



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

Rodovia: BRS-468 (AM Sede Nova)
Trecho: Entr. BRS-468 – SEDE NOVA
Extensão: 9,24 km
Código: 468 BRS 9150

**CONTRATO DE APOIO TÉCNICO À FISCALIZAÇÃO DE OBRAS DO
DAER/RS - CAT NOROESTE**

**READEQUAÇÃO DE
PROJETO FINAL DE ENGENHARIA**

VOLUME 1 – RELATÓRIO DO PROJETO



AGOSTO / 2024



QUADRO DE CODIFICAÇÃO DO RELATÓRIO

<i>Código do Documento:</i>	1588-R-468BRS9150-MIN-MED-01-07			
<i>Título do Relatório:</i>	Volume 1 - Relatório do Projeto			
<i>Aprovação Inicial por:</i>	Carlos Eduardo Urbano			
<i>Data da Aprovação Inicial:</i>	03/10/2022			
Controle de Revisões				
<i>Revisão n°:</i>	<i>Natureza</i>	<i>Aprovação</i>		
		<i>Data</i>	<i>Nome</i>	<i>Rubrica</i>
00	Emissão Inicial	OUT/22	Carlos Consiglio	
01	Revisão	NOV/22	Carlos Consiglio	
02	Revisão	JAN/23	Carlos Consiglio	
03	Revisão	FEV/23	Carlos Consiglio	
04	Revisão	MAR/23	Carlos Consiglio	
05	Revisão	MAI/23	Carlos Consiglio	
06	Revisão	MAI/23	Carlos Consiglio	
07	Revisão	AGO/24	Carlos Consiglio	

1588-R-468BRS9150-MIN-MED-01-07





ÍNDICE

1588-R-468BRS9150-MIN-MED-01-07





ÍNDICE

I APRESENTAÇÃO	8
1.1 OBJETIVO.....	9
1.2 DADOS BÁSICOS DO CONTRATO DE CONSULTORIA.....	9
1.3 PARTES INTEGRANTES DO PROJETO EXECUTIVO:.....	10
1.4 EQUIPE TÉCNICA	10
1.5 IDENTIFICAÇÃO DO TRECHO NO SISTEMA RODOVIÁRIO ESTADUAL	11
1.6 MAPA DE SITUAÇÃO	12
II ESTUDOS.....	14
1 ESTUDOS DE TRÁFEGO.....	15
1.1 INTRODUÇÃO	16
1.2 CONTAGEM VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA	16
1.3 PROJEÇÃO DE TRÁFEGO E CÁLCULO DO NÚMERO N DE EQUIVALENTES PASSAGENS DO EIXO PADRÃO	29
1.4 CLASSE DA RODOVIA	32
2 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	33
2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	34
2.2 PERÍODO DE EXECUÇÃO	35
2.3 LOCALIZAÇÃO	35
2.4 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE GEORREFENCIAMENTO	36
3 ESTUDOS GEOLÓGICOS.....	69
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	70
3.2 SITUAÇÃO GEOGRÁFICA.....	70
3.3 CLIMA	72
3.4 SOLOS E VEGETAÇÃO	73
3.5 ASPECTOS FISIOLÓGICOS E MORFOLÓGICOS	75
3.6 ASPECTOS GEOLÓGICOS	76
3.7 ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS.....	79
3.8 OCORRÊNCIA DE MATERIAIS PARA PAVIMENTAÇÃO.....	79
3.9 RECOMENDAÇÕES SOBRE PROBLEMAS CONSTRUTIVOS.....	83
3.10 DEFINIÇÃO DA INCLINAÇÃO DOS TALUDES DE CORTE E ATERRO	83
3.11 PROBLEMAS LOCALIZADOS.....	83
3.12 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS	84
4 ESTUDOS GEOTÉCNICOS.....	85
4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	86
4.2 COMPILAÇÃO DE DADOS EXISTENTES	86
4.3 INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS.....	87
4.4 ÍNDICE SUPORTE DE PROJETO (ISP).....	89
4.5 ORIENTAÇÃO PARA TERRAPLANAGEM.....	92
4.6 BOTA-FORAS	93
4.7 ESTUDO DE PEDREIRAS	94
4.8 OUTROS MATERIAIS	100
5 ESTUDOS HIDROLÓGICOS	102

1588-R-468BRS9150-MIN-MED-01-07





5.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	103
5.2	INTRODUÇÃO	103
5.3	DIRETRIZES	103
5.4	COLETA DE DADOS.....	103
5.5	PLUVIOMETRIA.....	106
5.6	CHUVA DE PROJETO	113
5.7	PERÍODOS DE RECORRÊNCIA.....	119
5.8	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	119
III PROJETOS.....		140
1 PROJETO GEOMÉTRICO.....		141
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	142
1.2	GENERALIDADES	142
1.3	PROJETO PLANIALTIMÉTRICO.....	142
1.4	SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO.....	143
1.5	PROJETO PLANIMÉTRICO	144
1.6	PROJETO ALTIMÉTRICO.....	145
1.7	CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS	147
1.8	SUPERELEVAÇÃO E SUPERLARGURA.....	148
2 PROJETO DE TERRAPLENAGEM.....		154
2.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	155
2.2	CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES QUANTO AO PROJETO	155
2.3	SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO DE TERRAPLENAGEM	156
2.4	PARADAS DE ÔNIBUS.....	157
2.5	SERVIÇOS PRELIMINARES.....	157
2.6	ATERROS	158
2.7	CORTES	158
2.8	SOLOS MOLES.....	158
2.9	SOLOS INADEQUADOS.....	159
2.10	PROTEÇÃO DO CORPO ESTRADAL.....	159
2.11	DENTEAMENTOS.....	159
2.12	REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO	159
2.13	BOTA-FORA.....	160
2.14	EMPRÉSTIMOS LATERAIS E JAZIDAS	160
2.15	DISTÂNCIAS DE TRANSPORTE	161
2.16	DETERMINAÇÃO DOS VOLUMES	161
2.17	COMPENSAÇÕES VOLUMÉTRICAS	162
2.18	CONVENÇÕES DO QUADRO DE ORIGEM E DESTINO (QOD).....	162
2.19	QUADRO RESUMO DE DISTRIBUIÇÃO DOS MATERIAIS.....	163
2.20	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO	165
2.21	QUADRO DE QUANTIDADES	165
3 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO		169
3.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	170
3.2	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO ORIGINAL E SITUAÇÃO ATUAL DA OBRA	170
3.3	ÍNDICE DE SUPORTE DE PROJETO DO SUBLEITO	170



3.4	NÚMERO N.....	171
3.5	DEFINIÇÃO DA ESTRUTURA DO PAVIMENTO.....	171
3.6	DIMENSIONAMENTO	176
3.7	REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO	179
3.8	IMPRIMAÇÃO	179
3.9	SEÇÃO TIPO DO PAVIMENTO.....	180
3.10	MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS.....	180
3.11	QUADRO DE QUANTIDADES DE PAVIMENTAÇÃO	182
3.12	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO	183
4	PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTES.....	184
4.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	185
4.2	DRENAGEM SUPERFICIAL.....	185
4.3	DRENAGEM SUBSUPERFICIAL	194
4.4	DRENAGEM PROFUNDA	195
4.5	OBRAS DE ARTE CORRENTES	197
4.6	OBRAS DE ARTE ESPECIAIS.....	199
4.7	PROJETOS TIPO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....	199
4.8	NOTAS DE SERVIÇO E QUADRO DE QUANTIDADES	201
5	PROJETO DE INTERSEÇÕES, RETORNOS E ACESSOS	212
5.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	213
5.2	INTERSEÇÃO COM A BRS-468	213
6	PROJETO DE SINALIZAÇÃO.....	216
6.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	217
6.2	SINALIZAÇÃO VERTICAL.....	218
6.3	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARTICULARES	221
6.4	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	226
6.5	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARTICULARES	228
6.6	SINALIZAÇÃO POR CONDUÇÃO ÓTICA.....	229
6.7	INTERSEÇÃO COM BRS-468.....	231
6.8	DISPOSITIVO DE CONTENÇÃO – DEFENSAS	232
6.9	CADASTRO DE PLACAS EXISTENTES A REMOVER.....	232
6.10	CONCORDÂNCIA ENTRE MARCOS QUILOMÉTRICOS E SRE/DAER.....	232
6.11	SINALIZAÇÃO DE OBRAS.....	232
6.12	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	241
6.13	QUADRO DE QUANTIDADES	242
6.14	DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE	245
7	PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES	246
7.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	247
7.2	ENLEIVAMENTO.....	247
7.3	REMANEJAMENTO DE POSTES	255
7.4	CERCAS	256
7.5	DISPOSITIVOS DE CONTENÇÃO - DEFENSAS.....	257
7.6	ELEMENTOS REFLETIVOS PARA DEFENSAS METÁLICAS.....	258
7.7	PARADAS DE ÔNIBUS.....	259



7.8	PROJETOS TIPO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....	259
7.9	QUADRO DE QUANTIDADES	260
8	PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO	261
IV	DOCUMENTOS PARA CONCORRÊNCIA.....	264
1	PLANO DE EXECUÇÃO DE OBRA	265
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	266
1.2	CONDIÇÕES DE ACESSO	266
1.3	APOIO LOGÍSTICO.....	266
1.4	RELAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E PESSOAL TÉCNICO MÍNIMOS NECESSÁRIOS.....	266
1.5	PLANEJAMENTO DA OBRA.....	268
1.6	CRONOGRAMA FÍSICO DA OBRA.....	268
2	QUADRO DE QUANTIDADES E ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO	270
3	QUADRO DE DMT.....	285
V	ANOTAÇÕES DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA	287
VI	DECLARAÇÕES DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA.....	312

1588-R-468BRS9150-MIN-MED-01-07



I APRESENTAÇÃO





1 APRESENTAÇÃO

1.1 OBJETIVO

A MAGNA ENGENHARIA LTDA apresenta o Volume 1 - Relatório do Projeto da rodovia BRS/468 (AM Sede Nova), código SRE 468BRS9150, trecho Entr. BRS/468 – SEDE NOVA.

O Projeto Executivo de Engenharia para este trecho foi originalmente produzido para o Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem - DAER/RS pela empresa GEOMETRIC Engenharia e Geologia Ltda., no escopo do Contrato PJ/CD/033/98, com ordem de início dos serviços datada em 25 de fevereiro de 1998 entre o DAER/RS e a GEOMETRIC.

A Diretoria Geral - DG/DAER, no escopo do contrato AJ/CD/011/19, firmado com a Magna Engenharia, solicitou ao CAT a presente READEQUAÇÃO do Projeto Executivo de Engenharia, contemplando a atualização deste tendo em vista a defasagem de tempo entre o projeto original e o presente período.

Neste contexto, a DG/DAER solicitou que para a Readequação do projeto fosse analisado por esta atual Consultoria a possibilidade de aproveitamento dos estudos que embasaram o projeto original, tais como Estudos de Tráfego, Topográficos, Geológicos, Hidrológicos e Geotécnicos.

Após análise dos estudos originais, verificou-se a possibilidade de aproveitamento parcial apenas dos estudos Geológicos e Geotécnicos, especificamente com o aproveitamento integral dos resultados dos ensaios de campo (Boletins de Sondagens, Análise granulométrica por peneiramento, Limites de Atterberg, Compactação na energia do Proctor Normal e Índice de Suporte Califórnia), conforme apresentado ao longo dos volumes.

Cabe salientar que a quilometragem indicada na presente readequação está invertida em relação ao projeto original de modo a atender o SRE, que indica início do trecho no Entr. BRS/468 seguindo em direção ao município de SEDE NOVA.

1.2 DADOS BÁSICOS DO CONTRATO DE CONSULTORIA

O contrato de consultoria para a realização dos estudos e projetos do referido trecho rodoviário possui os seguintes dados básicos:

- Rodovia: BRS/468 (AM Sede Nova),
- Trecho: ENTR. BRS-468 – SEDE NOVA
- Código: 468BRS9150



- Extensão Contratada: 9,24 km
- Extensão Projetada: 8,81 km
- Número do Contrato: AJ/CD/011/19;
- Número do Edital: 016/CELIC/2018;
- Data da Assinatura do Contrato: 25/07/2019;
- Processo de Origem: 17/0435-0002442-8;
- Data da Ordem de Início dos Serviços: 01/08/2019.

1.3 PARTES INTEGRANTES DO PROJETO EXECUTIVO:

A presente readequação de projeto ainda está em fase de elaboração e será constituída pelos seguintes volumes:

- Volume 1 – Relatório de Projeto – Tomos I e II, em tamanho A4;
- Volume 1A – Notas de Serviço e Cálculo de Volumes, em tamanho A4;
- Volume 1B – Estudos Geotécnicos, em tamanho A4;
- Volume 1C – Seções Transversais, em tamanho A3;
- Volume 1D – Elementos de Topografia (digital)
- Volume 02 – Projeto de Execução, em tamanho A3;
- Volume 04 – Orçamento do Projeto.

1.4 EQUIPE TÉCNICA

EQUIPE MAGNA:

- Responsáveis Técnicos
 - Eng. Rodrigo da Silva Gazen CREA 97364/D-RS
 - Eng. Carlos Moacir Dri Consiglio CREA 71360/D-RS
 - Eng. Carlos Eduardo Flores Urbano CREA 145929/D-RS
- Coordenador de Projeto
 - Eng. Carlos Eduardo Flores Urbano CREA 145929/D-RS
- Estudos Topográficos
 - Eng. Luiz Carlos Marques Becker CREA 227520/D-RS
- Estudos Geotécnicos
 - Eng. André Luiz Hebmuller CREA 087145/D-RS



Geólogo Eduardo Favaretto Antunes	CREA 243717/D-RS
- Estudos Hidrológicos	
Eng. Renan May Chaves	CREA 236588/D-RS
- Estudo de Tráfego	
Eng. Pedro Picada Gomes	CREA 228845/D-RS
- Projeto Geométrico	
Eng. Vinícius Isoppo Rodrigues	CREA 206507/D-RS
- Projeto Terraplenagem	
Eng. Marcos Roberto Maciel Pereira	CREA 212573/D-RS
- Projeto de Pavimentação	
Eng. Marcos Roberto Maciel Pereira	CREA 212573/D-RS
- Projeto de Drenagem e Obras de Arte Correntes	
Eng. Renan May Chaves	CREA 236588/D-RS
- Projeto de Interseções, Retornos e Acessos	
Eng. Vinícius Isoppo Rodrigues	CREA 206507/D-RS
- Projeto de Sinalização	
Eng. Gilberto José da Silveira Migliavacca	CREA 65323/D-RS
Tec. Estradas Mirian Faria Robaina	CRT 00158680014/RS
- Projeto de Obras Complementares	
Eng. Gilberto José da Silveira Migliavacca	CREA 65323/D-RS
- Projeto de Desapropriação	
Eng. Luiz Carlos Marques Becker	CREA 227520/D-RS
- Orçamento	
Eng. Ana Marília Julião Terbai Gularte	CREA 076485/D-RS

1.5 IDENTIFICAÇÃO DO TRECHO NO SISTEMA RODOVIÁRIO ESTADUAL

Código	Trecho
468BRS9150	ENTR. BRS-468 – SEDE NOVA

No projeto em questão adotou-se resumidamente a seguinte identificação:

Rodovia: BRS/468 (AM Sede Nova),

Trecho: ENTR. BRS-468 – SEDE NOVA

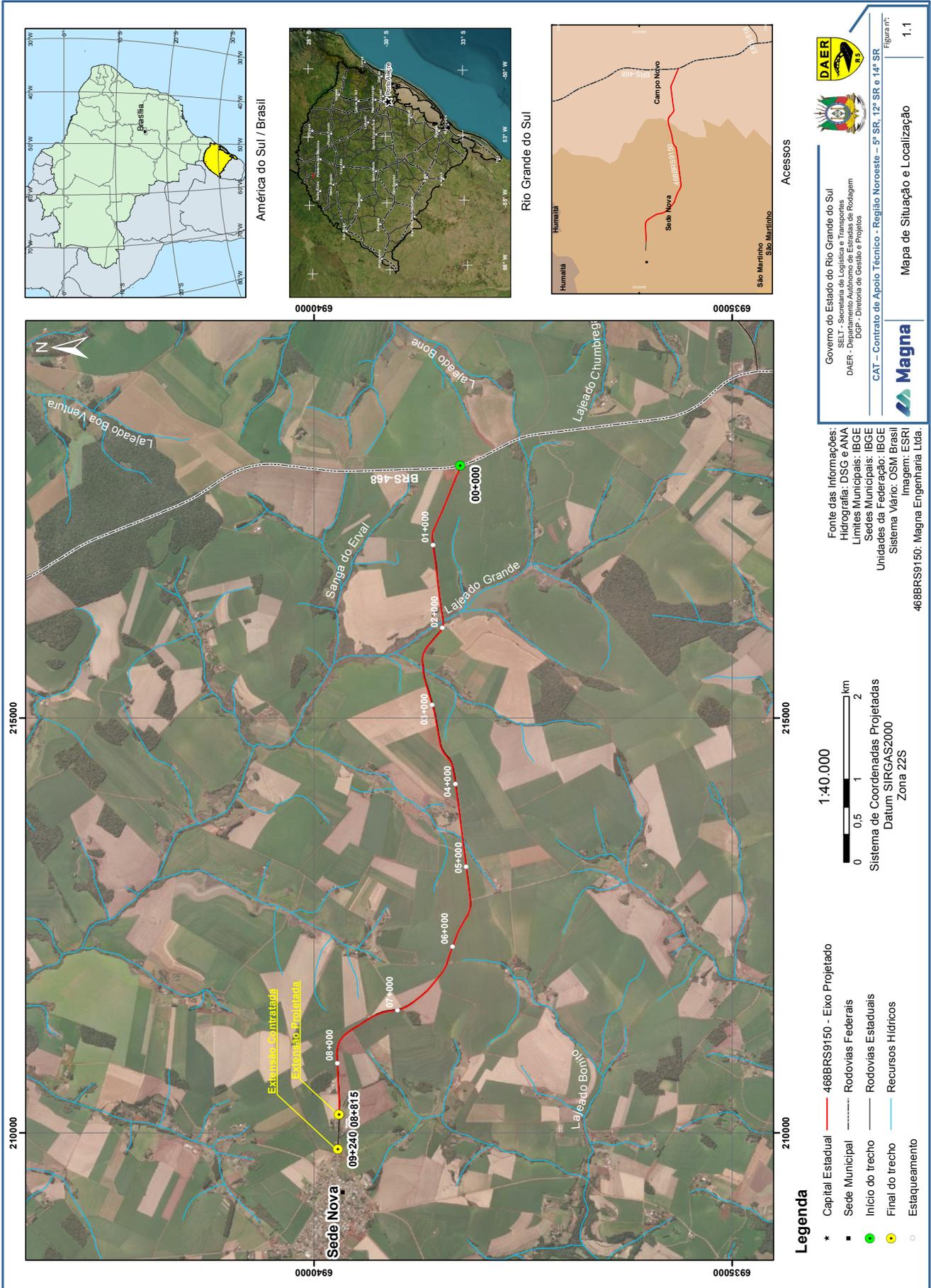




1.6 MAPA DE SITUAÇÃO

A seguir é apresentado o Mapa de Situação do trecho em questão.





Fonte das informações:
 Hidrografia: DSC e ANA
 Limites Municipais: IBGE
 Sedes Municipais: IBGE
 Unidades da Federação: IBGE
 Sistema Viário: OSM Brasil
 Imagem: ESRI
 468BRS9150: Magna Engenharia Ltda.

1:40.000
 0 0,5 1 2 km
 Sistema de Coordenadas Projetadas
 Datum SIRGAS2000
 Zona 22S

- Legenda**
- * Capital Estadual — 468BRS9150 - Eixo Projetado
 - Sede Municipal
 - Início do trecho
 - Final do trecho
 - Estaqueamento
 - Rodovias Federais
 - Rodovias Estaduais
 - Recursos Hídricos

DAER
 Governo do Estado do Rio Grande do Sul
 SELT - Secretaria de Legislação e Transcrições
 DAER - Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem
 DGP - Diretoria de Gestão e Projetos

Magna
 CAT - Contrato de Apoio Técnico - Região Noroeste - 5ª SR, 12ª SR e 14ª SR
 Figura nº: 1.1
 Mapa de Situação e Localização



II ESTUDOS



1 ESTUDOS DE TRÁFEGO



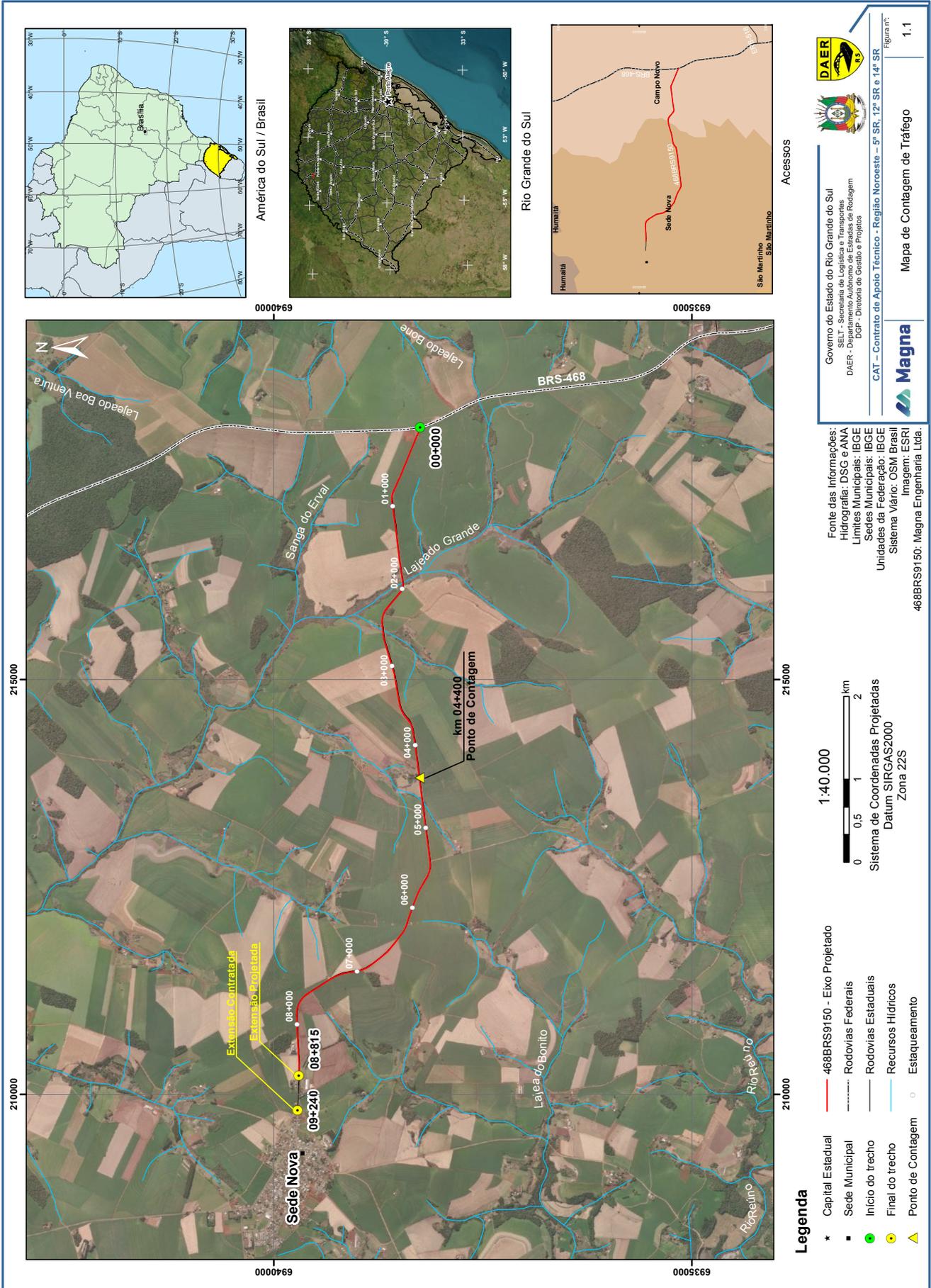
1 ESTUDOS DE TRÁFEGO

1.1 INTRODUÇÃO

Os Estudos de Tráfego têm por objetivos a obtenção de uma estimativa do volume de tráfego no trecho da rodovia BRS/468 (AM Sede Nova), SRE 468BRS9150, ao longo do período de projeto, bem como determinar a solicitação do pavimento (Número N).

1.2 CONTAGEM VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA

Os estudos de tráfego referentes à 468BRS9150, trecho Entr. BRS-468/Sede Nova, foram realizados a partir da contagem volumétrica classificatória no km 4+400 desta mesma rodovia, no ano de 2022. A seguir é apresentado o mapa de localização do posto de contagem.



Governo do Estado do Rio Grande do Sul
 SELT - Secretaria de Logística e Transportes
 DAER - Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem
 DGP - Diretoria de Gestão e Projetos
 CAT - Contrato de Apoio Técnico - Região Noroeste - 5ª SR, 12ª SR e 14ª SR

Fonte das informações:
 Hidrografia: DSC e ANA
 Limites Municipais: IBGE
 Sedes Municipais: IBGE
 Unidades da Federação: IBGE
 Sistema Viário: OSM Brasil
 Imagem: ESRI

468BRS9150: Magna Engenharia Ltda.

1:40.000



Sistema de Coordenadas Projetadas
 Datum SIRGAS2000
 Zona 22S

- Legenda**
- * Capital Estadual
 - Sede Municipal
 - Início do trecho
 - Final do trecho
 - Ponto de Contagem
 - 468BRS9150 - Eixo Projetado
 - Rodovias Federais
 - Rodovias Estaduais
 - Recursos Hídricos
 - Estaqueamento

Mapa de Contagem de Tráfego

Figura nº: 1.1



Realização de contagem de tráfego manual

O método de contagem utilizado foi o de contagem manual, sendo feita por uma equipe durante 16 horas dos três dias: 26/04/2022 – Terça-Feira, 27/04/2022 – Quarta-Feira e 28/04/2022 – Quinta-Feira. Os quadros com os dados de campo são exibidos a seguir.



RODOVIA		468BRS9150		TRÊSIO		SEDE NOVA - ENTR. BRS-468		SEDE NOVA - ENTR. BRS-468		DATA		28/04/2022																		
LOCALIDADE		SEDE NOVAS		SENDO		LOCALIZAÇÃO - PI		CRESCENTE SEDE NOVA - ENTR. BRS-468		KI		4400																		
DESCRÇÃO										TEMPO		1ch																		
TIPO DE VEICULO		DATA		0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24		TOTAL																								
 AUTOMYLL CAM CAR DEPIA PERUA JEP KOMBI	1	28/04/2022	-	-	-	-	2	4	6	3	4	5	8	5	9	12	5	6	5	2	3	2	-	-	81	AUTOMOVES				
	ÔNIBS		DATA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
	MICROÔNIBS		28/04/2022	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	5	COLETINOS	
	CM2-016		28/04/2022	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	6	LEVES	
	CM2-620		DATA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
	2CM1		28/04/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	MEDIOS
	CM3-10		28/04/2022	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	1	1	-	-	7	PESADOS
 TRACAO MECANCA TRACAO ANIMAL MOTOS	CM2		DATA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
	CM3		28/04/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	CMR		28/04/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	ULTRAPESADOS		28/04/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	6	
TOTAL POR HORA		28/04/2022	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	18	OUTROS	
TOTAL		28/04/2022	-	-	-	-	-	-	-	3	7	7	5	10	11	10	15	14	8	10	10	7	5	3	-	-	-	132	TOTAL	

1588-R-468BRS9150-MIN-MED-01-07



As subcategorias veiculares ficaram de acordo com a descrição apresentada no quadro a seguir:

Crescimento do tráfego e número N por faixa Classes Veiculares

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

Os quadros 2 e 3 apresentam o resumo dos três dias de contagens por hora nos dois sentidos. A partir das contagens horárias, foi determinada também a hora pico de cada sentido, destacados em cada quadro.

Quadro 2: Média da contagem nos três dias – Sentido Crescente

Rodovia:	468BRS9150		SENTIDO: Crescente: Sede Nova → ENTR BRS-468				
HORÁRIOS	PASSEIO	COLETIVO	CAMINHÕES				TOTAL
			LEVE	MÉDIO	PESADO	ULTRA-PESADO	
06:00 - 07:00	3	1	1				5
07:00 - 08:00	5	1	2		1	1	10
08:00 - 09:00	6	1	1	1			9
09:00 - 10:00	3	1	1		1	1	7
10:00 - 11:00	4	1	1			1	7
11:00 - 12:00	4	1	1	2	1	1	10
12:00 - 13:00	9	1	1	2	1		14
13:00 - 14:00	5			4			9
14:00 - 15:00	8	1		1	1		11
15:00 - 16:00	15		1	1			17
16:00 - 17:00	5			1			6
17:00 - 18:00	7	1	1		1		10
18:00 - 19:00	4		1	1	1	1	8
19:00 - 20:00	3	1	1		1	1	7
20:00 - 21:00	3		1		1		5
21:00 - 22:00	3				2	1	6
TOTAL	87	10	13	13	11	7	141



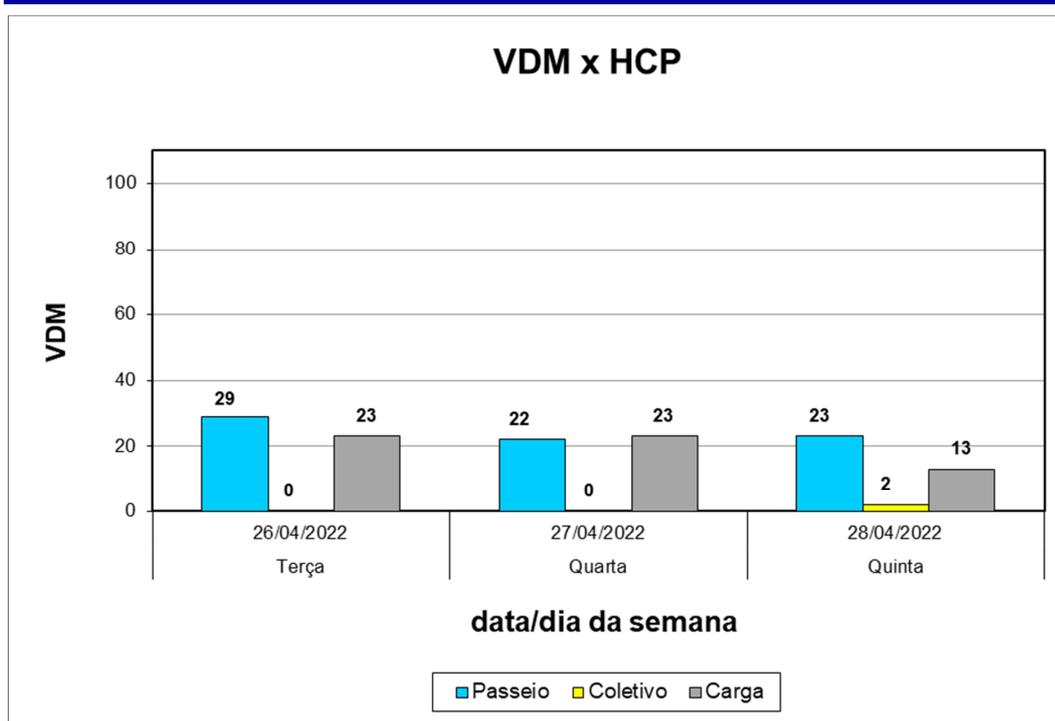


Quadro 3: Média da contagem nos três dias – Sentido Decrescente

Rodovia:	468BRS9150		SENTIDO : Decrescente: ENTR BRS-468 → Sede Nova				
HORÁRIOS	PASSEIO	COLETIVO	CAMINHÕES				TOTAL
			LEVE	MÉDIO	PESADO	ULTRA-PESADO	
06:00 - 07:00	3		1	1			5
07:00 - 08:00	4		1	1			6
08:00 - 09:00	6		2		1	1	10
09:00 - 10:00	4		1	1		2	8
10:00 - 11:00	6		1	1		1	9
11:00 - 12:00	5	1	1		1	1	9
12:00 - 13:00	4						4
13:00 - 14:00	4		1	1			6
14:00 - 15:00	6	1		1		1	9
15:00 - 16:00	10	1	1	2		1	15
16:00 - 17:00	5	1		1	1		8
17:00 - 18:00	6	1	1	1			9
18:00 - 19:00	6		1	1		1	9
19:00 - 20:00	6		1	1	1	1	10
20:00 - 21:00	2		2	1			5
21:00 - 22:00	2		1	1			4
TOTAL	79	5	15	14	4	9	126

A figura a seguir apresenta o VDM da hora pico segmentado por classes de veículos e por dia de contagem.





VDM da hora pico por dia de contagem

Dessa forma, apresenta-se o quadro resumo da contagem de tráfego volumétrica obtidas para o segmento em estudo da rodovia 468BRS9150, utilizando-se do fator de 1,13 para a estimativa dos valores de 16 horas para 24 horas.

Resumo da Contagem de Tráfego

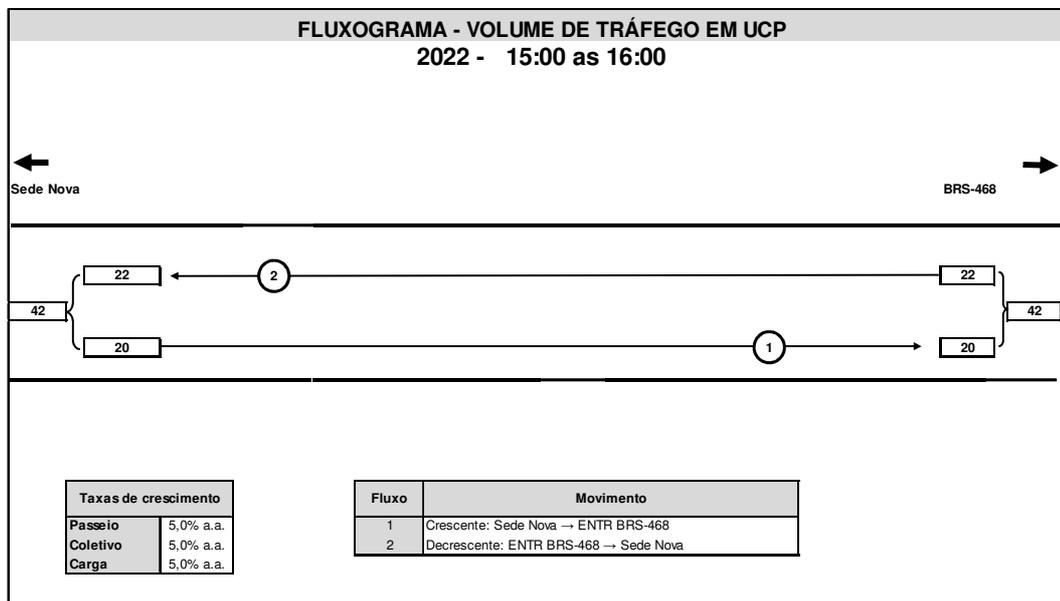
Resumo da Contagem de Tráfego Volumétrica Classificatória									
Rodovia:		468BRS9150		Local:				Sede Nova - ENTR. BRS-468	
SENTIDO	PASSEIO	COLETIVO	CAMINHÕES				TOTAL		
			LEVES	MEDIOS	PESADOS	ULTRA-PESADOS			
Crescente: Sede Nova → ENTR BRS-468	98	11	15	15	12	8	159		
	61,7%	7,1%	9,2%	9,2%	7,8%	5,0%	100,0%		
Decrescente: ENTR BRS-468 → Sede Nova	89	6	17	16	5	10	142		
	62,7%	4,0%	11,9%	11,1%	3,2%	7,1%	100,0%		
TOTAL	188	17	32	31	17	18	302		
	62,2%	5,6%	10,5%	10,1%	5,6%	6,0%	100,0%		

Os quadros a seguir contêm os fluxogramas em UCP do horário crítico para o ano de contagem 2022, ano de abertura de tráfego (2024) e para horizonte de projeto de 10 ano (2033):

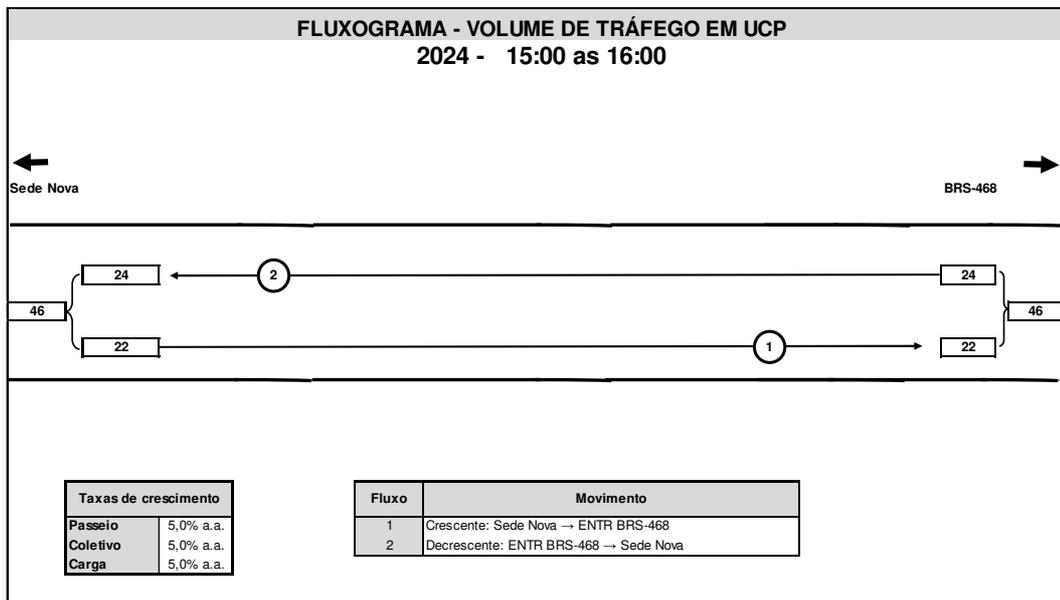




Fluxograma UCP Hora Pico – Ano atual

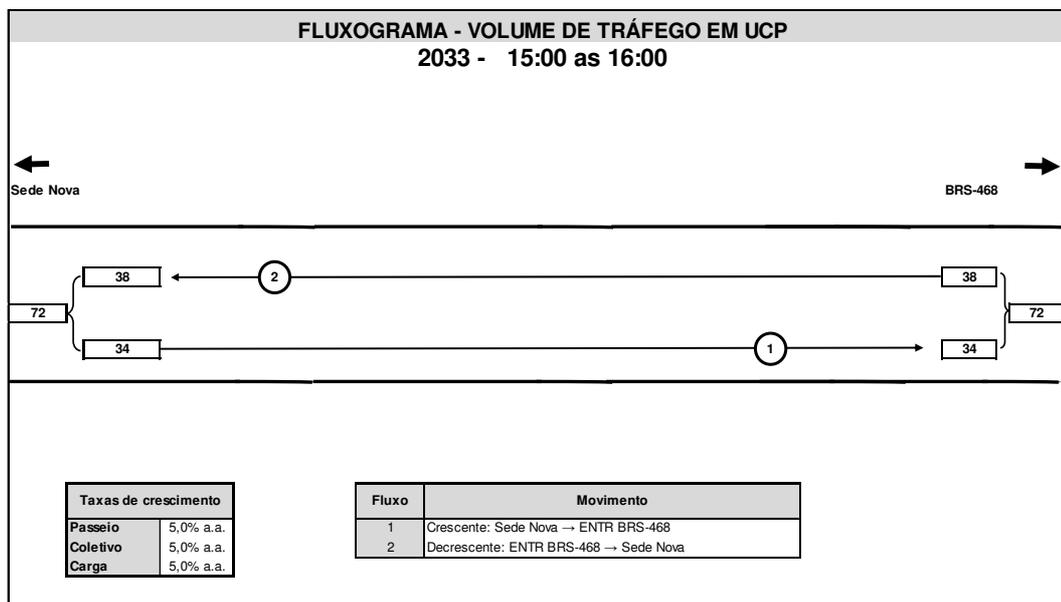


Fluxograma UCP Hora Pico – Ano de abertura





Fluxograma UCP Hora Pico – Ano de projeto



1.3 PROJEÇÃO DE TRÁFEGO E CÁLCULO DO NÚMERO N DE EQUIVALENTES PASSAGENS DO EIXO PADRÃO.

Para cálculo da projeção do tráfego e VDM, foi aplicada a taxa de crescimento anual de 5% de acordo com indicação fornecida pelo DAER. Por se tratar de uma rodovia existente com deslocamento predominantemente local, o tráfego total será composto pelo tráfego normal existente, desconsiderando-se as parcelas provenientes do tráfego gerado, tendo em vista as condições da malha rodoviária na região.



Projeção do Tráfego para horizonte de 10 anos

Projeção do Tráfego							
Rodovia:		Local:					
468BRS9150		Sede Nova - ENTR. BRS-468					
Ano	PASSEIO	COLETIVO	CAMINHÕES				TOTAL
			LEVES	MEDIOS	PESADOS	ULTRA-PESADOS	
2022	188	17	32	31	17	18	302
2023	197	18	33	32	18	19	317
2024	207	19	35	34	19	20	333
2025	217	20	37	35	20	21	349
2026	228	21	38	37	21	22	367
2027	239	22	40	39	22	23	385
2028	251	23	42	41	23	24	404
2029	264	24	45	43	24	25	425
2030	277	25	47	45	25	27	446
2031	291	26	49	47	26	28	468
2032	306	28	52	50	28	29	491
2033	321	29	54	52	29	31	516
Taxa de Crescimento do Tráfego							
Automóvel		5,00%	ao ano				
Coletivo		5,00%	ao ano				
Caminhão		5,00%	ao ano				

Dada a consolidação dos dados e a demonstração do VDM para as 6 categorias, o número de solicitações equivalentes ao eixo padrão (8,2 toneladas) é estimado pelo método DAER, conforme IS 110/2010 do DAER, com a aplicação da equação (1).

$$N_i = VDM_{comercial\ i} \times FV_{DAER} \times n \times FF \times FR \times FE \times 10^6$$

Onde:

Ni: eixos equivalentes que trafegaram por faixa na rodovia no ano "i";

VDM comercial i: volume diário médio de tráfego projetado para veículos da categoria no ano "i";

FVDAER: 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.





Portanto, para o cálculo do Número N os parâmetros adotados foram os seguintes:

Taxa de crescimento:

<i>Veículos de Passeio</i>	5,00%
<i>Veículos de Carga</i>	5,00%
<i>Coletivos</i>	5,00%
Fator Regional:	1,0000
Fatores de pista:	0,5000
Fatores de Veículo:	
<i>Coletivos:</i>	0,3450
<i>Leves</i>	0,0630
<i>Médios</i>	1,3710
<i>Pesados</i>	4,9860
<i>Ultra pesados</i>	11,2050

O número N foi estimado para o 10º ano a partir da abertura do tráfego, com aplicação da taxa de crescimento anual de tráfego de 5% - conforme orientação técnica da Superintendência de Pesquisas Rodoviárias do DAER. A projeção dos volumes de tráfego e determinação do número N anual e acumulado são demonstradas no Quadro a seguir para todo o trecho analisado. O número N de projeto é dado pelo acúmulo de solicitações no período compreendido entre a abertura ao tráfego (2024) e o horizonte de projeto (2033), portanto, $8,5 \times 10^5$.





Projeção do tráfego e do número N

Projeção do Tráfego e do número N										
RODOVIA		468BRS9150								
TRECHO		Sede Nova - ENTR. BRS-468								
CONTAGEM										
Categorias		Passeio	Coletivo	Carga				TOTAL		
				Leve	Média	Pesada	Ultra Pes			
ANO CONTAGEM	2022	VDM	188	17	32	31	17	18	302	
		%	62%	6%	10%	10%	6%	6%	100%	
TAXA	5%	a.a.	Meia Pista	94	8	16	15	8	9	151
TRÁFEGO E NÚMERO N										
Ano	Passeio	Taxa Cresc	Coletivo	Taxa Cresc	Carga	Taxa Cresc	TOTAL POR SENTIDO	VDM	N (10 E 6)	N Acum (10 E 6)
2022	188	5%	17	5%	97	5%	151	302	0,06	0,06
2023	197	5%	18	5%	102	5%	158	317	0,06	0,07
2024	207	5%	19	5%	107	5%	166	333	0,07	0,07
2025	217	5%	20	5%	112	5%	175	349	0,07	0,14
2026	228	5%	21	5%	118	5%	183	367	0,07	0,21
2027	239	5%	22	5%	124	5%	193	385	0,08	0,29
2028	251	5%	23	5%	130	5%	202	404	0,08	0,37
2029	264	5%	24	5%	137	5%	212	425	0,09	0,46
2030	277	5%	25	5%	144	5%	223	446	0,09	0,55
2031	291	5%	26	5%	151	5%	234	468	0,10	0,65
2032	306	5%	28	5%	158	5%	246	491	0,10	0,75
2033	321	5%	29	5%	166	5%	258	516	0,11	0,85
Horizonte	10				Fatores de Veículo	Coletivo:				0,3450
Fator Climático:	1,00					Carga Leve:				0,0630
Fator de FAIXA	0,50					Carga Média:				1,3710
Fator de expansão	1,00					Carga Pesada:				4,9860
Abertura ao tráfego	2024					Carga Ultra Pesada:				11,2050

Na adoção do número N para o segmento projetado previu-se a abertura ao tráfego para o ano de 2024. Considerando-se o período de projeto de 10 anos, de 2024 a 2033, obteve-se: $N = 8,5 \times 10^5$

1.4 CLASSE DA RODOVIA

Pelo VDM projetado de 516 veículos para o 10º ano após a abertura da rodovia ao tráfego, conforme apresenta-se no quadro abaixo:

Quadro 1.1 Volume de tráfego misto no ano de contagem e no horizonte de projeto

SRE	VDM	
	2022	2033
468BRS9150	302	516

Ao analisar os resultados, conclui-se que o trecho estudado ficou enquadrado como Classe IV-B, sendo considerado em região ondulada, conforme as disposições da Normas de Projetos Rodoviários do DAER junto ao Aditivo nº 1 dessa norma.





2 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS



2 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O presente levantamento tem por objetivo, coletar dados através do levantamento planialtimétrico cadastral georreferenciado, para à elaboração da Readequação de projeto executivo da rodovia 468ERS9150, trecho de acesso ao município de Sede nova. Seguindo às normativas da Instrução de Serviço do DAER IS-100/94.

O levantamento topográfico, objeto deste relatório, iniciou no Km 0+000 (Entr. BRS-468) e se estendeu até o Km 8+816, no início do perímetro urbano de Sede Nova.

Salienta-se que os levantamentos obtidos foram realizados sem qualquer aproveitamento do estudo topográfico do projeto original, pois atualmente os métodos e equipamentos disponíveis encontram-se mais avançados e com melhores precisões. Também não foram encontradas as referências monumentadas e observadas no estudo anterior.

O conteúdo apresentado neste volume engloba os levantamentos topográficos, considerando as disposições constantes da NBR 13.133/94, IS-204, IS-205 e IS-208 fornecidas pelo DNIT, sendo feita a transladação do sistema UTM para LTM (coordenada local).

Os elementos de campo foram definidos a partir do desenvolvimento das seguintes atividades:

- Implantação de 06 (seis) marcos, convenientemente localizados, protegidos e identificados, com coordenadas dos vértices determinadas por sistema de georreferenciamento com coordenadas verdadeiras e implantados a cada 5 km em média;
- Implantação de 23 (vinte e três) RNs para determinação da rede de nível;
- Levantamento de seções transversais em todas as estacas do eixo com uma distância mínima de 20 metros para cada lado, que corresponde a faixa de domínio existente;
- Levantamento das obras de arte correntes existentes (bueiros, galerias, pontes, etc.) e dos locais de possíveis prolongamentos;



2.2 PERÍODO DE EXECUÇÃO

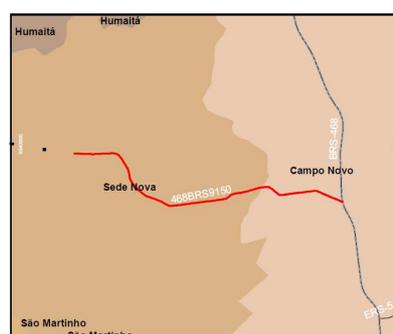
Os serviços de levantamento topográfico foram realizados entre os dias 20/07/2021 e 08/08/2021.

2.3 LOCALIZAÇÃO

O trecho objeto deste levantamento tem início km 0+000 no trevo de acesso da BRS-468 ao município de Sede Nova e se desenvolve por 8,815 km até o final deste segmento, como apresentado no mapa de situação/localização a seguir.



Rio Grande do Sul



Acessos

Figura 1 – Localização da rodovia



2.4 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE GEORREFENCIAMENTO

Para a determinação do sistema de referência planialtimétrica da topografia, optou-se pela implantação de marcos geodésicos 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 geodésicos, foi seguido as orientações para homologação de marcos do IBGE, que permitem a ocupação da estação-base, com coletas de receptores geodésicos de no mínimo duas frequências na banda L. O tempo de leitura em cada marco foi realizada com no mínimo 4h (quatro horas), sendo sua materialização feita em solo firme e estável, e o marco com chapa identificadora incrustada em seu topo, como apresentado na figura a seguir.



Figura 2 – Implantação do Sistema Georeferenciamento

2.4.1 Origem do Sistema DATUM e Referencial Altimétrico

A metodologia para transporte de coordenadas dos pontos de controle foi feita obedecendo a norma de georeferenciamento 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 2000, com transporte de coordenadas a partir das estações geodésicas (marcos georeferenciados). Fez-se ocupações das bases M-01, M-02, M-03, M-04, M-05 e M-06, localizados ao longo do trecho, com uma distância entre os pares equivalente ou inferior a 5 km, conforme monografias apresentadas. As ocupações nos marcos, tiveram gravações no módulo estático, com ocupação de no mínimo 4 horas.



Com o GPS ROVER, fez-se ocupações dos RNs, a partir da base de marco mais próximo e as ocupações tiveram gravações no módulo estático, por um período de 45'.

A poligonal GPS se deu entre os marcos implantados, passando pelos RNs, que estão distantes entre si aproximadamente em 500 metros. 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 de cada marco, todas pertencentes ao Fuso 22.

O equipamento utilizado para a implantação do sistema de referência foi o GPS RTK Topcon Hiper VR, configurado para gravação de dados somente solução fixa, com média de 5 leituras, com desvio de 3mm (erro máximo 8mm na horizontal e 15mm na vertical).

Também está sendo apresentado a declaração de bom funcionamento dos equipamentos utilizados (figura 4), atestando que se encontram em bom estado de funcionamento conforme os parâmetros preestabelecidos em norma.



Figura 3 – Receptor RTK – Topcon Hiper VR



Certificado nº 464-22

DECLARAÇÃO DE PRECISÃO

Cliente	Magna Engenharia
Endereço	Rua D. Pedro II, 331
Fone	51-2104-0000
CNPJ/CPF	33980905/0001-24
Cidade	Porto Alegre/ RS

ESPECIFICAÇÃO DO INSTRUMENTO

Instrumento	Sistema GNSS RTK modelo
Marca	TOPCON
Modelo	VR
Nº de Série	1448-14537 E 1448-14623
Precisão	

Nós da Geotécnica Equipamentos e Sistemas Topográficos Ltda., Fornecedora de equipamentos, serviços de manutenção e software para a área de Topografia, Atestamos e Declaramos para os devidos Fins que o Equipamento acima citado que esta em poder da Empresa Magna Engenharia Ltda., encontra-se em perfeito estado de utilização de acordo com sua natureza técnica de fabricação.
Acompanha essa declaração o catálogo do Fabricante com comprovação das precisões.

Porto Alegre, 28 de Julho de 2022.

00.244.104/0001-41
 GEOTÉCNICA EQUIPAMENTOS E SISTEMAS TOPOGRÁFICOS LTDA
 RUA FÉLIX DA CUNHA, 465 FLORESTA - CEP 90570-001
 PORTO ALEGRE - RS

Geotécnica Equipamentos e Sistemas Topograficos Ltda
 Ajadir Zwirtes

Figura 4 - Laudo Técnico dos Equipamentos Utilizados



2.4.2 Origem do Sistema DATUM e Referencial Altimétrico

A implantação e o rastreamento dos Marcos (figura 5 a 10) e RNs (tabela 1), 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.

O referencial (bases marcos), teve rastreo de 4 horas, para garantir a precisão esperada para um levantamento estático, conforme recomendação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, com tempo de rastreo estático 45' (quarenta e cinco minutos), a partir do marco mais próximo.



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

Sumário do Processamento do marco: M01

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2022/03/09 16:06:50,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2022/03/09 21:05:10,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	TPSHIPER_VR NONE
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):	1,664
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	0,77 GPS 0,60 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,78 GPS 0,91 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (É a que deve ser usada) ⁴	-27° 39' 02,0534"	-53° 51' 28,4136"	501,59	6938239.546	218036.550	-51
Na data do levantamento ⁵	-27° 39' 02,0448"	-53° 51' 28,4148"	501,59	6938239.810	218036.511	-51
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,002	0,003	0,007			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	Incerteza (m):	0,08
Fator para Conversão (m):	7,42		
Altitude Normal (m):	494,17		

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.



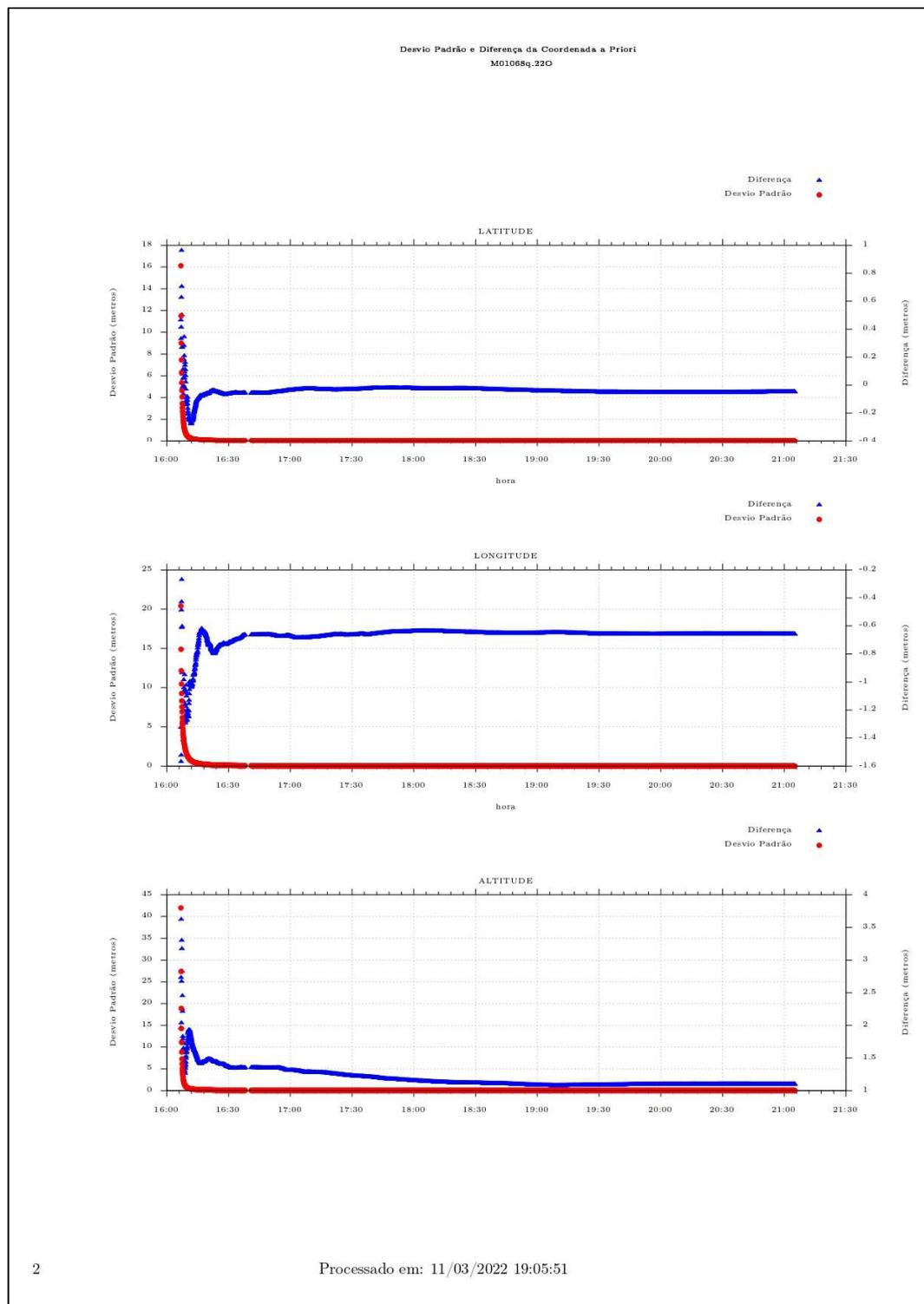


Figura 5 – Relatório PPP – Marco M-01





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

Sumário do Processamento do marco: M02

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2022/03/20 11:53:35,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2022/03/20 15:58:40,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	TPSHIPER_VR NONE
Órbitas dos satélites: ¹	FINAL
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):	2,515
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	0,90 GPS 1,12 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,77 GPS 0,90 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (É a que deve ser usada) ⁴	-27° 38' 55,1926"	-53° 51' 29,9930"	499,05	6938449.795	217988.349	-51
Na data do levantamento ⁵	-27° 38' 55,1840"	-53° 51' 29,9942"	499,05	6938450.059	217988.310	-51
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,001	0,004	0,006			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	Incerteza (m):	0,08
Fator para Conversão (m):	7,41		
Altitude Normal (m):	491,64		

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.



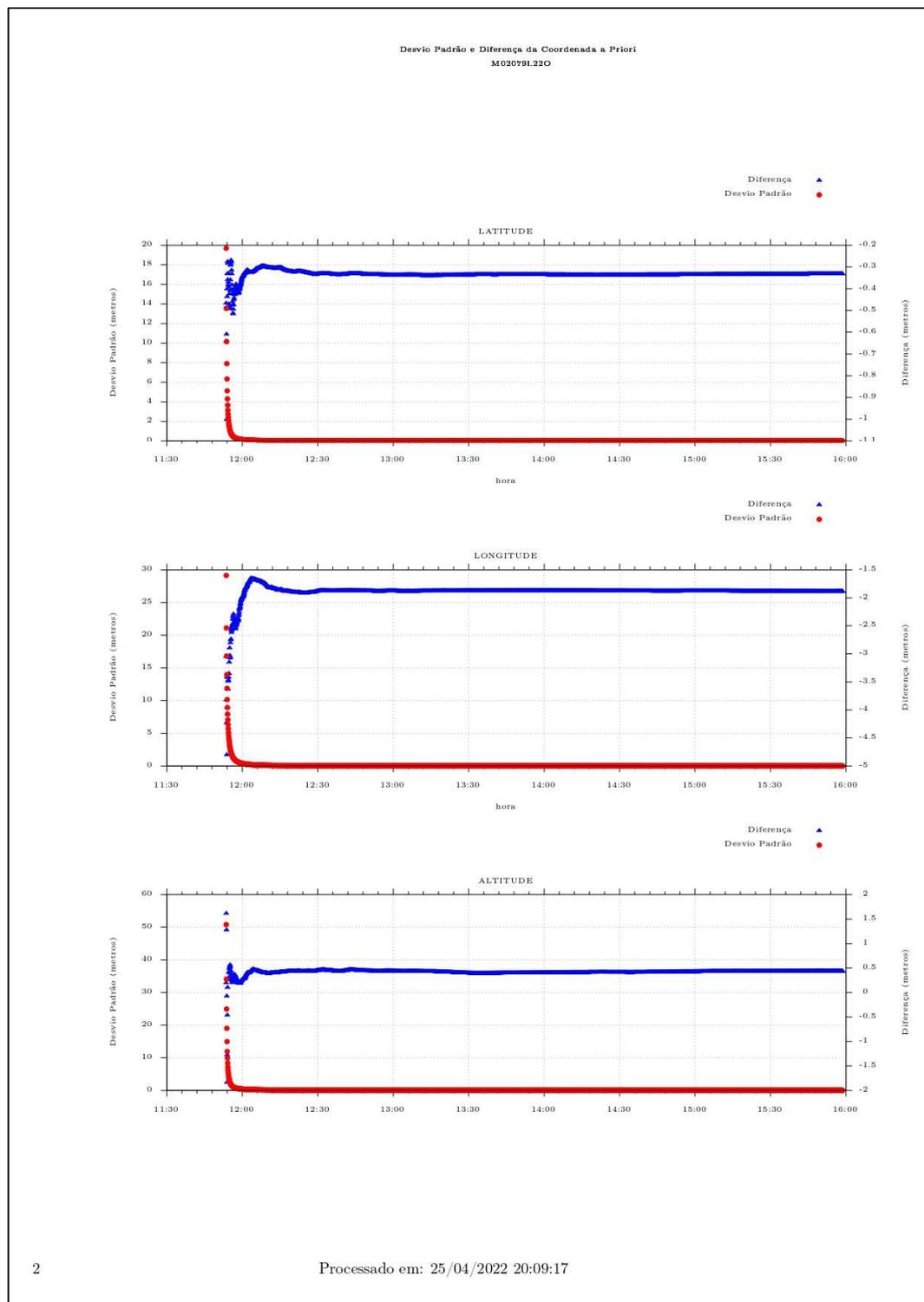


Figura 6 – Relatório PPP – Marco M-02





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

Sumário do Processamento do marco: M03

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2022/03/09 11:04:10,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2022/03/09 15:42:50,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	TPSHIPER_VR NONE
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):	1,574
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	0,96 GPS 0,87 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,79 GPS 1,06 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (É a que deve ser usada) ⁴	-27° 38' 57,5836"	-53° 53' 57,6182"	452,06	6938281.711	213942.239	-51
Na data do levantamento ⁵	-27° 38' 57,5750"	-53° 53' 57,6194"	452,06	6938281.975	213942.200	-51
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,001	0,004	0,005			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	Incerteza (m):	0,08
Fator para Conversão (m):	7,45		
Altitude Normal (m):	444,61		

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.



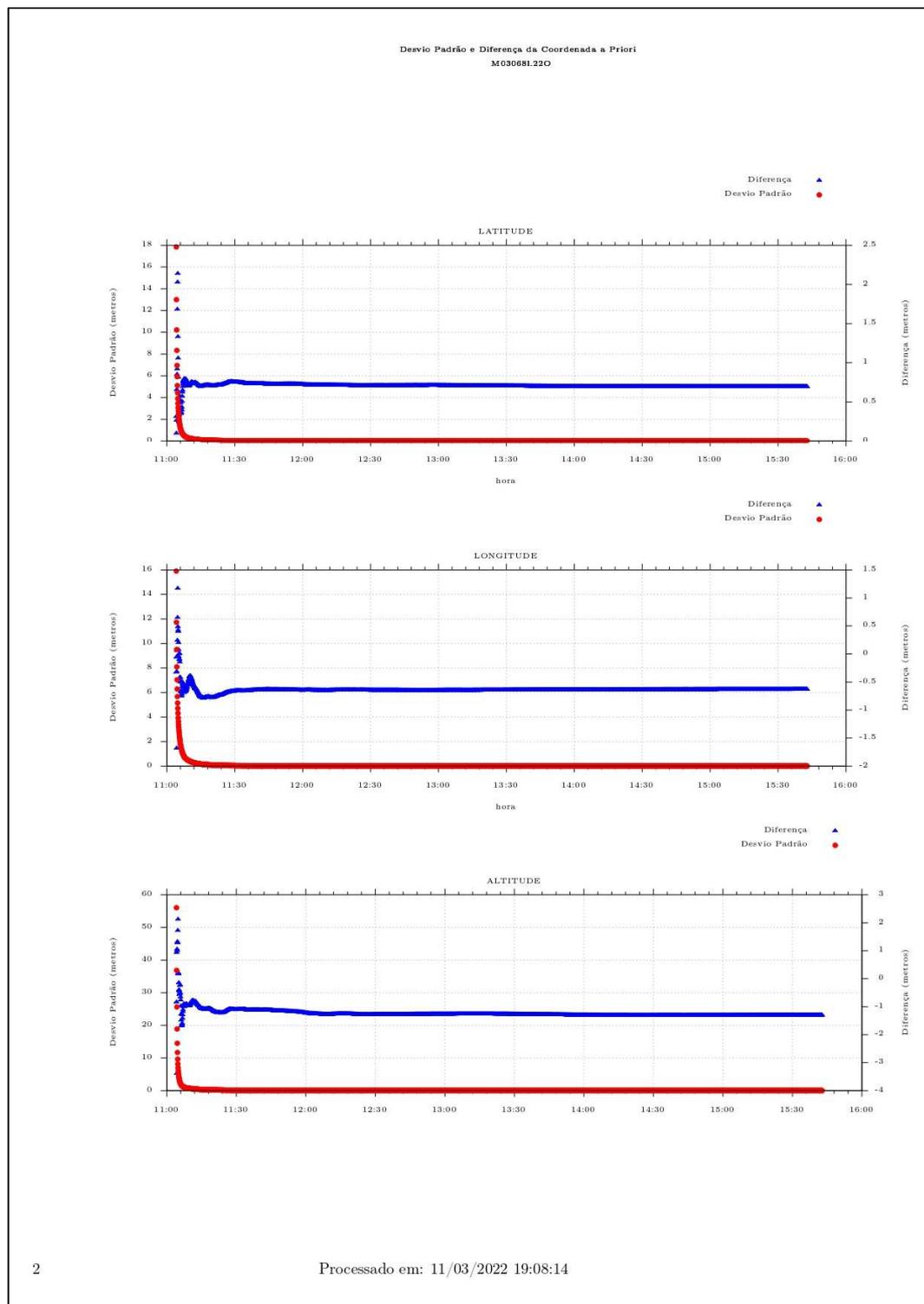


Figura 7 – Relatório PPP – Marco M-03





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

Sumário do Processamento do marco: M04

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2022/03/09 11:20:00,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2022/03/09 15:46:55,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	TPSHIPER_VR NONE
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):	2,411
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	0,91 GPS 0,87 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,88 GPS 1,10 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (É a que deve ser usada) ⁴	-27° 38' 58,5427"	-53° 54' 09,3687"	451,68	6938244.601	213620.737	-51
Na data do levantamento ⁵	-27° 38' 58,5341"	-53° 54' 09,3699"	451,68	6938244.866	213620.697	-51
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,001	0,005	0,005			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	Incerteza (m):	0,08
Fator para Conversão (m):	7,45		
Altitude Normal (m):	444,23		

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.



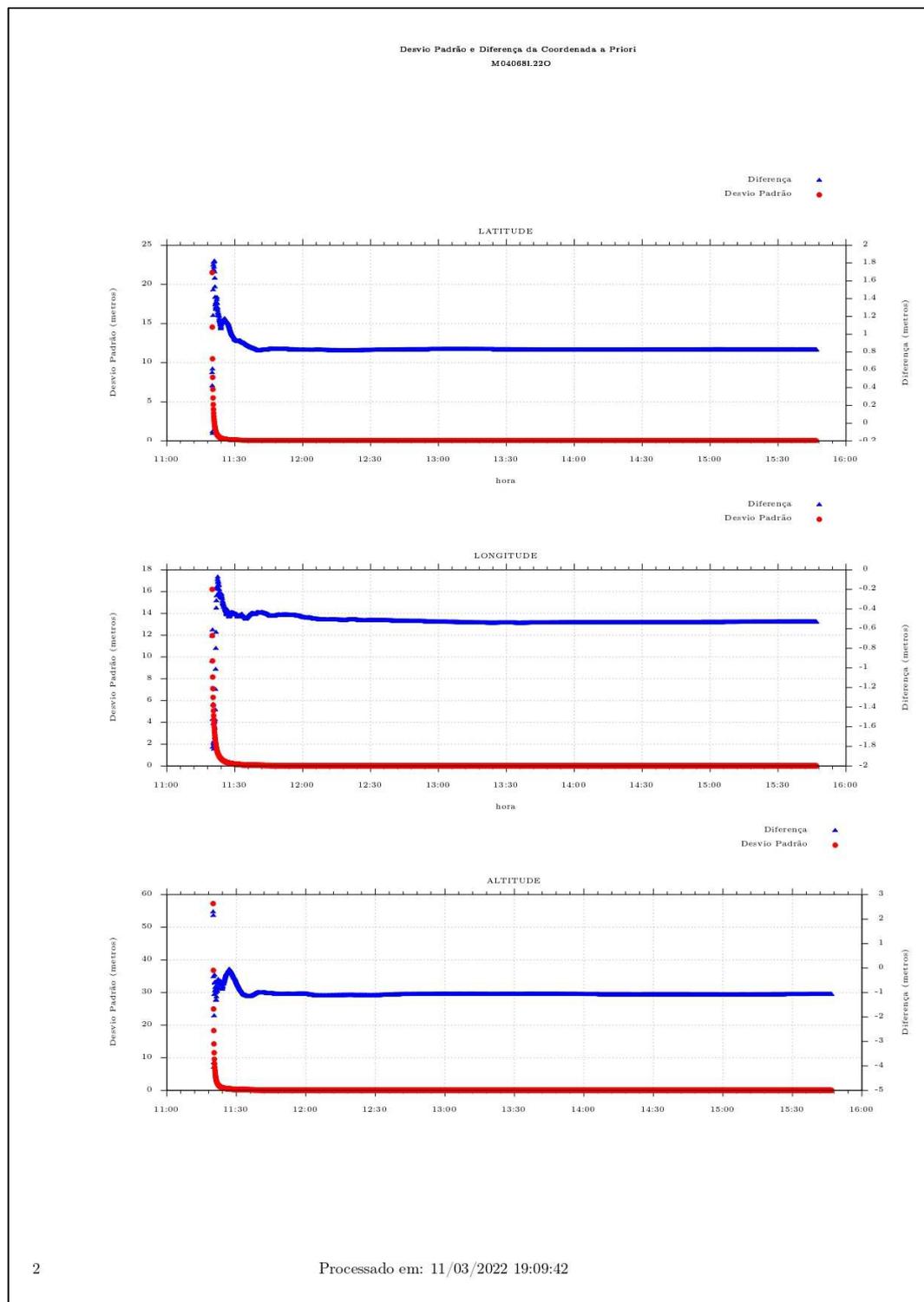


Figura 8 – Relatório PPP – Marco M-04





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

Sumário do Processamento do marco: M05

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2022/03/08 17:40:20,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2022/03/08 22:25:40,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	TPSHIPER_VR NONE
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):	2,535
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	1,13 GPS 1,17 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,82 GPS 0,87 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (É a que deve ser usada) ⁴	-27° 38' 07,8165"	-53° 56' 23,6234"	468,61	6939719.411	209902.246	-51
Na data do levantamento ⁵	-27° 38' 07,8079"	-53° 56' 23,6246"	468,61	6939719.675	209902.206	-51
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,002	0,003	0,007			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	Incerteza (m):	0,08
Fator para Conversão (m):	7,43		
Altitude Normal (m):	461,18		

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.



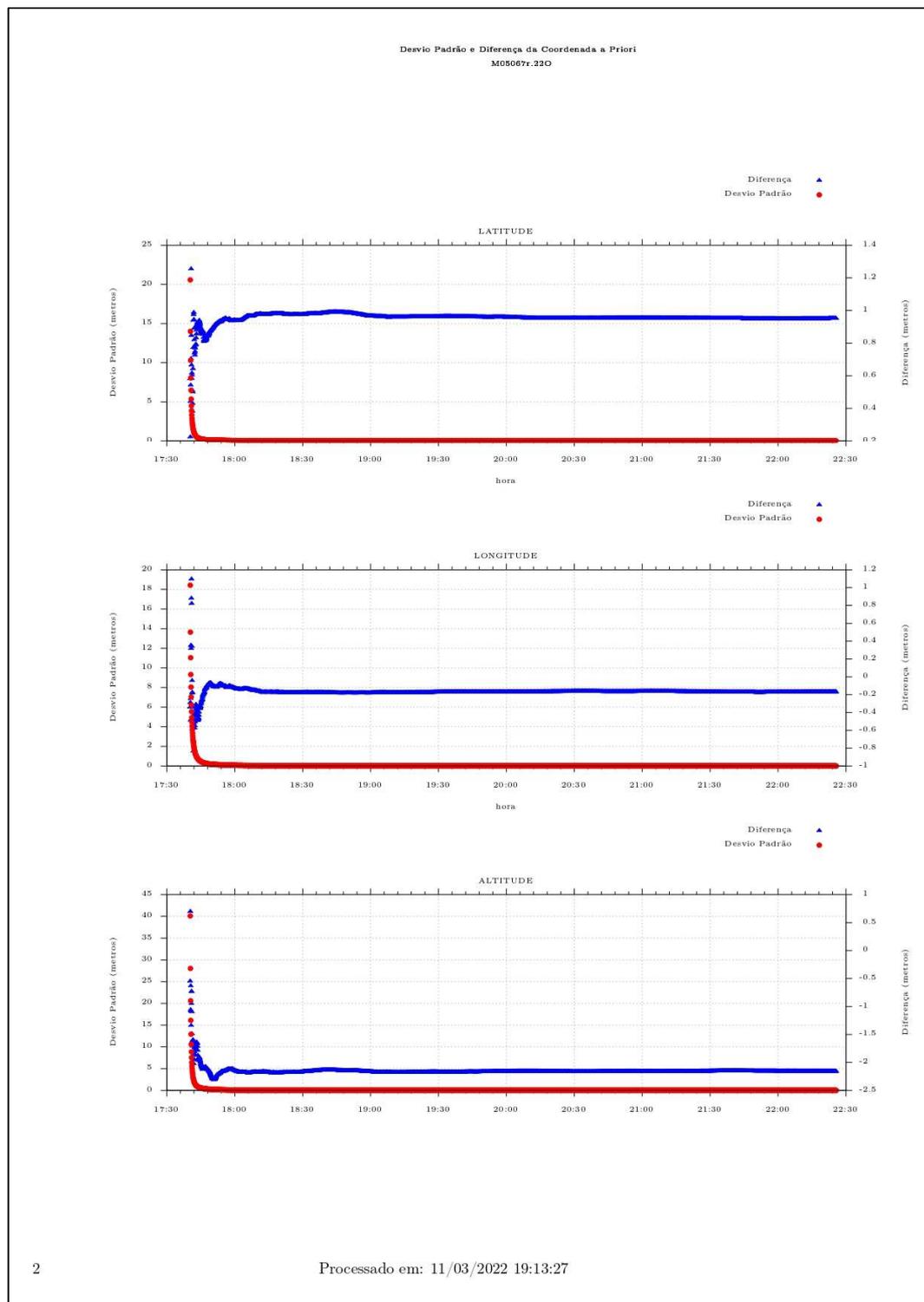


Figura 9 – Relatório PPP – Marco M-05





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

Sumário do Processamento do marco: M06

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2022/03/08 17:24:35,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2022/03/08 22:19:35,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	TPSHIPER_VR NONE
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):	1,533
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	1,33 GPS 1,55 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,94 GPS 0,98 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (É a que deve ser usada) ⁴	-27° 38' 07,6849"	-53° 56' 33,2624"	471,24	6939717.164	209637.810	-51
Na data do levantamento ⁵	-27° 38' 07,6763"	-53° 56' 33,2636"	471,24	6939717.428	209637.771	-51
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,002	0,003	0,008			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	Incerteza (m):	0,08
Fator para Conversão (m):	7,43		
Altitude Normal (m):	463,81		

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.



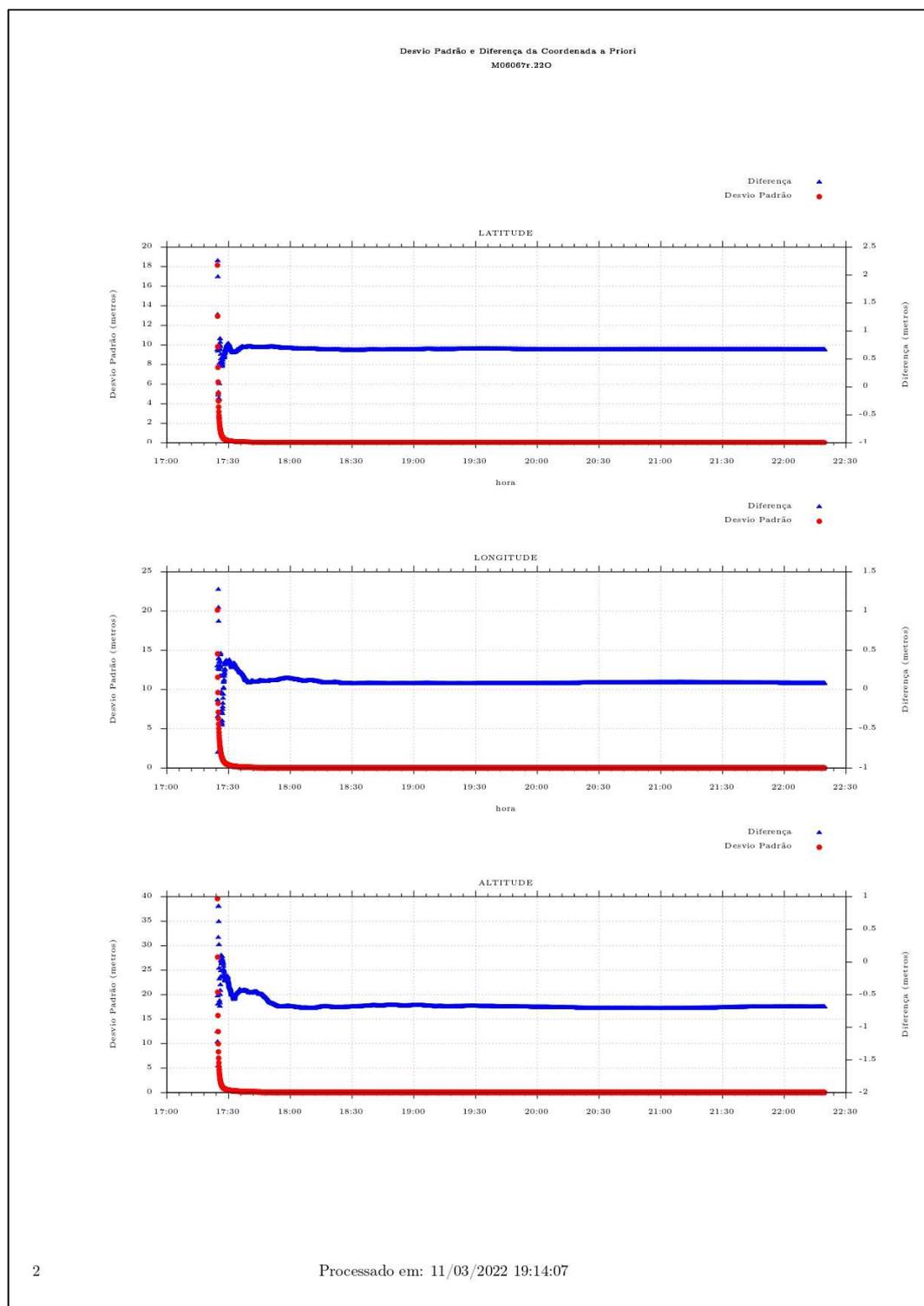


Figura 10 – Relatório PPP – Marco M-06





MONOGRAFIA DE ESTAÇÃO GEODÉSICA
468BRS9150 – ENTR. BRS-468 – SEDE NOVA

Ponto	M-01	Coordenadas Geodésicas	
Implantação	11/02/2022	Latitude	S 27° 39' 02,0534"
Receptor	L1/L2/L3/GLONASS	Longitude	W 53° 51' 28,4136"
Datum	SIRGAS 2000 22S	Solução	FIXA
Croqui		Coordenadas UTM/LTM	Desvio Padrão
		E(U) = 218.036,550 E(L) = 164.684,1513	+/- 0.003
		N(U) = 6.938.239,5460 N(L) = 1.940.244,9798	+/- 0.002
		H orto = 494,170	+/- 0.007
		Descrição do Marco: Bloco de polímero com placa metálica na parte superior. Modelo Geoidal: MapGeo 2020. Intervisível com o marco M-02.	

Itinerário

O marco está localizado na Rodovia 468, início do trecho, no canteiro central do acesso para Sede Nova.



Figura 11 - Monografia M-01



MONOGRAFIA DE ESTAÇÃO GEODÉSICA
468BRS9150 – ENTR. BRS-468 – SEDE NOVA

Ponto	M-02	Coordenadas Geodésicas	
Implantação	11/02/2022	Latitude	S 27° 38' 55,1926"
Receptor	L1/L2/L3/GLONASS	Longitude	W 53° 51' 29,9930"
Datum	SIRGAS 2000 22S	Solução	FIXA
Croqui		Coordenadas UTM/LTM	Desvio Padrão
		E(U) = 217.998,3490 E(L) = 164.640,2454	+/- 0.004
		N(U) = 6.938.449,7950 N(L) = 1.940.456,0417	+/- 0.001
		H orto = 491,300	+/- 0.006
		Descrição do Marco: Bloco de polímero com placa metálica na parte superior. Modelo Geoidal: MapGeo 2020. Intervisível com o marco M-01.	

Itinerário

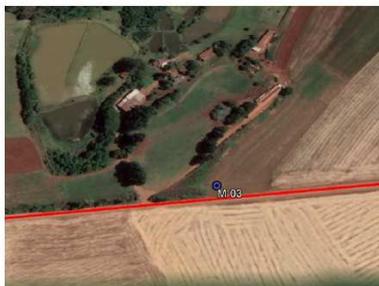
O marco está localizado na Rodovia 468, início do trecho, próximo à cerca, nas proximidades do acesso para Sede Nova.



Figura 12 - Monografia M-02



MONOGRAFIA DE ESTAÇÃO GEODÉSICA
468BRS9150 – ENTR. BRS-468 – SEDE NOVA

Ponto	M-03	Coordenadas Geodésicas	
Implantação	11/02/2022	Latitude	S 27° 38' 57,5836"
Receptor	L1/L2/L3/GLONASS	Longitude	W 53° 53' 57,6182"
Datum	SIRGAS 2000 22S	Solução	FIXA
Croqui		Coordenadas UTM/LTM	Desvio Padrão
		E(U) = 213.942,2390 E(L) = 160.593,9221	+/- 0.004
		N(U) = 6.938.281,7110 N(L) = 1.940.370,0263	+/- 0.001
		H orto = 444,610	+/- 0.005
		Descrição do Marco: Bloco de polímero com placa metálica na parte superior. Modelo Geoidal: MapGeo 2020. Intervisível com o marco M-04.	

Itinerário

O marco está localizado ao longo do acesso para Sede Nova, Km 4+330, à direita, próximo a um acesso residencial.



Figura 13 - Monografia M-03



MONOGRAFIA DE ESTAÇÃO GEODÉSICA
468BRS9150 – ENTR. BRS-468 – SEDE NOVA

Ponto	M-04	Coordenadas Geodésicas	
Implantação	11/02/2022	Latitude	S 27° 38' 58,5427"
Receptor	L1/L2/L3/GLONASS	Longitude	W 53° 54' 09,3687"
Datum	SIRGAS 2000 22S	Solução	FIXA
Croqui		Coordenadas UTM/LTM	Desvio Padrão
		E(U) = 213.620,737 E(L) = 160.271,9264	+/- 0.005
		N(U) = 6.938.244,6010 N(L) = 1.940.339,4568	+/- 0.001
		H orto = 444,230	+/- 0.005
Descrição do Marco: Bloco de polímero com placa metálica na parte superior. Modelo Geoidal: MapGeo 2020. Intervisível com o marco M-03.			

Itinerário

O marco está localizado ao longo do acesso para Sede Nova, Km 4+655, à direita, próximo a um poste de concreto.



Figura 14 - Monografia M-04



MONOGRAFIA DE ESTAÇÃO GEODÉSICA
468BRS9150 – ENTR. BRS-468 – SEDE NOVA

Ponto	M-05	Coordenadas Geodésicas	
Implantação	11/02/2022	Latitude	S 27° 38' 07,8165"
Receptor	L1/L2/L3/GLONASS	Longitude	W 53° 56' 23,6234"
Datum	SIRGAS 2000 22S	Solução	FIXA
Croqui		Coordenadas UTM/LTM	Desvio Padrão
		E(U) = 209.902,2460 E(L) = 156.586,3220	+/- 0.003
		N(U) = 6.939.719,4110 N(L) = 1.941.888,3523	+/- 0.002
		H orto = 461,180	+/- 0.007
		Descrição do Marco: Bloco de polímero com placa metálica na parte superior. Modelo Geoidal: MapGeo 2020.	
		Intervisível com o marco M-06.	

Itinerário

O marco está localizado ao longo do acesso para Sede Nova, Km 9+150, no passeio, à direita, próximo ao vértice de uma cerca.



Figura 15 - Monografia M-05



MONOGRAFIA DE ESTAÇÃO GEODÉSICA
468BRS9150 – ENTR. BRS-468 – SEDE NOVA

Ponto	M-06	Coordenadas Geodésicas	
Implantação	11/02/2022	Latitude	S 27° 38' 07,6849"
Receptor	L1/L2/L3/GLONASS	Longitude	W 53° 56' 33,2624"
Datum	SIRGAS 2000 22S	Solução	FIXA
Croqui		Coordenadas UTM/LTM	Desvio Padrão
		E(U) = 209.637,8100 E(L) = 156.322,0589	+/- 0.003
		N(U) = 6.939.717,1640 N(L) = 1.941.891,4598	+/- 0.002
		H orto = 463,810	+/- 0.008
Descrição do Marco: Bloco de polímero com placa metálica na parte superior. Modelo Geoidal: MapGeo 2020.			
Intervisível com o marco M-05.			

Itinerário

O marco está localizado na área urbana de Sede Nova, lado esquerdo do passeio, na esquina.



Figura 16 - Monografia M-06



Todos os pontos do eixo locado (20 em 20 metros) foram nivelados, sendo o controle efetuados pelas Referências de Nível (RNs), espaçadas a cada 500 metros em média, devidamente amarradas ao eixo topográfico da rodovia, conforme estabelece a IS-205.

No Tabela 1, é apresentada a relação das RNs implantadas com sua localização e respectiva cota aferida.

PLANILHA DE COORDENADAS DAS RNs IMPLANTADAS						
COORDENADAS UTM - DATUM SIRGAS 2000 - MC 51°W				COORDENADAS LTM		FOTO
RNs	ESTE (X)	NORTE (Y)	H (Z)	ESTE (X)	NORTE (Y)	
RN01 Ref. km projeto (km 00+118) LD	217.944,2690	6.938.296,4600	495,140	164.593,0945	1.940.303,7184	
RN02 Ref. km projeto (km 00+629) LE	217.465,5410	6.938.478,4280	475,530	164.118,4239	1.940.495,2394	
RN03 Ref. km projeto (km 01+132) LE	216.987,5510	6.938.552,6830	463,150	163.642,3107	1.940.579,1156	
RN04 Ref. km projeto (km 01+422) LE	216.709,6170	6.938.519,0610	456,010	163.363,9136	1.940.551,1480	
RN05 Ref. km projeto (km 01+927) LD	216.200,8610	6.938.466,1570	412,060	162.854,4859	1.940.508,5878	





PLANILHA DE COORDENADAS DAS RNs IMPLANTADAS

COORDENADAS UTM - DATUM SIRGAS 2000 - MC 51°W			COORDENADAS LTM		FOTO	
RNs	ESTE (X)	NORTE (Y)	H (Z)	ESTE (X)		NORTE (Y)
RN06 Ref. km projeto (km 02+434) LD	215.773,9710	6.938.706,0430	424,010	162.432,7900	1.940.756,9289	
RN07 Ref. km projeto (km 02+678) LD	215.525,2920	6.938.689,9890	412,660	162.183,9825	1.940.745,9229	
RN08 Ref. km projeto (km 03+179) LE	215.044,5030	6.938.542,8830	443,640	161.700,5958	1.940.608,6691	
RN09 Ref. km projeto (km 03+680) LE	214.571,3920	6.938.414,0290	469,360	161.225,2519	1.940.489,4979	
RN10 Ref. km projeto (km 03+844) LD	214.422,4130	6.938.357,8290	471,710	161.075,2537	1.940.436,3596	
RN11 Ref. km projeto (km 04+022) LD	214.251,5050	6.938.301,3990	466,990	160.903,3394	1.940.383,4357	



PLANILHA DE COORDENADAS DAS RNs IMPLANTADAS

COORDENADAS UTM - DATUM SIRGAS 2000 - MC 51°W			COORDENADAS LTM		FOTO	
RNs	ESTE (X)	NORTE (Y)	H (Z)	ESTE (X)		NORTE (Y)
RN12 Ref. km projeto (km 05+014) LE	213.266,7750	6.938.176,3680	462,170	159.916,8671	1.940.278,4468	
RN13 Ref. km projeto (km 05+225) LD	213.055,8710	6.938.166,6990	476,880	159.705,9372	1.940.273,0567	
RN14 Ref. km projeto (km 05+422) LE	212.861,4270	6.938.127,8930	485,550	159.510,8642	1.940.238,2198	
RN15 Ref. km projeto (km 05+596) LE	212.687,8640	6.938.132,5290	487,490	159.337,5353	1.940.246,3671	
RN16 Ref. km projeto (km 06+006) LD	212.326,6960	6.938.333,9130	484,030	158.980,7379	1.940.454,9020	
RN17 Ref. km projeto (km 06+507) LE	211.863,6270	6.938.517,9270	479,620	158.521,7712	1.940.648,1437	





PLANILHA DE COORDENADAS DAS RNs IMPLANTADAS

COORDENADAS UTM - DATUM SIRGAS 2000 - MC 51°W			COORDENADAS LTM		FOTO	
RNs	ESTE (X)	NORTE (Y)	H (Z)	ESTE (X)		NORTE (Y)
RN18 Ref. km projeto (km 07+003) LE	211.531,0810	6.938.882,6310	472,490	158.196,8807	1.941.019,2840	
RN19 Ref. km projeto (km 07+225) LE	211.470,2790	6.939.098,6360	478,010	158.140,5015	1.941.236,3439	
RN20 Ref. km projeto (km 07+736) LD	211.262,9350	6.939.560,5840	471,900	157.942,6786	1.941.702,1122	
RN21 Ref. km projeto (km 08+278) LD	210.771,7020	6.939.721,6220	474,660	157.455,1075	1.941.872,9621	
RN22 Ref. km projeto (km 08+793) LE	210.257,3970	6.939.690,9050	470,660	156.940,6032	1.941.852,6809	
RN23 Ref. km projeto (km 08+942) LE	210.108,2670	6.939.698,5310	469,200	156.791,7504	1.941.863,3193	

Tabela 1 – RNs implantadas





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

A base cartografia foi feita através dos marcos base e na tabela 2, são apresentadas as coordenadas UTM obtidas no processamento e transformadas para coordenadas geográficas e LTM.

CONVERSÃO DE SISTEMAS DE COORDENADAS							
COORDENADAS UTM - DATUM SIRGAS 2000 - MC 51°W				COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADAS LTM	
PONTO	ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTURA (ORTOM.)	LATITUDE	LONGITUDE	ESTE (X)	NORTE (Y)
M-01	218.036,550	6.938.239,546	494,17	-27° 39' 02,0534"	-53° 51' 28,4136"	164.684,1513	1.940.244,9798
M-02	217.988,349	6.938.449,795	491,30	-27° 38' 55,1926"	-53° 51' 29,9930"	164.640,2454	1.940.456,0417
M-03	213.942,239	6.938.281,711	444,61	-27° 38' 57,5836"	-53° 53' 57,6182"	160.593,9221	1.940.370,0263
M-04	213.620,737	6.938.244,601	444,23	-27° 38' 58,5427"	-53° 54' 09,3687"	160.271,9264	1.940.339,4568
M-05	209.902,246	6.939.719,411	461,18	-27° 38' 07,8165"	-53° 56' 23,6234"	156.586,3220	1.941.888,3523
M-06	209.637,810	6.939.717,164	463,81	-27° 38' 07,6849"	-53° 56' 33,2624"	156.322,0589	1.941.891,4598

Tabela 2 – Relatório de conversão de Sistemas de Coordenadas

2.4.4 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 3mm+0,1ppm RMS e;
- Vertical 3,5mm+0,4ppm RMS.

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

- Horizontal 5mm+0,5ppm RMS e;
- Vertical 10mm+0,8ppm 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.

2.4.5 Poligonal e Rede de Nível

A poligonal e a rede de nível foram materializadas através dos marcos (intervalo aproximado de 5 km) e RNs (intervalo aproximado de 500m), implantados pelo Sistema GNSS – Estático





e tidos como coordenadas verdadeiras. Para o nivelamento do eixo topográfico (intervalo aproximado de 20m), foi utilizado o levantamento pelo método de RTK (Real Time Cinematic), no qual este levantamento se inicia em marco conhecido, passando pelas estacas do eixo topográfico (intervalo aproximado de 20m) e reocupando os RNS de forma a permitir a verificação dos erros de nivelamento e permitindo a verificação do erro linear.

2.4.5.1. 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:

- a) Erro máximo

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

sendo:

$t\alpha$ = 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;

- b) Erro obtido

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

sendo:

E_L = erro total obtido em metros.km;

$\sum X$ = erro médio em X (este);

$\sum Y$ = erro médio em Y (norte).





2.4.5.2. 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 superiores ao erro máximo.

2.4.5.3. Fechamento Linear e de Nível

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 13.

FECHAMENTO M-01 - RN06										
MARCOS E RNS	MONOGRAFIAS			LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO			DISTÂNCIA	DIFERENÇA LEVANTAMENTO		
	X(E)	Y(N)	Z(h)	X(E)	Y(N)	Z(h)		X	Y	Z
M-01	164.684,1513	1.940.244,9798	494,170	164.684,1513	1.940.244,9798	494,170	0	0,0000	0,0000	0,0000
RN01 (km 0+118 LD)	164.593,0945	1.940.303,7184	495,140	164.593,0823	1.940.303,7001	495,138	108,358	-0,0122	-0,0183	-0,0020
RN02 (km 0+629 LE)	164.118,4239	1.940.495,2394	475,530	164.118,4041	1.940.495,2108	475,534	511,852	-0,0198	-0,0286	0,0040
RN03 (km 1+132 LE)	163.642,3107	1.940.579,1156	463,150	163.642,3025	1.940.579,0955	463,157	483,445	-0,0082	-0,0201	0,0070
RN04 (km 1+422 LE)	163.363,9136	1.940.551,1480	456,010	163.363,9136	1.940.551,1251	456,017	279,798	0,0000	-0,0229	0,0070
RN05 (km 1+927 LE)	162.854,4859	1.940.508,5878	412,060	162.854,4989	1.940.508,5640	412,055	511,202	0,0130	-0,0238	-0,0050
RN06 (km 2+434 LD)	162.432,7900	1.940.756,9289	424,010	162.432,7765	1.940.756,8988	424,015	489,388	-0,0135	-0,0301	0,0050
TOTAL							2.384,04	-0,04	-0,14	0,02
Erro Linear							0,063	m.km		
Tolerância Erro Linear (c=0,06m - d=0,10m)							0,214	m.km		
Erro Nivelamento							16,000	mm.km		
Tolerância erro Nivelamento							18,528	mm.km		





FECHAMENTO M-03 - RN06										
MARCOS E RNS	MONOGRAFIAS			LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO			DISTÂNCIA	DIFERENÇA LEVANTAMENTO		
	X(E)	Y(N)	Z(h)	X(E)	Y(N)	Z(h)		X	Y	Z
M-03	160.593,9221	1.940.370,0263	444,610	160.593,9221	1.940.370,0263	444,610	0	0,0000	0,0000	0,0000
RN11 (km 4+022)	160.903,3394	1.940.383,4357	466,990	160.903,3209	1.940.383,4211	466,987	309,708	-0,0185	-0,0146	-0,0030
RN10 (km 4+844)	161.075,2537	1.940.436,3596	471,710	161.075,2432	1.940.436,3413	471,708	179,876	-0,0105	-0,0183	-0,0020
RN09 (km 3+844)	161.225,2519	1.940.489,4979	469,360	161.225,2389	1.940.489,4802	469,355	159,132	-0,0130	-0,0177	-0,0050
RN08 (km 3+179)	161.700,5958	1.940.608,6691	443,640	161.700,5800	1.940.608,6489	443,637	490,055	-0,0158	-0,0202	-0,0030
RN07 (km 2+2678)	162.183,9825	1.940.745,9229	412,660	162.183,9723	1.940.745,9104	412,648	502,495	-0,0102	-0,0125	-0,0120
RN06 (km 2+434 LD)	162.432,7900	1.940.756,9289	424,010	162.432,7745	1.940.756,9041	424,023	249,051	-0,0155	-0,0248	0,0130
TOTAL							1.890,32	-0,08	-0,11	-0,01
Erro Linear								0,072	m.km	
Tolerância Erro Linear (c=0,06m - d=0,10m)								0,197	m.km	
Erro Nivelamento								12,000	mm.km	
Tolerância erro Nivelamento								16,499	mm.km	

FECHAMENTO M-04 - RN18										
MARCOS E RNS	MONOGRAFIAS			LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO			DISTÂNCIA	DIFERENÇA LEVANTAMENTO		
	X(E)	Y(N)	Z(h)	X(E)	Y(N)	Z(h)		X	Y	Z
M-04	160.271,9264	1.940.339,4568	444,230	160.271,9264	1.940.339,4568	444,230	0	0,0000	0,0000	0,0000
RN12 (km 5+014)	159.916,8671	1.940.278,4468	462,170	159.916,8465	1.940.278,4305	462,168	360,709	-0,0206	-0,0163	-0,0020
RN13 (km 5+225)	159.705,9372	1.940.273,0567	476,880	159.705,9231	1.940.273,0412	476,876	211,511	-0,0141	-0,0155	-0,0040
RN14 (km 5+442)	159.510,8642	1.940.238,2198	485,550	159.510,8465	1.940.238,2005	485,562	198,349	-0,0177	-0,0193	0,0120
RN15 (km 5+596)	159.337,5353	1.940.246,3671	487,490	159.337,5201	1.940.246,3435	487,483	173,531	-0,0152	-0,0236	-0,0070
RN16 (km 6+006)	158.980,7379	1.940.454,9020	484,030	158.980,7210	1.940.454,8805	484,042	413,283	-0,0169	-0,0215	0,0120
RN17 (km 6+507)	158.521,7712	1.940.648,1437	479,620	158.521,7504	1.940.648,1245	479,601	498,008	-0,0208	-0,0192	-0,0190
RN18 (km 7+003)	158.196,8807	1.941.019,2840	472,490	158.196,8604	1.941.019,2615	472,506	493,305	-0,0203	-0,0225	0,0158
TOTAL							2.348,70	-0,13	-0,14	0,01
Erro Linear								0,079	m.km	
Tolerância Erro Linear (c=0,06m - d=0,10m)								0,213	m.km	
Erro Nivelamento								7,800	mm.km	
Tolerância erro Nivelamento								18,391	mm.km	

FECHAMENTO M-05 - RN18										
MARCOS E RNS	MONOGRAFIAS			LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO			DISTÂNCIA	DIFERENÇA LEVANTAMENTO		
	X(E)	Y(N)	Z(h)	X(E)	Y(N)	Z(h)		X	Y	Z
M-05	156.586,3220	1.941.888,3523	461,180	156.586,3220	1.941.888,3523	461,180	0	0,0000	0,0000	0,0000
RN23 (km 8+942)	156.791,7504	1.941.863,3193	469,200	156.791,7401	1.941.863,3014	469,207	207,103	-0,0103	-0,0179	0,0070
RN22 (km 8+793)	156.940,6032	1.941.852,6809	470,660	156.940,5825	1.941.852,6612	470,668	149,24	-0,0207	-0,0197	0,0080
RN21 (km 8+279)	157.455,1075	1.941.872,9621	474,660	157.455,0854	1.941.872,9411	474,672	514,919	-0,0221	-0,0210	0,0120
RN20 (km 7+736)	157.942,6786	1.941.702,1122	471,900	157.942,6533	1.941.702,0895	471,910	516,646	-0,0253	-0,0227	0,0100
RN19 (km 7+225)	158.140,5015	1.941.236,3439	478,010	158.140,4814	1.941.236,3104	477,995	506,074	-0,0201	-0,0335	-0,0150
RN18 (km 7+003)	158.196,8807	1.941.019,2840	472,490	158.196,8602	1.941.019,2568	472,478	224,33	-0,0205	-0,0272	-0,0120
TOTAL							2.118,31	-0,12	-0,14	0,01
Erro Linear								0,087	m.km	
Tolerância Erro Linear (c=0,06m - d=0,10m)								0,206	m.km	
Erro Nivelamento								10,000	mm.km	
Tolerância erro Nivelamento								17,465	mm.km	

Quadro 13 – Relatório do fechamento linear e nivelamento





2.4.6 Levantamento das Seções Transversais

O levantamento de seções transversais foi realizado em correspondência com os pontos locados, perpendicular ao eixo topográfico e numa amplitude transversal definida pelos limites da faixa de domínio. Em cada seção levantada foram nivelados na plataforma da pista projetada, no mínimo, os seguintes pontos:

- Eixo da pista existente;
- Pontos médios entre o eixo da pista existente - bordas;
- Pé de aterro ou corte;
- Terreno natural até o limite da faixa de domínio e;
- Pontos definidores de drenagem.

2.4.7 Levantamento das Obras de Arte Correntes

Nos locais das obras de arte correntes existentes, procedeu-se ao levantamento das seções longitudinais das mesmas, definindo-se a esconsidade em relação ao eixo da rodovia, bem como, orientação e nivelamento dos cursos d'água transversais ao eixo viário.

Procedeu-se também ao levantamento cadastral dos elementos relevantes, anotando-se os diâmetros dos tubos, cotas das geratrizes inferiores dos tubos, à montante e à jusante (figura 22).

Os locais com obras de arte correntes foram objeto dos seguintes levantamentos:

- Definição do tipo;
- Verificação das condições de funcionamento;
- Localização em relação ao eixo de locação;
- Determinação da esconsidade em relação ao eixo;
- Determinação das dimensões transversais e longitudinais e,
- Nivelamento do leito, nível d'água, soleiras, muros de testa, cristas de talude e seção longitudinal do talvegue.





Figura 17 – Levantamento obras de arte existentes

2.4.8 Levantamento Cadastral

A partir dos marcos de concreto implantados, fez-se o levantamento de todos os elementos do cadastro existente na faixa de domínio da rodovia. O levantamento foi realizado com Equipamento RTK e compreendeu:

- Delimitação de edificações;
- Postes;
- Açudes;
- Acessos;
- Árvores;
- Muros;
- Cercas;
- Demais estruturas que interfiram com o corpo estradal.

2.4.9 Primitivas e Arquivos Editáveis

Foram disponibilizados os arquivos com todos os dados primitivos da topografia e arquivos editáveis em mídia eletrônica ou pasta compartilhada com a seguinte estrutura:

- 01_Rinex – arquivos Rinex (PPP) e planilha com os fechamentos do aparelho para marcos e RNs implantados;
- 02_PPP – o relatório do PPP – IBGE dos marcos base;
- 03_Monografias e RNs– o relatório contendo as monografias dos marcos e RNS;
- 04_Cadastro – plantas em formato dwg (versão 2010) com os desenhos planimétricos;
- 05_Planilha Pontos – pontos dos levantamentos a partir dos marcos irradiados com as precisões obtidas, fechamento horizontal e vertical e planilha de nivelamento;



Magna



- 06_Fechamentos – Fechamento linear e de nível das poligonais implantadas;
- 07_Relatório – Relatório dos estudos topográficos.



3 ESTUDOS GEOLÓGICOS



3 ESTUDOS GEOLÓGICOS

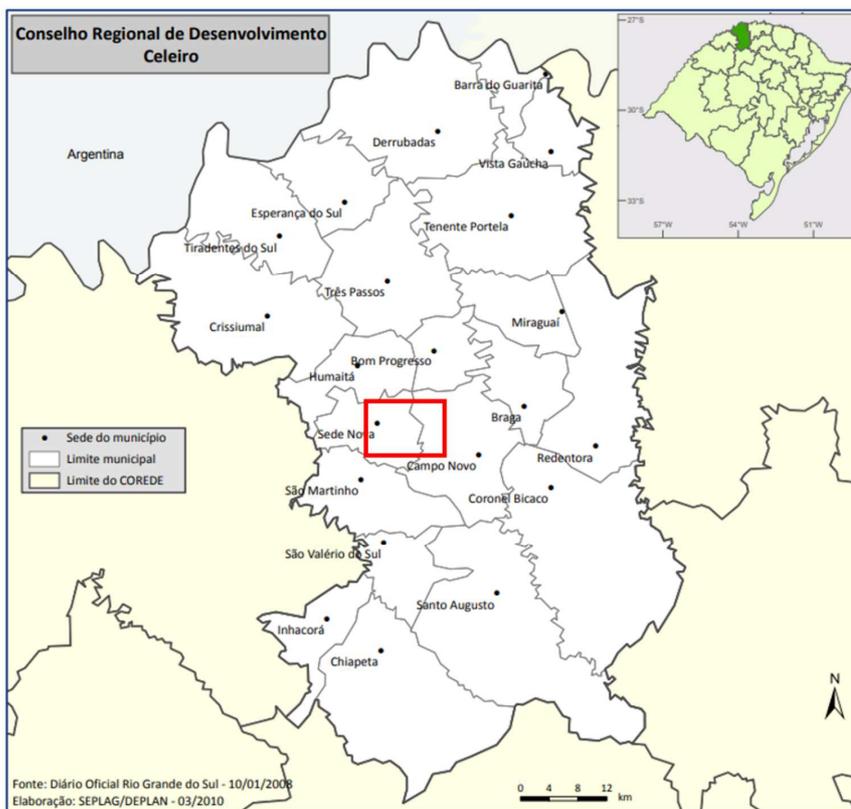
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os estudos geológicos apresentados a seguir subsidiam a elaboração de projeto executivo da rodovia 468BRS9150, trecho de acesso ao município de Sede Nova, região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. Seguindo às normativas da Instrução de Serviço do DAER IS-100/21, a qual define e especifica os serviços constantes do Estudo Geológico nos Projetos de Engenharia Rodoviária, a caracterização da região do projeto baseou-se em dados secundários, sendo realizada descrição da geomorfologia, geologia, hidrogeologia, pedologia e demais dados atrelados ao meio em que a área de estudo se insere.

3.2 SITUAÇÃO GEOGRÁFICA

A rodovia 468BRS9115 localiza-se na região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, fazendo parte da malha rodoviária da 14ª Superintendência Regional de Santa Rosa do DAER/RS. O trecho possui 9,24 km de extensão, conforme SRE, situado entre os municípios de Sede Nova e Campo Novo. Inicia-se no entroncamento com a BRS-468, tendo seu final no início do perímetro urbano de Sede Nova. Dista cerca de 90 km de Santa Rosa, principal centro urbano da região, e 440 km de Porto Alegre, capital do estado. O mapa de localização do trecho supracitado está apresentado a seguir.

O trecho localiza-se no Conselho Regional de Desenvolvimento (COREDE) Celeiro, no qual se inserem os municípios de Sede Nova e Campo Novo. Os COREDES representam um fórum de discussão para a promoção de políticas e ações que visam o desenvolvimento regional. Abaixo é apresentada figura de localização do COREDE Celeiro, tendo a localização da região de estudo representada pelo retângulo vermelho.



Mapa de localização do COREDE Celeiro (Fonte: SEPLAG/DEPLAN 03/2010)

O COREDE Celeiro abrange o município de Inhacorá, e localiza-se na fronteira do Brasil com a Argentina. Apresenta grande participação da população rural e da Agropecuária em sua economia, com a criação de bovinos e suínos e o cultivo de grãos. Ao mesmo tempo, a população do COREDE apresentou diminuição no período 2000-2010, o que reflete o baixo dinamismo de sua economia. O COREDE Celeiro, situado nessa região de perda populacional, apresentou, no período 2000-2010, uma taxa de crescimento populacional de -0,56% ao ano, constituindo o segundo COREDE com menor taxa no período.

O município de Sede Nova, conforme IBGE (2022), abrange área territorial de 119.312 km², com população estima de 2.875, localizado na porção noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. O principal acesso ao município se dá pela rodovia 468BRS9150, tendo acessos secundários por vias vicinais.

Já o município de Campo Novo possui área territorial de 220.719 km², com população estima da de 4.273 pessoas. O acesso ao perímetro urbano do município se dá a partir da ERS-518.



3.3 CLIMA

O Rio Grande do Sul localiza-se na Zona subtropical. Este tipo de clima predominante é imposto pela ação das massas de ar, pela posição geográfica e pela latitude. A localização em relação ao Oceano Atlântico tem muita influência no clima porque a maior parte das massas de ar que atingem o Rio Grande do Sul é de origem marinha, portanto úmidas. Ressalta-se ainda que a atuação dos fenômenos el niño e la niña, caracterizados pela oscilação da temperatura da superfície do mar no Oceano Pacífico Equatorial, também influenciam nos totais pluviométricos e ocorrência de estiagens no verão em algumas regiões do Rio Grande do Sul.

Durante quase todo ano, o Estado está sob influência da massa de ar polar Antártica. Trata-se de uma massa fria e úmida que, quando atinge o Estado, já perdeu grande parte das suas características originais. No verão, o Rio Grande do Sul é denominado por massas de ar tropicais. Essas massas podem ser, por exemplo, de origem oceânica (Massa Tropical Atlântica – mTa), formadas sob condições de intenso calor e umidade, ou de origem continental (Tropical Continental – mTc), provenientes do Chaco paraguaio. A característica mais marcante do clima gaúcho é a passagem de frentes frias. No caso do Rio Grande do Sul, A Massa Fria Polar que avança a partir da Patagônia e na direção nordeste, empurra a massa mais quente.

Foram utilizados dados meteorológicos extraídos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) referentes ao ano de 2021. As temperaturas médias variam entre 13,6°C (junho) e 25,1°C (dezembro), tendo média anual de 19,5 °C. A precipitação média mensal situa-se em torno de 129,67 mm, com picos nos meses de junho e outubro.

Os gráficos a seguir apresentam as médias mensais de precipitação e temperatura, obtidos a partir de informações do INMET, para a estação climatológica situada no município de Santo Augusto, localizada próximo da região de abrangência do empreendimento.

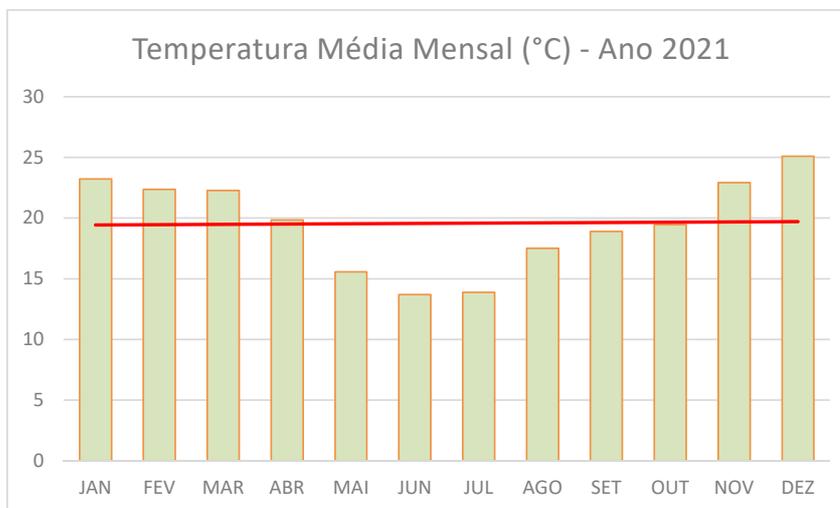


Gráfico de variação de temperatura média mensal (INMET/2021)

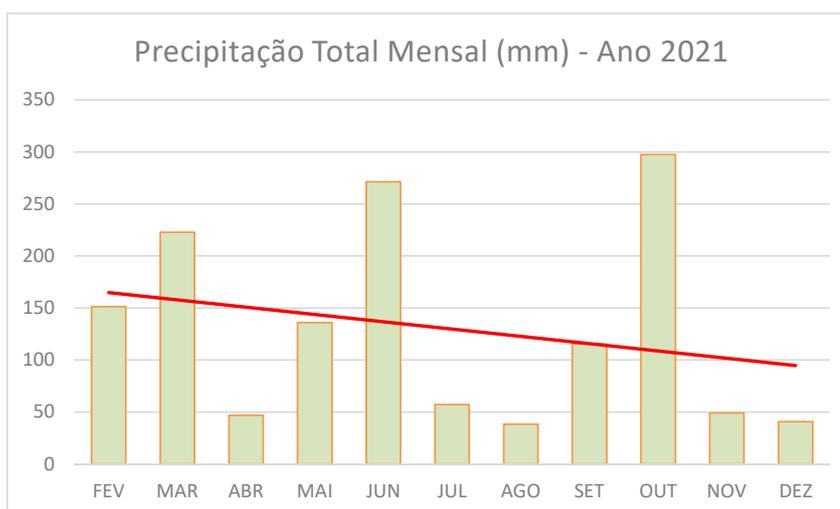


Gráfico de variação de precipitação total mensal (INMET/2021)

3.4 SOLOS E VEGETAÇÃO

Na região em que a rodovia se desenvolve predomina a classe de Latossolos Vermelhos Distroféricos típicos. Estes solos são produtos de alteração das rochas basálticas da região, formando espessos pacotes de solo com coloração avermelhada devido aos elevados teores de óxidos de ferro. Formam relevo composto por colinas suaves, tornando propícia sua utilização para agricultura extensiva.

A rodovia se desenvolve predominantemente sobre a classe Latossolos Vermelhos Distroféricos, a qual representa solos em avançado estágio de intemperismo, bem drenados, sendo profundos a muito profundos. Apresentam perfil com sequência de horizontes A-Bw-C, onde o horizonte Bw é o horizonte diagnóstico B latossólico.



Devido ao alto grau de intemperismo, possui predomínio de caulinita e óxidos de ferro, com acentuada acidez e baixa reserva de nutrientes em decorrência da lixiviação intensa a que foram submetidos. Possuem teores médios a altos de Fe₂O₃, com textura argilosa, situados em condições físicas aliadas ao relevo plano ou suavemente ondulado, favorecendo sua utilização para a agricultura.



Classes de Solos presentes na região em que a rodovia se insere

A BRS/468 (AM Sede Nova), trecho de acesso ao município de Sede Nova, desenvolve-se exclusivamente no Bioma Mata Atlântica, o trecho está inserido em sua maioria na tipologia florestal de Floresta Estacional Decidual, possuindo um pequeno segmento no sentido de Sede Nova ao entr. com a BRS-468 inserido na tipologia florestal de Floresta Ombrófila Mista (RADAM Brasil).



Situação do empreendimento no Bioma e na Formação vegetal

A Floresta Estacional Decidual ocorre em fragmentos distribuídos em diferentes partes do País, com estrato superior formado majoritariamente por espécimes de médio a grande porte, os quais são caracterizados por serem predominantemente caducifólios, com mais de 50% dos indivíduos desprovidos de suas folhas durante a estação desfavorável (IBGE,2012).

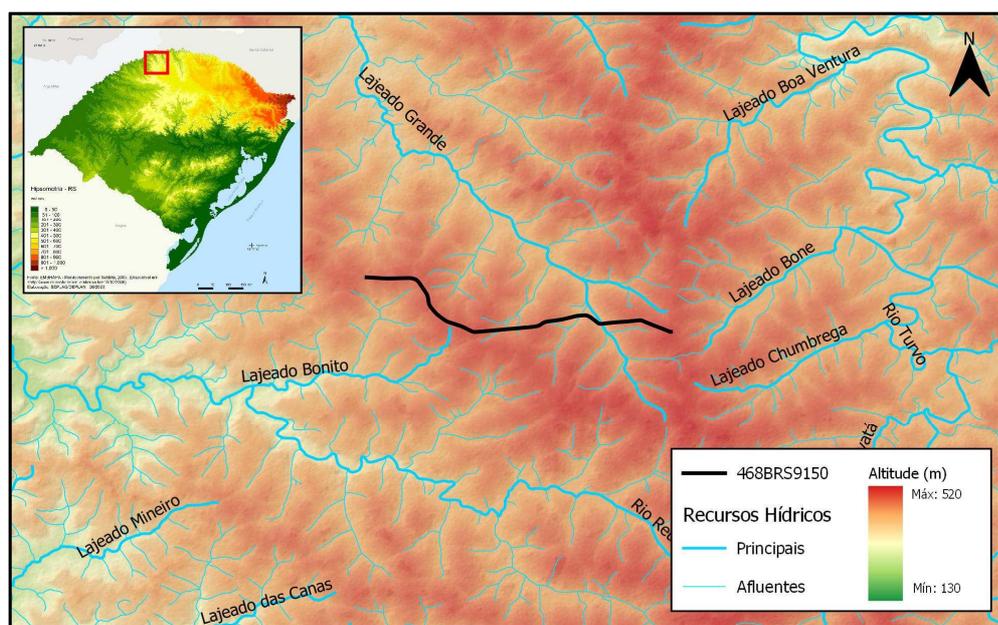
A Floresta Ombrófila Mista é também conhecida por mata-de-araucária, devido a frequência de ocorrência da espécie nesta tipologia. Possui relações florísticas com a Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Estacional da Bacia Paraná-Uruguaí, a tipologia ocorre intercaladamente com áreas savânicas e estépicas, promovendo um sistema em mosaico que caracteriza grande parte da paisagem da Região Sul do País.

3.5 ASPECTOS FISIOLÓGICOS E MORFOLÓGICOS

Geomorfologicamente, a rodovia se insere no Domínio Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas, Unidade Planaltos das Missões, com predomínio de colinas dissecadas e morros baixos. Há o predomínio de modelados de dissecação homogênea, ou seja, dissecação fluvial em litologias diversas que não apresentam controle estrutural marcante, caracterizada predominantemente por colinas, morros e interflúvios tabulares, definida pela combinação das variáveis densidade de drenagem e aprofundamento das incisões.



Conforme demonstrado abaixo no mapa hipsométrico, o trecho se desenvolve sobre região caracterizada por cotas elevadas, tendo elevação média de 463 m ao longo do traçado, e menor cota na porção onde intercepta o Arroio Lajeado Grande, atingindo 413 m. As porções de relevo com cotas mais elevadas se concentram no início do trecho, caracterizando relevo divisor de águas, junto às cabeceiras de drenagem dos principais cursos hídricos da região.



Hipsometria da região (Fonte: EMBRAPA)

O trecho se desenvolve predominantemente sobre o modelado do tipo Dc21, caracterizado por conjunto de formas de relevo com topos convexos, com vales bem definidos e vertentes de declividades variadas, com baixa densidade de drenagem e muito fraco aprofundamento das incisões (até 50 m). Ocorre também na porção final do trecho modelado do tipo Dt21, composto por conjunto de formas de relevo com topos tabulares, que delineiam feições de rampas suavemente inclinadas e lombadas, apresentando baixa densidade de drenagem e muito fraco aprofundamento das incisões.

3.6 ASPECTOS GEOLÓGICOS

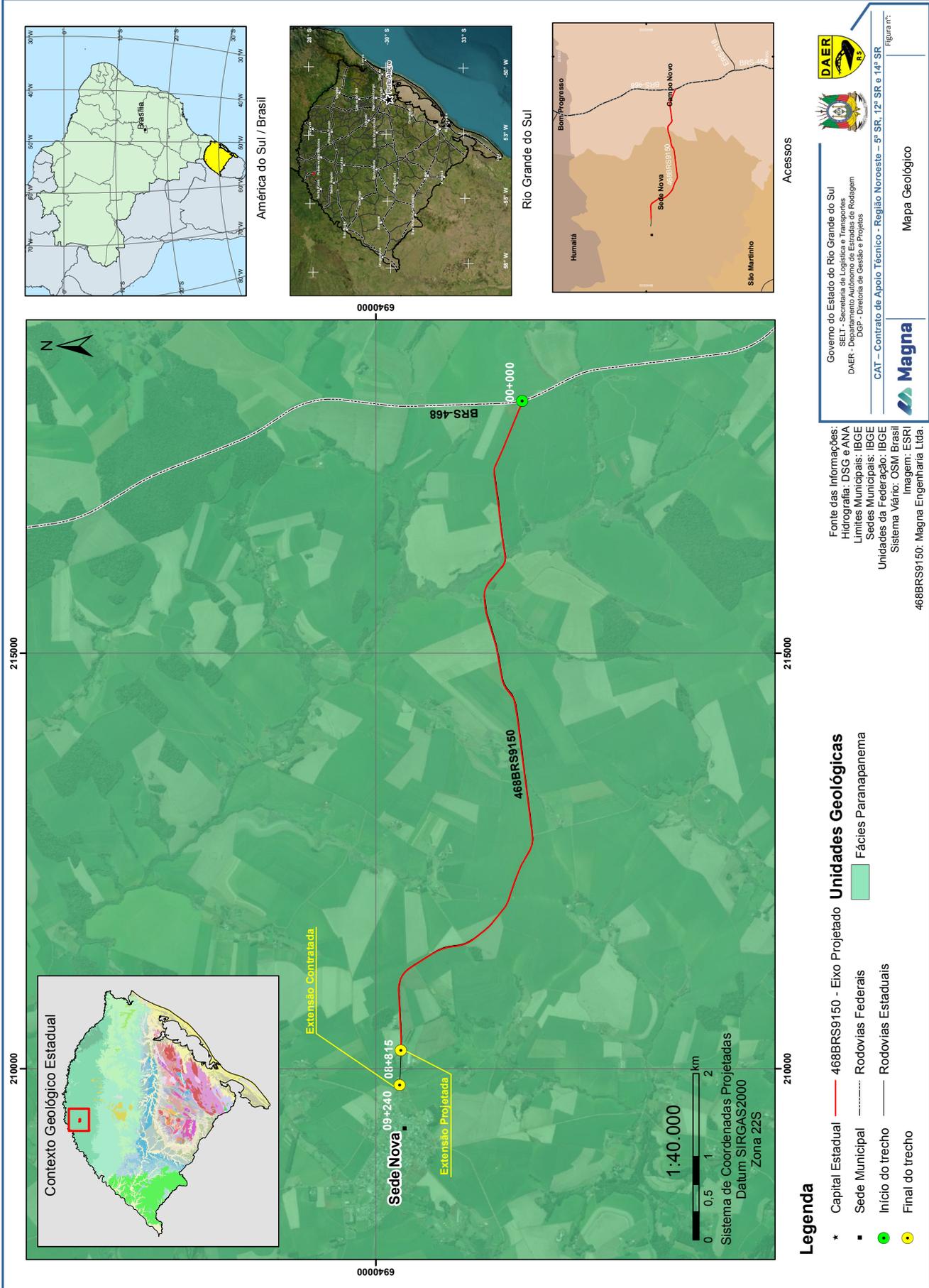
Na região de estudo, a rodovia se desenvolve sobre as rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, predominantemente sobre a Fácies Paranapanema. Compreende a fase de magmatismo básico-intermediário do Vulcanismo Fissural Serra Geral, se estendendo sobre a porção norte do estado, no Planalto Meridional (CPRM, 2009).

Conforme Wildner (2004), a Formação Serra Geral representa um extensivo evento vulcânico que recobriu com lavas a porção centro-sul da América do Sul e o noroeste da



Namíbia, devido a ruptura e separação do Supercontinente Gondwana durante o Cretáceo Inferior. Constituído predominantemente por basaltos e basalto andesitos de filiação toleítica, os quais contrastam com riolitos e riodacitos. A Formação Serra Geral é compartimentada em diferentes fácies que refletem as diferentes composições magmáticas em cada episódio do vulcanismo fissural.

A Fácies Paranapanema é composta por basaltos, predominantemente, e andesitos, de cores cinza, cinza-escuro, cinza-esverdeados a cinza-avermelhados quando alterados. A coloração escura nos basaltos deve-se principalmente à granulação fina e à abundante presença de minerais ferromagnesianos e opacos nestas rochas. Como características texturais, os basaltos geralmente apresentam-se afaníticos, apresentando estruturas vesiculares e amígdalas preenchidas por zeolitas, carbonatos, quartzo, calcedônia e minerais argilosos. Na região ocorrem falhas e fraturas alinhadas com direção predominante NO-SE.



Governo do Estado do Rio Grande do Sul
 SELT - Secretaria de Legislação e Transpórtes
 DAER - Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem
 DOP - Diretoria de Gestão e Projetos
 CAT - Contrato de Apoio Técnico - Região Noroeste - 5ª SR, 12ª SR e 14ª SR

Fonte das informações:
 Hidrografia: DSC e ANA
 Limites Municipais: IBGE
 Sedes Municipais: IBGE
 Unidades da Federação: IBGE
 Sistema Viário: OSM Brasil
 Imagem: ESRI
 468BRS9150: Magna Engenharia Ltda.

- Legenda**
- * Capital Estadual — 468BRS9150 - Eixo Projetado
 - Sede Municipal — Rodovias Federais
 - Início do trecho — Rodovias Estaduais
 - Final do trecho
- Unidades Geológicas**
- Fácies Parapanameia

Mapa Geológico
 Acessos



3.7 ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

Com relação ao contexto hidrogeológico da região, a rodovia se posiciona dentro do Sistema Aquífero Serra Geral I (sg1), o qual compõe grupo de aquíferos com alta a média possibilidade para águas subterrâneas em rochas com porosidade por fraturas. Este sistema aquífero ocupa a porção centro-oeste da região dominada pelos derrames vulcânicos da Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral no planalto rio-grandense.

É constituído predominantemente pelas rochas basálticas, amigdalóides e fraturadas, capeadas por espesso solo avermelhado. Predominam poços com capacidades específicas entre 1 e 4 m³/h/m e excepcionalmente se encontram poços com valores superiores a 4 m³/h/m. As salinidades em geral são baixas, em média 200 mg/l.

A Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral comporta o maior número de poços perfurados nas cidades localizadas sobre a Bacia Sedimentar do Paraná na região sul do Brasil, sendo a principal fonte de abastecimento de água subterrânea (BITTENCOURT et. al, 2003). Esta Unidade possui porosidade por fraturas, ou seja, o sistema aquífero está armazenado nas falhas e fraturas dos basaltos através das quais ocorre a sua circulação. São águas de excelente qualidade sendo o reservatório subterrâneo recarregado por uma precipitação que varia entre 1200 e 1400 mm/ano. A recarga atmosférica é acrescida pelas águas que ascendem, por descontinuidades geológicas, dos aquíferos subjacentes sob elevada pressão hidráulica.

As águas desta Unidade possuem composição predominantemente bicarbonatada cálcica, tendo alguns poços com águas captadas em profundidades máximas de 200 m com composição bicarbonatada sódica. Esta variação ocorre devido a possíveis misturas com as águas de aquíferos, subjacentes, como o aquífero Guarani e aquíferos paleozóicos.

Foram consultados dados de poços do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), localizados dentro do município de Sede Nova, para análise do nível freático na região. Foi possível identificar que o nível estático encontra-se em uma profundidade média de 20 m, tendo capacidade específica baixa, variando entre 0,2 a 2,6 m³/h/m. Os poços da região atingem as falhas e fraturas das rochas basálticas subjacentes, onde estão armazenados os sistemas aquíferos a serem explorados.

3.8 OCORRÊNCIA DE MATERIAIS PARA PAVIMENTAÇÃO

3.8.1 Considerações Preliminares

Este item dispõe sobre os estudos geológico-geotécnicos realizados para a definição de locais propícios à aquisição de material pétreo, como agregados (pedregulhos, brita,



pedrisco e pó de pedra), os quais serão utilizados nas obras de pavimentação da rodovia 468BRS9150, trecho de acesso ao perímetro urbano de Sede Nova.

Na região em que a rodovia se insere foram realizados estudos para identificar os locais que apresentassem material com qualidade e quantidade que favorecessem sua utilização nas obras, além de possuir Distância Média de Transporte (DMT) economicamente viável. Para a prospecção de áreas potenciais a aquisição dos agregados, foi utilizado o banco de dados de títulos minerários da Agência Nacional de Mineração (ANM), especificamente o Cadastro Mineiro e o SIGMINE, para localizar as jazidas mais viáveis e próximas do empreendimento.

Foram priorizadas pedreiras comerciais que possuam título mineral da ANM em vigor, e tenham o empreendimento devidamente licenciado no órgão ambiental competente. A utilização destas pedreiras torna a aquisição do material pétreo mais acessível, uma vez que o empreendimento está em conformidade com a legislação ambiental e mineral vigente.

3.8.2 Metodologia

Para o estudo dos locais propícios a aquisição de material pétreo, foram realizadas duas etapas: atividades de escritório e atividades de campo. As referidas etapas são caracterizadas abaixo.

a) Atividades de escritório

- Análise do Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul na escala 1:750.000 do Serviço Geológico do Brasil - CPRM do ano de 2008;
- Exame de imagens de satélite utilizando o software Google Earth Pro;
- Análise de dados vetoriais em escala $\leq 1:50.000$ utilizando técnicas de geoprocessamento no software QGIS 3.16.9;
- Compilação da base de dados do SIGMINE e Cadastro Mineiro da ANM;
- Seleção de áreas potenciais à exploração de agregados;
- Revisão da bibliografia disponível.

b) Atividades de campo

- Reconhecimento das áreas selecionadas.

3.8.3 Pedreiras Pesquisadas

Os estudos realizados para identificar áreas potencialmente viáveis a aquisição de agregados para utilização nas obras de pavimentação da rodovia 468BRS9150 foram realizados utilizando levantamento de dados em etapa preliminar, para posterior confirmação. As áreas pesquisadas foram subdivididas e caracterizadas para se definir



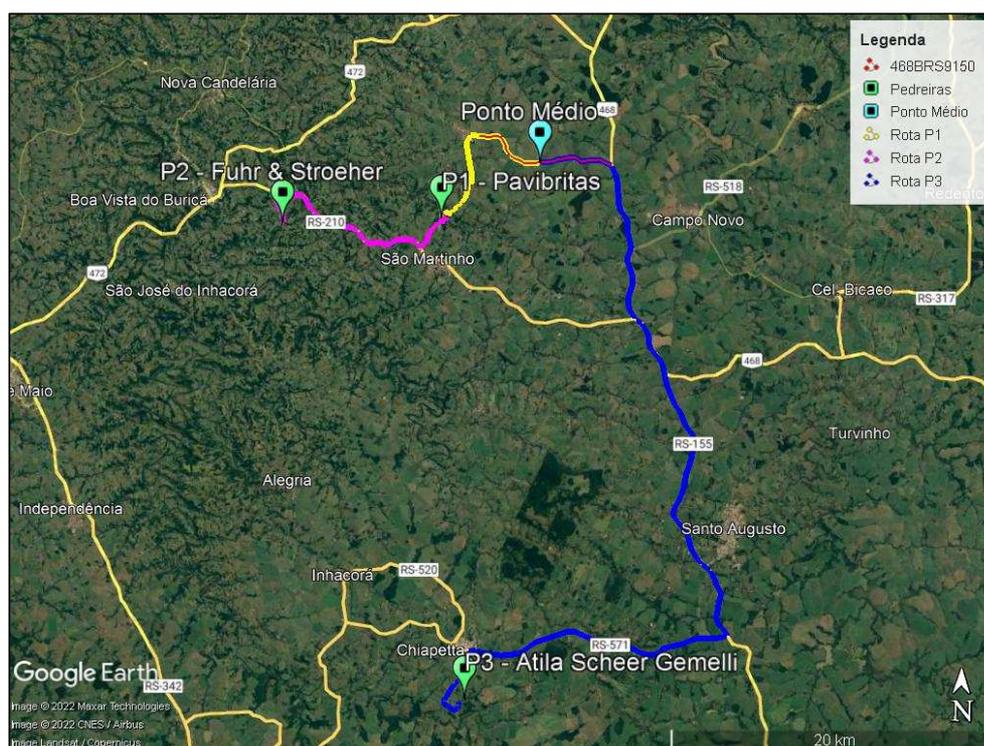
quais possuem viabilidade para utilização no presente empreendimento. Abaixo é apresentado quadro resumo das pedreiras pesquisadas.

Quadro resumo dos dados das pedreiras pesquisadas

N	Proprietário	Município	Percurso		DMT (km)			Coordenadas UTM
			Origem	Destino	NP	P	TOTAL	
P1	Pavibrilas Indústria e Comércio de Britas	São Martinho	Pedreira	Trecho	0,00	11,60	11,60	207704 E 6934595 S
P2	Fuhr & Stroehrer Ltda	Boa Vista do Buricá	Pedreira	Trecho	10,30	16,60	26,90	789611 E 6934187 S
P3	Atila Scheer Gemelli	Chiapetta	Pedreira	Trecho	48,80	10,00	58,80	210575 E 6904871 S

OBS: NP = Não Pavimentada; P = Pavimentada.

A descrição das pedreiras pesquisadas está apresentada no item Estudos Geotécnicos. Abaixo é apresentada figura demonstrando a localização das pedreiras pesquisadas em relação à localização do empreendimento.



Localização das pedreiras pesquisadas e rotas até o trecho

3.8.4 Pedreira Indicada

Com os dados das pedreiras pesquisadas, foi realizado binômio para definir a pedreira com melhor viabilidade para utilização nas obras de pavimentação da rodovia 468BRS9150,



levando em consideração sua Distância Média de Transporte (DMTs) e características das pedreiras.

Em função das características técnicas da pedra P1 apresentadas no presente estudo, entende-se que a mesma tem condições para a produção de agregados (rocha, pedrisco, pó de rocha, brita) para pavimentação da rodovia 468BRS9150, sendo esta a área indicada para fornecer material pétreo ao presente empreendimento. A pedra P1 pertence ao empreendedor Pavibrítas Indústria e Comércio de Britas Ltda., portador do CNPJ nº 73.398.612/0001-58, localizada no município de São Martinho-RS, na coordenada UTM 207704 E / 6934595 S. Dista cerca de 11,6 km do ponto médio do trecho, percorridos em estradas não pavimentadas.

O empreendimento possui Licença de Operação nº 01312/2019 emitida pela FEPAM, com validade até 11/03/2024, para a atividade de lavra de rocha (basalto) a céu aberto, com britagem, para uso imediato na construção civil. A área de lavra está regularizada junto à Agência Nacional de Mineração com os processos ANM nº 810.031/2013 e 810.788/2002, sob regime de licenciamento.



Poligonais ANM da pedra P1 em imagem de satélite do Google Earth

Foram realizados ensaios laboratoriais utilizando o material produzido pela pedra indicada para verificar se suas características atendem aos parâmetros necessários para utilização nas obras de pavimentação do presente projeto. A seguir são apresentados os ensaios realizados:

- Abrasão Los Angeles;



- Adesividade a ligantes betuminosos; e
- Sanidade (“soundness test”).

Os resultados dos ensaios laboratoriais, assim como a Licença de Operação do empreendimento e a declaração do responsável da pedra indicada são apresentados no Volume 1B – Estudos Geotécnicos.

3.9 RECOMENDAÇÕES SOBRE PROBLEMAS CONSTRUTIVOS

A partir dos Estudos Geotécnicos realizados ao longo do segmento projetado, não foram identificadas ocorrências de solos moles no subleito da rodovia. Contudo, 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.

3.10 DEFINIÇÃO DA INCLINAÇÃO DOS TALUDES DE CORTE E ATERRO

Os cortes previstos ao longo do segmento são todos feitos em solo, geralmente com textura argilosa. Em razão do tipo de solo observado através da análise dos boletins de sondagem do subleito e observações realizadas em visitas ao trecho, a análise geológica-geotécnica local recomenda, para estes segmentos, a adoção de taludes de corte com inclinação 1:1 (vertical:horizontal). Tais inclinações de taludes foram utilizadas com o intuito de garantir a estabilidade e segurança dos mesmos, otimizando os volumes de terraplenagem utilizados no projeto, conforme recomenda a Norma de Projetos Rodoviários do DAER/RS. Cortes em rocha devem possuir inclinação 4:1 (vertical:horizontal), visando manter a estabilidade e declividade adequadas, conforme a Norma de Projetos Rodoviários do DAER/RS.

Quanto aos aterros concebidos com materiais das escavações ou dos empréstimos laterais, os taludes devem possuir inclinação 1:1,5 (vertical:horizontal), conforme recomenda a Norma de Projetos Rodoviários do DAER/RS.

Evidentemente, estas inclinações de taludes de corte foram concebidas com base aos estudos disponíveis. Ocorrendo situações supervenientes durante a execução das obras, a Fiscalização poderá adequar os taludes em razão das novas investigações e constatações de campo.

3.11 PROBLEMAS LOCALIZADOS

O segmento projetado se desenvolve sobre relevo plano a suave ondulado, sem apresentar variações bruscas de elevação e declividade, mantendo características fisiográficas semelhantes ao longo do trecho. Não foram identificados locais ou regiões que necessitem de estudos geológicos aprofundados para a realização do presente projeto.



Quando executadas as obras, é necessária a adoção de medidas para mitigar, controlar ou até mesmo eliminar impactos ambientais relacionados principalmente a ocorrência de processos erosivos. Estas medidas também visam o cumprimento das licenças e legislações ambientais vigentes durante a implantação do empreendimento.

Para o controle dos processos erosivos sobre os solos e taludes expostos pelos cortes e movimentação de material, sugere-se as seguintes medidas de controle ambiental: implantar dispositivos necessários para o bom funcionamento do sistema de drenagem, como canaletas, sarjetas, descidas d'água, escadas hidráulicas e dissipadores de energia, de acordo com o estabelecido em projeto; monitorar visualmente o surgimento de processos erosivos em todas áreas de solo exposto; executar o revestimento vegetal dos taludes de corte e aterro, além de áreas com solos expostos, quando atingirem sua configuração final, afim de evitar sua exposição às intempéries.

3.12 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

A partir da realização dos Estudos Geológicos para a elaboração de projeto executivo da BRS-468 AM915 (SEDE NOVA), trecho de acesso ao perímetro urbano do município de Sede Nova, foi possível realizar a caracterização da região do projeto de forma a identificar as principais características fisiográficas que condicionam o meio em que o segmento projetado se insere.

Tendo em vista o tipo de solo observado na análise do subleito, além das observações realizadas em visitas ao trecho, a análise geológica-geotécnica local recomendada a adoção de taludes de corte com inclinação 1:1 (vertical:horizontal), no intuito de garantir a estabilidade e segurança dos mesmos, otimizando os volumes de terraplanagem utilizados no projeto. Para os aterros concebidos com materiais das escavações ou dos empréstimos laterais, recomenda-se a adoção de taludes com inclinação 1:1,5 (vertical:horizontal), conforme recomenda a Norma de Projetos Rodoviários do DAER, editada em fevereiro de 1991.

Contudo, as inclinações de taludes recomendadas foram concebidas com base nos estudos disponíveis. Ocorrendo situações supervenientes durante a execução das obras, a equipe de fiscalização poderá adequar os taludes em razão das novas investigações e constatações.



4 ESTUDOS GEOTÉCNICOS





4 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O presente estudo é fruto de serviços de readequação do projeto da rodovia BRS-468 AM915 (SEDE NOVA), trecho: Entr. BRS-468 – Sede Nova. O projeto original foi elaborado pela empresa GEOMETRIC Engenharia e Geologia Ltda., como escopo do contrato PJ/CD/033/98, firmado em 26 de janeiro de 1998.

Os Estudos Geotécnicos foram desenvolvidos objetivando a determinação das características dos materiais do subleito, além da identificação de depósitos de solos próprios para o emprego nos serviços de terraplanagem e camadas do pavimento.

4.2 COMPILAÇÃO DE DADOS EXISTENTES

Como parte da elaboração da Readequação de Projeto, foi avaliada a compatibilização entre as sondagens geotécnicas realizadas pela empresa GEOMETRIC Engenharia e Geologia Ltda., constituintes do Projeto Original, datado de Dezembro de 2012, com o greide que está atualmente sendo proposto. O objetivo deste procedimento foi conduzir à avaliação quanto ao aproveitamento integral ou de parte dos estudos geotécnicos existentes, no desenvolvimento da Readequação de Projeto ora em tela.

A posição e profundidade das sondagens originais foram transpostas em relação ao plano topográfico e alinhamento de eixo ora proposto, e verificado se, à luz da IS-101/94, o plano de sondagem originalmente executado é possível de aproveitamento.

A conclusão é de que três das sondagens realizadas não chegaram à profundidade desejável para pleno aproveitamento dos resultados. Todavia, o ponto mais sensível teve diferença de 32 cm, enquanto os demais tiveram diferenças desprezíveis de 5 cm e 3 cm.

Tendo em vista que anunciada a homogeneidade dos parâmetros geotécnicos do material amostrado, para a classificação predominante (A7-6), a ATE/DG acolheu a sugestão de total aproveitamento das sondagens originais. Não foi necessária a execução de sondagens complementares.

Contudo, devido o traçado projetado nesta readequação possuir menor extensão que o traçado original, não foram utilizadas as sondagens nº 01, 02, 03, 04, 05 e 88. De qualquer forma, foram apresentados os ensaios laboratoriais de todas as sondagens, conforme demonstrado na planilha resumo dos ensaios no Volume 1B – Estudos Geotécnicos.

Os estudos geotécnicos foram realizados, portanto, a partir de informações coletadas em campo, de investigações do projeto original, de dados obtidos através de cartas geológicas e pedológicas e investigações de sub-superfície, com o objetivo de conhecer e determinar:



- As propriedades índices (granulometria, plasticidade, compactação) dos materiais do subleito e os valores dos índices de suporte a adotar no dimensionamento do pavimento;
- A localização, características técnicas e estimativas dos volumes dos materiais dos empréstimos e jazidas;
- A localização, características técnicas e estimativas de volumes das pedreiras a explorar;
- Alguns condicionantes básicos de projeto da rodovia.

Estes estudos foram desenvolvidos de acordo com as Instruções de Serviço IS-101/94 e IS-102/94 do DAER/RS, cujos textos referem-se ao estudo dos materiais do subleito, empréstimos e jazidas, além do estudo das pedreiras, respectivamente.

4.3 INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS

4.3.1 Sondagens do Subleito

As investigações do subleito foram integralmente aproveitadas do Projeto Original, datado de Dezembro de 2012. Realizadas através de sondagens a trado e/ou a pá e picareta com coleta de amostras, as sondagens foram realizadas até, pelo menos, profundidade de 1,50 m abaixo do greide projetado em todos os pontos de passagem do greide de uma posição de corte para aterro, com espaçamento de 100 m entre os furos, alternando-se o bordo esquerdo, o eixo e o bordo direito. A representação das sondagens em perfil e em planta é demonstrada no projeto geométrico. Foram realizadas sondagens até, no mínimo, 1,00 m de profundidade abaixo do greide ao longo do eixo, nos locais de aterros, com alturas inferiores a 1,00 m.

Embora a Instruções de Serviço IS-101/94 prescreva observação visual dos materiais ocorrentes ao longo do trecho nos segmentos com aterros de altura superior a 1,00 m, foram realizadas sondagens até, no mínimo, 1,00 m de profundidade abaixo do greide ao longo do eixo, nestes locais.

4.3.2 Ensaios Geotécnicos

Foram realizados os seguintes ensaios geotécnicos em laboratório:

- Análise granulométrica por peneiramento;
- Limites de Atterberg (LL, LP);
- Compactação na energia do Proctor Normal; e



- Índice de Suporte Califórnia (ISC).

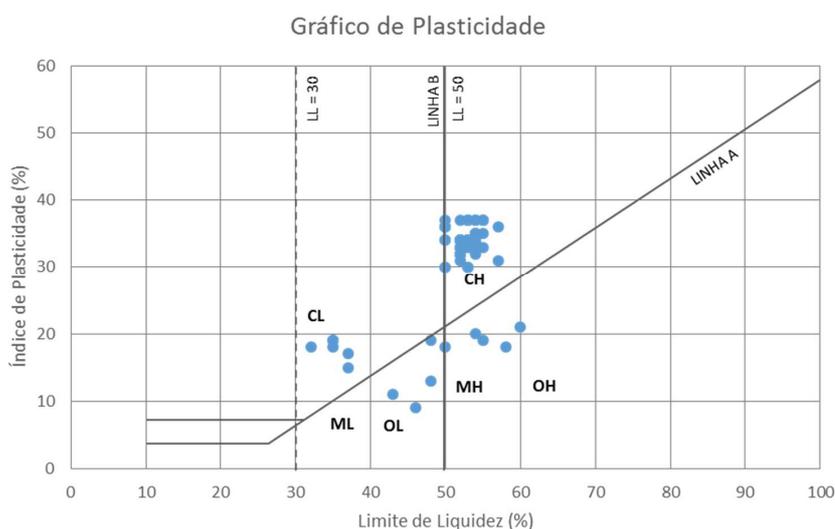
Os resultados destes ensaios, bem como as classificações visual e de solos, de acordo com a HRB/AASHTO, estão resumidos nas planilhas apresentadas no Volume 1B - Estudos Geotécnicos.

4.3.3 Análise e Interpretação

Observa-se que o subleito é constituído predominantemente de solos do grupo A-7. O grupo A-7 é caracterizado pelos solos finos (argilosos). Na sua maior parte trata-se de solos derivados do intemperismo de rochas vulcânicas de carácter básico ou intermediário (Formação Serra Geral).

Pela Classificação HRB, os solos destes grupos tendem a apresentar, a rigor, comportamento regular a mau como subleito. Todavia, os resultados dos ensaios de Índice Suporte Califórnia indicam valores satisfatórios, com baixa expansão (inferior a 2%) e ISC superior ou igual a 10%, pressupondo boa capacidade de suporte do subleito.

Ao analisar a classificação de todos os materiais investigados, constata-se uma predominância absoluta de solos de classificação HRB A7-6, que corresponde a 96 dos 109 horizontes ensaiados, ou 88% do total. Os solos deste grupo contêm materiais com alto valor de índice de plasticidade em relação ao limite de liquidez, com elevada variação de volume.



Quanto a classificação dos solos do subleito em função das suas propriedades plásticas, pelo Gráfico de Plasticidade observa-se que os solos do subleito se distribuem nas zonas correspondentes às argilas de média a alta plasticidade (CL a CH).



4.3.4 Ocorrência de Solos Moles

Não foram detectadas ocorrências de solos moles no subleito da rodovia.

4.4 ÍNDICE SUPORTE DE PROJETO (ISP)

4.4.1 Determinação Estatística do ISP

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. De acordo com a IS-101/94 do DAER é determinado pela análise estatística (tamanho da amostra, média, desvio padrão, etc) dos valores de ISC (Ensaio CBR) e pela classificação geotécnica dos materiais do subleito.

Em outras palavras, 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.

À luz deste conceito e dos estudos geotécnicos, 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%;
- Reunião em grupos de acordo com a classificação HRB e cor, determinando estatisticamente o ISC de cada grupo.

Os resultados da análise grupo/cor realizada estão apresentados em detalhe para cada grupo de solo nas planilhas constantes do Volume 1B - Estudos Geotécnicos. O Quadro a seguir apresenta a síntese da análise.



Síntese estatística dos resultados dos ensaios do subleito

GRUPO		A - 5	A - 6	A - 7 - 5	A - 7 - 6
ENSAIO	COR	Marrom	Vermelha	Vermelha	Vermelha
QUANTIDADE DE ENSAIOS		1	6	4	96
% PASSANDO PENEIRA 200		38	92	96	93
LL		46	35	51	53
IP		9	18	16	34
DENSIDADE MÁX.		1580	1488	1453	1495
UMIDADE ÓTIMA		22,9	27,6	29	27,3
ISC	MÉDIA	-	-	-	10,32
	DESVIO PADRÃO	-	-	-	0,77
	NÚMERO ENSAIOS	1	6	4	96
ISC MÁXIMO		-	14	11	12
ISC MÍNIMO		-	7	9	8
I.S. GRUPO		-	10	10	10

Resumo da análise dos grupos/cor com solos do subleito

GRUPO / SUBGRUPO (HRB)	NÚMERO DE AMOSTRAS/COR		TOTAL
	MARROM	VERMELHA	
A - 5	1		1
A - 6		6	6
A - 7 - 5 A - 7 - 6		4 96	4 96
TOTAL	1	106	107

Análise estatística dos valores de ISC do subleito

GRUPO COR	LIMITES DO INTERVALO		N	ISC (%)	Desvio Padrão (%)	ISCg (%)	OBS
	ISC min	ISC máx					
A - 7 - 6 vermelho	8	12	96	10,32	0,77	10	

onde:

N = número de amostras

ISC = valor médio dos resultados dos ensaios de ISC do grupo;

σ = desvio padrão;

$ISCg = ISC - (1,29 \cdot \sigma) / N^{(1/2)}$ = Índice Suporte do grupo

$ISC\ mín = ISCg - 0,68 \cdot \sigma$

$ISC\ máx = ISC + (1,29 \cdot \sigma) / N^{(1/2)} + 0,68 \cdot \sigma$





De acordo com a metodologia adotada pelo DAER, os valores de ISC dos ensaios fora do intervalo [ISC mín, ISCMáx] foram eliminados para a determinação do ISCG final. Os valores arredondados e adotados de ISCG no projeto, os quais determinam o Índice Suporte dos materiais dentro do intervalo [ISC mín, ISCMáx], para os grupos de solos em que foi possível realizar a análise estatística, estão sintetizados no Quadro a seguir. Para os demais grupos adotou-se como ISC o valor observado em cada ponto.

Índice Suporte Califórnia adotado para os grupos de solos (ISCG)

GRUPO COR	ISCG ADOTADO (%)	LIMITES DO INTERVALO	
		ISC mín	ISC máx
A - 7 - 6 vermelho	10	8	12

O grupo de solos dominante, ou seja, com maior número de amostras, é o grupo A-7-6 vermelho (96 amostras), os quais totalizam cerca de 88% das amostras. Este grupo apresenta ISCG igual a 10, indicando boa capacidade de suporte do subleito ao longo do trecho. Analisando o greide projetado e os resultados da análise estatística de forma a maximizar o aproveitamento das propriedades geotécnicas dos materiais do subleito, bem como compatibilizar as remoções obrigatórias com as disponibilidades de solos em empréstimos ou do próprio subleito, definiu-se o valor do Índice de Suporte de Projeto sendo igual a:

$$ISP = 10\%.$$

4.4.2 Subtrechos com Substituição de Materiais do Subleito

Em função do ISCP adotado, haverá necessidade de remoção de materiais inadequados do subleito. A definição precisa da pertinência em consideração às alturas de aterros bem como as espessuras de remoção de materiais serão desenvolvidas no Projeto de Terraplenagem e Projeto de Pavimentação.

Foram encontrados 15 locais com capacidade de suporte inferior ao ISP. Deste modo, está prevista sua remoção e reposição com material de 1ª categoria oriundo dos cortes e empréstimo lateral. No quadro a seguir são apresentados os locais com ISC inferior ao ISCP e as espessuras de remoção.





Locais com ISC inferior ao ISCp

DESIGNAÇÃO	ESTACA INICIAL	ESTACA FINAL	EXTENSÃO	CBR	PROFUNDIDADE	VOLUME
RSL-1	0+104	0+240	136m	9%	0,15m	195,84m³
RSL-2	0+520	0+640	120m	8%	0,15m	172,80m³
RSL-3	1+480	1+540	60m	8%	0,15m	86,40m³
RSL-4	1+620	1+740	120m	8%	0,15m	172,80m³
RSL-5	3+420	3+480	60m	9%	0,15m	86,40m³
RSL-6A	3+620	3+740	120m	9%	0,15m	172,80m³
RSL-6B	3+740	3+820	80m	5%	0,30m	230,40m³
RSL-6C	3+820	4+040	220m	8%	0,15m	316,80m³
RSL-7	5+020	5+140	120m	8%	0,15m	172,80m³
RSL-8	5+220	5+340	120m	9%	0,15m	172,80m³
RSL-9	6+120	6+340	220m	7%	0,15m	316,80m³
RSL-10	6+420	6+540	120m	8%	0,15m	172,80m³
RSL-11	6+820	6+920	100m	8%	0,15m	144,00m³
RSL-12	7+080	7+240	160m	8%	0,15m	230,40m³
RSL-13	8+220	8+340	120m	8%	0,15m	172,80m³
RSL-14	8+420	8+520	100m	7%	0,15m	144,00m³
RSL-15	8+620	8+740	120m	9%	0,15m	172,80m³

4.5 ORIENTAÇÃO PARA TERRAPLANAGEM

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. Na correção dos volumes dos cortes para os aterros, deverá ser adotado o coeficiente 1,30 para materiais de 1ª categoria.

Considerando as características geotécnicas levantadas, associadas às questões geométricas do presente projeto, foram adotados os seguintes taludes no segmento projetado (Vertical:Horizontal):

- Cortes em solo: 1:1;
- Cortes em rocha: 4:1;
- Aterros: 1:1,5.

Tais inclinações de taludes foram utilizadas com o intuito de garantir a estabilidade e segurança dos mesmos, otimizando os volumes de terraplenagem utilizados no projeto, conforme recomenda a Norma de Projetos Rodoviários do DAER/RS.

Evidentemente, estas inclinações de taludes de corte foram concebidas com base aos estudos disponíveis. Ocorrendo situações supervenientes durante a execução das obras, a





Fiscalização poderá adequar os taludes em razão das novas investigações e constatações de campo.

4.6 BOTA-FORAS

O material oriundo de serviços preliminares de limpeza da faixa de terraplanagem, o qual não pode ser utilizado para a construção dos aterros, deverá ser depositado em locais adequados ao longo da rodovia para recuperação de canteiro de obras e recuperação de áreas de apoio, de forma que não prejudiquem o aspecto paisagístico da rodovia, e não causem ocorrências ambientais negativas.

Quanto aos locais de bota-fora, foram indicadas três áreas adjacentes à rodovia, dentro da faixa de domínio, conforme projeto de pavimentação da rodovia. Abaixo é apresentada a localização dos bota-foras indicados.

Resumo dos bota-foras indicados adjacentes à rodovia

N	INÍCIO	FINAL	LADO	CENTRO GEOMÉTRICO	VOLUME DISPONÍVEL (m³)
BF1	3+300	3+530	LE	3+415	3.847,86
BF2	3+530	4+040	LE	3+785	9.009,40
BF3	7+420	7+720	LE-LD	7+570	2.187,92

A conformação da superfície da área dos bota-fora deverá ser realizada de tal modo que propicie a destinação adequada de águas pluviais para os dispositivos de drenagem superficial da rodovia. Após a conclusão dos serviços de espalhamento do material, as áreas de bota-fora deverão ser revestidas com cobertura vegetal de rápido crescimento e não tóxicas à fauna local.

4.6.1 Bota-fora para Resíduos de Demolição

Os resíduos provenientes de serviços de demolição serão destinados para aterro licenciado de resíduos sólidos da construção civil. O material a ser destinado é composto por concreto armado proveniente de serviços de demolição de bueiros e galerias ao longo do trecho, totalizando um volume de 102 m³. Foram pesquisados aterros licenciados para destinação do material na região.

No município de Três Passos-RS foi identificado aterro para destinação final de resíduos sólidos da construção civil, pertencente à Rico Entulhos Ltda., localizado na coordenada UTM 207389 E / 6959380 S. Dista cerca de 32,5 km do ponto médio do trecho, sendo 26,10 km percorridos em rodovias pavimentadas e 6,40 km percorridos em rodovias não pavimentadas. Possui Licença de Operação nº 049/2022, a qual está apresentada no Volume 1B – Estudos Geotécnicos.





4.6.2 Materiais de Empréstimos

A despeito da possibilidade de aproveitamento dos materiais dos cortes obrigatórios do subleito, foram pesquisadas áreas potenciais de empréstimo lateral de solo para uso na terraplenagem e pavimentação.

Os empréstimos investigados, constituem-se de solos argilosos, de coloração predominantemente vermelha, com propriedades geotécnicas assemelhadas às dos materiais do subleito.

O Quadro a seguir apresenta a localização e principais características geotécnicas do empréstimo estudado.

Resumo do empréstimo estudado

EMPRÉSTIMO	LOCALIZAÇÃO (km - LADO)	ÁREA (m ²)	VOLUME TOTAL (m ³)	VOLUME UTILIZÁVEL (m ²)
EL-01	03+540 ao 04+040 LE	6.916,72	21.945,00	22.323,22

4.7 ESTUDO DE PEDREIRAS

4.7.1 Considerações Preliminares

Este item dispõe sobre os estudos realizados para a definição de locais propícios à aquisição de material pétreo, como agregados (brita, pedrisco e pó de pedra), os quais serão utilizados nas obras de pavimentação da rodovia 468BRS9150, trecho do entroncamento com a BRS-468 até o perímetro urbano de Sede Nova-RS.

Na região em que a rodovia se insere foram realizados estudos para identificar os locais que apresentassem material com qualidade e quantidade que favorecessem sua utilização na obra, além de possuir Distância Média de Transporte (DMT) economicamente viável. Para a prospecção de áreas potenciais a aquisição dos agregados, foi utilizado o banco de dados de processos minerários da Agência Nacional de Mineração (ANM), especificamente o Cadastro Mineiro e o SIGMINE, para localizar as jazidas mais viáveis e próximas do empreendimento.

Foram priorizadas pedreiras comerciais que possuam título mineral da ANM em vigor, e tenham o empreendimento devidamente licenciado no órgão ambiental competente. A utilização destas pedreiras torna a aquisição do material pétreo mais acessível, uma vez que o empreendimento está em conformidade com a legislação ambiental e mineral vigente.



4.7.2 Metodologia

Para o estudo dos locais propícios a aquisição de material pétreo, foram realizadas duas etapas: atividades de escritório e atividades de campo. As referidas etapas são caracterizadas abaixo.

a) Atividades de escritório

- Análise do Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul na escala 1:750.000 do Serviço Geológico do Brasil - CPRM do ano de 2008;
- Exame de imagens de satélite utilizando o software Google Earth Pro;
- Análise de dados vetoriais em escala $\leq 1:50.000$ utilizando técnicas de geoprocessamento no software QGIS 3.4.2;
- Compilação da base de dados do SIGMINE e Cadastro Mineiro da ANM;
- Seleção de áreas potenciais à aquisição de agregados;
- Revisão da bibliografia disponível.

b) Atividades de Campo

- Reconhecimento das áreas selecionadas.

4.7.3 Resultados

Os estudos realizados para identificar áreas potencialmente viáveis a aquisição de agregados para utilização nas obras de pavimentação da rodovia 468BRS9150 foram realizados utilizando levantamento de dados em etapa preliminar, para posterior confirmação. As áreas pesquisadas foram subdivididas e caracterizadas para se definir quais possuem viabilidade para utilização no presente empreendimento.

A seguir são apresentados os resultados obtidos pelos trabalhos de prospecção de áreas potenciais a aquisição de material pétreo (agregados) para utilização nas obras de pavimentação do trecho. No quadro abaixo foram listadas as principais informações das pedreiras pesquisadas, juntamente com suas respectivas DMTs para cada lote do projeto.



Quadro resumo das pedreiras pesquisadas

N	Empreendedor	Rota		DMT (km)			Coordenadas UTM	
		Origem	Destino	P	NP	TOTAL	E	S
P1	Pavibras Indústria e Comércio de Britas	Pedreira	Trecho	0,00	11,60	11,60	207704	6934595
P2	Fuhr & Stroehrer Ltda	Pedreira	Trecho	10,30	16,60	26,90	789610	6934187
P3	Atila Scheer Gemelli	Pedreira	Trecho	48,80	10,0	58,80	210539	6904834

OBS: P = Pavimentado; NP = Não Pavimentado.

4.7.3.1. Pedreira P1 – Pavibras Indústria e Comércio de Britas

A pedreira P1 pertencente ao empreendedor Pavibras Indústria e Comércio de Britas localiza-se na zona rural do município de São Martinho-RS, distando cerca de 3 km do perímetro urbano municipal. O empreendimento possui Licença de Operação nº 01312/2019 emitida pela FEPAM, com validade até 11/03/2024, tendo processo de renovação da licença em andamento, para a atividade de lavra de rocha (basalto) a céu aberto, com britagem, para uso imediato na construção civil. A área de lavra está regularizada junto à Agência Nacional de Mineração com os processos ANM nº 810.031/2013 e 810.788/2002, sob regime de licenciamento.

A pedreira dista cerca de 11,6 km do ponto médio do trecho, sendo todo o trajeto sobre estradas vicinais em revestimento primário. Abaixo é apresentada imagem de satélite da área de lavra da pedreira P1.



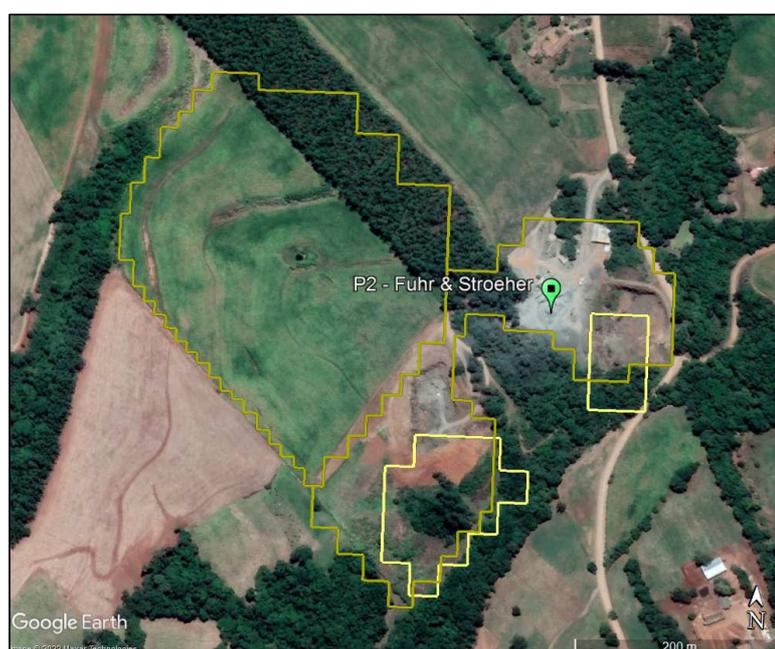
Poligonal ANM da pedreira P1 em imagem de satélite do Google Earth



4.7.3.2. **Pedreira P2 – Fuhr & Stroehrer Ltda**

Refere-se a lavra de basalto a céu aberto executada pelo empreendedor Fuhr & Stroehrer Ltda, localizada na zona rural do município de Boa Vista do Buricá, nas coordenadas UTM 789610 E / 6934187 S. A referida lavra está devidamente regularizada junto a ANM com processo nº 811.451/2011, e possui Licença de Operação nº 0001-02.530-06.1409/21 emitida pela Prefeitura Municipal de Boa Vista do Buricá, válida até 14/09/2025.

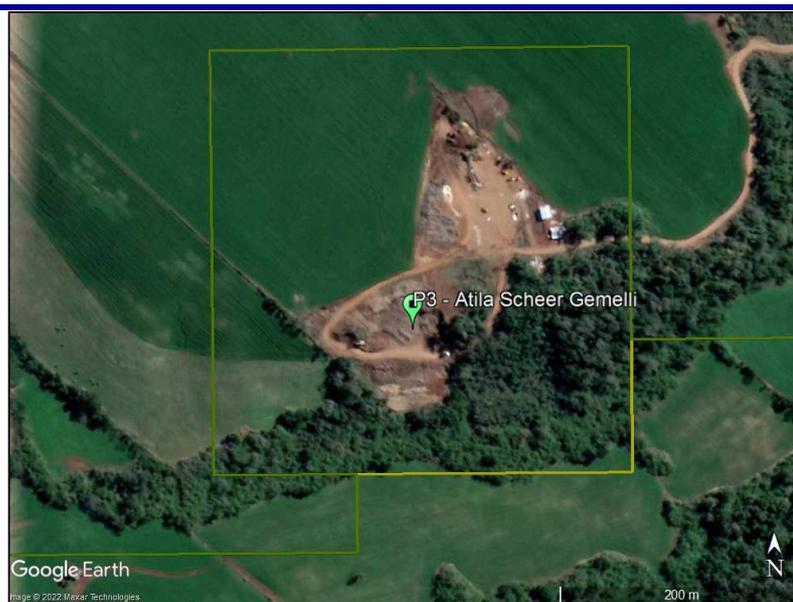
A área dista cerca de 26,90 km do ponto médio do trecho, sendo 10,30 km percorridos em rodovias pavimentadas e 16,60 km percorridos em vias não pavimentadas. Abaixo é apresentada imagem de satélite da área de lavra da pedreira P2.



Poligonal ANM da pedreira P2 em imagem de satélite do Google Earth

4.7.3.3. **Pedreira P3 – Atila Scheer Gemelli**

O empreendimento refere-se a lavra de basalto a céu aberto executado por Atila Scheer Gemelli, portador do CNPJ nº 32.247.537/0001-47. Possui processo ANM nº 810.009/2020, com poligonal de 12,04 ha, situada no município de Chiapetta. Dista cerca de 58,70 km do ponto médio da rodovia, sendo 48,80 km percorridos em vias pavimentadas e 10,0 km em rodovias com revestimento primário. Possui Licença de Operação nº 245/2020, emitida pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Chiapetta, com validade até 13/03/2025. Abaixo é apresentada imagem de satélite da área de lavra da pedreira P3.



Poligonal ANM da pedraira P3 em imagem de satélite do Google Earth

4.7.4 Pedreira Indicada

Com os dados das pedreiras pesquisadas, foi realizado binômio para definir a pedreira com melhor viabilidade para utilização nas obras de pavimentação da rodovia 468BRS9150, levando em consideração sua Distância Média de Transporte (DMTs) e características das pedreiras.

Em função das características técnicas da pedreira P1 apresentadas no presente estudo, entende-se que a mesma tem condições para a produção de agregados (rocha, pedrisco, pó de rocha, brita) para pavimentação da rodovia 468BRS9150, sendo esta a área indicada para fornecer material pétreo ao presente empreendimento. A pedreira P1 pertence ao empreendedor Pavibritas Indústria e Comércio de Britas Ltda., portador do CNPJ nº 73.398.612/0001-58, localizada no município de São Martinho-RS, na coordenada UTM 207704 E / 6934595 S. Dista cerca de 11,6 km do ponto médio do trecho, percorridos em estradas não pavimentadas.

O empreendimento possui Licença de Operação nº 01312/2019 emitida pela FEPAM, com validade até 11/03/2024, já possuindo processo de renovação da licença, conforme comprovante de protocolo apresentado no Volume 1B – Estudos Geotécnicos. A área de lavra está regularizada junto à Agência Nacional de Mineração com os processos ANM nº 810.031/2013 e 810.788/2002. Abaixo são apresentados registros fotográficos da área de lavra do empreendimento, assim como o material produzido pela pedreira.



Frente de lavra da pedreira indicada



Material britado produzido pela pedreira



Material britado produzido pela pedreira

Foram realizados ensaios laboratoriais utilizando o material produzido pela pedreira indicada para verificar se suas características atendem aos parâmetros necessários para utilização nas obras de pavimentação do presente projeto. Foram realizados os seguintes ensaios:

- Abrasão Los Angeles;
- Adesividade a ligantes betuminosos; e
- Sanidade (“soundness test”).



Os resultados dos ensaios laboratoriais e a declaração assinada pelo responsável da pedra indicada estão apresentados no Volume 1B – Estudos Geotécnicos.

4.8 OUTROS MATERIAIS

Com relação ao fornecimento de areia e cimento, foram pesquisadas fontes dos materiais mais próximas da região e solicitadas cotações. Foram pesquisadas três fontes de cada material, e realizado binômio para definição dos indicados. A seguir são apresentados os insumos pesquisados.

Fontes de cimento e areia pesquisados

N	Proprietário	Percurso		DMT (km)			Coordenadas UTM	
		Origem	Destino	P	NP	TOTAL	E	S
C1	Cimento Gaúcho	Fornecedor	Trecho	409,00	4,40	413,40	460804	6701099
C2	JR Comércio de Cimento e Concreto Ltda	Fornecedor	Trecho	208,10	4,40	212,50	364935	6870960
C3	Cimencenter Materiais de Construção Ltda	Fornecedor	Trecho	210,60	4,40	215,00	374667	6943441
A1	De Marco Mineração	Areeira	Trecho	76,00	5,00	81,00	273019	6915060
A2	Dal Ross Comércio de Areia e Brita	Areeira	Trecho	141,70	4,40	146,10	246639	6829955
A3	Cimencenter Materiais de Construção Ltda	Areeira	Trecho	210,60	4,40	215,00	374667	6943441

A partir do binômio realizado com as DMTs e as cotações solicitadas, foi definido como fornecedor de cimento a JR Comércio de Cimento e Concreto Ltda., localizada em Passo Fundo-RS, e para fornecimento de areia, De Marco Mineração, localizada em Palmeira das Missões-RS.

Quanto aos materiais betuminosos, serão oriundos do município de Passo Fundo-RS, da empresa distribuidora Andreetta & Cia Ltda. Abaixo são apresentadas as DMTs e informações de todas as fontes de materiais indicadas.

Resumo dos materiais indicados

N	Local / Proprietário	Material	Percurso		DMT (km)		
			Origem	Destino	P	NP	TOTAL
P1	Pavibras Indústria e Comércio de Britas Ltda.	Britas	Pedreira	Obra	0,00	11,60	11,60
C2	JR Comércio de Cimento e Concreto Ltda	Cimento	Fornecedor	Trecho	208,10	4,40	212,50
A1	De Marco Mineração	Areia	Areeira	Trecho	76,00	5,00	81,00
DA	Andreetta & Cia Ltda.	Emulsões Asfálticas	Distribuidora de Asfalto	Trecho	213,60	4,40	218,00
RSCC	Rico Entulhos Ltda	Concreto armado	Trecho	Aterro de RSCC	26,1	6,40	32,5

OBS.: P = Pavimentado; NP = Não Pavimentado; CL = Comércio Local; RSCC = Resíduos Sólidos da Construção Civil; DA = Distribuidora de Asfalto.





Os diagramas lineares dos materiais pesquisados e indicados estão apresentados no Volume 1B – Estudos Geotécnicos.



5 ESTUDOS HIDROLÓGICOS





5 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os estudos hidrológicos da presente Readequação de Projeto da rodovia 468BRS9150, ligação entre o município de Sede Nova e a BRS/168, teve como objetivo a determinação das contribuições pluviais e escoamentos fluviais associados à probabilidade de ocorrência dos eventos, com a finalidade de fornecer os elementos necessários ao dimensionamento das obras de drenagem da rodovia.

5.2 INTRODUÇÃO

A presente readequação teve base em visita técnica de inspeção e análise dos bancos de dados disponíveis na literatura especializada, principalmente nos dados disponibilizados pela Agência Nacional de Águas - ANA.

Os estudos hidrológicos foram desenvolvidos seguindo a “Recomendação técnica para elaboração de estudos hidrológicos e projetos de drenagem e de obras de arte correntes de rodovias estaduais - RT-EHD-01/17” e outras orientações utilizadas em estudos desta natureza.

5.3 DIRETRIZES

Os estudos hidrológicos, apresentados a seguir, foram elaborados seguindo as diretrizes e recomendações técnicas constantes nas seguintes publicações técnicas:

- RT-SHD-01/18: Recomendação Técnica para Elaboração de Estudos Hidrológicos e Projetos De Drenagem e de Obras de Arte Correntes de Rodovias Estaduais - DAER;
- Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem - DNIT (2005) - Publicação IPR 715;
- Publicações Técnicas comumente utilizadas em Estudos Hidrológicos.

5.4 COLETA DE DADOS

A coleta de dados teve como finalidade conhecer os aspectos climáticos, pluviométricos, fluviométricos, relevo, solo e vegetação da região, os quais fornecem informações para os estudos de verificação da suficiência hidráulica da seção das obras de drenagem existentes e projetadas. Este estudo foi concebido mediante o desenvolvimento das seguintes atividades:



- Coleta, tratamento e análise dos dados de precipitação pluviométrica disponíveis para a região;
- Coleta de informações e subsídios cartográficos e geomorfológicos;
- Demarcação e coleta de informações topográficas e de uso do solo, inclusive seus tipos de cobertura existentes.

5.4.1 CLIMA

Segundo a classificação do Mapa de Clima do Brasil do IBGE o clima dominante, de acordo com Köppen, é Cfa (clima mesotérmico, sempre úmido e verões secos), ou seja, Subtropical Úmido (Costas orientais e subtropicais, com predomínio da Massa Tropical Marítima).

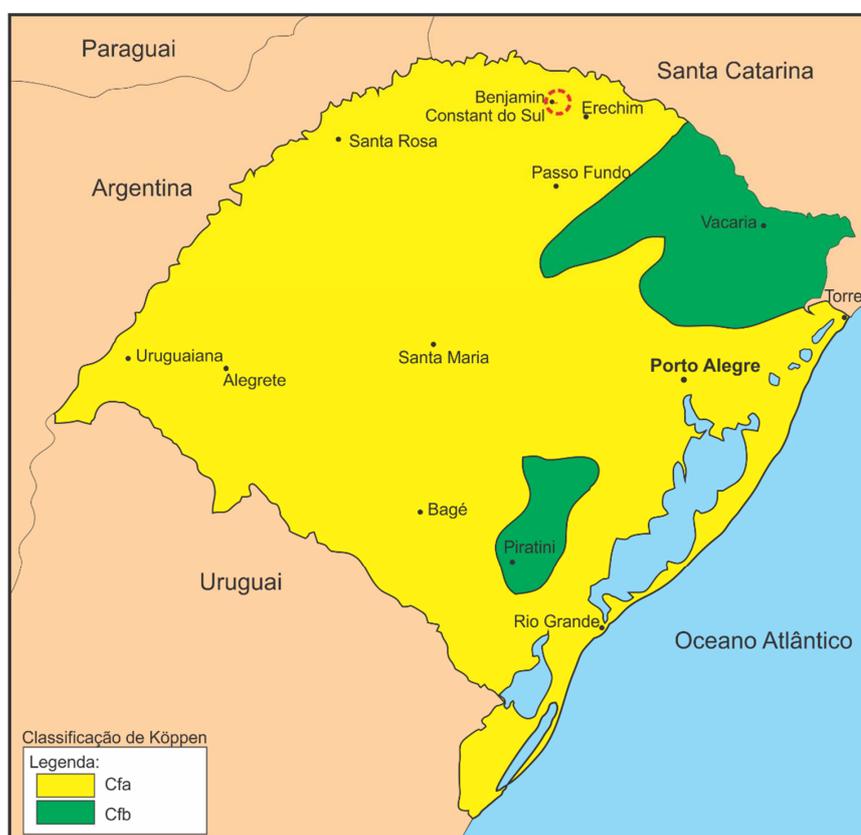


Figura 18 – Classificação Climática segundo Köppen

Fonte: adaptado Tipos climáticos do Estado do rio Grande do Sul KÖPPEN (1931)

A região por sua topografia formada por ondulações suaves e moderadas são cobertas por grandes campos com vegetação herbácea.



5.5 PLUVIOMETRIA

Para o estudo das chuvas precipitadas sobre a região, procurou-se junto aos órgãos controladores de postos pluviométricos, dados referentes à pluvimetria nas proximidades do trecho em estudo, de interesse para o projeto.

Junto à ANA (Agência Nacional de Águas), foram obtidos os dados de pluvimetria do município de São Martinho. A ANA dispõe de uma rede hidrometeorológica para o estado do Rio Grande do Sul, como se aprecia na **Figura 5.20**.

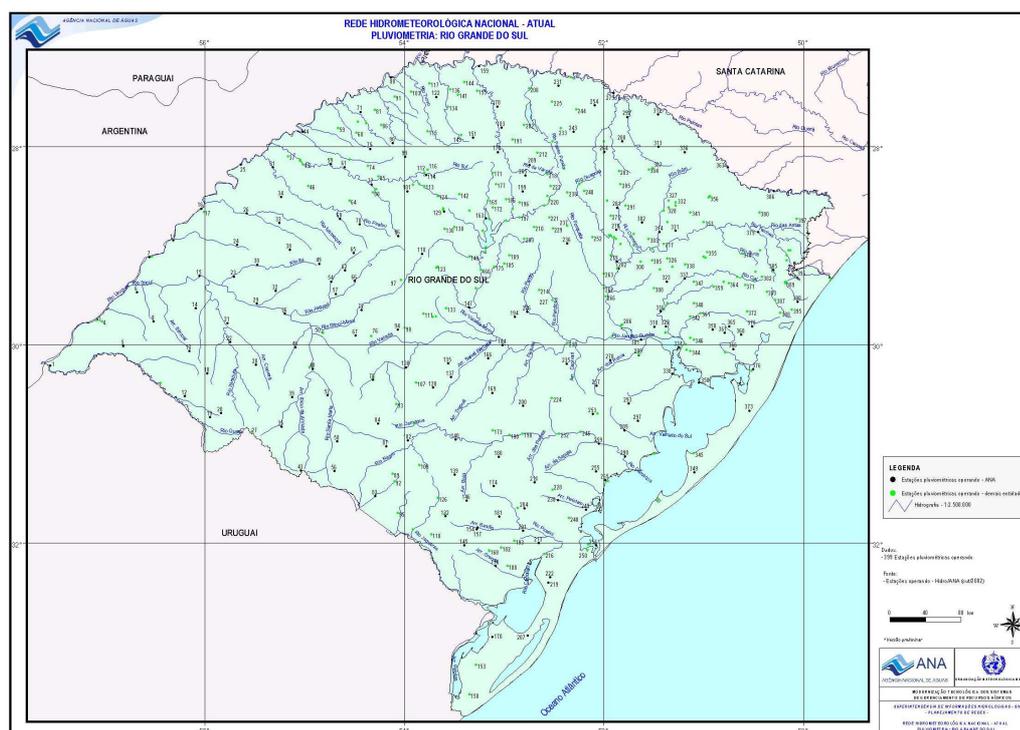


Figura 5.20: Rede Hidrometeorológica do Rio Grande do Sul - Pluviometria. Fonte (ANA).

No trecho em estudo, existe uma estação pluviométrica, apresentada na **Figura 5.21**: Estação São Martinho código 2754014, sendo responsável a ANA.

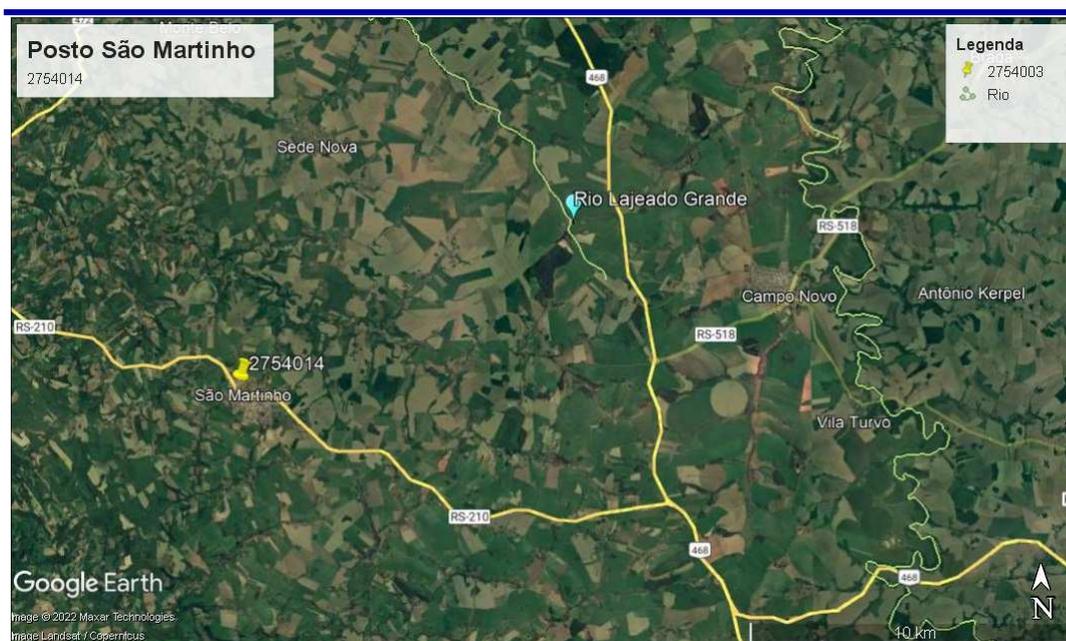


Figura 5.21: Localização da Estação Pluviométrica mais próxima do trecho em estudo.

Levando em consideração a série histórica de dados de precipitação, verificou-se que a estação São Martinho, dispõe dados válidos de 2003 a 2020. A seguir, pode-se visualizar o os dados informativos da estação de Pinheiro Machado.

DADOS DA ESTAÇÃO

Código	2754014
Nome	SÃO MARTINHO
Bacia	RIO URUGUAI
Sub-bacia	RIOS TURVO, SANTA ROSA, SANTO CRISTO
Estado	RIO GRANDE DO SUL
Município	SÃO MARTINHO
Responsável	ANA
Latitude	-27.702800° S
Longitude	-53.973100° O.
Altitude (m)	448
Número de Anos Válidos	18

A seguir são apresentados os histogramas de precipitação e de número de dias chuvosos médios, máximos e mínimos históricos conforme dados da estação pluviométrica de São Martinho.

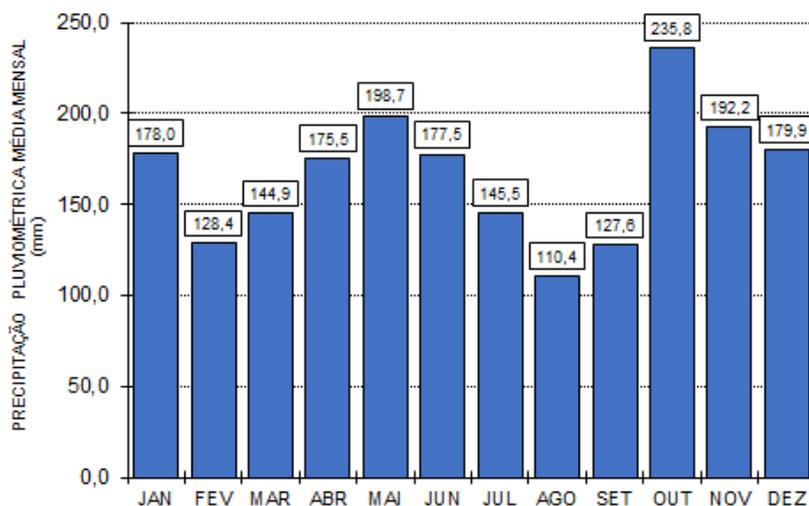


Figura 5.22: Precipitações médias mensais

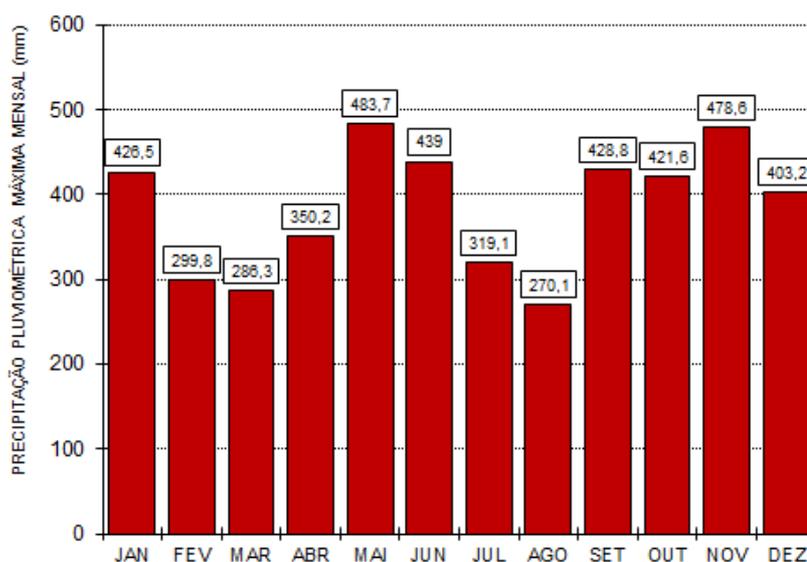


Figura 5.23: Precipitações máximas mensais

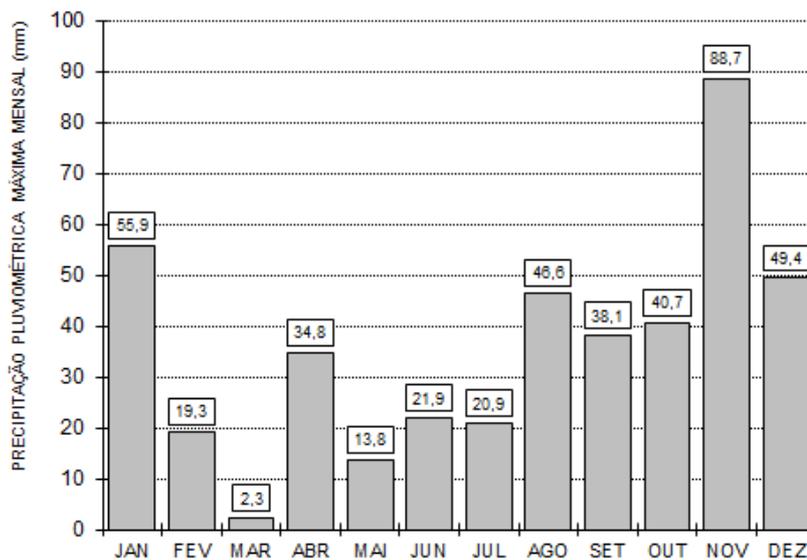


Figura 5.24: Precipitações mínimas mensais

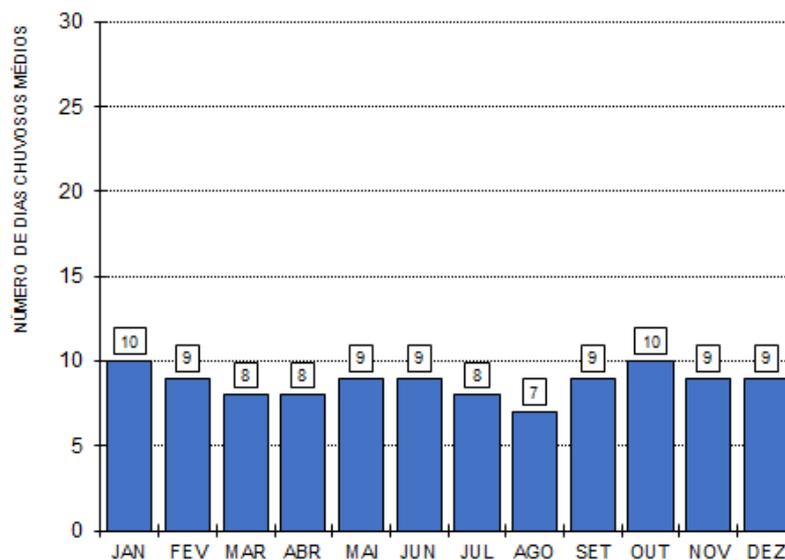


Figura 5.25: Número de dias chuvosos médios

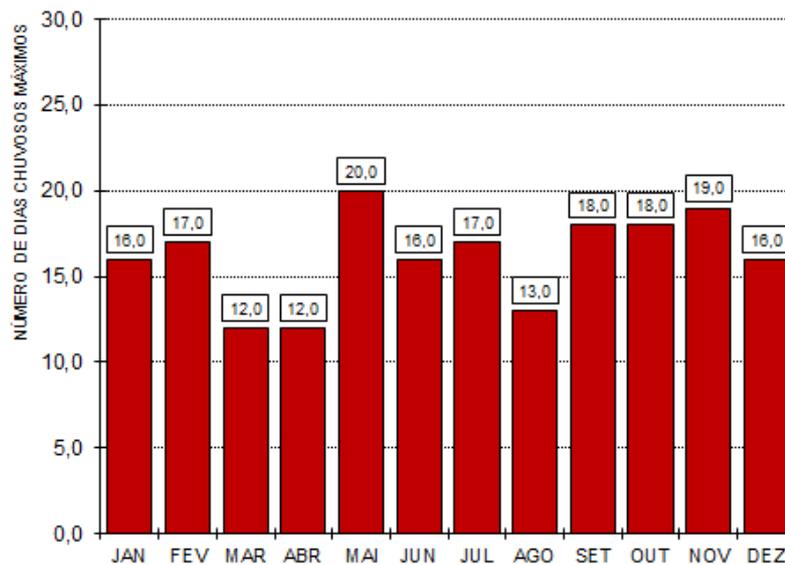


Figura 5.26: Número de dias chuvosos máximos

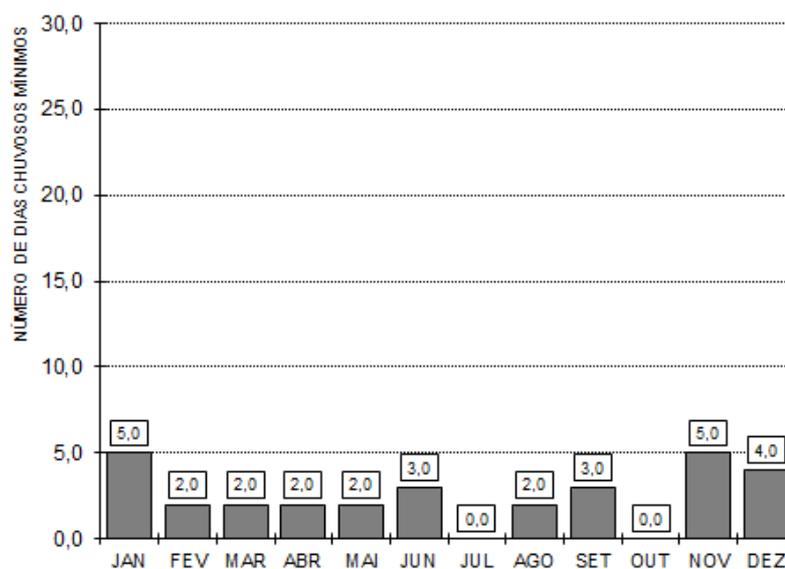


Figura 5.27: Número de dias chuvosos mínimos

5.5.1 Estudo Estatístico das Chuvas

De posse dos dados observados no posto escolhido para análise, procedeu-se à análise e consistência dos mesmos, compreendendo a avaliação das necessidades de preenchimento de falhas e a verificação da homogeneidade.



Após a coleta de dados de chuvas diárias foi elaborado este estudo com o uso e determinação das alturas para diferentes períodos de recorrências e diferentes durações. Para isto, escolheu-se a maior altura de chuva em cada ano de série de máximas anuais. Para tempos de duração menores que um dia, fizeram-se correlações com Método das Isozonas.

5.5.2 Análise dos Dados de Precipitação do Posto Pluviométrico

Abaixo são apresentadas as precipitações máximas anuais da estação considerada. A carga pluviométrica utilizada na avaliação da descarga das bacias foi obtida através dos registros das máximas chuvas diárias de cada ano, coletadas na estação de São Martinho.

Quadro 4.2: Precipitação máxima diária anual

ANO	P.M.D. (mm)	ANO	P.M.D. (mm)
2003	123,0	2012	126,6
2004	96,8	2013	92,5
2005	141,9	2014	157,6
2006	167,1	2015	83,1
2007	111,3	2016	87,9
2008	109,4	2017	117,3
2009	166,0	2018	104,7
2010	105,2	2019	51,1
2011	127,4	2020	97,5

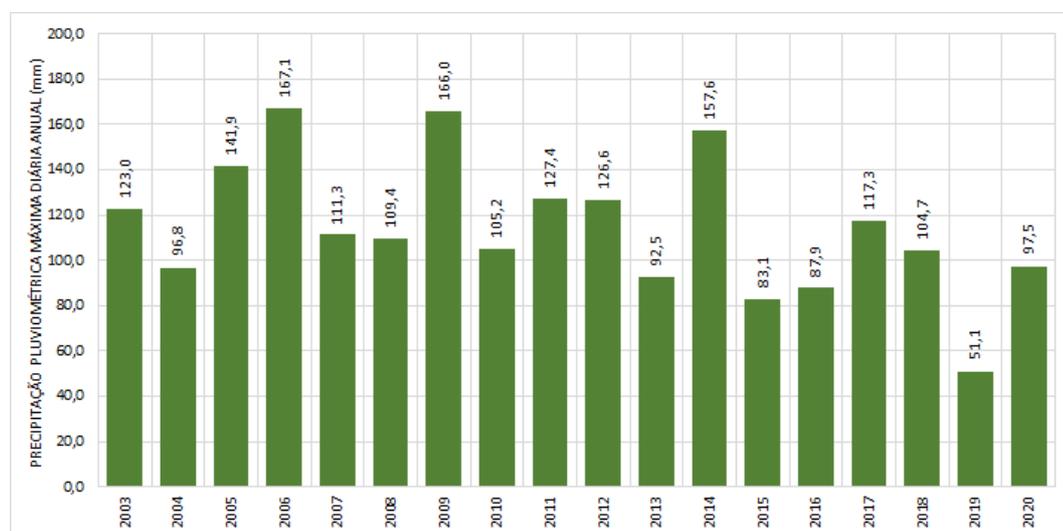


Figura 5.28: Precipitações máximas diárias anuais

Com isso formou-se uma série de 18 valores, na qual se aplicou o tratamento estatístico de Gumbel e o método de isozonas, para a obtenção de alturas e intensidade de chuvas de curta duração, para os tempos de recorrência (TR) selecionados.



5.5.3 Curvas de Intensidade – Duração - recorrência

A necessidade de conhecimento das alturas de precipitação para tempos de duração inferiores a 24 horas e a baixa densidade de postos pluviográficos que possam proporcionar estes dados, obrigam a extrapolações destes postos distantes até o local de projeto. O método das Isozonas, desenvolvido para o Brasil pelo Eng José Jaime Taborga Torrico, correlaciona os dados de postos pluviográficos. Esta correlação permite, de maneira simples, a dedução da precipitação para os tempos de concentração necessários inferiores a 24 horas.

Taborga construiu um mapa de Isozonas, conforme consta na figura a seguir, levando em consideração os postos pluviométricos e relacionando as alturas de precipitação anual de 24 horas para cada um dos postos estudados pelo Eng^o Otto Pfafstteter.

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

- **Isozona A:** apresenta coeficientes de intensidade baixos, e a sua zona coincide com a de maior precipitação anual do Brasil;
- **Isozona B e C:** apresentam coeficientes de intensidade suaves representando a zona de influência marítima;
- **Isozona D:** típica de 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.

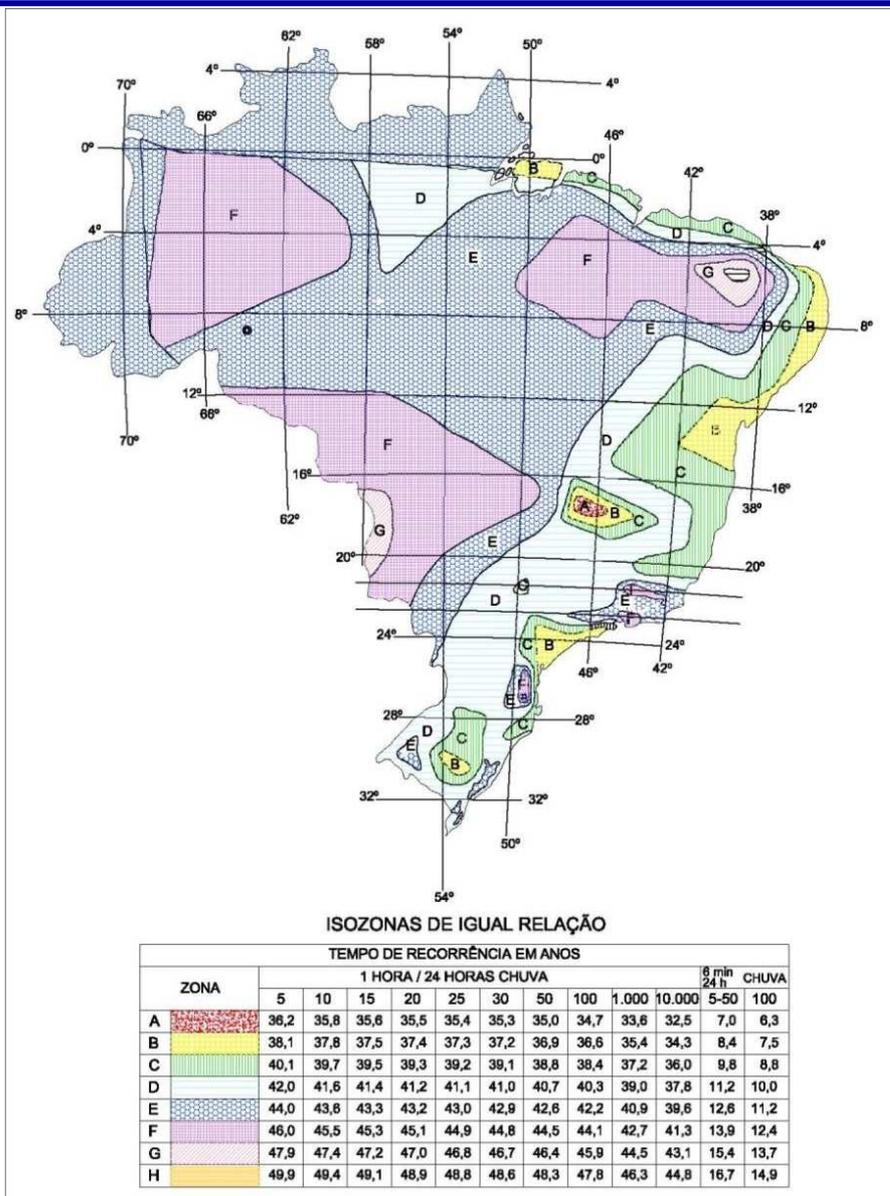


Figura 5.29: Mapa de Isozonas.

5.6 CHUVA DE PROJETO

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 1,095 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 $T_r^{-0,014}$ que foi deduzido da relação dos coeficientes de Otto Pfafstetter:

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

onde:

- K1hora = fator de probabilidade de ocorrer a chuva de 1 hora/24 horas;
- K24horas = 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.

$$P(t) = P_m + \sigma \cdot K(t)$$

Em que:

- P = altura pluviométrica esperada;
- P_m = altura pluviométrica média;
- σ = desvio padrão da série anual;
- K = fator de freqüência.

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



Quadro 5.1: Fator de frequência (K)

NÚMERO DE EVENTOS	TR - Tempo de Recorrência						
	5	10	15	20	25	50	100
10	1.058	1.848	2.289	2.606	2.847	3.588	4.325
11	1.034	1.809	2.242	2.553	2.789	3.516	4.238
12	1.013	1.777	2.202	2.509	2.741	3.476	4.166
13	0.996	1.748	2.168	2.470	2.699	3.405	4.105
14	0.981	1.724	2.138	2.437	2.663	3.360	4.052
15	0.967	1.703	2.112	2.410	2.632	3.321	4.005
16	0.955	1.682	2.087	2.379	2.601	3.283	3.959
17	0.943	1.664	2.066	2.355	2.575	3.250	3.921
18	0.934	1.649	2.047	2.335	2.552	3.223	3.888
19	0.926	1.636	2.032	2.317	2.533	3.199	3.860
20	0.919	1.625	2.018	2.302	2.517	3.179	3.836
21	0.911	1.613	2.004	2.286	2.500	3.157	3.810
22	0.905	1.603	1.992	2.272	2.484	3.138	3.787
23	0.899	1.595	1.980	2.259	2.470	3.121	3.766
24	0.893	1.584	1.969	2.247	2.457	3.104	3.747
25	0.888	1.575	1.958	2.235	2.444	3.088	3.729
26	0.883	1.568	1.949	2.224	2.432	3.074	3.711
27	0.879	1.560	1.941	2.215	2.422	3.061	3.696
28	0.874	1.553	1.932	2.205	2.412	3.048	3.681
29	0.870	1.547	1.924	2.196	2.402	3.037	3.667
30	0.866	1.541	1.912	2.188	2.393	3.026	3.653
31	0.863	1.535	1.910	2.180	2.385	3.015	3.641
32	0.860	1.530	1.904	2.173	2.377	3.005	3.629
33	0.856	1.525	1.897	2.166	2.369	2.966	3.618
34	0.855	1.520	1.892	2.160	2.362	2.987	3.608
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	1.842	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

Segundo o mapeamento efetuado por Taborga, a rodovia em estudo está contida na isozona "D", apresentando os seguintes valores para α e β :





Quadro 5.2: Parâmetros α e β da Isozona D

α % (1 hora / 24 horas)						β % (6 min / 24 horas)	
TR5	TR10	TR20	TR25	TR50	TR100	TR5-50	TR100
42	41,6	41,2	41,1	40,7	40,3	11,2	10,0

Considerando as séries de precipitações máximas diárias anuais e a expressão definida por Ven Te Chow, foram obtidas as precipitações esperadas para esta estação pluviométrica analisada conforme Quadro 5.3.

Quadro 5.3: Precipitação de um dia

Pm (mm)	Desvio Padrão	TR (anos)	k	P 1 dia (mm)
114,80	30,13	5	0,934	142,95
		10	1,649	164,49
		20	2,335	185,16
		25	2,552	191,70
		50	3,223	211,92
		100	3,888	231,96

Na sequência (Quadro 5.4), apresenta-se a conversão das máximas chuvas diárias esperadas, previamente definidas para este posto, de acordo com o Método das Isozonas.

Quadro 5.4: Precipitação esperada para 24h, 1h e 6 min

TR (anos)	P (mm)	Fator	P24h (mm)	a	P1h (mm)	b	P6min (mm)
5	142,95	1,095	156,52	0,420	65,74	0,112	17,53
10	164,49		180,12	0,416	74,93	0,112	20,17
20	185,16		202,75	0,412	83,53	0,112	22,71
25	191,70		209,91	0,411	86,32	0,112	23,51
50	211,92		232,05	0,407	94,45	0,112	25,99
100	231,96		254,00	0,403	102,36	0,100	25,40

Após a determinação das alturas de precipitação para duração de 24 horas, 1 hora e 6 minutos, para cada tempo de recorrência considerado, marcaram-se estes valores no papel de probabilidade de Hershfield e Wilson (mono-log), e ligando-se os pontos marcados, obtiveram-se as alturas de precipitação para qualquer duração entre 6 minutos (0,1h) e 24 horas.



Papel de Probabilidades

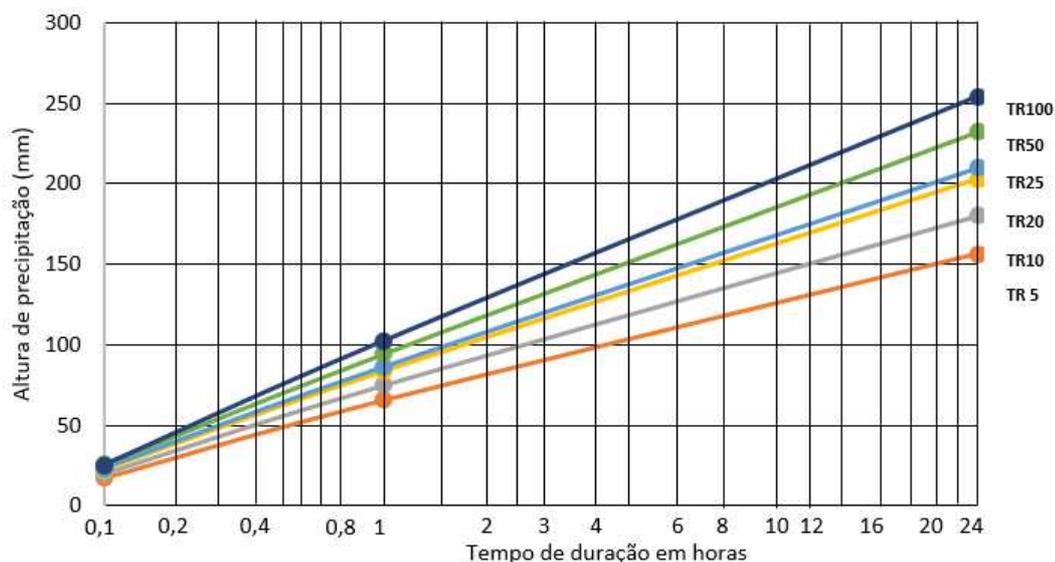


Figura 5.30: Papel de Probabilidades – Hershfield e Wilson.

Já a intensidade de precipitação foi obtida pela seguinte relação:

$$i = P/t$$

Onde:

- ✓ P = altura de precipitação (mm);
- ✓ i = intensidade pluviométrica (mm/h);
- ✓ t = duração da chuva (h).

Por fim, na sequência são apresentados, em resumo, valores de precipitação e intensidade pluviométrica para chuvas de diversas durações.

Quadro 5.5: Altura de precipitação para diversos tempos de duração

TR (anos)	ALTURA DA PRECIPITAÇÃO (mm)								
	0,10 h	0,25 h	0,50 h	1 h	2 h	4 h	8 h	14 h	24 h
5	17,5	35,5	50,1	65,7	81,4	99,4	119,7	137,7	156,5
10	20,2	40,6	57,2	74,9	93,1	114,0	137,5	158,4	180,1
20	22,7	45,3	63,8	83,5	104,1	127,8	154,4	178,1	202,8
25	23,5	46,9	66,0	86,3	107,7	132,2	159,8	184,3	209,9
50	26,0	51,5	72,3	94,4	118,2	145,5	176,2	203,6	232,1
100	25,4	54,0	77,4	102,4	128,6	158,6	192,5	222,6	254,0



Quadro 5.6: Intensidade de precipitação para diversos tempos de duração

TR (anos)	INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA (mm/h)								
	0,10 h	0,25 h	0,50 h	1 h	2 h	4 h	8 h	14 h	24 h
5	175,3	141,9	100,2	65,7	40,7	24,9	15,0	9,8	6,5
10	201,7	162,2	114,4	74,9	46,6	28,5	17,2	11,3	7,5
20	227,1	181,4	127,6	83,5	52,1	31,9	19,3	12,7	8,4
25	235,1	187,5	131,9	86,3	53,8	33,0	20,0	13,2	8,7
50	259,9	205,9	144,5	94,4	59,1	36,4	22,0	14,5	9,7
100	254,0	216,2	154,8	102,4	64,3	39,7	24,1	15,9	10,6

A altura de precipitação para qualquer tempo de duração de chuva pode ser obtida pela relação apresentada a seguir:

Tc	Equação (P em mm; tc em min)
$0,1h \leq t \leq 1,0h$	$P = (P_{1,0h} - P_{6 \text{ min}}) \times \log(t) + P_{1,0h}$
$1,0h < t \leq 24h$	$P = \frac{(P_{24h} - P_{1,0h})}{\log(24)} \times \log(t) + P_{1,0h}$

Os gráficos relativos à Precipitação/Intensidade - Duração - Frequência apresentam-se a seguir.

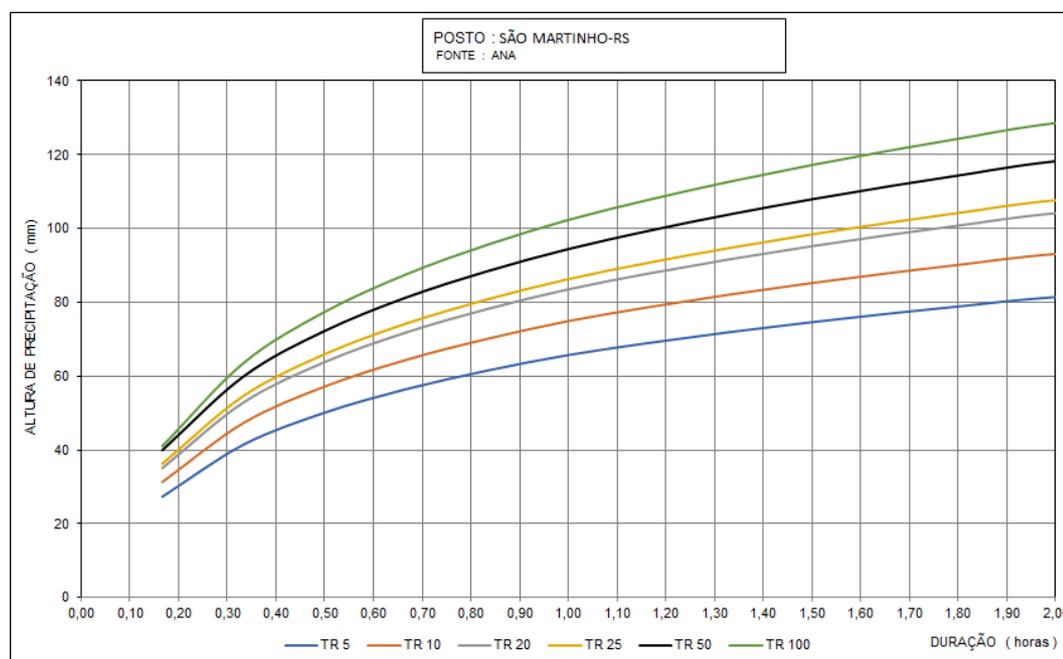


Figura 5.31: Curvas de Precipitação-Duração-Frequência

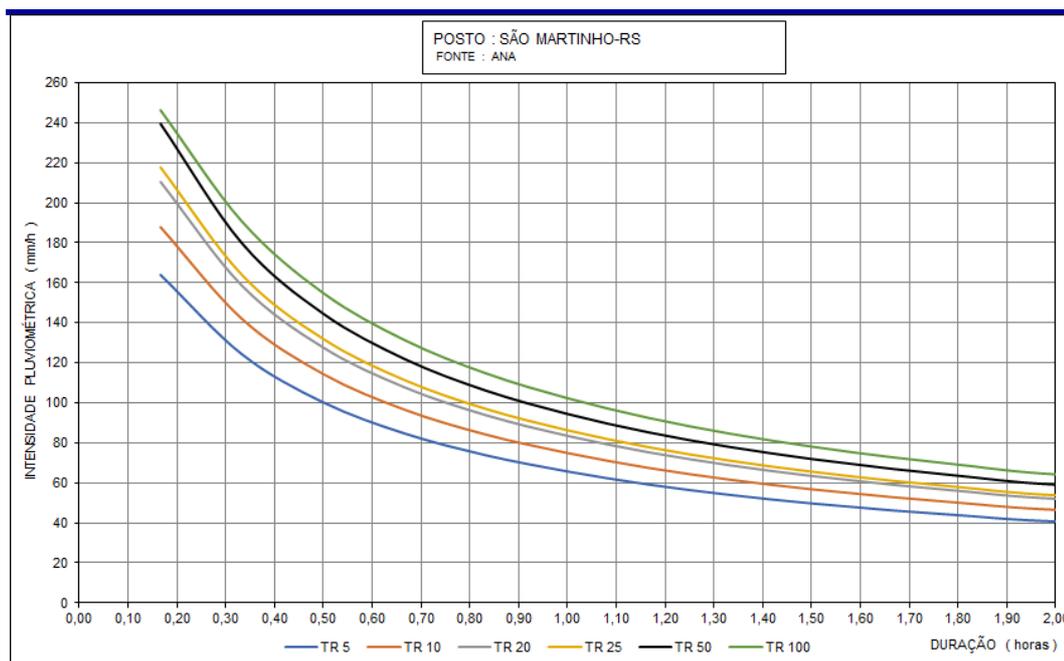


Figura 5.32: Curvas de Intensidade-Duração-Frequência (IDF)

5.7 PERÍODOS DE RECORRÊNCIA

De acordo com as recomendações técnicas do DAER, os períodos de recorrência (TR) a serem adotados no projeto de drenagem são os seguintes:

- Drenagem superficial: 5 anos;
- Drenagem profunda: 1 ano;

Transposição de talvegues (operando como canal):

- Bueiros tubulares: 10 anos;
- Bueiros celulares: 20 anos;
- Pontes < 100 m: 50 anos;
- 100 m < pontes < 500 m: 100 anos.

5.8 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O tempo de concentração, definido como o tempo necessário para que a água precipitada no ponto mais distante da bacia se desloque até a seção principal, é estimada, geralmente, por meio de relações empíricas, em função de características físicas e de ocupação da bacia.



Dentre as fórmulas empíricas, uma empregada com frequência e recomendada pelo DAER é a expressão do ex-DNOS:

$$TC = \frac{A^{0,3} \cdot L^{0,2}}{2,4 \cdot K \cdot I^{0,4}}$$

Onde:

Tc - tempo de concentração, em horas;

A - área da bacia de contribuição, em km²;

L - comprimento do talvegue principal, em km;

K - coeficiente relativo ao tipo de solo e cobertura vegetal, sendo adotado para este estudo o valor k = 4,0;

I - declividade média do talvegue principal, em m/m.

Quadro 4.1: Quadro de Valores do Coeficiente K

Características da Área	K
Terreno areno-argiloso coberto de vegetação intensa elevada absorção	2,00
Terreno comum, coberto de vegetação e absorção apreciável	3,00
Terreno argiloso, coberto de vegetação e absorção média	4,00
Terreno com vegetação média, pouca absorção	4,50
Terreno com rocha, escassa vegetação, baixa absorção	5,00
Terreno rochoso, vegetação rala, reduzida absorção	6,00

Foi aceito o tempo de 15 minutos como o valor mínimo para tempo de concentração, parâmetro este costumeiramente aceito pelo DAER nos projetos de obras rodoviárias.

5.8.1 Cadastro e Delimitação das Bacias Hidrográficas

Como base cartográfica para elaboração dos estudos das bacias hidrográficas que interceptam a rodovia no local do projeto, foram utilizados dados oriundos da ALOS (Advanced Land Observing Satellite). As informações são fornecidas digitalmente pela National Aeronautics and Space Administration (NASA) através do site da EARTHDATA e fornecem um modelo digital de elevação (MDE) do planeta Terra através da técnica de interferometria que gera imagens com resolução espacial de 12,5 metros.

Para isto foi selecionada a área que compreende o trecho no mapa disponível pelo site e posterior exportação dos dados para o software QGIS, onde foi efetuado o processamento das imagens e foram obtidas curvas de nível de 10 m em 10 m. Precisão suficiente para delimitar as áreas de contribuição das bacias hidrográficas.

Com posse das curvas de nível da região, foram obtidos os seguintes dados das bacias de contribuição:





- a) Área superficial em hectare (ha);
- b) Extensão longitudinal da linha de talvegue ou quando possível o perfil do talvegue entre o ponto mais distante, nas nascentes da bacia, e o ponto de interceptação do talvegue pelo corpo estradal;
- c) O desnível total da linha de talvegue, entre o ponto mais distante, nas nascentes da bacia, e o ponto de interceptação do talvegue pelo corpo rodovial;
- d) Caracterização dos tipos de cobertura e uso do solo na bacia, em termos de agricultura, áreas desnudas com baixa permeabilidade e o próprio revestimento da estrada.

5.8.2 Características Físicas

5.8.2.1. - Características Gerais

A região onde se localiza a rodovia objeto dos estudos é caracterizada como ondulada e está posicionada na maior parte de sua extensão muito próxima ao divisor de águas das bacias de contribuição. A localidade se caracteriza pelo desenvolvimento agropastoril, cujas áreas de lavoura e campos permanentes correspondem à parte significativa das superfícies das bacias de contribuição.

5.8.2.2. Infiltração e Impermeabilização

Com base nas observações locais, o solo típico da região é argiloso. Desta forma o solo da região proporciona uma infiltração baixa após a pré-saturação. Quanto a impermeabilização, esta está presente na área do leito estradal.

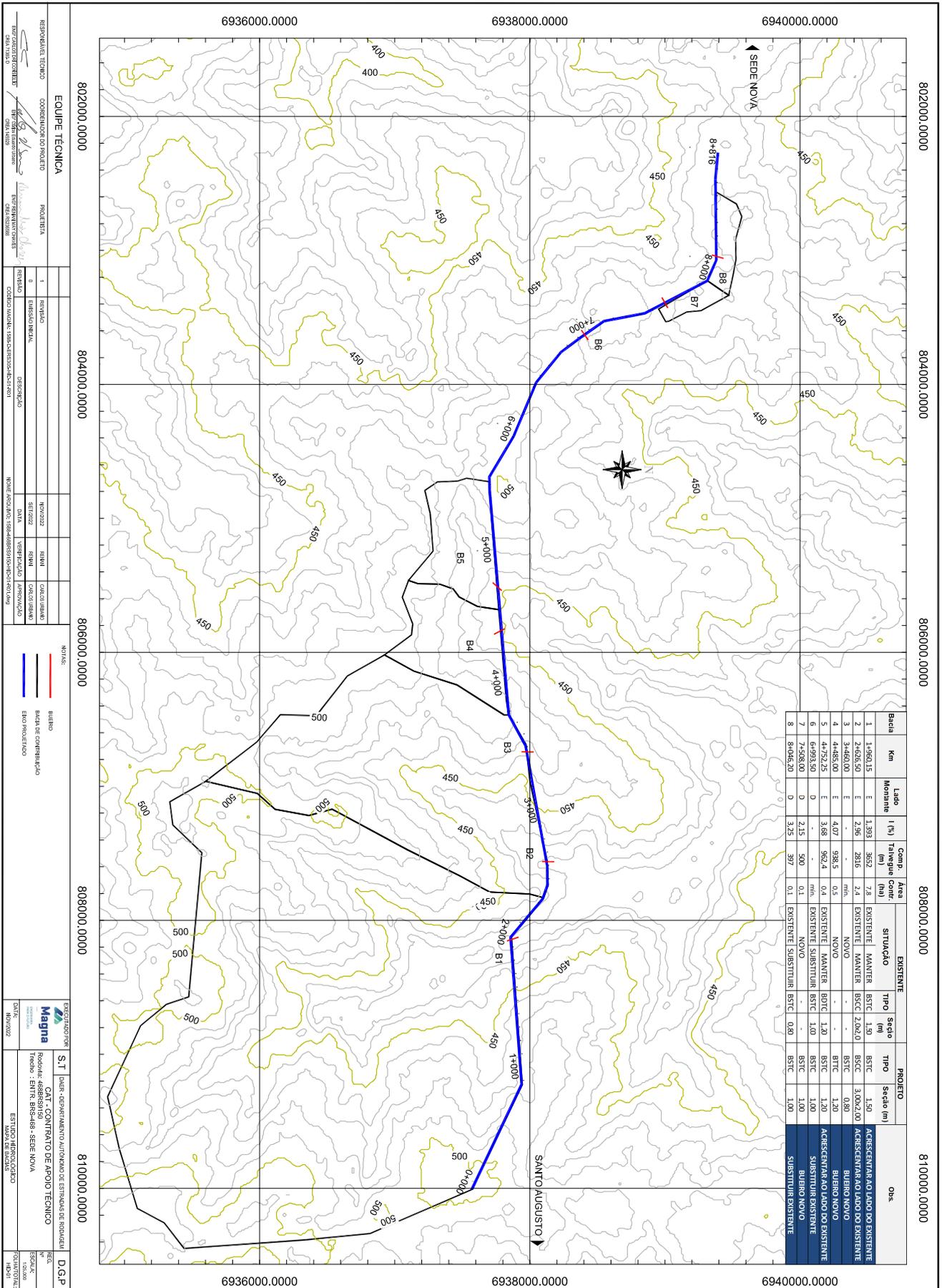
5.8.2.3. Coeficiente de Escoamento Superficial (C)

No presente caso, face à topometria, tipo e uso do solo de natureza rural foi estabelecido um Coeficiente de Escoamento Superficial (“Run-Off”), conforme valores mínimos e máximos recomendados pelo Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT (2006), tendo sido adotado neste trabalho o valor de $C=0,40$.

Tabela 1: Coeficiente de Escoamento Superficial (Run-Off)

Características da Superfície	Coeficiente de Escoamento
Revestimento de concreto de cimento portland	0,70 – 0,90
Revestimento betuminoso	0,80 – 0,95
Revestimento primário	0,40 – 0,60
Solos sem revestimento com baixa permeabilidade	0,40 – 0,65
Solos sem revestimento com permeabilidade moderada	0,10 – 0,30
Taludes Gramados	0,50 – 0,70
Prados e campinas	0,10 – 0,40

A seguir é apresentado o mapa de bacias do trecho em estudo.



RESPONSÁVEL TÉCNICO		COMANDO DO PROJETO		PROJETISTA	
[Assinatura]		[Assinatura]		[Assinatura]	
EQUIPE TÉCNICA		REVISÃO		NOTAS	
1	PROJETO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
2	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
3	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
4	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
5	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
6	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
7	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
8	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
9	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
10	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
11	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
12	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
13	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
14	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
15	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
16	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
17	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
18	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
19	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
20	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
21	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
22	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
23	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
24	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
25	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
26	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
27	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
28	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
29	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
30	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
31	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
32	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
33	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
34	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
35	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
36	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
37	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
38	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
39	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
40	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
41	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
42	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
43	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
44	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
45	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
46	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
47	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
48	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
49	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
50	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
51	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
52	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
53	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
54	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
55	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
56	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
57	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
58	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
59	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
60	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
61	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
62	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
63	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
64	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
65	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
66	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
67	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
68	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
69	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
70	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
71	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
72	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
73	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
74	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
75	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
76	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
77	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
78	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
79	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
80	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
81	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
82	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
83	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
84	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
85	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
86	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
87	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
88	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
89	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
90	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
91	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
92	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
93	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
94	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
95	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
96	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
97	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
98	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
99	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES
100	DESENO	NOVO	REVISÃO	CONDIÇÕES	CONDIÇÕES



5.8.3 Dimensionamento das Vazões

O DAER/RS recomenda a aplicação dos seguintes métodos de cálculo de vazão de bacias hidrográficas de acordo com a dimensão das suas áreas, conforme a seguir:

A > 10 km²: Método do HUT-SCS (Hidrograma Unitário Triangular – Soil Conservation Service)

A < 10 km²: Método Racional

5.8.3.1. Método Racional

O Método Racional apresenta formulação indicada a seguir:

$$Q = 0,0028.C.I.A$$

Equação 1: Método Racional

Onde:

- Q = descarga em m³/s;
- C = coeficiente de escoamento superficial (0,40);
- I = intensidade pluviométrica (mm/h);
- A = área de drenagem (ha).

5.8.3.2. Método HUT-SCS

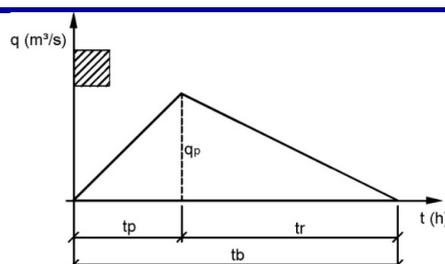
Este método, desenvolvido pelo U.S. Soil Conservation Service, foi utilizado para estudo de bacias hidrográficas com área superior a 10,00 km² interceptadas pela rodovia, e executado o dimensionamento e/ou verificação hidráulica das obras de arte encarregadas de drená-las.

A seguir é apresentada a metodologia a ser utilizada:

- a) Parâmetros do Hidrograma Unitário

$$qp = 0,208 \cdot \frac{Ad}{tp}$$

sendo:



- q_p = vazão máxima do HU, em m³/s;
- A = área da bacia contribuinte, em km²;
- T_p = tempo de pico, em horas;
- $t_p = \Delta t/2 + 0,6 \cdot t_c$, sendo:
- 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 do ex-DNOS.

b) Precipitação Efetiva

A 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 este método deve-se, em função das características de solo, vegetação e utilização das áreas das bacias hidrográficas, escolher um número de curva (CN) que as caracterize. O valor de CN varia de 0 a 100, conforme apresentado na tabela a seguir e representa o tipo de solo, utilização que lhe é dado e a potencialidade para gerar escoamento superficial.

Uso/Cobertura do Solo	Tipos de solo por grupo hidrológico			
	A	B	C	D
Terrenos não cultivados com pouca vegetação	77	86	91	94
Zonas cultivadas				
Sem conservação do solo	72	81	88	91
Com conservação do solo	62	71	78	81
Pastagens ou terrenos baldios				
Em más condições	68	79	86	89
Em boas condições	39	61	74	80
Bosques ou zonas florestais				
Má cobertura	45	66	77	83
Boa cobertura	25	55	70	77



Uso/Cobertura do Solo	Tipos de solo por grupo hidrológico			
	A	B	C	D
Espaços abertos, relvados, parques, campos de golfe, cemitérios (em boas condições)				
Com relva em mais de 75% da área	39	61	74	80
Com relva em 50% a 75% da área	49	69	79	84
Áreas comerciais e de escritórios	89	92	94	95
Distritos industriais	81	88	91	93
Áreas residenciais				
Tamanho do lote% impermeável				
Até 500m ²65%	77	85	90	92
500 a 1000m ²38%	61	75	83	87
1000 a 1300m ²30%	57	72	81	86
1300 a 2000m ²25%	54	70	80	85
2000 a 4000m ²20%	51	68	79	84
Estacionamentos pavimentados, viadutos, telhados, etc.	98	98	98	98
Ruas e estradas				
Asfaltadas, com drenagem de águas pluviais	98	98	98	98
Pavimentadas com paralelepípedos	76	85	89	91
De terra	72	82	87	89

As seguintes relações são utilizadas:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

onde:

S = armazenamento máximo do solo da bacia (mm);

CN = *curve number* (adimensional).

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

onde:

Pe = precipitação efetiva (mm);

P = precipitação (mm);

S = armazenamento máximo do solo da bacia (mm).

Observação: Esta equação é válida para valores de $P > 0,2.S$. Caso $P \leq 0,2.S$, considera-se que $Pe = 0$, pois não há precipitação excedente (efetiva).

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 intervalos de tempo iguais ao intervalo unitário considerado.

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

$$Q = P_{q_1} \cdot q_1 + P_{q_2} \cdot q_2 + P_{q_3} \cdot q_3 + \dots + P_{q_n} \cdot q_n$$

1.1.1. 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 (diâmetro mínimo adotado pelo DAER para projeto de bueiros de talvegue). Servirá de base para os locais onde a área de contribuição é pequena e se tem dificuldade em delimitar com clareza sua área. Para esta avaliação serão então considerados os seguintes parâmetros na equação do Método Racional:

- C = 0,40;
- TR = 10 anos;
- tc = 15,00 minutos;
- i = 162,20 mm/h (curva IDF).

Q = 0,88 m³/s (capacidade de escoamento do bueiro de D = 0,80 m, com escoamento hidráulico à plena seção operando no regime crítico).

Com base nestes parâmetros, obteve-se a área mínima da bacia de contribuição igual a 4,88 ha.

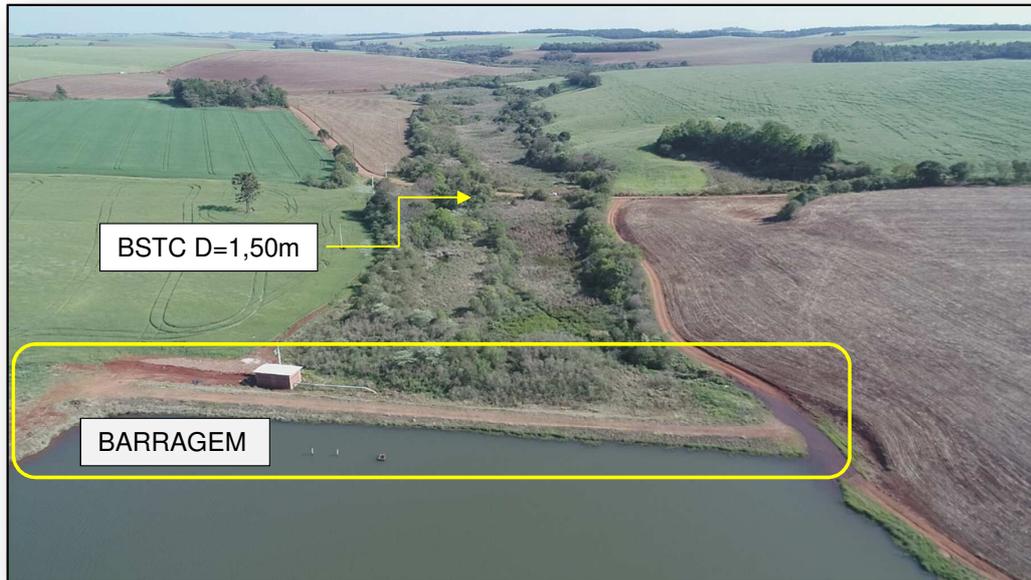
5.8.4 Análise dos Bueiros de Transposição Existentes

Com base nas informações obtidas nos levantamentos topográficos que materializaram as presentes informações, foi realizada inspeção em campo para avaliar o estado geral dos dispositivos de transposição existentes.

A indicação dos bueiros existentes que serão ou não aproveitados estão apresentados no quadro resumo dos bueiros, capítulo 5.8.6.4. No final do capítulo é apresentado um relatório fotográfico das OAC existentes no trecho.

5.8.4.1. Bueiro de Transposição de Talvegue do km 1+960,15

No km 1+960,15 há um bueiro existente tipo BSTC D=1,50m transpondo um curso d'água. Após observações *in-loco* verificou-se que a bacia de contribuição deste bueiro é interceptada por uma barragem de terra de propriedade particular, conforme pode ser observada na figura a seguir.



Como o barramento retém a maior parte da bacia de contribuição do supracitado bueiro, foi necessário buscar informações referentes ao funcionamento hidráulico da barragem com os proprietários, os quais indicaram o contato da empresa projetista ENGENEO, responsável pela elaboração do projeto do barramento.

O contato teve sucesso e a empresa repassou informações via e-mail, conforme pode ser verificado no Anexo apresentado no final deste capítulo.

A seguir apresenta-se um resumo das características do vertedouro da barragem:

- Vazão $Q = 8,10 \text{ m}^3/\text{s}$
- TR = entre 50 e 100 anos
- Altura do barramento $H = 5,00 \text{ m}$
- Largura do vertedouro $L = 8,00 \text{ m}$
- Altura do vertedouro $Y = 1,00 \text{ m}$

Além das informações informadas pela empresa ENGENEO, foi realizada a medição do nível d'água no córrego e buscado informações com moradores locais sobre o nível de água máximo observado no local e com isso foi obtido o seguinte:

Cota do NA. MÁX observado = 409,84 m

Cota do NA normal = 409,27 m (05/09/2022)



Cota do aterro existente = 411,41m

Cota do aterro projetado = 412,70 m

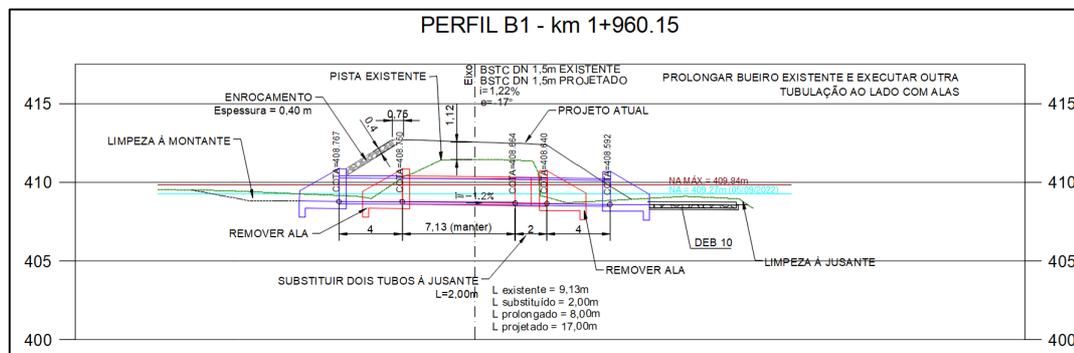
Percebe-se que entre o nível de água máximo observado no córrego e o nível do aterro da rodovia haverá uma folga de 2,86 m.

Após a obtenção das informações supracitadas, foi realizada visita técnica com a equipe técnica do DAER no local e foi decidido considerar a vazão do vertedouro da barragem como a vazão de projeto para o bueiro que transpõe a rodovia, ou seja, $Q=8,10 \text{ m}^3/\text{s}$.

Para suprir essa demanda é necessário um bueiro duplo tubular de concreto (BDTC) $D=1,50\text{m}$, considerando que trabalhe no regime crítico ou supercrítico.

Sendo assim, foi realizada inspeção no bueiro existente neste local o qual foi verificado que está em bom estado de conservação, sendo necessário apenas a substituição dos últimos 2 tubos à jusante, pois estão com falhas no encaixe. Como este bueiro existente tem $D=1,50\text{m}$, foi previsto a implantação de outro BSTC $D=1,50\text{m}$ ao lado do existente, o qual deve ter suas bocas de montante e jusante conectadas ao bueiro existente.

Além disto, foi previsto enrocamento no talude à montante do bueiro, bem como a proteção das margens com pedra jogada, visando proteger o aterro e as margens em caso de um possível rebaixamento rápido do nível de água do córrego. A seguir é apresentada a solução de projeto para o bueiro.



5.8.4.2. Bueiro de Transposição de Talvegue do km 2+626,50

No km 2+626,50 existe uma galeria tipo bueiro celular de concreto BSCC $L=2,00 \times 2,00\text{m}$. Esta galeria está em bom estado de conservação, porém não apresenta capacidade hidráulica suficiente para atender a bacia de contribuição, sendo assim foi projetada uma galeria BSCC $L=3,00 \times 2,00\text{m}$ para ser executada ao lado da existente, o qual deve ter suas bocas de montante e jusante conectadas ao bueiro existente.





5.8.4.3. Bueiro de Transposição de Talvegue do km 4+752,25

No km 4+752,25 existe um bueiro duplo tubular de concreto BDTTC D=1,20m. Este bueiro está em bom estado de conservação, porém não apresenta capacidade hidráulica suficiente para atender a bacia de contribuição e tem problemas de erosão no talude a jusante. Sendo assim foi projetado um bueiro BSTC D=1,20m para ser executada ao lado da existente, o qual deve ter suas bocas de montante e jusante conectadas ao bueiro existente. Além disso, foi previsto enchimento de concreto ciclópico à jusante com descida d'água em degraus para sanar o problema de erosão.

5.8.4.4. Bueiros de Transposição de Talvegue dos km 6+993,50 e km 8+046,20

Os bueiros destes locais são de pequena dimensão, respectivamente BSTC D=1,00m, BSTC D=0,80m. Devido a problemas de cota que ocasionaram assoreamento e também por questões construtivas, estes bueiros foram substituídos por novos.

5.8.5 Verificação Hidráulica das OAC

A área de seção de vazão das obras de drenagem, adequada ao escoamento da descarga máxima prevista, é determinada em função do tipo de obra e suas características de funcionamento hidráulico.

O dimensionamento das obras novas e verificação das obras existentes como canal foram obtidas com a utilização da equação de Manning associada a equação da Continuidade, conforme apresentado no Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT (2006), com as seguintes formulações:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R h^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Equação 2: Equação de Manning (canal)

$$V = Q/A$$

Equação 3: Equação da Continuidade (canal)

Onde:

- Q= vazão ou descarga (m³/s);
- n = coeficiente de rugosidade de Manning; função do tipo de revestimento do canal;
- A = área de molhada da seção do canal (m²);
- Rh = raio hidráulico da seção do canal (m);
- I = declividade longitudinal do canal (m/m);
- V = velocidade de escoamento (m/s)



O resultado conclusivo foi obtido mediante análise individual das obras, para a seguinte hipótese:

- Bueiro tubular operando como canal no regime crítico ou supercrítico, no caso de dimensionamento para TR 10 anos, cuja verificação hidráulica pode ser obtida através das seguintes formulações

<i>Bueiros Tubulares</i>	<i>Bueiros Quadrados</i>	<i>Bueiros Retangulares</i>
$Q_c = 1,533 \cdot D^{5/2}$	$Q_c = 1,705 \cdot L^{5/2}$	$Q_c = 1,705 \cdot B \cdot H^{3/2}$
$V_c = 2,56 \cdot D^{1/2}$	$V_c = 2,56 \cdot L^{1/2}$	$V_c = 2,56 \cdot H^{1/2}$
$I_c = 32,82 \cdot \frac{\eta^2}{D^{1/3}}$	$I_c = 34,75 \cdot \frac{\eta^2}{L^{1/3}}$	$I_c = 2,60 \cdot \frac{\eta^2}{L^{1/3}} \cdot \left(3 + \frac{4H}{B}\right)^{4/3}$

sendo:

- Q_c = vazão crítica (m³/s);
- V_c = velocidade crítica (m/s);
- I_c = declividade crítica (m/m);
- D = diâmetro do bueiro (m);
- L = representa um lado da célula (m);
- B = representa a base da célula (m);
- H = representa a altura da célula (m).
- n = coef.de rugosidade de Manning, para obras em concreto $n=0,015$.

A critério do projetista foi inserido um valor de perda na entrada de bueiros formados por 2 ou mais linhas na ordem de 5%.

5.8.6 Parametrização

Os parâmetros utilizados no desenvolvimento dos cálculos hidráulicos estão sinteticamente apresentados a seguir.

5.8.6.1. Parâmetros Genéricos

TR = 10 anos (dimensionamento das OAC, como canal)

$C = 0,30$ ou $0,40$ (coeficiente de escoamento superficial das bacias)

$K = 4,0$ (coeficiente função do tipo de terreno)

5.8.6.2. Parâmetros de Dimensionamento e de Verificação Hidráulica

Coeficiente de Manning $[n] = 0,015$

Velocidade mínima = $0,80$ m/s



Velocidade máxima. = 4,5 m/s

Diâmetro mínimo de bueiro tubular = 0,80 m

5.8.6.3. Parâmetros Construtivos

Todos os bueiros deverão ser construídos conforme as especificações de serviço do DNIT, bem como apresentado no Álbum De Projetos-Tipo De Dispositivos De Drenagem, 5ª Edição, 2018 do DNIT.

5.8.6.4. Resultados Obtidos

O resumo da avaliação das características das bacias hidrográficas que são interceptadas pela rodovia e da verificação da capacidade hidráulica dos bueiros está relacionado no quadro a seguir. Os detalhamentos das OAC são apresentados no Projeto de Drenagem.



Localização		Bacia contribuinte										Bueiros TR10/20				Canal				Projeto					
Bacia	Km	Lado Montante	i (%)	Comp. Talvegue (m)	K	Área Contr. (ha)	Tc (min)	Rm. OFC	10	20	50	10	20	50	Q (m³/s)	EXISTENTE	SITUAÇÃO	TIPO	Seção (m)	i (%)	h/D	n	V (m/s)	Obra	Obs.
1	1+960,15	E	1,393	3652	4	7,8	83,22	-	-	-	-	-	-	-	8,10	EXISTENTE	MANTER	BSTC	1,50	1,22	0,55	0,015	4,00	2 BSTC D=1,5m	ACRESCENTAR BSTC D=1,50m AO LADO DO EXISTENTE
2	2+625,50	E	2,56	2816	4	2,4	41,18	0,30	94,9	105,9	113,8	19,13	21,34	24,15	-	EXISTENTE	MANTER	BSCC	3,00x2,00	21,34	0,29	0,015	3,41	BSCC 3,00x2,0m	ACRESCENTAR AO LADO DO EXISTENTE
3	3+460,00	E	-	-	4	min.	15,00	0,40	162,2	181,4	205,9	0,88	-	-	-	NOVO	NOVO	BSTC	0,80	0,88	0,53	2,00	3,29	BSTC D=0,8m	BUEIRO NOVO
4	4+485,00	E	4,07	938,5	4	0,5	18,24	0,30	148,5	165,9	189,2	6,31	7,06	8,00	-	NOVO	NOVO	BSTC	1,20	1,20	0,52	1,50	3,72	BTTC D=1,2m	BUEIRO NOVO
5	4+752,25	E	3,68	962,4	4	0,4	18,05	0,30	149,2	166,8	189,1	5,27	5,89	6,68	-	EXISTENTE	MANTER	BSTC	1,20	1,70	0,45	1,70	3,73	BTTC D=1,2m	ACRESCENTAR AO LADO DO EXISTENTE
6	6+993,50	D	-	-	4	min.	15,00	0,40	162,2	181,4	205,9	0,88	-	-	-	EXISTENTE	SUBSTITUIR	BSTC	1,00	0,92	0,45	1,00	2,53	BSTC D=1m	SUBSTITUIR EXISTENTE
7	7+508,00	D	2,15	500	4	0,1	15,00	0,40	162,2	181,4	205,9	1,23	1,37	1,56	-	NOVO	NOVO	BSTC	1,00	-	0,43	2,42	3,83	BSTC D=1m	BUEIRO NOVO
8	8+046,20	D	3,25	397	4	0,1	15,00	0,30	162,2	181,4	205,9	1,47	1,64	1,86	-	EXISTENTE	SUBSTITUIR	BSTC	0,80	5,50	0,50	2,00	3,74	BSTC D=1m	SUBSTITUIR EXISTENTE

1588-R-468BRS9150-MIN-MED-01-07



CAT - CONTRATO DE APOIO TÉCNICO
RELATÓRIO FOTOGRÁFICO



UTM: 22J
216171mE 6938443mN
Elevação: 409,25 m
Precisão: 7,6 m
Tempo: Sex 18/03/2022 16:05:00
Nota: Sede nova

Powered by NoteCam

Descrição

BUEIRO 1 km 1+960,15 Bueiro em bom estado de conservação



UTM: 22J
216164mE 6938453mN
Elevação: 409,04 m
Precisão: 33,3 m
Tempo: Sex 18/03/2022 16:07:24
Nota: Sede nova

Powered by NoteCam

Descrição

BUEIRO 1 km 1+960,15 Problemas de alinhamento nas últimas aduelas



UTM: 22J
215579mE 6938713mN
Elevação: 413,54 m
Precisão: 6,4 m
Tempo: Seg 21/03/2022 16:05:59
Nota: Sede nova galeria bscc2x2

Powered by NoteCam

Descrição

BUEIRO 2 km 2+626,50 Galeria em bom estado de conservação, porém com problemas de erosão à jusante.



UTM: 22J
215579mE 6938685mN
Elevação: 405,4 m
Precisão: 4,0 m
Tempo: Seg 21/03/2022 16:05:11
Nota: Sede nova galeria bscc2x2

Powered by NoteCam

Descrição

BUEIRO 2 km 2+626,50 Necessidade de limpeza à montante





CAT - CONTRATO DE APOIO TÉCNICO
RELATÓRIO FOTOGRÁFICO



Descrição
BUEIRO 3 km 4+752,25 BDTC em bom estado de funcionamento, porém com necessidade de limpeza.



Descrição
BUEIRO 3 km 4+752,25 BDTC em bom estado de conservação



Descrição
BUEIRO 4 km 6+993,50 Bueiro com recobrimento inadequado e assoreamento



Descrição
BUEIRO 4 km 6+993,50 Bueiro com recobrimento inadequado e assoreamento





CAT - CONTRATO DE APOIO TÉCNICO
RELATÓRIO FOTOGRÁFICO



Descrição	
BUEIRO 5 km 8+046,20	Bueiro com problemas de assoramento, limpeza e construtivos



Descrição	
BUEIRO 5 km 8+046,20	Bueiro com problemas de assoramento, limpeza e construtivos

