 1.811.972,984	MC: -51°30'Grw FUSO: 22S
		Descrição do Marco: AÇO GALVANIZADO COM CHAPA IDENTIFICADORA	
ITINERÁRIO			
Fotografia			
			
Quadro 5 - Monografia - Marco M2A			

Tabela 1 – RNs implantadas

PLANILHA DE COORDENADAS DAS RNs IMPLANTADAS						
COORDENADAS UTM - DATUM SIRGAS2000 - MC 51°w				COORDENADAS LTM		FOTO
RNs	ESTE (x)	NORTE (Y)	H(z)	ESTE (x)	NORTE (y)	
RN1	428984,771	6812714,22	434,336	80145,31	1811053	
RN2	429479,229	6812869,83	441,493	80639,36	1811211	
RN3	429966,196	6813032,08	444,377	81125,89	1811375	
RN4	430243,727	6813280,71	447,544	81402,52	1811625	



RN5	430769,557	6813324,87	452,515	81928,42	1811672	
RN6	431260,809	6813609,42	462,437	82418,72	1811958	
RN7	431592,032	6813458	465,899	82750,75	1811808	
RN8	432034,692	6813193,82	491,226	83194,74	1811546	
RN9	432466,908	6813384,48	523,434	83626,37	1811739	



3.2.4 Planilha de Conversão de Sistema de Coordenadas e Pontos de Controle

A base cartografia foi feita através do marco base PPP e na Tabela 2, são apresentadas as coordenadas UTM obtidas no processamento e transformadas para coordenadas geográficas e LTM.

Tabela 6 –Relatório de conversão de Sistemas de Coordenadas

PLANILHA CONVERSÃO E PONTOS DE CONTROLE IMPLEMENTADOS												
DESC	MARCO / RN	COORDENADAS UTM-DATUM SIRGAS 2000-MC51°W			COORDENADAS GEOGRÁFICAS						COORDENADAS LTM	
		LESTE	NORTE	ELEVAÇÃO ORTOMETRICA	LATITUDE			LONGITUDE			LESTE	NORTE
M1	M0003	428565,169	6812922,31	466,686	-28	48	33,47269	-51	43	55,44213	79724,62	1811260
M1A	M0006	428648,988	6812889,66	465,563	-28	48	34,55028	-51	43	52,35741	79808,62	1811227
RN1	M0004	428984,771	6812714,22	434,336	-28	48	40,31758	-51	43	40,00978	80145,31	1811053
RN2	M0005	429479,229	6812869,83	441,493	-28	48	35,35967	-51	43	21,73372	80639,36	1811211
RN3	M0007	429966,196	6813032,08	444,377	-28	48	30,18375	-51	43	3,73303	81125,89	1811375
RN4	M0001	430243,727	6813280,71	447,544	-28	48	22,15936	-51	42	53,43966	81402,52	1811625
RN5	M0015	430769,557	6813324,87	452,515	-28	48	20,82688	-51	42	34,03234	81928,42	1811672
RN6	M0011	431260,809	6813609,42	462,437	-28	48	11,67612	-51	42	15,84813	82418,72	1811958
RN7	M0010	431592,032	6813458	465,899	-28	48	16,65966	-51	42	3,662709	82750,75	1811808
RN8	M0009	432034,692	6813193,82	491,226	-28	48	25,32814	-51	41	47,39045	83194,74	1811546
RN9	M0008	432466,908	6813384,48	523,434	-28	48	19,21512	-51	41	31,4051	83626,37	1811739
M2	M0014	432784,43	6813653,23	519,047	-28	48	10,54291	-51	41	19,63448	83942,92	1812009
M2B	M0012	432729,398	6813617,74	520,468	-28	48	11,68559	-51	41	21,67209	83888,01	1811973
PPP	M0002	430499,854	6813041,65	512,31	-28	48	29,9678	-51	42	44,0455	81659,77	1811387



3.2.5 Precisões Obtidas

A utilização de GPS Geodésico de Dupla Frequência com rádio modem VHF ou GSM, alcança as seguintes precisões no módulo estático, utilizado para transporte de coordenada e implantação dos pontos de controle em pós-processamento:

- Horizontal 1cm+1ppm RMS e;
- Vertical 1,5cm+1ppm RMS.

Para o módulo cinemático em tempo Real (RTK), que foi utilizado no levantamento topográfico para coleta de dados:

- Horizontal 3mm+1ppm RMS e;
- Vertical 5mm+1ppm RMS.

Os pontos do levantamento carregam em sua bagagem os erros técnicos, portanto se temos uma coordenada X, Y, Z, e seus valores serão acrescidos, ou subtraídos, das precisões do equipamento, os erros apresentados nos relatórios da coleta de pontos brutos, devem apresentar um nível de confiança de 98,2% em RMS do sigma do valor, com tipo de “SOLUÇÃO FIXA, conforme recomendações para levantamento com GPS, adotadas pelo IBGE.

Na Tabela a seguir, são apresentados os pontos de referência, com quadro de resumo das precisões, do ajustamento dos pontos cadastrais dos pontos de controle.

Tabela 7 – Relatório de processamento dos pontos de controle

PONTOS	NORTE(X)	ESTE (Y)	H(Z)	Nrms(m)/Erms(m)	Zrms(m)	Tipo de Solução
M1	428565,1685	6812922,309	466,686	0,0011	0,023	RTK FIXO
M1A	428648,9875	6812889,66	465,563	0,008	0,011	RTK FIXO
RN1	428984,7709	6812714,22	434,336	0,011	0,016	RTK FIXO
RN2	429479,2291	6812869,826	441,493	0,016	0,021	RTK FIXO
RN3	429966,1955	6813032,075	444,377	0,011	0,014	RTK FIXO
RN4	430243,7272	6813280,713	447,544	0,009	0,013	RTK FIXO
RN5	430769,5566	6813324,872	452,515	0,011	0,013	RTK FIXO
RN6	431260,809	6813609,424	462,437	0,001	0,016	RTK FIXO
RN7	431592,032	6813458,004	465,899	0,001	0,019	RTK FIXO
RN8	432034,6924	6813193,817	491,226	0,0024	0,042	RTK FIXO
RN9	432466,9077	6813384,48	523,434	0,0014	0,026	RTK FIXO
M2	432784,4295	6813653,226	519,047	0,011	0,018	RTK FIXO
M2B	432729,3981	6813617,739	520,468	0,009	0,017	RTK FIXO
PPP	430499,854	6813041,65	512,31	0,468	0,657	RTK FIXO

3.2.6 Poligonal e Rede de Nível

A poligonal e a rede de nível, foi materializada através dos marcos (intervalo máximo de 5km) e RNs (intervalo aproximado de 500m), implantados pelo Sistema GNSS - Estático e tidos como coordenadas verdadeiras. Foi utilizado o levantamento pelo método de RTK (Real Time Cinematic), no qual este levantamento se inicia em marco conhecido, passando pelos RNS de forma a permitir a verificação dos erros de nivelamento e permitindo a verificação do erro linear.

3.2.7 Poligonal

A poligonal enquadrada é a mais indicada para a verificação do fechamento linear, tendo em vista que esta foi realizada através da implantação de pares de marcos geodésicos, onde a poligonal se inicia em dois pontos de coordenadas conhecidas (verdadeiras) e se encerra em outros dois pontos conhecidos.

A NBR 13.133/94 apresenta a fórmula para o cálculo do erro máximo linear, através da fórmula referente a Poligonal tipo 1 e 2. A verificação do fechamento linear é validada pela condição do valor calculado do erro obtido ser inferior ao erro máximo permitido e estas diferenças podem ser verificadas pelas equações apresentadas a seguir:

Erro máximo

$$t_{\alpha} \leq c+d \sqrt{l}(km)$$

sendo:

t_{α} = tolerância máxima do erro linear em metros.km;

c = tabela 10-NBR, para erro relativo vértices 1/50.000 (2ª ordem) em metros;

d = tabela 11-NBR, valor de coeficiente para poligonais IP, IIP em metros;

Lm= extensão da linha em quilômetros;

Erro obtido

$$E L = \sqrt{\sum X^2 + \sum Y^2}$$



sendo:

EL= erro total obtido em metros.km;

ΣX = erro médio em X (este);

ΣY = erro médio em Y (norte).

3.2.8 Nivelamento

O eixo topográfico e os RNS foram nivelados e tiveram seus levantamentos devidamente aferidos. Para o controle do nivelamento foi realizado o cálculo do erro máximo tolerado e posteriormente verificado em relação ao erro obtido.

a) Erro máximo

A tolerância de erro máximo para o nivelamento é obtida pela fórmula a seguir.

$$E \text{ máx} = 12 \sqrt{k}$$

sendo:

E máx = erro total máximo em milímetros.km;

k = extensão da linha em quilômetros.

b) Erro obtido

O erro obtido é o resultado dos erros médios nos RNS, que é representado pela diferença média entre o RNS implantados e tidas como verdadeiras (módulo estático) em relação aos RNS do levantamento (módulo RTK). O resultado final das médias, não podem ser superior ao erro máximo. A verificação dos fechamentos no nivelamento, procuraram não ultrapassar uma extensão superior a 3,00 km.

Os resultados dos fechamentos linear e nivelamento, ficaram dentro dos limites estabelecidos e estão de acordo com as Instruções de Serviço e da NBR 13.133, conforme apresentados no Quadro a seguir.

Tabela 8 – Relatório do fechamento linear e nivelamento

Marcos e RNs	Fechamento								
	Estático			levantamento Topográfico			Diferença		
	X(E)	Y(N)	Z(h)	X(E)	Y(N)	Z(h)	X	Y	Z
M1	79724,625	1811259,684	466,686	79724,623	1811259,676	466,681	0,000	0,000	0,000
M1A	79808,623	1811227,371	465,563	79808,615	1811227,369	465,565	0,002	0,008	0,005
RN1	80145,313	1811053,256	434,336	80145,291	1811053,248	434,328	0,008	0,002	-0,002
RN2	80639,364	1811211,021	441,493	80639,385	1811210,999	441,495	0,022	0,008	0,008
RN3	81125,891	1811375,401	444,377	81125,902	1811375,422	444,373	-0,021	0,022	-0,002
RN4	81402,516	1811625,331	447,544	81402,512	1811625,342	447,546	-0,011	-0,021	0,004
RN5	81928,422	1811671,725	452,515	81928,426	1811671,721	452,516	0,004	-0,011	-0,002
RN6	82418,722	1811958,486	462,437	82418,703	1811958,489	462,431	-0,004	0,004	-0,001
RN7	82750,747	1811808,384	465,899	82750,752	1811808,365	465,894	0,019	-0,004	0,006
RN8	83194,740	1811545,928	491,226	83194,747	1811545,933	491,231	-0,005	0,019	0,005
RN9	83626,368	1811738,504	523,434	83626,360	1811738,504	523,436	-0,007	-0,005	-0,005
M2	83942,916	1812008,720	519,047	83942,922	1812008,712	519,048	0,008	0,000	-0,002
M2B	83888,007	1811972,984	520,468	83887,999	1811972,989	520,466	-0,005	0,008	-0,001
TOTAL							0,009	0,030	0,013

3.3. Compatibilização das duas etapas

Em ambas as etapas dos levantamentos, os equipamentos utilizados foram pares de GPS RTK, onde as bases utilizadas foram processadas pelo método PPP (Posicionamento por Ponto Preciso), serviço online disponibilizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), assim sendo ambas as coordenadas obtidas nos dois levantamentos, teoricamente, deveriam ser as coordenadas reais do trecho. Mas para conferência dos levantamentos, foram levantados novamente na segunda etapa, diversos elementos conhecidos que já tinham sido cadastrados no primeiro, como exemplo: muros, postes, cercas e eixo da estrada existente, para assim termos a certeza que ambos os levantamentos estão nas mesmas coordenadas e elevações.



ESTUDO HIDROLÓGICO

Para realizar o estudo hidrológico de uma região, é preciso ter informações da bacia hidrográfica que abastece o local, dados de precipitação e fluviometria, para obter parâmetros que possibilitem a determinação da vazão e assim selecionar e dimensionar os elementos de drenagem adequados para atender a demanda, tais como valetas, sarjetas, bueiros e pontes. As informações referentes ao clima e dias de chuva embasam a elaboração do plano de execução da obra.

Para realizar o estudo hidrológico de uma região, é preciso ter informações da bacia hidrográfica que abastece o local, dados de precipitação e fluviometria, para obter parâmetros que possibilitem a determinação da vazão e assim selecionar e dimensionar os elementos de drenagem adequados para atender a demanda, tais como valetas, sarjetas, bueiros e pontes. As informações referentes ao clima e dias de chuva embasam a elaboração do plano de execução da obra.

4.1 Elementos utilizados

- Coleta de dados pluviométricos;
- Aspectos climáticos e fisiográficos;
- Estudo das chuvas intensas;
- Cálculo das descargas das bacias.

Para a elaboração dos estudos hidrológicos foram utilizados os seguintes elementos:

- Cartografia em escala 1:50.000 (DSG)
- Dados pluviométricos de postos situados nas proximidades da área de influência;
- Atlas Climatológico do Brasil, editado pelo Ministério da Agricultura;
- Especificações para Estudos Hidrológicos do DAER e DNIT;
- Elementos da obra “Práticas Hidrológicas”, do Engenheiro José Jaime Taborga Torrico;
- Imagens do Google Earth;

A coleta de dados para os estudos hidrológicos foi desenvolvida com a finalidade de permitir a caracterização climática e pluviométrica, levantamento das condicionantes topográficas e

geomorfológicas das bacias hidrográficas próximas à área de estudo, assim como os modelos de chuvas e “coeficientes de run-off”.

4.1.1 Coleta de dados

Na coleta de dados pluviométricos, climáticos e fisiográficos foram obtidos:

- Alturas mensais de chuva, fornecidas pela Agência nacional de Águas - ANA, cujas informações são disponibilizadas pela internet;
- Caracterização climática, hidrográfica, da área de interesse, a partir da base dos dados do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET;
- Classificação Climática de Koppen-Geiger – “Updated world map of the Koppen – Geiger”.

4.1.2 Características climáticas

A região onde desenvolve-se o trecho em estudo, segundo a classificação climática de Wladimir Koeppen, é do tipo fundamental CF e a variação específica CF, mesotérmica, clima subtropical úmido.

Situa-se na região climática denominada Depressão Central, submetida à influência das massas polares e em consequência a um regime de chuvas frequente, distribuídas ao longo do ano.

4.2 Clima

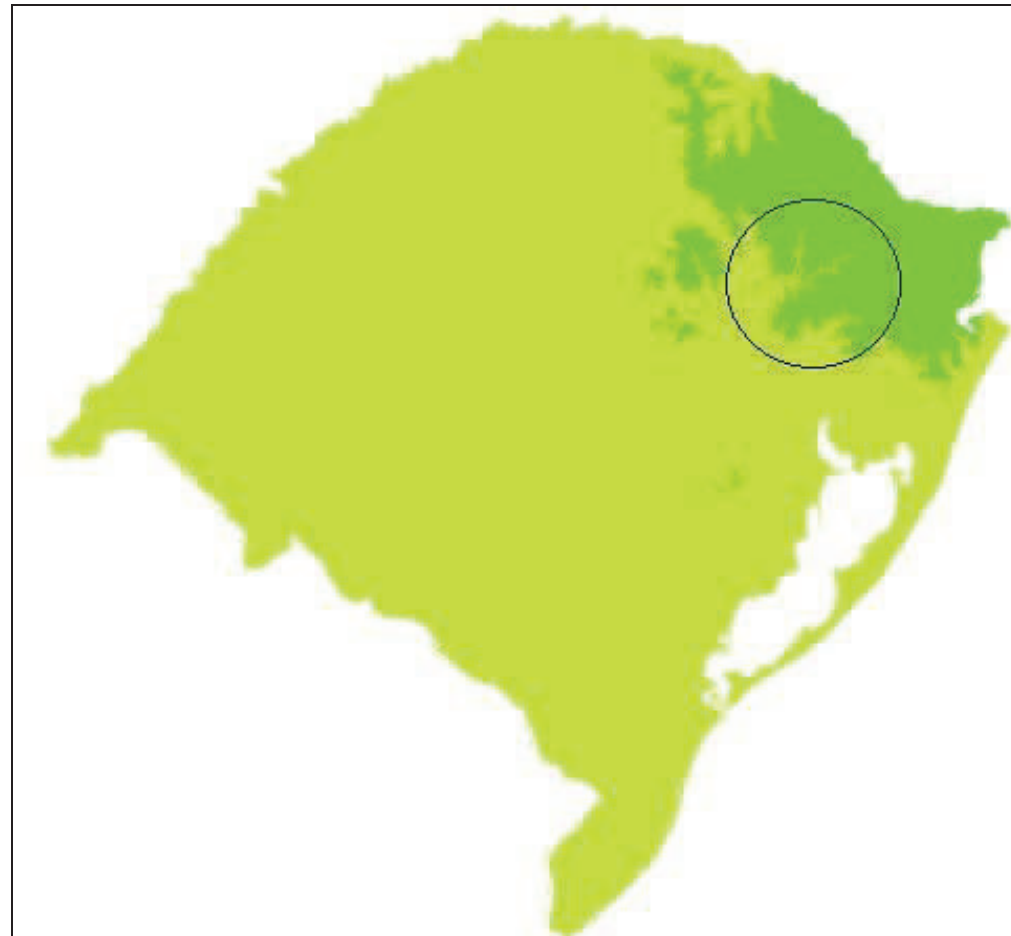
Seguindo o sistema de Köppen, o Rio Grande do Sul se enquadra na zona fundamental temperada ou "C" e no tipo fundamental "Cf" ou temperado úmido. No Estado este tipo "Cf" se subdivide em duas variedades específicas, ou seja, "Cfa" e "Cfb" (MORENO, 1961).

A variedade "Cfa" se caracteriza por apresentar chuvas durante todos os meses do ano e possuir a temperatura do mês mais quente superior a 22°C, e a do mês mais frio superior a 3°C. A variedade "Cfb" também apresenta chuvas durante todos os meses do ano, tendo a temperatura no mês mais quente inferior a 22°C e a do mês mais frio superior a 3°C.

Desta forma, de acordo com a classificação de Köppen, o Estado fica dividido em duas áreas climáticas, "Cfa" e "Cfb", sendo que a variedade "b" se restringe ao planalto basáltico superior e ao escudo Sul-Rio-Grandense, enquanto que as demais áreas pertencem à variedade "a".

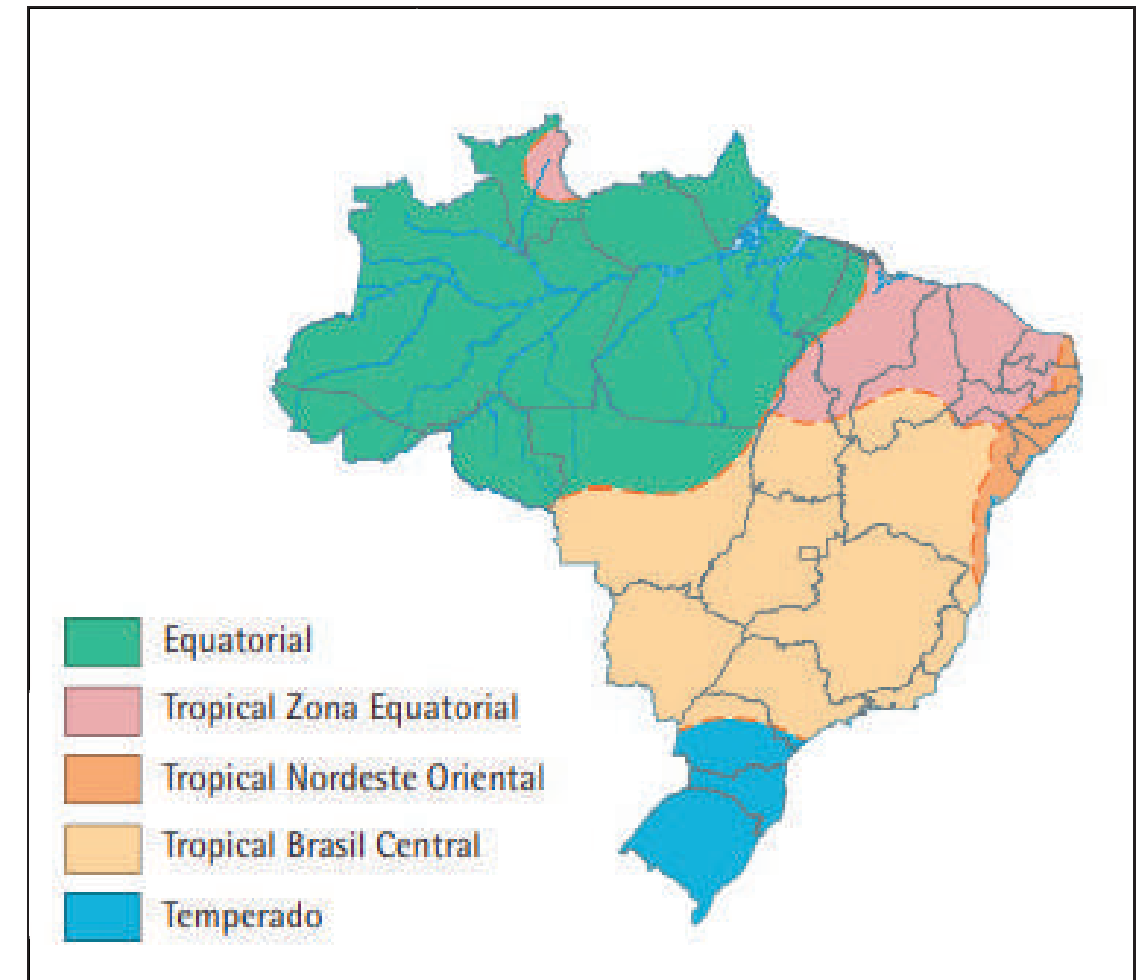
O local do estudo está inserido na classificação climática do tipo Cfb.

Figura 3 - Classificação Climática segundo Köppen



O clima da região sul diferente do restante do país. Enquanto o clima quente predomina no país, a região sul tem domínio exclusivo e quase absoluto do clima Mesotérmico do tipo temperado.

Figura 41 - Mapa de climas zonais - Fonte: IBGE



4.3 Temperatura

Seguindo o sistema de Köppen, o Rio Grande do Sul se enquadra na zona fundamental temperada ou "C" e no tipo fundamental "Cf" ou temperado úmido. No Estado este tipo "Cf" se subdivide em duas variedades específicas, ou seja, "Cfa" e "Cfb" (MORENO, 1961).

Para a estação de Guaporé, a temperatura média anual resultou em 17,7°C. As temperaturas mínimas, médias e máximas mensais são apresentadas a seguir.

Figura 5 - Temperatura Anual - Fonte: IRGA RS

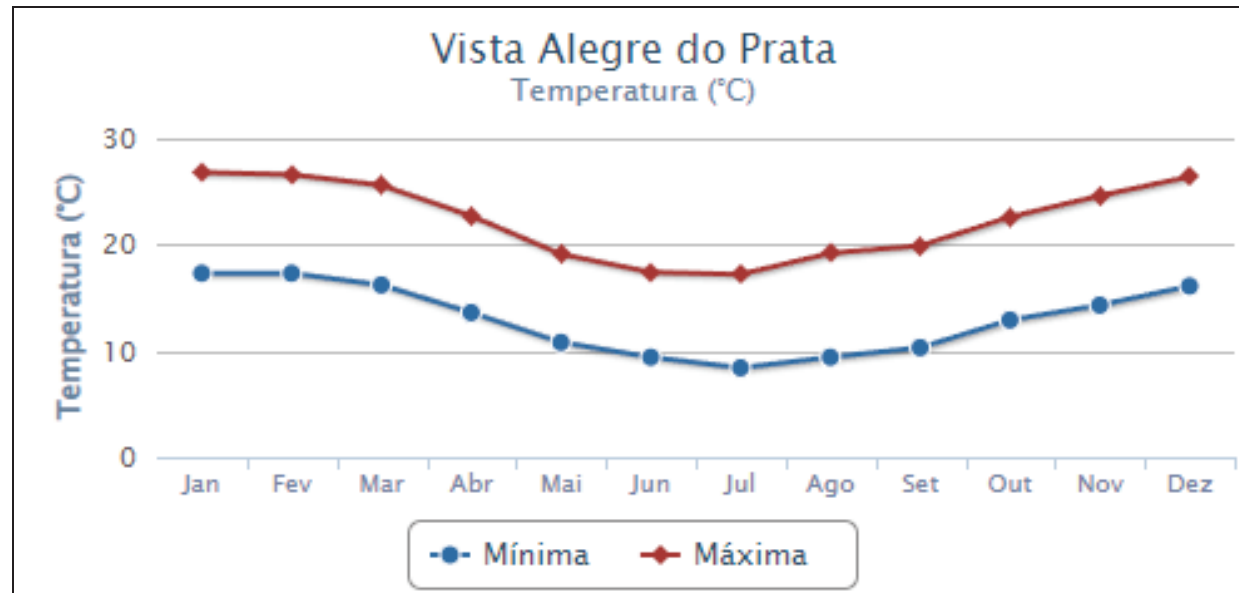


Tabela 8 – Temperatura na região de interesse: IRGA RS

Médias Climatológicas para Vista Alegre do Prata				
Mês	Temp Min.	Temp Max.	Temp Média	Chuva
Jan	17.3 °C	26.8 °C	17.7 °C	155.2 mm
Fev	17.3 °C	26.6 °C	17.7 °C	144.1 mm
Mar	16.2 °C	25.6 °C	17.7 °C	122.5 mm
Abr	13.6 °C	22.7 °C	17.7 °C	119.4 mm
Mai	10.8 °C	19.1 °C	17.7 °C	141.6 mm
Jun	9.4 °C	17.4 °C	17.7 °C	135.5 mm
Jul	8.4 °C	17.2 °C	17.7 °C	171.9 mm
Ago	9.4 °C	19.2 °C	17.7 °C	144.8 mm
Set	10.3 °C	19.9 °C	17.7 °C	177.1 mm
Out	12.9 °C	22.6 °C	17.7 °C	204.7 mm
Nov	14.3 °C	24.6 °C	17.7 °C	154.0 mm
Dez	16.1 °C	26.4 °C	17.7 °C	132.8 mm

As informações climatológicas da região em estudo foram baseadas nos dados obtidos nos 30 anos de dados (1981-2010), usando estações oficiais no INMET, e posteriormente interpolando para as localidades que não tem estação de medição de dados meteorológicos.

Figura 6- Temperatura média na região sul do Brasil - Fonte: Atlas Climático da Região Sul

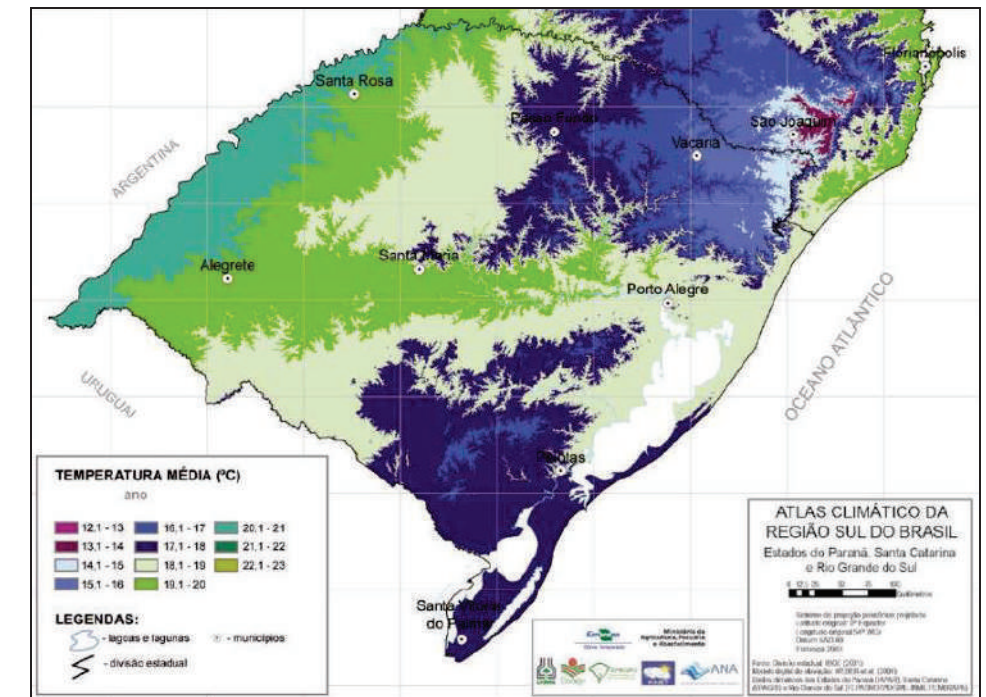


Figura 7 - Temperatura Máxima na região sul do Brasil - Fonte: Atlas Climático do sul da Região Sul

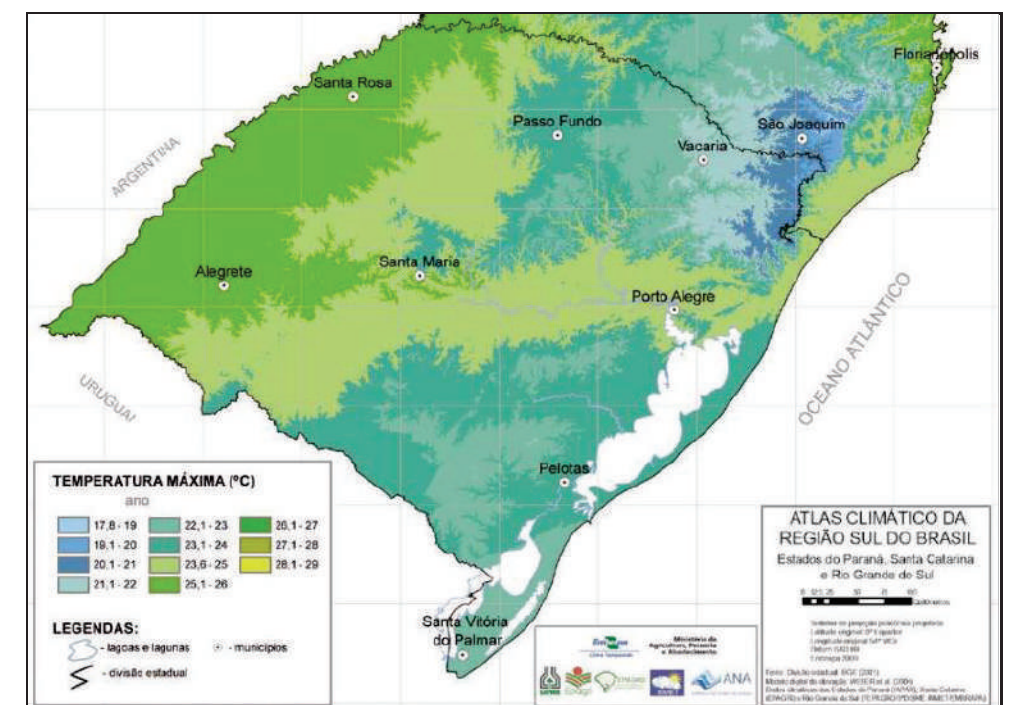
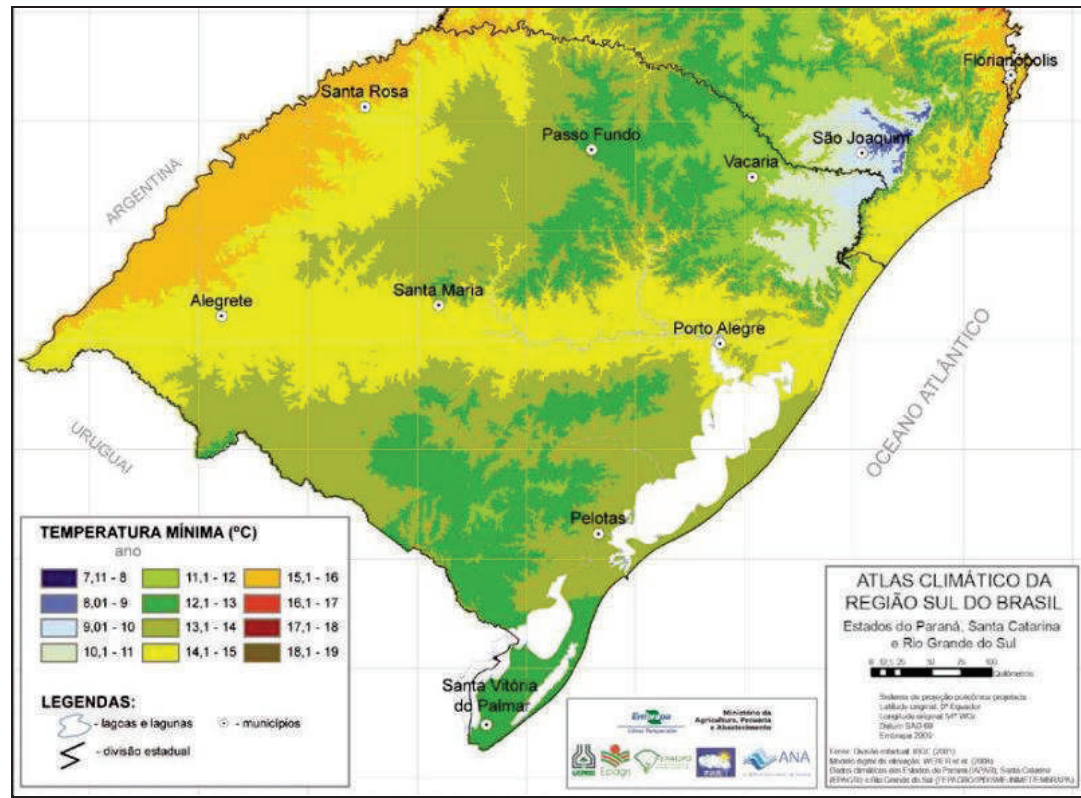


Figura 8- Temperatura mínima na região sul do Brasil - Fonte: Atlas Climático do sul da Região Sul



4.4 Hidrografia

Bacia hidrográfica é uma área ou região de drenagem de um rio principal, que dá o nome à bacia e seus afluentes, que capta as águas superficiais e faz convergir os escoamentos para o exutório. A formação da bacia hidrográfica dá-se através dos desníveis dos terrenos que direcionam os cursos da água, das áreas mais altas para as mais baixas.

A hidrografia do Rio Grande do Sul pode ser classificada em três regiões: Região Hidrográfica do Uruguai, cujas águas drenam para o Rio Uruguai; Região Hidrográfica do Guaíba, cujas águas drenam para o Lago Guaíba; Região hidrográfica do Litoral, cujas águas drenam ou para a Laguna dos Patos e Lagoa Mirim, ou direto para o oceano Atlântico.

Segundo o decreto nº 53.885 de 18 de janeiro de 2018, o estado foi dividido em 25 sub-bacias hidrográficas: Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí; Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos; Bacia Hidrográfica do Rio Caí; Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas; Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí; Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí - Vacacaí Mirim; Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí; Bacia Hidrográfica do Lago Guaíba; Bacia Hidrográfica do Rio Pardo; Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí; Bacia Hidrográfica do Litoral Médio; Bacia Hidrográfica do Rio Camaquã; Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim e do Canal São Gonçalo; Bacia Hidrográfica do Rio Mampituba; Bacia Hidrográfica dos Rios Apuaê – Inhandava; Bacia Hidrográfica do Rio Passo Fundo; Bacia

Hidrográfica dos Rios Turvo – Santa Rosa – Santo Cristo; Bacia Hidrográfica do Rio Piratinim; Bacia Hidrográfica do Rio Ibicuí; Bacia Hidrográfica do Rio Quaraí; Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria; Bacia Hidrográfica do Rio Negro; Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí; Bacia Hidrográfica do Rio da Várzea; Bacia Hidrográfica dos Rios Butuí – Icamaguã. A área em estudo está inserida na região hidrográfica da Bacia do Rio Taquari-Antas, localizada na Região Hidrográfica da Bacia do Guaíba, possui área de 26.430 km².

Figura 9- Localização da Bacia Hidrográfica Rio Taquari-Antas- Fonte Sema

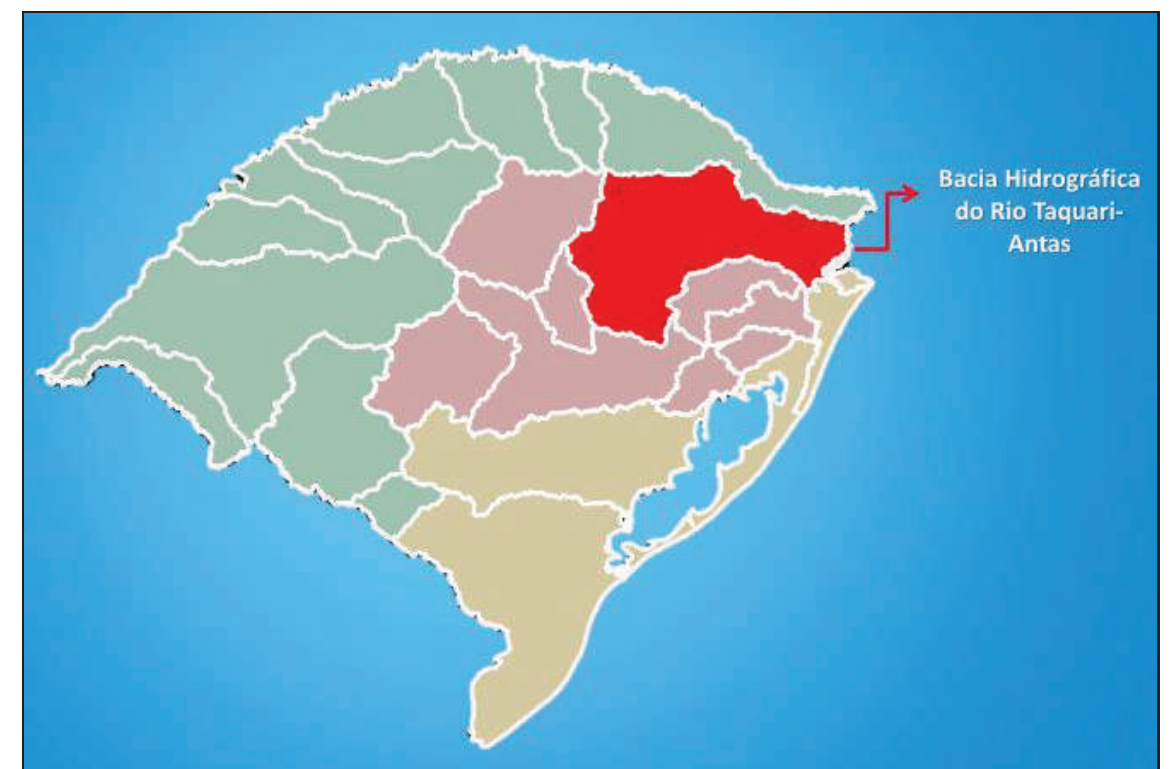
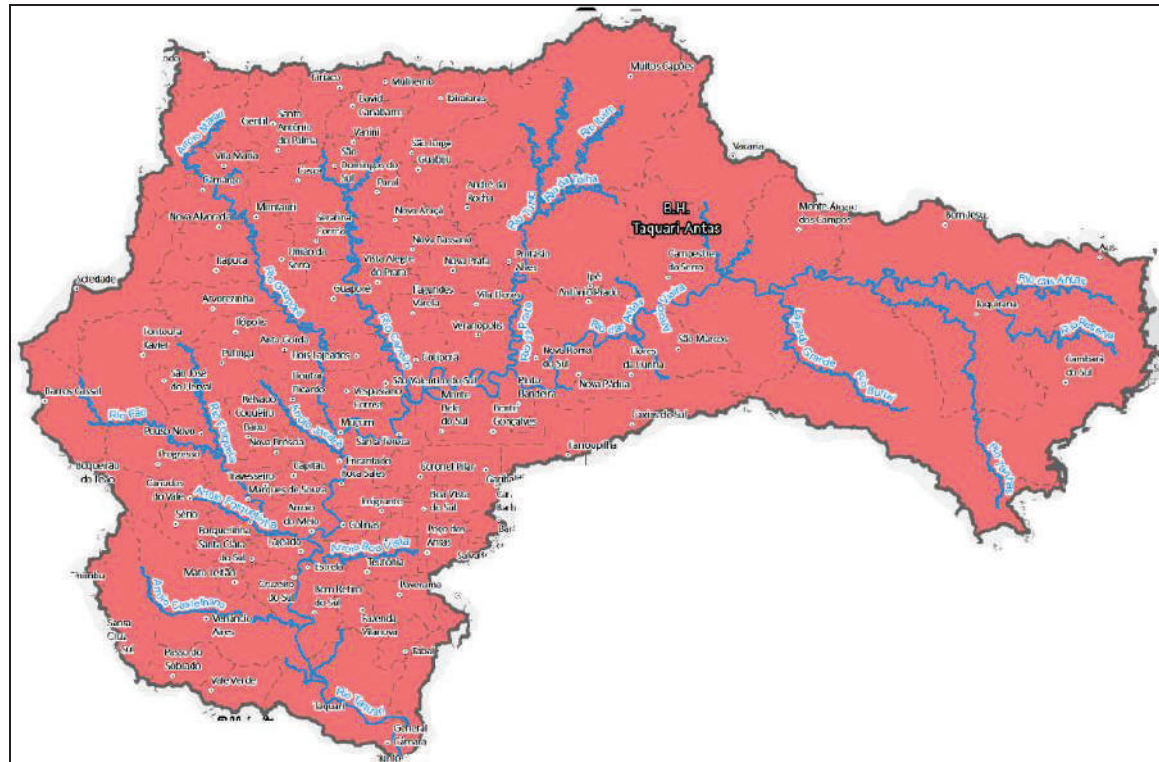


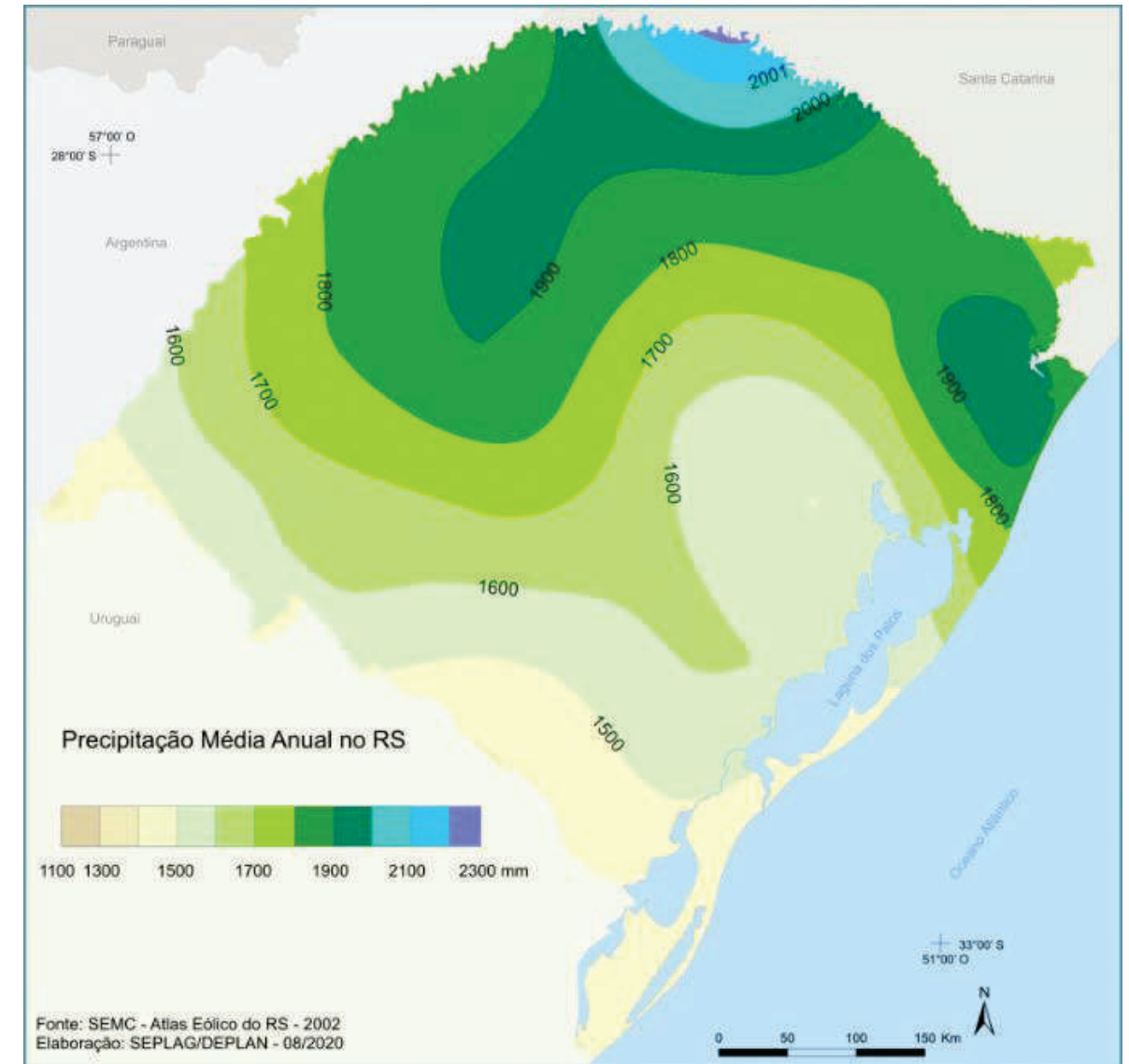
Figura 10 - Bacia Rio Taquari-Antas - Fonte: SEMA RS



4.5 Pluviometria

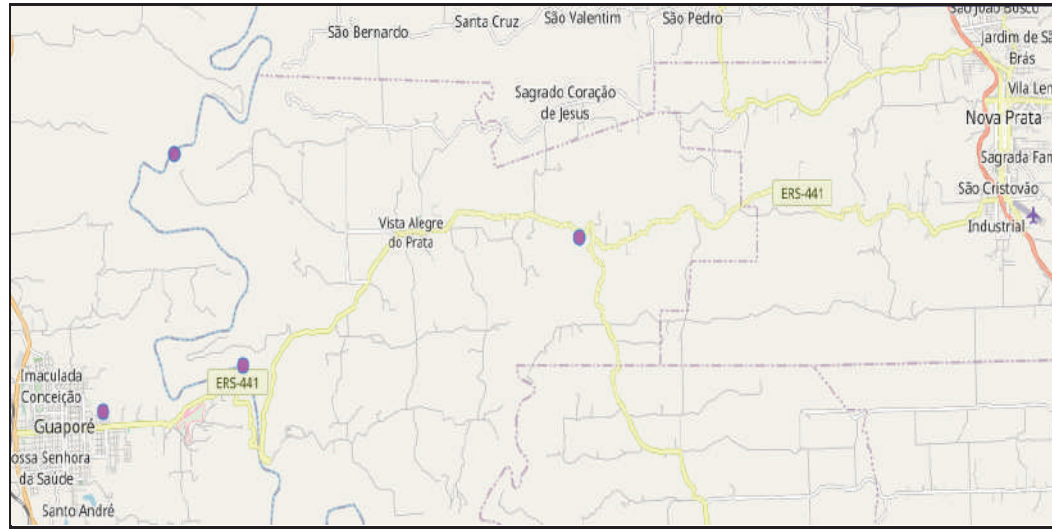
O estado apresenta uma distribuição equilibrada de chuvas ao longo do ano, em decorrência das massas de ar oceânicas que penetram no Estado. Ao Sul a precipitação média situa-se entre 1.299mm e 1.500mm e, ao norte a média fica entre 1.500mm e 1.800mm.

Figura 11 - Mapa de Precipitação média anual - Fonte: Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul



Para a região do trecho estudado, segundo os dados da estação coletada, os totais anuais de precipitação, no período de 1983 a 2022 variaram de 1105 mm (1984) a 2394,40 mm (2014), com média ao longo período de 1608,96 mm. O desvio padrão foi de 307,39 mm, o que indica alta variação interanual. O número médio de dias de chuva para o período coletado ficou em 98 dias. Para definição do regime pluviométrico da região, se fez necessário o levantamento de informações das estações hidrográficas da região, sendo a fonte, o Sistema de Informações Hidrográficas – Hidroweb, da Agência Nacional de Águas – ANA. A localização do posto Pluviométrico utilizado no presente estudo é apresentada a seguir:

Figura 12- Localização da estação pluviométrica – Dados de Guaporé



Estação pluviométrica fornecedora dos dados para estudo está localizada no município de Guaporé, código 2851044. As demais algumas foram desativadas e outras possuem dados muito antigos. A seguir são apresentados os histogramas de precipitação média das máximas diárias, média mensal de dias chuvosos, máxima precipitação anual em 24 horas, totais anuais de dias chuvosos e alturas totais anuais de precipitações.

Gráfico 12 - Precipitações das Máximas Diárias

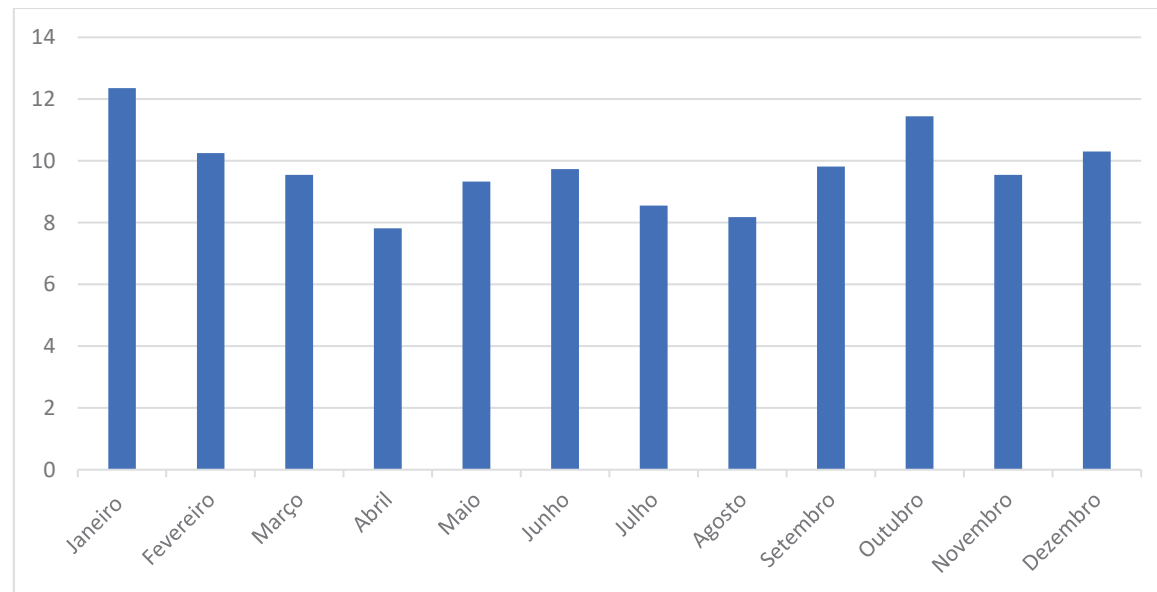


Gráfico 2 - Dias Chuvosos Mensais

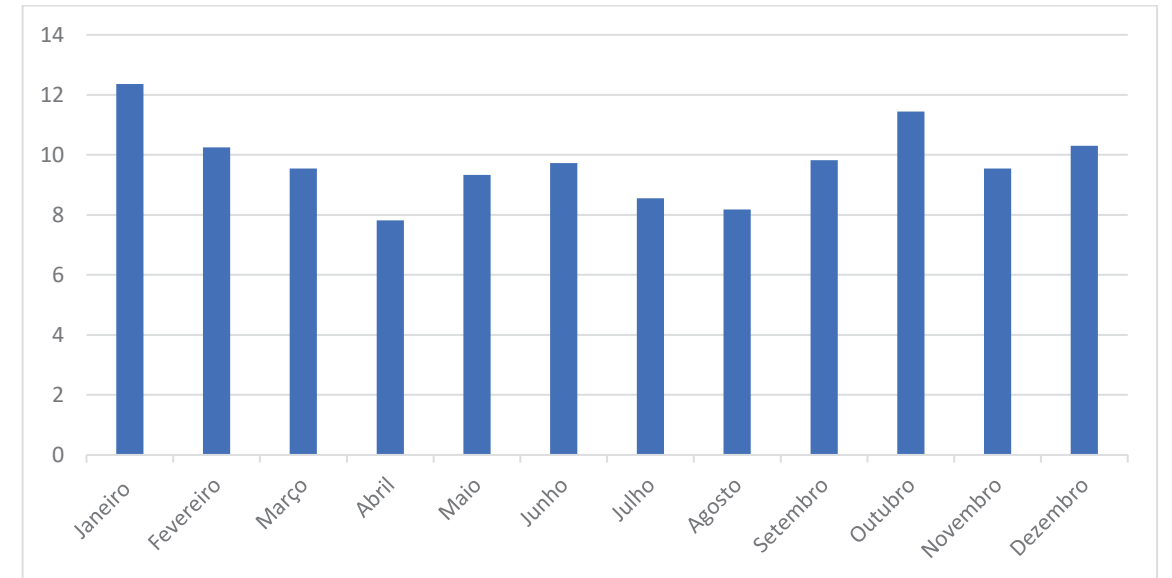


Gráfico 3 - Histograma Máxima precipitação anual

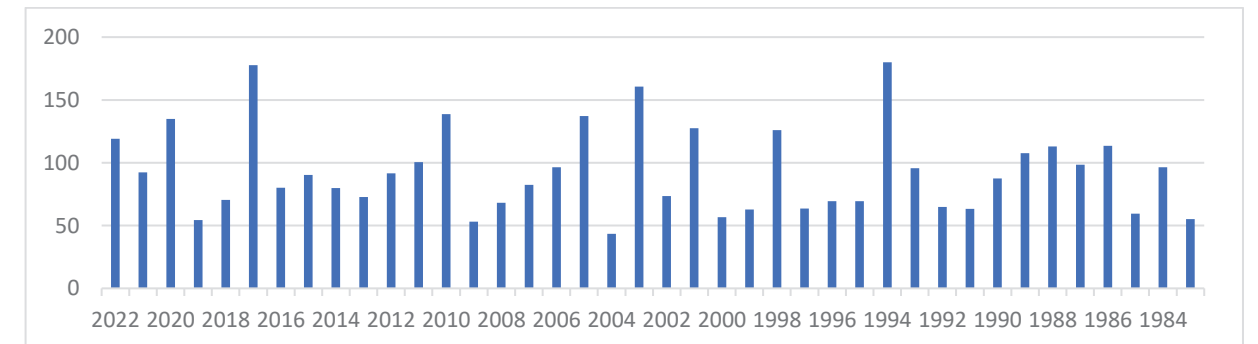
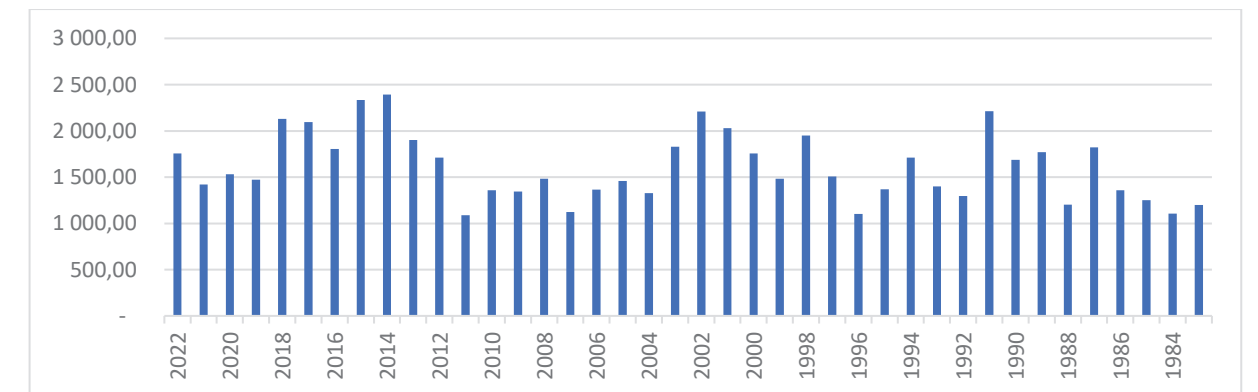


Gráfico 4 - Histograma Alturas Totais Anuais





4.6 Análise de consistência dos dados

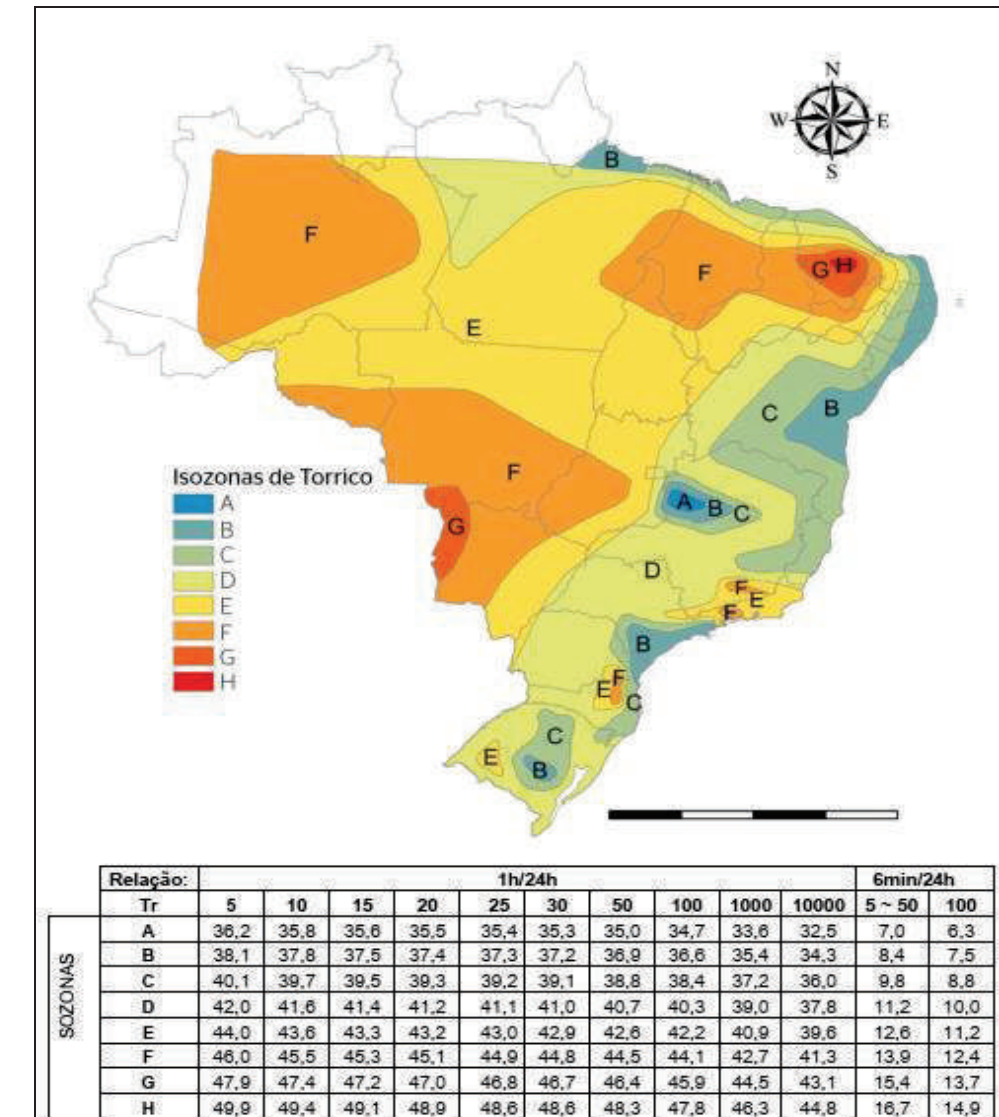
Para a determinação das relações Intensidade - Duração - Recorrência, representativas do regime das precipitações intensas de chuvas de pequena duração, utilizou-se a metodologia exposta pelo Engº José Jaime Taborga Torrico em "Práticas Hidrológicas". Taborga construiu um mapa de Isozonas levando em consideração os postos pluviométricos e relacionando as alturas de precipitação anual de 24 horas para cada um dos postos estudados pelo Engº Otto Pfafstteter.

Analisando sumariamente o mapa de isozonas do Brasil, obtêm-se as seguintes características:

- Isozona A - apresenta coeficientes de intensidade baixos, e a sua zona coincide com a de maior precipitação anual do Brasil;
- Isozonas B e C - apresentam coeficientes de intensidade suaves representando a zona de influência marítima;
- Isozona D - tipifica uma zona de transição entre a continental e a marítima, prolongando-se de modo a caracterizar a zona de influência do Rio Amazonas;
- Isozonas E e F - apresentam coeficientes de intensidade altos, representando as zonas continental e do noroeste;
- Isozonas G e H - apresentam coeficientes de intensidade muito altos, caracterizando a zona da caatinga nordestina.

Para a desagregação da chuva, foi utilizado a Isozona "D".

Figura 13 - Mapa de isozonas - Fonte: Torrico, 1974



Para correlacionar as precipitações nas estações pluviométricas, Taborga determinou a relação 24 horas/1dia, para o tempo de recorrência base de um ano, cujo valor da relação é igual a 1,13 com um desvio padrão em torno de 6,6%.

A tabela inserida no mapa de isozonas identifica zonas de igual relação 1 hora/24 horas de altura de precipitação para diferentes tempos de recorrência e, 6 minutos/24 horas de altura de precipitação para tempos de recorrência de 5 a 50 anos e 100 anos.

Para a determinação de outros tempos de recorrência Tr , a percentagem básica de cada uma das isozonas, para o tempo de recorrência de 1 ano, é afetada pelo coeficiente empírico: $Tr^{-0,014}$, que foi deduzido da relação dos coeficientes de Otto Pfafstetter:



$$\frac{K_{1 \text{ hora}}}{K_{24 \text{ horas}}} = \frac{T_r^{(0,156+\beta \div T^{\gamma})}}{T_r^{(0,170+\beta \div T^{\gamma})}} = T_r^{-0,014}$$

Onde:

$K_{1 \text{ hora}}$ = fator de probabilidade de ocorrer a chuva de 1 hora/24 horas

$K_{24 \text{ horas}}$ = fator de probabilidade de ocorrer a chuva de 1 dia/24 horas

β = valor que depende da duração da precipitação

γ = valor constante para cada posto

Tal coeficiente, testado no intervalo de uma hora para 24 horas, tem praticamente coincidência total com os resultados fornecidos pelas fórmulas de Pfafstetter. De posse das séries históricas de dados pluviométricos da região, elaborou-se uma série de máxima intensidade pluviométrica para um dia de precipitação e o respectivo processamento estatístico, utilizando a fórmula geral devida a Ven Te Chow.

$$P = P_m + K.S$$

Onde:

P = altura pluviométrica esperada

P_m = altura pluviométrica média

S = desvio padrão da série anual

K = fator de frequência

Os valores de K calculados segundo a Lei de Gumbel (M.D. Reid) são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 9 - Tabela Tempo de Recorrência

NUMERO DE EVENTOS	Tr - Tempo de Recorrência						
	5	10	15	20	25	50	100
19	0,926	1,636	2,032	2,317	2,533	3,199	3,86
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	2,996	3,618
34	0,855	1,520	1,892	2,160	2,362	2,987	3,608
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	3,499
50	0,820	1,466	1,827	2,086	2,283	2,889	3,496
51	0,818	1,464	1,824	2,084	2,280	2,883	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	2,870	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	1,804	2,064	2,258	2,858	3,454
59	0,808	1,448	1,803	2,061	2,256	2,855	3,450
60	0,807	1,446	1,802	2,059	2,253	2,852	3,446
61	0,806	1,4445	1,799	2,0565	2,2505	2,8485	3,442
62	0,805	1,4429	1,7968	2,0541	2,2479	2,8452	3,438
63	0,804	1,4413	1,7946	2,0517	2,2453	2,8419	3,434
64	0,803	1,4397	1,7924	2,0493	2,2427	2,8386	3,430
65	0,802	1,4381	1,7902	2,0469	2,2401	2,8353	3,426
66	0,801	1,4365	1,788	2,0445	2,2375	2,832	3,422



A seguir é apresentada a série de precipitações obtidas junto a ANA que possuem área de influência no local da intervenção, objeto do estudo.

Tabela 10 – Tabela Dados Pluviométricos Estação Guaporé

Ordem	Ano	Total Chuva	Total Dias	Precipitação
1	2022	1 755,70	128	119
2	2021	1 419,00	73	92,3
3	2020	1 532,10	88	134,9
4	2019	1 474,10	80	54,3
5	2018	2 130,00	117	70,4
6	2017	2 094,40	108	177,7
7	2016	1 805,90	90	80,1
8	2015	2 335,50	145	90,4
9	2014	2 394,40	140	79,8
10	2013	1 902,60	111	72,6
11	2012	1 710,10	101	91,5
12	2011	1 089,00	60	100,5
13	2010	1 358,80	86	138,6
14	2009	1 345,90	19	53,2
15	2008	1 482,30	95	68,1
16	2007	1 123,60	55	82,3
17	2006	1 365,00	61	96,4
18	2005	1 459,00	86	137,2
19	2004	1 326,10	108	43,4
20	2003	1 830,50	109	160,7
21	2002	2 210,30	151	73,5
22	2001	2 030,20	134	127,5
23	2000	1 755,30	127	56,7
24	1999	1 484,00	115	62,8
25	1998	1 951,30	107	126
26	1997	1 507,70	71	63,5
27	1996	1 102,00	53	69,5
28	1995	1 370,40	82	69,5
29	1994	1 712,20	100	180
30	1993	1 398,80	100	95,7
31	1992	1 296,60	30	64,8
32	1991	2 211,30	138	63,2
33	1990	1 687,40	143	87,5
34	1989	1 769,70	102	107,6
35	1988	1 201,60	135	113,1
36	1987	1 822,30	109	98,5
37	1986	1 358,30	64	113,6
38	1985	1 250,00	86	59,5
39	1984	1 105,00	102	96,4
40	1983	1 200,00	96	55,1
Médias		1 608,96	97,625	93,185

Considerando as séries anteriores e a expressão definida por Ven Te Chow, foram obtidas as precipitações esperadas para esta estação pluviométrica.

Tabela 11 - Precipitação Esperada

TR_(anos)	K	P_(mm)
5	0,838	120,19
10	1,495	142,51
15	1,862	154,97
20	2,126	163,94
25	2,326	170,73
50	2,943	191,69
100	3,554	212,45

Na sequência temos a conversão das máximas chuvas diárias esperadas, previamente definidas para esta estação.

Tabela 12 – Tabela Transformação em chuvas de 6min., 1h e 24h

Tr (ano)	P(mm)	Fator	P _{24h}	α	P _{6h}	β	P _{6min}
5	120,19	1,13	135,81	0,401	54,46	0,098	13,310
10	142,51	1,13	161,04	0,397	63,93	0,098	15,782
15	154,97	1,13	175,12	0,395	69,17	0,098	17,161
20	163,94	1,13	185,25	0,393	72,80	0,098	18,155
25	170,73	1,13	192,92	0,39	75,24	0,098	18,907
50	191,69	1,13	216,61	0,388	84,04	0,098	21,228
100	212,45	1,13	240,07	0,384	92,19	0,098	23,527

Com a isozona determinadas, é extraído da tabela as porcentagens que correspondem as relações de 6 minutos e 1 hora assim o cálculo das alturas de chuva com porcentagem para cada tempo de recorrência previsto, temos:

Tabela 13 - Resultados estatísticos

Eventos	40
SOMA	1.608,96
MÉDIA	97,625
DESVIO	34,208



Tabela 12 - Valores de K

Valores de K (GUMBEL)						
Tr - Tempo de Recorrência						
5	10	15	20	25	50	100
0,858	1,495	1,862	2,126	2,326	2,943	3,554

De acordo com o método para converter a chuva de 1 dia para 24h multiplicasse o coeficiente por 1,13.

Tabela 13 - Cálculo das precipitações para 24 horas, 1 hora e 6 min

K Desvio							
Tr - 5 Anos	97,625	0,858	34,21	126,975	mm	Max.	1 dia
		1,100	126,98	139,673	mm	Max.	24 h
Isazonas de igual relação	1h/24h	0,401	139,67	56,009	mm	Max.	1 h
	6min	0,098	139,67	13,688	mm	Max.	0,1 h
Tr - 10 Anos	97,625	1,495	34,21	148,766	mm	Max.	1 dia
		1,100	148,77	163,643	mm	Max.	24 h
Isazonas de igual relação	1h/24h	0,397	163,64	64,966	mm	Max.	1 h
	6min	0,098	163,64	16,037	mm	Max.	0,1 h
Tr - 15 Anos	97,625	1,862	34,21	161,320	mm	Max.	1 dia
		1,100	161,32	177,452	mm	Max.	24 h
Isazonas de igual relação	1h/24h	0,395	177,45	70,094	mm	Max.	1 h
	6min	0,098	177,45	17,390	mm	Max.	0,1 h
Tr - 20 Anos	97,625	2,126	34,21	170,351	mm	Max.	1 dia
		1,100	170,35	187,386	mm	Max.	24 h
Isazonas de igual relação	1h/24h	0,393	187,39	73,643	mm	Max.	1 h
	6min	0,098	187,39	18,364	mm	Max.	0,1 h
Tr - 25 Anos	97,625	2,326	34,21	177,193	mm	Max.	1 dia
		1,100	177,19	194,912	mm	Max.	24 h
Isazonas de igual relação	1h/24h	0,392	194,91	76,406	mm	Max.	1 h
	6min	0,098	194,91	19,101	mm	Max.	0,1 h
Tr - 50 Anos	97,625	2,943	34,21	198,299	mm	Max.	1 dia
		1,100	198,30	218,129	mm	Max.	24 h
Isazonas de igual relação	1h/24h	0,388	218,13	84,634	mm	Max.	1 h
	6min	0,098	218,13	21,377	mm	Max.	0,1 h
Tr - 100 Anos	97,625	3,554	34,21	219,200	mm	Max.	1 dia
		1,100	219,20	241,120	mm	Max.	24 h
Isazonas de igual relação	1h/24h	0,384	241,12	92,590	mm	Max.	1 h
	6min	0,098	241,12	23,630	mm	Max.	0,1 h

4.7 Dados Fluviométricos

Não foi identificada estação fluviométrica que pudesse subsidiar o estudo para determinação de vazões de projeto e dimensionamento de OAC e OAE.

4.8 Tempo de Recorrência

Serão utilizados os seguintes tempos de recorrência:

- Drenagem Superficial: 5 anos
- Bueiros Tubulares:
 - Como canal: 10 anos
 - Como canal fechado: 20 anos
- Bueiro Celular:
 - Como canal: 20 anos
 - Como canal fechado: 50 anos
- Obras de Arte Especial:
 - Pontes: 100 anos

4.9 Área das bacias hidrográficas

As áreas das bacias hidrográficas foram demarcadas sobre cartas de Serviço Gráfico do exército. Foi reproduzido o mapa de bacia apresentado no estudo original.

4.10 Comprimento e declividade do talvegue

Os comprimentos dos talvegues principais, identificados na carta foram medidos através do software AutoCad. Também se utilizando das cartas geográficas, as declividades desses



talvegues principais foram determinadas, através da compensação das declividades parciais de todas as curvas de níveis existentes em cada bacia estudada.

Tabela 14 – Características da área

CARACTERÍSTICAS DA ÁREA	K
Terreno areno argiloso coberto de vegetação intensa e elevada absorção	2
Terreno comum, coberto de vegetação e absorção apreciável	3
Terreno argiloso, coberto de vegetação e absorção média	4
Terreno como vegetação com pouca absorção	4,5
Terreno como rocha escassa vegetação, baixa absorção	5
Terreno rochoso vegetação rala, reduzida absorção	6

4.11 Coeficiente de escoamento superficial

Coeficiente é uma variável em função de fatores como tipo de solo, cobertura vegetal e declividade de cada bacia particular. Os valores de C são apresentados abaixo.

Tabela 15 – Características da bacia

CARACTERÍSTICAS DA BACIA	C
Revestimento de concreto de cimento portland	0,70 - 0,90
Revestimento betuminoso	0,80 - 0,95
Revestimento primário	0,40 - 0,60
Solo de revestimento com baixa permeabilidade	0,40 - 0,65
Solo de revestimento com permeabilidade moderada	0,10 - 0,30
Taludes gramados	0,50 - 0,70
Prados e campinas	0,10 - 0,40
Áreas florestais	0,10 - 0,25
Terrenos cultivados em zonas altas	0,15 - 0,40
Terrenos cultivados em vales	0,10 - 0,30

4.12 Determinação da vazão de projeto

4.14.1 Cálculo de Tempo de Concentração

O tempo necessário para que, a partir do início de uma chuva, todos os pontos da bacia de drenagem passem a contribuir para uma dada seção - denominado de Tempo de Concentração - foi determinado pela expressão recomendada pelo DNOS, qual seja:

$$t_c = \frac{10}{K} \times \frac{A^{0,3} \times L^{0,2}}{i^{0,4}}$$

Onde:

T_c = tempo de concentração;

A = área da bacia, em hectares (1km²=100 ha);

L = comprimento do talvegue principal, em m;

i = declividade média do talvegue principal, em %;

K = coeficiente adimensional, função das características da bacia.

4.14.2 Metodologia Empregada

No presente estudo realizou-se a estimativa de cheias da área de influência da via, envolvendo o cálculo da precipitação efetiva, a avaliação de extremos das vazões, propagação do escoamento e análise dos hidrogramas em pontos de interesse para diferentes períodos de retorno.

O cálculo das vazões de projeto foi processado de acordo com os seguintes critérios:

- Bacias com áreas até 10 km² - **Método Racional**.
- Bacias com áreas superiores a 10 km² - **Método do Hidrograma Unitário Triangular**.

No presente projeto serão utilizados os dois métodos.



4.14.3 Método Racional

O Método Racional relaciona a precipitação com o deflúvio, considerando as principais características da bacia, tais como área, permeabilidade, forma, declividade média, etc, sendo a vazão de dimensionamento calculada pela seguinte expressão:

$$Q = \frac{C \times i \times A}{3,6}$$

onde:

Q - vazão em m³/s;

C - coeficiente de escoamento superficial (run-off), que representa a relação da água que escoam superficialmente e a água precipitada. No presente trabalho foi adotado o valor de C=0,40;

i - intensidade de chuva com duração igual ao tempo de concentração da bacia, para um período de retorno desejado, expressa em mm/h; e

A - área da bacia de contribuição, em km².

4.15 Bacia de área mínima

Bacia de área mínima é aquela cuja contribuição resulta na máxima vazão capaz de escoar por um bueiro tubular de diâmetro igual a 0,80 m. Servirá de base para os locais onde a área de contribuição é pequena e fica difícil delimitar. Para esta avaliação serão então considerados os seguintes parâmetros na equação do método racional:

C = 0,35;

TR = 10 anos;

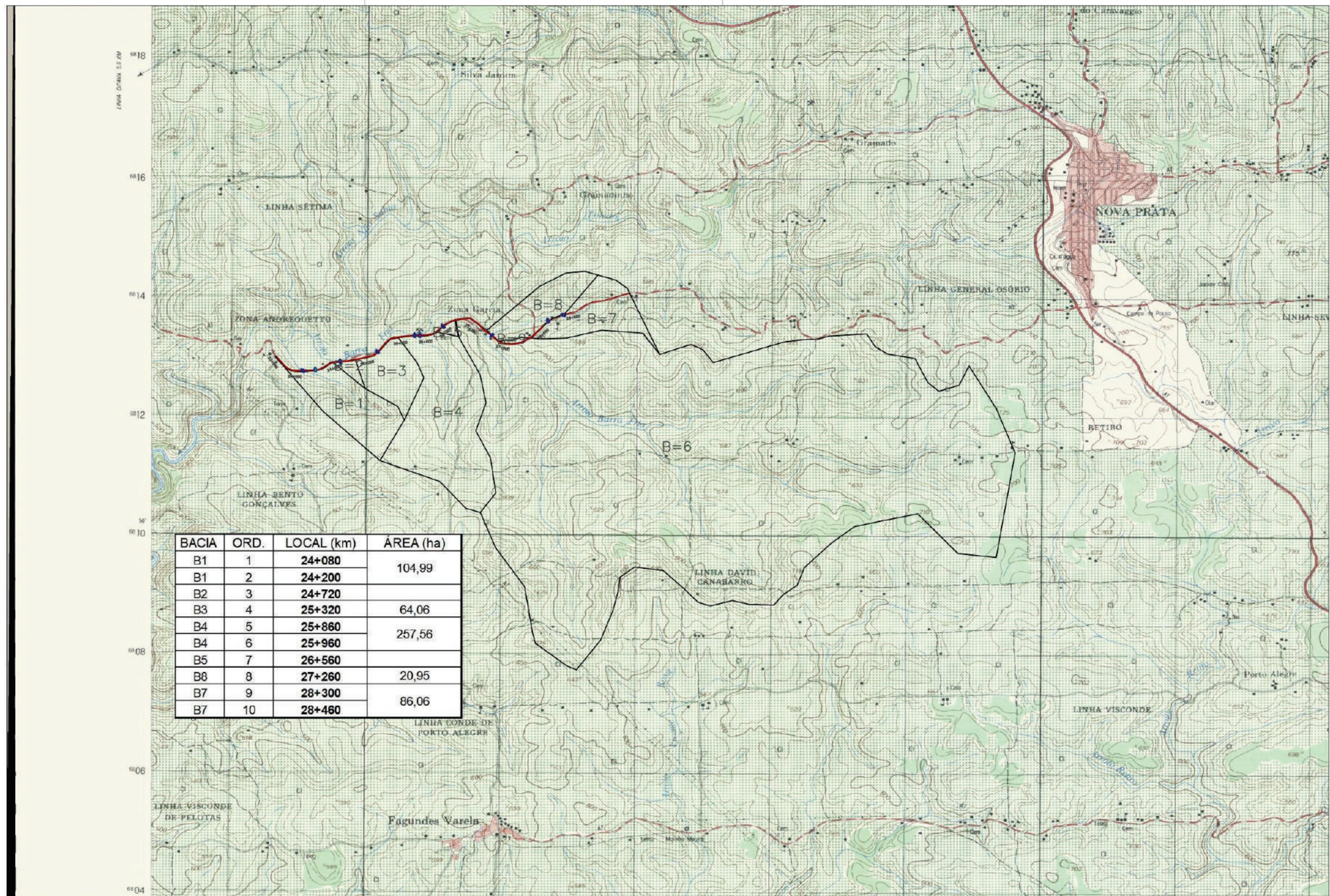
Tc = 15 minutos;

i = 139,90 mm/h.

Q = 0,88 m³/s (capacidade de escoamento do bueiro de D+0,80m, com escoamento hidráulico a plena seção).

Com base nesses parâmetros, obteve-se a área mínima da bacia de contribuição igual a 6,50 há.

A rede hidrográfica básica da região abrangida pelo estudo está apresentada a seguir.



BACIA	ORD.	LOCAL (km)	ÁREA (ha)
B1	1	24+080	104,99
B1	2	24+200	
B2	3	24+720	64,06
B3	4	25+320	
B4	5	25+860	257,56
B4	6	25+960	
B5	7	26+560	20,95
B8	8	27+260	
B7	9	28+300	86,06
B7	10	28+460	

RENÍ
BAZANELLA:82666598004
Assinado de forma digital por RENÍ
BAZANELLA:82666598004
Dados: 2023.10.17 16:41:17 -03'00'

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DATA	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO

LEGENDA:
 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DA BACIA HIDROGRÁFICA
 DRENAGEM SUPERFICIAL
 BUQUE DE TALVEGUE



P.M. VISTA ALEGRE DO PRATA
 Entr: ERS-355 (P/ Fagundes Varela) Div. Vista Alegre
 do Prata/Nova Prata (início TRV. Mun), segmento do
 km 23,56-SER ao km 28,45-SER.
BACIA HIDROGRÁFICA
 ESCALA: 1:50.000
 FOLHA: 01/01



O dimensionamento das OACs, utilizando a atualização da estação pluviométrica, é apresentado no quadro a seguir:

Tabela 16 – Quadro de Bueiros

BACIA	ORD	LOCAL (km)	Área (há)	L (m)	ΔH (m)	DECL. (i) (%)	k	TC (min.)	INTENS.	INTENS.	C	VAZÃO	BUEIRO EXISTENTE		BUEIRO PROJETADO		ESC (%)	OBSERVAÇÃO
									(mm/h)	(mm/h)		(m3/S)	TIPO	DIMENSÃO	TIPO	DIMENSÃO		
									tr=10 anos	tr=20 anos		tr=10 anos						
B1	1	24+080	104,99	1442	67	4,65	3,0	31,20	79,59		0,35	10,02	BSTC	1,20	BSTC	1,50	0	NOVO TALVEGUE
B1	2	24+200											BSTC		BSTC	0,80	0	NOVO GREIDE
B2	3	24+720	Área Mínima										BSTC	0,80	0	NOVO TALVEGUE		
B3	4	25+320	64,06	1042	79	8	3,0	20,72	99,61		0,35	7,64	BSTC	0,80	BSTC	1,20	0	NOVO TALVEGUE
B4	5	25+860	257,56	2425	90	4	3,0	49,58	60,19	62,82	0,35	18,46	BSTC	1,00	BSTC	1,00	0	MANTER E PROLONGAR TALVEGUE
B4	6	25+960											BDTC	1,20	BSCC	3,00X1,50	0	NOVO TALVEGUE
B5	7	26+560	Área Mínima										BSTC	0,80	0	NOVO GREIDE		
B8	8	27+260	20,95	1452	58	3,99	3,0	20,47	100,25		0,35	2,51	BDTC	1,20	BDTC	1,20	0	MANTER E PROLONGAR TALVEGUE
B7	9	28+300	86,06	1587	18	1,13	3,0	52,68	57,93		0,35	5,92	BSTC	0,80	BSTC	1,50	0	NOVO GREIDE
B7	10	28+460											BSTC	1,20				MANTER
Equação TR=10 anos				P(0,1h-1h)=		16,037	log(t)	64,966										
				P(1h-24h)=		64,966	log(t)	163,643										
Equação TR=20 anos				P(0,1h-1h)=		18,36	log(t)	73,64										
				P(1h-24h)=		73,64	log(t)	187,386										



4.16 Dimensionamento hidráulico da OAE

O trecho em projeto, intercepta o Arroio Barra Fria, afluente do Arroio Não Sabia, o qual possui uma OAE que está localizada em curva, provocando vários acidentes no local. Em razão de melhorias no traçado da ERS 441, optou-se por uma variante para implantação de uma nova OAE no KM 26+840 a qual interceptará o Arroio Barra Fria 200 metros a jusante da OAE existente.

Objetivando a avaliação do regime de cheias nas imediações da travessia em estudo, foram utilizados os dados da mesma estação utilizada para o estudo das OAC, porém o tempo de recorrência adotado foi de 100 anos.

A área total da bacia de contribuição é de 27,15 km², sendo assim, o método utilizado para o cálculo da vazão foi o Hidrograma Unitário Triangular indicado para cálculo de bacias com áreas superiores a 10 km².

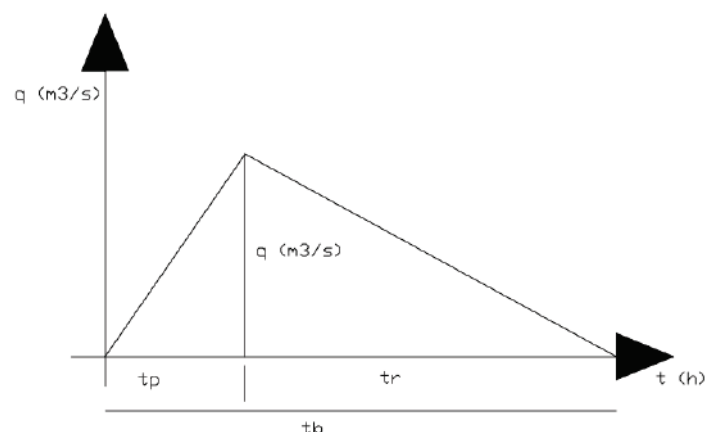
a) Método do Hidrograma Unitário Triangular

Este método desenvolvido pela U.S. Soil Conservation Service, foi utilizado para estudos de bacias hidrográficas superiores a 10,00 km² interceptadas pela rodovia, e executado o dimensionamento e/ou verificação hidráulica das obras de artes correntes de drená-las.

A seguir é apresentada a metodologia a ser utilizada:

a) Parâmetros do Hidrograma Unitário

$$q_p = \frac{2,208 \times A}{t_p}$$



q_p = vazão máxima do HU, em m³/s;

A = área da bacia contribuinte, em km²;

T_p = tempo de pico, em horas;

$t_p = \Delta t/2 + 0,6 \cdot t_c$,

t_c = tempo de concentração, em horas;

$\Delta t = t_c/5$ (tempo unitário), em horas;

$T_r = 1,67 \cdot t_p$ (tempo de descida), em horas;

$T_b = 2,67 \cdot t_p$ (tempo base), em horas.

O tempo de concentração foi calculado de acordo com a fórmula exposta para o Método Racional.

b) Precipitação Efetiva

Avaliação da precipitação efetiva (P_e) a partir da precipitação total (P) foi feita Segundo o método proposto pelo U.S. Soil Conservation Service.

De acordo com esse método deve-se, em função das características de solo, vegetação e utilização das áreas das bacias hidrográficas, escolher um número de curva (NC) que as caracterize.

As seguintes relações são utilizadas:

$$CN = \frac{1000}{10 + S}$$

Onde:

NC = número da curva representativa do complexo solo-vegetação-utilização da área.

S = variável dependente da retenção e infiltração da bacia.

$$P_e = \frac{(P' - 0,2 \times S)}{P' + 0,8 \times S}$$

Onde:

P_e = precipitação efetiva, em polegadas

P' = precipitação total, em polegadas (retirada das curvas de precipitação/duração-recorrência para períodos de tempo unitário Δt)

Figura 14- Definição do solo hidrológico

TIPO DE SOLO	CARACTERÍSTICAS
TIPO A	Baixo potencial de escoamento superficial e, portanto, alto coeficiente de permeabilidade, mesmo quando totalmente encharcado. Camadas profundas com pouca argila ou silte e mais areia e pedregulho limpo, com textura de boa drenagem. Coeficiente de permeabilidade aproximadamente igual a 10^1 .
TIPO B	Coeficiente de infiltração moderado quando totalmente encharcado. Inclui solos arenosos em camadas menos profundas que os do Tipo A, condições de drenagens médias, textura moderadamente fina e granular. Coeficiente de permeabilidade entre 10^1 a 10^{-3} .
TIPO C	Baixo coeficiente de infiltração quando totalmente encharcado composto por camadas com grande percentagem de argila e silte. Coeficiente de permeabilidade variando entre 10^1 a 10^{-5} .
TIPO D	Alto potencial de escoamento superficial e, conseqüentemente, baixo coeficiente de infiltração quando encharcado. É constituído por camadas de argila próximas à superfície e por solos superficiais sobre horizontes impermeáveis (rochosos). Coeficiente de permeabilidade compreendido entre 10^{-5} a 10^{-7} .

Figura 15 - Número do deflúvio CN

UTILIZAÇÃO DA TERRA	CONDIÇÕES DA SUPERFÍCIE	TIPOS DE SOLO			
		A	B	C	D
TERRENOS CULTIVADOS	Sulcos retilíneos	77	86	91	94
	Fileiras retas	70	80	87	90
PLANTAGENS REGULARES	Em curvas de nível	67	77	83	87
	Terraceado em nível	64	73	79	82
	Fileiras retas	64	76	84	88
CEREAIS	Em curvas de nível	62	74	82	85
	Terraceado em nível	60	71	79	82
	Fileiras retas	62	75	83	87
LEGUMES OU CAMPOS CULTIVADOS	Em curvas de nível	60	72	81	84
	Terraceado em nível	57	70	78	89
	Pobres	68	79	86	89
	Normais	49	69	79	84
	Boas	39	61	74	80
PASTAGENS	Pobres, em curvas de nível	47	67	81	88
	Normais, em curvas de nível	25	59	75	83
	Boas, em curvas de nível	6	35	70	79
CAMPOS PERMANENTES	Normais	30	58	71	78
	Esparsas, de baixa transpiração	45	66	77	83
	Normais Densas, de alta transpiração	25	55	70	77
CHÁCARAS	Normais	59	74	82	86
ESTRADAS DE TERRA	Más	72	82	87	89
	De superfície duro	74	84	90	92

Figura 3 – CN por áreas

$A \leq 30 \text{ Km}^2$		$30 \text{ km}^2 < A < 60 \text{ km}^2$		$A \geq 60 \text{ km}^2$	
i (%)	CN ₁	i (%)	CN ₁	i (%)	CN ₁
≤ 0,5	68	0,25	62	≤ 0,125	56
1,0	70	0,50	64	0,25	58
1,5	72	0,75	66	0,5	60
2,0	74	1,0	68	1,0	65
3,0	76	1,5	71	1,5	70
4,0	78	2,0	77	2,0	80
5,0	80	3,0	81	3,0	85
6,0	82	4,0	84	≥ 4,0	90
7,0	84	5,0	88		
8,0	86	≥ 6,0	90		
9,0	88				
≥ 10,0	90				

Onde:

I – Declividade efetiva do talvegue em %

A – Área da bacia em km²

Figura 17 - CN por região

CN ₂	
Região Montanhosa c/ Rocha	= 1,1
Região Montanhosa	= 1,0
Região Ondulada	= 0,9
Região Plana	= 0,8

Figura 18 – CN por precipitação

Precipitação(mm)	CN ₃
≥ 177,8	0,6
177,8	0,7
152,4	0,8
127,0	0,9
101,6	1,0
76,2	1,1
50,8	1,2
25,4	1,3
≤ 25,4	1,4



Quando a área da bacia for maior que 25 km², corrige-se essa precipitação pela seguinte expressão:

$$P' = P \times \left(1 - 0,10 \times \log\left(\frac{A}{25}\right)\right)$$

Onde:

P' = precipitação total corrigida, em mm;

P = precipitação real, em cm;

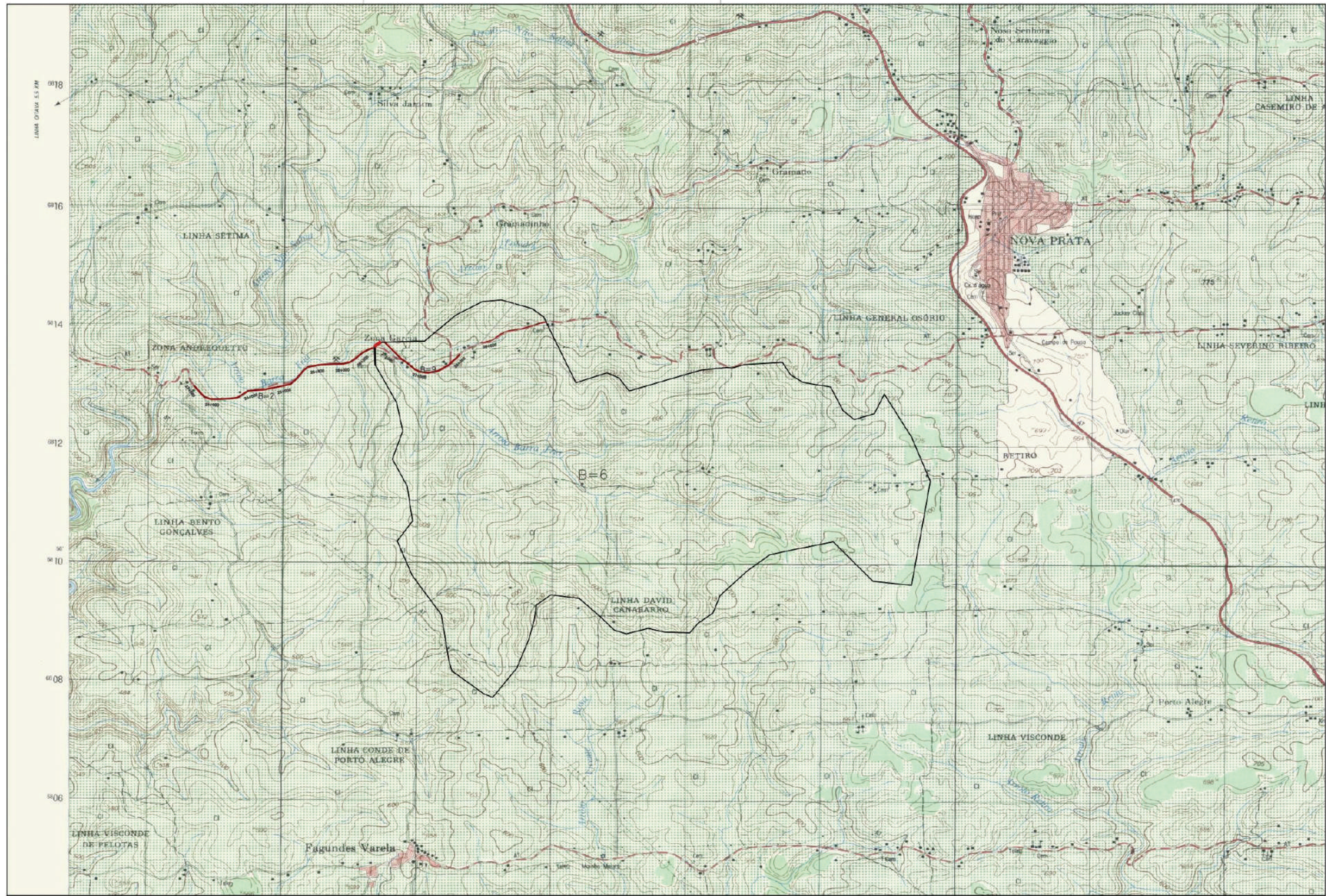
A = área da bacia hidrográfica, em km²;

C = hidrograma de projeto.

Conhecidas as precipitações efetivas, para cada intervalo (Δt), procede-se o cálculo das vazões de projeto através da (álgebra dos hidrogramas), ou seja, multiplicando-se as precipitações efetivas pelas ordenadas do hidrograma unitário, retiradas a intervalo de tempo igual ao intervalo unitário considerado.

Os valores das descargas do hidrograma de projeto, portanto, serão dados por:

$$Q_i = P_{ei} \cdot q_1 + P_{ei-1} \cdot q_2 + P_{ei-2} \cdot q_3 + \dots + P_{e1} \cdot q_i$$



REVISÃO

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DATA	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO

LEGENDA:
 ■ OAE - EXCÓRPIO
 LOCAL: 26+840 KM
 ÁREA CONTRIBUIÇÃO DA BACIA 6: 26,06 KM²
 ÁREA TOTAL DE CONTRIBUIÇÃO: 27,15 KM²



P.M. **VISTA ALEGRE DO PRATA**
 Entr. ERS-355 (P/ Fagundes Varela) Div. Vista Alegre do Prata/Nova Prata (início TRV. Mun), segmento do km 23,56-SER ao km 26,45-SER.
BACIA HIDROGRÁFICA DA OAE
 ESCALA: 1:50.000
 FOLHA: 01/01



Este método desenvolvido pela U.S. Soil Conservation Service, foi utilizado para estudos de bacias hidrográficas superiores a 10,00 km² interceptadas pela rodovia, e executado o dimensionamento e/ou verificação hidráulica das obras de artes correntes de drená-las.

Utilizando-se a metodologia descrita anteriormente obtém-se o Hidrograma de cheia do Arroio Barra Fria, onde a vazão de pico determinada é Q₁₀₀ = 150,71 m³/s.

Tabela 16 – Cálculo do Hidrograma Unitário

HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR											
IDENTIFICAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA											
RODOVERS441 TRASPI Arroio Barra Fria TRECH Segmento km 23,56-SER ao km 28,45 SER km: 24+080											
ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS											
A (km ²)	26,05	i (%) =	2,86	Fa =	1,00						
L (km)	=9251	CN =	72								
ΔH (m)	:265	k =	3								
ELEMENTOS CALCULADOS											
tc (hs)	=2,350	tb (hs)	3,898								
tp (hs)	=1,460	Δt (hs)	2,350								
tr (hs)	=2,355	qp (m ³ /s)	37,11								
PRECIPITAÇÃO EFETIVA CN = 72 TR = 100											
Dt (hs)	P (cm)	P' (cm)	Pe (cm)	Pe (cm)							
0,00	0	0	0	0							
2,35	39,89	20,59	39,98	3,44							
4,70	62,99	10,9	62,59	13,17							
7,05	79,95	7,27	79,55	22,8							
9,40	90,86	4,85	90,86	29,76							
11,75	99,33	3,63	99,33	35,51							
14,10	104,18	2,42	104,2	38,91							
16,45	109,03	2,42	109	42,38							
18,80	113,87	2,42	113,9	45,92							
21,15	117,51	1,21	117,5	48,62							
HIDROGRAMA DE PROJETO											
ΔT (hs)	qi (m ³ /s)	Precipitação Efetiva									Q (m ³ /s)
		3,44	13,17	22,8	29,76	35,51	38,91	42,38	42,38	48,62	
0,00	0,00	0,00									0,00
2,35	12,75	4,39	0,00								4,39
4,70	19,26	6,63	25,37	0,00							31,99
7,05	16,01	5,51	21,08	36,49	0,00						63,08
9,40	11,72	4,03	15,44	26,72	34,88	0,00					81,07
11,75	9,26	3,19	12,20	21,11	27,56	32,88	0,00				96,93
14,10	6,34	2,18	8,35	14,46	18,87	22,51	24,67	0,00			91,04
16,45	6,48	2,23	8,53	14,77	19,28	23,01	25,21	27,46	0,00		120,51
18,80	6,60	2,27	8,69	15,05	19,64	23,44	25,68	27,97	27,97	0,00	150,71
21,15	3,35	1,15	4,41	7,64	9,97	11,90	13,03	14,20	14,20	16,29	92,78
Q_{máx}:		150,71	m³/s								

B) Análise da Seção de vazão da AOE.

Para realização da análise da seção do Arroio Barra Fria foi realizada batimetria no local de projeto da nova OAE. Os levantamentos batimétricos foram realizados em cinco seções transversais. Ao longo do trecho, de 133 metros. As cotas e os demais dados topográficos do arroio (curvas de nível) foram realizados com aparelho de Estação Total.

4.17 Determinação das seções e suas características

As imagens a seguir mostram o local da seção da nova ponte, a qual deverá ser construída para atender a variante de travessia do Arroio Barra Fria. A cota máxima observada foi de 462 m conforme imagens registradas em setembro/2023, data da segunda maior enchente da história do Estado do Rio Grande do Sul.

Nota-se também águas oriundas da estrada existente (flechas indicativas em azul) que seguem em direção a calha do Arroio.

Imagem 9 – Vista do local da seção da ponte de projeto durante enchente



4.18 Verificação hidráulica da verificação da seção da OAE

Para o dimensionamento hidráulico, é necessário conhecer as características de algumas seções transversais ao escoamento, tanto a montante quanto a jusante do local da nova ponte. Utilizando os dados batimétricos e topográficos levantados a campo com aparelho de estação total, foram determinados cinco perfis de seções batimétricas levantadas, assim como a distância entre essas seções consecutivas (ΔX) e a cota do nível d'água (h) medido no dia dos levantamentos batimétricos.

Imagem 10 – Vista do local da seção da ponte de projeto durante enchente



Imagem 11 – Execução de batimetria





Além da determinação das características espaciais das seções, foi definida a rugosidade do leito do arroio através da determinação dos coeficientes de Manning (n). Por se tratar de um canal natural, a seção do arroio é composta por um canal principal e duas planícies de inundação, sendo os coeficientes de rugosidade das planícies diferentes daquele do canal principal.

Para o cálculo do n do canal principal, foi usado o levantamento de campo com o flutuador, medindo a velocidade de escoamento.

Tabela 17 – Dados método do flutuador

DADOS - MÉTODO DO FLUTUADOR			
COLETA	DISTÂNCIA (m)	TEMPO (s)	Velocidade (m/s)
1	13,41	49,67	
2	13,41	61,88	
3	13,41	54,25	
Média		55,27	4,121

Através do levantamento batimétrico, obem-se a área molhada e perímetro molhado medindo as seções, através do software AUTOCAD Civil 3D.

O Raio hidráulico pela equação.

$$R = \frac{A}{P}$$

Onde:

A = área molhada, em m²;

P = perímetro molhado, em m.

Equação de Menning para validação da rugosidade do canal.

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

Onde:

V = velocidade média, em m/s;

R = raio hidráulico, em m;

I = declividade média, em m;

n = coeficiente de Menning.

Para as planícies de inundação foram utilizados valores de tabela, uma vez que na data de campo (batimetria) as mesmas encontravam secas.

Foi considerado o valor n para as várzeas de 0,06, pois ambos os lados possuem vegetação e plantas pesadas nas margens.

Figura 19 – Valores de k

Arroios Menores (largura à superfície no estágio de inundação menor que 30,0 m)	
Curso d'água natural	
Cursos d'água em região plana	
Limpo, regular, cheio e de fundo regular	0,025
Idem, mas com pedras e vegetação	0,030
Limpo, sinuoso, algumas piscinas e bancos de areia	0,033
Idem, alguma vegetação e pedras	0,035
Alguma vegetação, plantas livres nas margens	0,040
Alguma vegetação, plantas pesadas nas margens	0,050
Correntes muito lentas, cheias de plantas e piscinas profundas	0,050
Alguma vegetação, densos salgueiros nas margens	0,060
Para árvores dentro do canal com ramos submersos no estágio alto todos os valores acima devem ser acrescidos de	0,010
Para seção irregular, com charcos, meandros suaves, aumente os valores acima de	0,010

Foram levantadas cinco seções, as quais tem suas características descritas na tabela a seguir:

Tabela 18 – Cracterística das seções batimétricas

CARACTERÍSTICAS DAS SEÇÕES LEVANTADAS										
SEÇÃO	Δ Dist. seções	Fundo Canal	Nível da Água	Prof. Esc.	Área	Perímetro	Raio Hid.	Coeficientes		
	X (m)	z (m)	h (m)	y (m)	m ²	(m)	(m)	n1	n2	n3
1	26,66	458,74	459	0,26	0,815	9,448	0,086	0,06	0,01	0,06
2	53,26	458,466	458,8	0,334	0,986	11,119	0,089	0,06	0,01	0,06
3	79,92	458,311	458,7	0,389	0,951	9,41	0,101	0,06	0,01	0,06
4	106,58	458,291	458,6	0,309	0,69	11,288	0,061	0,06	0,01	0,06



5	133,24	457,87	458,3	0,43	0,809	8,834	0,092	0,06	0,01	0,06
---	--------	--------	-------	------	-------	-------	-------	------	------	------

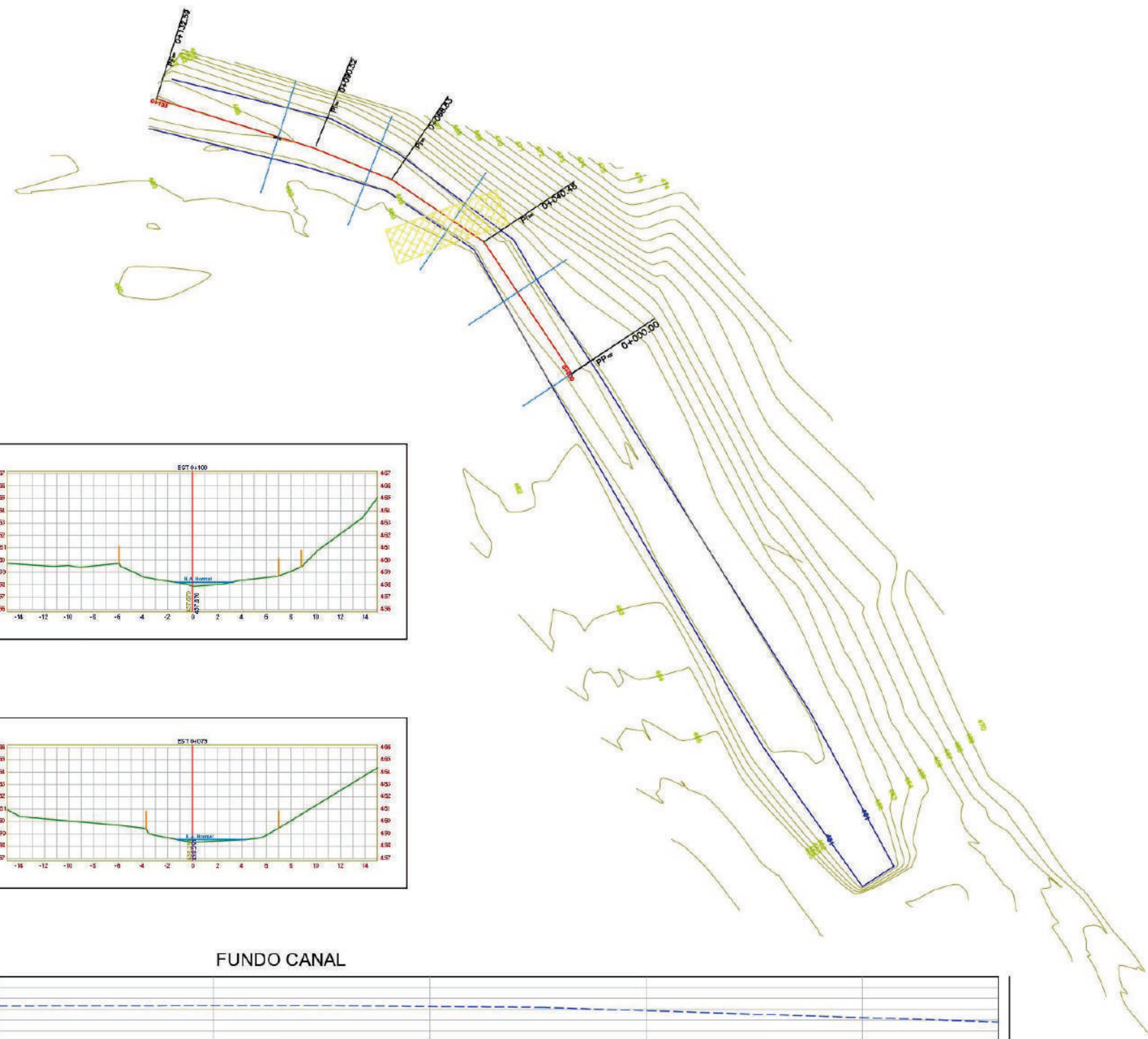
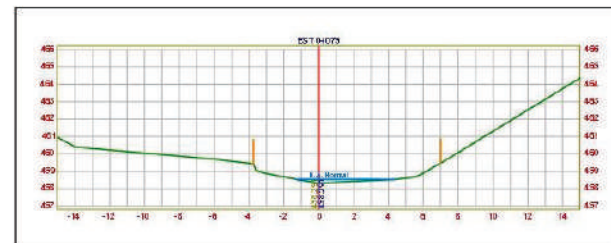
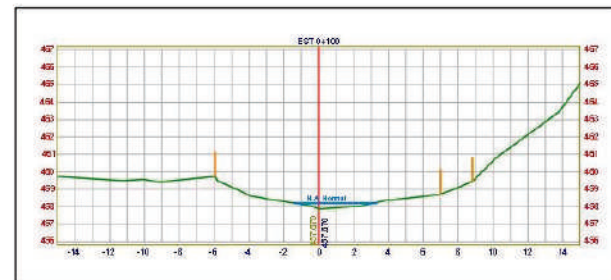
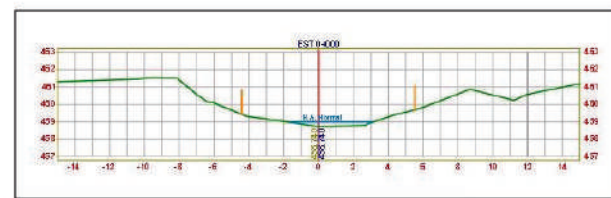
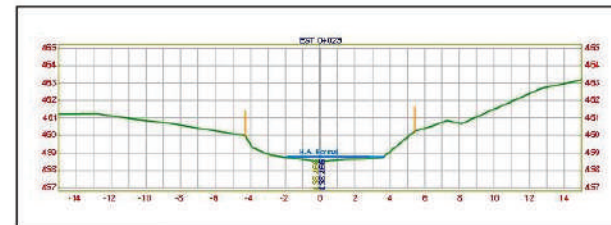
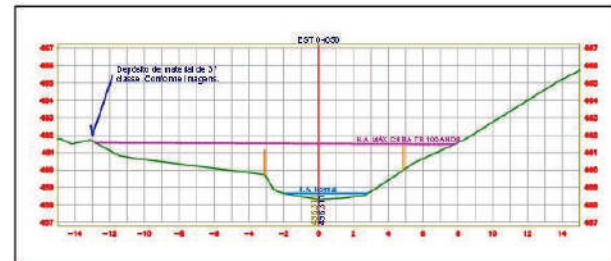
Verificação Hidráulica da seção de vazão onde será construída nova ponte.

Tabela 20– Verificação hidráulica da seção da ponte

y(m)	Área (m)	Perímetro (m)	Raio Hid.	V (m/s)	Q(m³/s)	AR ^{2/3} (m ^{8/3})
1	4,82	7,25	0,665	4,12	19,85	3,67
2	13,45	14,17	0,949	4,12	55,43	13,00
3	30,69	21,31	1,440	4,12	126,43	39,14
3,2	35,54	22,29	1,595	4,12	146,42	48,51
3,5	40,13	23,23	1,728	4,12	165,35	57,78
4	53,27	26,78	1,989	4,12	219,48	84,26

Na análise hidráulica da seção do Arroio Barra Fria, verificou-se que a cota de cheia para TR de 100 anos é de 461,80.

Em função de melhorias das características altimétricas geométricas nas imediações do arroio a cota geométrica ficou em 466,33.



FUNDO CANAL



RESPONSÁVEL TÉCNICO
RENI
 BAZANELLA:82666598004
Instituto de Engenharia Civil do RENI BAZANELLA:82666598004
 Criação: 20/06/1978 - RECONSTITUIÇÃO: 2002

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DATA	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO

LEGENDA:

- OAE
- CALHA DO CANAL
- COTA DE CHEIA MÁXIMA TR 100 ANOS
- COTA FUNDO DO CANAL

P.M. **VISTA ALEGRE DO PRATA**
 Entr. ERS-355 (P/ Fagundes Varela) Div. Vista Alegre do Prata/Nova Prata (início TRV. Mun). segmento do km 23,56-SER ao km 28,45-SER.
 BATIMETRIA DA SEÇÃO DO ARROIO BARRA FRIA
 Logos SANESUL.sp
 ESCALA: S/
 FOLHA: 01/01



ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Os Estudos Geotécnicos foram realizados tendo como finalidade a caracterização do subleito da ERS 441, sendo executadas coletas seguindo as normativas do órgão responsável (DAER-IS-101/94).

Os ensaios foram realizados pela empresa Apia Laboratório de Estradas sob a coordenação da Empresa Sanesul Engenharia.

5.1 Metodologia

Os estudos geotécnicos foram realizados a partir de coletas in loco do material existente no trecho em projeto. Foram realizados os seguintes ensaios para caracterização do material:

- DAER/RS-EL 003/01 – Análise granulométrica de solos
- DAER/RS-EL 004/01 – Determinação do Limite de Liquidez de solos
- DAER/RS-EL 005/01 - Determinação do limite de plasticidade e índice de plasticidade de solos
- DAER/RS-EL 007/01 – Ensaio de compactação – método A – cilindro pequeno
- DAER/RS-EL 009/01 - Determinação do Índice de Suporte Califórnia

O trecho foi inicialmente estaqueado de 100 em 100 metros, e foram abertas janelas utilizando retroescavadeira para coleta do material. Devido a existência de uma rede de água que alimenta o interior do município, não foram executadas coletas no lado esquerdo da pista, sendo as sondagens distribuídas entre eixo e lado direito. Em locais em que o material era visivelmente semelhante, foram feitas coletas menores para comparação do material sem umidade, espaçando os ensaios realizados a cada 200 metros em alguns trechos.

Visto que a estrada recebe cascalhamento periodicamente, a primeira camada de material foi descartada em todas as sondagens, conforme espessuras constantes na ao final deste estudo.

5.2 Equipe e equipamentos

Para realização dos serviços de campo e laboratório, dadas as etapas de execução e a necessidade de urgência, dimensionamos as equipes a seguinte estrutura:

- Equipe de campo: 1 Engenheiro Civil, 1 Laboratorista, 1 auxiliar;
- Equipe de laboratório: 1 Engenheiro Civil, 2 laboratoristas, 2 auxiliares;

5.3 Identificação do solo

O material encontrado nos segmentos estudados, foram classificados sob método Highway Research Board (HBR) e Índice de Grupo (IG), baseados nas características granulométricas do material. Os quatro grupos encontrados foram A7-6, A7-5, A6 e A5.

Estes grupos são compostos por:

A7-5 - Moderado índice de plasticidade em relação ao de liquidez, podendo ser altamente elástico e grande variação volumétrica.

A7-6 - Alto índice de plasticidade em relação ao de liquidez com elevada variação de volume.

A6 - Solos siltosos com porcentagem maior de 35% passante na peneira #200.

A5 - Solos siltosos com porcentagem maior de 35% passante na peneira #200, com material micáceo (areno-argiloso) e diatomáceo (alga marinha), altamente elástico.

5.4 Resultado

O estudo geotécnico consistiu em 52 furos de sondagem, totalizando 62,20 metros de sondagem, sendo a menor profundidade sondada 20 centímetros, e a maior 1,66 metros.

Quanto ao revestimento primário encontrado (cascalho), observou-se uma camada média de 32,16 centímetros, sendo a menor espessura 18 centímetros e a maior 1,02 metros.



Houve também, ocorrência de substrato rochoso nas sondagens das estacas 0+200, 0+300, 0+700, 1+400, 2+300, 3+400, 3+480, 3+600, 4+300, 4+600, todos eles ficando abaixo do greide de terraplenagem.

Como não foram encontrados CBRs abaixo de 2% ou expansão igual ou superior a 2%, não houve necessidade de descarte de resultados.

Quanto a classificação HBR, foram encontradas as seguintes proporções:

Tabela 21– Proporções da classificação CBR

A5	A6	A7-5	A7-6	Rocha
31%	10%	13%	27%	19%

Este estudo não possui ensaios de jazida de material, devido ao fato que todos os aterros projetados têm material proveniente do próprio leito da rodovia, apenas compensando cortes.

5.6 Índice de Suporte Califórnia de Projeto

O Índice de Suporte de Projeto (ISP) é definido como a capacidade de suporte do subleito a adotar para o dimensionamento da estrutura do pavimento. O ISP é um valor representativo das condições de suporte do subleito que conduz às espessuras mínimas

das camadas do pavimento e que compatibiliza as substituições ou reforços do subleito com as disponibilidades de empréstimos e jazidas de solo.

Devido a extensão do trecho em estudo ser pequena, da ordem de 3,66km, optou-se em calcular o ISP através do método do Percentual Acumulado, conforme tabela abaixo.

Tabela 22– Determinação do ISP

DETERMINAÇÃO DO ISP			
ISC	QUANTIDADE ABSOLUTA	QUANTIDADE RELATIVA	PERCENTUAL ACUMULADO
15		0,0%	0,0%
14		0,0%	0,0%
13		0,0%	0,0%
12	3,00	7,10%	7,10%
11	8,00	19,0%	26,10%
10	22,00	52,40%	78,50%
9	8,00	19,0%	97,50%
8	1,00	2,5%	100,00%
7		0,0%	100,0%
6		0,0%	100,0%
5		0,0%	100,0%
4		0,0%	100,0%
3		0,0%	100,0%
2		0,0%	100,0%
1		0,0%	100,0%

A determinação do ISP foi realizada analisando-se estatisticamente os valores de ISC, levando-se em consideração as seguintes premissas:

- eliminação de qualquer resultado de ensaio com ISC < 2% e expansão > 2%;
- Métodos Contagem individual de variáveis, sendo nesse caso, as variáveis, os valores de ISC

Analisando a tabela, percebe-se que o maior percentual de ISC está entre os valores 9 e 11 %, porém para evitar remoção de matérias, e visto que o único resultado abaixo de 9% é de 8,6%, optou-se pela determinação do ISC de projeto no valor de 8,00%.

5.7 Solos moles

Durante a execução das sondagens não foram encontrados solos moles no traçado do projeto.



5.8 Britagem

Quanto ao material pétreo, foi selecionado como britagem mais próxima, a britagem Mineradora K9, na ERS 324. O esquema de distâncias está na imagem a seguir.

Tabela 23 – Fornecedores

Item	Proprietário	Município	Percurso		DMT (km)		
			Origem	Destino	NP	P	TOTAL
P1	Mineradora K9	Nova Prata	Pedreira	Trecho	6,28	13,59	19,87
Usina 1	Mineradora K9	Nova Prata	Usina de CBUQ	Trecho	6,28	13,59	19,87
CL	Comércio Local	Vista Alegre do Prata	CL	Trecho	8,40	-	8,40
CAP	REFAP	Distribuidora 1	Distribuidora	Usina 1	-	162,00	162,00
CAP	REPAR	Distribuidora 2	Distribuidora	Usina 1	-	554,00	554,00
CAP	Traçado Construções e Serviços	Distribuidora 3	Distribuidora	Usina 1	-	106,00	106,00
RR-2C	Greca Asfaltos	Distribuidora 1	Distribuidora	Trecho	11,00	160,00	171,00
RR-2C	Betunel Industria e Comércio	Distribuidora 2	Distribuidora	Trecho	11,00	141,00	152,00
RR-2C	Traçado Construções e Serviços	Distribuidora 3	Distribuidora	Trecho	10,70	92,30	103,00
EAI	Greca Asfaltos	Distribuidora 1	Distribuidora	Trecho	11,00	160,00	171,00
EAI	Betunel Industria e Comércio	Distribuidora 2	Distribuidora	Trecho	11,00	141,00	152,00
EAI	Traçado Construções e Serviços	Distribuidora 3	Distribuidora	Trecho	10,70	92,30	103,00

Imagem 11 – Declaração de fornecimento material

À PREFEITURA MUNICIPAL DE VISTA ALEGRE DO PRATA

DECLARAÇÃO

A empresa Mineradora K9 Ltda, inscrita no CNPJ sob o nº 30.637.830/0001-95, através de seu sócio/diretor, o Sr. Eduardo Klanovicz, portador da cédula de identidade nº 1083719664 e do CPF nº 021.006.840-00, declara que possui condições de fornecer o agregado conforme especificado na tabela abaixo.

Pista	Pista		Implantação		Capa de Rolamento	
	Trecho	Km Inicial	Km Final	Macadame Seco (m³)	BGS (m³)	CBUQ (m³)
ERS 441 0025	0+000	3+260		2.053,80	2.053,80	570,50
ERS 441 0025	0+000	3+260		2.053,80	2.053,80	570,50
ERS 441 0025	3+300	4+960		1.045,80	1.045,80	290,50
ERS 441 0025	3+300	4+960		1.045,80	1.045,80	290,50

Acostamento	Acostamento		Implantação		Capa de Rolamento	
	Trecho	Km Inicial	Km Final	Macadame Seco (m³)	BGS (m³)	CBUQ (m³)
ERS 441 0025	0+000	3+260		586,80	586,80	163,00
ERS 441 0025	0+000	3+260		586,80	586,80	163,00
ERS 441 0025	3+300	4+960		298,80	298,80	83,00
ERS 441 0025	3+300	4+960		298,80	298,80	83,00

Nova Prata – RS, em 16 de março de 2023.

EDUARDO
KLANOVICZ:02100684000

Assinado de forma digital por
EDUARDO KLANOVICZ:02100684000
Dados: 2023.03.16 10:57:15 -03'00'

MINERADORA K9 LTDA

Eduardo Klanovicz



Quanto aos limites técnicos do material presente no local, foram obtidas as seguintes grandezas:

Imagem 12 – Ensaios

DNER 035/98-AGREGADOS			
DNER ME 035/98 AGREGADOS DETREMINAÇÃO DA ABRASÃO "LOS ANGELES"			
FILIPPI SERVIÇOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA			
MINERADORA K9			
RODOVIA ERS 324 KM 290,3 VILA SABIA NOVA PRATA			
DATA:28/07/20			
PENEIRAS		PESO MAT.SECO(g)	
PASSANDO	RETIDA		
19,00	12,5		2500
12,50	9,5		2500
PESO TOTAL SECO			5000
P.TOTAL APÓS PEN			
Nº 12			4,511,3
ABRASÃO			9,77%

Imagem 13 – Ensaios

PAT - PLANO DE ACOMPANHAMENTO TÉCNICO QUALIFICAÇÃO DO AGREGADO LAMELARIDADE								
EMPRESA: FILIPPI SERVIÇOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA								
MINERADORA K9								
RODOVIA ERS 324 KM 290,3 VILA SABIA NOVA PRATA								
DATA:28/07/20								
MATERIAL BRITA 3/4" VSI								
Peneira #	MAT % PASS	FRAÇÕES		% FRAÇÕES	PESO DA FRAÇÃO	PESO DA FRAÇÃO LAMELAR	ÍNDICE DE LAMELAR DA FRAÇÃO	ÍNDICE DE LAMELAR PONDERADA DA FRAÇÃO
		PASSANTE	RETIDO	A	B	C	D=(C/B)*100	E=A*D
2½"		---	---	---	---	---	---	---
2"		2½"	2"					
1½"		2"	1½"					
1¼"		1½"	1¼"					
1"	100	1¼"	1"					
¾"	100	1"	¾"	0	0	0	-	-
½"	28,4	¾"	½"	71,6	1390,5	127,8	9,19	6,58
⅜"	10,3	½"	⅜"	18,1	357,1	59,5	16,66	3,02
¼"	0,6	⅜"	¼"	9,7	189,3	16,9	8,93	0,87
			Σ ₁ (A)	99,4			Σ ₂ (E)	10,46
ÍNDICE DE LAMELARIDADE DO MATERIAL (Σ ₂ /Σ ₁)=								10,53
ÍNDICE DE LAMELARIDADE - MAT 3/8" VSI								
Peneira #	MAT % PASS	FRAÇÕES		% FRAÇÕES	PESO DA FRAÇÃO	PESO DA FRAÇÃO LAMELAR	ÍNDICE DE LAMELAR DA FRAÇÃO	ÍNDICE DE LAMELAR PONDERADA DA FRAÇÃO
		PASSANTE	RETIDO	A	B	C	D=(C/B)*100	E=A*D
2½"		---	---	---	---	---	---	---
2"		2½"	2"					
1½"		2"	1½"					
1¼"		1½"	1¼"					
1"		1¼"	1"					
¾"		1"	¾"					
½"		¾"	½"					
⅜"	100	½"	⅜"					
¼"	28,8	⅜"	¼"	71,2	626,4	184,3	29,42	20,95
			Σ ₁ (A)	71,2				20,95
ÍNDICE DE LAMELARIDADE DO MATERIAL (Σ ₂ /Σ ₁)=								29,42
Observação								
CONTRATADA - Eng Responsável					CONTRATADA - Chefe de Laboratório			



Imagem 14 – Ensaios

FILIPPI		PAT - PLANO DE ACOMPANHAMENTO TÉCNICO							
SERVIÇOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA		QUALIFICAÇÃO DO AGREGADO LAMELARIDADE							
EMPRESA: FILIPPI SERVIÇOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA									
MINERADORA K9									
RODOVIA ERS 324 KM 290,3 VILA SABIA NOVA PRATA									
DATA: 28/07/20									
MATERIAL BRITA 3/4" BRITAGEM									
Peneira #	MAT % PASS	FRAÇÕES		% FRAÇÕES A	PESO DA FRAÇÃO B	PESO DA FRAÇÃO LAMELAR C	ÍNDICE DE LAMELAR DA FRAÇÃO D=(C/B)*100	ÍNDICE DE LAMELAR PONDERADA DA FRAÇÃO E=A*D	
		PASSANTE	RETIDO						
2 1/2"		---	---	---	---	---	---	---	---
2"		2 1/2"	2"						
1 1/2"		2"	1 1/2"						
1 1/4"		1 1/2"	1 1/4"						
1"	100	1 1/4"	1"						
3/4"	100	1"	3/4"	0	0	0	-	-	
1/2"	56,3	3/4"	1/2"	43,7	559,3	151,2	27,03	11,81	
3/8"	20,2	1/2"	3/8"	36,1	461,4	170,7	37,00	13,36	
1/4"	1	3/8"	1/4"	19,2	245,6	86,5	35,22	6,76	
			$\Sigma_1 (A)$	99			$\Sigma_2 (E)$	31,93	
ÍNDICE DE LAMELARIDADE DO MATERIAL (Σ_2/Σ_1)=								32,25	
ÍNDICE DE LAMELARIDADE - MAT 3/8" BRITAGEM									
Peneira #	MAT % PASS	FRAÇÕES		% FRAÇÕES A	PESO DA FRAÇÃO B	PESO DA FRAÇÃO LAMELAR C	ÍNDICE DE LAMELAR DA FRAÇÃO D=(C/B)*100	ÍNDICE DE LAMELAR PONDERADA DA FRAÇÃO E=A*D	
		PASSANTE	RETIDO						
2 1/2"		---	---	---	---	---	---	---	---
2"		2 1/2"	2"						
1 1/2"		2"	1 1/2"						
1 1/4"		1 1/2"	1 1/4"						
1"		1 1/4"	1"						
3/4"		1"	3/4"						
1/2"	100	3/4"	1/2"						
3/8"	99,1	1/2"	3/8"	0,9	5,3	1,2	22,64	0,20	
1/4"	31,3	3/8"	1/4"	67,8	465,6	217,6	46,74	31,69	
			$\Sigma_1 (A)$	67,8				31,89	
ÍNDICE DE LAMELARIDADE DO MATERIAL (Σ_2/Σ_1)=								47,04	
Observação									
CONTRATADA - Eng Responsável					CONTRATADA - Chefe de Laboratório				

Imagem 15 – Ensaios

FILIPPI		PAT - PLANO DE ACOMPANHAMENTO TÉCNICO							
SERVIÇOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA		QUALIFICAÇÃO DO AGREGADO LAMELARIDADE							
EMPRESA: FILIPPI SERVIÇOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA									
MINERADORA K9									
RODOVIA ERS 324 KM 290,3 VILA SABIA NOVA PRATA									
DATA: 28/07/20									
MATERIAL BRITA 1 1/2" BRITAGEM									
Peneira #	MAT % PASS	FRAÇÕES		% FRAÇÕES A	PESO DA FRAÇÃO B	PESO DA FRAÇÃO LAMELAR C	ÍNDICE DE LAMELAR DA FRAÇÃO D=(C/B)*100	ÍNDICE DE LAMELAR PONDERADA DA FRAÇÃO E=A*D	
		PASSANTE	RETIDO						
2"	100		2"						
1 1/2"	78,7		1 1/2"	21,3	762,6	297,3	38,99	8,30	
3/4"	0,7		3/4"	78	2785,7	753,4	27,05	21,10	
			$\Sigma_1 (A)$	99,3			$\Sigma_2 (E)$	29,40	
ÍNDICE DE LAMELARIDADE DO MATERIAL (Σ_2/Σ_1)=								29,61	

Imagem 14 – Ensaios

FILIPPI		PAT - PLANO DE ACOMPANHAMENTO TÉCNICO							
SERVIÇOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA		QUALIFICAÇÃO DO AGREGADO LAMELARIDADE							
EMPRESA: FILIPPI SERVIÇOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA									
MINERADORA K9									
RODOVIA ERS 324 KM 290,3 VILA SBIA NOVA PRATA									
DNER-ME 089/94-AVALIAÇÃO DURABILIDADE SULFATO DE SÓDIO/MAGNÉSIO									
DURABILIDADE									
TAMANHO DAS PARTICULAS	PENEIRA FRAÇÕES ENSAIADAS	FATOR DE PONDERAÇÃO "A"	PESO AMSTRA				PERDA CADA FRAÇÃO		
			INICIAL (Po)	FINAL (Pn)	PERDA (Po-Pn)	%PARCIAL ("B")			
3/4" (19mm)	1/2(12,5mm)	15,00	670,00	655,9	14,21	2,12			0,32
1/2"(12,5mM)	3/8"(9,5mm)	38,00	330,00	327,40	2,69	0,82			0,31
							PERDA TOTAL		0,31



A Mineradora K9 Ltda opera sob as licenças ambientais informadas a seguir:

- LICENÇA AMBIENTAL - LICENÇA DE OPERAÇÃO Nº: 294/2023
- LICENÇA AMBIENTAL - LICENÇA DE OPERAÇÃO Nº: 92/2023

Segue abaixo quadro de resumos dos ensaios realizados em laboratório. Todos os ensaios individuais se encontram na Parte IV – Estudos Geotécnicos.



RESUMO DOS ENSAIOS DO SUBLEITO

Rodovia: ERS 441 Segmento : ERS 441 - 0025

NÚMERO DA AMOSTRA	DADOS DA COLETA						GRANULOMETRIA (% passante)							ÍNDICES FÍSICOS			Classif. HRB	IG	PROCTOR		ÍNDICE DE SUPORTE		
	DATA DA COLETA	ESTACA	POSIÇÃO	PROFUNDIDADE (cm)	OBSERVAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO VISUAL	3/4"	3/8"	n°4	n°10	n°20	n°40	n°80	n°200	L.L.	L.P.			I.P.	D _{máx} kg/dm³	Hótima (%)	Expansão (%)	ISC (%)
															(%)	(%)			(%)				
1	15/05/2022	23+560	LD	0 - 30	Ensaio		100,0	100,0	100,0	93,8	89,3	83,4	72,1	48,7	39,5	11,5	28,0	A6	9	1,545	22,70	1,54	12,20
				30 - 145		Argila Siltosa - Marrom, intenso																	
2	15/05/2022	23+660	LD	0 - 28	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	94,4	88,8	80,1	70,3	45,0	42,4	09,5	32,9	A5	9	1,560	21,50	1,28	11,50
				28 - 147		Silte Argiloso - Marrom, Intenso																	
3	15/05/2022	23+760	LD	0 - 23	Rocha sob cascalho	Cascalho																	
				23 -		Rocha																	
4	15/05/2022	23+860	Eixo	0 - 26	Rocha sob cascalho	Cascalho																	
				26 -		Rocha																	
5	15/05/2022	23+960	Eixo	0 - 32	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	95,1	90,5	80,9	71,7	45,7	42,6	09,9	32,7	A5	9	1,539	22,90	1,45	10,10
				32 - 143		Silte Argiloso - Marrom, Intenso																	
6	13/10/2023	24+060	LD	0 - 28	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	95,7	91,3	81,4	72,6	43,1	41,8	9,3	32,1	A5	9	1,546	22,4	1,3	10,3
				28 - 129		Silte Argiloso - Marrom, Intenso																	
7	15/05/2022	24+160	LD	0 - 102	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	95,9	92,2	86,3	73,8	41,2	41,9	09,8	31,9	A5	7	1,532	24,00	1,62	9,70
				102 - 149		Silte Argiloso - Marrom																	
8	15/05/2022	24+260	LD	0 - 32	Rocha sob cascalho	Cascalho																	
				32 -		Rocha																	
9	15/05/2022	24+360	Eixo	0 - 37	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	95,0	89,7	81,9	73,2	50,3	41,5	09,5	32,0	A5	11	1,560	23,00	1,62	10,90
				37 - 139		Silte Argiloso - Marrom																	



NÚMERO DA AMOSTRA	DADOS DA COLETA						GRANULOMETRIA (% passante)								ÍNDICES FÍSICOS			Classif. HRB	IG	PROCTOR		ÍNDICE DE SUPORTE	
	DATA DA COLETA	ESTACA	POSIÇÃO	PROFUNDIDADE (cm)	OBSERVAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO VISUAL	3/4"	3/8"	nº4	nº10	nº20	nº40	nº80	nº200	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)			D _{máx} (kg/dm ³)	H _{ótima} (%)	Expansão (%)	ISC (%)
	10	15/05/2022	24+460	LD	0 - 30	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	98,3	96,7	93,0	90,6	79,7	54,5	22,0			32,5	A7-5	20	1,490
			30 - 140	Argila Vermelha																			
11	15/05/2022	24+560	LD	0 - 40	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	92,9	88,5	82,7	69,8	41,4	38,8	11,6	27,2	A6	6	1,517	23,60	1,41	11,10
			40 - 152	Argila Siltosa - Marrom, intenso																			
12	13/10/2023	24+660	Eixo	0 - 34	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	93,6	89,4	83,1	70,6	42,0	39,3	12,4	28,0	A6	6	1,529	23,20	1,36	10,70
			34 - 141	Argila Siltosa - Marrom, intenso																			
13	15/05/2022	24+760	LD	0 - 27	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	93,2	87,0	77,7	68,1	43,7	43,3	12,5	30,8	A7-5	8	1,523	24,80	1,61	10,50
			27 - 151	Argila Siltosa - Marrom, intenso																			
14	13/10/2023	24+860	Eixo	0 - 33	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	94,6	89,1	79,9	69,3	44,6	43,8	12,9	30,0	A7-5	8	1,542	24,10	1,50	10,10
			33 - 146	Argila Siltosa - Marrom, intenso																			
15	15/05/2022	24+960	LD	0 - 20	Rocha sob cascalho	Cascalho																	
			20 -	Rocha																			
16	15/05/2022	25+060	Eixo	0 - 26	Estrada Existente	Cascalho	100,0	100,0	100,0	92,9	88,3	81,0	72,2	44,8	38,9	11,9	27,0	A6	7	1,546	22,10	1,10	11,50
			26 - 152	Argila Siltosa - Marrom, intenso																			
17	13/10/2023	25+160	LD	0 - 20	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	93,1	89,6	80,4	71,6	43,1	40,1	12,6	28,0	A6	7	1,521	22,60	1,21	10,60
			20 - 147	Argila Siltosa - Marrom, intenso																			
18	13/10/2023	25+260	LD	0 - 18	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	94,3	88,3	79,6	70,4	46,3	42,9	08,5	34,3	A5	11	1,516	25,00	1,10	10,00
			18 - 145	Argila Siltosa - Marrom, intenso																			
19	15/05/2022	25+360	Eixo	0 - 27	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	91,9	88,0	78,8	71,0	47,5	43,4	08,7	34,7	A5	11	1,538	25,30	1,10	10,10
			27 - 153	Argila Siltosa - Marrom, intenso																			



NÚMERO DA AMOSTRA	DADOS DA COLETA						GRANULOMETRIA (% passante)								ÍNDICES FÍSICOS			Classif. HRB	IG	PROCTOR		ÍNDICE DE SUPORTE	
	DATA DA COLETA	ESTACA	POSIÇÃO	PROFUNDIDADE (cm)	OBSERVAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO VISUAL	3/4"	3/8"	n°4	n°10	n°20	n°40	n°80	n°200	L.L.	L.P.	I.P.			D _{máx} (kg/dm ³)	Hótima (%)	Expansão (%)	ISC (%)
															(%)	(%)	(%)						
20	13/10/2023	25+460	Eixo	0 - 24	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	92,4	87,5	79,3	70,4	46,9	42,7	09,2	35,2	A5	11	1,519	25,80	1,26	10,00
				24 - 156		Argila Siltosa - Marrom, intenso																	
21	15/05/2022	25+560	LD	0 - 30	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	92,6	87,4	80,8	70,9	40,3	46,3	11,2	35,1	A7-5	7	1,529	23,80	1,49	10,10
				30 - 140		Argila Siltosa - Marrom, intenso																	
22	15/05/2022	25+660	LD	0 - 28	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	96,9	94,0	90,6	88,2	81,0	53,7	28,6	25,1	A7-6	17	1,472	30,00	1,86	10,30
				28 - 144		Argila Vermelha																	
23	13/10/2023	25+760	LD	0 - 40	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	97,8	96,0	92,3	89,7	82,1	54,0	29,1	25,3	A7-6	17	1,491	29,20	1,55	10,90
				40 - 147		Argila Vermelha																	
24	15/05/2022	25+860	LD	0 - 20	Rocha sob cascalho	Cascalho																	
				20 -		Rocha																	
25	15/05/2022	25+960	LD	0 - 50	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	97,4	94,7	91,3	89,8	87,9	56,1	30,3	25,8	A7-6	18	1,529	23,00	1,37	11,40
				50 - 166		Argila Siltosa - Marrom, intenso																	
26	13/10/2023	26+060	LD	0 - 40	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	96,2	92,8	90,1	88,3	86,4	55,2	29,6	25,2	A7-6	18	1,537	22,50	1,41	11,00
				40 - 151		Argila Siltosa - Marrom, intenso																	
27	15/05/2022	26+160	LD	0 - 37	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	95,9	91,4	83,3	72,2	44,4	44,2	07,9	36,3	A5	10	1,547	23,80	1,18	9,50
				37 - 159		Argila Siltosa - Marrom, intenso																	
28	13/10/2023	26+260	LD	0 - 29	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	94,6	90,6	81,9	71,6	43,5	43,3	08,2	36,8	A5	10	1,533	23,90	1,31	10,20
				29 - 144		Argila Siltosa - Marrom, intenso																	
29	15/05/2022	26+360	LD	0 - 31	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	97,4	95,3	90,9	89,4	81,1	56,1	27,9	28,2	A7-6	18	1,537	21,40	1,12	11,10



NÚMERO DA AMOSTRA	DADOS DA COLETA						GRANULOMETRIA (% passante)								ÍNDICES FÍSICOS			Classif. HRB	IG	PROCTOR		ÍNDICE DE SUPORTE	
	DATA DA COLETA	ESTACA	POSIÇÃO	PROFUNDIDADE (cm)	OBSERVAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO VISUAL	3/4"	3/8"	n°4	n°10	n°20	n°40	n°80	n°200	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)			D _{máx} (kg/dm³)	Hótima (%)	Expansão (%)	ISC (%)
				31 - 142		Argila Siltosa - Marrom, intenso																	
30	15/05/2022	26+460	LD	0 - 30	Ensaio	Cascalho																	
				30 - 78		Argila Siltosa - Marrom, intenso	100,0	100,0	100,0	97,0	94,7	90,5	89,7	85,7	54,5	25,7	28,8	A7-5	18	1,526	25,0	1,58	10,2
				78 - 154		Argila Siltosa - Marrom amarelado, pouco intenso	100,0	100,0	100,0	98,0	95,3	91,1	89,7	87,8	56,8	26,8	30,0	A7-5	19	1,491	25,7	1,17	10,1
31	15/05/2022	26+560	LD	0 - 25	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	94,0	88,3	79,0	72,5	44,8	44,0	09,7	34,3	A5	9	1,547	21,60	1,36	10,50
				25 - 137		Argila Siltosa - Marrom, intenso																	
32	13/10/2023	26+660	LD	0 - 28	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	95,6	89,2	80,2	71,3	43,8	43,5	09,5	33,9	A5	9	1,532	22,10	1,41	10,20
				28 - 145		Argila Siltosa - Marrom, intenso																	
33	13/10/2023	26+760	LD	0 - 20	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	94,7	88,5	80,9	71,1	41,5	43,1	09,7	32,9	A5	8	1,542	22,00	1,48	11,70
				20 - 147		Argila Siltosa - Marrom, intenso																	
34	15/05/2022	26+860	LD	0 - 60	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	94,9	89,7	81,6	71,5	42,3	42,0	09,2	32,8	A5	8	1,557	21,20	1,52	12,80
				60 - 163		Argila Siltosa - Marrom, intenso																	
35	15/05/2022	26+960	LD	0 - 20	Rocha sob cascalho	Cascalho																	
				20 -		Rocha																	
36	15/05/2022	27+060	LD	0 - 25	Rocha sob cascalho	Cascalho																	
				25 -		Rocha																	
37	15/05/2022	27+160	LD	0 - 40	Rocha sob cascalho	Cascalho																	
				40 -		Rocha																	
38	15/05/2022	27+260	LD	0 - 37	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	94,3	90,1	80,9	71,5	44,3	41,9	09,1	32,8	A5	9	1,529	24,00	1,50	11,70
				37 - 142		Argila Siltosa - Marrom, intenso																	



NÚMERO DA AMOSTRA	DADOS DA COLETA						GRANULOMETRIA (% passante)								ÍNDICES FÍSICOS			Classif. HRB	IG	PROCTOR		ÍNDICE DE SUPORTE	
	DATA DA COLETA	ESTACA	POSIÇÃO	PROFUNDIDADE (cm)	OBSERVAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO VISUAL	3/4"	3/8"	nº4	nº10	nº20	nº40	nº80	nº200	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)			D _{máx} (kg/dm³)	H _{ótima} (%)	Expansão (%)	ISC (%)
	39	13/10/2023	27+360	LD	0 - 36	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	95,2	91,1	82,0	72,2	45,1	42,6	09,9			33,2	A5	9	1,536
			36 - 153	Argila Siltosa - Marrom, intenso																			
40	15/05/2022	27+460	LD	0 - 40	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	97,0	93,9	89,6	88,9	85,0	56,1	29,8	26,3	A7-6	18	1,463	33,00	1,26	9,20
			40 - 148	Argila Vermelha																			
41	13/10/2023	27+560	Eixo	0 - 35	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	97,8	95,6	91,0	90,6	84,3	52,0	26,9	25,1	A7-6	16	1,455	34,20	1,62	10,40
			35 - 139	Argila Vermelha																			
42	15/05/2022	27+660	LD	0 - 41	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	96,7	93,8	89,1	88,8	83,0	52,3	25,8	26,5	A7-6	17	1,474	36,00	1,17	9,50
			41 - 156	Argila Vermelha																			
43	13/10/2023	27+760	LD	0 - 20	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	97,8	93,2	88,6	87,9	82,1	51,9	24,9	25,6	A7-6	17	1,499	32,60	1,34	9,30
			20 - 141	Argila Vermelha																			
44	15/05/2022	27+860	LD	0 - 26	Rocha sob cascalho	Cascalho																	
			26 -	Rocha																			
45	15/05/2022	27+960	LD	0 - 41	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	97,6	94,4	90,8	89,5	81,1	51,7	27,4	24,3	A7-6	16	1,470	33,00	1,85	10,00
			41 - 152	Argila Vermelha																			
46	13/10/2023	28+060	LD	0 - 32	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	97,1	93,9	91,2	88,9	80,8	51,0	27,1	23,9	A7-6	16	1,495	30,30	1,53	10,30
			32 - 149	Argila Vermelha																			
47	15/05/2022	28+160	LD	0 - 20	Rocha sob cascalho	Cascalho																	
			20 -	Rocha																			
48	15/05/2022	28+260	LD	0 - 29	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	97,8	94,7	91,2	88,8	78,3	52,4	23,5	28,9	A7-6	18	1,454	31,00	1,99	9,70
			29 - 141	Argila Vermelha																			



NÚMERO DA AMOSTRA	DADOS DA COLETA						GRANULOMETRIA (% passante)								ÍNDICES FÍSICOS			Classif. HRB	IG	PROCTOR		ÍNDICE DE SUPORTE	
	DATA DA COLETA	ESTACA	POSIÇÃO	PROFUNDIDADE (cm)	OBSERVAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO VISUAL	3/4"	3/8"	nº4	nº10	nº20	nº40	nº80	nº200	L.L.	L.P.	I.P.			D _{máx} kg/dm ³	Hótima (%)	Expansão (%)	ISC (%)
															(%)	(%)	(%)						
49	13/10/2023	28+360	LD	0 - 32	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	97,2	94,2	90,2	86,9	75,9	53,4	24,0	29,2	A7-6	18	1,499	28,50	1,64	10,20
				32 - 149		Argila Vermelha																	
50	15/05/2022	28+460	LD	0 - 30	Ensaio	Cascalho	100,0	100,0	100,0	97,9	94,7	91,2	89,2	87,0	54,8	30,3	24,5	A7-6	17	1,466	32,40	1,32	9,20
				30 - 152		Argila Vermelha																	
51	05/07/2022	Variante	LD	0 - 27	Ensaio	Decapagem	100,0	100,0	100,0	95,8	92,4	84,1	75,2	49,0	46,1	12,6	33,5	A7-5	11	1,530	25,70	1,63	9,80
				27 - 157		Argila Siltosa - Marrom, intenso																	
52	05/07/2022	Variante	LD	0 - 29	Ensaio	Decapagem	100,0	100,0	100,0	94,8	88,6	81,0	71,6	46,6	56,4	12,1	44,3	A7-5	13	1,543	22,80	1,89	8,60
				29 - 163		Argila Siltosa - Marrom, intenso																	





PROJETO GEOMÉTRICO

O Projeto Geométrico do trecho 441 ERS0025 entre o Entr. ERS -355 (P/ Fagundes Varela) até a Divisa municípios Vista Alegre do Prata/Nova Prata (início TRV. Mun), segmento do km 23,56-SER ao km 28,45-SER, seguiu ao máximo as diretrizes determinadas pelas Normas de Projetos Rodoviários do DAER/RS, Volume I, de fevereiro de 1991.

Na Parte II - Projeto de Execução, está apresentado o projeto da rodovia, em planta e perfil, com os elementos principais registrados.

1.1. Projeto Planialtimétrico

Através do VDM definido pelos Estudos de Tráfego e as características da região onde se desenvolveu o projeto, o trecho foi classificado como Classe IV-A, região montanhosa.

Apresenta-se no quadro a seguir, os parâmetros correspondentes às Normas de Projetos Rodoviários do DAER, de 1991 e os projetados.

Tabela 24 - Parâmetros do projeto geométrico do Lote 1.

DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	CARACTERÍSTICAS	
		NORMA	PROJETO
Velocidade diretriz	Km/h	30	30
Distância de visibilidade de parada	m	30	45
Raio mínimo de curva horizontal	m	25	50
Superelevação máxima	%	6	6
Inclinação transversal em tangente	%	3	3
Rampa máxima	%	9	7,97 (9,52*)
Valor mínimo de K para curvas verticais convexas	-	2	8,86
Valor mínimo de K para curvas verticais côncavas	-	4	10,27
Largura da faixa de rolamento	m	3,00	3,50
Largura do acostamento externo	m	0,50	0,50

DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	CARACTERÍSTICAS	
		NORMA	PROJETO
Gabarito mínimo vertical	m	5,50	5,50
Obstáculos contínuos	m	0,50	0,50
Obstáculos isolados	m	1,50	1,50
Largura da faixa de domínio	m	50	50
Plataforma de terraplenagem	m	C = 10,60 A = 9,60	C = 10,60 A = 9,60

Altimetricamente o projeto seguiu quase que integralmente os parâmetros das Normas do DAER/RS de 1991, com exceção de uma rampa vertical, que ficou acima no mínimo permitido, por ser uma rampa de considerável extensão, assim evitando um grande movimento de terra.

1.2. Projeto Planimétrico

O eixo projetado levou em conta as características topográficas da região, sendo que seus elementos estão apresentados no Projeto de Execução.

Os segmentos em tangente foram concordados sempre por curvas horizontais de raios circulares, com ou sem espiral, não sendo utilizados PIs secos.

O trecho projetado referente apresenta as seguintes características:

Tabela 25 - Características planimétricas do eixo projetado

CARACTERÍSTICAS PLANIMÉTRICAS					
C U R V A	COM TRANSIÇÃO	RAIOS (m)	FREQ.	EXTENSÃO	%
		Rmín = 50	01	81,64	1,65
50 < R < 400	22	3.215,11	64,83		
Rmáx = 400	01	185,14	3,73		
SEM TRANSIÇÃO	Rmín = 50	00	0	0	
	50 < R < 150	00	0	0	
Rmáx = 150	0	0	0		
Total em Curva			26	3.381,90	70,21
Tangente Mínima				0,96	0,02



TANG.	Tangente Máxima	192,92	3,89
	Total em Tangente	1.477,43	29,79
EXTENSÃO TOTAL		4.959,33	100,00
DEFLEXÃO SEM CURVA			
LOCALIZAÇÃO		DEFLEXÃO	
-----		-----	
CLASSE IV-A			
NORMA DAER/1991			

No Quadro A.2 observa-se que ao longo do segmento projetado existem curvas horizontais com raios que variam de 50 m (mínimo) a 400 m (máximo), determinando as seguintes extensões totais, em curva e em tangente, do eixo locado:

em curva: 3.381,90 m (70,21%)

em tangente: 1.467,43 m (29,79%)

Total: 4.959,33 m (100%)

O trecho projetado ERS-441 possui 24 curvas, com índice de 4,8 curvas por quilômetro.

1.3. Projeto Altimétrico

Para o perfil longitudinal do trecho os critérios adotados no lançamento do greide foram os seguintes;

1. Compatibilidade da pista a ser implantada tentando aproveitar ao máximo a plataforma da estrada existente;
2. Adequação das normas vigentes de projeto;
3. Nos segmentos que foram identificados alagamentos no leito estradal, foi projetado o greide acima da cota de inundação.

O greide apresentado nas plantas do Projeto Geométrico, é o greide de pavimentação, o qual foi elaborado dentro das normas de Projeto Geométrico do

DAER/RS vigentes de forma a proporcionar uma compensação adequada ao movimento de materiais de corte e aterro. Quadro A.4: Características altimétricas.

Tabela 26 - Características altimétricas

EXTENSÃO DO TRECHO (m): 4959,33							
	ACLIVES			NÍVEL	DECLIVES		
	INTERVALO	EXTENSÃO (m)	%		INTERVALO	EXTENSÃO (m)	%
R	0 ≤ i ≤ 1	1097,72	22,13		0 < i ≤ 1	110,00	2,22
A	1 < i ≤ 2	5,00	0,10		1 < i ≤ 2	20,00	0,40
M	2 < i ≤ 3	0,00	0,00		2 < i ≤ 3	0,00	0,00
P	3 < i ≤ 4	103,00	2,08		3 < i ≤ 4	65,00	1,31
A	4 < i ≤ 5	58,61	1,18		4 < i ≤ 5	14,00	0,28
S	5 < i ≤ 6	87,00	1,75		5 < i ≤ 6	5,00	0,10
	6 < i < 7	0,00	0,00		6 < i < 7	0,00	0,00
	7 < i < 8	0,00	0,00				
	i máx = 9,59%	368,00	7,42	0,00	i máx = 7,98%	176,00	3,55
	TOTAL	1719,33	34,67	0,00	TOTAL	390,00	7,86
Extensão em Rampa (PTV a PCV)=						2109,33	42,53
C	PARÂMETROS	EXTENSÃO (m)		% DO TOTAL			
U	CÔNCAVA	1570,00		31,66			
R	CONVEXA	1280,00		25,81			
V	EXTENSÃO EM CURVA	2850,00		57,47			
A							
S							
COTA MÁXIMA = 522,871						COTA MÍNIMA = 433,430	

No quadro anterior, verifica-se que o projeto segue quase integralmente as Normas de Projetos Rodoviários do DAER/RS de 1991.

Rampas com valores superiores ao máximo permitido pela norma, desde que não excedam 150m de extensão, podem ter um acréscimo de 1% em sua inclinação em regiões com topografia montanhosa. Porém, existe um caso onde estes parâmetros foram extrapolados e possui justificativa particular, conforme descrito a seguir:

Tabela 27 - Rampas com valor superior ao permitido pela Norma

LOCALIZAÇÃO Km ao Km	I%	EXTENSÃO (m)	JUSTIFICATIVA
27+385,00 ao 27+753,00	9,59	368	Manteve-se a inclinação da rampa da estrada existente para diminuir a movimentação de terra, por ser um trecho de corte de ambos os lados.

1.4. Seções Transversais Tipo



As seções transversais tipo de terraplenagem adotadas no projeto são compostas dos seguintes elementos geométricos:

Tabela 28 - Dados das seções transversais tipo.

DISCRIMINAÇÃO	PISTA NORMAL (m)
Faixa de Rolamento	3,50
Acostamento externo	0,50
Terceira Faixa	-
Folga de Terraplenagem (Aterro)	0,50
Folga de Terraplenagem e Sarjeta (Corte)	1,00
Plataforma de Aterro	9,60
Plataforma de Corte	10,60

A largura da faixa de domínio prevista para a ERS-441 é de 50,00m, simetricamente em relação ao eixo pista projetada.

1.5. Superelevação e Superlargura

a) Superelevação

No projeto da ERS-441, trecho do Entroncamento da ERS-355 (P/ Fagundes Varela) – Divisa Municipal de Vista Alegre do Prata/Nova Prata, a superelevação máxima adotada foi de 6%, conforme determina as normas para projetos rodoviários do DAER/RS de 1991 para rodovias Classe IV-A, em região montanhosa.

Para o cálculo da superelevação máxima das curvas com velocidade diretriz de 30 km/h, foram utilizados os parâmetros do item 13.5 da página 35 do Volume I das referidas Normas.

A superelevação nas curvas girou em torno do eixo da pista de rolamento e seguiu os critérios contidos nas normas do DAER/RS (Anexo 6).

Todos os cálculos e determinações descritos foram realizados e processados por sistema computacional.

b) Superlargura

Para determinação do início e final da distribuição da superlargura foram adotados os critérios contidos nas normas do DAER/RS. Sendo adotado a superlargura metade para cada faixa.

Os valores teóricos foram arredondados para múltiplos de 0,20m, sendo adotado o valor mínimo de 0,40m para cada curva (valores menores foram desprezados).

Tanto nas curvas circulares quanto nas com transição, a distribuição se deu no mesmo intervalo da variação da superelevação.

O cálculo da superlargura foi executado utilizando-se a seguinte fórmula:

$$S = n (R - (R^2 - E^2)^{1/2}) + \frac{V}{10 (R)^{1/2}}$$

Onde:

S = superlargura calculada, em m;

n = número de faixas de tráfego (no caso = 2);

R = raio da curva projetada, em m;

V = velocidade diretriz do respectivo segmento, em Km/h;

E = distância entre dois eixos da parte rígida do veículo (6,00 m).

Todos os cálculos e determinações foram processados por sistema computacional.

1.6. Implantação de duas variantes no trecho em projeto

Para o desenvolvimento do projeto fez-se necessária a implantação de duas variantes.

A primeira entre o km 24+500 até 25+300, ocasionada pelos problemas de inundações enfrentados no local. Conforme levantamento planialtimétrico a cota no fundo do Arroio é de 439 m e na estrada existente é de 440 m. Conforme informações dos moradores e imagens a seguir a máxima cheia observada até o momento foi setembro de 2023 e a altura máxima de alagamento chegou a 0,8 cm, ou seja, a cota máxima de enchente 440,80 m.

As medidas tomadas foram, o deslocamento a direita desse trecho em cerca de 20 metros, (de eixo a eixo) na cota 441 m e elevação do greide nos primeiros 280 metros, com disposição de

camada drenante em rachão (50 cm) o que confere uma camada estrutural ao pavimento de aproximadamente 0,80 cm.

Desta forma, garantindo a proteção do aterro para execução do projeto de pavimentação.

Imagem 13 – Alagamento registrado na variante 1



A segunda variante 26+740 km até 27+100 km, após a avaliação das condições da ponte existente e das características geométricas da rodovia implantada, optou-se pela execução de uma variante de traçado e implantação de uma nova ponte a jusante da existente.

Na seção da nova ponte foi determinado a área de inundação do Arroio Barra Fria para a cheia máxima para TR de 100 anos, e definido o comprimento de 30 metros para a nova ponte. A cota da face inferior da viga é de 466,33 a mesma de terraplenagem. O encaminhamento do projeto e execução da mesma, ficam sob responsabilidade da prefeitura municipal de Vista Alegre do Prata.

Imagem 14 – Nível da máxima cheia calculada

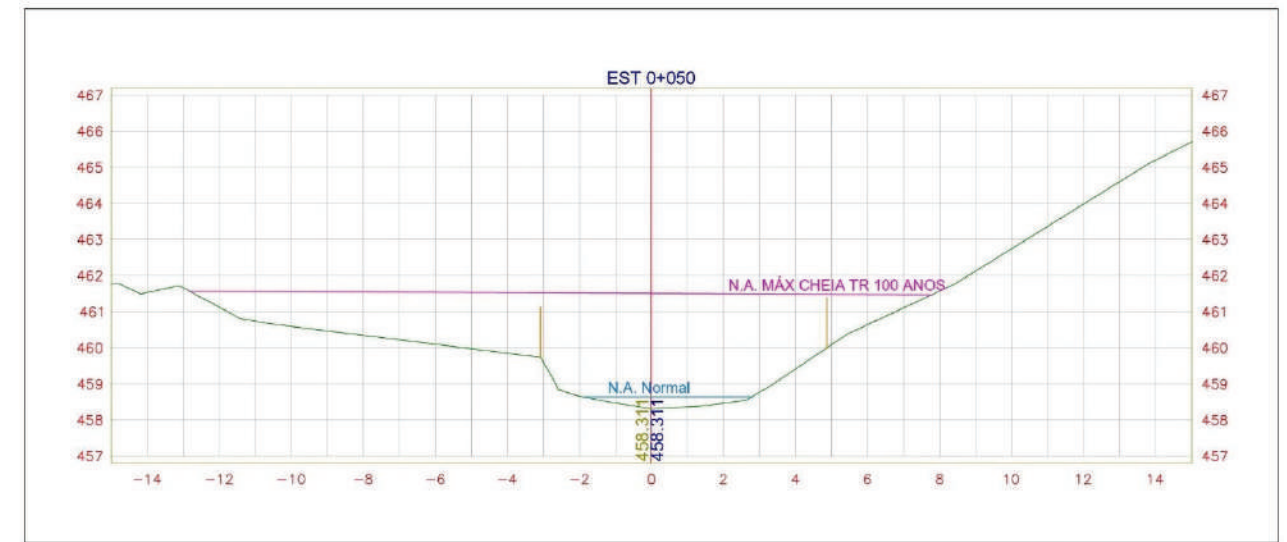
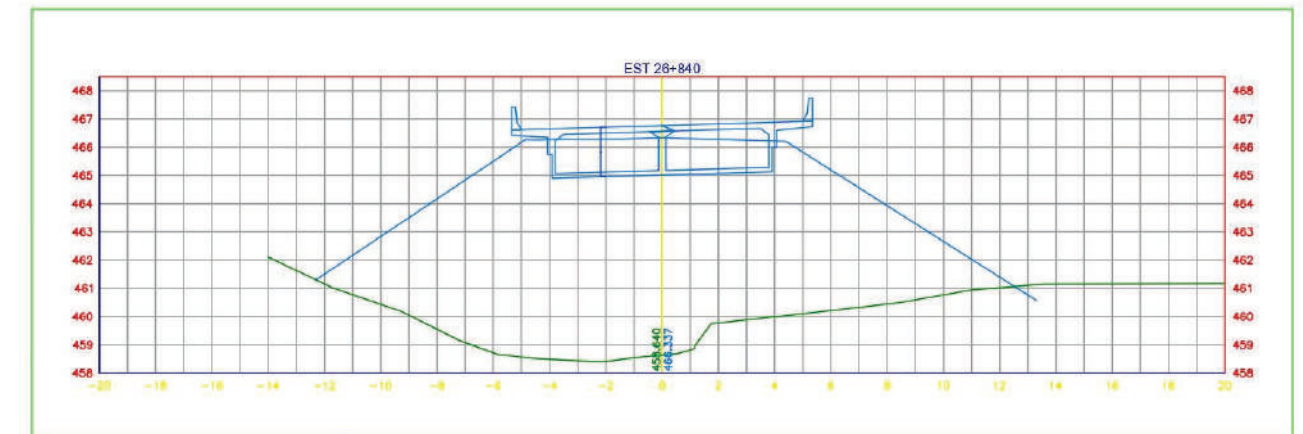


Imagem 15 – Seção da ponte projetada



1.7. Implantação paradas de ônibus

Não há necessidade de implantação de paradas de ônibus, pois no trecho em projeto não existe linha, conforme informações fornecidas através da Prefeitura Municipal de Vista Alegre do Prata.

1.8. Destocamento de árvores

O destocamento de árvores será realizado conforme Projeto Ambiental, já encaminhado a FEPAM.



PROJETO DE TERRAPLENAGEM

Para a elaboração do Projeto de Terraplenagem foram usados elementos básicos dos Projetos Geométrico e Drenagem e elementos fornecidos pelos Estudos Geotécnicos, os quais estão relacionados a seguir:

- c) Elementos do Projeto Geométrico: perfis do terreno e do greide projetado e larguras de plataforma;
- d) Elementos do Projeto de Drenagem: cotas e posições de bueiros;
- e) Elementos dos Estudos Geotécnicos: Resumo das avaliações relativas às espessuras da camada vegetal, possíveis áreas de empréstimos, classificação de materiais a escavar e inclinação dos taludes; e
- f) Visitas de inspeção ao trecho.

O greide de terraplenagem, apresentado nas plantas do Projeto Geométrico, foi elaborado dentro das normas de Projeto Geométrico do DAER/RS vigentes de forma a proporcionar uma compensação adequada ao movimento de materiais de corte e aterro.

As larguras das plataformas de aterro e corte adotadas no projeto, conforme determina a classe da rodovia pelas Normas de Projeto Rodoviário - Volume 1, do DAER/RS de fevereiro de 1991 e conforme trabalho do Eng^o Gerson F. Fattori, são de 10,00 m e 11,00 m, respectivamente.

2.1. Serviços preliminares de terrapl

Deverão ser executados ao longo do segmento de projeto serviços preliminares de terraplenagem que compreendem limpeza, desmatamento e destocamento de árvores, conforme a especificação DAER-ES-T 01/91.

A limpeza da camada vegetal deverá ser executada nos segmentos onde a plataforma de terraplenagem sai do leito estradal existente. Nesses locais deverá ser removida dentro da área limitada pelas linhas de "off-set" tanto nos cortes como nos aterros.

O material proveniente da remoção da camada vegetal deverá ser espalhado em áreas dentro da faixa de domínio, previamente definidas pela Fiscalização, que não venham a sofrer modificações com as obras de terraplenagem ou drenagem

2.2. Elementos básicos do projeto de terraplenagem

2.1.1 A Classificação dos Materiais

Os resultados obtidos forneceram subsídios para a confecção dos perfis geotécnicos do subleito, que contém a classificação do solo, conforme apresentado nas plantas do Projeto Geométrico, contidas neste volume.

2.2.2 Índice Suporte de Projeto da Camada Final de Terraplenagem

A terraplenagem foi orientada no sentido de proporcionar um subleito de boa qualidade para as camadas do pavimento.

Com esta finalidade, o projeto previu a execução da camada final dos aterros, conforme a especificação DAER-ES-T 05/91, com o emprego de materiais que forneçam no mínimo ISP = 8%.

2.2.3 Plataforma de Terraplenagem

As larguras das plataformas de aterro e corte adotadas no projeto, conforme determina a classe da rodovia pelas Normas de Projeto Rodoviário - Volume 1, do DAER/RS de fevereiro de 1991 e conforme trabalho do Eng^o Gerson F. Fattori, são de 9,60 m e 10,60 m, respectivamente.

2.2.4 Rebaixamento do Subleito

Através dos estudos geotécnicos, não foram identificados locais com necessidade de rebaixo do subleito.



2.2.5 Solos Moles

Os Estudos Geotécnicos realizados ao longo do segmento projetado não apresentaram ocorrência de solos moles, porém se quando da execução das obras for detectada ocorrência deste tipo, os trabalhos de remoção e transporte deverão ser executados conforme estabelecido na especificação DAER-ES-T 06/91.

2.2.6 Coeficiente de Correção de Volumes

O coeficiente adotado para a correção dos volumes foi de 1,30 para os materiais de 1ª categoria e 0,80 para os materiais de 3ª categoria.

Não foram indicados cortes de material de terceira dentro do trecho, somente do empréstimo concentrado.

2.2.7 Inclinação dos Taludes

Por questões geométricas e pela necessidade de material para terraplenagem foram adotados os seguintes taludes no segmento projetado:

- Corte em Solo: 1V / 1H
- Aterro: 1V / 1,5H

2.2.8 Empréstimos

Através da cubagem dos volumes, chegou-se ao resultado de volumes de corte maiores do que aterros a ponto que não será necessário a utilização de empréstimos de materiais.

2.2.9 Seções Transversais

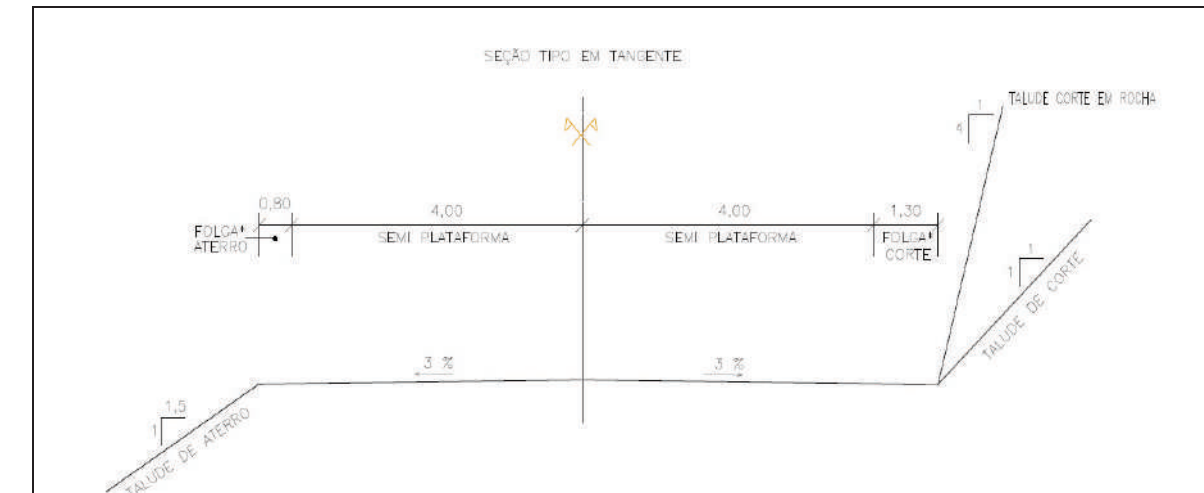
As seções transversais foram projetadas conforme indicadas nas pranchas das seções tipo e a cota de projeto indicada é a cota de terraplenagem.

Semi Plataforma de aterro: 4,80 metros

Semi Plataforma de corte: 5,30 metros

Declividade transversal: 3,0%

Figura 21 – Seção tipo em tangente

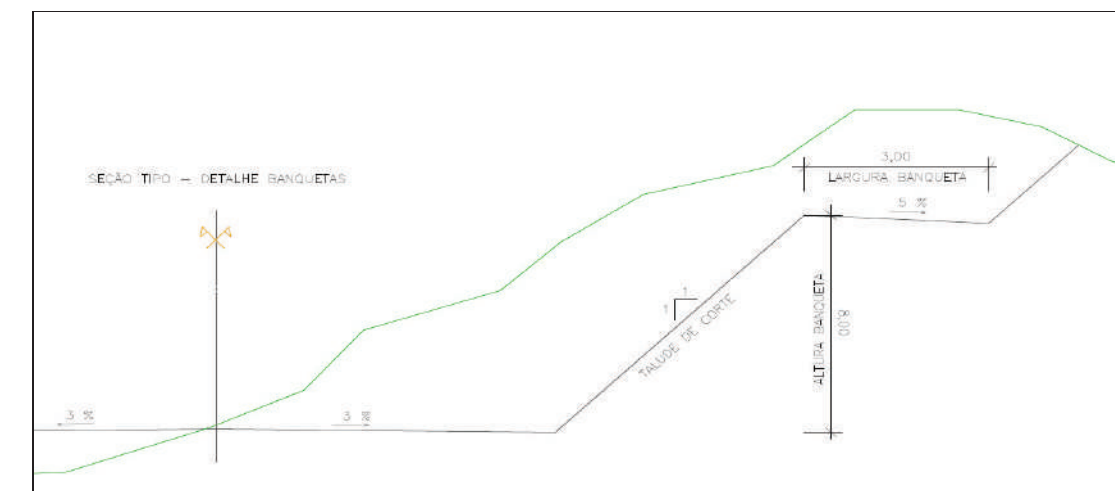


2.2.10 Banquetas

As banquetas foram projetadas com altura máxima do talude de 8,0 metros de altura, com berma de 3,0 metros de largura e inclinação de 5% (caimento para “dentro” da banquetta).

Banquetas a executar entre as estacas 24+880 a 25+100, do lado direito da rodovia projetada.

Figura 22 – Seção tipo detalhe banquetta



Degraus de aterro (denteamento)

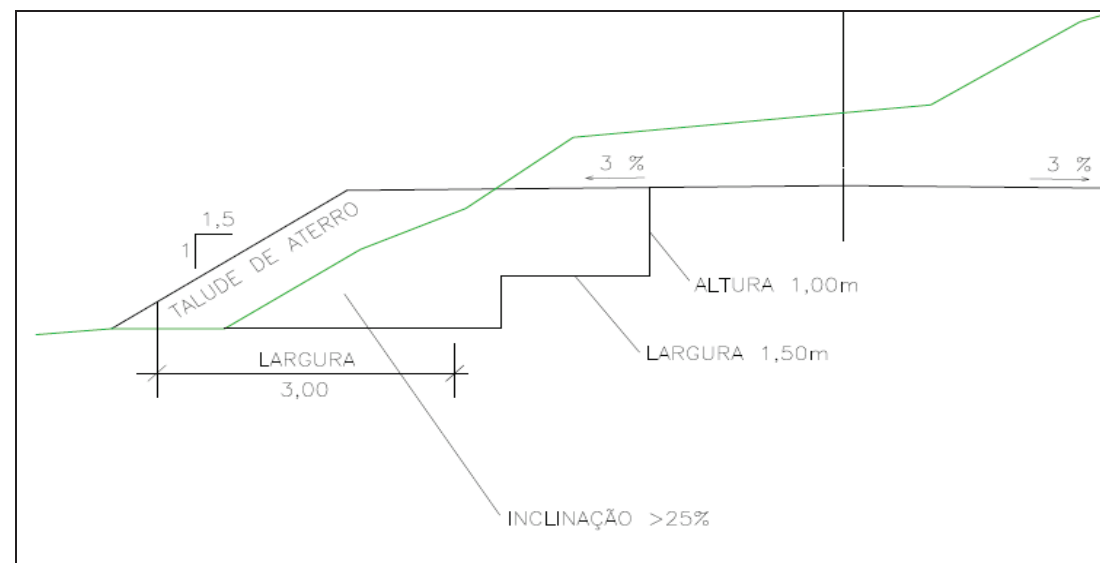
Nos Locais com inclinação maior que 25% e largura menores que 3,0 metros, foram projetados o denteamento do aterro existente para melhor execução do novo aterro projetado da rodovia.

Os degraus de aterro foram indicados nos seguimentos:

24+900 ao 24+980

26+240 ao 26+260

Figura 23 – Seção tipo detalhe talude de aterro



Para os 60 cm finais de aterro, o grau de compactação de 100% em relação à energia normal, definida no DNER-ME 129/94;

Para o corpo do aterro, parte do aterro situado entre o terreno natural até 0,60 m abaixo da cota correspondente ao greide de terraplenagem, o grau de compactação de 95% em relação à energia normal definida no DNER-ME 129/94.

Observações

Nos segmentos onde foram identificadas áreas de alagamento do leito estradal, foi considerado a cota de cheia máxima para o posicionamento do greide de aterro, sendo projetado acima desta cota, garantindo que a água não chegue na estrutura do pavimento.

Nesses segmentos de alagamentos, foi considerado a execução de aterros com material pétreo, provenientes de empréstimo concentrado, com intuito de fornecer maior proteção contra as possíveis cheias do Arroio Barra Fria, evitando a erosão dos taludes de aterro. O local de empréstimo desse material pétreo foi indicado pela prefeitura de Vista Alegre do Prata, por já estar com as licenças e em atividade.

O material pétreo será empregado nos seguintes segmentos:

24+500 ao 24+780

24+900 ao 24+980

25+820 ao 26+180

O volume geométrico proveniente do empréstimo concentrado é da ordem de 5.007 m³.

2.2.11 Notas de Serviço de Terraplenagem

No volume Anexo – Notas de Serviço e Cálculo de Volumes - são apresentadas todas as planilhas contendo as notas de serviço e os volumes de terraplenagem do segmento projetado.

2.2.12 Bota Fora

O local de Bota Fora foi indicado pela prefeitura de Vista Alegre do Prata, encontrasse no lado direito do estaqueamento no km 25+780 da rodovia, a área está fora da faixa de domínio.

2.2.13 Aterros



PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

Para o dimensionamento das estruturas do pavimento adotou-se o Método de Projeto de Pavimento Flexível do DNER, de autoria do Eng.º Murillo Lopes de Souza. Trata-se de uma metodologia estabelecida pelo autor a partir de experiências do “Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos”, com o acréscimo de importantes conclusões decorrentes da Pista Experimental da AASHTO. Pelo procedimento referido, utilizado de forma quase unânime pelos órgãos rodoviários estaduais brasileiros, entre os quais encontra-se o DAER/RS, o dimensionamento do pavimento é função dos fatores abordados a seguir.

O uso do CBUQ nesta rodovia, se justifica em função das características geométricas da mesma. A inclinação existente em vários trechos dificulta a execução de pavimentos do tipo tratamento, além de diminuir a vida útil da camada executada.

3.1 Parâmetro de tráfego

Conforme considerações expostas no capítulo Estudos de Tráfego deste volume, o valor do número N atingirá, ao término do período de projeto:

$$N = 1,5 \times 10^5 \text{ aplicações de eixo padrão de } 8,2 \text{ t.}$$

3.2 Índice de suporte Califórnia de projeto de subleito (ISCproj)

Conforme determinado durante a análise geotécnica do material encontrado no local, o índice de suporte Califórnia adotado como de projeto é resultado de 8,00%.

3.3 Dimensionamento do pavimento

Para o dimensionamento da estrutura da estrada, foram adotados como coeficientes de equivalência estrutural (k), os seguintes valores:

Tabela 29 – Valore para K

CAMADA	MATERIAL	K
Revestimento	Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)	2
Base	Brita graduada (BGS)	1
Sub-base	Macadame Seco (MS)	1

Desta forma, a espessura total do pavimento em função do número “N” e do ISCp do subleito é o seguinte:

Tabela 30 – Fatores para determinação da espessura

TRECHO	Nº “N” (x 10 ⁵)	ISCp (%)	H ₂ (cm)	h _{SL} (cm)
23+560 – 28+519	1,5	8,0	22	40

Sendo h_{SL}, a espessura total do pavimento em termos de k = 1,0 da base granular.

Sendo H₂₀, a espessura total do pavimento para proteger a sub-base.

Considerando o revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), Base e sub-base de material granular (k=1,0), as espessuras das camadas do pavimento, foram os resultados das inequações abaixo.

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

$$R \cdot K_R + B \cdot K_B + SB \cdot K_{SB} \geq H_{SL}$$

Onde:

- R = Espessura do revestimento
- K_R = Coeficiente de equivalência estrutural do revestimento
- B = Espessura Base
- K_B = Coeficiente de equivalência estrutural da base
- SB = Espessura Sub-Base
- K_{SB} = Coeficiente de equivalência estrutural da sub-base



Depois de efetuados os cálculos que levaram a determinação das espessuras das camadas da estrutura do pavimento, é apresentado abaixo, o resultado do dimensionamento.

Tabela 30 – Espessura do pavimento

TRECHO	ESPESSURAS (cm)		
	Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)	Base Brita Graduada	Sub-base Macadame Seco
23+560 ao 28+519	5,0	18	20

3.4 Memória de cálculo

A seguir, a memória de cálculo do dimensionamento da estrutura do pavimento.

Para o caso em projeto, os parâmetros utilizados são os seguintes:

ISCSL = 8.00% (Subleito)

N10º ano = 1,5 x 10⁵

Considerando, ainda, os valores obtidos para o número “N” e para o ISCP, a espessura total do pavimento para proteção ao subleito contra as deformações permanentes pode ser obtida de acordo com a Figura 43 – Determinação de espessura do pavimento, da página 149 do Manual de Pavimentação do DNIT (Publicação IPR – 719 /2016). O resultado para estrutura do pavimento em estudo necessita-se da espessura em termos granulares mínima de H8,0% = 40 cm.

Sendo assim, as espessuras das camadas do pavimento podem ser determinadas conforme o resultado da inequação apresentadas a seguir, considerando o revestimento em CBUQ (K=2,0) e base ou sub-base de material granular (K=1,0).

$$R \times KR + B \times KB + SB \times KSB \geq HSL$$

Onde:

R = Espessura do revestimento

KR = Coeficiente de equivalência estrutural do revestimento

B = Espessura da base

KB = Coeficiente de equivalência estrutural da base

SB = Espessura sub-base

KSB = Coeficiente de equivalência estrutural da sub-base

Portanto,

$$R \times KR + B \times KB + SB \times KSB \geq HSL$$

$$5,0 \text{ cm} \times 2,0 + B \times 1,0 + SB \times 1,0 \geq 40,0 \text{ cm}$$

$$B + SB \geq 40,0 \text{ cm} - 10 \text{ cm}$$

$$B + SB \geq 30,0 \text{ cm}$$

Após a realização dos cálculos, os resultados obtidos indicam que a estrutura do pavimento a ser adotada pode ser:

- Revestimento: 5,00 cm de CBUQ
- Base: 18,00 cm de brita graduada simples (BGS);
- Sub-base: 20,00 cm de Macadame Seco (MS);

O acostamento receberá a mesma estrutura do pavimento, assim optou-se por manter tanto pista quanto acostamento com a mesma cota de pavimento pronto, evitando um degrau nas camadas pétreas devido a sua largura.



3.5 Seção tipo do pavimento

A largura da plataforma pavimentada na pista principal do acesso é de 9,0 m. Esta apresenta uma faixa de rolamento de 7,0 m, e dois acostamentos de 1,0 m do lado esquerdo e lado direito. Sendo assim, para possibilitar a quantificação dos serviços de pavimentação, foi definido uma seção tipo, utilizada em toda a extensão do projeto.

3.6 Quantitativo

Conforme indicado nos estudos geotécnicos, são indicadas as seguintes fontes de materiais:

Tabela 31 – Fontes de materiais

Item	Proprietário	Município	Percurso		DMT (km)		
			Origem	Destino	NP	P	TOTAL
P1	Mineradora K9	Nova Prata	Pedreira	Trecho	6,28	13,59	19,87
Usina 1	Mineradora K9	Nova Prata	Usina de CBUQ	Trecho	6,28	13,59	19,87
CL	Comércio Local	Vista Alegre do Prata	CL	Trecho	8,40	-	8,40
CAP	REFAP	Distribuidora 1	Distribuidora	Usina 1	-	162,00	162,00
CAP	REPAR	Distribuidora 2	Distribuidora	Usina 1	-	554,00	554,00
CAP	Traçado Construções e Serviços	Distribuidora 3	Distribuidora	Usina 1	-	106,00	106,00
RR-2C	Greca Asfaltos	Distribuidora 1	Distribuidora	Trecho	11,00	160,00	171,00
RR-2C	Betunel Industria e Comércio	Distribuidora 2	Distribuidora	Trecho	11,00	141,00	152,00

RR-2C	Traçado Construções e Serviços	Distribuidora 3	Distribuidora	Trecho	10,70	92,30	103,00
EAI	Greca Asfaltos	Distribuidora 1	Distribuidora	Trecho	11,00	160,00	171,00
EAI	Betunel Industria e Comércio	Distribuidora 2	Distribuidora	Trecho	11,00	141,00	152,00
EAI	Traçado Construções e Serviços	Distribuidora 3	Distribuidora	Trecho	10,70	92,30	103,00

Os materiais utilizados para a execução dos serviços de pavimentação devem seguir as especificações citadas abaixo:

- DNIT 165/2013-EM - Emulsões asfálticas para pavimentação
- DNIT 095/2006-EM - Cimentos asfálticos de petróleo

Os serviços de pavimentação deverão ser executados obedecendo às seguintes especificações técnicas, relacionadas adiante.

- DNIT 137/2010-ES - Regularização do subleito
- DNIT 141/2022 – ES – Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente –

Especificação de serviço

- DNIT 139/2010 – ES - Sub-base estabilizada granulometricamente - Especificação

de serviço

- DNIT 144/2014 - ES - Imprimação
- DNIT 145/2012 - ES - Pintura de Ligação
- DNIT 031/2006 – ES – Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico – Especificação de

Serviço



Para o cálculo dos quantitativos, foram adotados os parâmetros indicados na sequência. As áreas de referência para os quantitativos foram retiradas através de AutoCAD.

Tabela 32 – Quantitativos de materiais

QUANTITATIVOS DE PAVIMENTAÇÃO															
	Extensão	Largura	Área	Corte	Aterro Infraestrutura	Aterro Camada Final	Regularização do Subleito	Macadame Seco	Base de Brita Graduada	Imprimação	CM Imprima	Pintura de Ligação	RR-1C	CBUQ	CAP 50/70
	m	m	m ²	m ³	m ³	m ³	m ²	m ³	m ³	m ²	ton	m ²	ton	m ³	ton
Pista	4.959,33	7,00	34.715,31	54.391,00	32.451,00	12.761,00	50.089,23			34.715,31	41,66	34.715,31	17,36	1.735,77	95,47
Acost.	4.959,33	1,00	4.959,33							4.959,33	5,95	4.959,33	2,48	247,97	13,64



PROJETO DRENAGEM

O Projeto de Drenagem foi realizado com base nos Estudos Geotécnicos, Hidrológicos e Topográficos, objetivando determinar as principais soluções destinadas a:

Interceptação e captação de águas superficiais, conduzindo-as a situações que assegurem seu afastamento natural do corpo estradal, evitando a saturação das camadas do pavimento proporcionando estabilidade e proporcionando estabilidade e proteção aos taludes de corte e aterro.

Para a condução das águas interceptadas pelo corpo estradal provenientes de talvegues naturais, através de bueiros transversais;

O Projeto de Drenagem está apresentado classificando-se as obras, conforme suas finalidades específicas, nos seguintes grupos:

- Drenagem de transposição de talvegue (OAC);
- Drenagem Superficial; e
- Drenagem Subterrânea.

Os dispositivos de drenagem projetados seguem os padrões especificados no Álbum Dispositivo de Drenagem do DAER/RS

4.1 Drenagem Superficial

A drenagem superficial de uma rodovia tem como objetivo captar as águas proveniente de áreas adjacentes as que precipitam sobre o corpo estradal, conduzindo-as a um deságue seguro.

Aplicando o Método Racional e a Equação da Continuidade tem-se, para sarjeta triangular:

$$q = \frac{1,75.a^2.(0,4261.a)^{2/3}.i^{1/2}}{n}$$

Determinação do Comprimento Crítico entre saídas da água igualando-se as equações anteriores, é possível extrair o valor de L, para sarjetas triangulares:

4.1.1 Sarjetas de Corte

A sarjeta de corte tem como objetivo captar as águas que se precipitam sobre a plataforma e taludes de corte e conduzi-las, longitudinalmente à rodovia, até o ponto de transição entre o corte e o aterro, de forma a permitir a saída lateral para o terreno natural, para valeta de aterro ou então para a caixa coletora de um bueiro de greide.

O estudo da drenagem superficial da plataforma da estrada, em cortes, constitui em determinar, para uma dada sarjeta, forma, dimensões e revestimentos preestabelecidos, qual a sua máxima extensão admissível, isto é, aquela a partir da qual ocorre transbordamento. Tal extensão corresponde à distância entre saídas de água entre o ponto mais elevado do corte e a primeira saída de água.

Utilizando o Método racional tem-se:

$$q = \frac{[C.I.(T+0,75.H).L]}{60000}$$

Onde:

T = semi-largura da plataforma (m)

L = distância entre saídas de água (m)

$$L = \frac{59,456.i^{0,5}.a^{2,667}}{n.C.I.(T+0,75.H)}$$

Cálculos elaborados e resultados obtidos

Pela utilização da fórmula anterior com i e H como parâmetros de entrada e considerando-se:

Tr = 10 anos



$I = 0,54$ mm/min para $t_c = 15$ min.

$C = 0,9$ (revestimento betuminoso e talude não revestido)

$n = 0,014$ (revestimento de concreto)

$a = 0,20$ (stc/szc DAER)

Com estes dados foi possível elaborar uma família de curvas $L = f(i)$, uma curva para cada declividade.

As mesmas curvas apresentam, através da utilização da Fórmula de Manning, os valores de $v = f(i)$.

neste caso, substituindo as variáveis citadas, toma o seguinte aspecto:

$$L = \frac{35842,61 \cdot i^{0,5}}{T + 0,75 \cdot H}$$

4.1.2 Transposição e sarjeta e valeta

A execução deste tipo de dispositivo propicia à passagem de veículos para acessarem propriedades e estradas vicinais, permitindo assim a continuação do escoamento das águas ao longo das sarjetas de corte, ou valetas de proteção.

Os locais estão apresentados em prancha de projetos anexa. E o detalhamento foi padronizado conforme modelo do Álbum de Projeto do DAER.

4.1.3 Valeta de proteção e corte e aterro

As valetas de proteção de corte são canais construídos nas encostas dos taludes de corte para interceptar as águas antes que atinjam a rodovia.

As valetas de proteção de aterros têm como objetivo interceptar as águas que escoam pelo terreno a montante, impedindo-as de atingir o pé do talude de aterro. Além disso, tem a finalidade de receber as águas das sarjetas e valetas de corte, conduzindo-as com segurança ao dispositivo de transposição de talvegues.

As valetas de proteção de corte e aterro estão localizadas em pranchas de projeto anexa. E o detalhamento foi padronizado conforme modelo do Álbum de Projeto do DAER.

4.1.4 Caixa coletora de talvegue

Deverão ser construídas caixas coletoras de talvegues - CCT nos bueiros de localização apresentada no quadro abaixo e identificado nas pranchas anexas. E foram padronizadas conforme modelo do Álbum de Projeto do DAER.

4.1.5. DISSIPADORES DE PRESSÃO

Promovem a redução da velocidade de escoamento nas entradas, saídas ou mesmo ao longo da própria canalização de modo a reduzir os riscos dos efeitos de erosão nos próprios dispositivos ou nas áreas adjacentes. Foram padronizadas conforme modelo do Álbum de Projeto do DAER.

4.1.6. Descida d'água

São projetadas como condutores dessas águas captadas, conduzindo pelo talude até o seu desague no terreno natural. Foram padronizadas conforme modelo do Álbum de Projeto do DAER.

4.2 Drenagem para transposição de talvegue

A drenagem de transposição de talvegue ocorre quando as águas originam-se de uma bacia e que, por imperativos hidrológicos e do modelado do terreno tem que ser atravessadas sem comprometer a estrutura da estrada. Talvegue, portanto, é o caminho mais, ou menos sinuoso, no fundo do vale, por onde as águas da chuva e/ou nascentes passa; canal mais profundo de um curso d'água.

4.2.1 Bueiro Tubular de Concreto e Bueiro Celular de Concreto

Os dispositivos de drenagem utilizados neste caso, são: Bueiro Simples Tubular de Concreto – BSTC e Bueiro Simples Celular de Concreto – BSCC.



O bueiro de greide tem como função captar as águas coletadas por dispositivos de drenagem superficial como sarjetas e valetas de fora que permita a transposição de um lado para outro da via e/ou de um lado para outro de uma cessa à via (bueiro de acesso). Também são locados nos locais onde o traçado da rodovia intercepta o fluxo d'água, preferencialmente no fundo do talvegue para transpor a água de um lado para outro da rodovia.

Os bueiros de greide e de talvegues foram dimensionados como canal, para TR=10 anos e TR=20 anos, pela fórmula de Manning, aliada à da continuidade.

No dimensionamento, as obras foram calculadas para as condições mais desfavoráveis ao escoamento, segundo a teoria da vazão crítica. Procurou-se, sempre que possível, situar a declividade dos bueiros entre os valores críticos (I_{crit}) e limite (I_{lim}), determinados, respectivamente, pelo regime crítico de escoamento e pela velocidade máxima admissível do material empregado. Sempre que possível, a declividade acompanhou a do terreno natural.

n = coeficiente de rugosidade de Manning, adimensional

Os bueiros de BSTC e BSCC estão localizadas em pranchas de projeto anexa. E o detalhamento foi padronizado conforme modelo do Álbum de Projeto do DAER.

A Fórmula de Manning (1) utilizada foi:

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

Onde:

V = velocidade de escoamento (m/s)

R = raio hidráulico (m)

i = declividade do bueiro (m/m)

n = coeficiente de rugosidade de Manning, adimensional

Associada a Equação da Continuidade, ter-se-á (2):

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

Onde:

Q = vazão do bueiro (m³/s)

A = área molhada (m²)

R = raio hidráulico (m)

i = declividade do bueiro (m/m)



PROJETO SINALIZAÇÃO

A sinalização viária é a comunicação não verbal entre motoristas e pedestres. Trata dos dispositivos que têm por finalidade orientar, regulamentar e advertir os usuários. A importância se dá pela sua eficiência e segurança ao utilizar as vias, com intenção de evitar acidentes e proporcionar uma maior fluidez ao tráfego.

Seu projeto de implantação foi baseado no levantamento de campo, estudos de tráfego e projeto geométrico. A sinalização é comumente dividida entre vários tipos de sinalização, para o presente projeto foram consideradas a sinalização vertical, horizontal e por condução ótica.

Para o dimensionamento e adequação do projeto foram consideradas as seguintes fontes:

Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume I – Sinalização Vertical de Regulamentação – Resolução 2022 do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN);

Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume II – Sinalização Vertical de Advertência – Resolução 2022 do CONTRAN;

Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume III – Sinalização Vertical de Indicação – Resolução 2022 do CONTRAN;

Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume IV – Sinalização Horizontal – Resolução 2022 do CONTRAN;

Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Volume VI - Dispositivos Auxiliares – Resolução 2022 do CONTRAN;

Resolução nº 160/2004 CONTRAN – aprova o Anexo II do Código de Trânsito Brasileiro.

Manual de Sinalização Rodoviária – DNIT – 3ª Edição – Publicação IPR;

Instrução Normativa nº 01/2021 – DAER.

5.1 Sinalização Vertical

A sinalização vertical é composta por grupos de placas, cada uma classificada segundo sua função, a seguir estão descritas as cores, tipo de películas, tamanhos e suporte para cada tipo de placa prevista no projeto.

Sinalização Vertical de Regulamentação - têm por finalidade transmitir aos usuários as condições, proibições, obrigações ou restrições no uso das vias urbanas e rurais.

As placas empregadas deverão ser dos seguintes modelos:

	Cores			Suporte
	Fundo	Tarja	Letras	
	Película VERMELHA retrorrefletiva a TIPO I	Película BRANCA retrorrefletiva a TIPO I	Película BRANCA retrorrefletiva a TIPO I	Metálico 2"

	Cores			Suporte
	Fundo	Tarja	Letras	
	Película BRANCA retrorrefletiva a TIPO I	Película VERMELHA retrorrefletiva a TIPO I	Película PRETA não retrorrefletiva a TIPO IV	Metálico 2"

Sinalização Vertical de Advertência - têm por finalidade advertir os condutores sobre condições com potencial de risco existentes na via ou nas suas proximidades.

	Cores		Suporte
	Fundo	Tarja / Letras / Símbolos	
	Película AMARELA retrorrefletiva a TIPO I	Película PRETA não retrorrefletiva TIPO IV VERMELHA retrorrefletiva TIPO I	Metálico 2"

Sinalização Vertical de Indicação - têm por finalidade indicar direções, localizações, pontos de interesse turístico ou de serviços e transmitir mensagens educativas, dentre outras, de maneira a ajudar o condutor em seu deslocamento.

	Cores			Suporte
	Fundo	Tarja / Letras	Símbolos	
	Película VERDE retrorrefletiva a TIPO I	Película BRANCA retrorrefletiva a TIPO I	Película PRETA não retrorrefletiva a TIPO IV	Metálico 4"

	Cores			Suporte
	Fundo	Tarja / Letras	Símbolos	
	Película AZUL retrorefletiv a TIPO I	Película BRANCA retrorefletiv a TIPO I	Película PRETA não retrorefletiv a TIPO IV(símbolos) Película AMARELA retrorefletiv a TIPO I (fundo do brasão)	Metálico 2"

	Cores			Suporte
	Fundo	Tarja / Letras	Símbolos	
	Película BRANCA retrorefletiv a TIPO I	Película PRETA não retrorefletiv a TIPO IV		Metálico 2"

	Cores			Suporte
	Fundo	Tarja / Letras	Símbolos	
	Película PRETA não retrorefletiv a TIPO IV	Película AMARELA retrorefletiv a TIPO I		Metálico 2"

	Cores			Suporte
	Fundo	Tarja / Letras	Símbolos	
	Película AZUL retrorefletiv a TIPO I	Película BRANCA retrorefletiv a TIPO I		Metálico 2"

	Cores			Suporte
	Fundo	Tarja / Letras	Símbolos	
	Película AZUL retrorefletiv a TIPO I	Película BRANCA retrorefletiv a TIPO I		Metálico 4"

5.1.1 Material das Placas

Substrato

Na confecção, após executado o corte, furação e arremates nas dimensões previstas pelo projeto, as placas deverão passar por processo de limpeza, desengraxamento, decapagem e fosfatização, com espessura de camada mínima igual a 5 micra. Sendo que no verso das placas metálicas deverá receber, após a limpeza, uma demão de tinta de aderência à base de cromato de zinco "Wash-Primer", e após secagem deverá ser aplicada duas demãos à pistola de tinta esmalte sintético na cor preto fosco. A secagem deverá ser em estufa na temperatura de 140°C.

Películas

Na face principal da placa, que deverá ser instalada voltada para o fluxo de tráfego à qual se destina a sinalizar, o fundo deverá ser em película refletiva, e ter a sua aplicação seguindo as recomendações do fabricante da referida película, utilizando os processos específicos para recorte e fixação da mesma, para que não haja formação de bolhas ou rugosidades, nas cores indicadas no projeto.

As películas previstas para o projeto da ERS-441 seguiram conforme orientação da contratante, sendo assim foram projetadas placas com películas refletivas Tipo I e Tipo IV. As refletividades devem atender às especificações de retro refletância de acordo com cada tipo de película, essas estão especificadas na NBR 14644-2013.

Suportes e Fixação

Os suportes devem ser fixados de modo a manter rigidamente as placas em sua posição permanente e apropriada, evitando que sejam giradas ou deslocadas. Os materiais a serem utilizados para confecção dos suportes das placas de regulamentação deverão ser tubos de aço diâmetro 50 mm, conforme projeto.



Os suportes devem possuir cores neutras e formas que não interfiram na interpretação do significado do sinal. Não devem constituir obstáculos à segurança de veículos e pedestres.

Sapatas em concreto. Sapatas das placas indicativas de 0,30x0,30x0,40m. Resistência mínima do concreto em $f_{ck}=15\text{MPa}$.

A borda inferior da placa ou do conjunto de placas colocada lateralmente à via deve ficar a uma altura livre entre 2,0 e 2,5 metros em relação ao solo, inclusive para a mensagem complementar, se esta existir. As placas assim colocadas se beneficiam da iluminação pública e provocam menor impacto na circulação dos pedestres, assim como ficam livres do encobrimento causado pelos veículos.

O afastamento lateral das placas, medido entre a borda lateral da mesma e da pista, deve ser, no mínimo, de 0,30 metros para trechos retos da via, e 0,40 metros nos trechos em curva. No projeto em tela foi adotado um afastamento de 0,30m.

Por tratar-se de projeto de sinalização vertical, foram utilizados os Manuais Brasileiros de Sinalização de Trânsito do CONTRAN para a concepção do projeto, logo as especificações das placas, como por exemplo: dimensões das placas, cor, bem como o detalhamento gráfico deverá ser seguido o manual em questão. A posição de implantação em relação a pista deve ser a melhor possível, escolhendo em cada caso uma posição que permita uma ótima visualização aos condutores de veículos. A localização das placas, assim como outros detalhes, está na Prancha de Sinalização identificadas por estaqueamento.

5.2 Sinalização Horizontal

A sinalização horizontal é executada sobre a superfície do pavimento, constitui-se na pintura de linhas, setas e informações, exercendo a função no controle do trânsito dos veículos, regulamentando, orientando e canalizando a circulação de forma a se obter maior segurança. As marcas devem ser visíveis sob qualquer grau de luminosidade. Quanto à durabilidade, a tinta deve enquadrar-se dentro dos padrões para uma duração de dois a três anos.

As marcações estão demarcadas na Prancha de Sinalização, além de detalhamentos e outras informações. As marcações usadas são descritas abaixo conforme orientação da projetista:

- LFO-2 - Linha de Fluxo Oposto, divide fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido e indicando os trechos em que a ultrapassagem e os deslocamentos laterais são permitidos - cor amarela - largura de 10cm – cadência 3x9m;

- LFO-3 - Linha de Fluxo Oposto, divide fluxos opostos de circulação, ultrapassagem e os deslocamentos laterais são proibidos para os dois sentidos, exceto para acesso a imóvel lindeiro - cor amarela - largura de 10cm - dupla e contínua;
- LFO-4 – Linha de Fluxo Oposto, divide fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido e regulamentando os trechos de em que a ultrapassagem, a transposição e deslocamento lateral são proibidos ou permitidos – cor amarela – largura de 10 cm – contínua e seccionada;
- LBO – Linha de Bordo, delimita através de linha contínua, a parte da pista destinada ao deslocamento dos veículos, estabelecendo seus limites laterais - cor branca – largura de 10cm - contínua;
- LCO - Linha de Continuidade, dá continuidade visual às marcações longitudinais principalmente quando há quebra no alinhamento em trechos longos ou em curvas - cor branca - largura de 10cm, cadência 1x1m;

Tinta

Para a demarcação do pavimento deve ser usada tinta à base de Resina Acrílica, aplicada por spray ou por meio de maquinário apropriado, na sua aplicação recomenda-se o uso de microesferas de vidro. A tinta deve estar apta a ser aplicada nas seguintes condições:

- Temperatura ambiente entre 5° a 40°C;
- Umidade relativa do ar até 90%;
- Suportar temperatura de até 80°C.

A tinta deve apresentar característica antiderrapante e sua secagem deve ser em um período máximo de 30 minutos após a aplicação. A espessura da tinta após a aplicação, quando úmida, deverá ser de no mínimo 6mm, e sua espessura após a secagem deverá ser de no mínimo 3mm, quando medida sem adição de microesferas tipo Drop-on.

Cor

A seguir os requisitos qualitativos que devem ser levados em conta em relação às tintas branca e amarela, cor (Munsell):

- Tinta branca: N 9,5 com tolerância N 9,0;
- Tinta amarela: 10 YR 7,5/14 com tolerância 10 YR 6,5/14 e YR 7,5/14

Ainda, a tinta deve apresentar outros requisitos como:

- Flexibilidade (ABNT MB 3372) - Inalterada - não deve apresentar fissuras ou deslocamentos;
- Sangramento (ABNT MB 3373) - Ausência - não deve apresentar alteração da cor;



- Resistência à água (ABNT MB 3374) - Inalterada - não deve apresentar amolecimento, empolamento ou outra evidência de deterioração;
- Resistência ao calor (ABNT MB 3375) - Inalterada - não deve apresentar alteração da cor, empolamento ou outra evidência de deterioração;
- Ensaio de intemperismo - 400h (ABNT MB 3376)
- Cor - Leve alteração, tolera-se um leve amarelecimento ou leve escurecimento;
- Integridade - Inalterada, não deve apresentar bolhas, fissuras, pulveruência ou qualquer outra evidência de alteração da integridade da película.
- Identificação do Veículo - Não volátil (espectômetro infravermelho) - o espectograma de absorção de radiações infravermelhas deve apresentar bandas características predominantes de resinas acrílicas e estireno;
- Breu e derivados - (NBR - 5844) - Ausência - determinação qualitativa de breu em vernizes.

Microesferas de Vidro

As microesferas de vidro deverão obedecer às condições estabelecidas na norma NBR 6831 da ABNT, as utilizadas na sinalização com tinta acrílica são do tipo “Drop-on” e do tipo “Premix”. As microesferas de vidro deverão ser incorporadas às tintas em duas fases, através de adição antes de sua aplicação Tipo Premix na proporção de 200 g/l de tinta, e posteriormente através de aspersão tipo Drop-on, simultaneamente a aplicação da tinta, na proporção de 350 g/m². A distribuição de microesferas de vidro deverá ser uniforme, não sendo admissível o seu acúmulo em determinadas áreas pintadas.

Aplicação e Manutenção

De acordo com os manuais do CONTRAN:

- Para a aplicação de sinalização em superfície com revestimento asfáltico ou de concreto novos, deve ser respeitado o período de cura do revestimento. Caso não seja possível, a sinalização poderá ser executada com material temporário, tal como tinta de durabilidade reduzida;
- A superfície a ser sinalizada deve estar seca, livre de sujeira, óleos, graxas ou qualquer outro material que possa prejudicar a aderência da sinalização ao pavimento;
- Na reaplicação da sinalização deve haver total superposição entre a antiga e a nova marca/inscrição viária. Caso não seja possível, a marca/inscrição antiga deve ser definitivamente removida.

Sinalização por Condução Ótica

A sinalização por condução ótica compreende o uso de dispositivos auxiliares, os quais são empregados com a finalidade de condução ótica fluente, melhorando as condições de percepção visual do traçado geométrico e suas demarcações, especialmente no período noturno.

No projeto foi empregado o uso de tachas nas linhas de bordo e tachas nas linhas de divisão de fluxo no eixo:

- Tacha, proporciona ao condutor melhor percepção do espaço destinado à circulação, realçando a marca longitudinal e /ou marca de canalização e reforçando a visibilidade da sinalização horizontal em condições climáticas adversas, de forma a auxiliar o posicionamento do veículo na faixa de trânsito.
 - Tacha monodirecional – branca – aplicada na LBO.
 - Tacha bidirecional – amarela – aplicada na LFO-3.

5.3 Sinalização Temporária – Obra

A Sinalização Temporária tem como característica a utilização dos sinais e elementos de sinalização vertical, horizontal, semafórica, dispositivos auxiliares e dispositivos de segurança. É constituída por elementos específicos que apresentam características visuais próprias, para informar e advertir condutores e pedestres sobre situações anômalas que possam constituir obstáculo à livre circulação e pôr em risco a segurança dos usuários da via.

Na sinalização temporária, os elementos que compõem a sinalização vertical de regulamentação, a sinalização horizontal e a sinalização semafórica têm suas características de forma, dimensões e cores preservadas. A sinalização vertical de advertência e as placas de orientação de destino adquirem características próprias de cor, sendo adotadas as combinações das cores laranja e preta. Entretanto, mantém as características de forma, dimensões, símbolos e padrões alfanuméricos.

Área de Obra ou Serviço

É a denominação dada ao percurso entre o primeiro sinal de advertência de obra ou serviço e o ponto a partir do qual o trânsito deixa de ser afetado pela intervenção, indicando o fim.

No projeto, o percurso foi dividido nos seguintes trechos, esses, estão indicados no Projeto de Sinalização:



- Área de Advertência, tem início no ponto onde está posicionado o primeiro sinal A-24 – “Obra ou serviço”, é o trecho em que o usuário é informado sobre as condições anormais à frente da via, preparando-se para as alterações no trânsito – extensão de 750m.
- Área de Transição, é o trecho em que o veículo é deslocado da trajetória normal para as faixas ou áreas contíguas, nos casos em que a intervenção exige bloqueio total ou parcial da pista – extensão de 100m.
- Área de Proteção Anterior à Obra ou Serviço, tem a função de garantir a segurança tanto para os trabalhadores, quanto para o tráfego de veículos ou pedestres, sua extensão deve proporcionar o espaço necessário para a realização da obra o serviço com segurança - extensão mínima de 60 metros.
- Área de Obra ou Serviço, corresponde à área propriamente ocupada pela obra ou serviço, destina-se somente ao acesso dos trabalhadores e equipamentos utilizados na sua execução.
- Área de Proteção Posterior à Obra ou Serviço, tem a função de garantir a segurança na manobra de entrada e saída de veículos e equipamentos e sua existência deve restringir-se aos casos em que a área da obra ou serviço seja insuficiente para a realização dessas operações - extensão mínima de 30m para rodovia.
- Área de Transição Posterior à Obra ou Serviço, nessa área os usuários são reconduzidos às faixas de trânsito normais da via por uma faixa de transição (teiper) – extensão mínima de 30m.
- Área de Retorno à Situação Normal, corresponde ao trecho localizado após a área de transição posterior (teiper), em que são restabelecidas as condições normais de operação da via ou da nova situação – extensão mínima de 30m do fim da área anterior.

PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

6.1 Cercas

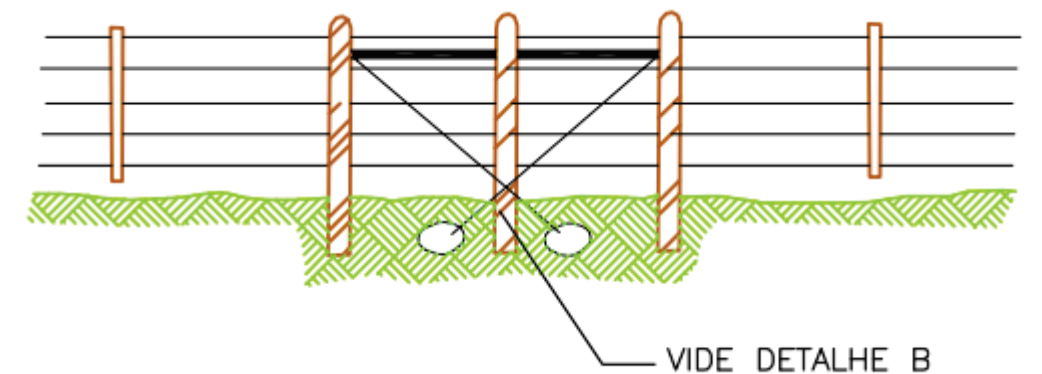
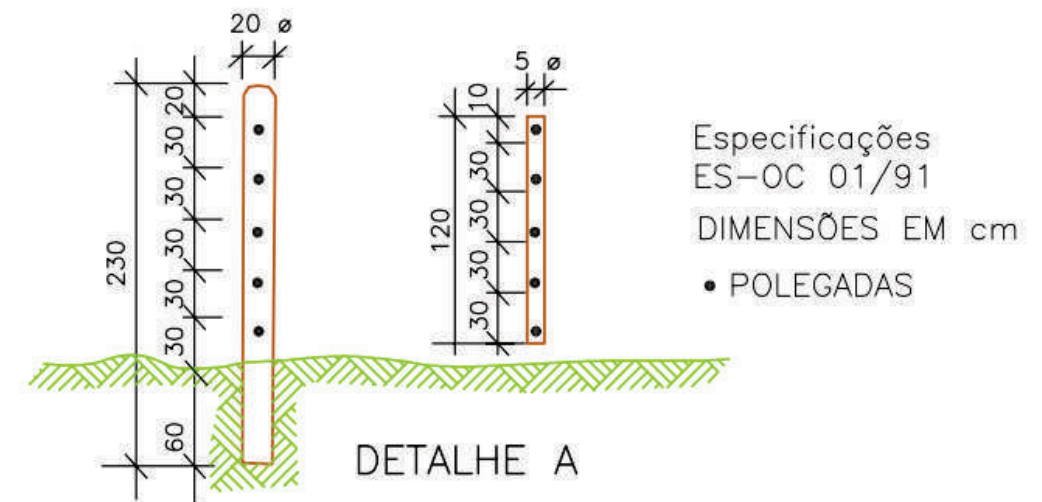
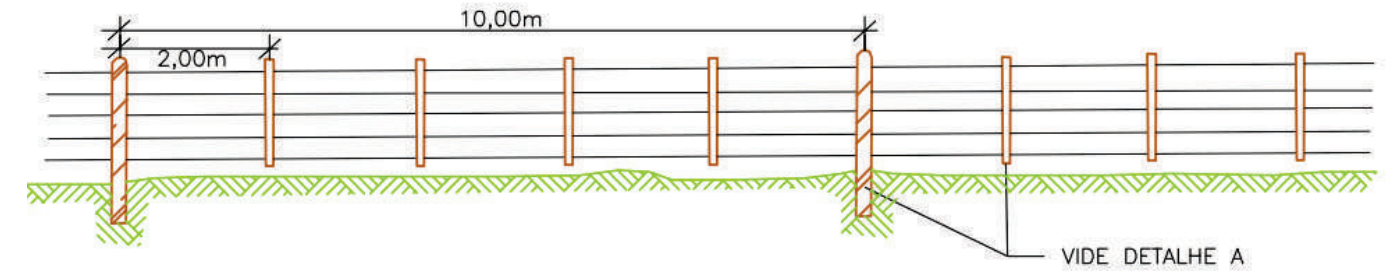
Foi prevista a implantação de cercas padrão DAER/RS, com mourões de madeira com 5 fios de arame esticados tendo a finalidade de delimitar a faixa de domínio da rodovia, ou seja, será colocado a 25m do eixo para cada lado. Deverão ser executadas em conformidade com o que determina a Especificação DAER-ES-OC 01/91.

Para o início das obras, as cercas existentes deverão ser removidas conforme quantitativo abaixo:

Tabela 34 – Remoção e execução de cercas

Remoção de Cercas					
Lado Esquerdo			Lado Direito		
Início (km)	Fim (km)	Extensão (m)	Início (km)	Fim (km)	Extensão (m)
23+560	23+880	320	23+860	24+065	205
24+020	24+160	140	27+060	27+123	63
24+380	24+480	100	27+160	27+380	220
24+485	24+525	40	27+560	27+585	15
25+825	25+880	25	27+720	27+800	80
26+545	26+580	35	27+980	28+100	120
27+100	27+200	100	28+320	28+430	110
27+560	27+600	40			
27+780	27+800	20			
28+000	28+085	85			
28+160	28+280	120			
28+360	28+519	159			

Execução de Cercas					
Lado Esquerdo			Lado Direito		
Início (km)	Fim (km)	Extensão (m)	Início (km)	Fim (km)	Extensão (m)
23+560	28+519	4959	23+560	28+519	4959



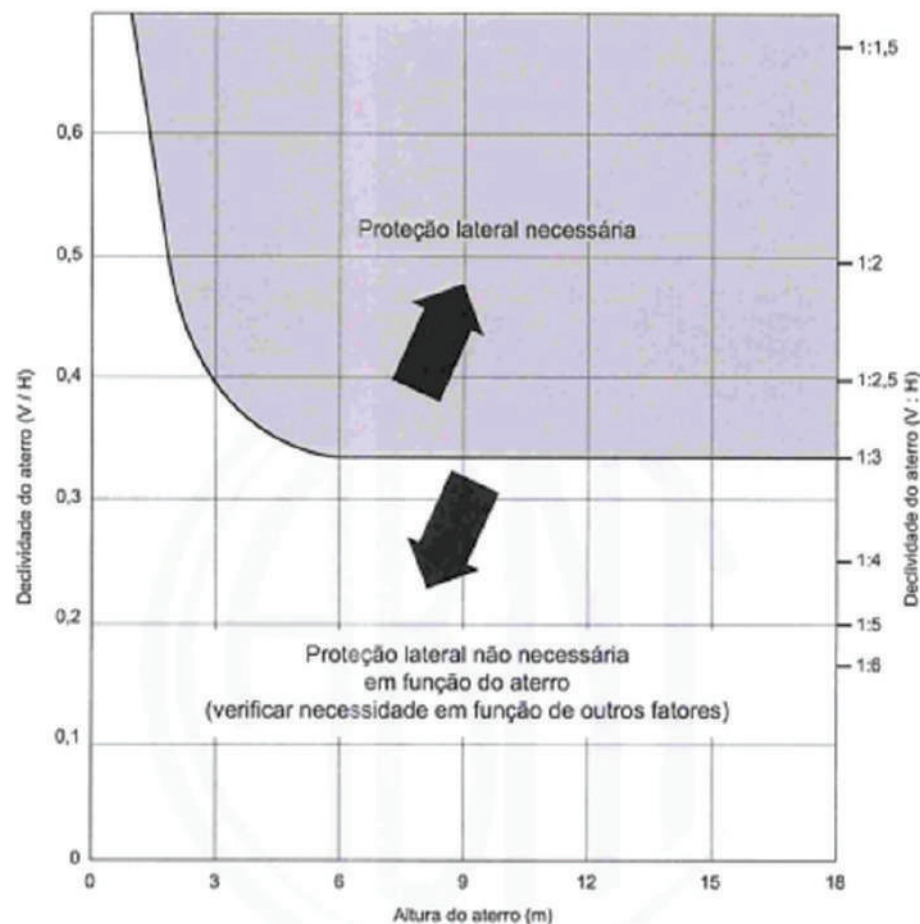


6.2 Defensas metálicas

Os dispositivos de defesa metálica são elementos cruciais para a segurança viária em estradas e pontes. Projetados com a finalidade de proteger condutores, passageiros e pedestres em casos de acidentes de trânsito, eles desempenham um papel fundamental na segurança viária. Serão instaladas em taludes de aterro nas laterais das estradas e em pontos críticos como curva acentuada, em caso de acidente quando um veículo perde o controle e se desvia da pista, essas barreiras metálicas absorvem a energia cinética do impacto e redirecionam o veículo de volta à estrada, minimizando o risco de colisões com obstáculos perigosos, como árvores ou outros veículos.

As defensas metálicas em taludes de aterro foram projetadas conforme a norma 15486/2016, a qual determina em função da declividade do aterro, a inclusão ou não de dispositivos de segurança.

Assim, conforme figura apresentada na norma, com a declividade de projeto de terraplenagem em 1:1,50, foram projetadas defensas em locais com altura de aterro maior que 1,60 m.



Para a ponte, essas barreiras são estrategicamente posicionadas para impedir que veículos saiam da pista e caiam em corpos d'água ou terrenos acidentados. Abaixo os tipos de defesa utilizadas e outros elementos:

- Defesa Metálica, é um dispositivo de proteção contínua deformável, constituído de uma estrutura metálica que possui forma, resistência e dimensões projetadas para conter e redirecionar veículos desgovernados:
 - Defesa maleável simples:
 - normas: ABNT NBR 15486:2016, 6971:2023 e EN 1317-2;
 - classificação: N1 (normal);
 - nível de contenção: H2;
 - classe de severidade: A;
 - largura do espaço de trabalho: $W3 \leq (1m)$;
 - tipo de perfil: W - onda dupla;
 - sinalização com balizador no centro da lâmina, cadência de 4x4m,
 - terminal enterrado.
 - Defesa de transição – tripla onda:
 - o início da barreira de concreto New Jersey deve ser tratado e conter a armadura de aço descrita na norma ABNT NBR 14885 de 2016 - Segurança no tráfego - Barreiras de concreto,
 - a lâmina tripla onda deve transpassar 1 metro na barreira de concreto e fixada através de barras roscadas passantes com plaquetas posteriores, que permitem uma pequena movimentação natural da estrutura e evitam o cisalhamento.
 - Defesa de concreto
 - é um dispositivo ou sistema de segurança, rígido e contínuo;
 - utilizou-se na extensão da ponte, nos dois lados;
 - uso da ABNT NBR 14885:2016,
 - sinalização com balizador no dentro da lâmina, cadência de 4x4m.

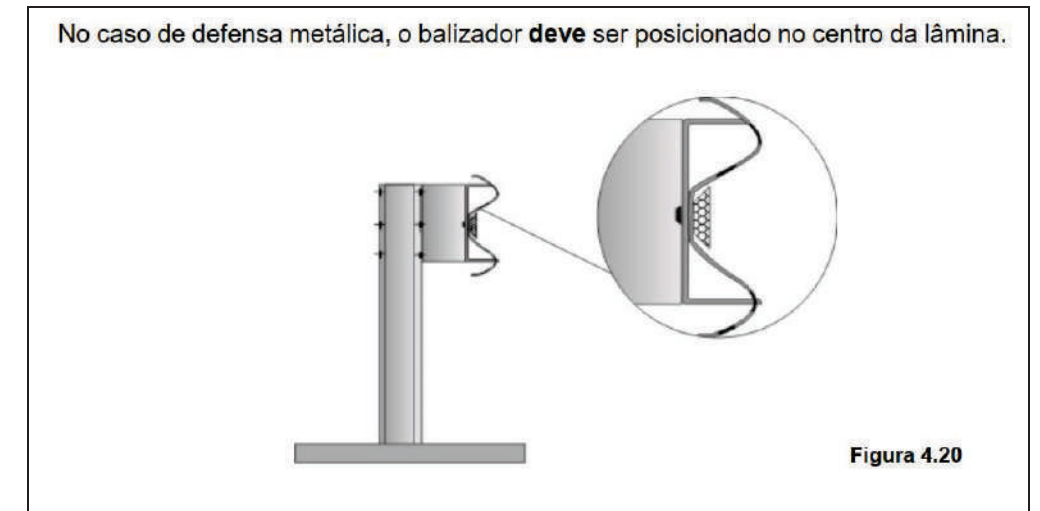
- Terminal abatido enterrado:
 - conjunto composto por quatro módulos de defesa, variando na altura desde a posição de projeto até a extremidade totalmente enterrada, que deve ser firmemente fixada ao solo, por meio de peça apropriada. Com extensão de 12m na saída e entrada.

- Balizador – elemento retrorrefletivo, 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 retrorrefletivo aplicado sobre a barreira e defesa,
 - Cor: vermelho em via rural de pista simples e sentido duplo de circulação, pode ser utilizada no lado oposto da via – conforme tabela na prancha de projeto.

Figura 23 – Defensas metálicas



Figura 24 – Balizadores



6.3 Remoção de postes

Haverá a necessidade de remoção de oito postes de energia elétrica no trecho, sendo eles localizados conforme tabela a seguir.

Tabela 35 – Postes para remoção

Postes Energia Elétrica	
Localização (km)	Lado
24+140	D
24+740	E
26+680	D
27+460	D
27+780	E
28+360	D
26+360	E
28+400	D



ORIENTAÇÃO PARA EXECUÇÃO DA OBRA

Nesta etapa do projeto, sugerimos o prazo e a forma como a obra será executada. Para isso, levou-se em consideração as melhores práticas de execução e o clima regional.

A execução da obra está dividida nas etapas listadas a seguir. As mesmas serão descritas em item posterior.

- Drenagem
- Terraplenagem
- Elevação do greide
- Pavimentação – Macadame seco
- Pavimentação – base de brita graduada
- Pavimentação – concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ)
- Sinalização
- Obras complementares

Como início do plano de ataque, definiu-se como ponto de partida da obra o Km 23+560, visto que o transporte de material pétreo e CBUQ se dará no sentido Nova Prata – Vista Alegre do Prata.

A execução da obra deverá ser iniciada pela execução da drenagem transversal a via, obedecendo as cotas de projeto.

A etapa seguinte, é a de terraplenagem. Com cortes e aterros e elevação do greide nas áreas de alagamento, a superfície do traçado é moldada para atender as cotas do projeto. Nesta etapa, cercas existentes serão removidas, para dar acesso a locais que serão aterrados ou cortados.

A etapa posterior a terraplenagem é a de pavimentação. Aqui, ela é dividida pelas camadas da estrutura do pavimento: macadame seco, base de brita graduada e CBUQ. Novamente salientamos que o processo ideal para a execução da obra é iniciar no sentido Vista Alegre do Prata – Nova Prata.

A camada de macadame seco deverá ser executada após o bloqueio com brita $\frac{3}{4}$ da terraplenagem. A camada de base de brita graduada deverá ser executada sobre a camada de macadame seco, também bloqueada com brita $\frac{3}{4}$. O bloqueio nas duas etapas é de suma importância, porém com finalidades diferentes. Enquanto protege o serviço de terraplenagem

de possíveis ações do clima, sobre o macadame seco tem como finalidade o preenchimento dos espaços na superfície da camada, evitando a entrada de grande quantidade de base de brita graduada, além de travar a movimentação do material. Nesta etapa dispositivos de transição de seguimento serão executados nos acessos a estradas e residências.

A base de brita graduada quando pronta receberá a imprimação conferindo coesão superficial e impermeabilização da camada.

Respeitando a trabalhabilidade dos materiais, será aplicada uma pintura de ligação sobre a camada imprimada, assim ficando pronta para receber o concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ).

Após a execução da camada de rolamento, o trecho receberá a sinalização vertical e horizontal.

1.1. ASPECTOS CLIMÁTICOS

A determinação do melhor momento para execução da obra utilizou dados de chuva e temperatura dos últimos dez anos.

Figura 25 - Precipitação mensal - Fonte: ANA (Agência Nacional de Águas)

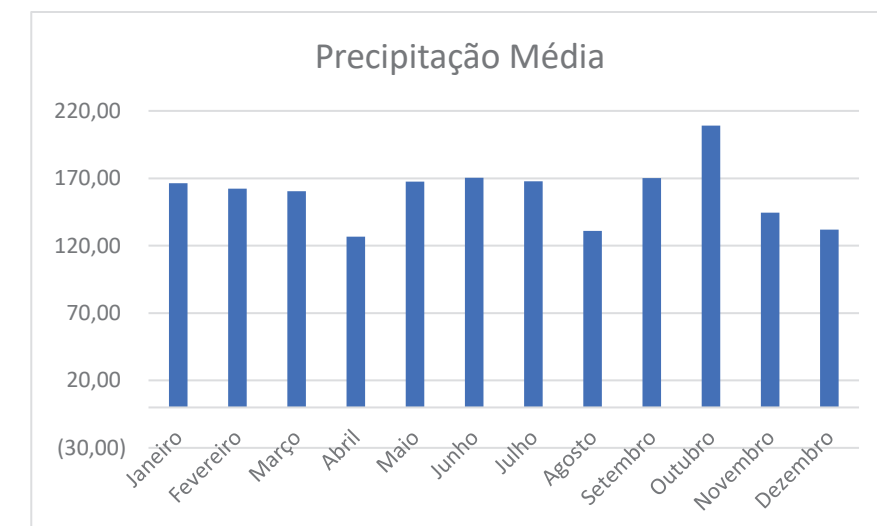


Figura 26 - Dias Chuvosos - Fonte: ANA (Agência Nacional de Águas)

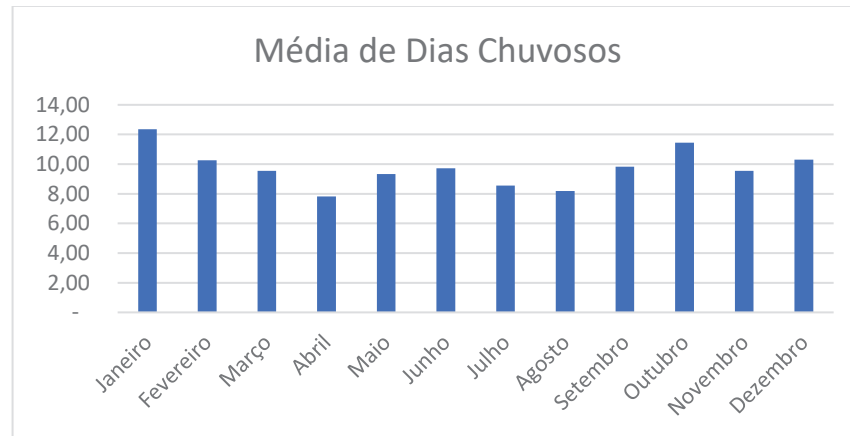
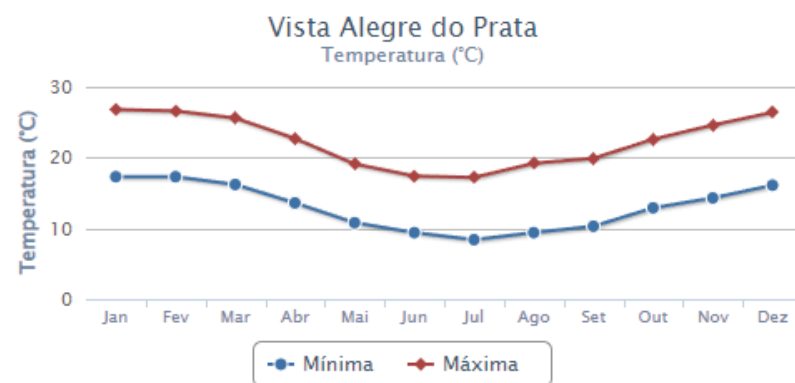


Figura 27 - Temperatura Anual - Fonte: IRGA RS



Sugerimos a execução da camada de terraplenagem entre os meses de novembro e abril. Após a liberação do primeiro trecho de terraplenagem, inicia-se a pavimentação. Preferencialmente esta etapa deve ser executada no mesmo período da terraplenagem.

A execução da camada final do pavimento deve ser executada entre os meses de setembro a março, evitando os meses mais frios.

1.2. DESCRIÇÃO DA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

Drenagem

Preliminarmente a execução dos aterros, deverão estar concluídas as obras de arte correntes necessárias a drenagem da bacia hidrográfica interceptada pelos mesmos, salvo quando houver indicações contrárias e o preparo da pista.

Os dispositivos, conforme a sua posição no sistema, têm as seguintes denominações: valeta de proteção de aterro, sarjeta triangular de grama e sarjeta triangular e concreto. As dimensões e os detalhes construtivos estão apresentados no "Álbum de Projetos" ou, para casos especiais, em projeto específico.

Para execução destes serviços são indicados os seguintes equipamentos:

- retroescavadeiras;
- motoniveladoras;
- caminhões;
- betoneira;
- equipamentos para perfuração e desmonte de ocorrência de rocha;
- ferramentas manuais.

Sarjetas com revestimento em concreto:

- determinação da espessura da camada de concreto aplicada, à razão de 1 ponto a cada 200m. A determinação da espessura será feita quando da retirada das guias do primeiro conjunto de panos concretados, em pontos aleatoriamente selecionados pela Fiscalização;
- determinação das dimensões transversais dos dispositivos, por medidas a trena, nos mesmos pontos em que forem procedidas determinações de espessuras;

a) Valetas com revestimento vegetal ou não-revestidas:

- determinação das dimensões transversais do dispositivo, à razão de 1 ponto a cada 200m, por medidas a trena.

A execução de dispositivos que permitem a transposição de sarjetas de corte por veículos que se dirigem a acessos marginais da rodovia. As dimensões e os detalhes construtivos estão apresentados no Álbum de Projetos.

Todos os materiais utilizados deverão atender integralmente às Especificações correspondentes da ABNT;

- cimento - recebimento e aceitação de cimento Portland comum, pozolânico e de alto forno.
- agregado miúdo - agregado miúdo para concreto de cimento.



- agregado graúdo - agregado graúdo para concreto de cimento
- água - água pura para concreto.

O concreto utilizado nos dispositivos deverá ser dosado experimentalmente para uma resistência característica à compressão f_{ck} mínimo de 11MPa (base de assentamento) ou 15MPa (tubos e laje de cobertura).

O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com o prescrito nas normas da ABNT. Os tubos de concreto simples, utilizados para tráfego leve, deverão ser do tipo de encaixe ponta e bolsa. A critério da Fiscalização poderá ser usado tubo do tipo de encaixe macho e fêmea. Para tráfego médio ou pesado o dimensionamento do tubo será definido em projeto.

Distinguem-se dois tipos básicos de dispositivos para transposição de segmentos de valas e valetas: tubos de concreto envolvidos por berço e cobertura de concreto simples ou a critério da fiscalização, poderá ser usado somente berço de concreto ou areia no assentamento dos tubos ou laje de concreto armado

As etapas executivas a serem obedecidas são as seguintes:

Transposição de segmentos de valas e valetas com tubos de concreto.

- a) interrupção da vala ou valeta no segmento correspondente ao acesso a ser atendido;
- b) escavação de forma a comportar o dispositivo selecionado;
- c) apiloamento da superfície resultante da escavação e saturação com água;
- d) execução da porção inferior do berço com concreto de resistência $f_{ck} > 11\text{MPa}$, em espessura de 10cm;
- e) instalações e rejuntamento dos tubos, com argamassa cimento-areia, traço 1:5;
- f) complementação do envolvimento do tubo com o mesmo tipo de concreto, obedecendo à geometria prevista no projeto-tipo e um recobrimento mínimo sobre a geratriz superior de 5cm.

O controle tecnológico do concreto será realizado pelo rompimento de corpos de prova à compressão simples, aos 7 e 28 dias de idade, de acordo com o prescrito nas normas para controle assistemático.

O controle das condições de acabamento dos dispositivos para transposição de sarjetas será feito pela Fiscalização, em bases visuais. O controle geométrico consistirá de medidas à trena das dimensões externas dos dispositivos.

a) A escavação deve ser feita de acordo com o alinhamento e cotas indicadas nas Notas de Serviço. A Fiscalização poderá ordenar, por escrito, que se procedam à alteração nas dimensões das cavas tantas vezes quantas forem necessárias para a consecução de uma fundação satisfatória;

b) depois de terminada cada escavação, o Empreiteiro deverá notificar à Fiscalização nesse sentido, e nenhum material da base ou do leito deverá ser colocado enquanto a Fiscalização não tiver aprovado a profundidade da escavação e o tipo do material da fundação;

c) toda rocha ou outro material duro de fundação deverá ser libertado de todo o material solto, limpo e cortado em uma superfície firme, em forma de degraus ou dentes, conforme especificado ou orientado pela Fiscalização;

d) quando o terreno na base estabelecida for instável, deve-se remover todo o material até uma profundidade indicada nas Notas de Serviço revisadas ou conforme for indicado pela Fiscalização. O material instável será substituído por pedregulhos, brita, areia grossa ou outro material apropriado, colocado em camadas uniformes, não superiores a 0,20m de espessura de material compactado;

e) a compactação deverá atingir uma densidade seca, correspondente a 95% do Proctor Normal, a fim de dar à estrutura uma fundação estável. Todas as áreas serão limpas e capinadas antes de serem iniciados os trabalhos de escavação;

f) cuidado especial será observado para que a resistência do terreno de fundação seja o mais uniforme possível em toda a extensão do bueiro, a fim de serem evitadas trincas produzidas por recalques diferenciais.

Bueiros

- a) Serão de dois tipos: BSTC BSCC
- b) os tubos de concreto armado deverão ser do tipo e dimensões indicados no projeto, de junta tipo macho e fêmea, armadura elíptica ou dupla, aprovados pelo DAER, obedecendo às exigências da EB-103, MB-227 e MB-228 da ABNT. O consumo mínimo de cimento será de 350kg/m^3 ;

c) os berços onde serão assentados os bueiros tubulares de concreto serão de concreto ciclópico com consumo mínimo de cimento de 210kg/m^3 , com espessura mínima sob a geratriz inferior de 1/4 do diâmetro nominal do tubo e não menos de 0,15m, devendo ainda envolver 3 tubos até 1/3 do seu diâmetro externo, para alturas de aterros máximo de 8,00m. A largura do berço deverá ser, no mínimo, igual ao diâmetro externo do tubo mais 0,50m;



d) sobre leitos de fundação não rochosos será exigida, antes da execução do berço de concreto ciclópico, a colocação de uma camada de pedra jogada ou arrumada com espessura mínima de 0,10m;

e) os tubos de concreto deverão ser cuidadosamente alinhados e rejuntados com argamassa de cimento e areia traço 1:4;

f) o reaterro das cavas de fundação de bueiros, até a altura original do terreno, e/ou até a altura do greide, faz parte do trabalho de escavação. Não obstante, caso o material não seja aceitável, a Fiscalização poderá determinar que o material usado no aterro seja obtido em outra fonte completamente diversa da vala a aterrar. Todo o material usado no reaterro será de qualidade aceitável e não conterá torrões grandes, madeira, nem outros materiais estranhos;

g) depois que o leito esteja pronto, os bueiros colocados e construídos, o aterro e o serviço de construção com equipamento pesado deverão ser regulados segundo dispositivo aqui expresso:

- os reaterros de bueiro serão construídos em camadas com, no máximo, 0,20m de espessura (medida do material solto), que serão compactados de acordo com a Especificação DAER-ES-T 05/91. Terão uma largura média de três diâmetros para cada lado;

- a compactação em áreas limitadas será obtida por meio de soquetes mecânicos ou soquetes de mão apropriados, até que a camada sobre o bueiro seja de, no mínimo, 0,60m. Quando se usarem soquetes manuais, os materiais serão colocados em camadas com a espessura máxima de 0,10m. Esses soquetes não pesarão menos de 25kg e terão a área de golpe com, no máximo, 500cm²;

- o aterro e a compactação deverão ser feitos simultaneamente de ambos os lados, até a mesma altura;

- equipamento pesado de terraplenagem e compactação não deverão operar a uma distância inferior a 1,50m do bueiro, enquanto uma espessura de material equivalente a 0,60m não tiver sido colocada sobre o mesmo;

- máquinas leves e motoniveladoras poderão operar dentro dos limites descritos anteriormente, depois que uma cobertura máxima de 0,30m haja sido colocada por cima do bueiro.

h) a execução de bueiros celulares de concreto armado obedecerá às normas especificadas (DAER-ES-D 12/91);

i) as cabeceiras de bueiros serão em concreto ciclópico, com consumo mínimo de cimento de 210kg/m³, e terão suas dimensões estabelecidas em projeto;

j) execução das bocas de montante e jusante, caso as bocas de montante sejam do tipo caixa coletora de sarjetas (bueiros de greide) ou de talvegue (bueiro de grotta), deverão ser atendidos procedimentos executivos previstos na Especificação correspondente a estes dispositivos. As bocas a nível de terra deverão ser executadas com concreto ciclópico, atendendo às imposições geométricas do projeto-tipo adotado;

k) concluídas as bocas, deverão ser verificadas as condições de canalização a montante e jusante da obra. Todas as erosões encontradas e que possam vir a comprometer o funcionamento da obra deverão ser tratadas com enrocamento de pedra arrumada ou por soluções específicas do projeto. Deverão ser executadas as necessárias valas de derivação, a jusante, e bacias de captação, a montante, de forma a disciplinar a entrada e saída do fluxo d'água no bueiro.

Observações gerais:

1) Preferencialmente deverão ser executadas bocas normais, mesmo para bueiros com pequenas esconsidades. Isto poderá ser feito prolongando-se o corpo do bueiro e/ou ajustando-se os taludes do aterro às alas das bocas normais;

2) caso a opção em relação a bueiros esconsos seja pela execução de bocas também esconsas, ajustar a esconsidade da obra à esconsidade padronizada mais próxima (0°, 15°, 30° ou 45°);

3) quando existir solo com baixa capacidade de suporte no terreno de fundação, o berço deverá ser executado sobre um enrocamento de pedra lançada;

4) quando a declividade longitudinal do bueiro for superior a 5%, o berço será provido de dentes, fundidos simultaneamente, e espaçados de acordo com o previsto no projeto-tipo adotado;

5) opcionalmente poderão ser utilizados tubos de encaixe tipo ponta e bolsa, a critério do Projetista. Neste caso, as dimensões transversais dos berços e bocas inclusas nos projetos-tipo adotados deverão ser aumentadas, para comportar as saliências das bolsas, para bueiros com linhas múltiplas;

6) serão executados dissipadores de energia conectados à boca de jusante, nos locais indicados no projeto .

O controle tecnológico do concreto empregado nos berços e bocas será realizado pelo rompimento de corpos de prova à compressão simples, aos 7 e 28 dias de idade, de acordo com o prescrito nas normas da ABNT para controle assistemático. O controle tecnológico dos



tubos empregados deverá atender ao prescrito na NBR 9794 da ABNT - "Tubo de Concreto Armado de Seção Circular para Águas Pluviais".

Em princípio, serão executados apenas ensaios à compressão diametral, atendendo ao definido na NBR 9795 da ABNT, formando-se amostras de duas peças para cada lote de, no máximo, 100 tubos de cada diâmetro utilizado. Ensaios de permeabilidade e absorção somente serão exigidos se existirem suspeitas quanto às características dos tubos utilizados.

O controle geométrico consistirá na conferência, por métodos correntes, do alinhamento, esconsidades, declividades, comprimentos e cotas dos bueiros executados e respectivas bocas. As condições de acabamento serão apreciadas pela Fiscalização, em bases visuais.

Os dispositivos aqui considerados abrangem aqueles integrantes do "Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem" ou outros detalhados no projeto.

Todos os materiais utilizados deverão atender integralmente às Especificações correspondentes adotadas pelo DAER, a saber:

g) Reaterro: Após concluída a execução do corpo do bueiro celular, dever-se-á proceder à operação de reaterro. O material para o reaterro poderá ser o próprio escavado, se este for de boa qualidade, ou material especialmente selecionado. A compactação deste material deverá ser executada em camadas de, no máximo, 20cm, por meio de "sapos mecânicos" ou placas vibratórias. Deve-se tomar a precaução de compactar com o máximo cuidado junto às paredes do corpo do bueiro e de levar a compactação sempre ao mesmo nível, de cada lado da obra. Esta operação deverá prosseguir até se atingir uma espessura de 50cm da laje superior do corpo de bueiro, salvo para as obras em que seja prevista a atuação direta do tráfego sobre a obra;

h) Boca: A confecção das bocas (cabeceiras) dos bueiros celulares será iniciada pela escavação das valas necessárias à execução da viga de topo frontal. Segue-se a instalação das formas necessárias à concretagem desta viga e da própria soleira, à disposição das armaduras, o lançamento e a vibração do concreto. Nesta ocasião, deverão ser ainda posicionadas as armaduras das alas que se ligam à soleira, apoiadas em uma das formas de cada ala. Posteriormente serão instaladas as formas e armaduras remanescentes das alas, lançado e vibrado concreto, concluindo-se a execução da boca;

i) Acabamento: Após terminada a obra, todas as erosões encontradas deverão ser preenchidas com enrocamento de pedra lançada. As bocas deverão estar completamente desimpedidas de vegetação e outros detritos, e permitir perfeito escoamento às águas de entrada e saída.

O controle tecnológico do concreto empregado nos berços e bocas será realizado pelo rompimento de corpos de prova à compressão simples, aos 7 e 28 dias de idade, de acordo com o prescrito nas normas da ABNT para controle assistemático. As posições e bitolas das armaduras deverão ser conferidas antes da concretagem.

O controle geométrico consistirá na conferência, por métodos topográficos correntes, do alinhamento, esconsidades, declividades, dimensões internas, comprimentos e cotas dos bueiros executados e respectivas bocas. As condições de acabamento serão apreciadas pela Fiscalização, em bases visuais.

A remoção dos bueiros existentes consistirá das seguintes atividades:

- a) definição do local para onde serão transportados os tubos ou a alvenaria removida;
- b) identificação dos bueiros a serem removidos;
- c) levantamento do eixo longitudinal da obra, com a implantação de piquetes espaçados de 5m, nivelados de forma a permitir a determinação dos volumes de escavação;
- d) escavação das trincheiras necessárias, a qual poderá ser executada manual ou mecanicamente. Deverá ser prevista uma largura mínima de 30cm e no máximo de 50cm em relação à obra existente ou à nova obra, conforme o caso;
- e) remoção dos tubos ou da alvenaria mediante o emprego de processos e ferramentas manuais. Nesta atividade, deverão ser tomados todos os cuidados, no sentido de manter a integridade dos tubos, quando for o caso, prevendo-se o futuro reaproveitamento dos mesmos. O emprego conjunto de processos mecânicos poderá ser admitido, à critério da Fiscalização;
- f) carga e transporte, através de caminhões, dos tubos ou da alvenaria removidos e sua deposição nos locais pré-definidos;
- g) demolição e remoção do berço e das bocas, quando necessário. Os fragmentos devem ser reduzidos a ponto de tornar possível o seu carregamento;
- h) transporte do material demolido e depositado em local próximo aos pontos de passagem, de modo a não interferir no processo de escoamento das águas superficiais e, se possível, não causar aspecto visual desagradável aos usuários da rodovia;
- i) reaterro do local imediatamente a remoção ou após a execução de novo bueiro, conforme projeto. Se for este o caso, todas as especificações correspondentes ao novo dispositivo devem ser observadas.

O controle consistirá exclusivamente da verificação, no local de depósito, da integridade dos tubos removidos. O serviço será aceito desde que este item seja considerado satisfatório.



Terraplenagem - O serviço de escavação, é simplesmente o corte do terreno natural da via. As operações de corte compreendem a escavação propriamente dita, a carga, o transporte, a descarga e o espalhamento do material no destino final (aterro, bota-fora ou depósito).

Quanto aos materiais ocorrentes nos cortes são classificados:

Materiais de 1ª categoria: compreendem os solos em geral, de natureza residual ou sedimentar, seixos rolados ou não, e rochas em adiantado estado de decomposição, com fragmentos de diâmetro máximo inferior a 0,15 m, qualquer que seja o teor de umidade apresentado. Compreendem ainda as pedras soltas, rochas fraturadas em blocos maciços de volume inferior a 0,5 m³, rochas de resistência inferior à do granito (rochas brandas). A escavação destes materiais envolve o emprego de equipamentos convencionais de terraplenagem;

Materiais de 2ª categoria: compreendem os materiais cuja extração exija o uso combinado de escarificador pesado e explosivos, incluindo-se os blocos maciços de volume inferior a 2 m³;

Materiais de 3ª categoria: compreendem os materiais com resistência ao desmonte mecânico igual ou superior a do granito são e blocos de rocha com diâmetro superior a 1m, ou de volume igual ou superior a 2 m³, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento, se processem somente com o emprego contínuo de explosivos.

A execução dos cortes é feita mediante a utilização racional de equipamentos ou processos adequados, compatíveis com a dificuldade extrativa e as distâncias de transporte, que possibilitem a obtenção da produtividade requerida. Podem ser utilizados os equipamentos a seguir descritos.

Materiais de 1ª categoria:

- escavadeiras hidráulicas com esteiras;
- caminhões basculantes;
- motoniveladoras. Materiais de 2ª categoria:
- escavadeiras hidráulicas com esteiras;
- caminhões basculantes;
- montoniveladoras;
- compressores de ar;
- marteletes pneumáticos. Materiais de 3ª categoria:

- escavadeiras hidráulicas com esteiras;
- perfuratrizes sobre esteiras;
- caminhões basculantes para rocha.

O acabamento da plataforma de corte, onde couber, deve ser procedido mecanicamente, pela ação da motoniveladora, de forma que seja alcançada a conformação da seção transversal de projeto. Não é permitida a presença de blocos de rocha nos taludes, que possam colocar em risco a segurança dos usuários da rodovia.

Desde o início das obras e até o seu recebimento definitivo, as escavações executadas ou em execução devem ser protegidas contra a ação erosiva das águas e mantidas em condições que assegurem drenagem eficiente.

Serviço posterior a carga, manobra e descarga de solo. Trata do transporte do solo excedente do terreno natural, até local indicado pela prefeitura para descarte.

Aterros são segmentos, cuja implantação requer o depósito de materiais provenientes de cortes ou de empréstimos, jazidas, para obtenção da cota desejada.

O lançamento do material para a construção dos aterros deve ser feito em camadas sucessivas, em toda largura da seção transversal e, em extensões tais, que permitam seu umedecimento e compactação de acordo com o previsto na Norma DNER-ES 282/97.

Os materiais para os aterros deverão ser isentos de matérias orgânicas. Turfas e argilas orgânicas não devem ser empregadas.

Na execução do corpo dos aterros não será permitido o uso de materiais que tenham baixa capacidade de suporte (ISC < 2%) e expansão maior do que 4%. Para efeito de execução da camada final dos aterros, não será permitido o uso de solos com expansão maior do que 2%.

Para efeito de compactação, a camada final é dividida em três camadas individuais de 20 cm cada.

O grau de compactação mínimo, em cada uma das camadas de 20 cm, obtido através do ensaio DNER-ME 092/94, é de 100% em relação à massa específica aparente máxima seca obtida em laboratório pelo ensaio DNIT 164- ME, considerando a energia normal ou a energia intermediária. De qualquer forma, deve ser adotada a maior energia passível de aceitação pelo material empregado, perante as condições dos equipamentos utilizados

O teor de umidade situado na faixa de $\pm 3\%$ para as duas primeiras camadas, e $\pm 2\%$ para a camada superficial, em relação à umidade ótima do ensaio DNER-ME 129/94. De qualquer forma, deve ser assegurado que o valor obtido para o ISC seja igual ou superior ao previsto no projeto.



Para efeito de compactação, o corpo do aterro deverá ter grau de compactação mínimo de 95% em relação à massa específica aparente máxima seca do ensaio DNIT 165-ME (energia normal), cuja espessura máxima por camada compactada deve ser igual a 30 cm.

O teor de umidade situado na faixa de $\pm 3\%$ em relação à umidade ótima do ensaio DNIT 164-ME.

Tanto para camada de corpo de aterro quanto camada final, as camadas que não atingirem as condições exigidas para a compactação devem ser escarificadas, homogeneizadas, levadas às condições desejadas de umidade e novamente compactadas, até que seja atingida a massa específica aparente seca exigida.

A execução dos aterros deve prever a utilização racional de equipamentos apropriados, atendidas as condições locais e a produtividade exigida. Podem ser empregados os seguintes equipamentos:

- motoniveladora;
- trator agrícola;
- grade de discos;
- caminhão irrigador;
- rolos compactadores auto propelidos (lisos, de pneus ou pés de carneiro).

Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos materiais e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta especificação.

As quantidades de ensaios para controle interno de execução referem-se às quantidades mínimas aceitáveis podendo, a critério do executante, ser ampliadas para garantia da qualidade da obra.

Para a camada final, devem ser realizados os seguintes ensaios:

Um ensaio de compactação, segundo o método de ensaio DNIT 164-ME para cada 200 m³ de material e no mínimo três ensaios por pano de 600 m;

Um ensaio do Índice de Suporte Califórnia segundo o método de ensaio DNIT 172-ME, para cada 1.000 m³;

Uma determinação de umidade pelo método expedito da “frigideira” e uma determinação da massa específica aparente seca “in situ” pelo método DNER/ME 092, para cada 150 m³ de

camada final, alternadamente no eixo e bordo. Para aterros com extensão inferior a 100 m são executados, pelo menos, duas determinações

Um ensaio de granulometria (DNER-ME 080), do limite de liquidez (DNER-ME 122) e do limite de plasticidade (DNER-ME 082), para cada 1.000 m³.

Pavimentação – Regularização do subleito

Quando os trabalhos de pavimentação são executados logo após a terraplanagem, a regularização resume-se a corrigir algumas falhas da superfície terraplanada, pois, no final da terraplanagem, já devem ter sido tomados todos os cuidados necessários ao bom acabamento da superfície e à compactação do subleito.

O equipamento básico para a execução da regularização do subleito compreende as seguintes unidades:

- motoniveladora pesada, equipada com escarificador;
- caminhão-tanque irrigador;
- trator agrícola;
- grade de discos;
- rolos compactadores compatíveis com o tipo de material empregado e as condições de densificação especificadas;
- caminhões-basculantes;

Inicialmente o preparo da superfície é procedida uma verificação geral, mediante nivelamento geométrico, comparando-se as cotas da superfície existente (camada final de terraplanagem) com as cotas previstas no projeto.

O levantamento topográfico efetuado serve de orientação à atuação da motoniveladora, a qual, através de operações de corte e aterro, conforme a superfície existente, adequando-a ao projeto;

Segue-se a escarificação geral da superfície, até profundidade de 0,20 m abaixo da plataforma de projeto;

Caso seja necessária a importação de materiais, estes são lançados preferencialmente após a escarificação, complementando-se em seguida a conformação da plataforma;

Eventuais fragmentos de pedra com diâmetro superior a 76 mm, raízes ou outros materiais estranhos, são removidos;



O teor de umidade dos materiais utilizados na regularização do subleito, para efeito da compactação, deve estar situado no intervalo que garanta um ISC no mínimo igual ao ISC de projeto, adotado para o subleito;

Caso o teor de umidade apresenta-se abaixo do limite mínimo especificado, procede-se ao umedecimento da camada, através de caminhão-tanque irrigador. Se, por outro lado, o teor de umidade de campo excede ao limite superior especificado, o material é aerado, mediante ação conjunta da grade de discos e da motoniveladora.

Concluída a correção da umidade, a camada é conformada pela ação da motoniveladora, e em seguida liberada para a compactação;

O equipamento de compactação utilizado deve ser compatível com o tipo de material e as condições de densificação pretendidas para a regularização do subleito;

A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando no bordo mais baixo e progredindo no sentido do bordo mais alto da seção transversal, exigindo-se que em cada passada do equipamento seja recoberta, no mínimo, a metade da largura da faixa anteriormente comprimida;

O grau de compactação mínimo a ser atingido é de 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio de compactação adotado como referência (energia normal ou intermediária do método DNER-ME 129/94);

O acabamento é executado pela ação conjunta da motoniveladora e do rolo de pneus. A motoniveladora atua exclusivamente em operação de corte, sendo vedada a correção de depressões por adição de material;

As pequenas depressões e saliências resultantes da atuação de rolo pé-de-carneiro de pata curta, podem ser toleradas, desde que o material não se apresente solto sob a forma de lamelas;

Para controle de qualidade desta etapa, se faz necessário:

- Para cada 750 m² de pista:

01 Determinação de massa específica aparente seca “in situ” à profundidade de 0,20 m

01 Determinação de teor de umidade, pelo “método expedito da frigideira”, imediatamente antes do início da compactação

- Para cada 4.500 m² de pista:

01 Conjunto de ensaios de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria)

01 Ensaio de compactação com a energia especificada, com amostras coletadas na pista

- Para cada 9.000 m² de pista:

01 Ensaio de índice de suporte Califórnia com a energia de compactação adotada como referência para o trecho

Os serviços executados são aceitos, à luz do controle geométrico, desde que atendidas as seguintes condições:

- Variação de cota máxima de $\pm 0,03$ m para o eixo e bordos;
- Variação máxima de largura de + 0,30 m para a plataforma, não sendo admitida variação negativa;
- abaulamento transversal situado na faixa de $\pm 0,5\%$, em relação ao definido em projeto para a regularização do subleito, não se admitindo situações que permitam o acúmulo de água;

Pavimentação - Macadame Seco

É a camada granular composta por agregados graúdos, naturais ou britados, preenchidos a seco por agregados miúdos, cuja estabilidade é obtida pela ação mecânica enérgica de compactação.

Camada de bloqueio ou isolamento é a porção inferior da camada de macadame seco, limitada à espessura de 0,03 m após compactação, aplicada nos casos que o macadame seco é assentado diretamente sobre solos com mais de 35% passando na peneira nº 200.

Na seleção do diâmetro máximo, da espessura individual por camada e na execução da camada, não é permitido:

- diâmetro máximo do agregado graúdo superior a 5”;
- diâmetro máximo do agregado da camada de bloqueio superior a 1”;
- diâmetro máximo do agregado do material de enchimento superior a 1”;
- espessura da camada individual acabada inferior a 0,12 m e superior a 0,20 m;
- utilização de finos sobre o agregado graúdo visando complementação de espessura para obtenção da espessura de projeto da camada de macadame seco acabada;

O agregado graúdo, constituído por pedra britada resultante de britagem primária (pedra pulmão) de rocha sã ou, em casos especiais, oriundos de materiais pétreos naturais desmontados pela ação de lâmina e escarificador de trator de esteiras ou por simples detonações (basaltos vítreos), deve apresentar fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de



excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais.

Quando submetidos à avaliação de durabilidade com sulfato de sódio, em cinco ciclos (método DNER-ME 089/94) deve apresentar perda igual ou inferior a 15%.

A percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 35/98) não deve ser superior a 45%.

Deve ser dada preferência para utilização de agregado graúdo de um só tamanho, admitindo-se no máximo o emprego de agregado graúdo separado na peneira classificadora vibratória de 2" (material passante na peneira de ϕ máximo e retido na peneira de 2").

O diâmetro máximo do agregado graúdo deve estar compreendido entre $\frac{1}{2}$ e $\frac{2}{3}$ da espessura final de cada camada executada, não devendo ser superior a 5" (127 mm) e nem inferior a 3" (88,9 mm).

O equipamento básico para execução do macadame seco compreende:

- trator de esteira;
- caminhão-tanque irrigador;
- caminhões basculantes;
- distribuidor de agregados e/ou motoniveladora pesada;
- rolos compressores de rodas lisas, vibratórios ou estáticos;

A superfície que for receber a camada de macadame seco deve apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.

A superfície que for receber a camada de macadame seco deve apresentar-se sem leiras ou quaisquer obstáculos que possam provocar o confinamento lateral da camada de macadame seco.

A camada de bloqueio é executada na largura da plataforma de projeto, com espessura máxima de 0,03 m, após compressão.

Após a operação de carregamento, o transporte do material britado da fonte produtora (central de britagem) até o canteiro da obra é feito por caminhões basculantes com capacidade mínima de 9 m³, devidamente coberto e enlonados no caso do transporte por vias públicas em operação.

O espalhamento do material de bloqueio é executado com motoniveladora.

A acomodação da camada por compressão é feita com utilização de rolo estático liso, em uma ou no máximo duas passadas.

A execução da camada de agregado graúdo inicia-se pelo carregamento do material nos depósitos ou pátios de estocagem da instalação de britagem. A operação de carga do material deve ser procedida de forma criteriosa, evitando-se a utilização de agregados graúdos lamelares ou com excesso de finos.

Após a operação de carregamento e o transporte por caminhões basculantes, faz-se o espalhamento em uma camada de espessura uniforme e homogênea, uniformemente solta. O espalhamento é feito com motoniveladora pesada ou distribuidor de agregados, na dependência do diâmetro máximo do agregado utilizado.

Após o espalhamento do agregado graúdo, podem ser necessárias as seguintes correções:

- remoção de fragmentos alongados, lamelares ou de tamanho excessivo, visíveis na superfície e substituição por agregado graúdo representativo e de boa qualidade;
- correção de pontos com excesso ou deficiência de material, após verificação do greide e seção transversal com cordéis, gabaritos e outros instrumentos. No caso de existir deficiência de material, utilizar sempre agregado graúdo representativo e de boa qualidade, sendo vedado o uso de agregado miúdo.

Efetuada as correções necessárias e previamente ao lançamento do material de enchimento, pode ser obtida uma melhor acomodação do agregado graúdo através de uma única passada do rolo liso, sem vibração.

O material de enchimento, obedecendo a uma das faixas granulométricas especificadas, o mais seco possível, é espalhado com motoniveladora ou distribuidor de agregados, em quantidade suficiente para preencher os vazios do agregado graúdo.

A aplicação do material de enchimento deve ser feita um uma ou mais vezes, até se obter um bom preenchimento, evitando-se o excesso superficial. Normalmente essas aplicações se processam em ocasiões diferentes.

A compactação enérgica da camada é realizada com rolo liso vibratório.

Nos trechos em tangente, a compactação deve sempre partir dos bordos para o eixo e, nas curvas, do bordo interno para o bordo externo.

Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir ao menos a metade da faixa anteriormente comprimida.

Logo após se obter a cobertura completa da área a ser comprimida, deve ser feita uma nova verificação do greide e seção transversal, efetivando-se as correções necessárias, normalmente de dois tipos:



- deficiência de finos – processa-se o espalhamento da 2ª camada de material de enchimento, podendo ser empregado apenas agregado miúdo (pedrisco + pó) para possibilitar melhor e mais compatível travamento;

- excesso de finos – processa-se a sua necessária remoção através de meio manuais ou mecânicos, utilizando-se ferramentas auxiliares (enxada, pá, rastelo, carrinho de mão e vassoura mecânica).

A compactação deve prosseguir até se obter um bom entrosamento dos agregados componentes da camada de macadame seco.

Pavimentação - Base de Brita Graduada

É a camada de base ou sub-base, composta por mistura em usina de produtos de britagem, apresentando granulometria contínua, cuja estabilização é obtida pela ação mecânica do equipamento de compactação.

Os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem e classificação de rocha sã, devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais.

A percentagem de material que passa na peneira no 200 não deve ultrapassar a 2/3 da percentagem que passa na peneira no 40.

Para camadas de base, a percentagem passante na peneira no 40 não deve ser inferior a 12%.

A diferença entre as porcentagens passantes nas peneiras no 4 e no 40 deve estar compreendida entre 20 e 30%.

O índice de suporte Califórnia, obtido através do ensaio DNIT 172 ME, com a energia modificada, não deve ser inferior a 100%.

Os seguintes equipamentos são utilizados para a execução de camadas de brita graduada:

- Caminhões basculantes;
- Caminhão-tanque irrigador;
- Motoniveladora pesada;
- Vibroacabadora ou distribuidor de agregados autopropulsionado;
- Rolos compactadores do tipo liso vibratório;
- Rolos compactadores de pneumáticos de pressão regulável;
- Compactadores portáteis, manuais ou mecânicos;

A superfície que receber a camada de base ou sub-base de brita graduada deve apresentar-se desempenada e limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais. Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à distribuição da brita graduada.

A brita graduada produzida na central é descarregada diretamente sobre caminhões basculantes e em seguida transportada para a pista.

Não é permitido o transporte de brita para a pista, quando o subleito ou a camada subjacente estiver molhada, não sendo capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento.

A distribuição da mistura, sobre a camada anterior previamente liberada pelo contratante, é realizada com vibroacabadora, distribuidor de agregados ou motoniveladora, capaz de distribuir a brita graduada em espessura uniforme, sem produzir segregação.

A espessura da camada individual acabada deve situar-se no intervalo de 0,10 a 0,17 m, no máximo.

Quanto à compressão, a energia de compactação a ser adotada como referência para a execução da brita graduada é, no mínimo, a modificada.

A compactação da camada deve ser executada, idealmente, no ramo seco, com umidade cerca de 1% abaixo da ótima obtida no ensaio de compactação. De qualquer forma, o teor da umidade da mistura, por ocasião da compactação, deve estar compreendido no intervalo de -2%, a + 1% em relação à umidade ótima.

A compactação da brita graduada é executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos, e de rolos pneumáticos de pressão regulável.

Nos trechos em tangente, a compactação deve evoluir partindo dos bordos para o eixo, e nas curvas, partindo do bordo interno para o bordo externo. Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir, ao menos, a metade da faixa anteriormente comprimida.

Durante a compactação, se necessário, pode ser promovido o umedecimento da superfície da camada, mediante emprego do caminhão-tanque irrigador.

Eventuais manobras do equipamento de compactação que impliquem em variações direcionais prejudiciais devem se processar fora da área de compressão.

A compactação deve evoluir até que se obtenha o grau de compactação mínimo de 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio DNIT 164 ME, executado com a energia adotada (modificada ou superior).

Em lugares inacessíveis ao equipamento de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida é feita à custa de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.



Sobre o controle de qualidade, no início da obra e sempre que houver variação nas características da pedra:

- Abrasão Los Angeles;
- Durabilidade com sulfato de sódio (graúdo e miúdo);
- Lateralidade;

Quanto ao material misturado, para cada 400 m³ de mistura produzida:

- Determinação do teor de umidade – Método expedito da frigideira;
- Granulometria por via lavada;
- Equivalente de areia;

Para cada 150 m³ de mistura aplicada na pista:

- 01 Determinação de massa específica aparente seca “in situ”, após compactação;
- 01 Determinação do teor de umidade antes da compactação – método expedito da

frigideira;

Para cada 8.000 m³ de mistura aplicada na pista:

- 01 Determinação do índice de suporte Califórnia

Pavimentação - Imprimação e Pintura de Ligação

Imprimação: é a pintura asfáltica executada sobre a superfície de uma camada de base para promover certa coesão à superfície da camada pela penetração do ligante asfáltico aplicado, impermeabilizar e conferir condições adequadas de ligação entre a camada de base e a camada asfáltica a ser sobreposta. É aplicável em camadas de base de pavimentos flexíveis e também, em casos especiais indicados em projeto, em camadas de sub-base.

Pintura de ligação: é a pintura asfáltica executada com a função básica de promover a aderência ou ligação da superfície da camada pintada com a camada asfáltica a ser sobreposta. É aplicável em camadas de base, em camadas de ligação ou intermediárias de duas ou mais camadas asfálticas na construção de pavimentos flexíveis e ainda, sobre antigos revestimentos asfálticos, previamente à execução de um reforço, recapeamento e rejuvenescimento superficial com lama asfáltica, micro revestimento e reperfilagens com misturas asfálticas a frio ou a quente.

Para imprimação, pode ser aplicado emulsão tipo EAI.

A definição do teor de ligante asfáltico é obtida experimentalmente variando-se a taxa de aplicação de 0,8 l/m² a 1,7 l/m² e, após 24 horas, observando-se a que produziu maior eficiência

em termos de penetração e formou uma película asfáltica consistente na superfície imprimada, sem excessos ou deficiências.

Para pintura de ligação, Emulsão asfáltica de ruptura rápida (RR-1C, RR-2C ou RR1C-E, RR2C-E).

A definição do teor de ligante asfáltico é obtida experimentalmente, no canteiro da obra, variando-se a taxa de aplicação de 0,5 l/m² a 0,8 l/m² de emulsão asfáltica, acrescentando-se proporcionalmente água variando de 0,5 l/m² a 0,2 l/m², de forma que a taxa total de emulsão e água seja sempre igual a 1,0 l/m².

Deve ser observado, após o tempo de cura requerido, normalmente de 4 a 6 horas, qual o teor total de emulsão e água que não provocou escorrimento do ligante para os bordos e formou uma película superficial consistente, sem excessos ou deficiências.

Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pela contratante.

- vassoura mecânica rotativa;
- compressor de ar;
- caminhão-pipa.
- tanque para armazenamento do ligante asfáltico;
- tanque de depósito para água.
- distribuidor de material asfáltico (caminhão espargidor de asfalto) equipado com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento, capaz de promover a aplicação uniforme do ligante, devendo possuir:

- barra de distribuição do tipo “circulação plena”, que possibilite ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento;
- tacômetro, termômetros e espargidor manual, sendo este aplicável ao tratamento de pequenas áreas e correções localizadas.

Pavimentação - Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CBUQ)

É uma mistura asfáltica executada em usina apropriada, composta de A superfície a ser pintada deve ser varrida, eliminado o pó e todo e qualquer material solto, podendo também, ser necessário o emprego de jato de ar comprimido.

Antes da aplicação do ligante betuminoso, no caso de bases de solos coesivos, tratados ou não, a superfície da base deve ser levemente umedecida.



Nas demais superfícies a serem pintadas é permitido o ligeiro umedecimento, visando facilitar a penetração do ligante.

A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser fixada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura x viscosidade correspondente.

Camada de rolamento ou simplesmente "capa asfáltica" é a camada superior da estrutura destinada a receber diretamente a ação do tráfego. A mistura empregada deve apresentar estabilidade e flexibilidade compatível com o funcionamento elástico da estrutura e condições de rugosidade que proporcionem segurança ao tráfego

Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pela contratante.

- Usina para misturas asfálticas;
- Caminhão para transporte da mistura;
- Equipamento para distribuição – Vibroacabadora;
- Rolos compactadores do tipo liso vibratório;
- Rolos compactadores de pneumáticos de pressão regulável;

A superfície que receberá a camada de concreto asfáltico deve estar limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.

Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados previamente à aplicação da mistura.

A pintura de ligação deve apresentar película homogênea e ter adequadas condições de aderência para execução do concreto asfáltico e, se necessário, nova pintura de ligação deve ser aplicada previamente à distribuição da mistura.

No caso de desdobramento da espessura total de concreto asfáltico em duas camadas, a pintura de ligação entre essas pode ser dispensada se a execução da segunda camada for feita logo após à execução da primeira.

O concreto asfáltico deve ser produzido em usina apropriada, calibrada racionalmente de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura.

A temperatura de aquecimento do cimento asfáltico empregado deve ser, necessariamente, determinada em função da relação temperatura x viscosidade do ligante.

A temperatura mais conveniente é aquela na qual o cimento asfáltico apresenta viscosidade Saybolt-Furol na faixa de 75 a 95 segundos.

Não é permitido o aquecimento do cimento asfáltico acima de 177°C.

A temperatura de aquecimento dos agregados deve ser de 10 a 15°C superior à temperatura definida para o aquecimento do ligante, desde que não supere os 177°C.

A produção do concreto asfáltico e a frota de veículos de transporte devem assegurar a operação contínua da vibroacabadora.

O caminhão deve ser carregado de maneira a evitar segregação da mistura dentro da caçamba, a primeira carga na frente, a segunda na traseira e por último no meio.

A aderência da mistura às chapas da caçamba é evitada com aspersão prévia de solução de cal (uma parte de cal para três de água), água e sabão, ou produto específico para este fim, que não derivados de petróleo (óleo diesel, querosene, etc.). Em qualquer caso, o excesso de solução deve ser retirado antes do carregamento da mistura, basculando a caçamba.

A caçamba do veículo deve ser coberta com lona impermeável durante o transporte, para proteger a massa asfáltica quanto à ação de chuvas ocasionais, eventual contaminação por poeira e, especialmente, perda de temperatura e queda de partículas durante o transporte.

No emprego de concreto asfáltico como camada de rolamento ou de ligação, a mistura deve ser distribuída por uma ou mais acabadoras, atendendo aos requisitos anteriormente especificados.

Previamente ao início dos trabalhos, deve ser assegurado o conveniente aquecimento da mesa alisadora da acabadora à temperatura compatível com a da massa a ser distribuída. Observar que o sistema de aquecimento se destina exclusivamente ao aquecimento da mesa alisadora e nunca de massa asfáltica que eventualmente tenha esfriado em demasia.

As irregularidades que aparecerem na superfície da camada acabada, devem ser corrigidas de imediato pela adição manual de massa e espalhamento efetuado com ancinhos e/ou rodos metálicos. No entanto, essa alternativa deve ser minimizada pois o excesso de reparo manual compromete a qualidade do serviço.

A compressão da mistura asfáltica tem início imediatamente após a sua distribuição. Como norma geral, deve-se iniciar a compressão à temperatura mais elevada que a mistura asfáltica possa suportar, essa temperatura é fixada experimentalmente em cada caso.

As coberturas dos equipamentos de compressão utilizados devem atender às seguintes orientações gerais:

- A compressão deve ser executada em faixas longitudinais sendo sempre iniciada pelo ponto mais baixo da seção transversal e progredindo no sentido do ponto mais alto;
- Em cada passada o equipamento deve recobrir, ao menos, a metade da largura rolada na passada anterior;

A camada de concreto asfáltico recém-acabada somente deve ser liberada ao tráfego após o seu completo resfriamento.

Quanto ao controle de qualidade, dividem-se em:



No início da obra e sempre que houver alteração mineralógica na bancada da pedra:

- 01 Ensaio de desgaste Los Angeles
- 01 Ensaio de lamelaridade;
- 01 Ensaio de durabilidade graúdo e miúdo;
- 01 Ensaio de danos por umidade induzida;

Para cada 500 t de mistura produzida:

- 01 Ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo;
- 01 Ensaio de granulometria do agregado de cada silo;

Para cada 3000 t de mistura produzida:

- 01 Ensaio de granulometria do “filler”

Para cada 200 t de mistura produzida:

- 02 Medidas de temperatura dos agregados nos silos quentes, do ligante antes da

entrada do misturador e da mistura na saída do misturador;

Espalhamento e compactação:

- 02 Temperatura durante o espalhamento e imediatamente antes da compactação;

Para cada 200 t de mistura produzida imediatamente após a passagem da acabadora:

- 01 Extração do ligante da mistura
- 01 Granulometria da mistura de agregados resultante da extração de ligante

Para cada 2000 t de mistura produzida imediatamente após a passagem da acabadora:

- 01 Densidade Máxima da Mistura Betuminosa (RICE)

1.3 PROTEÇÃO VEGETAL

Consiste na utilização de vegetais diversos com o fim de preservar as áreas expostas do corpo estradal e áreas de ocorrências de materiais explorados, protegendo-as dos processos erosivos e atenuando a agressão ao meio-ambiente.

Antes do assentamento das leivas o terreno deve ser convenientemente preparado, com a retirada de todos materiais estranhos (pedras, torrões, etc), de acordo com as etapas relacionadas a seguir:

- a) revolvimento e/ou escarificação do solo;
- b) nivelamento do terreno no greide ou seção transversal;
- c) drenagem da área;
- d) camada de terra vegetal;
- e) tratamento do solo contra pragas e doenças, quando necessário;
- f) incorporação de adubação química ou orgânica, quando necessário;

g) adição de calcáreo (de preferência dolomítico), quando necessário.

Deverão ser utilizadas leivas gramíneas de porte baixo, de sistema radicular profundo e abundante, comprovadamente testadas, podadas rente ao solo antes da extração, de preferência, nativa da região.

As leivas serão assentadas como ladrilhos, em fileiras com as juntas desencontradas.

Para o preenchimento dos vazios entre leivas, será usada terra vegetal. A quantidade de terra vegetal será adequada para não sufocar a grama.

A fim de se conseguir um bom entrosamento entre a superfície a recobrir e a leiva, esta será compactada manualmente, de modo a prevenir deslocamentos e deformação de área plantada. Caso a declividade permitir, a compactação poderá ser feita com rolos leves. Nas áreas de inclinação elevada do terreno, serão utilizadas estacas de fixação; poderão ser roliças e deverão ter pelo menos 0,20m de comprimento e 0,02m de diâmetro.

Todas as áreas plantadas serão irrigadas imediatamente após o plantio, com equipamento adequado, a fim de evitar erosão.

É vedada a rega em horas de forte insolação. A superfície enleivada deverá ser molhada com frequência necessária, a fim de assegurar sua fixação e evitar o ressecamento.



D - DESAPROPRIAÇÃO



AUTORIZAÇÃO

Eu Maurício Dalla Costa, inscrito no CPF nº 025.259.690-06, declaro para os devidos fins, especialmente para os efeitos da obra de pavimentação da RS 441, Trecho entre Vista Alegre do Prata a Nova Prata, que autorizo o Município de Vista Alegre do Prata, CNPJ nº 91.566.877/0001-08, a utilizar a área de 7.394,64m² do meu imóvel matrícula 25.882 confrontante com a rodovia RS441, localizada no Km 26.885 ao Km 26.950 para realizar obras de terraplenagem e drenagem da rodovia.

Vista Alegre do Prata, 28 de setembro de 2022

Maurício Dalla Costa
Proprietário

AUTORIZAÇÃO

Eu Valdir Antonio Cortellini, inscrito no Rg. 7028963812, CPF nº 408.960.480-04 declaro para os devidos fins, especialmente para os efeitos da obra de pavimentação da RS 441, Trecho entre Vista Alegre do Prata a Nova Prata, que autorizo o Município de Vista Alegre do Prata, CNPJ nº 91.566.877/0001-08, a utilizar a área de 1.464,52m² do meu imóvel matrícula 25.882 confrontante com a rodovia RS441, localizada no Km 26.850 ao Km 26.885, para realizar obras de terraplenagem e drenagem da rodovia.

Vista Alegre do Prata, 28 de setembro de 2023

Valdir Antônio Cortellini
Proprietário



AUTORIZAÇÃO

Eu Inácio Cappellari, inscrito no RG 5006984438, CPF: 312.598.120-49 declaro para os devidos fins, especialmente para os efeitos da obra de pavimentação da RS 441, Trecho entre Vista Alegre do Prata a Nova Prata, que autorizo o Município de Vista Alegre do Prata, CNPJ nº 91.566.877/0001-08, a utilizar a área de 5.859,26 do meu imóvel confrontante com a rodovia RS441, localizada no Km 24.475 ao Km 25.040, para realizar obras de terraplenagem e drenagem da rodovia.

Vista Alegre do Prata, 28 de setembro de 2023

Inácio Cappellari
Proprietário

AUTORIZAÇÃO

Eu Volmir Valente, inscrito no Rg 2052866627, CPF: 611.528.110-53, declaro para os devidos fins, especialmente para os efeitos da obra de pavimentação da RS 441, Trecho entre Vista Alegre do Prata a Nova Prata, que autorizo o Município de Vista Alegre do Prata, CNPJ nº 91.566.877/0001-08, a utilizar a área de 2.721,43 m² do meu imóvel confrontante com a rodovia RS441, localizada no Km 25.180 ao Km 25.270, para realizar obras de terraplenagem e drenagem da rodovia.

Vista Alegre do Prata, 28 de setembro de 2023

Volmir Valente
Proprietário



AUTORIZAÇÃO

Eu Marilene Modelski, inscrita no Rg 8028568304, CPF 697.765.040-00 declaro para os devidos fins, especialmente para os efeitos da obra de pavimentação da RS 441, Trecho entre Vista Alegre do Prata a Nova Prata, que autorizo o Município de Vista Alegre do Prata, CNPJ nº 91.566.877/0001-08, a utilizar a área de 317,48m² do meu imóvel confrontante com a rodovia RS441, localizada no Km 24.490 ao Km 24.600, para realizar obras de terraplenagem e drenagem da rodovia.

Vista Alegre do Prata, 28 de setembro de 2023

Marilene Modelski
Marilene Modelski
Proprietária

AUTORIZAÇÃO

Eu Everton Testa, inscrito no CPF: 786.749.139-20 e Daiane Cristófoli inscrita no CPF nº 001.197.940-20 declaramos para os devidos fins, especialmente para os efeitos da obra de pavimentação da RS 441, Trecho entre Vista Alegre do Prata a Nova Prata, que autorizo o Município de Vista Alegre do Prata, CNPJ nº 91.566.877/0001-08, a utilizar a área de 138,43m² do meu imóvel confrontante com a rodovia RS441, localizada no Km 25.270 ao Km 25.230, para realizar obras de terraplenagem e drenagem da rodovia.

Vista Alegre do Prata, 28 de setembro de 2023

Everton Testa
Everton Testa
Proprietário

Daiane Cristófoli
Daiane Cristófoli
Proprietária



AUTORIZAÇÃO

Eu Edmundo Olímpio Pedroso, inscrito no RG 2077944-SSP/SC, CPF: 656.456.939-49, declaro para os devidos fins, especialmente para os efeitos da obra de pavimentação da RS 441, Trecho entre Vista Alegre do Prata a Nova Prata, que autorizo o Município de Vista Alegre do Prata, CNPJ nº 91.566.877/0001-08, a utilizar a área de 6.523,00 do meu imóvel confrontante com a rodovia RS441, localizada no Km 25.040 ao Km 25.180, para realizar obras de terraplenagem e drenagem da rodovia.

Vista Alegre do Prata, 28 de setembro de 2023

Edmundo Olímpio Pedroso

Proprietário

AUTORIZAÇÃO

Eu João Carlos Paim, inscrito no RG 2029484975, CPF 441.507.090-68 declaro para os devidos fins, especialmente para os efeitos da obra de pavimentação da RS 441, Trecho entre Vista Alegre do Prata a Nova Prata, que autorizo o Município de Vista Alegre do Prata, CNPJ nº 91.566.877/0001-08, a utilizar a área de 1.397,11 m² do meu imóvel confrontante com a rodovia RS441, localizada no Km 24.685 ao Km 24.475, para realizar obras de terraplenagem e drenagem da rodovia.

Vista Alegre do Prata, 28 de setembro de 2023

João Carlos Paim

Proprietário



AUTORIZAÇÃO

Eu Claudino Modelski, inscrito no RG 1076453396, CPF: 486.478.610-00 declaro para os devidos fins, especialmente para os efeitos da obra de pavimentação da RS 441, Trecho entre Vista Alegre do Prata a Nova Prata, que autorizo o Município de Vista Alegre do Prata, CNPJ nº 91.566.877/0001-08, a utilizar a área de 1.264,91m² do meu imóvel confrontante com a rodovia RS441, localizada no Km 24.600 ao Km 24.685, para realizar obras de terraplenagem e drenagem da rodovia.

Vista Alegre do Prata, 28 de setembro de 2023

Claudino Modelski

Proprietário





A – APRESENTAÇÃO



A - APRESENTAÇÃO

Este documento, denominado Volume Único, contém o Projeto de Execução de Implantação de pavimentação Trecho 441ERS0025 entre o Entr. ERS -355 (P/ Fagundes Varela) até a Divisa municípios Vista Alegre do Prata/Nova Prata (início TRV. Mun), segmento do km 23,56-SER ao km 28,45-SER, com extensão de 4,89 km. Sua elaboração foi desenvolvida obedecendo às Normas vigentes e Instruções de Serviço do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER/RS).

O referido projeto possui volume único, tendo em vista sua extensão de 4+890 km.

Relatório do Projeto - constam as soluções adotadas no projeto, com as metodologias empregadas, os resultados obtidos e as justificativas detalhadas.

Projeto de Execução - São apresentados os desenhos, plantas, quadros, planilhas e demais informações, de forma a possibilitar a adequada execução dos serviços descritos no projeto.

Características Gerais:

Classe da Rodovia: IV – A

Extensão Total: 4+890 km

Zona (topografia): Montanhosa

Velocidade Diretriz: 30 km/h

Superelevação Máxima: 6%

Greide rampa máxima de norma: 9%

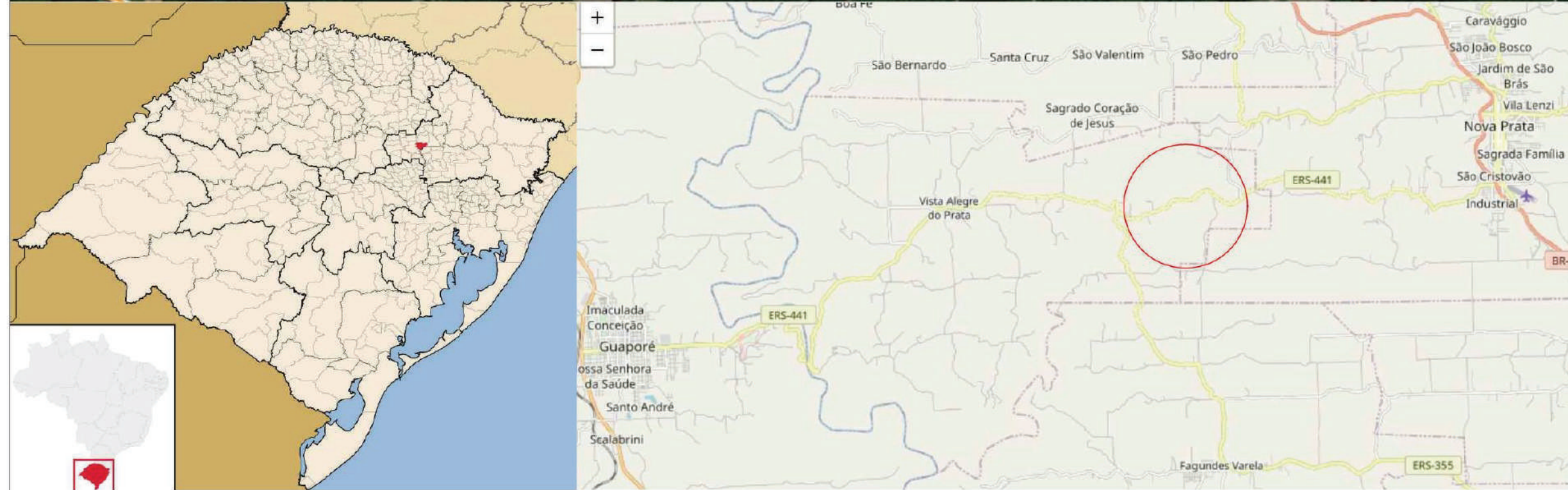
Pista rolamento: 7,00 m

Acostamento 0,5 m (2X)

Faixa de domínio: 25,00 cada lado do eixo.

EQUIPE TÉCNICA DE PROJETO

Etapa	Profissionais		
Responsável	Reni Bazanella	Sergio Patussi Neto	
Técnico	CREA RS248.424	CREA RS206.635	
Coordenador Do Projeto	Reni Bazanella CREA RS248.424		
Estudos De Tráfego	Reni Bazanella CREA RS248.424	Sergio Patussi Neto CREA RS206.635	
Estudos Topográficos	Reni Bazanella CREA RS248.424	Sergio Patussi Neto CREA RS206.635	
Estudos De Traçado	Reni Bazanella CREA RS248.424	Sergio Patussi Neto CREA RS206.635	Giussepe Ferrari CREA RS160.761
Estudos Geológicos	Sergio Patussi Neto CREA RS206.635	Reni Bazanella CREA RS248.424	
Estudos Geotécnicos	Sergio Patussi Neto CREA RS206.635	Reni Bazanella CREA RS248.424	
Estudos Hidrológicos	Reni Bazanella CREA RS248.424	Sergio Patussi Neto CREA RS206.635	
Projeto Geométrico	Giussepe Ferrari CREA RS160.761	Reni Bazanella CREA RS248.424	Sergio Patussi Neto CREA RS206.635
Projeto De Terraplenagem	Giussepe Ferrari CREA RS160.761	Reni Bazanella CREA RS248.424	Sergio Patussi Neto CREA RS206.635
Projeto De Drenagem E OAC	Reni Bazanella CREA RS248.424	Sergio Patussi Neto CREA RS206.635	
Projeto De Pavimentação	Sergio Patussi Neto CREA RS206.635	Reni Bazanella CREA RS248.424	
Projeto De Sinalização	Brunna Marchiori Patussi CAU A1486535	Reni Bazanella CREA RS248.424	Sergio Patussi Neto CREA RS206.635
Projeto De Obras Complementares	Brunna Marchiori Patussi CAU A1486535	Sergio Patussi Neto CREA RS206.635	Reni Bazanella CREA RS248.424
Orçamento E Plano De Execução De Obra	Sergio Patussi Neto CREA RS206.635	Reni Bazanella CREA RS248.424	



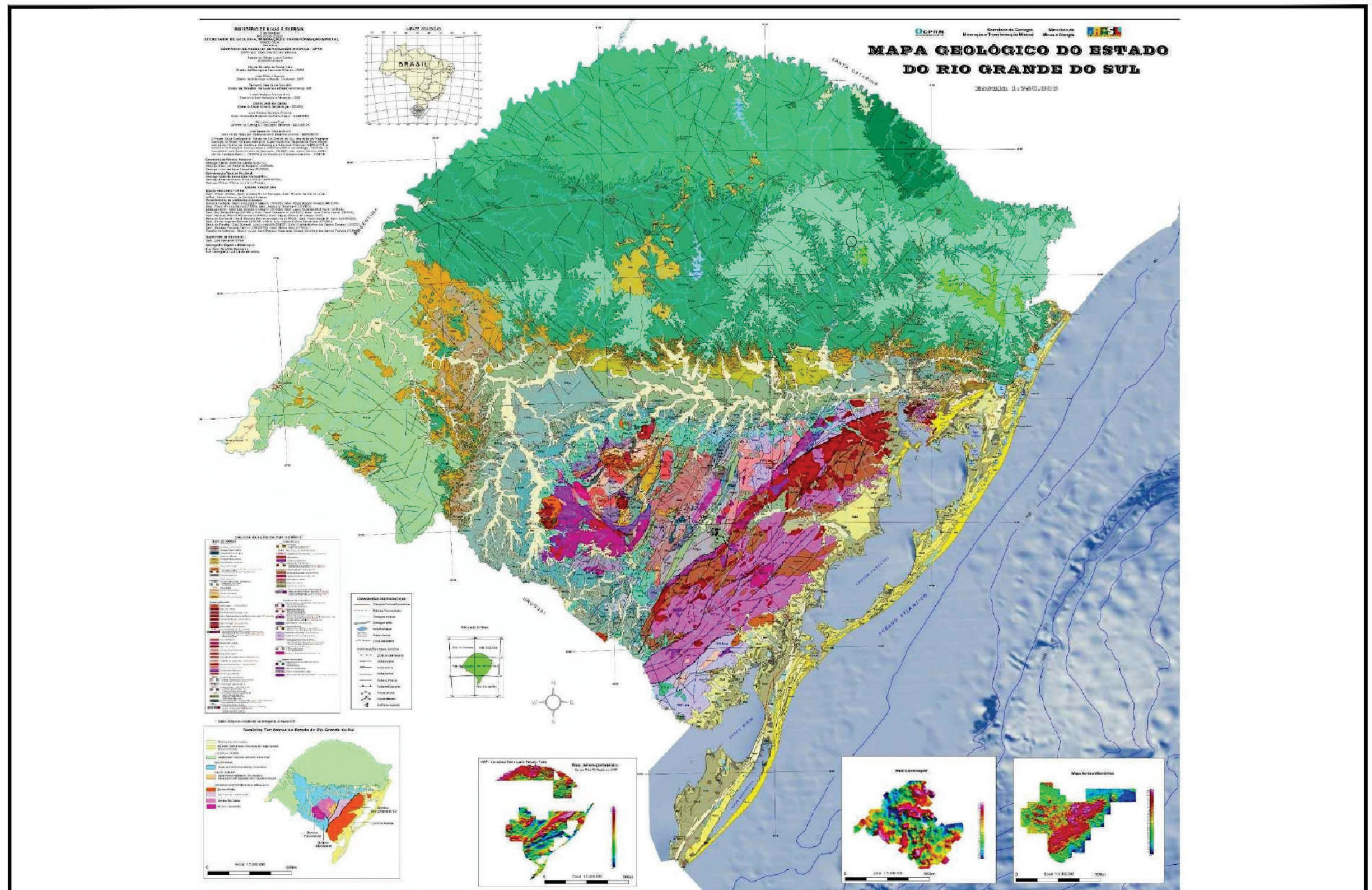
RESPONSÁVEL TÉCNICO
 RENI
 BAZANELLA:82666598004
 Assinado de forma digital por RENI
 BAZANELLA:82666598004
 Dados: 2023.09.11 13:06:47 -03'00'

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DATA	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO

LEGENDA:
 — TRECHO DE PROJETO ERS441



P.M. **VISTA ALEGRE DO PRATA**
 Entr. ERS-355 (P/ Fagundes Varela) Div. Vista Alegre do Prata/Nova Prata (início TRV. Mun.), segmento do km 23,56-SER ao km 28,45-SER.
SITUAÇÃO E LOCALIZAÇÃO
 ESCALA: INDICADA
 FOLHA: 01/01



EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL TÉCNICO: RENI BAZANELLA SOUZA COORDENADOR DO PROJETO: RENI BAZANELLA SOUZA PROJETA: RENI BAZANELLA SOUZA REVISÃO: RENI BAZANELLA SOUZA DESCRIÇÃO: MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL DATA: 2023 VERIFICAÇÃO: RENI BAZANELLA SOUZA APROVAÇÃO: RENI BAZANELLA SOUZA NOME ARQUIVO: *.DWG				PROJETO: S.T. DAER - DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM Rodovia: ERS-441 (VISTA ALEGRE DO PRATA) Trecho: ENTR. ERS-355 (V. FAGUNDES VARELA) - DIV. MUN. PRATANOVA PRATA MAPA GEOLÓGICO DO RIO GRANDE DO SUL	SEP DATA: MAIO/2023 ESCALA: 1:750,000 FOLHA: 01
---	--	--	--	--	--