

# **REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**

## **MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA**

**DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT  
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

**RODOVIA : BR-116/RS**

**TRECHO : DIV. SC/RS (RIO PELOTAS) - JAGUARÃO (FRONTEIRA BRASIL – URUGUAI)**

**SUBTRECHO : ENTR. RS-239 (P/ CAMPO BOM) - ENTR. BR-290(A)/BR-386(B) (PORTO ALEGRE)**

**ACESSO P/ PORTO ALEGRE**

**SEGMENTO : KM 232,5 - KM 268,1 (PNV 2010)**

**KM 234,7 - KM 270,4 (PNV 2014)**

**KM 0,00 - KM 2,8**

**EXTENSÃO : 38,5 KM**

**CÓDIGO PNV: 116BRS3170 AO 3230**

**116BRS9050**

## **PROJETOS BÁSICO E EXECUTIVO DE ENGENHARIA E EXECUÇÃO DAS OBRAS DE MELHORAMENTOS FÍSICOS E DE SEGURANÇA DE TRÁFEGO DA BR-116/RS**

### **VOLUME 1 – RELATÓRIO DO PROJETO EXECUTIVO**

**PI DOMINGOS MARTINS**

**MAIO – 2025**

# **REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**

## **MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA**

**DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT  
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

**RODOVIA : BR-116/RS**

**TRECHO : DIV. SC/RS (RIO PELOTAS) - JAGUARÃO (FRONTEIRA BRASIL – URUGUAI)**

**SUBTRECHO : ENTR. RS-239 (P/ CAMPO BOM) - ENTR. BR-290(A)/BR-386(B) (PORTO ALEGRE)**

**ACESSO P/ PORTO ALEGRE**

**SEGMENTO : KM 232,5 - KM 268,1 (PNV 2010)**

**KM 234,7 - KM 270,4 (PNV 2014)**

**KM 0,00 - KM 2,8**

**EXTENSÃO : 38,5 KM**

**CÓDIGO PNV: 116BRS3170 AO 3230**

**116BRS9050**

## **PROJETOS BÁSICO E EXECUTIVO DE ENGENHARIA E EXECUÇÃO DAS OBRAS DE MELHORAMENTOS FÍSICOS E DE SEGURANÇA DE TRÁFEGO DA BR-116/RS**

### **VOLUME 1 – RELATÓRIO DO PROJETO EXECUTIVO**

**PI DOMINGOS MARTINS**

Supervisão: Superintendência Regional no Estado do Rio Grande do Sul

Coordenação: Superintendência Regional do Rio Grande do Sul

Fiscalização: Superintendência Regional do Rio Grande do Sul

Elaboração: Consórcio BR-116 Norte

Contrato: 821/2019

Processo: 50610.001833/2014-91

Edital: 516/2014-10

**MAIO – 2025**

# SUMÁRIO

---

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>5</b>
1.1	Apresentação.....	6
1.2	Mapa de Localização.....	8
<b>1</b>	<b>ESTUDOS REALIZADOS.....</b>	<b>9</b>
1.1	Estudo Topográfico .....	10
1.2	Estudo Geotécnico.....	13
<b>2</b>	<b>PROJETOS REALIZADOS.....</b>	<b>45</b>
2.1	Projeto Geométrico .....	46
2.2	Projeto de Terraplenagem .....	50
2.3	Projeto de Drenagem e OAC .....	59
2.4	Projeto de Pavimentação.....	76
2.5	Projeto de Sinalização .....	106
2.6	Projeto de Obras Complementares .....	111
2.7	Projeto de Remanejamento de Redes de Serviços Públicos .....	116
2.8	Projeto de Iluminação .....	120
<b>3</b>	<b>PLANO DE EXECUÇÃO.....</b>	<b>138</b>
3.1	Considerações Gerais .....	139
3.2	Estrutura do Projeto.....	139
3.3	Análise dos Aspectos Especiais e Riscos Durante a Execução.....	139
3.4	Plano de Trabalho .....	143
3.5	Cronograma Físico.....	146
<b>4</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>147</b>
4.1	ART.....	148
4.2	Declaração de Responsabilidades .....	150
<b>5</b>	<b>TERMO DE ENCERRAMENTO.....</b>	<b>152</b>
5.1	Termo de Encerramento .....	153



# 1 APRESENTAÇÃO



## 1.1 Apresentação

O presente volume, intitulado **VOLUME 1 – RELATORIO DO PROJETO EXECUTIVO – PI DOMINGOS MARTINS**, é parte integrante dos PROJETOS EXECUTIVO E EXECUTIVO DE ENGENHARIA E EXECUÇÃO DAS OBRAS DE MELHORAMENTOS FÍSICOS E DE SEGURANÇA DE TRÁFEGO DA BR-116/RS.

O projeto foi elaborado pelo Consórcio BR-116 NORTE, formado pelas empresas EPC Construções S/A, MAC Engenharia Eireli, Sociedade Geral de Empreitadas Ltda. e IGUATEMI – Consultoria e Serviços de Engenharia Ltda., em conformidade com o Contrato celebrado com o DNIT, cujos elementos principais estão relacionados a seguir.

Dados do contrato:

**Número do Contrato: 821/2019**

**Data de Assinatura do Contrato: 28/11/2019**

**Data de Assinatura da Ordem de Serviço: 22/04/2020**

**Prazo Contratual: 36 meses**

---

Fazem parte do Projeto Executivo os seguintes volumes:

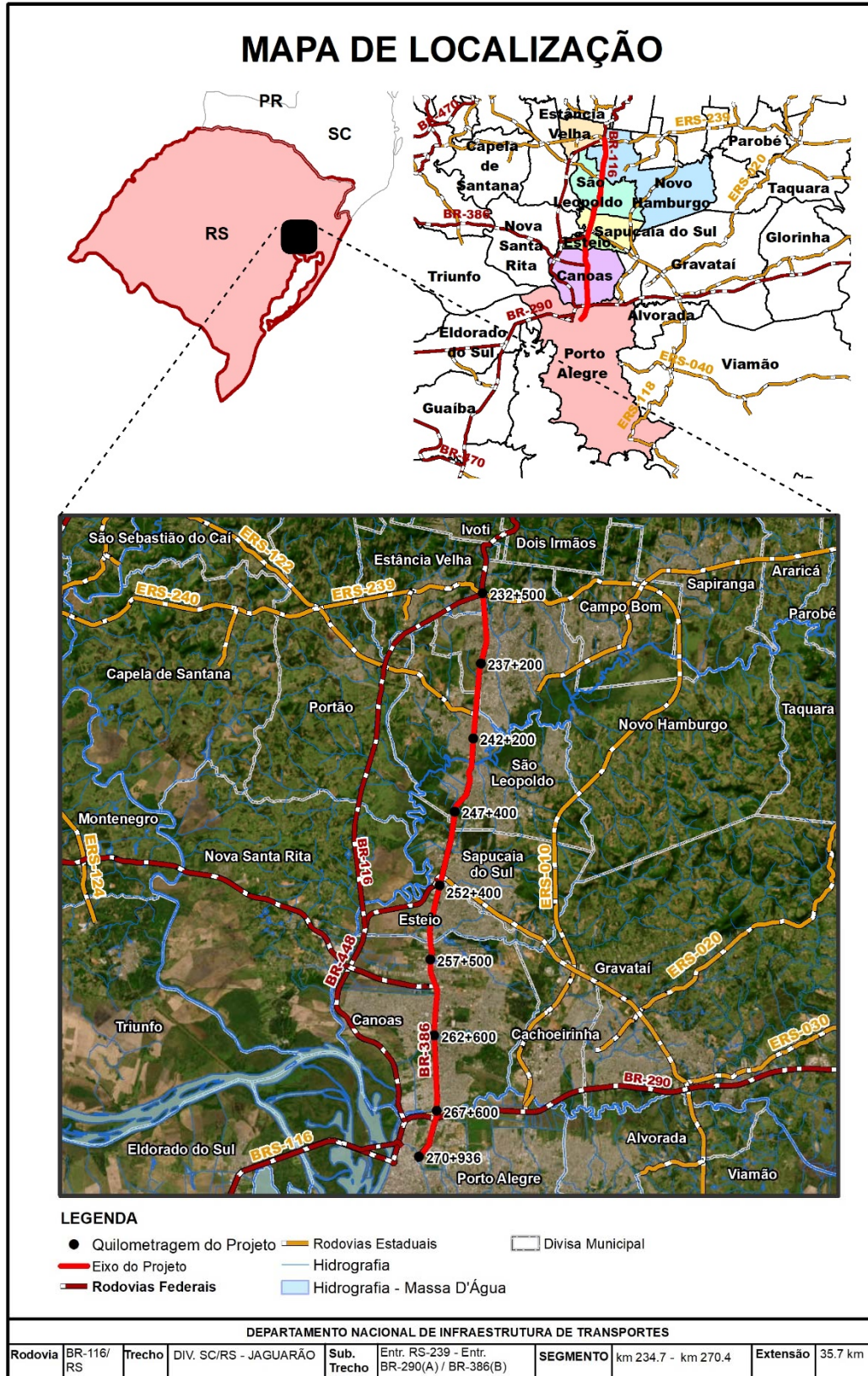
- **Volume 1 – Relatório do Projeto;**
- Volume 2 – Projeto de Execução;
- Volume 2A – Projeto de Execução de OAE;
- Volume 2B – Seções Transversais Gabaritadas;
- Volume 3 – Memória Justificativa do Projeto;
- Volume 3B – Memória de Cálculo das Estruturas;
- Volume 3C – Notas de Serviço e Cálculo de Volumes;
- Volume 5 – Projeto de Desapropriação.

Florianópolis, maio de 2025.



**Eng. Marcelo Martinelli**  
**CREA/SC 044.899-6**  
**Gerente de Projetos**

**1.2 Mapa de Localização**





# 1 ESTUDOS REALIZADOS



# 1.1 Estudo Topográfico

### 1.1.1 Considerações Iniciais

#### 1.1.1.1 *Justificativa e Objetivo dos Trabalhos*

O presente relatório refere-se aos serviços executados nos levantamentos de campo para geração da restituição topográfica para projeto executivo.

O objetivo deste documento é descrever a metodologia e todos os processos envolvidos na execução dos produtos e serviços entregues.

O produto final forneceu uma base sólida de informações que possibilitam a elaboração do Projeto Geométrico, bem como, dos projetos complementares.

#### 1.1.1.2 *Padronização e Normatização Técnica*

Na execução dos trabalhos, em todas suas etapas, foram observadas as premissas e normas técnicas, além da padronização pertinente à realização de cada fase dos serviços dentre as quais se citam os seguintes documentos técnicos:

- Para os trabalhos de topografia foi observada a NBR 13.133. Esta Norma fixa as condições exigíveis para a execução de levantamento topográfico;
- Para os Levantamentos Geodésicos foi empregada a Resolução nº 22 - Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos em Território Brasileiro (21/julho/83) publicado pelo Boletim de Serviço do IBGE.

### 1.1.2 Apoio de Campo

Os trabalhos de campo relativos ao Apoio de Campo foram cuidadosamente planejados, a fim de proporcionar um rendimento adequado na execução das tarefas de campo, dentro do grau de precisão estipulado. As atividades de planejamento foram executadas na sequência:

- Consulta à rede de marcos implantados ao longo da BR-116 que serviram como base para todo o levantamento de campo;
- Seleção de veículos, equipamentos e instrumental adicional, além das equipes técnicas de campo e escritório;



- 
- Orientação das equipes de campo quanto aos cuidados relativos à saúde e segurança.

### 1.1.3 Levantamento Topográfico

A representação planimétrica e altimétrica de áreas e os elementos físicos foram feitos com RTK. Os principais elementos levantados foram:

- Passarela existente;
- Postes;
- Meios-fios;
- Caixas existentes (pluvial, água, esgoto);
- Muros e grades;
- Edificações;
- Placas;
- Vegetação.

Todos esses passos resultaram em uma planta cadastral apresentada no Volume 2 – Projeto de Execução.



---

## 1.2 Estudo Geotécnico

## 1.2.1 Estudo de Subleito

### 1.2.1.1 Introdução

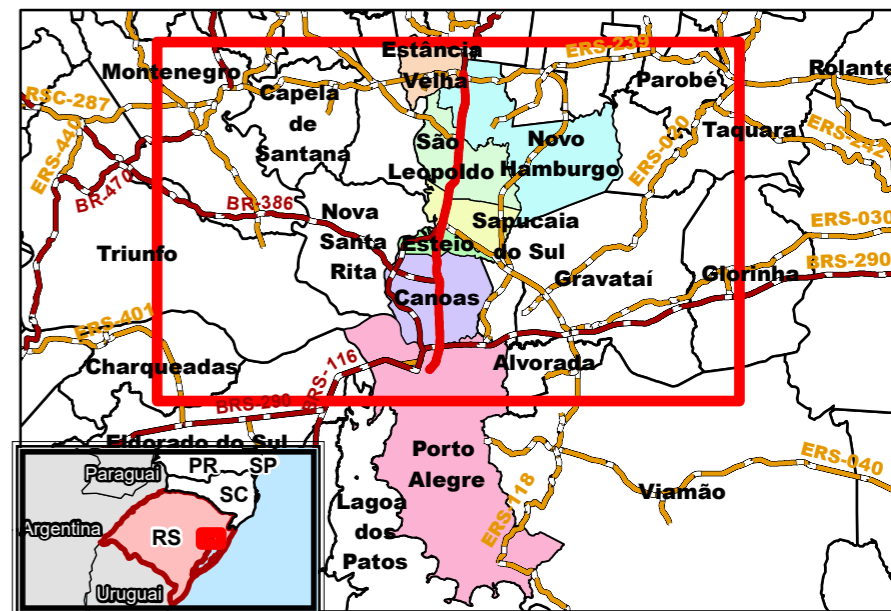
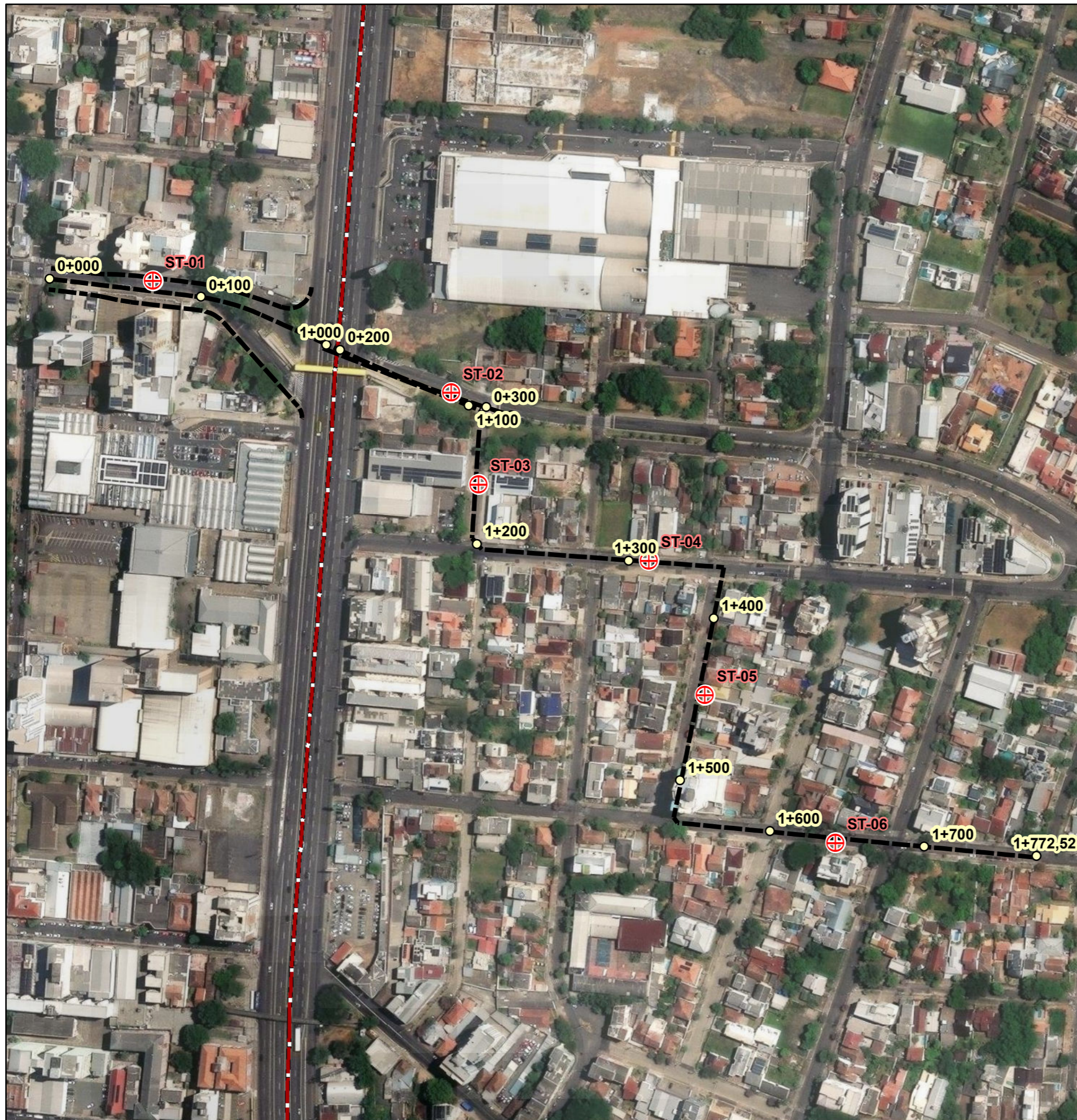
O objetivo das sondagens é o detalhamento das condições geotécnicas, visando a caracterização dos materiais ocorrentes na região para apoio em projetos.

### 1.2.1.2 Sondagem

Foi elaborado um plano de sondagem para o trecho, onde foram realizados 06 poços de inspeção, conforme plano de sondagem apresentado na Tabela 1 e no Mapa do Plano de sondagem a seguir.

**Tabela 1 – Plano de sondagem do subleito**

<b>Furo</b>	<b>Km</b>	<b>Profundidade (m)</b>
ST-01	0+068 (Ramo PI Domingo Martins)	0,75
ST-02	01+091 (Rede 01)	0,77
ST-03	01+163 (Rede 01 – Rua Pinto Bandeira)	0,66
ST-04	01+315 (Rede 01 – Rua Dona Rafaela)	0,86
ST-05	1+454 (Rede 01 – Rua Santa Cecília)	0,80
ST-06	1+639 (Rede 01 – Rua Duque de Caxias)	0,74



**LEGENDA**

○ Estacas	■ Hidrografia - Massa D'Água
⊕ Sondagens	■ Rodovias Federais
— Eixo	■ Rodovias Estaduais
— Hidrografia	□ Divisa Municipal

**PARÂMETROS**

0 10 20 40 60 80 100 120 140 Metros

Universal Transversa de Mercator - UTM  
 Datum - SIRGAS 2000 - Fuso 22S  
 Meridiano Central: 51° WGr

**FONTE**

Base Municipal do Estado do Rio Grande do Sul - IBGE/2019  
 Estradas Federais e Estaduais: DNIT  
 (<https://servicos.dnit.gov.br/dnitcloud/index.php/s/oTpPRmYs5AAiNr?path=%2F>)

Contratante:  Consórcio: 	<b>DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES</b>
	RODOVIA : BR-116/RS TRECHO : DIV. SC/RS - JAGUARÃO SUBTRECHO : Entr. RS-239 - Entr. BR-290(A) / BR-386(B) SEGMENTO : km 234.7 - km 270.4 EXTENSÃO : 35.7 km
 Florianópolis/SC	<b>SONDAGENS PI - DOMINGO MARTINS</b>
Escala: 1:2.800	Data: MAIO/2025

A execução das sondagens foi realizada através de trincheiras, através do corte no pavimento com a utilização de serra policorte diamantada em seção retangular de 60 cm x 60 cm. No total foram efetuadas 06 unidades de trincheiras.

Após realização do corte foi executado a escavação para visualizar cada horizonte estratigráfico e medir a espessura de cada camada.

A Tabela 2 apresenta as camadas e espessuras encontradas.

**Tabela 2: Materiais e espessuras das sondagens**

				SONDAGEM				
Rodovia:		BR-116		Segmento: PI Domingos				
Trecho:		Entr. RS-239(P/Campo Bom)/Entr. BR-290 (A)/386 (B) (Porto Alegre)		Extensão				
Data	Identificação	km	Lado	Profundidade		Esp.	Classificação Tátil e Visual	Cor
				Inicial	Final			
24/04/2025	ST-01	0+068	LD	0,00	0,06	0,06	Camada Asfáltica	Preta
				0,06	0,20	0,15	Calçamento com Areia	Cinza
				0,20	0,75	0,55	Argila	Laranja
25/04/2025	ST-02	01+091	LD	0,00	0,10	0,10	Camada Asfáltica	Preta
				0,10	0,28	0,18	BGS (Brita Graduada Simoles)	Amarelada
				0,28	0,48	0,20	Rachão	Cinza
				0,48	0,77	0,29	Rachão, BGS e Argila	Marrom
Nível de Água: 0.20m								
24/04/2025	ST-03	01+163 (Rua Pinto Bandeira)	LD	0,00	0,08	0,08	Camada Asfáltica	Preta
				0,08	0,24	0,16	Calçamento com Areia	Cinza
				0,24	0,41	0,17	Argila Orgânica (Turfa)	Cinza
				0,41	0,66	0,25	Argila	Laranja
24/04/2025	ST-04	01+315 (Rua Dona Rafaela)	LE	0,00	0,10	0,10	Camada Asfáltica	Preta
				0,10	0,29	0,19	Argila Orgânica (Turfa)	Cinza
				0,29	0,86	0,57	Saibro	Amarelado
25/04/2025	ST-05	1+454 (Rua Santa Cecília)	LE	0,00	0,10	0,10	Camada Asfáltica	Preta
				0,10	0,27	0,17	BGS (Brita Graduada Simoles)	Amarelada
				0,27	0,57	0,30	Saibro	Avermelhado
				0,57	0,80	0,23	Areia	
Nível de Água: 0.80m								
24/04/2025	ST-06	1+639 (Rua Duque de Caxias)	LE	0,00	0,04	0,04	Camada Asfáltica	Preta
				0,04	0,13	0,09	Calçamento com Areia	Cinza
				0,13	0,74	0,61	Saibro com Argila	Avermelhado
Nível de Água: 0.74m								

### 1.2.1.3 Nível d'água

O nível d'água foi encontrado em 3 das 6 trincheiras, nomeadamente:

- ST-02, localizada no km 01+091. Aos 0,20 m de profundidade.
- ST-05, localizada no km 1+454. Após 24h foi identificado o nível d'água aos 0,8 m de profundidade.
- ST-06, localizada no km 1+639. Após 24h foi identificado o nível d'água aos 0,74 m de profundidade.

### 1.2.1.4 Quadro Resumo das Sondagens

Tabela 3: Quadro resumo das sondagens

Identificação		Data	Material	Estaca	Lado	Densidade Máxima	Umidade Ótima	I.S.C (CBR)	Expansão	Energia	PENEIRAS POL. /mm							Ensaio Físicos			Classificação H.R.B.		
											2"	1 1/2"	3/4"	3/8"	4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	
ST-01		09/05/2025	Argila Alaranjada	0+068	LD	1,795	15,16	9,40	0,13	Intermediário	50,80	38,1	19,1	9,52	4,78	2,00	0,420	0,075	33,6	19,2	14,4	6	A6
ST-03		09/05/2025	Argila Alaranjada com Turfa cinza	01+163	LD	1,817	16,34	7,67	0,41	Intermediário	100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	98,5	89,9	58,8	33,5	20,6	12,9	6	A6
ST-04		11/03/2024	Saibro Amarelo	01+315	LE	1,990	8,25	22,90	0,04	Intermediário	100,0	100,0	100,0	99,8	95,1	72,0	46,9	29,0	NL	NP	NP	0,0	A2-4
ST-05		05/05/2025	Saibro Avermelhado	01+454	LE	1,957	9,87	16,47	0,00	Intermediário	100,0	100,0	100,0	98,5	92,2	75,9	54,5	35,0	NL	NP	NP	0,0	A2-4
ST-06		05/05/2025	Saibro Avermelhado	01+639	LE	1,873	10,07	19,60	0,00	Intermediário	100,0	100,0	100,0	99,2	95,4	88,8	68,5	43,6	NL	NP	NP	0,0	A4



---

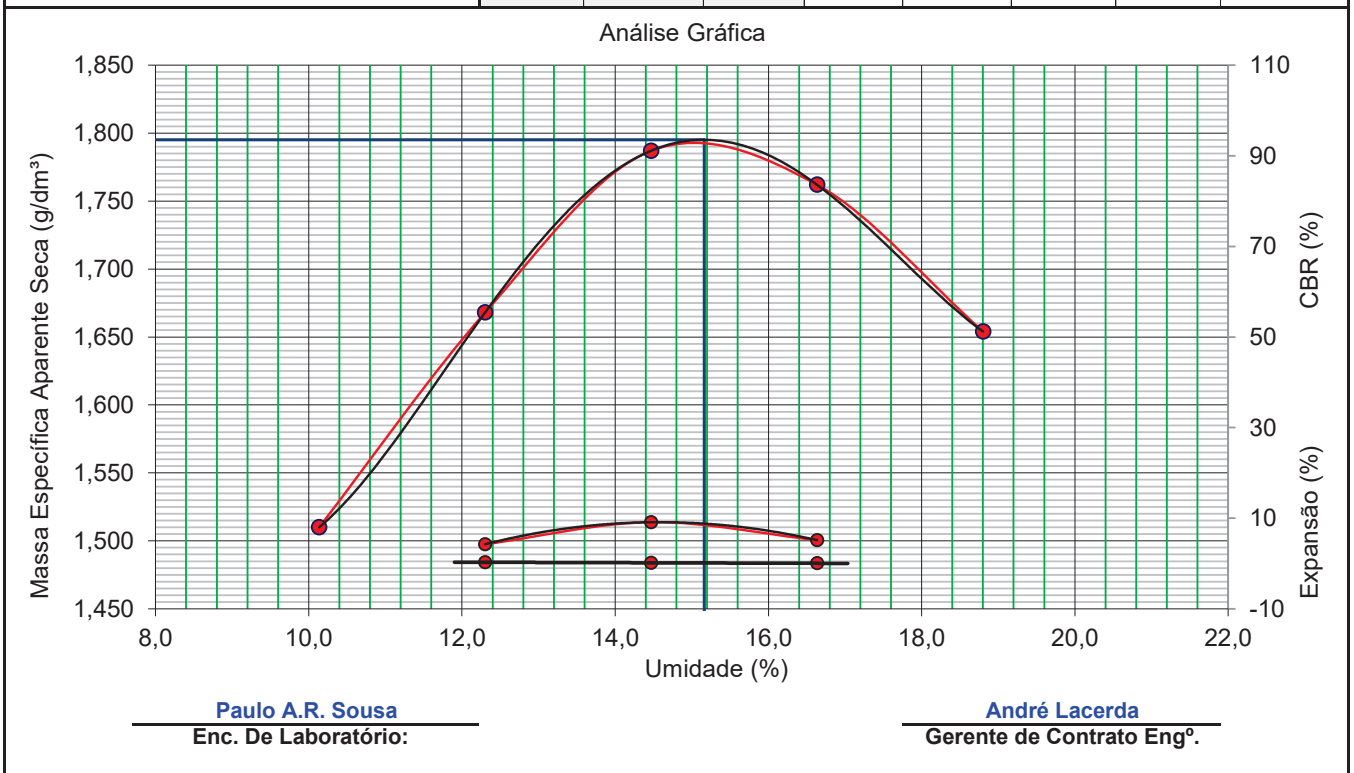
### *1.2.1.5 Ensaios de caracterização e determinação do CBR*


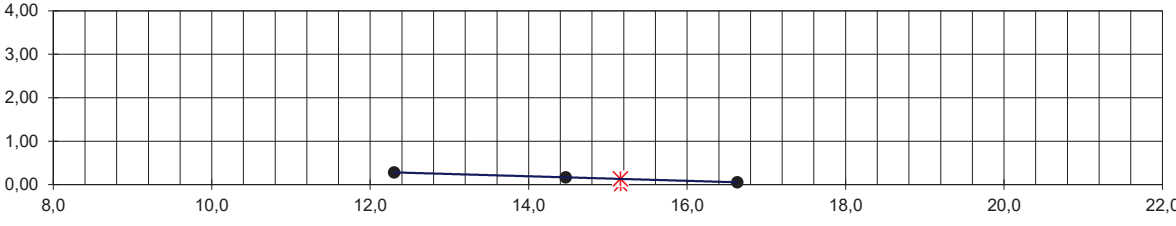

	<b>ENSAIO DE COMPACTAÇÃO PROCTOR - DNER-ME 129/95</b>	CERTIFICADO N° 0001
		DATA: 09/05/2025

OBRA: BR-116 NORTE	CLIENTE: DNIT	TRECHO: Entr. RS-239(P/Campo Bom)/Entr. BR-290 (A)/386 (B) (Porto Alegre)			
KM: 0+068 PD	MATERIAL: Argila - Alaranjada	CAMADA: S.01 - PI da Domingos - Canoas			
% Mat. Ret. # N° 4: 0,3	PRÓCTOR: Intermediário 5X26	PROFUNDIDADE: 0,20 - 0,75 cm	LOCAL: Canoas	ENC. LABORATÓRIO: Paulo A.R. Sousa	SEGMENTO : PI Domingos


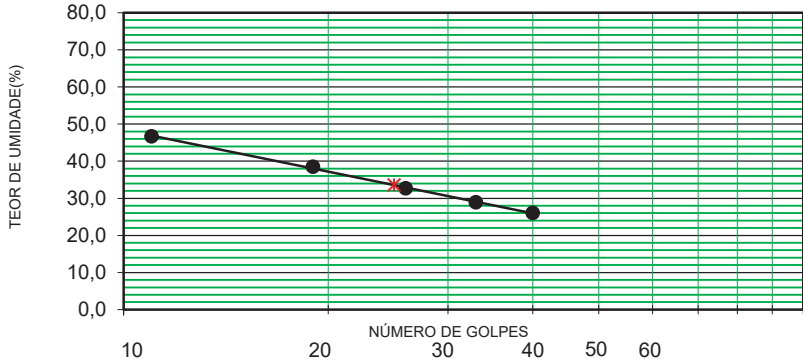
Molde N°	Peso (g)	Volume (g/cm³)	Peso do Material	Água Adionada (ml)	Água Total (ml)	Água Adionada (%)	Resultados:			
							H. Ótima	Dens. Máx	ISC	Expansão
1	4.532	2.085	6.000	100	561	1,7%	%	g/cm³	%	%
6	5.172	2.078	Peso do Mat. Seco	220	681	3,7%				
2	4.362	2.093	5.539	340	801	5,7%	15,2	1,795	9,4	0,13
5	4.729	2.093	Peso Água	460	921	7,7%				
4	4.452	2.092	461	580	1.041	9,7%	% Água Adicionada			2,0%


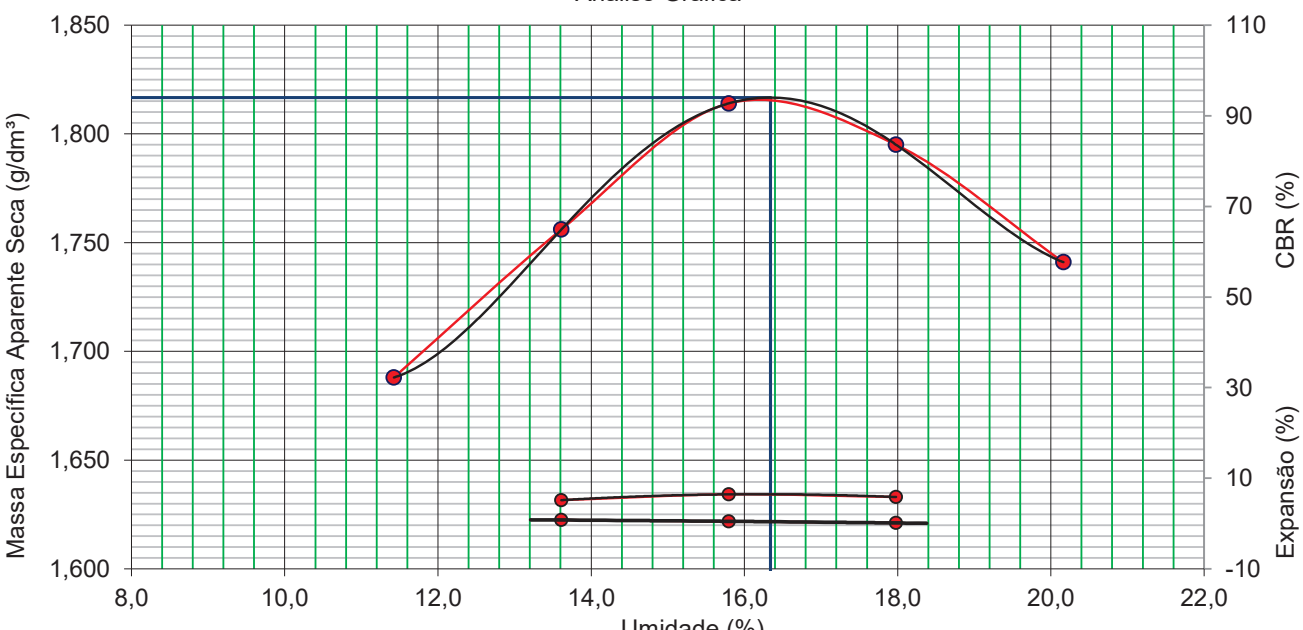
Amostra compactada + molde (g)	Amostra Compactada (g)	Densidade Aparente Úmida (g)	Cápsula N°	Tara + Solo Úmido (g)	Tara + Solo Seco (g)	Tara (g)	Peso da Água (g)	Peso do Solo Seco (g)	Teor de Umidade (%)	Úmidade Higroscópica (%)	Densidade Ap. Máxima Seca (g/cm³)
8.000	3.467	1,663	1	157,73	132,16	22,40	25,57	109,76	23,3	10,1	1,510
9.065	3.893	1,873	3	126,4	104,9	20,35	21,48	84,56	25,4	12,3	1,668
8.644	4.281	2,046	5	133,2	109,5	24,00	23,69	85,52	27,7	14,5	1,787
9.031	4.301	2,055	2	162,6	130,2	22,35	32,46	107,83	30,1	16,6	1,762
8.563	4.111	1,965	6	157,7	124,8	22,60	32,91	102,22	32,2	18,8	1,654
UMIDADE HIGROSCÓPICA				4	124,82	116,92	23,40	7,90	93,52	8,5%	8,3%
				7	134,22	125,84	23,80	8,38	102,04	8,2%	


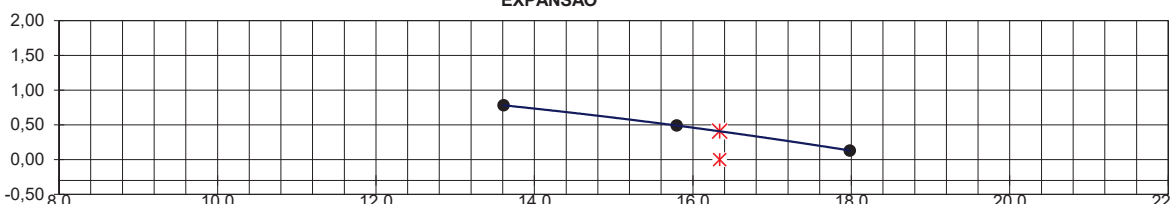
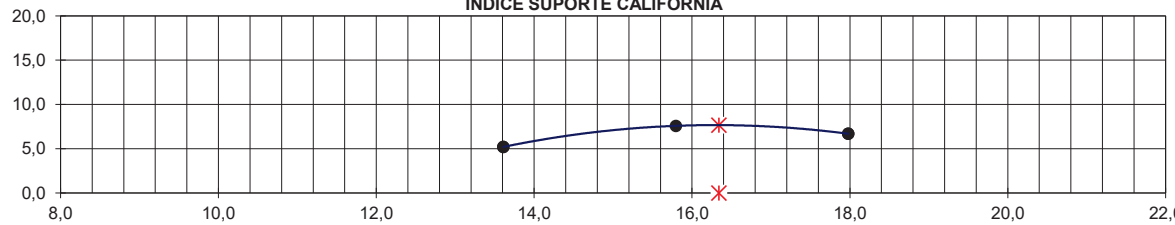


		<b>ENSAIO DE ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA CONFORME DNER ME 049/94</b>				CERTIFICADO N°							
						0001							
OBRA:		CLIENTE:	TRECHO:				DATA:						
BR-116 NORTE		DNIT	Entr. RS-239(P/Campo Bom)/Entr. BR-290 (A)/386 (B) (Porto Alegre)				09/05/2025						
KM:		MATERIAL:		CAMADA:									
0+068		Argila - Alaranjada		S.01 - PI da Domingos - Canoas									
% Mat. Ret. # N° 4:		PRÓCTOR:	PROFUNDIDADE:	LOCAL:	ENC. LABORATÓRIO	SEGMENTO :							
0,3		Intermediário	-	Canoas	Paulo A.R. Sousa	PI Domingos							
Cilindro nº				6	2	5							
Alturas dos CP's				114,20	113,80	114,40							
Data	Hora	Leitura	Expansão	Leitura	Expansão	Leitura	Expansão	Leitura	Expansão	Leitura	Expansão		
		(0,01mm)	(%)	(0,01mm)	(%)	(0,01mm)	(%)	(0,01mm)	(%)	(0,01mm)	(%)		
09/05/25	11:20			1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00				
10/05/25	24:00			1,28	0,25	1,18	0,16	1,02	0,02				
11/05/25	48:00			1,29	0,25	1,19	0,17	1,06	0,05				
12/05/25	72:00			1,32	0,28	1,19	0,17	1,06	0,05				
13/05/25	96:00			1,32	0,28	1,19	0,17	1,06	0,05				
PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVAS													
Anel dinamométrico nº		527		Prensa (Tipo)				Manual - Solotest		Constante do Anel		0,1045	
tempo	penetração	Leitura	pressão	Leitura	pressão	Leitura	pressão	Leitura	pressão	Leitura	pressão		
min	(0,01mm)	(0,001mm)	(kgf/cm²)	(0,001mm)	(kgf/cm²)	(0,001mm)	(kgf/cm²)	(0,001mm)	(kgf/cm²)	(0,001mm)	(kgf/cm²)		
0,5	0,64			10	1,0	25	2,6	15	1,6				
1	1,27			16	1,7	41	4,3	22	2,3				
1,5	1,91			24	2,5	54	5,6	30	3,1				
2	2,54			31	3,2	65	6,8	39	4,1				
3	3,81			38	4,0	80	8,4	47	4,9				
4	5,08			43	4,5	92	9,6	52	5,4				
6	7,62			52	5,4	110	11,5	61	6,4				
8	10,16			62	6,5	125	13,1	68	7,1				
10	12,70			71	7,4	140	14,6	75	7,8				
ÍNDICE SUP. CALIFORNIA		Carga	ISC	Carga	ISC	Carga	ISC	Carga	ISC	Carga	ISC		
		Corrigida	(%)	Corrigida	(%)	Corrigida	(%)	Corrigida	(%)	Corrigida	(%)		
I.S.C. 0,1"				3,2	4,6	6,8	9,7	4,1	5,8				
I.S.C. 0,2"				4,5	4,3	9,6	9,1	5,4	5,2				
EXPANSÃO													
													
ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA													
													
DENS. SECA MÁX. (g/cm³)=		1,795		UMID. ÓTIMA(%)=		15,2		I.S.C.(%)=		9,4			
								EXPANSÃO(%)=		0,13			
Enc. De Laboratório:				Gerente de Contrato Eng°.				APROVADO:					
Paulo A.R. Sousa				André Lacerda									


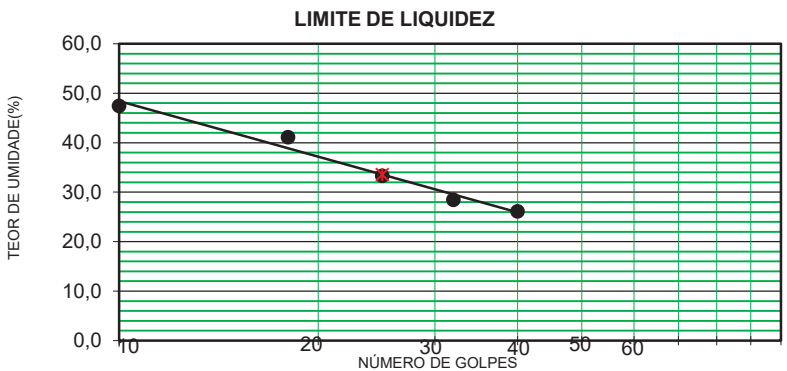



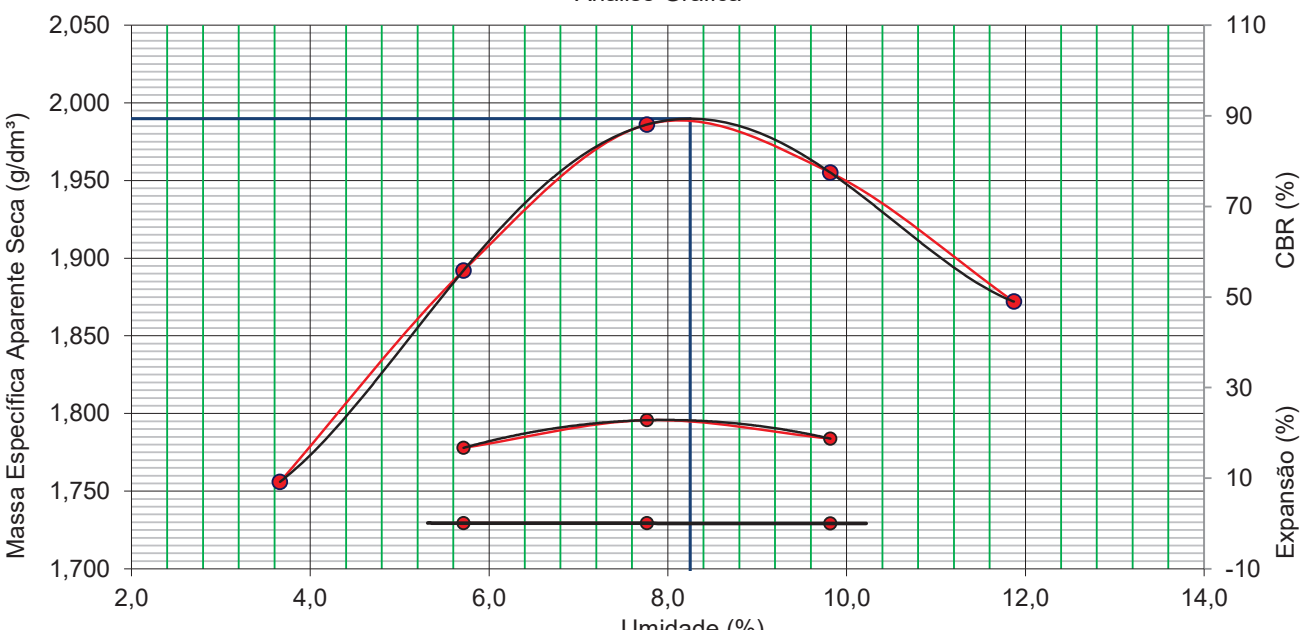
		<b>ANÁLISE GRANULOMETRICA POR PENEIRAMENTO LIMITES FÍSICOS</b> CONFORME DNER ME 080/94 DNER ME 082/94 E DNER ME 122/94																							
OBRA: BR-116 NORTE		CLIENTE: DNIT	TRECHO: Entr. RS-239(P/Campo Bom)/Entr. BR-290 (A)/386 (B) (Porto Alegre)																						
ESTACA: 0+068	MATERIAL: Argila - Alaranjada		CAMADA: S.01 - PI da Domingos - Canoas																						
% Mat. Ret. # N° 4:	PRÓCTOR:	PROFUNDIDADE:	LOCAL:	ENC. LABORATÓRIO	SEGMENTO :																				
0,3	Intermediário	0,20 - 0,75 cm	Canoas	Paulo A.R. Sousa	PI Domingos																				
Solos - Determinação do Limite de Liquidez DNER - ME 122/94																									
Cápsula nº	10	7	8	6	9																				
Peso da Cápsula+Solo Úmido(g)	17,11	19,84	12,01	17,98	13,23																				
Peso da Cápsula+Solo Seco(g)	14,05	17,91	10,59	16,82	11,86																				
Peso da Água(g)	3,06	1,93	1,42	1,16	1,37																				
Peso da Cápsula(g)	7,50	12,90	6,25	12,80	6,60																				
Peso do Solo Seco(g)	6,55	5,01	4,34	4,02	5,26																				
Teor de Umidade(%)	46,7	38,5	32,7	28,9	26,0																				
Nº de golpes	11	19	26	33	40																				
Solos - Determinação do Limite de Plasticidade DNER-ME 082/94																									
Cápsula nº	1	3	5	6	4																				
Peso da Cápsula+Solo Úmido(g)	14,88	14,56	15,46	14,89	15,61																				
Peso da Cápsula+Solo Seco(g)	14,68	14,29	15,06	14,55	15,26																				
Peso da Água(g)	0,20	0,27	0,40	0,34	0,35																				
Peso da Cápsula(g)	13,60	12,90	13,05	12,80	13,40																				
Peso do Solo Seco(g)	1,08	1,39	2,01	1,75	1,86																				
Teor de Umidade(%)	18,5	19,4	19,9	19,4	18,8																				
Valor aceito?	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM																				
DNER-ME 080-94 Solo Analise Granulometrica por peneiramento																									
UMIDADE HIGROSCÓPICA			ANÁLISE GRANULOMÉTRICA																						
Cápsula nº	10	Peneiras	Peso Retido	Peso	% Passando																				
Peso da Cápsula+Solo Úmido(g)	147,95	(pol)		Passando(g)	Acumulada																				
Peso da Cápsula+Solo Seco(g)	138,81	2"	0,00	1315,66	100,0																				
Peso da Água(g)	9,14	1"	0,00	1315,66	100,0																				
Peso da Cápsula(g)	22,65	3/4"	0,00	1315,66	100,0																				
Peso do Solo Seco(g)	116,16	3/8"	0,00	1315,66	100,0																				
Teor de Umidade(%)	7,90	n°4	3,45	1312,21	99,7																				
Amostra total úmida(g) Total	1419,32	n°10	15,80	1296,41	98,5																				
Amostra total seca(g)	1315,66	n° 40	22,84	238,51	89,9																				
Amostra total úmida(g) (fina) Parcial	282,00	n° 200	82,53	155,98	58,8																				
Amostra total seca(g)	261,35																								
LIMITE DE LIQUEZ			RESUMO DOS RESULTADOS																						
			<table border="1"> <tr> <td>LIMITE DE LIQUEZ(%)</td> <td>33,6</td> </tr> <tr> <td>LIMITE DE PLASTICIDADE(%)</td> <td>19,2</td> </tr> <tr> <td>ÍNDICE DE PLASTICIDADE(%)</td> <td>14,4</td> </tr> <tr> <td>CASCALHO % RET. # 4,8mm</td> <td>0,3</td> </tr> <tr> <td>AREIA GROSSA (%RET. # 2,0mm)</td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td>AREIA MÉDIA (%RET. # 0,42mm)</td> <td>8,6</td> </tr> <tr> <td>AREIA FINA (%RET. # 0,074mm)</td> <td>31,1</td> </tr> <tr> <td>SILTE &amp; ARGILA (%PASSANDO # 0,074mm)</td> <td>58,8</td> </tr> <tr> <td>CLASSIFICAÇÃO HRB</td> <td>A6</td> </tr> <tr> <td>ÍNDICE DE GRUPO</td> <td>6</td> </tr> </table>			LIMITE DE LIQUEZ(%)	33,6	LIMITE DE PLASTICIDADE(%)	19,2	ÍNDICE DE PLASTICIDADE(%)	14,4	CASCALHO % RET. # 4,8mm	0,3	AREIA GROSSA (%RET. # 2,0mm)	1,2	AREIA MÉDIA (%RET. # 0,42mm)	8,6	AREIA FINA (%RET. # 0,074mm)	31,1	SILTE & ARGILA (%PASSANDO # 0,074mm)	58,8	CLASSIFICAÇÃO HRB	A6	ÍNDICE DE GRUPO	6
LIMITE DE LIQUEZ(%)	33,6																								
LIMITE DE PLASTICIDADE(%)	19,2																								
ÍNDICE DE PLASTICIDADE(%)	14,4																								
CASCALHO % RET. # 4,8mm	0,3																								
AREIA GROSSA (%RET. # 2,0mm)	1,2																								
AREIA MÉDIA (%RET. # 0,42mm)	8,6																								
AREIA FINA (%RET. # 0,074mm)	31,1																								
SILTE & ARGILA (%PASSANDO # 0,074mm)	58,8																								
CLASSIFICAÇÃO HRB	A6																								
ÍNDICE DE GRUPO	6																								
Paulo A.R. Sousa Enc. De Laboratório:			André Lacerda Gerente de Contrato Eng°.																						


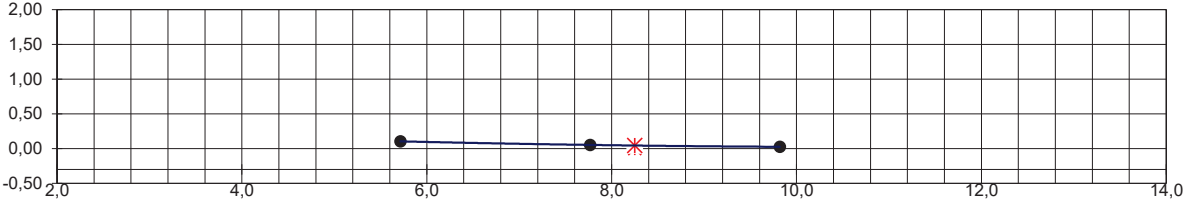
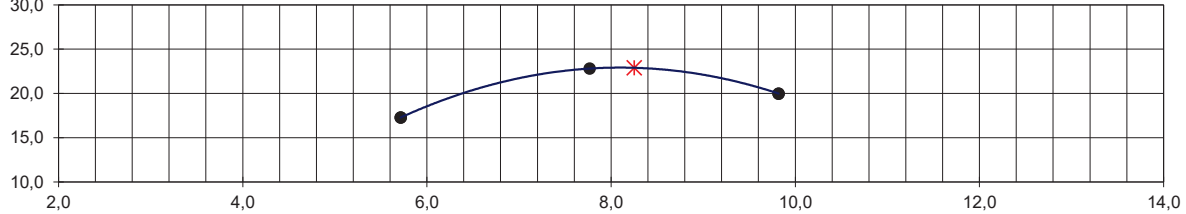
		<b>ENSAIO DE COMPACTAÇÃO PROCTOR - DNER-ME 129/95</b>					CERTIFICADO N° 0001				
							DATA: 09/05/2025				
OBRA: BR-116 NORTE		CLIENTE: DNIT		TRECHO: Entr. RS-239(P/Campo Bom)/Entr. BR-290 (A)/386 (B) (Porto Alegre)							
KM: 01+163 PD.		MATERIAL: Argila - Alaranjada com Turfa Cinza			CAMADA: S.03 - PI da Domingos - Canoas						
% Mat. Ret. # N° 4: 0,3		PRÓCTOR: Intermediário 5X26	PROFUNDIDADE: 0,24 - 0,66 cm	LOCAL: R.: Pinto Bandeira	ENC. LABORATÓRIO Paulo A.R. Sousa	SEGMENTO : PI Domingos					
Molde N°	Peso (g)	Volume (g/cm³)	Peso do Material	Água Adionada (ml)	Água Total (ml)	Água Adionada (%)	Resultados:				
							H. Ótima	Dens. Máx	ISC	Expansão	
1	4.532	2.085	6.000	120	628	2,0%	%	g/cm³	%	%	
4	4.452	2.092	Peso do Mat. Seco	240	748	4,0%	16,3	1,817	7,7	0,41	
3	4.710	2.093	5.492	360	868	6,0%					
7	5.478	2.081	Peso Água	480	988	8,0%	% Água Adicionada				
8	4.434	2.087	508	600	1.108	10,0%	2,0%				
Amostra compactada + molde (g)	Amostra Compactada (g)	Densidade Aparente Umida (g)	Cápsula N°	Tara + Solo Úmido (g)	Tara + Solo Seco (g)	Tara (g)	Peso da Água (g)	Peso do Solo Seco (g)	Teor de Umidade (%)	Úmidade Higroscópica (%)	Densidade Ap. Máxima Seca (g/cm³)
8.454	3.922	1,881	16	127,32	116,52	22,00	10,80	94,52	11,4	11,4	1,688
8.626	4.174	1,995	19	137,2	124,8	33,75	12,39	91,05	13,6	13,6	1,756
9.107	4.396	2,101	15	135,5	120,3	24,20	15,18	96,09	15,8	15,8	1,814
9.885	4.407	2,118	17	132,0	115,5	23,50	16,53	91,96	18,0	18,0	1,795
8.800	4.366	2,092	20	127,9	110,6	24,35	17,38	86,20	20,2	20,2	1,741
UMIDADE HIGROSCÓPICA				14	118,08	109,86	22,65	8,22	87,21	9,4%	9,2%
				13	125,12	116,72	23,95	8,40	92,77	9,1%	
Análise Gráfica											
											
<b>Paulo A.R. Sousa</b> Enc. De Laboratório:						<b>André Lacerda</b> Gerente de Contrato Eng°.					

		<b>ENSAIO DE ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA CONFORME DNER ME 049/94</b>				CERTIFICADO N° 0001							
						DATA: 09/05/2025							
OBRA: BR-116 NORTE		CLIENTE: DNIT		TRECHO: Entr. RS-239(P/Campo Bom)/Entr. BR-290 (A)/386 (B) (Porto Alegre)									
KM: 01+163 PD.		MATERIAL: Argila - Alaranjada com Turfa Cinza			CAMADA: S.03 - PI da Domingos - Canoas								
% Mat. Ret. # N° 4: 0,3		PRÓCTOR: Intermediário	PROFUNDIDADE: 0,24 - 0,66 cm	LOCAL: R.: Pinto Bandeira	ENC. LABORATORIO Paulo A.R. Sousa		SEGMENTO : PI Domingos						
Cilindro nº		4		3		7							
Alturas dos CP's		113,90		114,20		114,10							
Data	Hora	Leitura	Expansão	Leitura	Expansão	Leitura	Expansão	Leitura	Expansão	Leitura	Expansão		
		(0,01mm)	(%)	(0,01mm)	(%)	(0,01mm)	(%)	(0,01mm)	(%)	(0,01mm)	(%)		
09/05/25	14:45			1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00				
10/05/25	24:00			1,55	0,48	1,39	0,34	1,10	0,09				
11/05/25	48:00			1,85	0,75	1,50	0,44	1,11	0,10				
12/05/25	72:00			1,89	0,78	1,55	0,48	1,15	0,13				
13/05/25	96:00			1,89	0,78	1,56	0,49	1,15	0,13				
PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVAS													
Anel dinamométrico nº		527		Prensa (Tipo) Manual - Solotest				Constante do Anel				0,1045	
tempo min	penetração (0,01mm)	Leitura	pressão	Leitura	pressão	Leitura	pressão	Leitura	pressão	Leitura	pressão		
		(0,001mm)	(kgf/cm²)	(0,001mm)	(kgf/cm²)	(0,001mm)	(kgf/cm²)	(0,001mm)	(kgf/cm²)	(0,001mm)	(kgf/cm²)		
0,5	0,64			12	1,3	20	2,1	17	1,8				
1	1,27			19	2,0	38	4,0	30	3,1				
1,5	1,91			28	2,9	46	4,8	39	4,1				
2	2,54			35	3,7	51	5,3	45	4,7				
3	3,81			44	4,6	58	6,1	53	5,5				
4	5,08			52	5,4	65	6,8	59	6,2				
6	7,62			58	6,1	72	7,5	66	6,9				
8	10,16			63	6,6	79	8,3	70	7,3				
10	12,70			68	7,1	83	8,7	76	7,9				
ÍNDICE SUP. CALIFÓRNIA		Carga	ISC	Carga	ISC	Carga	ISC	Carga	ISC	Carga	ISC		
		Corrigida	(%)	Corrigida	(%)	Corrigida	(%)	Corrigida	(%)	Corrigida	(%)		
I.S.C. 0,1"				3,7	5,2	5,3	7,6	4,7	6,7				
I.S.C. 0,2"				5,4	5,2	6,8	6,4	6,2	5,9				
EXPANSÃO													
													
ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA													
													
DENS. SECA MÁX. (g/cm³)=		1,817		UMID. ÓTIMA(%)=		16,3		I.S.C.(%)=		7,7			
								EXPANSÃO(%)=		0,41			
Enc. De Laboratório: Paulo A.R. Sousa				Gerente de Contrato Engº. André Lacerda				APROVADO:					



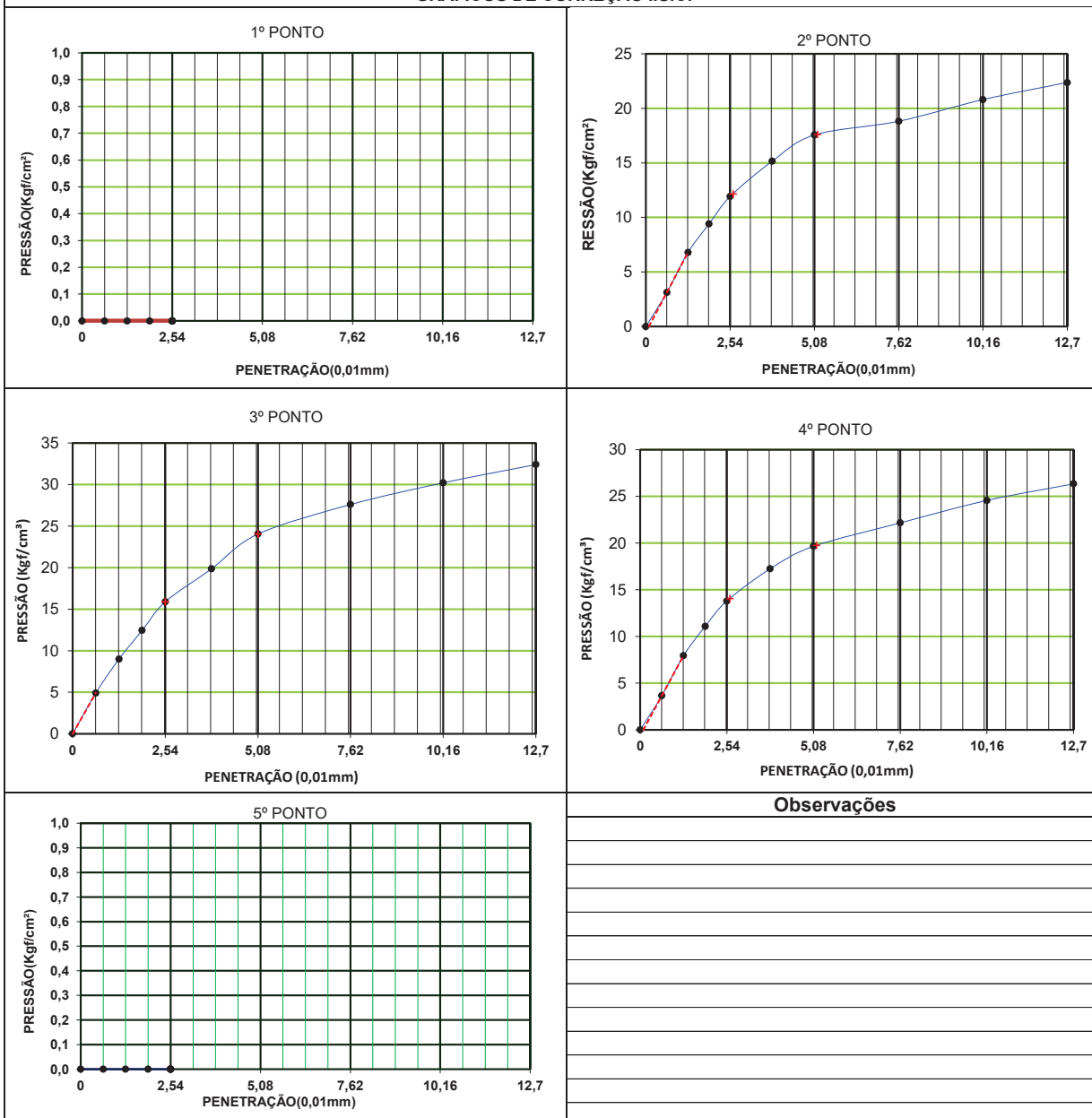
		<b>ANÁLISE GRANULOMETRICA POR PENEIRAMENTO LIMITES FÍSICOS</b> CONFORME DNER ME 080/94 DNER ME 082/94 E DNER ME 122/94			
OBRA: BR-116 NORTE		CLIENTE: DNIT	TRECHO: Entr. RS-239(P/Campo Bom)/Entr. BR-290 (A)/386 (B) (Porto Alegre)		
ESTACA: 01+163	MATERIAL: Argila - Alaranjada com Turfa Cinza		CAMADA: S.03 - PI da Domingos - Canoas		
% Mat. Ret. # Nº 4:	PRÓCTOR:	PROFUNDIDADE:	LOCAL:	ENC. LABORATÓRIO	SEGMENTO :
0,3	Intermediário	0,24 - 0,66 cm	R.: Pinto Bandeira	Paulo A.R. Sousa	PI Domingos
Solos - Determinação do Limite de Liquidez DNER - ME 122/94					
Cápsula nº	23	22	21	19	20
Peso da Cápsula+Solo Úmido(g)	16,35	12,79	16,48	17,88	12,77
Peso da Cápsula+Solo Seco(g)	13,86	10,98	14,81	15,54	11,49
Peso da Água(g)	2,49	1,81	1,67	2,34	1,28
Peso da Cápsula(g)	8,61	6,58	9,80	7,30	6,58
Peso do Solo Seco(g)	5,25	4,40	5,01	8,24	4,91
Teor de Umidade(%)	47,4	41,1	33,3	28,4	26,1
Nº de golpes	10	18	25	32	40
Solos - Determinação do Limite de Plasticidade DNER-ME 082/94					
Cápsula nº	11	14	13	16	17
Peso da Cápsula+Solo Úmido(g)	9,71	9,42	8,91	11,55	8,33
Peso da Cápsula+Solo Seco(g)	9,26	9,03	8,51	11,15	7,91
Peso da Água(g)	0,45	0,39	0,40	0,40	0,42
Peso da Cápsula(g)	7,15	7,19	6,48	9,15	5,91
Peso do Solo Seco(g)	2,11	1,84	2,03	2,00	2,00
Teor de Umidade(%)	21,3	21,2	19,7	20,0	21,0
Valor aceito?	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
DNER-ME 080-94 Solo Analise Granulometrica por peneiramento					
UMIDADE HIGROSCÓPICA			ANÁLISE GRANULOMÉTRICA		
Cápsula nº	11	Peneiras	Peso Retido	Peso	% Passando
Peso da Cápsula+Solo Úmido(g)	145,98	(pol)		Passando(g)	Acumulada
Peso da Cápsula+Solo Seco(g)	136,88	2"	0,00	1090,36	100,0
Peso da Água(g)	9,10	1"	0,00	1090,36	100,0
Peso da Cápsula(g)	21,90	3/4"	0,00	1090,36	100,0
Peso do Solo Seco(g)	114,98	3/8"	1,32	1089,04	99,9
Teor de Umidade(%)	7,9	nº4	5,30	1083,74	99,4
Amostra total úmida(g) Total	1175,98	nº10	13,46	1070,28	98,2
Amostra total seca(g)	1090,36	nº 40	23,08	249,23	89,8
Amostra total úmida(g) (fina) Parcial	293,82	nº 200	79,06	170,17	61,3
Amostra total seca(g)	272,31				
			<b>RESUMO DOS RESULTADOS</b>		
			LIMITE DE LIQUIDEZ(%)	33,5	
			LIMITE DE PLASTICIDADE(%)	20,6	
			ÍNDICE DE PLASTICIDADE(%)	12,9	
			CASCALHO % RET. # 4,8mm	0,6	
			AREIA GROSSA (%RET. # 2,0mm)	1,2	
			AREIA MÉDIA (%RET.# 0,42mm)	8,3	
			AREIA FINA (%RET. # 0,074mm)	28,5	
			SILTE & ARGILA (%PASSANDO # 0,074mm)	61,3	
			CLASSIFICAÇÃO HRB	A6	
			ÍNDICE DE GRUPO	6	
Paulo A.R. Sousa Enc. De Laboratório:			André Lacerda Gerente de Contrato Engº.		

		<b>ENSAIO DE COMPACTAÇÃO PROCTOR - DNER-ME 129/95</b>					CERTIFICADO N° 0001				
							DATA: 11/03/2024				
OBRA: BR-116 NORTE		CLIENTE: DNIT		TRECHO: Entr. RS-239(P/Campo Bom)/Entr. BR-290 (A)/386 (B) (Porto Alegre)							
KM: 01+315 PE		MATERIAL: Saibro Amarelo			CAMADA: S.04 - PI da Domingos - Canoas						
% Mat. Ret. # N° 4: 0,3		PRÓCTOR: Intermediário 5X26	PROFUNDIDADE: 0,29 - 0,86 cm	LOCAL: R.: Dona Rafaela	ENC. LABORATÓRIO Paulo A.R. Sousa	SEGMENTO : PI Domingos					
Molde N°	Peso (g)	Volume (g/cm³)	Peso do Material	Água Adionada (ml)	Água Total (ml)	Água Adionada (%)	Resultados:				
							H. Ótima	Dens. Máx	ISC	Expansão	
14	5.523	2.072	6.000	60	214	1,0%	%	g/cm³	%	%	
18	4.704	2.114	Peso do Mat. Seco	180	334	3,0%	8,3	1,990	22,9	0,04	
12	4.460	2.083	5.846	300	454	5,0%					
15	4.468	2.068	Peso Água	420	574	7,0%	% Água Adicionada				
11	4.656	2.086	154	540	694	9,0%	2,0%				
Amostra compactada + molde (g)	Amostra Compactada (g)	Densidade Aparente Úmida (g)	Cápsula N°	Tara + Solo Úmido (g)	Tara + Solo Seco (g)	Tara (g)	Peso da Água (g)	Peso do Solo Seco (g)	Teor de Umidade (%)	Úmidade Higroscópica (%)	Densidade Ap. Máxima Seca (g/cm³)
9.294	3.772	1,820	1	116,86	113,52	22,40	03,34	91,12	03,7	03,7	1,756
8.932	4.228	2,000	2	104,3	99,9	22,35	04,43	77,51	05,7	05,7	1,892
8.918	4.458	2,140	3	132,6	124,5	20,35	08,09	104,16	07,8	07,8	1,986
8.908	4.440	2,147	4	115,0	106,8	23,40	08,19	83,43	09,8	09,8	1,955
9.024	4.369	2,094	5	147,6	134,5	24,00	13,12	110,50	11,9	11,9	1,872
UMIDADE HIGROSCÓPICA				6	96,53	94,80	22,60	1,73	72,2	2,4%	2,6%
				7	95,20	93,20	23,80	2,00	69,40	2,9%	
Análise Gráfica											
											
<b>Paulo A.R. Sousa</b> Enc. De Laboratório:						<b>André Lacerda</b> Gerente de Contrato Eng°.					

		<b>ENSAIO DE ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA CONFORME DNER ME 049/94</b>						CERTIFICADO N° 0001							
								DATA: 11/03/2024							
OBRA: BR-116 NORTE		CLIENTE: DNIT		TRECHO: Entr. RS-239(P/Campo Bom)/Entr. BR-290 (A)/386 (B) (Porto Alegre)											
KM: 01+315 PE		MATERIAL: Saibro Amarelo				CAMADA: S.04 - PI da Domingos - Canoas									
% Mat. Ret. # N° 4: 0,3		PROCTOR: Intermediário		PROFUNDIDADE: 0,29 - 0,86 cm		LOCAL: R.: Dona Rafaela		ENC. LABORATORIO Paulo A.R. Sousa		SEGMENTO : PI Domingos					
Cilindro nº				18		12		15							
Alturas dos CP's				115,20		113,90		114,50							
Data	Hora	Leitura	Expansão	Leitura	Expansão	Leitura	Expansão	Leitura	Expansão	Leitura	Expansão				
		(0,01mm)	(%)	(0,01mm)	(%)	(0,01mm)	(%)	(0,01mm)	(%)	(0,01mm)	(%)				
11/03/24	13:30			1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00						
12/03/24	24:00			1,09	0,08	1,05	0,04	1,00	0,00						
13/03/24	48:00			1,12	0,10	1,05	0,04	1,03	0,03						
14/03/24	72:00			1,12	0,10	1,06	0,05	1,03	0,03						
15/03/24	96:00			1,12	0,10	1,06	0,05	1,03	0,03						
PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVAS															
Anel dinamométrico nº		527		Prensa (Tipo)				Manual - Solotest				Constante do Anel		0,1045	
tempo min	penetração (0,01mm)	Leitura (0,001mm)	pressão (kgf/cm²)	Leitura (0,001mm)	pressão (kgf/cm²)	Leitura (0,001mm)	pressão (kgf/cm²)	Leitura (0,001mm)	pressão (kgf/cm²)	Leitura (0,001mm)	pressão (kgf/cm²)	Leitura (0,001mm)	pressão (kgf/cm²)		
0,5	0,64			30	3,1	47	4,9	35	3,7						
1	1,27			65	6,8	86	9,0	76	7,9						
1,5	1,91			90	9,4	119	12,4	106	11,1						
2	2,54			114	11,9	152	15,9	132	13,8						
3	3,81			145	15,2	190	19,9	165	17,2						
4	5,08			168	17,6	230	24,0	188	19,7						
6	7,62			180	18,8	264	27,6	212	22,2						
8	10,16			199	20,8	289	30,2	235	24,6						
10	12,70			214	22,4	310	32,4	252	26,3						
ÍNDICE SUP. CALIFÓRNIA		Carga Corrigida	ISC (%)	Carga Corrigida	ISC (%)	Carga Corrigida	ISC (%)	Carga Corrigida	ISC (%)	Carga Corrigida	ISC (%)				
I.S.C. 0,1"				12,1	17,3	15,9	22,6	14,1	20,0						
I.S.C. 0,2"				17,6	16,7	24,0	22,8	19,7	18,7						
EXPANSÃO															
															
ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA															
															
DENS. SECA MÁX. (g/cm³)=		1,990		UMID. ÓTIMA(%)=		8,3		I.S.C.(%)=		22,9		EXPANSÃO(%)=		0,04	
Enc. De Laboratório: Paulo A.R. Sousa				Gerente de Contrato Engº. André Lacerda				APROVADO:							


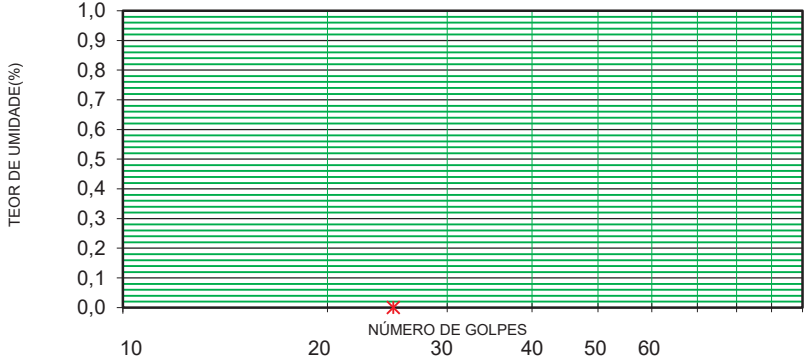
OBRA: BR-116 NORTE		CLIENTE: DNIT	TRECHO: Entr. RS-239(P/Campo Bom)/Entr. BR-290 (A)/386 (B) (Porto Alegre)		
KM: 01+315 PE	MATERIAL: Saibro Amarelo		CAMADA: S.04 - PI da Domingos - Canoas		
% Mat. Ret. # N° 4: 0,3	PRÓCTOR: Intermediário	PROFUNDIDADE: 0,29 - 0,86 cm	LOCAL: R.: Dona Rafaela	ENC. LABORATÓRIO: Paulo A.R. Sousa	SEGMENTO : PI Domingos


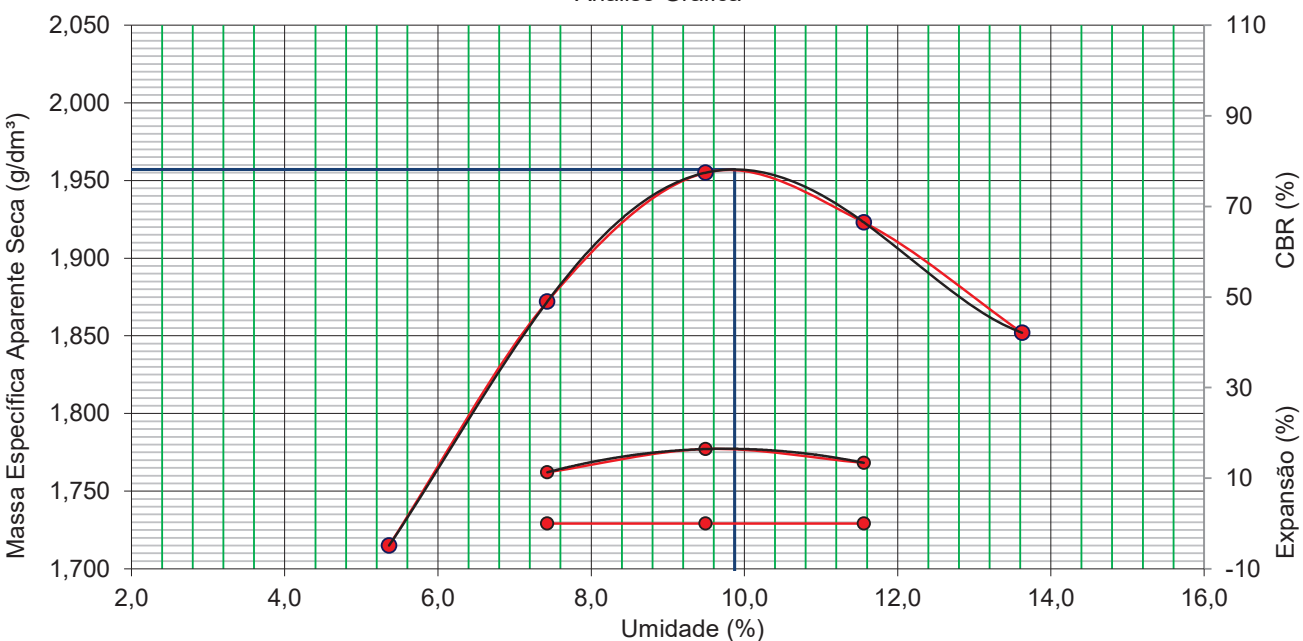
### GRÁFICOS DE CORREÇÃO I.S.C.


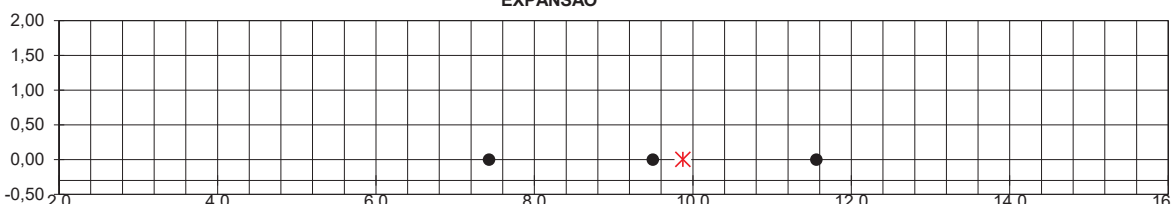
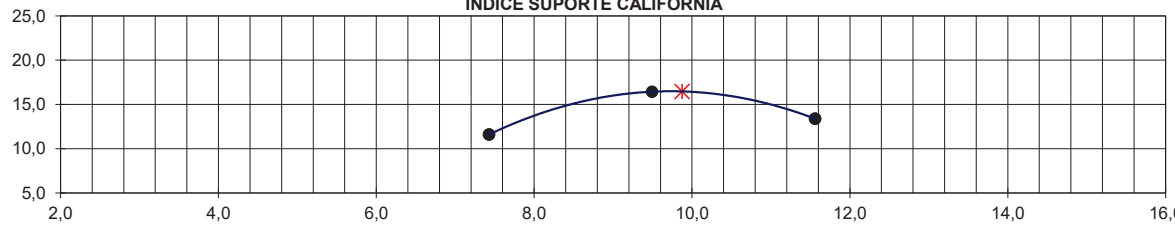


### Observações

Enc. De Laboratório: Paulo A.R. Sousa	Gerente de Contrato Engº. André Lacerda	APROVADO:
--	--	-----------

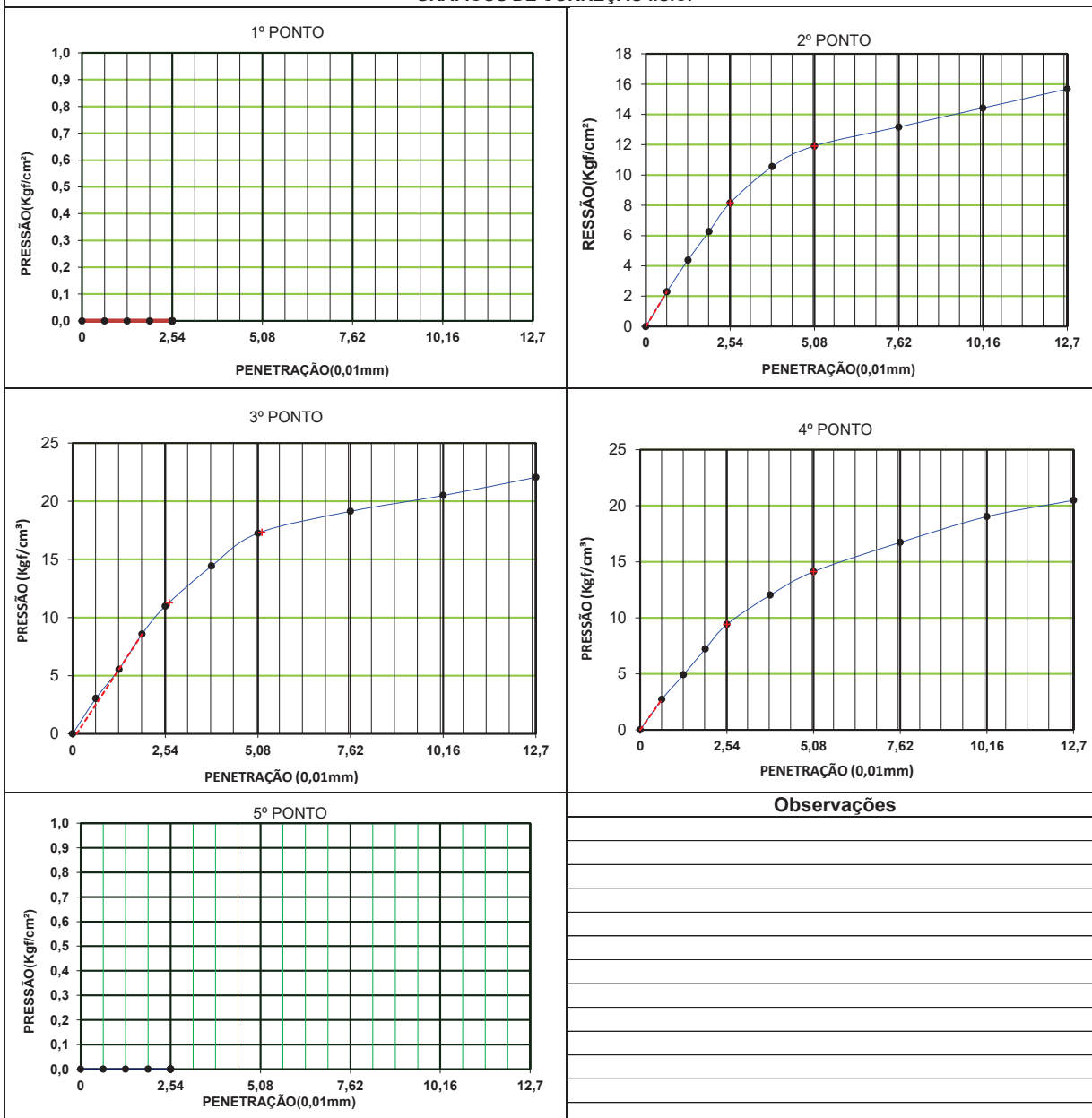
 <b>CONSÓRCIO BR-116 NORTE</b>		<b>ANÁLISE GRANULOMETRICA POR PENEIRAMENTO LIMITES FÍSICOS</b> CONFORME DNER ME 080/94 DNER ME 082/94 E DNER ME 122/94																							
OBRA: <b>BR-116 NORTE</b>		CLIENTE: <b>DNIT</b>	TRECHO: <b>Entr. RS-239(P/Campo Bom)/Entr. BR-290 (A)/386 (B) (Porto Alegre)</b>																						
ESTACA: <b>01+315</b>	MATERIAL: <b>Saibro Amarelo</b>		CAMADA: <b>S.04 - PI da Domingos - Canoas</b>																						
% Mat. Ret. # N° 4:	PRÓCTOR:	PROFUNDIDADE:	LOCAL:	ENC. LABORATÓRIO	SEGMENTO :																				
<b>0,3</b>	<b>Intermediário</b>	<b>0,29 - 0,86 cm</b>	<b>R.: Dona Rafaela</b>	<b>Paulo A.R. Sousa</b>	<b>PI Domingos</b>																				
Solos - Determinação do Limite de Liquidez DNER - ME 122/94																									
Cápsula nº																									
Peso da Cápsula+Solo Úmido(g)																									
Peso da Cápsula+Solo Seco(g)																									
Peso da Água(g)																									
Peso da Cápsula(g)																									
Peso do Solo Seco(g)																									
Teor de Umidade(%)																									
Nº de golpes																									
Solos - Determinação do Limite de Plasticidade DNER-ME 082/94																									
Cápsula nº																									
Peso da Cápsula+Solo Úmido(g)																									
Peso da Cápsula+Solo Seco(g)																									
Peso da Água(g)																									
Peso da Cápsula(g)																									
Peso do Solo Seco(g)																									
Teor de Umidade(%)																									
Valor aceito?	<b>NÃO</b>	<b>NÃO</b>	<b>NÃO</b>	<b>NÃO</b>	<b>NÃO</b>																				
DNER-ME 080-94 Solo Analise Granulometrica por peneiramento																									
UMIDADE HIGROSCÓPICA			ANÁLISE GRANULOMÉTRICA																						
Cápsula nº	<b>20</b>		Peneiras	Peso Retido	Peso	% Passando																			
Peso da Cápsula+Solo Úmido(g)	<b>129,98</b>		(pol)		Passando(g)	Acumulada																			
Peso da Cápsula+Solo Seco(g)	<b>127,02</b>		2"	<b>0,00</b>	1216,61	<b>100,0</b>																			
Peso da Água(g)	2,96		1"	<b>0,00</b>	1216,61	<b>100,0</b>																			
Peso da Cápsula(g)	24,35		3/4"	<b>0,00</b>	1216,61	<b>100,0</b>																			
Peso do Solo Seco(g)	102,67		3/8"	<b>2,05</b>	1214,56	<b>99,8</b>																			
Teor de Umidade(%)	2,9		nº4	<b>57,36</b>	1157,20	<b>95,1</b>																			
Amostra total úmida(g) <b>Total</b>	<b>1250,17</b>		nº10	<b>281,28</b>	875,92	<b>72,0</b>																			
Amostra total seca(g)	1216,61		nº 40	<b>96,48</b>	180,58	<b>46,9</b>																			
Amostra total úmida(g) (fina) <b>Parcial</b>	<b>285,09</b>		nº 200	<b>68,98</b>	111,60	<b>29,0</b>																			
Amostra total seca(g)	277,06																								
LIMITE DE LIQUIDEZ			RESUMO DOS RESULTADOS																						
	<table border="1"> <tr> <td>LIMITE DE LIQUIDEZ(%)</td> <td><b>NL</b></td> </tr> <tr> <td>LIMITE DE PLASTICIDADE(%)</td> <td><b>NP</b></td> </tr> <tr> <td>ÍNDICE DE PLASTICIDADE(%)</td> <td><b>NP</b></td> </tr> <tr> <td>CASCALHO % RET. # 4,8mm</td> <td><b>4,9</b></td> </tr> <tr> <td>AREIA GROSSA (%RET. # 2,0mm)</td> <td><b>23,1</b></td> </tr> <tr> <td>AREIA MÉDIA (%RET.# 0,42mm)</td> <td><b>25,1</b></td> </tr> <tr> <td>AREIA FINA (%RET. # 0,074mm)</td> <td><b>17,9</b></td> </tr> <tr> <td>SILTE &amp; ARGILA (%PASSANDO # 0,074mm)</td> <td><b>29,0</b></td> </tr> <tr> <td>CLASSIFICAÇÃO HRB</td> <td><b>A2-4</b></td> </tr> <tr> <td>ÍNDICE DE GRUPO</td> <td><b>0</b></td> </tr> </table>					LIMITE DE LIQUIDEZ(%)	<b>NL</b>	LIMITE DE PLASTICIDADE(%)	<b>NP</b>	ÍNDICE DE PLASTICIDADE(%)	<b>NP</b>	CASCALHO % RET. # 4,8mm	<b>4,9</b>	AREIA GROSSA (%RET. # 2,0mm)	<b>23,1</b>	AREIA MÉDIA (%RET.# 0,42mm)	<b>25,1</b>	AREIA FINA (%RET. # 0,074mm)	<b>17,9</b>	SILTE & ARGILA (%PASSANDO # 0,074mm)	<b>29,0</b>	CLASSIFICAÇÃO HRB	<b>A2-4</b>	ÍNDICE DE GRUPO	<b>0</b>
	LIMITE DE LIQUIDEZ(%)	<b>NL</b>																							
	LIMITE DE PLASTICIDADE(%)	<b>NP</b>																							
	ÍNDICE DE PLASTICIDADE(%)	<b>NP</b>																							
	CASCALHO % RET. # 4,8mm	<b>4,9</b>																							
	AREIA GROSSA (%RET. # 2,0mm)	<b>23,1</b>																							
	AREIA MÉDIA (%RET.# 0,42mm)	<b>25,1</b>																							
	AREIA FINA (%RET. # 0,074mm)	<b>17,9</b>																							
	SILTE & ARGILA (%PASSANDO # 0,074mm)	<b>29,0</b>																							
	CLASSIFICAÇÃO HRB	<b>A2-4</b>																							
ÍNDICE DE GRUPO	<b>0</b>																								
Paulo A.R. Sousa Enc. De Laboratório:																									
André Lacerda Gerente de Contrato Engº.																									

		<b>ENSAIO DE COMPACTAÇÃO PROCTOR - DNER-ME 129/95</b>					CERTIFICADO N° 0001				
							DATA: 05/05/2025				
OBRA: BR-116 NORTE		CLIENTE: DNIT		TRECHO: Entr. RS-239(P/Campo Bom)/Entr. BR-290 (A)/386 (B) (Porto Alegre)							
KM: 01+454 PE		MATERIAL: Saibro Avermelhado			CAMADA: S.05 - PI da Domingos - Canoas						
% Mat. Ret. # N° 4: 0,3		PRÓCTOR: Intermediário 5X26	PROFUNDIDADE: 0,27 - 0,57 cm	LOCAL: R.: Santa Cecília	ENC. LABORATÓRIO: Paulo A.R. Sousa	SEGMENTO : PI Domingos					
Molde N°	Peso (g)	Volume (g/cm³)	Peso do Material	Água Adionada (ml)	Água Total (ml)	Água Adionada (%)	Resultados:				
							H. Ótima	Dens. Máx	ISC	Expansão	
20	4.810	2.078	6.000	120	311	2,0%	%	g/cm³	%	%	
21	4.690	2.087	Peso do Mat. Seco	240	431	4,0%	9,9	1,957	16,5	0,00	
23	4.700	2.069	5.809	360	551	6,0%					
22	4.700	2.078	Peso Água	480	671	8,0%	% Água Adicionada				
25	4.685	2.078	191	600	791	10,0%	2,0%				
Amostra compactada + molde (g)	Amostra Compactada (g)	Densidade Aparente Úmida (g)	Cápsula N°	Tara + Solo Úmido (g)	Tara + Solo Seco (g)	Tara (g)	Peso da Água (g)	Peso do Solo Seco (g)	Teor de Umidade (%)	Úmidade Higroscópica (%)	Densidade Ap. Máxima Seca (g/cm³)
8.565	3.755	1,807	20	138,73	132,91	24,35	05,82	108,56	05,4	05,4	1,715
8.887	4.197	2,011	22	132,9	125,2	21,00	07,74	104,18	07,4	07,4	1,872
9.129	4.429	2,141	23	128,7	119,6	23,55	09,12	96,07	09,5	09,5	1,955
9.158	4.458	2,145	26	142,8	130,3	22,35	12,48	107,94	11,6	11,6	1,923
9.058	4.373	2,104	21	136,7	122,9	21,40	13,83	101,48	13,6	13,6	1,852
UMIDADE HIGROSCÓPICA				30	119,49	116,42	22,15	3,07	94,27	3,3%	3,3%
				29	123,15	119,85	20,75	3,30	99,10	3,3%	
Análise Gráfica											
											
Paulo A.R. Sousa Enc. De Laboratório:						André Lacerda Gerente de Contrato Eng°.					

	<b>ENSAIO DE ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA CONFORME DNER ME 049/94</b>					CERTIFICADO N° 0001							
						DATA: 05/05/2025							
OBRA: BR-116 NORTE		CLIENTE: DNIT		TRECHO: Entr. RS-239(P/Campo Bom)/Entr. BR-290 (A)/386 (B) (Porto Alegre)									
KM: 01+454 PE		MATERIAL: Saibro Avermelhado			CAMADA: S.05 - PI da Domingos - Canoas								
% Mat. Ret. # N° 4: 0,3		PROCTOR: Intermediário	PROFUNDIDADE: 0,27 - 0,57 cm		LOCAL: R.: Santa Cecília	ENC. LABORATORIO Paulo A.R. Sousa	SEGMENTO : PI Domingos						
Cilindro nº				21	23	22							
Alturas dos CP's				114,00	114,00	114,00							
Data	Hora	Leitura (0,01mm)	Expansão (%)	Leitura (0,01mm)	Expansão (%)	Leitura (0,01mm)	Expansão (%)	Leitura (0,01mm)	Expansão (%)				
05/05/25	13:30			1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00				
06/05/25	24:00			1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00				
07/05/25	48:00			1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00				
08/05/25	72:00			1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00				
09/05/25	96:00			1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00				
PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVAS													
Anel dinamométrico nº		527		Prensa (Tipo) Manual - Solotest				Constante do Anel				0,1045	
tempo min	penetração (0,01mm)	Leitura (0,001mm)	pressão (kgf/cm²)	Leitura (0,001mm)	pressão (kgf/cm²)	Leitura (0,001mm)	pressão (kgf/cm²)	Leitura (0,001mm)	pressão (kgf/cm²)	Leitura (0,001mm)	pressão (kgf/cm²)		
0,5	0,64			22	2,3	29	3,0	26	2,7				
1	1,27			42	4,4	53	5,5	47	4,9				
1,5	1,91			60	6,3	82	8,6	69	7,2				
2	2,54			78	8,2	105	11,0	90	9,4				
3	3,81			101	10,6	138	14,4	115	12,0				
4	5,08			114	11,9	165	17,2	135	14,1				
6	7,62			126	13,2	183	19,1	160	16,7				
8	10,16			138	14,4	196	20,5	182	19,0				
10	12,70			150	15,7	211	22,1	196	20,5				
ÍNDICE SUP. CALIFÓRNIA		Carga Corrigida	ISC (%)	Carga Corrigida	ISC (%)	Carga Corrigida	ISC (%)	Carga Corrigida	ISC (%)	Carga Corrigida	ISC (%)		
I.S.C. 0,1"				8,2	11,6	11,3	16,0	9,4	13,4				
I.S.C. 0,2"				11,9	11,3	17,3	16,4	14,1	13,4				
EXPANSÃO													
													
ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA													
													
DENS. SECA MÁX. (g/cm³)=		1,957		UMID. ÓTIMA(%)=		9,9		I.S.C.(%)=		16,5			
EXPANSÃO(%)=		0,00		Enc. De Laboratório: Paulo A.R. Sousa				Gerente de Contrato Engº. André Lacerda					
APROVADO:													


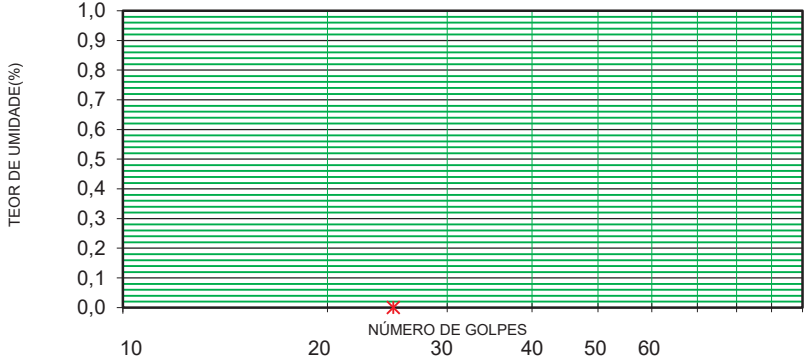
OBRA: BR-116 NORTE		CLIENTE: DNIT	TRECHO: Entr. RS-239(P/Campo Bom)/Entr. BR-290 (A)/386 (B) (Porto Alegre)		
KM: 01+454 PE	MATERIAL: Saibro Avermelhado		CAMADA: S.05 - PI da Domingos - Canoas		
% Mat. Ret. # N° 4: 0,3	PRÓCTOR: Intermediário	PROFUNDIDADE: 0,27 - 0,57 cm	LOCAL: R.: Santa Cecília	ENC. LABORATÓRIO: Paulo A.R. Sousa	SEGMENTO : PI Domingos


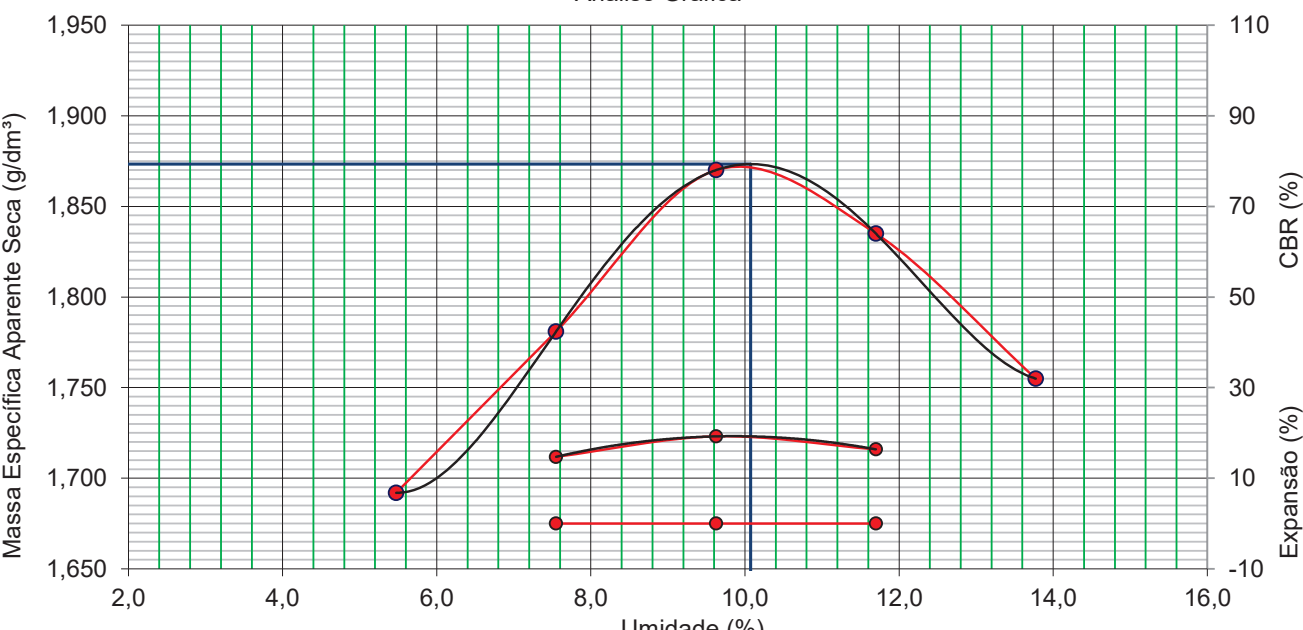
### GRÁFICOS DE CORREÇÃO I.S.C.


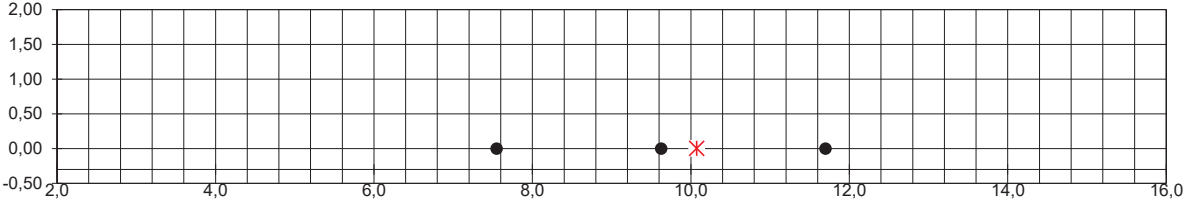
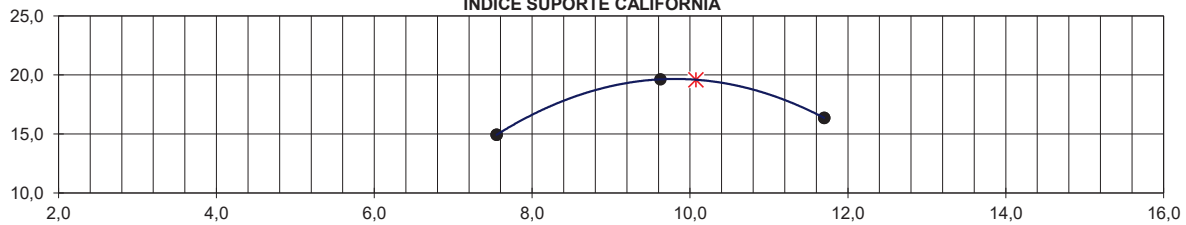


### Observações

Enc. De Laboratório: <b>Paulo A.R. Sousa</b>	Gerente de Contrato Engº. <b>André Lacerda</b>	APROVADO:
---	---	-----------

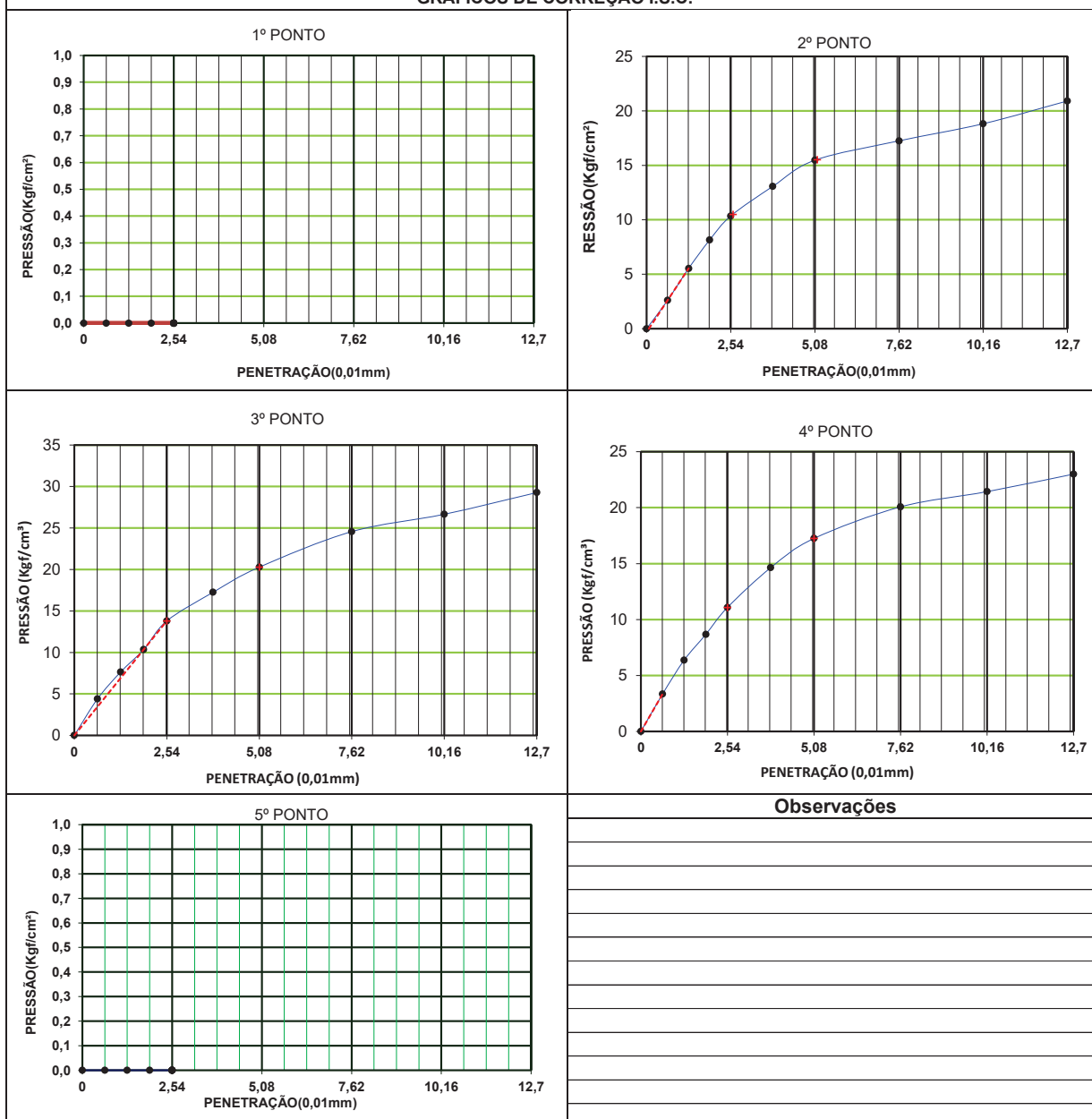
 <b>CONSÓRCIO BR-116 NORTE</b>		<b>ANÁLISE GRANULOMETRICA POR PENEIRAMENTO LIMITES FÍSICOS</b> CONFORME DNER ME 080/94 DNER ME 082/94 E DNER ME 122/94				
OBRA: <b>BR-116 NORTE</b>		CLIENTE: <b>DNIT</b>	TRECHO: <b>Entr. RS-239(P/Campo Bom)/Entr. BR-290 (A)/386 (B) (Porto Alegre)</b>			
ESTACA: <b>01+454</b>	MATERIAL: <b>Saibro Avermelhado</b>		CAMADA: <b>S.05 - PI da Domingos - Canoas</b>			
% Mat. Ret. # N° 4:	PRÓCTOR:	PROFUNDIDADE:	LOCAL:	ENC. LABORATÓRIO	SEGMENTO :	
<b>0,3</b>	<b>Intermediário</b>	<b>0,27 - 0,57 cm</b>	<b>R.: Santa Cecília</b>	<b>Paulo A.R. Sousa</b>	<b>PI Domingos</b>	
Solos - Determinação do Limite de Liquidez DNER - ME 122/94						
Cápsula nº						
Peso da Cápsula+Solo Úmido(g)						
Peso da Cápsula+Solo Seco(g)						
Peso da Água(g)						
Peso da Cápsula(g)						
Peso do Solo Seco(g)						
Teor de Umidade(%)						
Nº de golpes						
Solos - Determinação do Limite de Plasticidade DNER-ME 082/94						
Cápsula nº						
Peso da Cápsula+Solo Úmido(g)						
Peso da Cápsula+Solo Seco(g)						
Peso da Água(g)						
Peso da Cápsula(g)						
Peso do Solo Seco(g)						
Teor de Umidade(%)						
Valor aceito?		NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	
DNER-ME 080-94 Solo Analise Granulometrica por peneiramento						
UMIDADE HIGROSCÓPICA			ANÁLISE GRANULOMÉTRICA			
Cápsula nº	<b>3</b>		Peneiras	Peso Retido	Peso	% Passando
Peso da Cápsula+Solo Úmido(g)	<b>132,12</b>		(pol)		Passando(g)	Acumulada
Peso da Cápsula+Solo Seco(g)	<b>126,46</b>		2"	<b>0,00</b>	1142,86	<b>100,0</b>
Peso da Água(g)	5,66		1"	<b>0,00</b>	1142,86	<b>100,0</b>
Peso da Cápsula(g)	20,35		3/4"	<b>0,00</b>	1142,86	<b>100,0</b>
Peso do Solo Seco(g)	106,11		3/8"	<b>17,50</b>	1125,36	<b>98,5</b>
Teor de Umidade(%)	5,3		nº4	<b>72,01</b>	1053,35	<b>92,2</b>
Amostra total úmida(g)	<b>Total</b>	<b>1198,69</b>	nº10	<b>186,37</b>	866,98	<b>75,9</b>
Amostra total seca(g)		1142,86	nº 40	<b>71,17</b>	181,98	<b>54,5</b>
Amostra total úmida(g) (fina)	<b>Parcial</b>	<b>266,57</b>	nº 200	<b>65,19</b>	116,79	<b>35,0</b>
Amostra total seca(g)		253,15				
LIMITE DE LIQUIDEZ			RESUMO DOS RESULTADOS			
						
	LIMITE DE LIQUIDEZ(%) <b>NL</b>					
	LIMITE DE PLASTICIDADE(%) <b>NP</b>					
	ÍNDICE DE PLASTICIDADE(%) <b>NP</b>					
	CASCALHO % RET. # 4,8mm <b>7,8</b>					
	AREIA GROSSA (%RET. # 2,0mm) <b>16,3</b>					
	AREIA MÉDIA (%RET.# 0,42mm) <b>21,3</b>					
	AREIA FINA (%RET. # 0,074mm) <b>19,5</b>					
	SILTE & ARGILA (%PASSANDO # 0,074mm) <b>35,0</b>					
	CLASSIFICAÇÃO HRB <b>A2-4</b>					
ÍNDICE DE GRUPO <b>0</b>						
<b>Paulo A.R. Sousa</b> Enc. De Laboratório:			<b>André Lacerda</b> Gerente de Contrato Engº.			

		<b>ENSAIO DE COMPACTAÇÃO PROCTOR - DNER-ME 129/95</b>					CERTIFICADO N° 0001				
							DATA: 05/05/2025				
OBRA: BR-116 NORTE		CLIENTE: DNIT		TRECHO: Entr. RS-239(P/Campo Bom)/Entr. BR-290 (A)/386 (B) (Porto Alegre)							
KM: 01+639 PE		MATERIAL: Saibro Avermelhado			CAMADA: S.06 - PI da Domingos - Canoas						
% Mat. Ret. # N° 4: 0,3		PRÓCTOR: Intermediário 5X26		PROFUNDIDADE: 0,13 - 0,74 cm	LOCAL: R.: Duque de Caxias	ENC. LABORATÓRIO Paulo A.R. Sousa	SEGMENTO : PI Domingos				
Molde N°	Peso (g)	Volume (g/cm³)	Peso do Material	Água Adionada (ml)	Água Total (ml)	Água Adionada (%)	Resultados:				
							H. Ótima	Dens. Máx	ISC	Expansão	
1	4.532	2.085	6.000	100	317	1,7%	%	g/cm³	%	%	
2	4.362	2.093	Peso do Mat. Seco	220	437	3,7%	10,1	1,873	19,6	0,00	
6	5.172	2.078	5.783	340	557	5,7%					
4	4.452	2.092	Peso Água	460	677	7,7%	% Água Adicionada				
5	4.729	2.093	217	580	797	9,7%	2,0%				
Amostra compactada + molde (g)	Amostra Compactada (g)	Densidade Aparente Umida (g)	Cápsula N°	Tara + Solo Úmido (g)	Tara + Solo Seco (g)	Tara (g)	Peso da Água (g)	Peso do Solo Seco (g)	Teor de Umidade (%)	Úmidade Higroscópica (%)	Densidade Ap. Máxima Seca (g/cm³)
8.253	3.721	1,785	9	127,10	121,63	21,75	05,47	99,88	05,5	05,5	1,692
8.371	4.009	1,915	14	136,43	128,44	22,65	07,99	105,79	07,5	07,5	1,781
9.432	4.260	2,050	11	109,33	101,65	21,90	07,68	79,75	09,6	09,6	1,870
8.740	4.288	2,050	18	119,32	109,61	26,65	09,71	82,96	11,7	11,7	1,835
8.909	4.179	1,997	15	129,08	116,38	24,20	12,70	92,18	13,8	13,8	1,755
UMIDADE HIGROSCÓPICA				10	128,54	124,56	22,65	3,98	101,91	3,9%	3,7%
				19	122,34	119,28	33,75	3,06	85,53	3,6%	
Análise Gráfica											
											
<b>Paulo A.R. Sousa</b> Enc. De Laboratório:						<b>André Lacerda</b> Gerente de Contrato Eng°.					

	<b>ENSAIO DE ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA CONFORME DNER ME 049/94</b>					CERTIFICADO N° 0001							
						DATA: 05/05/2025							
OBRA: BR-116 NORTE		CLIENTE: DNIT		TRECHO: Entr. RS-239(P/Campo Bom)/Entr. BR-290 (A)/386 (B) (Porto Alegre)									
KM: 01+639 PE		MATERIAL: Saibro Avermelhado			CAMADA: S.06 - PI da Domingos - Canoas								
% Mat. Ret. # N° 4: 0,3		PROCTOR: Intermediário	PROFUNDIDADE: 0,13 - 0,74 cm	LOCAL: R.: Duque de Caxias	ENC. LABORATORIO Paulo A.R. Sousa		SEGMENTO : PI Domingos						
Cilindro nº				2	6		4						
Alturas dos CP's				113,80		114,20		113,90					
Data	Hora	Leitura (0,01mm)	Expansão (%)	Leitura (0,01mm)	Expansão (%)	Leitura (0,01mm)	Expansão (%)	Leitura (0,01mm)	Expansão (%)	Leitura (0,01mm)	Expansão (%)		
05/05/25	13:30			1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00				
06/05/25	24:00			1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00				
07/05/25	48:00			1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00				
08/05/25	72:00			1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00				
09/05/25	96:00			1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00				
PENETRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVAS													
Anel dinamométrico nº		527		Prensa (Tipo) Manual - Solotest				Constante do Anel				0,1045	
tempo min	penetração (0,01mm)	Leitura (0,001mm)	pressão (kgf/cm²)	Leitura (0,001mm)	pressão (kgf/cm²)	Leitura (0,001mm)	pressão (kgf/cm²)	Leitura (0,001mm)	pressão (kgf/cm²)	Leitura (0,001mm)	pressão (kgf/cm²)		
0,5	0,64			25	2,6	42	4,4	32	3,3				
1	1,27			53	5,5	73	7,6	61	6,4				
1,5	1,91			78	8,2	99	10,3	83	8,7				
2	2,54			99	10,3	132	13,8	106	11,1				
3	3,81			125	13,1	165	17,2	140	14,6				
4	5,08			148	15,5	194	20,3	165	17,2				
6	7,62			165	17,2	235	24,6	192	20,1				
8	10,16			180	18,8	255	26,7	205	21,4				
10	12,70			200	20,9	280	29,3	220	23,0				
ÍNDICE SUP. CALIFÓRNIA		Carga Corrigida	ISC (%)	Carga Corrigida	ISC (%)	Carga Corrigida	ISC (%)	Carga Corrigida	ISC (%)	Carga Corrigida	ISC (%)		
I.S.C. 0,1"				10,5	14,9	13,8	19,6	11,1	15,8				
I.S.C. 0,2"				15,5	14,7	20,3	19,2	17,2	16,4				
EXPANSÃO													
													
ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA													
													
DENS. SECA MÁX. (g/cm³)=		1,873		UMID. ÓTIMA(%)=		10,1		I.S.C.(%)=		19,6			
								EXPANSÃO(%)=		0,00			
Enc. De Laboratório: Paulo A.R. Sousa				Gerente de Contrato Engº. André Lacerda				APROVADO:					


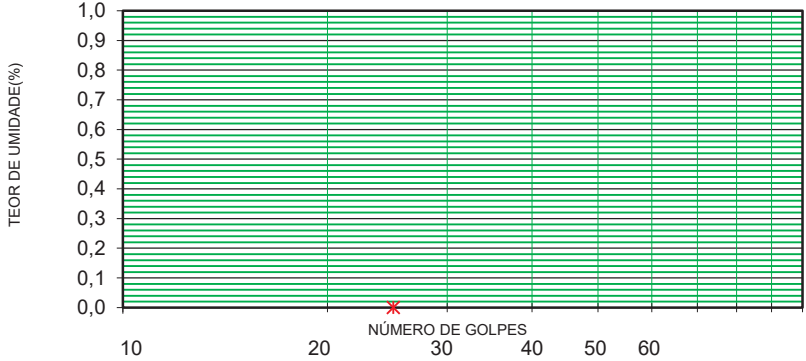
OBRA: BR-116 NORTE		CLIENTE: DNIT	TRECHO: Entr. RS-239(P/Campo Bom)/Entr. BR-290 (A)/386 (B) (Porto Alegre)		
KM: 01+639 PE	MATERIAL: Saibro Avermelhado		CAMADA: S.06 - PI da Domingos - Canoas		
% Mat. Ret. # N° 4: 0,3	PRÓCTOR: Intermediário	PROFUNDIDADE: 0,13 - 0,74 cm	LOCAL: R.: Duque de Caxias	ENC. LABORATÓRIO Paulo A.R. Sousa	SEGMENTO : PI Domingos

### GRÁFICOS DE CORREÇÃO I.S.C.



### Observações

Enc. De Laboratório: Paulo A.R. Sousa	Gerente de Contrato Engº. André Lacerda	APROVADO:
--	--	-----------

 <b>CONSÓRCIO BR-116 NORTE</b>		<b>ANÁLISE GRANULOMETRICA POR PENEIRAMENTO LIMITES FÍSICOS</b> CONFORME DNER ME 080/94 DNER ME 082/94 E DNER ME 122/94					
OBRA: <b>BR-116 NORTE</b>		CLIENTE: <b>DNIT</b>	TRECHO: <b>Entr. RS-239(P/Campo Bom)/Entr. BR-290 (A)/386 (B) (Porto Alegre)</b>				
ESTACA: <b>01+639</b>	MATERIAL: <b>Saibro Avermelhado</b>		CAMADA: <b>S.06 - PI da Domingos - Canoas</b>				
% Mat. Ret. # N° 4:	PRÓCTOR:	PROFUNDIDADE:	LOCAL:	ENC. LABORATÓRIO	SEGMENTO :		
<b>0,3</b>	<b>Intermediário</b>	<b>0,13 - 0,74 cm</b>	<b>R.: Duque de Caxia</b>	<b>Paulo A.R. Sousa</b>	<b>PI Domingos</b>		
Solos - Determinação do Limite de Liquidez DNER - ME 122/94							
Cápsula nº							
Peso da Cápsula+Solo Úmido(g)							
Peso da Cápsula+Solo Seco(g)							
Peso da Água(g)							
Peso da Cápsula(g)							
Peso do Solo Seco(g)							
Teor de Umidade(%)							
Nº de golpes							
Solos - Determinação do Limite de Plasticidade DNER-ME 082/94							
Cápsula nº							
Peso da Cápsula+Solo Úmido(g)							
Peso da Cápsula+Solo Seco(g)							
Peso da Água(g)							
Peso da Cápsula(g)							
Peso do Solo Seco(g)							
Teor de Umidade(%)							
Valor aceito?	<b>NÃO</b>	<b>NÃO</b>	<b>NÃO</b>	<b>NÃO</b>	<b>NÃO</b>		
DNER-ME 080-94 Solo Analise Granulometrica por peneiramento							
UMIDADE HIGROSCÓPICA			ANÁLISE GRANULOMÉTRICA				
Cápsula nº	<b>4</b>		Peneiras	Peso Retido	Peso	% Passando	
Peso da Cápsula+Solo Úmido(g)	<b>144,85</b>		(pol)		Passando(g)	Acumulada	
Peso da Cápsula+Solo Seco(g)	<b>140,87</b>		2"	<b>0,00</b>	1072,82	<b>100,0</b>	
Peso da Água(g)	3,98		1"	<b>0,00</b>	1072,82	<b>100,0</b>	
Peso da Cápsula(g)	23,40		3/4"	<b>0,00</b>	1072,82	<b>100,0</b>	
Peso do Solo Seco(g)	117,47		3/8"	<b>9,09</b>	1063,73	<b>99,2</b>	
Teor de Umidade(%)	3,4		nº4	<b>39,91</b>	1023,82	<b>95,4</b>	
Amostra total úmida(g)	<b>Total</b>	<b>1107,63</b>	nº10	<b>70,77</b>	953,05	<b>88,8</b>	
Amostra total seca(g)		1072,82	nº 40	<b>49,45</b>	166,51	<b>68,5</b>	
Amostra total úmida(g) (fina)	<b>Parcial</b>	<b>223,30</b>	nº 200	<b>60,57</b>	105,94	<b>43,6</b>	
Amostra total seca(g)		215,96					
LIMITE DE LIQUEZ			RESUMO DOS RESULTADOS				
TEOR DE UMIDADE(%)						LIMITE DE LIQUEZ(%)	<b>NL</b>
						LIMITE DE PLASTICIDADE(%)	<b>NP</b>
					ÍNDICE DE PLASTICIDADE(%)	<b>NP</b>	
					CASCALHO % RET. # 4,8mm	<b>4,6</b>	
					AREIA GROSSA (%RET. # 2,0mm)	<b>6,6</b>	
					AREIA MÉDIA (%RET.# 0,42mm)	<b>20,3</b>	
					AREIA FINA (%RET. # 0,074mm)	<b>24,9</b>	
					SILTE & ARGILA (%PASSANDO # 0,074mm)	<b>43,6</b>	
					CLASSIFICAÇÃO HRB	<b>A4</b>	
					ÍNDICE DE GRUPO	<b>0</b>	
<b>Paulo A.R. Sousa</b> Enc. De Laboratório:			<b>André Lacerda</b> Gerente de Contrato Engº.				

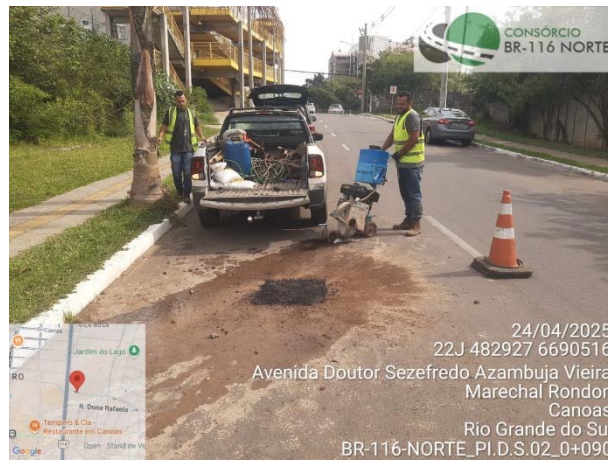
1.2.2 Relatório Fotográfico

A seguir será apresentado o relatório fotográfico das sondagens executadas.

1.2.2.1 ST-01



1.2.2.2 ST-02



1.2.2.3 ST-03



1.2.2.4 ST-04



1.2.2.5 ST-05



1.2.2.6 ST-06





---

# 2 PROJETOS REALIZADOS



---

## 2.1 Projeto Geométrico

## 2.1.1 Projeto de Interseções

### 2.1.1.1 Generalidades

Para as interseções, convergem fluxos de tráfego conflitantes, gerando condições potenciais de acidentes e ocasionando consideráveis situações de atrito às correntes principais de trânsito direto que utilizam a via.

Em consequência, as interseções requerem análise e projeto cuidadosos, objetivando eficazes condições de operação para as vias. A configuração escolhida deve resultar em esquemas em que o tráfego possa fluir com segurança e a capacidade seja de ordem a não provocar, para o usuário, um tempo de espera inaceitavelmente longo.

As interseções devem ser reconhecíveis a tempo, possuir disposição clara, não obstarem a boa fluência, além de se mostrarem facilmente compreensíveis, do ponto de vista operacional.

O projeto deve satisfazer às condições de segurança, comodidade, capacidade e economia, de forma a permitir que os fluxos intervenientes se sucedam com as metas a seguir devidamente atingidas:

- Minimização, ou supressão dos riscos de colisão;
- Redução drástica da perturbação causada aos fluxos de trânsito direto pelos movimentos de entrada, saída e cruzamento de faixas da via;
- Razoável folga de capacidade, embora sem superdimensionamento.

O dimensionamento e o arranjo geométrico dos esquemas escolhidos foram estabelecidos de acordo com as determinações do Manual de Projeto de Interseções – 2005 – DNIT – Publicação IPR-718, considerando-se, ainda, as Instruções de Serviços IS-213, das Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – 2006 – DNIT – Publicação IPR-726.

### 2.1.1.2 Esquemas Adotados

Diversos fatores influem na escolha do tipo de interseção a adotar, bem como, em sua localização. De maneira geral, são condicionantes a classe da rodovia, a topografia,



os volumes de tráfego, a situação planialtimétrica do projeto, a urbanização adjacente e a geometria da duplicação da rodovia.

O projeto apresentado refere-se a uma interseção em desnível do tipo Passagem Inferior, localizada no trecho da Av. Domingos Martins. Esta interseção opera em sentido único Oeste-Leste, proporcionando um fluxo contínuo de tráfego, e apresenta as seguintes características técnicas: Velocidade projetada de 40 km/h, raio mínimo de 150 metros, superelevação de 2%, rampa máxima de 6,98%, e valores de "k" mínimo de 8,7 para côncavo e 8 para convexo.

Além disso, a interseção permite:

Acesso da Rua Lateral Direita (Norte) para a Av. Domingos Martins - Ramo A: Este ramo facilita a entrada de veículos provenientes da rua lateral, direcionando-os para a Av. Domingos Martins, com velocidade projetada de 40 km/h, raio mínimo de 10 metros, superelevação de 2% e rampa máxima de 4,53%.

Acesso da Av. Domingos Martins para a Rua Lateral Direita - Ramo B: Este acesso permite que os veículos que trafegam pela Av. Domingos Martins se direcionem para a rua lateral à direita. Para este ramo, a velocidade projetada também é de 40 km/h, com um raio mínimo de 15 metros, superelevação de 2% e uma rampa máxima de 4,94%.

### 2.1.2 Notas de Serviço

No volume 3C – Notas de serviço e cálculo de volumes foram inseridas as tabelas para locação do eixo da rodovia e demais ramos, locação das estacas e características do greide vertical.

### 2.1.3 Apresentação do Projeto Geométrico

O Projeto Geométrico também é apresentado no Volume 2 - Projeto de Execução, em que constam os seguintes elementos:

- Mapa Geral;
- Seções transversais-tipo;



- Plantas do Projeto Geométrico na escala 1:2.000, com perfis e greides nas escalas H = 1:2.000 e V = 1:200, contendo os seguintes dados:
  - Estaqueamento de referência e elementos das curvas;
  - Bordas das pistas projetadas;
  - Interseções e ruas laterais projetadas;
  - Indicação das obras-de-arte especiais e correntes;
  - Limites da faixa de domínio;
  - Curvas de nível de metro em metro e levantamento cadastral realizado.

#### 2.1.4 Considerações para o Projeto de Sinalização e Segurança

Algumas considerações do projeto Geométrico devem ser observadas no projeto de Sinalização:

- Na interseção de acesso da Passagem Inferior da Av. Domingos Martins e no ramo de acesso Av. Domingos Martins – Rua Lateral Direita (Sul) deverá ser previsto sinalização ostensiva de redução de velocidade. Nesta interseção deve ser previsto velocidade de 40 km/h.



## **2.2 Projeto de Terraplenagem**

### 2.2.1 Introdução

O Projeto de Terraplenagem tem como objetivo principal definir os volumes de cortes e aterros necessários para viabilizar a implantação da Passagem Inferior Domingos Martins, situada sob a rodovia BR-116, bem como para a adequação geométrica das vias de acesso adjacentes, que correm paralelas à rodovia.

Adicionalmente, o projeto contempla a indicação preliminar de possíveis áreas de jazidas e bota-foras, bem como a estimativa das distâncias médias de transporte dos materiais, de modo a subsidiar os estudos de viabilidade técnica e econômica da obra.

### 2.2.2 Aspectos Gerais

Dada a natureza do empreendimento — caracterizado pela inserção de uma estrutura de passagem inferior em seção urbana consolidada e pela necessidade de reconfiguração das vias marginais — o projeto de terraplenagem apresenta características particulares que o diferenciam dos modelos convencionais de compensação entre cortes e aterros.

A movimentação de terras ocorre de forma localizada, priorizando o encaixe da nova passagem sob a rodovia existente, o que resulta em predominância de cortes nos trechos centrais da obra.

O projeto foi desenvolvido com foco na minimização dos impactos sobre o tráfego da BR-116 durante a execução dos serviços, propondo soluções construtivas que reduzam interferências e garantam maior segurança e fluidez ao sistema viário existente ao longo das fases de implantação.

### 2.2.3 Elementos Básicos do Projeto de Terraplenagem

Os materiais a escavar enquadram-se integralmente na classificação de 1ª categoria, além de um pequeno volume de materiais nobres referente à base e sub-base do pavimento existente em locais necessários ao encaixe do pavimento a ser construído.

As áreas selecionadas para empréstimos, por terem volumes apropriados às necessidades da obra, foram sondadas e ensaiadas, definindo-se, assim, suas condições geotécnicas, analisadas em detalhes nos Estudos Geotécnicos.

Da escolha obrigatória de empréstimos afastados do traçado, resultaram distâncias de transporte excepcionalmente longas. Porém, o Projeto de Terraplenagem buscou sempre destinar os materiais: visando à menor distância média de transporte; objetivando a obtenção de um subleito uniforme, com ISC de projeto otimizado; em função da disponibilidade de materiais.

De acordo com as análises estatísticas integrantes dos Estudos Geotécnicos, o valor obtido para o ISC de projeto é = 7,0 %.

A relação entre os volumes de escavação de cortes e empréstimos concentrados e os de aterros teve como referência a razão entre a massa específica aparente seca “in situ” dos cortes e a dos terraplenos, acrescida das perdas inevitáveis de materiais. Adotou-se material pétreo para compor os aterros, com coeficiente de homogeneização 1,10.

#### 2.2.4 Seções Transversais tipo

As larguras das seções transversais-tipo foram determinadas em função da largura total da via acabada, da espessura do pavimento projetado, e da implantação dos dispositivos de drenagem.

Cabe salientar que as seções do pavimento a ser construído são encaixadas no pavimento existente.

A inclinação transversal dos segmentos em tangente ou em curva foram orientados pelo caimento da pista existente, sendo em sua grande maioria a inclinação de 2 % nas tangentes.

Para os taludes, foram adotadas as seguintes inclinações (V : H):

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

A seção transversal-tipo das ruas laterais afastadas da rodovia existente, foram definidas a partir da plataforma de pavimentação da rua lateral, incluindo-se, nas larguras, as folgas necessárias para a compactação dos aterros.

### 2.2.5 Cortes

Os volumes de corte serão aqueles escavados para obtenção das seções transversais de projeto, do nível do terreno existente até a superfície inferior do pavimento.

Os volumes de cortes serão obtidos das escavações para simples conformação à seção transversal-tipo de projeto.

Os volumes de escavação constam da planilha de volumes do Quadro Origem e Destino, apresentado no Volume 2 – Projeto de Execução. A seguir é apresentada a planilha com o cálculo dos maciços dos volumes de corte.

**Tabela 4 – Quadro de Cortes**

ORIGENS							
REF.	Corte	Início	Final	CM	Volume Geométrico (m <sup>3</sup> )	1ª Categoria (m <sup>3</sup> )	TOTAL (m <sup>3</sup> )
R-A	C-01	3 + 000,00	3 + 118,48	3 + 043,81	295,46	295	<b>295</b>
R-B	C-02	4 + 000,00	4 + 181,38	4 + 072,95	343,48	343	<b>343</b>
R-PI	C-03	0 + 000,00	0 + 310,00	0 + 182,31	8.347,28	8.347	<b>8.347</b>
<b>TOTAL (m<sup>3</sup>)</b>						<b>8.985</b>	<b>8.985</b>

### 2.2.6 Aterros

A camada superior de terraplenagem dos aterros, de espessura igual a 0,60 m, deverá ser compactada em espessuras individuais máximas de 0,20 m. O grau de compactação deverá ser de 100 % da Energia de Compactação Intermediário.

As camadas inferiores deverão ser compactadas em espessuras individuais máximas de 0,30 m. O grau de compactação mínimo será, sempre, de 100 % da Energia de Compactação Normal.

A seguir é apresentada a planilha com o cálculo dos maciços dos volumes de aterro.

Tabela 5 – Quadro de Aterros

REF.	Aterro	Início	Final	CM	DESTINOS				TOTAL (m³)
					Volume Geométrico (m³)		Volume Homogeneizado (m³)		
					Compactar 100% PN	Compactar 100% PI	Compactar 100% PN	Compactar 100% PI	
R-A	CF-01	3 + 070,00	3 + 130,00	3 + 111,22	0,00	15,08	0	17	17
R-B	CF-02	4 + 010,00	4 + 181,38	4 + 108,96	0,00	49,11	0	54	54
<b>TOTAL (m³)</b>					<b>0,00</b>	<b>64,18</b>	<b>0</b>	<b>71</b>	<b>71</b>

**Homogeneização**

Material Pétreo 1,10

### 2.2.7 Jazidas e Pedreiras

Em função das demandas geradas pela implantação da Passagem Inferior Domingos Martins e pela adequação das vias de acesso à BR-116, tornou-se necessário o estudo de áreas de empréstimo e fontes de material pétreo, com vistas a necessidade de se obter materiais adequados para as camadas de terraplenagem.

Durante os estudos de empréstimo, procurou-se identificar e quantificar os volumes úteis de material disponíveis, discriminando-os conforme sua aplicabilidade: seja para as camadas de acabamento da terraplenagem ou para os volumes de aterro bruto. Foram também considerados fatores como distância média de transporte, qualidade geotécnica do material e viabilidade operacional.

Conforme detalhado no Volume 3A – Estudo Geotécnico, o material fornecido pela Pedreira Vila Rica demonstrou-se tecnicamente apto tanto para uso nos corpos de aterro quanto para a recomposição do subleito rebaixado, atendendo aos critérios de resistência e granulometria exigidos para este tipo de obra.

A seguir, apresenta-se o quadro-resumo das fontes de materiais, contendo a localização, o afastamento em relação ao eixo da obra e o volume disponível para utilização. A respectiva representação gráfica das fontes de suprimento encontra-se no Volume 2 – Projeto de Execução.

**Tabela 6 – Resumo – Utilização dos Empréstimos Concentrados**

Empréstimo	Localização	Localização na BR-116 (km+m)	Afastamento (km)	Lado	Vol. útil (m³)
Jazida Rumo Certo	Estrada do Socorro/ Portão- RS	240+600	26,8	D	228.000
Pedreira Vila Rica	BR-386, KM 414 - Monte Negro - RS	259+300	32,8	D	-

### 2.2.8 Bota-Fora

O volume de bota-fora é originado pelas escavações de rebaixos de corte, prevendo-se o transporte, a sua distribuição e o espalhamento no mesmo local da jazida acima descrita, localizada na Estrada do Socorro, s/nº, Bairro Boa Vista, Zona Rura, Portão/RS, a 26,8 km distante do km 240+600 da BR-116/RS.

No volume 2 Projeto de Execução encontra-se o mapa de localização do Bota-fora, que coincide com a localização da Jazida.

## 2.2.9 Serviços Preliminares de Terraplenagem

Os serviços preliminares compreendem as operações de limpeza da faixa de terreno destinada à implantação da passagem inferior.

A limpeza será medida pela área trabalhada e compreende as operações de escavação e remoção da camada vegetal, em espessuras de até 0,20 m.

As áreas do desmatamento e da limpeza terão como limites os “off-sets”, com acréscimo de 2,00 m para cada lado.

Os volumes de materiais provenientes da limpeza serão transportados, depositados e espalhados no empréstimo concentrado mais próximo, da mesma forma que os materiais de bota-fora.

## 2.2.10 Notas de Serviço de Terraplenagem

As Notas de Serviço de Terraplenagem são apresentadas no Volume 3C e se referem à construção e à reconstrução de cada pista, fornecendo, para cada estaca inteira, os elementos da seção transversal.

## 2.2.11 Proteção do Corpo Estradal

Os eventuais aterros e os cortes em solo receberão a cobertura vegetal por hidrossemeadura.

## 2.2.12 Especificações de serviço

Na execução dos serviços de terraplenagem, deverão ser atendidas as Especificações Técnicas - DNIT, para cada item de serviço, conforme relação a seguir.

- DNIT 104/2009-ES – Serviços preliminares
- DNIT 106/2009-ES – Cortes
- DNIT 108/2009-ES – Aterros

### 2.2.13 Resumo dos Volumes de Terraplenagem

Apresentam-se, a seguir, os volumes de terraplenagem calculados pelas seções de projeto e aqueles obtidos considerando-se as tolerâncias previstas nas especificações gerais, sendo estes últimos adotados como quantitativos finais, para orçamento.

A seguir é apresentado o quadro resumo dos volumes de terraplenagem.

Resumo do Movimento de Terras									
CLASSIFICAÇÃO	ORIGEM				DESTINO				
	Corte	Pedreira / Jazida	Rebaixo do Subleito	TOTAL (m³)	Corpo de Aterro	Camada Final	Recomposição do Rebaixo do Subleito	Bota-Fora	TOTAL (m³)
Material Pétreo	0	71	0	71	0	71	0	0	71
1ª Categoria	8.985	0	0	8.985	0	0	0	8.985	8.985
2ª Categoria	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3ª Categoria	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL (m³)	8.985	71	0	9.056	0	71	0	8.985	9.056

Transporte														
Procedência	Distância de Transporte	Material Pétreo (m³)			1ª Categoria (m³)			2ª Categoria (m³)			3ª Categoria (m³)			Total (m³)
		LN	RP	P	LN	RP	P	LN	RP	P	LN	RP	P	
Cortes e Empréstimos	Até 50 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Entre 50 e 200 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Entre 200 e 400 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Entre 400 e 600 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Entre 600 e 800 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Entre 800 e 1000 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Entre 1000 e 1200 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Entre 1200 e 1400 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Entre 1400 e 1600 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Entre 1600 e 1800 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Entre 1800 e 2000 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Entre 2000 e 2500 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Entre 2500 e 3000 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Maior que 3000 m	0	0	71	0	0	8.985	0	0	0	0	0	0	9.056

COMPACTAÇÃO	
Compactação de aterros a 100% proctor normal	0 m³
Compactação de aterros a 100% proctor intermediário	64 m³
Espalhamento e compactação de bota-fora	8.985 m³

## 2.2.14 Quadro de Quantidades

Apresenta-se, a seguir, o quadro-resumo das quantidades de serviços de terraplenagem.

<b>Código</b>	<b>Descrição do Serviço</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>
5501700	Desmatamento, destocamento, limpeza de área e estocagem do material de limpeza com árvores de diâmetro até 0,15 m	m <sup>2</sup>	351,00
5915321	Transporte com caminhão basculante de 14 m <sup>3</sup> - rodovia pavimentada (DMT pond. 48,01 km; massa específica 1,0; h=0,2)	tkm	3.370
5502836	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria na distância de 3.000 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	8.985
5915321	Transporte com caminhão basculante de 14 m <sup>3</sup> - rodovia pavimentada	tkm	606.817
-	Aquisição e transporte de mat. de Pedreira (Areia Industrial) - DMT pond. = 35,88 km	m <sup>3</sup>	71
5503041	Compactação de aterros a 100% do Proctor intermediário	m <sup>3</sup>	64
4413984	Regularização de bota-fora com espalhamento e compactação	m <sup>3</sup>	9.055



---

## **2.3 Projeto de Drenagem e OAC**

### 2.3.1 Introdução

O projeto do sistema de drenagem foi desenvolvido com base nos subsídios fornecidos pelo estudo hidrológico, nas especificações técnicas e projetos-tipo elaborados, definindo os dispositivos do sistema.

Assim, com o objetivo de disciplinar o fluxo de água superficial, e ainda, as águas provenientes da infiltração superficial, previu-se um sistema de drenagem de modo a captar, conduzir e descarregar em lugar apropriado e seguro as águas que interceptem e escoem sobre a P.I. Domingos Martins. O sistema de drenagem projetado apresenta os seguintes tipos de obras de drenagem:

- Drenagem superficial;
- Drenagem subsuperficial;
- Drenagem pluvial urbana.

Dentro desse contexto, apresentam-se individualmente os tipos de obras de drenagem propostos para a realização deste projeto, no que tange às características e dimensionamento dos mesmos.

Os tipos de dispositivos indicados no presente relatório, assim como, os desenhos ilustrativos, constam no **ÁLBUM DE PROJETOS-TIPO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM, DO DNIT**.

### 2.3.2 Drenagem Superficial

O projeto de drenagem superficial objetiva definir os dispositivos de coleta, condução e deságue das águas superficiais que precipitam sobre o corpo da estrada, bem como sobre os taludes e áreas que convergem ao talude.

Este projeto consiste no dimensionamento, posicionamento e detalhamento dos seguintes elementos:

- Canais de concreto com grelha;
- Caixas coletoras.

### *2.3.2.1 Canais de Concreto com Grelha*

O canal de concreto é um elemento de formato retangular destinado à captação e condução das águas provenientes do escoamento superficial em áreas pavimentadas. Sua principal função é coletar o excedente hídrico gerado por precipitações, direcionando-o de forma segura até as caixas coletoras ou redes de galerias pluviais, contribuindo para a prevenção de alagamentos e a preservação da integridade do sistema viário.

Esse tipo de elemento é executado em concreto armado, proporcionando elevada resistência mecânica e durabilidade frente às ações do tempo e às solicitações impostas pelo tráfego urbano. Sua geometria é projetada para garantir a capacidade hidráulica necessária ao pleno funcionamento do sistema, considerando os critérios de dimensionamento calculados e apresentados posteriormente. Além disso, sua superfície interna regular favorece o escoamento, reduzindo perdas de carga e o acúmulo de sedimentos.

O canal é normalmente instalado em áreas sujeitas a grande concentração de águas pluviais, como sarjetas, calçadas, bordas de vias e pátios, integrando-se aos demais componentes do sistema de microdrenagem urbana. Sua execução deve seguir rigorosamente as especificações de projeto, visando à eficiência hidráulica, à segurança estrutural e à facilidade de manutenção ao longo da vida útil da infraestrutura.

### *2.3.2.2 Drenagem Subsuperficial*

Os drenos subsuperficiais foram projetados para captar a água infiltrada no corpo das vias, rebaixando o nível do lençol freático e preservando a integridade do subleito. Adotou-se o modelo DSS-03 (40x40 cm, sem manta geotêxtil), implantado longitudinalmente aos meios-fios. Suas descargas se darão nas caixas da drenagem pluvial existentes.

### *2.3.2.3 Caixas Coletoras*

As caixas coletoras, como o próprio nome indica, têm a função de coletar as águas provenientes dos canais de concreto com grelha, quando os comprimentos críticos

dos mesmos são atingidos ou quando se encontram em ponto baixo, conduzindo-as para rede projetada.

Com função de caixa de passagem, devem ser executadas onde houver mudanças na declividade, direção ou dimensão de um bueiro, ou ainda onde ocorrer o encontro de mais de um bueiro num mesmo local.

Nos locais onde se deseja verificar a eficiência hidráulica e o estado de conservação de bueiros, as caixas de passagem têm função de caixa de inspeção.

Para este projeto foram adotadas as caixas de ligação e passagem (CLP) dos tipos 01, 07 e 13.

#### *2.3.2.4 Comprimento Crítico de Drenagem Superficial*

O comprimento crítico dos dispositivos de drenagem superficial foi calculado para cada um dos dispositivos utilizados, levando em consideração as características do dispositivo (capacidade), níveis de rampa do greide e a precipitação sobre a via. Ao final deste capítulo são apresentadas as planilhas de dimensionamento para cada um dos dispositivos utilizados.

### 2.3.3 Drenagem Pluvial Urbana

Em segmentos urbanos, a drenagem deve ser tratada de forma mais específica e detalhada, não se aplicando a sistemática adotada em trechos rurais, já que aqui não está envolvida apenas a segurança do veículo e do usuário, mas também, de toda a população urbana que reside nas margens das vias.

O sistema de drenagem destinado a coletar as águas superficiais que escoam sobre vias urbanas é denominado micro drenagem.

#### *2.3.3.1 Micro drenagem*

Um sistema de micro drenagem é composto por três conjuntos de cálculos:

- Capacidade admissível do canal de concreto com grelha
- Caixas de captação e ligação;

- Sistema de galerias;

A determinação da capacidade admissível dos canais de concreto com grelha está intimamente ligada à escolha do traçado da rede de galerias pluviais, visto que esta rede se inicia quando o canal não é capaz de conter o escoamento sem transbordamento. O cálculo das bocas de lobo pode ser realizado posteriormente, conhecendo-se os pontos de localização das mesmas.

O sistema de drenagem inicial é composto por: ruas, canais de concreto, caixas de captação e galerias. O cálculo do canal de concreto permite a definição dos pontos onde haverá necessidade de captar a água que escoar nas mesmas, por intermédio das caixas de captação, evitando-se assim inundações nas vias.

Considerou-se, para efeito de cálculo, a seção máxima corresponde a área do canal de concreto retangular, de forma que não ocorra transbordamento. De posse de dados sobre declividade, rugosidade e comprimento do canal de concreto, calculou-se a vazão máxima que o mesmo pode transportar para esta lâmina. Este cálculo foi feito através da equação apresentada a seguir, uma adaptação da fórmula de Manning para o cálculo da vazão em canais abertos, resultando no comprimento crítico do canal para diferentes declividades transversais e larguras de contribuição:

$$C_c = \frac{3600000 * A_m * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{c * i * n * L}$$

Sendo:

$C_c$  = Comprimento crítico, em m;

$A_m$  = Área molhada, em  $m^2$

$R$  = Raio hidráulico, em 1/m;

$S$  = Inclinação longitudinal do greide, em %;

$c$  = Coeficiente de run-off, considerado 0,900 para pavimentos asfálticos;

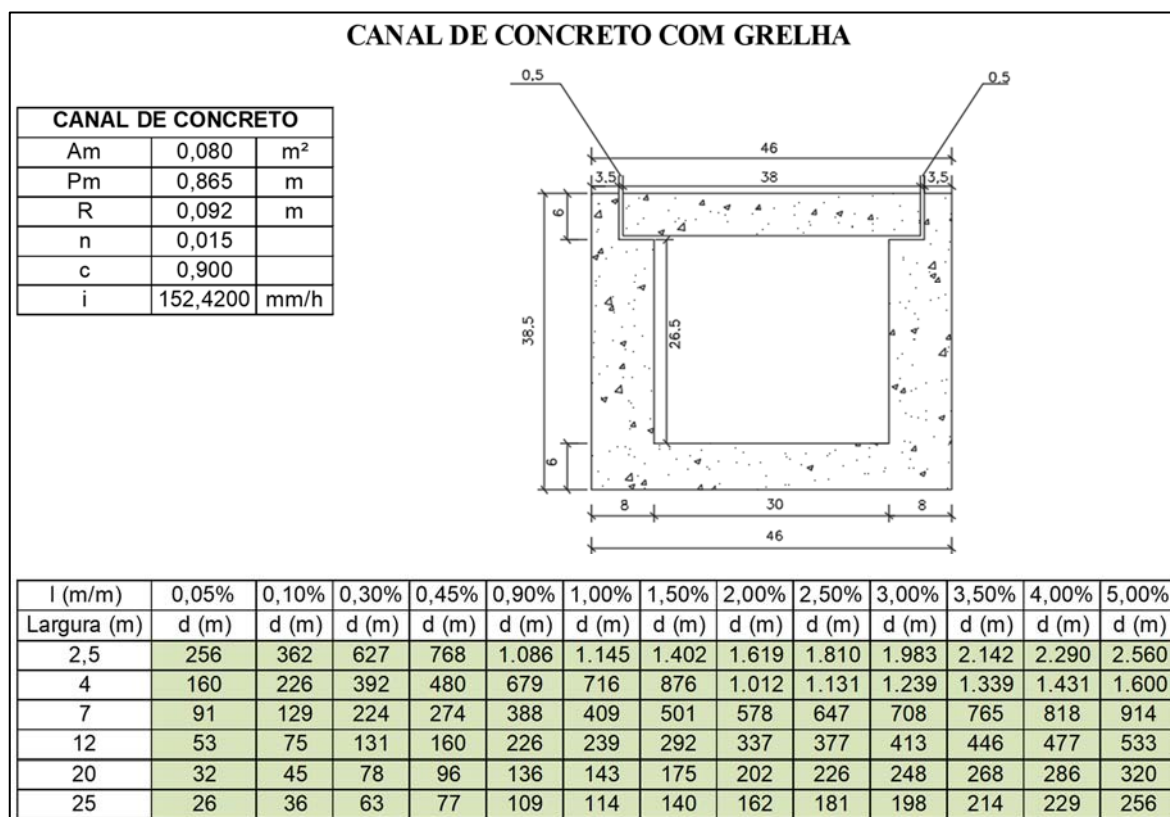
$i$  = Índice de precipitação pluviométrica, obtido através do estudo hidrológico.

Para o projeto em questão, o valor é igual a 152,42, expresso em mm/h.

$n$  = Coeficiente de rugosidade do canal, considerado 0,015 para o concreto.

$L$  = Largura da plataforma de contribuição, em m.

A seguir, são apresentados os comprimentos críticos resultantes:



### 2.3.3.2 Cálculo das Galerias

Para o cálculo das galerias de águas pluviais que receberão o escoamento proveniente caixas de captação, é necessário que sejam determinadas as vazões de contribuição de cada trecho, utilizando o método racional.

Para os cálculos foi utilizado o seguinte roteiro:

- Identificação do trecho;
- Ponto;
- Comprimento do trecho;
- Área da sub-bacia contribuinte para o trecho em km<sup>2</sup>;
- Tempo de concentração  $t_c$  em minutos até a extremidade de montante do trecho;
- Coeficiente de deflúvio C da sub-bacia contribuinte;

- Intensidade da chuva  $i$  (mm/h) correspondente a  $t_c$ , obtida a partir da curva de intensidade-duração-frequência para o local de projeto;
- Vazão de projeto ( $m^3/s$ );
- Declividade da sarjeta no trecho  $l$  (mm/h);
- Diâmetro da galeria (mm);
- Velocidade de percurso (m/s);
- Tempo de percurso (min).

As galerias devem atender aos seguintes requisitos normativos:

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: concreto – ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.
- NBR 9793: tubo de concreto simples de seção circular para águas pluviais: especificação. Rio de Janeiro, 1987.
- NBR 9794: tubos de concreto armado de seção circular para águas pluviais: especificação. Rio de Janeiro, 1987.
- NBR 9795: tubo de concreto armado – determinação da resistência à compressão diametral: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1987.
- NBR 9596: tubo de concreto – verificação da permeabilidade: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1996.
- NBR 12654: controle tecnológico de materiais componentes do concreto: procedimento. Rio de Janeiro, 1992.
- NBR 12655: concreto - preparo, controle e recebimento: procedimento. Rio de Janeiro, 1996.
- NBR NM 67: concreto – determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.
- NBR NM 68: concreto – determinação da consistência pelo espalhamento na mesa de Graff. Rio de Janeiro, 1998.

**PLANILHA DE CÁLCULO DE GALERIAS PLUVIAIS – DIMENSIONAMENTO - P.I. DOMINGOS MARTINS**

Tempo de concentração (min): 6		Tempo de Recorrência (anos): 10										Coeficiente de impermeabilidade: 0,90									
Nº PV	LOCALIZAÇÃO [km]	L [m]	I [%]	Σ ÁREA [m²]	COEFICIENTE DE DISTRIBUIÇÃO	DADOS DE ENTRADA				DADOS CALCULADOS				OBS.							
						MONTANTE	JUSANTE	MONTANTE	JUSANTE	NÍVEL D'ÁGUA [m]	RECOBRIMENTO [m]	tc [min]	tp [min]		i [mm/h]	Q [m³/s]	Material	Ø [m]	ENCRUAMENTO [%]	TIRANTE NORMAL [m]	TIRANTE CRÍTICO [m]
1-2	1 + 000 - 1 + 111	110,00	0,25	832,00	1,00	19,442	19,436	18,555	18,279	18,311	0,487	6,00	1,991	152,42	0,032	PEAD	0,40	0,0321	0,0400	0,92	Eixo
2-3	1 + 111 - 1 + 195	83,00	0,25	832,00	1,00	19,436	20,360	18,279	18,068	18,099	0,757	7,99	1,520	145,78	0,030	PEAD	0,40	0,0307	0,0383	0,91	Eixo
3-4	1 + 195 - 1 + 205	8,00	0,25	832,00	1,00	20,360	19,200	18,068	18,038	18,068	1,892	9,51	0,148	140,75	0,029	PEAD	0,40	0,0297	0,0370	0,90	Eixo
4-5	1 + 205 - 1 + 364	158,00	0,25	832,00	1,00	19,200	19,706	18,038	17,645	17,675	0,762	9,66	2,924	140,14	0,029	PEAD	0,40	0,0295	0,0368	0,90	Eixo
5-6	1 + 364 - 1 + 532	166,00	0,25	832,00	1,00	19,706	19,400	17,645	17,225	17,252	1,661	12,58	3,130	130,48	0,027	PEAD	0,40	0,0275	0,0343	0,88	Eixo
6-7	1 + 532 - 1 + 535	3,00	0,25	832,00	1,00	19,400	18,370	17,225	17,208	17,233	1,775	15,71	0,058	119,82	0,025	PEAD	0,40	0,0253	0,0315	0,86	Eixo
7-8	1 + 535 - 1 + 700	163,00	0,25	832,00	1,00	18,370	17,760	17,208	16,806	16,831	0,762	15,77	3,141	119,82	0,025	PEAD	0,40	0,0253	0,0315	0,86	Eixo
8-9	1 + 700 - 1 + 725	31,00	7,70	832,00	1,00	15,442	15,442	16,806	14,919	14,923	0,554	18,91	0,182	109,87	0,023	PEAD	0,40	0,0042	0,0289	2,85	Eixo
9-10	1 + 725 - 1 + 770	44,00	2,45	832,00	1,00	15,442	14,620	14,919	13,840	13,847	0,123	19,09	0,387	109,41	0,023	PEAD	0,40	0,0074	0,0287	1,89	Eixo
10-11	1 + 770 - 1 + 772	2,00	9,50	832,00	1,00	14,620	14,700	13,840	13,650	13,654	0,380	19,48	0,011	108,33	0,023	PEAD	0,40	0,0037	0,0284	3,05	Eixo

### 2.3.3.3 PEAD

A partir de critérios técnicos e econômicos, foram projetadas galerias de drenagem de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) corrugado, que apresentam excelentes propriedades mecânicas e químicas, garantindo estanqueidade e longa vida útil. O coeficiente de Manning deste material varia entre 0,010 e 0,012, garantindo maior vazão para a seção tubular e contribuindo para a viabilidade da escolha.

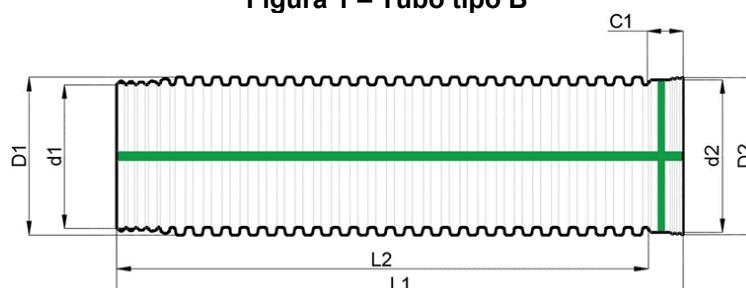
Os tubos deverão ser unidos mediante um sistema integrado de união ponta e bolsa que cumpra com os requisitos de hermeticidade da norma de ensaio EN 1277. A hermeticidade da união se realiza mediante ao uso de anéis elastômeros que cumpram com a norma ASTM F477/EN 681 montados pelo fabricante na bolsa dos tubos. A ponta conta com dois anéis elastômeros. Os anéis elastômeros são cobertos com um revestimento plástico removível para assegurar que os anéis estarão livres de sujeira. Para a montagem dos tubos deverá utilizar-se o lubrificante recomendado pelo fabricante sobre os anéis e o interior da bolsa.

Além disso, os tubos de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) devem atender aos seguintes requisitos normativos:

- DNIT 094/2014- EM - Os tubos fabricados segundo esta especificação devem ter uma seção completamente circular, com uma parede interior lisa, corrugas externas anulares e devem cumprir os procedimentos de testes, dimensões e marcas encontradas nas nomeações
- ISO 9969 - Desempenho para determinação da classe de rigidez de placas paralelas, quando o tubo é testado de acordo com a norma ISO 9969, são os apresentados na Tabela 1.
- EN 1277 / ASTM D3212 - Desempenho da estanqueidade da junta com anel de vedação elastomérico, com deflexão da junta e desalinhamento angular;
- ISO 3127 – Resistência ao impacto;
- ISO 12091 – Resistência ao calor – método de estufa;

- AASHTO M294 – Especificações e métodos de teste dos tubos corrugados, suas uniões e acessórios, para serem utilizados em aplicações de drenagem, tanto superficial como subterrânea de diâmetros de 300mm a 1500mm;
- ABNT NBR ISO 21138-1 – Especificações e métodos de testes para sistemas de tubulações plásticas para drenagem e esgotos subterrâneos não pressurizados – Sistemas de tubos com parede estruturadas de policloreto de vinila não plastificado (PVC-U), polipropileno (PP) e polietileno (PE) – Parte 1: Especificações de materiais e critérios de desempenho para tubos, conexões e sistemas.
- ABNT NBR ISO 21138-3 – Especificações e métodos de testes para sistemas de tubulações plásticas para drenagem e esgotos subterrâneos não pressurizados – Sistemas de tubos com parede estruturadas de policloreto de vinila não plastificado (PVC-U), polipropileno (PP) e polietileno (PE) – Parte 3: Tubos e conexões com superfície externa não lisa, tipo B.

**Figura 1 – Tubo tipo B**



**Tabela 7 - Rigidez Nominal Mínima – ISO 9969**

Diâmetro Nominal (mm)	Tubo				Bolsa			Rigidez Nominal Mínima (ISO 9969)
	d1 (mm)	D1 (mm)	L1 (m)	L2 (m)	d2 (mm)	D2 (mm)	C1 (mm)	
(4") 100	103	121	5,97	5,77	124	130	55	SN8
(6") 150	152	177	5,97	5,77	180	186	85	SN8
(8") 200	203	240	6,06	5,92	245	248	140	SN8
(10") 250	254	304	6,02	5,84	306	311	180	SN8
(12") 300	303	359	6,02	5,83	349	355	190	SN4
(15") 375	375	448	6,05	5,77	424	430	280	SN4
(16") 400	408	460	6,07	5,90	449	457	170	SN4
(18") 450	451	545	5,99	5,77	513	520	220	SN4
(20") 500	508	577	6,18	6,02	562	571	160	SN4
(24") 600	603	717	5,96	5,73	675	686	230	SN4
(30") 750	772	901	6,01	5,73	851	863	280	SN4
(32") 800	809	919	6,08	5,81	893	907	270	SN4
(36") 900	908	1054	6,19	5,91	1002	1016	280	SN4
(40") 1000	1052	1216	6,16	5,81	1177	1192	350	SN4
(42") 1050	1063	1216	6,18	5,86	1159	1177	320	SN2
(48") 1200	1218	1374	6,22	5,87	1316	1330	350	SN2/SN4
(60") 1500	1521	1699	6,24	5,89	1625	1642	350	SN2

As alturas máximas de cobertura (H max) foram calculadas conforme especificações da AASHTO para o projeto de pontes, pelo método LRFD, resultando nos valores apresentados na Tabela 8, considerando os seguintes parâmetros:

- Carga de tráfego de acordo com a Norma AASHTO HS25 + 20% incluindo fator de impacto; fator de carga de terra 1,5; sem presença de lençol freático; classificação de reaterro estruturante, segundo manual de rodovias.

**Tabela 8 - Altura máxima de cobertura (H max)**

Diâmetro (mm)	Classe I		Classe II			Classe III
	Compactados	Descarregado	95%	90%	85%	95%
100	11.3	5.5	7.6	5.5	3.7	5.5
150	13.4	6.1	8.8	6.1	4.3	6.4
200	9.8	4.6	6.7	4.6	3.0	4.9
250	11.6	5.5	7.9	5.5	5.5	5.5
300	10.7	5.2	7.3	5.2	2.4	5.2
375	11.6	5.2	7.6	5.2	2.4	5.5
400	11.2	5.2	7.3	5.2	2.4	5.3
450	11.0	5.2	7.3	5.2	2.4	5.2
500	8.6	4.2	6.8	4.5	2.3	4.8
600	8.5	4.0	6.1	4.0	2.1	4.3
750	8.5	4.0	6.1	4.0	2.1	4.3
800	8.1	3.8	6.0	3.8	2.0	4.0
900	7.9	3.7	5.5	3.7	2.1	4.0
1050	7.5	3.4	5.3	3.4	2.1	3.8
1200	7.2	3.4	5.2	3.4	2.1	3.7
1500	7.0	3.4	5.2	3.0	1.8	3.7

O método de teste D2487 especifica os materiais para reaterro, incluindo classificações de limite e símbolos duais dependendo do índice plástico e limites líquidos, apresentados na Tabela 9.

A fração grossa utilizada na tabela é definida como o material retido na peneira Nº 200.

**Tabela 9 – Especificações de materiais para reaterro**

CLASSE	Tipo	Símbolo do grupo do solo (conforme norma D2487)	Descrição	Porcentagem passando nas malhas (g)				Limites de Atterberg		Coeficientes	
				1 1/2 in (40mm)	nº4 (4,75mm)	nº200 (0,075mm)	LL	PI	Influência Cu	Curvatura CC	
IA	Agregados Manufaturados: graduação aberta limpos	Nenhum	Angulares, pedra ou rocha triturada, cascalho triturado, coral triturado, escória, cizas ou conchas trituradas; alto teor de espaços vazios; contém pouco ou nenhum material fino.	100%	< 10%	< 5%	Não plástico				
IB	Agregados processados, manufaturados, graduação densamente limpos	Nenhum	Angulares, rocha triturada (ou outro material classe 1) e misturas de pedralheira, com graduações selecionadas para minimizar a migração de solos adjacentes; contém pouco ou nenhum material fino.	100%	< 5%	< 5%	Não plástico				
II	Solos de grão grosso, limpos	GW	Cascalhos bem granulados e misturas de cascalho-areia; pouco ou nenhum material fino.	100%	< 5% da fração grossa	< 5%	Não plástico			>4	1 a 3
		GP	Cascalhos mal graduados e misturas de cascalho-areia; pouco ou nenhum fino.		> 50% da fração grossa	<4				<1 o > 3	
		SW	Areias mal graduadas e cascalho seccoso; pouco ou nenhum material fino			>6				1 a 3	
		SP	Areias mal graduadas e cascalho seccoso; pouco ou nenhum material fino			<6				<1 o > 3	
III	Solos de grão grosso, no limite entre materiais limpos e com finos	Ej: GW-GC, SP-SM	Areias e cascalhos que se encontram no limite entre materiais limpos e com finos	100%	varia	5% a 12%	Não plástico			O mesmo que para GW, GP, SW e SP	
		GM	Cascalhos com limo, mistura de cascalhos - areias - limos		< 50% da fração grossa	12% a 50%				<4 o < "A" lineas	
		GC	Cascalhos argilosos, misturas de cascalho - areias - argilas		>50% da fração grossa					<7 o > "A" lineas	
		SM	Areias com limo, misturas de areias - limos							<4 o < "A" lineas	
		SC	Areias argilosas, misturas de areia - argila							<7 o > "A" lineas	

#### 2.3.3.4 Interferências

Na elaboração do sistema de drenagem pluvial proposto, foi considerada a necessidade de compatibilização com as redes já implantadas, especialmente os sistemas de abastecimento de água e coleta de esgoto sanitário.

A instalação dos elementos de drenagem, como canaletas, caixas de coleta e tubulações de escoamento, pode eventualmente interferir na rede de água potável—especialmente em pontos de travessia—ou nos coletores de esgoto, devido à sobreposição de faixas de serviço ou à proximidade entre os sistemas. Essas interferências poderão demandar rebaixamento, afastamento ou proteção mecânica de determinadas estruturas, conforme avaliação em campo e diretrizes dos órgãos competentes. Os pontos onde tais interferências foram identificadas estão representados em planta no Volume 2 – Projeto de Execução.

É importante destacar que o remanejamento das redes existentes, caso necessário, é de responsabilidade das empresas concessionárias de água e esgoto do município. A identificação precisa dessas situações será realizada por meio da planta de compatibilização, que apresentará tanto as redes de infraestrutura existentes quanto o sistema de drenagem proposto, possibilitando a análise técnica das soluções de engenharia a serem adotadas.

Quaisquer ajustes de traçado, cotas ou detalhes executivos devem ser feitos de forma a garantir a integridade e o pleno funcionamento de todos os sistemas envolvidos, em conformidade com as normas técnicas aplicáveis e as boas práticas de projeto.

#### 2.3.3.5 Escoramento

##### 2.3.3.5.1 Considerações Gerais

É obrigatório o escoramento para valas de profundidade superior a 1,25 m, conforme estabelece a portaria nº. 3214 do Ministério do Trabalho, de 08/06/1978, regulamentada pela NR 18 e pela portaria nº 17, de 07/07/83. Em todos os serviços de escavação, a contratada deve seguir as Instruções de Segurança e demais normas

internas, a NBR 9061 – Segurança de escavação a céu aberto, bem como todas as alterações posteriores as datas citadas acima.

Em valas com profundidade inferior a 1,25 m deve ser utilizado escoramento sempre que as paredes laterais forem constituídas de solo passível de desmoronamento, bem como nos casos em que, devido aos serviços de escavação, constate-se a possibilidade de alteração da estabilidade do que estiver próximo à região dos serviços. A responsabilidade pela definição do tipo de escoramento a empregar é da contratada e depende da qualidade do terreno, da profundidade da vala e das condições locais, e ainda das considerações da fiscalização.

Os escoramentos a serem utilizados são os prescritos adiante.

No caso de escavação manual de valas, o escoramento deve ser executado concomitantemente à escavação, ficando a profundidade da vala, para escavação manual limitada em até 2,00m. No caso de escavação mecânica, a distância máxima entre o último ponto escorado e a frente da escavação deve ser de 2,00 m. A remoção do escoramento deve ser feita cuidadosamente e a medida que for sendo feito o reaterro. Os materiais usados devem ser isentos de trincas, falhas ou nós, para não comprometer a resistência aos esforços a suportar. Caso não seja possível utilizar peças com as bitolas especificadas, as mesmas devem ser substituídas por outras com módulo de resistência equivalente.

Se, por algum motivo, o escoramento tiver que ser deixado definitivamente na vala, deve ser retirada da cortina de escoramento uma faixa de aproximadamente 90 cm abaixo do nível do pavimento, ou da superfície existente.

#### *2.3.3.5.2 Considerações Específicas*

##### **Escoramento Metálico**

A contenção de cava com escoramento com pranchas metálicas e a utilização de módulos pré-fabricados é chamada blindagem de valas. A blindagem é feita com módulos constituídos por duas paredes metálicas conectadas entre si por estroncas, que mantem o sistema rígido, garantindo a continuidade da escavação e a proteção dos profissionais que acessam a vala.

As paredes dos módulos são fornecidas, em geral, em tamanhos padronizados, e o conjunto pode ser travado por estroncas estáticas ou ajustáveis, com tamanho de acordo com o diâmetro do tubo a ser introduzido na vala.

Aplicáveis para valas com até 4,5m de profundidade, os módulos podem apresentar comprimentos variando de 2 a 6 m, alturas de 1,5 m a 3,5 m e pesar de 1.200 kg a 4.800 kg.

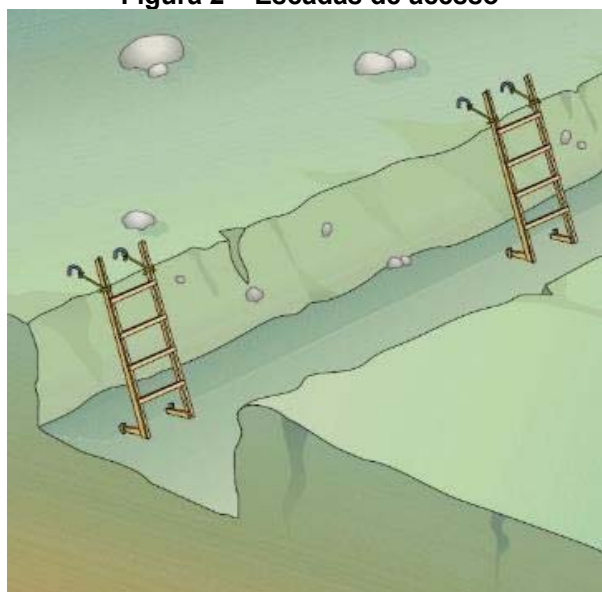
#### 2.3.3.5.3 Medidas Preventivas

O projeto executivo de escavações deve levar em conta as condições geológicas e os parâmetros geotécnicos específicos do local da obra, tais como coesão e ângulo de atrito. Variações paramétricas em função de alterações do nível da água e as condições geoclimáticas devem ser consideradas.

Recomenda-se o monitoramento de todo o processo de escavação, objetivando observar zonas de instabilização global ou localizada, a formação de trincas, o surgimento de deformações em edificações e instalações vizinhas e vias públicas.

As escavações com mais de 1,25 m (um metro e vinte e cinco centímetros) de profundidade devem dispor de escadas de acesso em locais estratégicos, que permitam a saída rápida e segura dos trabalhadores em caso de emergência.

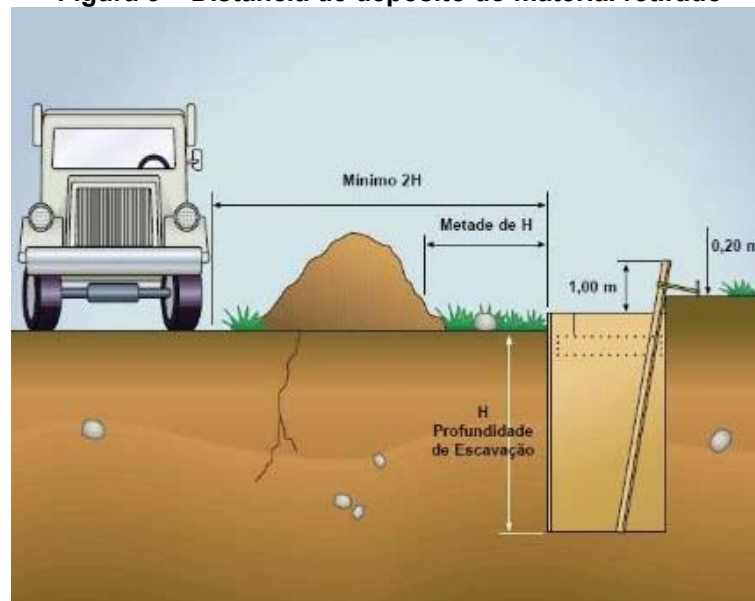
**Figura 2 – Escadas de acesso**



As cargas e sobrecargas ocasionais, bem como possíveis vibrações, devem ser levadas em consideração para a determinação das paredes do talude, a construção do escoramento e o cálculo dos seus elementos estruturais.

O material retirado das escavações deve ser depositado a uma distância mínima que assegure a segurança dos taludes.

**Figura 3 – Distância de depósito do material retirado**



O Escoramento Blindado de Valas tem se demonstrado eficiente, pois além de ser de fácil execução e reaproveitamento, atende as finalidades descritas acima, proporcionando grande segurança aos trabalhadores, bem como produtividade.

**Figura 4 – Escoramento Blindado de Valas**



### 2.3.4 Quadro de Quantidades

A seguir é apresentado o quadro de quantidades dos serviços utilizados no projeto.

Código		Descrição do Serviço	Unidade	Quantidade
2003642		Caixa de ligação e passagem - CLP 01 - areia e brita comerciais	und	4,00
2003654		Caixa de ligação e passagem - CLP 07 - areia e brita comerciais	und	3,00
2003666		Caixa de ligação e passagem - CLP 13 - areia e brita comerciais	und	3,00
4805757		Escavação mecânica de vala em material de 1ª categoria	m <sup>3</sup>	1.786,68
2106235		Escoramento metálico com quadro tubular contraventado - capacidade de carga até 3,8 t/m <sup>2</sup> - quadro de 1,0 x 1,0 x 1,25 m - utilização de 50 vezes - fornecimento, instalação e retirada	m <sup>3</sup>	1.786,68
4815671		Reaterro e compactação com soquete vibratório	m <sup>3</sup>	1.250,68
2003850		Lastro de brita comercial	m <sup>3</sup>	138,24
2003983		Tubo PEAD para drenagem - D = 400 mm - fornecimento e instalação	m	768,00
2003609		Dreno subsuperficial - DSS 03 - brita comercial	m	2.027,00
CPU - 1		Canal de Concreto com Grelha	m	377,00
1.1	5501706	Escavação mecânica com retroescavadeira em material de 1ª categoria	m <sup>3</sup>	145,15
1.2	1107928	Concreto fck = 20 MPa - confecção em central dosadora de 30 m <sup>3</sup> /h - areia e brita comerciais	m <sup>3</sup>	35,44
1.3	0407819	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	512,72
1.4	3103302	Fôrmas de tábuas de pinho para dispositivos de drenagem - utilização de 3 vezes - confecção, instalação e retirada	m <sup>2</sup>	418,47



---

## **2.4 Projeto de Pavimentação**

#### 2.4.1 Introdução

O projeto de pavimentação consiste na implantação de uma estrutura multicamadas utilizando materiais com qualidade e espessuras adequadas, visando garantir desempenho técnico e viabilidade econômica. Optou-se pelo uso de pavimento flexível nas áreas de nova implantação, por sua capacidade de adaptação às características geotécnicas e pluviométricas locais, além da compatibilidade com os pavimentos existentes na região.

O projeto de pavimentação foi desenvolvido de acordo com o Termo de Referência do Edital e com base nas seguintes instruções de serviço citadas a seguir: a) IS-211: Projeto de Pavimentação (Pavimentos Flexíveis), das Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos do DNIT; b) Manual de Pavimentação (DNIT, 2006).

No presente projeto de pavimentação serão apresentados os dimensionamentos que compreendem o trecho da Passagem Inferior Domingos Martins e suas ruas correspondentes, situadas nos limites do município de Canoas/RS.

#### 2.4.2 Estrutura do Pavimento Existente

O presente projeto tem como objetivo a elaboração do projeto de pavimentação da Passagem Inferior Domingos Martins e das vias adjacentes a essa estrutura. Inicialmente, a pavimentação seria restrita apenas à área da passagem inferior e aos trechos situados dentro da faixa de domínio previamente estabelecida em projeto.

No entanto, para viabilizar um sistema de drenagem eficiente, tornou-se necessário estender a intervenção para trechos das ruas que se encontram fora da faixa de domínio, logo após a passagem inferior. Essa ampliação do escopo exigiu a demolição do pavimento existente nessas vias, o que, por consequência, demanda a implantação de novos pavimentos nesses locais.

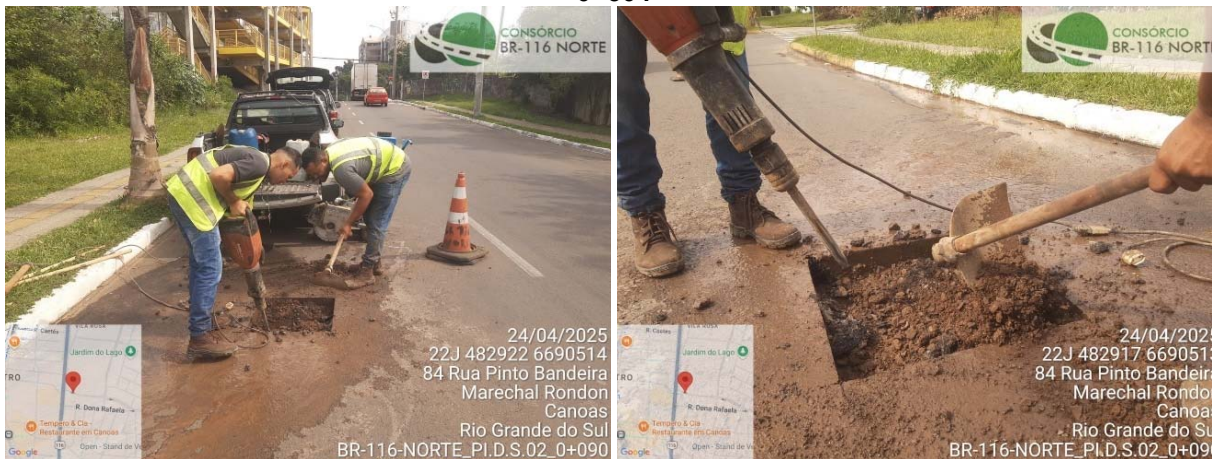
As vias que necessitarão de intervenção no âmbito deste projeto são: Rua Domingos Martins, Avenida Doutor Sezefredo Azambuja Vieira, Rua Pinto Bandeira, Rua Dona Rafaela, Rua Santa Cecília e Rua Duque de Caxias. Todas essas ruas estão localizadas no bairro Marechal Rondon.

As Figuras 1 a 6 apresentam registros fotográficos realizados durante a execução das sondagens nas vias contempladas pelo projeto.

**Figura 5 – Execução da sondagem na Rua Domingos Martins – km 0+000 ao km 0+221**



**Figura 6 – Execução da sondagem na Avenida Doutor Sezefredo Azambuja Vieira – km 0+221 ao km 0+304**



**Figura 7 – Execução da sondagem na Rua Pinto Bandeira – Ramo C – km 1+110 ao km 1+200**



**Figura 8 – Execução da sondagem na Rua Dona Rafaela – Ramo C – km 1+200 ao km 1+370**



**Figura 9 – Execução da sondagem na Rua Santa Cecília – Ramo C – km 1+370 ao km 1+532**



**Figura 10 – Execução da sondagem na Rua Duque de Caxias – Ramo C – km 1+532 ao km 1+772**





A Tabela 10 mostra as estruturas do pavimento existentes definidas a partir das trincheiras abertas no trecho.

**Tabela 10 – Estruturas do Pavimento Existente**

Nº do Furo	Estaca	Camada	Espessura (cm)	Tipo de Material	CBR (%)
ST 01	0+068	Revestimento	6,0	Concreto Asfáltico	-
		Base	15,0	Calçamento com Areia (Paralelepípedo)	-
		Subleito	-	Argila	9,40
ST 02	01+091	Revestimento	10,0	Concreto Asfáltico	-
		Base	18,0	Brita Graduada Simples - BGS	-
		Sub-Base	20,0	Rachão	-
		Subleito	-	Rachão, BGS e Argila Marrom	-
ST 03	01+163	Revestimento	8,0	Concreto Asfáltico	-
		Base	16,0	Calçamento com Areia (Paralelepípedo)	-
		Subleito	-	Argila Orgânica (Turfa)	7,67
ST 04	01+315	Revestimento	10,0	Concreto Asfáltico	-
		Subleito	19,0	Argila Orgânica (Turfa)	-
			-	Saibro Amarelado	22,90
ST 05	01+454	Revestimento	10,0	Concreto Asfáltico	-
		Base	17,0	Brita Graduada Simples - BGS	-
		Subleito	-	Saibro Avermelhado	16,47
ST 06	01+639	Revestimento	4,0	Concreto Asfáltico	-
		Base	9,0	Calçamento com Areia (Lajota)	-
		Subleito	-	Saibro Avermelhado	19,60

Nas seis sondagens realizadas, o menor valor de CBR identificado foi de aproximadamente 7%.

Nas sondagens ST02, ST03 e ST04, foi constatada a presença de solos com características pouco favoráveis, como turfa e argila marrom. A turfa é um solo orgânico altamente compressível e instável, enquanto a argila marrom apresenta baixa resistência e elevada sensibilidade à variação de umidade. Essas propriedades tornam esses solos inadequados para suportar cargas estruturais, podendo causar instabilidade ao longo do tempo.

Por esse motivo, esses solos serão removidos e substituídos por um material de melhor qualidade, mais adequado para garantir a estabilidade e o desempenho da obra. Detalhes completos sobre as características dos solos e os resultados dos ensaios realizados podem ser consultados no Estudo Geotécnico da PI Domingos Martins, que apresenta todas as análises técnicas de forma abrangente.

### 2.4.3 Parâmetros para o dimensionamento do pavimento flexível

Os parâmetros adotados no cálculo da estrutura do pavimento são os seguintes:

#### a) Número N

De acordo com o apresentado no Estudo de Tráfego foram definidos três segmentos homogêneos para a rodovia. O período de projeto é de 10 anos, onde 2025 é ano de abertura da rodovia e, conseqüentemente, 2034 é o 10º ano de projeto.

Na Tabela 11 é apresentado um resumo dos segmentos e respectivos números “N” para pista principal da rodovia BR-116/RS. Já na

Tabela 12 é apresentado para as ruas laterais da rodovia BR-116/RS. O trecho a ser analisado, corresponde a estrutura do segmento 3.

**Tabela 11 - Segmentos homogêneos de tráfego – Pistas principais BR-116/RS**

Segmento	Trecho	N (USACE)	N (AASHTO)
1	km 232,500 ao km 238,300	$9,26 \times 10^7$	$2,79 \times 10^7$
2	km 238,300 ao km 249,800	$1,68 \times 10^8$	$4,57 \times 10^7$
3	km 249,800 ao km 270,900	$1,39 \times 10^8$	$3,91 \times 10^7$

**Tabela 12 - Segmentos homogêneos de tráfego – Ruas laterais BR-116/RS**

Segmento	Trecho	N (USACE)	N (AASHTO)
1	km 232,500 ao km 238,300	$1,85 \times 10^7$	$5,57 \times 10^6$
2	km 238,300 ao km 249,800	$3,63 \times 10^7$	$1,04 \times 10^7$

3	km 249,800 ao km 270,900	2,42x10 <sup>7</sup>	8,68 x 10 <sup>6</sup>
---	--------------------------	----------------------	------------------------

### b) Resistência do subleito

Foi realizada a análise estatística dos resultados dos ensaios de caracterização e resistência do subleito utilizando o plano de amostragem indicado no Manual de Pavimentação de 2006 do DNIT. Foi realizada a análise estatística por meio da seguinte equação:

$$X = \bar{X} \pm \frac{1,29 \sigma}{\sqrt{N}} \pm 0,68 \sigma$$

Onde:

X = Valores máximos e mínimos do parâmetro do CBR;

$\bar{X}$  = Média aritmética dos valores amostrais;

N = Número de amostras; e

$\sigma$  = Desvio padrão.

No cálculo do CBR máximo e CBR mínimo foram eliminados da amostragem os valores com expansão superior ou igual a 2%, CBR menor que 4% e os valores espúrios.

As amostras do subleito resultaram num CBR estatístico de 10,5%.

Entretanto, como o volume de escavação do subleito não é insuficiente para a utilização em todos os aterros projetados, é necessário a adoção de jazida. As amostras da jazida foram ensaiadas e resultaram em um CBR estatístico igual a 7,2%.

No trecho, para as ruas laterais, haverá a necessidade do uso de material de jazida nos aterros. Logo, nestes locais será adotado, para fins de dimensionamento do pavimento, o CBR igual a **7,0%**.

Como apresentado no projeto de terraplenagem, para o empolamento, relação entre os volumes de corte e aterro, adotou-se o coeficiente de 1,30 para materiais em solo, 1,0 para materiais de 2ª categoria e 0,9 para 3ª categoria, tradicionalmente aceito em projetos do DNIT.

### c) Material para preenchimento



Por conveniência executiva, recomenda-se utilizar este mesmo preenchimento naqueles locais em que o subleito se mostrou inadequado para suportar as cargas do pavimento, como nos trechos onde foi identificada a presença de turfa escura, material altamente compressível e de baixa capacidade de suporte.

O uso do material granular justifica-se também por este material ter maior resistência e menor deformabilidade que materiais finos. Além disto, o uso do material granular no preenchimento causará menos transtornos aos usuários da rodovia, o que torna absolutamente justificável a adoção da camada de material rochoso.

#### 2.4.4 Método do DNIT

O Método do DNIT, também conhecido como o Método do DNER/1979, foi proposto pelo engenheiro Murillo Lopes de Souza em 1966. Esta metodologia é fundamentada em quatro pilares principais, sendo eles: capacidade de suporte do subleito, tráfego médio diário anual, coeficiente estrutural das camadas do pavimento e fator climático regional.

O método do DNIT se baseia em diretrizes desenvolvidas a partir de observações de determinados tipos de pavimentos, para uma condição específica de clima e material. Trata-se de um método empírico cujo objetivo é o cálculo de uma espessura para a estrutura capaz proteger a camada de subleito de deformações excessivas.

##### **a) Recomendações gerais**

O método faz as seguintes recomendações de caráter executivo:

O subleito e todas as camadas granulares do pavimento deverão ser compactados com, no mínimo, 100 % de grau de compactação. Além disto, todos os materiais do subleito que apresentam  $CBR < 2\%$  e/ou expansão  $> 2\%$  deverão ser substituídos por materiais com  $CBR > CBR$  de projeto determinado para o subleito;

A menor espessura a ser adotada para as camadas granulares do pavimento é 15,0 cm. Já a espessura mínima e máxima de compactação de materiais granulares são, respectivamente, 10,0 cm e 20,0 cm.

2.4.4.1 Dimensionamento da estrutura

Tendo em conta os dados anteriormente mencionados, e aplicando o Método do DNER, a seguir é apresentado o dimensionamento do pavimento.

**Tabela 13 - Dimensionamento DNIT – Ruas laterais**

<b>DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO FLEXÍVEL - MÉTODO DO DNIT</b>								
<b>SEGMENTO 3 - RUAS LATERAIS</b>								
<b>Dados de Tráfego</b>		<b><math>N_{USACE} = 2,42E+07</math></b>			<b>Período de Projeto = 10 anos</b>			
<b>Concepção Estrutural do Pavimento</b>								
Camada	Materiais Constituintes				CBR	Coeficiente Estrutural		
Revestimento (R)	<b>Concreto Betuminoso Usinado à Quente (CBUQ)</b>				-	$K_R = 2,0$		
Base (B)	<b>Brita Graduada Simples (BGS)</b>				$\geq 80\%$	$K_B = 1,0$		
Sub-Base (S)	<b>Brita Graduada Simples (BGS)</b>				$\geq 20\%$	$K_S = 1,0$		
Subleito	<b>Solo</b>				7,00%	-		
<b>Dimensionamento</b>								
<p>Inequações para o cálculo das espessuras:</p> $R \times K_R + B \times K_B \geq H_{20}$ $R \times K_R + B \times K_B + h_{20} \times K_S \geq H_n$ $R \times K_R + B \times K_B + h_{20} \times K_S + h_n \times K_{REF} \geq H_m$								
		$CBR_{SB} = 20,00\%$	→	$H_{20} =$	30,0 cm			
		$CBR_{REF} = -$	→	$H_n =$	-			
		$CBR_{SL} = 7,00\%$	→	$H_m =$	55,0 cm			
				Espessuras	Espessura Adotadas			
Espessura mínima de revestimento:				R = 10,0 cm	CAUQ	$\left\{ \begin{array}{l} R = 10,0 \text{ cm} \\ B = 15,0 \text{ cm} \\ S = 20,0 \text{ cm} \end{array} \right.$		
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$ Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura				B = 10,0 cm	BGS			
				S = 20,0 cm	MS			
<b>Verificação Estrutural</b>								
Espessuras				Total	Espessura de Proteção do Subleito ( $H_M$ )	Espessura Equivalente ( $H_E$ )	Verificação Estrutural $H_E \geq H_M$	<b>ADOTADO</b>
Revestimento	Base	Sub-base						
R	B	SB						
10,0 cm	15,0 cm	20,0 cm	45,0 cm	55,0 cm	55,0 cm	<b>Aceito</b>		
<b>Resumo do Dimensionamento</b>								
Revestimento	Base		Sub-base		TOTAL			
CBUQ	Brita Graduada Simples		Brita Graduada Simples		$H_E$			
10,0 cm	15,0 cm		20,0 cm		55,0 cm			

**Tabela 14 - Resumo do dimensionamento – Método DNIT**

Local	Revestimento (cm)	Base (cm)	Sub-base (cm)
Ruas Laterais	10,0	15,0	20,0

## 2.4.5 Método da resiliência – TECNAPAV

O Método da Resiliência TECNAPAV, proposta pelos Engenheiros Salomão Pinto e Ernesto Preussler, é um procedimento baseado em modelos de resiliência, tendo em vista a necessidade de um método de análise mecânica que calcule a deflexão máxima prevista de uma estrutura proposta para uma determinada expectativa de vida de fadiga.

Na metodologia, considera-se o valor estrutural da camada betuminosa em função do tipo de subleito e do tráfego futuro, leva-se em conta o comportamento elástico não-linear dos solos e materiais granulares, toma-se partido da boa qualidade dos solos argilosos de comportamento laterítico, diminuindo-se consideravelmente a parcela da espessura total do pavimento que corresponde à camada granular.

O procedimento leva, portanto, em consideração os indicadores mais importantes na definição de uma estrutura de pavimento: deflexão na superfície, diferença entre as tensões horizontal de tração e vertical de compressão na fibra inferior do revestimento, tensão vertical no subleito. Os dois primeiros estão relacionados com a fadiga e o outro com a deformação permanente ou plástica.

A consideração da resiliência excessiva da estrutura projetada é levada em conta através da limitação da espessura máxima da camada granular e do cálculo da espessura mínima de solo argiloso de baixo grau de resiliência, capaz de proteger o subleito de má qualidade quanto à sua deformabilidade. A espessura mínima da camada betuminosa está também associada às propriedades resilientes do conjunto pavimento-fundação e à fadiga do revestimento.

### 2.4.5.1 Dimensionamento da estrutura

Tendo em conta os dados anteriormente mencionados, e aplicando o Método da Resiliência (TECNAPAV), a seguir é apresentado o dimensionamento do pavimento.

**Tabela 15 - Dimensionamento TECNAPAV – Ruas laterais**

<b>DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO FLEXÍVEL - MÉTODO DA TECNAPAV</b>																																								
<b>SEGMENTO 3 - RUAS LATERAIS</b>																																								
<b>Dados de Tráfego</b>		$N_{USACE} = 2,42E+07$		<b>Período de Projeto = 10 anos</b>																																				
<b>Concepção Estrutural do Pavimento</b>																																								
Camada	Materiais Constituintes			CBR	Coeficiente Estrutural																																			
Revestimento (R)	Concreto Betuminoso Usinado à Quente (CBUQ)			-	$K_R = 2,0$																																			
Base (B)	Brita Graduada Simples (BGS)			$\geq 80\%$	$K_B = 1,0$																																			
Sub-base (S)	Brita Graduada Simples (BGS)			$\geq 20\%$	$K_S = 1,0$																																			
Subleito	Solo			7,0%	-																																			
<b>Dimensionamento</b>																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tipo</th> <th colspan="3">Porcentagem de Silte (%)</th> </tr> <tr> <th>&lt; 35%</th> <th>35 a 65%</th> <th>&gt; 65%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>\geq 10</math></td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">II</td> <td style="text-align: center;">III</td> </tr> <tr> <td>6 a 9</td> <td style="text-align: center;">II</td> <td style="text-align: center;">II</td> <td style="text-align: center;">III</td> </tr> <tr> <td>2 a 5</td> <td style="text-align: center;">III</td> <td style="text-align: center;">III</td> <td style="text-align: center;">III</td> </tr> </tbody> </table>		Tipo	Porcentagem de Silte (%)			< 35%	35 a 65%	> 65%	$\geq 10$	I	II	III	6 a 9	II	II	III	2 a 5	III	III	III	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Constantes quanto à resiliência</th> </tr> <tr> <th>Tipo</th> <th>I</th> <th>II</th> <th>III</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>I_1</math></td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td><math>I_2</math></td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </tbody> </table>				Constantes quanto à resiliência				Tipo	I	II	III	$I_1$	0	1	0	$I_2$	0	0	1
Tipo	Porcentagem de Silte (%)																																							
	< 35%	35 a 65%	> 65%																																					
$\geq 10$	I	II	III																																					
6 a 9	II	II	III																																					
2 a 5	III	III	III																																					
Constantes quanto à resiliência																																								
Tipo	I	II	III																																					
$I_1$	0	1	0																																					
$I_2$	0	0	1																																					
<b>Informações do Subleito</b>																																								
Tipo de Solo do Subleito	CBR: 7,0%	Tipo: II	Tipo: II	}	$I_1 = 1$	$I_2 = 0$																																		
<b>Determinação Espessura Total do Pavimento (<math>H_T</math>)</b>			<b>Deflexão Admissível (<math>D_{adm}</math>)</b>																																					
$H_T = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBR^{-0,598}$			$\log D = 3,148 - 0,188 \log N$																																					
<b><math>H_T = 56,0</math> cm</b>			<b><math>D_{adm} = 57,52</math> (0,01 mm)</b>																																					
<b>Espessura Mínima do Revestimento (<math>H_{CB}</math>)</b>			<b>Valor Estrutural da Camada Betuminosa (<math>V_E</math>)</b>																																					
$H_{cb} = -5,737 + \frac{807,961}{D_p} + 0,972 I_1 + 4,101 I_2$			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tipo de Subleito</th> <th colspan="5">N</th> </tr> <tr> <th><math>10^4</math></th> <th><math>10^5</math></th> <th><math>10^6</math></th> <th><math>10^7</math></th> <th><math>10^8</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">3,4</td> <td style="text-align: center;">2,8</td> <td style="text-align: center;">2,8</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">2,8</td> <td style="text-align: center;">2,8</td> </tr> <tr> <td>III</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> </tbody> </table>				Tipo de Subleito	N					$10^4$	$10^5$	$10^6$	$10^7$	$10^8$	I	4	4	3,4	2,8	2,8	II	3	3	3	2,8	2,8	III	2	2	2	2	2					
Tipo de Subleito	N																																							
	$10^4$	$10^5$	$10^6$	$10^7$	$10^8$																																			
I	4	4	3,4	2,8	2,8																																			
II	3	3	3	2,8	2,8																																			
III	2	2	2	2	2																																			
$H_{CB\text{ mínimo}} = 9,3$ cm			$N = 2,42E+07 \rightarrow V_E = 2,8$																																					
<b><math>H_{CB\text{ adotado}} = 9,5</math> cm</b>																																								
<b>Espessura da Camada Granular (<math>H_{CG}</math>)</b>																																								
$H_{CB} \times V_E + H_{CG} = H_T \therefore H_{CG} \leq 35$ cm																																								
$H_{CG} = 29,4$ cm																																								
<b><math>H_{CG\text{ adotado}} = 30,0</math> cm</b>																																								
<b>Verificação Estrutural</b>																																								
<b>Espessuras</b>				Espessura Total ( $H_T$ )	Espessura Equivalente ( $H_E$ )	Verificação Estrutural $H_E \geq H_T$	<b>ADOTADO</b>																																	
Revestimento	Base	Sub-base	Total																																					
R	B	SB																																						
9,5 cm	30,0 cm	0,0 cm	39,5 cm	56,0 cm	56,6 cm	<b>Aceito</b>																																		
<b>Resumo do Dimensionamento</b>																																								
<b>Revestimento</b>		<b>Base</b>		<b>TOTAL</b>																																				
CBUQ		Brita Graduada Simples		$H_E$																																				
9,5 cm		30,0 cm		56,6 cm																																				

**Tabela 16 - Resumo do dimensionamento – Método TECNAPAV**

Local	Revestimento (cm)	Base (cm)
Ruas Laterais	9,5	30,0

#### 2.4.6 Análise mecanicista

Complementarmente ao dimensionamento, foi realizada a análise mecanicista das estruturas dimensionadas para a BR-116/RS, conforme preconiza o Manual de Pavimentação do DNIT (IPR 179).

A metodologia de dimensionamento vigente no país, baseada no método USACE, visa à proteção do subleito contra a geração de deformações plásticas excessivas durante o período de projeto, deformações responsáveis pela formação de trilhas de roda no pavimento. No entanto, o dimensionamento da estrutura por este método não garante, por si só, a não ocorrência de trincamento por fadiga, sendo necessária uma verificação das tensões e deformações atuantes na camada de revestimento da estrutura. O trincamento por fadiga pode ser evitado mantendo-se as tensões e deformações de tração na fibra inferior do revestimento em níveis aceitáveis.

Foi utilizado o programa computacional AEMC - Módulo de Cálculo de Tensões e Deformações, versão 2.4.3 para a determinação das tensões, deslocamentos e deformações recuperáveis da superfície das camadas do pavimento. Os dados do carregamento considerados na análise são apresentados na tabela a seguir.

**Tabela 17 - Dados do carregamento pelo AEMC**

Dados do carregamento
Tipo: Eixo padrão rodoviário
Tipo de análise: Semi-eixo
Número de rodas: 2
Carga de roda: 2,05 t
Pressão de pneus: 0,56 MPa
Raio do carregamento: 10,79 cm
Distância entre rodas: 32,4 cm
Distância entre eixos: 0 cm
Bitola: 181 cm

Um dos principais parâmetros na análise é a definição dos módulos resilientes das camadas do pavimento. A dissertação de Fernando Dekeper Boeira intitulada Estudo do Comportamento de Concretos Asfálticos com Diferentes Tipos de Agregados e Cales,

verificou que os módulos resilientes do revestimento asfáltico de algumas rodovias federais do Rio Grande do Sul variam de 3.625 MPa a 8.478 MPa.

O documento IP-8 Análise mecanicista a fadiga de estruturas de pavimento, integrante do catalogo de normas técnicas da Prefeitura de São Paulo, traz valores indicativos de módulos de resiliência para a verificação do comportamento elástico das estruturas de diversos tipos de pavimento e recomenda valores entre 100 MPa e 500 MPa para bases granulares. Já o módulo resiliente do subleito pode ser estimado pela correlação  $MR = 10 \times CBR$  [MPa].

Os módulos resilientes e os coeficientes de Poisson adotados na análise mecanicista da BR-116/RS foram definidos com base do *default* do MeDiNa e nas normativas apresentadas acima. Estes dados são apresentados na Tabela 18.

**Tabela 18 - Módulos resilientes**

Camada	Módulo Resiliente (MPa)	Coefficiente de Poisson
Revestimento asfáltico	6000	0,30
Base de brita graduada	300	0,35
Sub-base de brita graduada	250	0,35
Subleito (canteiro)	105	0,40
Subleito (jazida)	70	0,40

A seguir será apresentada a verificação da estrutura quanto à fadiga.

#### 2.4.6.1 Verificação da deformação na fibra inferior no revestimento

A verificação das deformações horizontais de tração nas fibras inferiores da camada asfáltica é de suma importância, pois quando excessivas podem gerar a ruptura por fadiga no pavimento.

Empregou-se o modelo de previsão de vida de fadiga da *Federal Highway Administration* (FHWA, 1976), modelo conhecido e utilizado internacionalmente que calcula o número de repetições de carga até a fadiga do revestimento segundo a metodologia da AASHTO.

O modelo do FHWA, de 1976, é dado pela seguinte equação:

$$N_f = 1,092 \times 10^{-6} \left( \frac{1}{\varepsilon_t} \right)^{3,512}$$

Os coeficientes das equações foram retirados da norma do Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo (DER-SP, 2006), que fez algumas simplificações.

A partir das saídas do programa foi utilizado o modelo de previsão de vida de fadiga da *Federal Highway Administration* (FHWA, 1976), a fim de relacionar a deformação de tração no fundo da camada de revestimento asfáltico com o número de repetições de carga do eixo padrão até trincamento de uma dada área da camada.

Para um NAASHTO =  $3,91 \times 10^7$ , tráfego da pista principal, a deformação máxima na fibra inferior do revestimento deve ser igual ou inferior a  **$1,30 \times 10^{-4}$  m/m**.

Já para um NAASHTO =  $8,68 \times 10^6$ , tráfego das ruas laterais, a deformação máxima na fibra inferior do revestimento deve ser igual ou inferior a  **$2,10 \times 10^{-4}$  m/m**.

Na

Tabela 19 são apresentadas as saídas do programa AEMC para as estruturas dimensionadas pelo método do DNIT. Já na

Tabela 20 são apresentadas as saídas para as estruturas dimensionadas pelo método da TECNAPAV.

São destacadas em vermelho os maiores valores de deformações de tração na fibra inferior do revestimento asfáltico – ( $\epsilon_t$ ) encontrados.

DADOS DA ESTRUTURA				
CAMADA	ESPESSURA (cm)	MASSA ESP (g/cm <sup>3</sup> )	COMPORTAMENTO	MÓDULO MPa
1	10	2,4	LINEAR	6000
2	15	1,8	LINEAR	300
3	20	1,6	LINEAR	250
4	0	1,6	LINEAR	70

Tabela 19 - Saídas do AEMC da estrutura das ruas laterais dimensionada pelo método do DNIT

RESULTADOS																	
Ponto	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	Ux (µm)	Uy (µm)	Uz (µm)	Sx (MPa)	Sy (MPa)	Sz (MPa)	Ex (m/m)	Ey (m/m)	Ez (m/m)					
1	0	0	0,01	0,00E+00	0,00E+00	4,34E+02	5,12E-01	1,23E+00	0,00E+00	2,40E-05	1,79E-04	-8,70E-05					
2	2,7	0	0,01	-7,26E-01	0,00E+00	4,34E+02	5,77E-01	1,25E+00	0,00E+00	3,40E-05	1,79E-04	-9,10E-05					
3	5,4	0	0,01	-2,30E+00	0,00E+00	4,36E+02	8,74E-01	1,43E+00	0,00E+00	7,40E-05	1,95E-04	-1,15E-04					
4	9	0	0,01	-4,75E+00	0,00E+00	4,38E+02	1,27E+00	1,69E+00	5,60E-01	9,90E-05	1,90E-04	-5,40E-05					
5	12,5	0	0,01	-8,65E+00	0,00E+00	4,35E+02	1,39E+00	1,70E+00	5,60E-01	1,18E-04	1,86E-04	-6,10E-05					
6	16,2	0	0,01	-1,32E+01	0,00E+00	4,29E+02	1,41E+00	1,68E+00	5,60E-01	1,23E-04	1,81E-04	-6,10E-05					
7	0	0	9,99	0,00E+00	0,00E+00	4,34E+02	-2,72E-01	-9,87E-01	1,15E-01	-2,00E-06	-1,57E-04	8,20E-05					
8	2,7	0	9,99	1,24E-01	0,00E+00	4,35E+02	-3,31E-01	-1,01E+00	1,18E-01	-1,00E-05	-1,58E-04	8,70E-05					
9	5,4	0	9,99	6,93E-01	0,00E+00	4,35E+02	-4,89E-01	-1,08E+00	1,26E-01	-3,40E-05	-1,62E-04	9,90E-05					
10	9	0	9,99	2,61E+00	0,00E+00	4,34E+02	-7,48E-01	-1,18E+00	1,38E-01	-7,20E-05	-1,67E-04	1,20E-04					
11	12,5	0	9,99	5,67E+00	0,00E+00	4,31E+02	-9,26E-01	-1,24E+00	1,46E-01	-1,00E-04	<b>-1,68E-04</b>	1,33E-04					
12	16,2	0	9,99	9,61E+00	0,00E+00	4,24E+02	-9,87E-01	-1,24E+00	1,46E-01	-1,10E-04	-1,64E-04	1,35E-04					
13	0	0	45,01	0,00E+00	0,00E+00	3,39E+02	3,64E-04	-1,05E-03	2,80E-02	-1,49E-04	-1,77E-04	4,04E-04					
14	2,7	0	45,01	4,00E+00	0,00E+00	3,39E+02	3,81E-04	-1,05E-03	2,79E-02	-1,48E-04	-1,77E-04	4,03E-04					
15	5,4	0	45,01	7,95E+00	0,00E+00	3,38E+02	4,28E-04	-1,04E-03	2,78E-02	-1,47E-04	-1,76E-04	4,00E-04					
16	9	0	45,01	1,31E+01	0,00E+00	3,36E+02	5,35E-04	-1,03E-03	2,74E-02	-1,43E-04	-1,74E-04	3,94E-04					
17	12,5	0	45,01	1,80E+01	0,00E+00	3,32E+02	7,10E-04	-1,01E-03	2,68E-02	-1,37E-04	-1,71E-04	3,84E-04					
18	16,2	0	45,01	2,29E+01	0,00E+00	3,28E+02	9,78E-04	-9,80E-04	2,59E-02	-1,28E-04	-1,68E-04	3,70E-04					

DADOS DA ESTRUTURA				
CAMADA	ESPESSURA (cm)	MASSA ESP (g/cm <sup>3</sup> )	COMPORTAMENTO	MÓDULO MPa
1	9,5	2,4	LINEAR	6000
2	30	1,8	LINEAR	300
3	0	1,6	LINEAR	70

Tabela 20 - Saídas do AEMC da estrutura das ruas laterais dimensionada pelo método da TECNAPAV

**RESULTADOS**

Ponto	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	Ux (µm)	Uy (µm)	Uz (µm)	Sx (MPa)	Sy (MPa)	Sz (MPa)	Ex (m/m)	Ey (m/m)	Ez (m/m)
1	0	0	0,01	0,00E+00	0,00E+00	4,52E+02	5,11E-01	1,28E+00	0,00E+00	2,10E-05	1,87E-04	-8,90E-05
2	2,7	0	0,01	-6,58E-01	0,00E+00	4,53E+02	5,81E-01	1,30E+00	0,00E+00	3,20E-05	1,88E-04	-9,40E-05
3	5,4	0	0,01	-2,20E+00	0,00E+00	4,55E+02	8,91E-01	1,49E+00	0,00E+00	7,40E-05	2,04E-04	-1,19E-04
4	9	0	0,01	-4,71E+00	0,00E+00	4,57E+02	1,31E+00	1,75E+00	5,60E-01	1,02E-04	1,99E-04	-6,00E-05
5	12,5	0	0,01	-8,76E+00	0,00E+00	4,54E+02	1,45E+00	1,78E+00	5,60E-01	1,24E-04	1,96E-04	-6,80E-05
6	16,2	0	0,01	-1,35E+01	0,00E+00	4,47E+02	1,48E+00	1,76E+00	5,60E-01	1,30E-04	1,91E-04	-6,80E-05
7	0	0	9,49	0,00E+00	0,00E+00	4,53E+02	-2,36E-01	-1,01E+00	1,19E-01	5,00E-06	-1,62E-04	8,20E-05
8	2,7	0	9,49	-4,57E-02	0,00E+00	4,53E+02	-3,02E-01	-1,03E+00	1,23E-01	-5,00E-06	-1,63E-04	8,70E-05
9	5,4	0	9,49	4,03E-01	0,00E+00	4,54E+02	-4,77E-01	-1,11E+00	1,32E-01	-3,10E-05	-1,68E-04	1,01E-04
10	9	0	9,49	2,29E+00	0,00E+00	4,53E+02	-7,66E-01	-1,22E+00	1,46E-01	-7,40E-05	-1,73E-04	1,24E-04
11	12,5	0	9,49	5,45E+00	0,00E+00	4,50E+02	-9,61E-01	-1,29E+00	1,55E-01	-1,04E-04	<b>-1,74E-04</b>	1,38E-04
12	16,2	0	9,49	9,56E+00	0,00E+00	4,43E+02	-1,03E+00	-1,29E+00	1,55E-01	-1,15E-04	-1,71E-04	1,42E-04
13	0	0	39,51	0,00E+00	0,00E+00	3,69E+02	1,28E-03	-7,47E-04	3,28E-02	-1,66E-04	-2,05E-04	4,66E-04
14	2,7	0	39,51	4,43E+00	0,00E+00	3,69E+02	1,29E-03	-7,42E-04	3,27E-02	-1,64E-04	-2,05E-04	4,65E-04
15	5,4	0	39,51	8,83E+00	0,00E+00	3,67E+02	1,33E-03	-7,29E-04	3,25E-02	-1,63E-04	-2,04E-04	4,61E-04
16	9	0	39,51	1,46E+01	0,00E+00	3,65E+02	1,45E-03	-7,28E-04	3,20E-02	-1,58E-04	-2,02E-04	4,53E-04
17	12,5	0	39,51	2,00E+01	0,00E+00	3,61E+02	1,64E-03	-7,10E-04	3,12E-02	-1,51E-04	-1,98E-04	4,41E-04
18	16,2	0	39,51	2,54E+01	0,00E+00	3,56E+02	1,89E-03	-6,75E-04	3,02E-02	-1,42E-04	-1,93E-04	4,24E-04

**Tabela 21 - Resumo da análise das estruturas dimensionadas pelo método do DNIT**

Local	Parâmetros admissíveis	Parâmetros calculados	Resultado
	$\epsilon_{rev}$ (FHWA)	$\epsilon_{rev}$	
Ruas Laterais	2,10E-04	1,68E-04	OK

**Tabela 22 - Resumo da análise das estruturas dimensionadas pelo método da TECNAPAV**

Local	Parâmetros admissíveis	Parâmetros calculados	Resultado
	$\epsilon_{rev}$ (FHWA)	$\epsilon_{rev}$	
Ruas Laterais	2,10E-04	1,74E-04	OK

Observando os resultados apresentados das estruturas dimensionadas pelo método do DNIT e pelo método da TECNAPAV, a estrutura da rua lateral atende com êxito o critério de fadiga.

As estruturas adotadas para a Domingos Martins são apresentadas nas tabelas abaixo. Na sequência são apresentados os resultados da análise mecanicista da rua lateral.

**Tabela 23 - Estrutura analisada – Ruas laterais**

Camada	Espessura (cm)	MR (MPa)	Coefficiente de Poisson
Revestimento	10,0	6000	0,30
Base	15,0	300	0,35
Sub-base	20,0	250	0,35
Subleito	-	70	0,40

A seguir são apresentados os resultados gerados pelo *software* para as estruturas adotadas.

DADOS DA ESTRUTURA				
CAMADA	ESPESSURA (cm)	MASSA ESP (g/cm³)	COMPORTEAMENTO	MÓDULO MPa
1	10	2,4	LINEAR	6000
2	15	1,8	LINEAR	300
3	20	1,6	LINEAR	250
4	0	1,6	LINEAR	70

Tabela 24 - Saídas do AEMC da estrutura final das ruas laterais

RESULTADOS													
Ponto	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	Ux (µm)	Uy (µm)	Uz (µm)	Sx (MPa)	Sy (MPa)	Sz (MPa)	Ex (m/m)	Ey (m/m)	Ez (m/m)	
1	0	0	0,01	0,00E+00	0,00E+00	4,34E+02	5,12E-01	1,23E+00	0,00E+00	2,40E-05	1,79E-04	-8,70E-05	
2	2,7	0	0,01	-7,26E-01	0,00E+00	4,34E+02	5,77E-01	1,25E+00	0,00E+00	3,40E-05	1,79E-04	-9,10E-05	
3	5,4	0	0,01	-2,30E+00	0,00E+00	4,36E+02	8,74E-01	1,43E+00	0,00E+00	7,40E-05	1,95E-04	-1,15E-04	
4	9	0	0,01	-4,75E+00	0,00E+00	4,38E+02	1,27E+00	1,69E+00	5,60E-01	9,90E-05	1,90E-04	-5,40E-05	
5	12,5	0	0,01	-8,65E+00	0,00E+00	4,35E+02	1,39E+00	1,70E+00	5,60E-01	1,18E-04	1,86E-04	-6,10E-05	
6	16,2	0	0,01	-1,32E+01	0,00E+00	4,29E+02	1,41E+00	1,68E+00	5,60E-01	1,23E-04	1,81E-04	-6,10E-05	
7	0	0	9,99	0,00E+00	0,00E+00	4,34E+02	-2,72E-01	-9,87E-01	1,15E-01	-2,00E-06	-1,57E-04	8,20E-05	
8	2,7	0	9,99	1,24E-01	0,00E+00	4,35E+02	-3,31E-01	-1,01E+00	1,18E-01	-1,00E-05	-1,58E-04	8,70E-05	
9	5,4	0	9,99	6,93E-01	0,00E+00	4,35E+02	-4,89E-01	-1,08E+00	1,26E-01	-3,40E-05	-1,62E-04	9,90E-05	
10	9	0	9,99	2,61E+00	0,00E+00	4,34E+02	-7,48E-01	-1,18E+00	1,38E-01	-7,20E-05	-1,67E-04	1,20E-04	
11	12,5	0	9,99	5,67E+00	0,00E+00	4,31E+02	-9,26E-01	-1,24E+00	1,46E-01	-1,00E-04	-1,68E-04	1,33E-04	
12	16,2	0	9,99	9,61E+00	0,00E+00	4,24E+02	-9,87E-01	-1,24E+00	1,46E-01	-1,10E-04	-1,64E-04	1,35E-04	
13	0	0	45,01	0,00E+00	0,00E+00	3,39E+02	3,64E-04	-1,05E-03	2,80E-02	-1,49E-04	-1,77E-04	4,04E-04	
14	2,7	0	45,01	4,00E+00	0,00E+00	3,39E+02	3,81E-04	-1,05E-03	2,79E-02	-1,48E-04	-1,77E-04	4,03E-04	
15	5,4	0	45,01	7,95E+00	0,00E+00	3,38E+02	4,28E-04	-1,04E-03	2,78E-02	-1,47E-04	-1,76E-04	4,00E-04	
16	9	0	45,01	1,31E+01	0,00E+00	3,36E+02	5,35E-04	-1,03E-03	2,74E-02	-1,43E-04	-1,74E-04	3,94E-04	
17	12,5	0	45,01	1,80E+01	0,00E+00	3,32E+02	7,10E-04	-1,01E-03	2,68E-02	-1,37E-04	-1,71E-04	3,84E-04	
18	16,2	0	45,01	2,29E+01	0,00E+00	3,28E+02	9,78E-04	-9,80E-04	2,59E-02	-1,28E-04	-1,68E-04	3,70E-04	

**Tabela 25 - Resumo da análise das estruturas finais do segmento 3 da BR-116/RS**

Estrutura	Parâmetros admissíveis	Parâmetros calculados	Resultado
	$\epsilon_{rev}$ (FHWA)	$\epsilon_{rev}$	
Ruas Laterais	2,10E-04	1,68E-04	OK

A avaliação mecanicista permitiu concluir que as estruturas definidas para projeto são suficientes para resistir aos esforços oriundos do tráfego sem sofrer deformações excessivas e ruptura por fadiga.

#### 2.4.7 Estrutura adotada para o pavimento flexível

A partir dos dimensionamentos e análises apresentadas anteriormente foram adotadas as seguintes estruturas para o presente projeto:

**Tabela 26 - Estruturas adotadas do segmento 3 da BR-116/RS – PI Domingos Martins**

Local	Revestimento (cm)	Base (cm)	Sub-base (cm)	Reforço do Subleito em Pedra Britada (cm)
Ruas Laterais	10,0	15,0	20,0	0,0
Ruas Laterais com Reforço do Subleito	10,0	15,0	20,0	30,0

Com base nos resultados obtidos por meio das sondagens, verificou-se que o subleito das vias Avenida Doutor Sezefredo Azambuja Vieira, entre os km 0+221 e km 0+304, Rua Pinto Bandeira, entre os km 1+110 e km 1+200, e Rua Dona Rafaela, entre os km 1+200 e km 1+300, apresenta presença significativa de turfa/argila marrom em sua composição.

Segundo o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), a turfa é classificada como um solo orgânico, caracterizado por ausência de plasticidade, alta compressibilidade e presença significativa de partículas fibrosas associadas a matéria orgânica, geralmente com coloração marrom-escura a preta. Trata-se de um material com comportamento mecânico inadequado para aplicações em pavimentação, devido à sua elevada deformabilidade e baixa capacidade de suporte. Mesmo quando apresenta certa resistência à penetração, essa característica pode estar associada à presença de raízes ou estruturas vegetais ainda não decompostas, o que não assegura estabilidade ao longo do tempo.

Portanto, recomenda-se a execução de um reforço de subleito nos trechos afetados, com a substituição parcial do solo existente por uma camada de 30 cm de pedra

britada. A solução adotada mantém a mesma estrutura já prevista para as ruas laterais da via, apenas incorporando o reforço adicional nos pontos onde foi identificada a presença de turfa.

Nas demais ruas analisadas, os resultados dos ensaios de suporte (CBR) atenderam aos requisitos estabelecidos em projeto, em que para fins de dimensionamento do pavimento para rua laterais, utilizou-se o CBR igual a 7,0%.

Além disso, serão executados drenos longitudinais rasos ao longo de toda a extensão do trecho contemplado por este projeto.

#### 2.4.8 Controle deflectométrico

Para a etapa de execução da estrutura torna-se imprescindível a verificação das deflexões nas camadas do pavimento por meio de controle deflectométrico. Sendo assim, procedeu-se com auxílio do programa AEMC o cálculo das deflexões nas camadas da estrutura do pavimento.

Os valores de deflexão esperados para as camadas da estrutura dimensionada para as ruas laterais são apresentados na Tabela 27.

**Tabela 27 - Controle deflectométrico – Ruas laterais**

Camada	Deflexão (0,01 mm)	Tolerância para pontos individuais (0,01 mm)	Deflexão para pontos individuais (0,01 mm)
Revestimento	45	+ 10	<b>55</b>
Base	80	+ 15	<b>95</b>
Sub-base	100	+ 15	<b>115</b>
Subleito	170	+ 30	<b>200</b>

#### 2.4.9 Detalhamento executivo

A seguir é apresentado o detalhamento executivo da estrutura de implantação.

##### **Ruas laterais**

- Revestimento: O revestimento com 10,0 cm de espessura deverá ser executado em duas camadas, sendo: a primeira camada em Concreto Betuminoso Usinado a Quente com Asfalto Convencional com espessura de

---

5,0 cm; e a última camada em Concreto Betuminoso Usinado a Quente com Asfalto Modificado por Polímero AMP 60/85E com 5,0 cm de espessura;

- Pintura de Ligação: Emulsão Asfáltica do tipo RR-1C, Taxa 0,5 L/m<sup>2</sup> entre as camadas;
- Imprimação: CM-30 (Asfalto diluído), taxa de 1,2 L/m<sup>2</sup>;
- Base: Execução da camada com Brita Graduada Simples e espessura de 15,0 cm;
- Sub-Base: Execução da camada com Brita Graduada Simples e espessura de 20,0 cm;
- Execução de regularização do subleito.

#### **Ruas laterais com Reforço do Subleito**

- Revestimento: O revestimento com 10,0 cm de espessura deverá ser executado em duas camadas, sendo: a primeira camada em Concreto Betuminoso Usinado a Quente com Asfalto Convencional com espessura de 5,0 cm; e a última camada em Concreto Betuminoso Usinado a Quente com Asfalto Modificado por Polímero AMP 60/85E com 5,0 cm de espessura;
- Pintura de Ligação: Emulsão Asfáltica do tipo RR-1C, Taxa 0,5 L/m<sup>2</sup> entre as camadas;
- Imprimação: CM-30 (Asfalto diluído), taxa de 1,2 L/m<sup>2</sup>;
- Base: Execução da camada com Brita Graduada Simples e espessura de 15,0 cm;
- Sub-Base: Execução da camada com Brita Graduada Simples e espessura de 20,0 cm;
- Preenchimento da rua lateral: Execução da camada com Pedra Britada com espessura de 30,0 cm;
- Execução de regularização do subleito.

#### **Obras de Arte Especiais (OAE's)**

Para o revestimento das Obras de Arte Especiais novas projetadas, indica-se a execução de camada com 7,0 cm de espessura sobre a laje da estrutura acabada. A camada de revestimento deverá ser precedida por pintura de ligação com emulsão asfáltica tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,5 l/m<sup>2</sup>. A mistura asfáltica deverá ser do tipo CBUQ com CAP modificado por polímero AMP 60/85E, em acordo com a orientação do termo de referência do Edital a respeito do Projeto de Pavimentação onde diz que *“para as OAE’s deverá ser projetado revestimento flexível, com utilização de ligante modificado... conforme Norma DNIT 129/2011-EM”*.

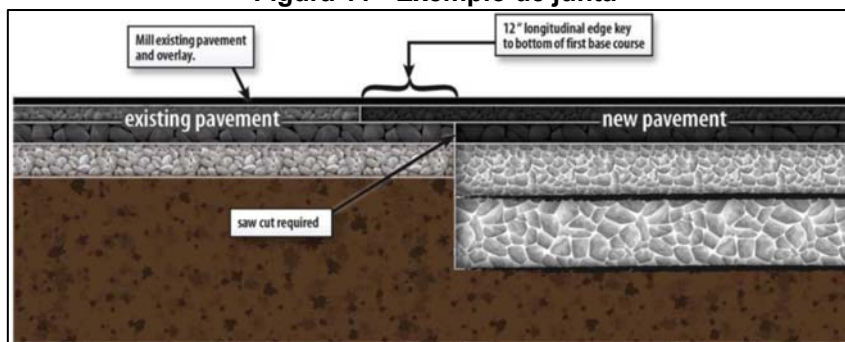
#### 2.4.10 Recomendações construtivas

Como o DNIT não dispõe de manuais ou instruções técnicas tratando de boas práticas construtivas quando do alargamento de pistas ou adição de faixas, como referência, utilizou-se o documento “Improvement of Widening Joint Design and Construction Practices for Flexible Pavements”, editado pelo Florida Department of Transportation (FDOT) e o artigo “Considerações de Projeto e Aspectos Construtivos de Alargamento de Via em Pavimentos Asfálticos”, de Suzuki et al. (2011) para instruir quanto aos procedimentos preliminares a serem considerados anteriormente à implantação do alargamento propriamente dito. A seguir são recomendações que poderão ser adotadas para o caso de alargamento de pistas:

- **Recomenda-se evitar que a junta construtiva fique na trilha de roda:** visto que na área da trilha de roda ocorrem os grandes esforços na estrutura de pavimento, quando possível geometricamente, recomenda-se que a junta construtiva (que é uma região naturalmente mais frágil) não fique posicionada neste ponto.

- **Escalonamento de juntas entre as camadas de pavimento:** muitos dos departamentos de transporte recomendam que, ao invés de uma junta transversal contínua, do topo do revestimento até a sub-base, adote-se um escalonamento nas juntas da interface do pavimento existente com o alargamento, de modo a minimizar o problema de formação de trinca longitudinal e recalque diferencial, conforme exemplo da Figura 11.

Figura 11 - Exemplo de junta



Esta condição é atendida na seção transversal proposta pelo projeto. O escalonamento deverá ser executado na camada final do revestimento.

- **Posicionar a junta dentro do pavimento existente:** Recomenda-se que a junta executiva não fique na borda externa da pista, e seja deslocada para dentro da estrutura de pavimento existente. No projeto em questão, optou-se pela fresagem de 30,0 cm da estrutura do pavimento existente a partir da borda externa do acostamento, com espessura igual a última camada do revestimento.

O aumento do volume de tráfego, peso crescente dos eixos e variações bruscas de temperatura ao longo do ano provocam maiores solicitações ao pavimento, necessitando, de materiais que apresentem um comportamento diferenciado em relação ao CAP como o uso do polímero incorporado ao concreto asfáltico.

A adição de polímero no concreto asfáltico torna-o mais resiliente para aliviar os esforços nas misturas betuminosas em temperaturas baixas, proporcionando maior recuperação elástica e melhor comportamento frente à fadiga. Fora que, seu uso reduz a suscetibilidade térmica, CAP modificados tendem a ter menores deformações nas trilhas de roda, reduzem o envelhecimento/oxidação do revestimento, aumentam da resistência do ligante frente à deformação plástica, fissuração e fadiga, reduz a viscosidade à temperatura de mistura e aplicação, e também melhoram a adesividade do ligante.

Ante ao exposto, recomendou-se que as últimas camadas de revestimento asfáltico com concreto convencional sejam em concreto com polímero com CAP AMP 60/85E.

#### 2.4.11 Especificações

As especificações dos serviços de pavimentação estão apresentadas a seguir:

- DNIT 031/2006- ES – Pavimentos Flexíveis – Concreto Asfáltico;
- DNIT 137/2010 ES – Regularização do Subleito;
- DNIT 139/2010 ES – Sub-base Estabilizada Granulometricamente;
- DNIT 141/2010 ES – Base Estabilizada Granulometricamente;
- DNIT 144/2014 ES – Imprimação com Ligante Asfáltico Convencional;
- DNIT 145/2012 ES – Pintura de Ligação com Ligante Asfáltico Convencional;
- DNER-ES 385/99 – Pavimentação - Concreto asfáltico com asfalto polímero.

#### 2.4.12 Ocorrência de materiais para a pavimentação

Os agregados para utilização em camadas de sub-base e base e as misturas asfálticas serão provenientes pedreiras e usinas de asfalto comerciais, tendo em vista que se trata de uma obra a qual necessita destes materiais desde o início.

A seguir serão apresentadas as ocorrências de materiais para a pavimentação e ao final serão apresentadas as licenças e ensaios das pedreiras e areais.

##### 2.4.12.1 *Pedreiras*

As pedreiras e usina de asfalto utilizadas neste projeto são:

Pedreira 01 – Toniolo Busnello: localizada na Rua Reinaldo Leopoldino de Souza, 555 - Boa Vista, Portão/RS, a pedreira e usina comercial Toniollo Busnello possui usina de asfalto anexa às suas instalações e está a uma distância média de transporte de 25,4 km até o canteiro de obras. A Pedreira Toniolo Busnello irá fornecer brita graduada e concreto asfáltico para a obra. A produção média mensal da pedreira é de 65.000 m<sup>3</sup>.

Pedreira 02 – Vila Rica: localizada na BR-386 km 414, bairro Vendinha, da cidade de Montenegro – RS, a pedreira Vila Rica está a uma distância média de transporte

de 38,8 km até o canteiro de obras. A pedreira Vila Rica irá fornecer pedra britada para o preenchimento dos canteiros. A produção média mensal da 5.000 toneladas.

A norma DNIT 031/2006-ES estabelece os requisitos e controle de qualidade dos materiais empregados na pavimentação do concreto asfáltico convencional, na Tabela 28 são apresentados os limites dos agregados para o concreto asfáltico convencional. Ressalta-se que a composição do concreto asfáltico de a ser utilizado na obra deve satisfazer aos requisitos apresentados na

Tabela 29 com as respectivas tolerâncias no que diz respeito à granulometria e aos percentuais do ligante asfáltico determinados pelo projeto da mistura.

**Tabela 28 - Limites dos agregados para o concreto asfáltico convencional**

Ensaio	Limite da Especificação
Desgaste "Los Angeles"	≤ 50%
Durabilidade	< 12%
Resistência à tração por compressão diametral	> 0,7 MPa
Adesividade DNER-ME 079/94	0: Má 1 – 3: Satisfatória 4 – 9: Boa 10: Ótima
Equivalente de areia do agregado miúdo	≥ 55%

**Tabela 29 - Composição granulométrica do concreto asfáltico convencional**

Peneira	% em massa, passando Especificação DNIT 031/2006-ES			
	A	B	C	Tolerância
Abertura (mm)				
2"	100	-	-	-
1 ½"	95 - 100	100	-	± 7%
1"	75 - 100	95 - 100	-	± 7%
¾"	60 - 90	80 - 100	100	± 7%
½"	-	-	80 - 100	± 7%
3/8"	35 - 65	45 - 80	70 - 90	± 7%
Nº 4	25 - 50	28 - 60	44 - 72	± 5%
Nº 10	20 - 40	20 - 45	22 - 50	± 5%
Nº 40	10 - 30	10 - 32	8 - 26	± 5%
Nº 80	5 - 20	8 - 20	4 - 16	± 3%
Nº 200	1 - 8	3 - 8	2 - 10	± 2%
Asfalto solúvel no CS2(+) (%)	4,0 - 7,0 Camada de ligação (Binder)	4,5 - 7,5 (Camada de ligação e rolamento)	4,5 - 9,0 (Camada de rolamento)	± 0,3%

Complementarmente, a norma DNER-ES 385/99 estabelece os requisitos e controle de qualidade dos materiais empregados na pavimentação do concreto asfáltico com polímero. Na Tabela 30 são apresentados os limites de aceitação para os materiais britados. A composição do concreto asfáltico com asfalto polímero a ser utilizado em obra deve satisfazer os requisitos da Tabela 31 com as respectivas tolerâncias no que diz respeito à granulometria e aos percentuais de ligante asfáltico

**Tabela 30 - Limites dos agregados para o concreto asfáltico com polímero**

Ensaio	Limite da Especificação
Desgaste "Los Angeles"	≤ 55%
Durabilidade	< 12%
Resistência à tração por compressão diametral	> 0,7 MPa
Adesividade DNER-ME 079/94	0: Má 1 – 3: Satisfatória 4 – 9: Boa 10: Ótima
Equivalente de areia do agregado miúdo	≥ 55%

**Tabela 31 - Composição granulométrica para o concreto asfáltico com polímero**

Peneira	% em massa, passando Especificação DNER-ES 385/99			
	A	B	C	Tolerância
Abertura (mm)				
2"	100	-	-	-
1 ½"	95 - 100	100	-	± 7%
1"	75 - 100	95 - 100	-	± 7%
¾"	60 - 90	80 - 100	100	± 7%
½"	-	-	85 - 100	± 7%
3/8"	35 - 65	45 - 80	75 - 100	± 7%
Nº 4	25 - 50	28 - 60	50 - 85	± 5%
Nº 10	20 - 40	20 - 45	30 - 75	± 5%
Nº 40	10 - 30	10 - 32	15 - 40	± 5%
Nº 80	5 - 20	8 - 20	8 - 30	± 3%
Nº 200	1 - 8	3 - 8	5 - 10	± 2%
Ligante polimerizado solúvel no tricloroetileno, %	4,0 - 6,0 Camada de ligação (Binder)	4,0 - 7,0 (Camada de ligação e rolamento)	5,0 - 7,5 (Camada de rolamento)	± 0,3%

A norma DNIT 141/2010 – ES apresenta a sistemática a ser empregada na execução da camada estabilizada granulometricamente e as características que o material deve apresentar. Na Tabela 32 são apresentadas as faixas e limites aceitáveis pela norma, bem como a faixa granulométrica de projeto, que proverá da empresa Toniolo Busnello.

**Tabela 32 - Limites e tolerância da composição granulométrica para a base**

Tipos de Peneiras	N > 5 x 10 <sup>6</sup>			Tolerâncias da Faixa de Projeto	Faixa Granulométrica Pedreira Toniolo Busnello
	A	B	C		
	% em peso passando				
2"	100	100	-	±7	100
1"	-	75 - 90	100	±7	-
3/8"	30 - 65	40 - 75	50 - 85	±7	44,7
Nº 4	25 - 55	30 - 60	35 - 65	±5	35,9
Nº 10	15 - 40	20 - 45	25 - 50	±5	26,8
Nº 40	8 - 20	15 - 30	15 - 30	±2	11,4
Nº 200	2 - 8	5 - 15	5 - 15	±2	4,5

Além da composição granulométrica, a norma DNIT 141/2010 estabelece os requisitos e controle de qualidade da camada de base. Na Tabela 33 são apresentados os limites de aceitação para o material, bem como os resultados dos ensaios da brita graduada de projeto, produzido pela pedreira Toniolo Busnello.

**Tabela 33 - Limites dos agregados para a base**

Ensaio	Limite da Especificação	Pedreira Toniolo Busnello
Desgaste "Los Angeles"	≤ 55%	14%
ISC	≥ 80%	205,8%
Expansão	≤ 0,5%	0,0%
Equivalente de Areia	≥ 55%	65,3%

Para a camada de sub-base, a especificação DNIT 139/2010 – ES exige que o material apresente CBR maior que 20% e expansão menor ou igual a 1%. A partir dos ensaios apresentados, pode-se afirmar que as pedreiras indicadas para o projeto atendem satisfatoriamente as características estabelecidas pelo DNIT.

#### 2.4.12.2 Areal

Indica-se que o material seja proveniente da extração comercial Areia Sinos, situada R. Lansul, 346 - Três Portos, Sapucaia do Sul/RS, a uma distância média de transporte até o canteiro de obras de 3,0 km. O areal possui uma produção mensal de 45.750 toneladas.



#### 2.4.12.3 *Jazida de solo*

Indica-se que o material seja proveniente da jazida comercial pertencente à empresa Construsinos com material de 1ª categoria. A jazida está situada Av. Parobé, nº 3355 - Scharlau, São Leopoldo/RS, a uma distância média de transporte até o canteiro de obras de 14,0 km.

#### 2.4.12.4 *Materiais asfálticos*

Para emprego na imprimação recomenda-se a utilização de asfalto diluído do tipo CM-30, já para a pintura de ligação indica-se emulsão asfáltica tipo ruptura rápida RR-1C. Ambos com fonte na cidade de Canoas/RS, a uma distância média de transporte até o canteiro de obras de 6,5 km.

Indica-se que o CAP 50-70 para o CBUQ Convencional e o CAP modificado com polímero AMP 60/85E para o CBUQ com Polímero provenham também de Canoas/RS, a uma distância média de transporte até a pedreira indicada de 32,7 km.

#### 2.4.12.5 *Observações*

Caso ocorra a alteração das fontes dos matéria para a pavimentação durante a etapa de obras, deve-se garantir que o material a ser empregado é competente e atenda as especificações de serviço, citadas anteriormente.

### 2.4.13 Quadro de Quantidades

A tabela a seguir apresenta a relação dos serviços de pavimentação e as suas respectivas quantidades para o projeto da PI Domingos Martins - BR-116/RS.

Código	Descrição do Serviço	Unidade	Quantidade
4915667	Remoção mecanizada de revestimento asfáltico	m <sup>3</sup>	756,0
1600441	Remoção de paralelepípedos	m <sup>2</sup>	376,0
4915669	Remoção mecanizada de camada granular do pavimento	m <sup>3</sup>	645,0
4011459	Concreto asfáltico areia e brita comerciais - areia e brita comerciais	t	1.271,0
4011461	Concreto asfáltico com asfalto polímero - areia e brita comerciais	t	1.328,0
4011353	Pintura de ligação	m <sup>2</sup>	19.556,0
4011351	Imprimação com asfalto diluído	m <sup>2</sup>	9.553,0
4011276	Base de brita graduada com brita comercial	m <sup>3</sup>	1.420,0
4011276	Sub-base de brita graduada com brita comercial	m <sup>3</sup>	1.842,0
4011209	Regularização do subleito	m <sup>2</sup>	9.208,0
	Aquisição e transporte de ligante asfáltico a quente - CAP 50/70	t	58,6
	Aquisição e transporte de ligante asfáltico a quente com asfalto polímero - AMP 60/85E	t	63,0
	Aquisição e transporte de ligante asfáltico a frio - RR-1C	t	9,8
	Aquisição e transporte de ligante asfáltico a frio - CM-30	t	11,5

Como o SICRO contempla apenas o serviço de remoção de paralelepípedo, foi necessário agrupar, no mesmo item, os quantitativos referentes à remoção de paralelepípedo e de lajota. Isso ocorreu porque o SICRO não apresenta item específico para remoção de lajotas. Na rodovia em questão, existem dois tipos de pavimento: lajota, com área de 194 m<sup>2</sup>, e paralelepípedo, com 182 m<sup>2</sup>.



## **2.5 Projeto de Sinalização**

### 2.5.1 Introdução

O projeto de sinalização segue o Código de Trânsito Brasileiro (CTB) e suas normas complementares, incluindo os manuais mais recentes sobre sinalização rodoviária e de obras. O objetivo é garantir que a sinalização permanente siga rigorosamente as normas de segurança. São especificados os materiais a serem utilizados e as normas NBR 14.644, NBR 14.891, e NBR 15.405, além da NBR 15426 para retrorrefletividade.

### 2.5.2 Sinalização Vertical

A sinalização vertical utiliza placas para comunicar informações aos usuários, como regulamentação, advertência, orientação e educação. Elas devem atender aos requisitos de retrorrefletividade e estar em conformidade com a NBR 14891/2021. As placas serão instaladas com deflexões horizontais e inclinações para minimizar o reflexo e garantir maior visibilidade.

### 2.5.3 Sinalização de Regulamentação

As placas de regulamentação têm o objetivo de informar sobre proibições, obrigações e restrições, com dimensões conforme o Manual de Sinalização de Regulamentação do CONTRAN. Cores e dimensões específicas para cada tipo de placa são definidas, como por exemplo, as placas circulares utilizadas nesse projeto.

### 2.5.4 Sinalização de Advertência

Placas de advertência são projetadas para alertar sobre situações perigosas, ou pontos de atenção. As placas terão lado de 0,80m, e as cores seguem o padrão Munsell.

### 2.5.5 Sinalização de Indicação

Placas de indicação têm como finalidade orientar os usuários com informações sobre direções, distâncias, e serviços auxiliares. São usadas cores específicas, e o texto segue padrões tipográficos regulamentados pelo CONTRAN.

## 2.5.6 Sinalização Horizontal

A sinalização horizontal no presente projeto inclui pintura de travessia de pedestre e linhas de demarcação para complementar a sinalização vertical. É crucial que trechos em obras ou recém-concluídos não sejam liberados sem a sinalização horizontal adequada.

### **Retrorefletividade:**

- Os critérios devem ser cumpridos conforme NBR 14723 – Sinalização Horizontal – Avaliação da Retrorefletividade.
- A retrorefletorização inicial mínima é de de 250 mcd.lx-1.m-2 para a cor branca e 150 mcd.lx-1.m-2 para a cor amarela.
- A retrorefletividade residual mínimo é de 100 mcd.lx- 1.m-2 para a cor amarela e 80 mcd.lx- 1.m-2 para a cor amarela.

### **Marcas longitudinais:**

- Deve ser utilizado Tinta de base acrílica emulsionada em água, espessura de 0,5 mm (garantia de durabilidade de 24 meses).

### **Demais marcas:**

- Deve ser utilizado Termoplástico por Extrusão (EM-372), espessura de 3,0mm (garantia de durabilidade de 24 meses).

## 2.5.7 Marcas Longitudinais

### **Linhas de Divisão de fluxos opostos (LFO):**

- Serão simples contínuas, sempre em amarelo.

## 2.5.8 Marcas Transversais

### **Linhas de retenção:**

- Contínuas, em branco, com largura de 0,50m, localizadas a 1,00 m do meio-fio.

---

**Faixas de Travessia de Pedestre:**

- Em branco, largura e espaçamento de 0,40m, comprimento de 4 m, a 1,60 m das linhas de retenção.

**2.5.9 Marcas de Canalização****Zebrado de preenchimento de área de pavimento não utilizável (ZPA):**

- Linhas inclinadas de 45° destacando áreas não utilizáveis.

**2.5.10 Inscrições no Pavimento****Legendas:**

- Letras e números, como “PARE”, em branco, com altura de 1,60 m.

**2.5.11 Considerações Finais**

Os sinais verticais, que incluem sinais de regulamentação, advertência e indicação, são projetados para garantir que as regras de trânsito sejam seguidas e que os motoristas estejam cientes de condições perigosas e mudanças nas vias.

A eficácia da sinalização vertical depende de sua visibilidade e legibilidade, o que exige o cumprimento rigoroso de normas e padrões técnicos. A manutenção contínua e a substituição oportuna de sinais danificados são essenciais para assegurar que a sinalização continue a desempenhar seu papel de maneira eficaz. Em última análise, uma sinalização vertical bem projetada e mantida contribui significativamente para a segurança rodoviária, ajudando a prevenir acidentes e melhorar o fluxo de tráfego.

A sinalização horizontal desempenha um papel crucial na segurança e eficiência das rodovias, complementando a sinalização vertical e garantindo a correta orientação do tráfego. A implementação adequada das marcas longitudinais, transversais, e de canalização, além das inscrições no pavimento assegura a visibilidade e a compreensão das regras de trânsito pelos motoristas. A observância dos critérios de retrorefletividade e a escolha dos materiais apropriados, como tintas acrílicas e termoplásticas, garantem a durabilidade e a eficácia da sinalização em diferentes condições de iluminação e clima.

2.5.12 Quadro de Quantidades

A tabela a seguir apresenta a relação dos serviços de sinalização e as suas respectivas quantidades para o projeto da PI Domingos Martins - BR-116/RS.

<b>Código</b>	<b>Descrição do Serviço</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>
5213403	Pintura de faixa com tinta acrílica emulsionada em água - espessura de 0,5 mm	m <sup>2</sup>	201,30
5213409	Pintura de setas e zebrados com termoplástico por extrusão - espessura de 3,0 mm	m <sup>2</sup>	159,70
5213360	Tacha refletiva bidirecional - fornecimento e colocação	Un.	174
5213864	Suporte metálico galvanizado para placa de advertência ou regulamentação - lado ou diâmetro de 0,80 m - fornecimento e implantação	Un.	9
5213465	Placa de advertência em aço, lado de 0,80 m - película retrorrefletiva tipo I + SI - fornecimento e implantação	Un.	6
5213441	Placa de regulamentação em aço D = 0,80 m - película retrorrefletiva tipo I + SI - fornecimento e implantação	Un.	5
5213487	Placa em alumínio composto, espessura de 3,0 mm, modulada, aérea - película retrorrefletiva tipo III + III - fornecimento e implantação	m <sup>2</sup>	5,70
-	Braço projetado metálico com vão de 8,3 m, vento de 40 m/s e área de exposição de até 12,45 m <sup>2</sup> - fornecimento e implantação - areia e brita comerciais	Un.	2



---

## **2.6 Projeto de Obras Complementares**

### 2.6.1 Introdução

O projeto de obras complementares baseia-se na necessidade de remoção e construção de elementos relativos à rodovia. Para a definição das remoções necessárias, é utilizada a comparação entre a restituição topográfica e o projeto geométrico, definindo os locais onde estes elementos interferem nas soluções de traçado propostas e onde é necessário construir novos.

### 2.6.2 Remoção de Dispositivos Existentes

Este projeto prevê a remoção de meio fio de concreto, demolição de concreto simples, remoção de paralelepípedos, placas de sinalização, árvores, muros de alvenaria, portões, grades de ferro, cercas e postes. As obras complementares da rodovia também contemplam a execução de calçadas com acessibilidade.

### 2.6.3 Implantação de Novos Dispositivos

Ao longo do trecho, foi prevista a construção de novas calçadas nos locais onde observou-se a sua descontinuidade. As calçadas deverão ser construídas garantindo os requisitos mínimos de acessibilidade, conforme estabelece o Decreto nº 5.296, deve conter a implantação de piso tátil, conforme NBR 9050/2020.

A estrutura da calçada é constituída de concreto  $f_{ck}=20\text{MPa}$  com espessura de 8 cm assente sobre lastro de brita com 5 cm de espessura. Deverá ser prevista junta de dilatação a cada 2 m de largura, com a execução de corte de 3 cm anteriormente à cura completa do concreto.

Adicionalmente, nos trechos de acesso a veículos, será adotada calçada em concreto armado, utilizando-se tela de aço soldada CA-60 com diâmetro de fio de 6,0 mm e espaçamento de malha 10x10 cm, de modo a garantir maior resistência mecânica à estrutura.

Os detalhes construtivos para ambas as situações — calçada em concreto simples e calçada em concreto armado nos acessos de veículos — encontram-se apresentados no Volume 2 – Projeto de Execução.

### 2.6.3.1 Sinalização Tátil

A sinalização tátil de piso é um recurso pra prover segurança, orientações e mobilidade a todas as pessoas, principalmente para pessoas com deficiência visual, compreendendo a sinalização de alerta e a sinalização direcional, a ser utilizada para as seguintes funções:

#### **Função identificação de perigos:**

- Informar sobre a existência de desníveis ou outras situações de risco permanente;

#### **Função condução:**

- Orientar o sentido do deslocamento seguro;

#### **Função mudança de direção:**

- Informar as mudanças de direção ou opções de percursos;

#### **Função marcação de atividade:**

- Orientar o posicionamento adequado para o uso de equipamento ou serviços.

A sinalização tátil deve atender às seguintes características:

- Ser antiderrapante, em qualquer condição;
- Ter relevo contrastante em relação ao piso adjacente, de forma a ser claramente percebida por pessoas com deficiência visual que utilizam a técnica de bengala longa;
- Ter cor contrastante em relação ao piso adjacente, de forma a ser percebido por pessoas com baixa visão;
- Atender as características de desenho, relevo e dimensões de acordo com a NBR 16537.

A Sinalização Tátil de Alerta deve ser utilizada para sinalizar situações que envolvam risco de segurança permanente ou desníveis, sempre perpendicularmente ao

sentido de deslocamento. Deve ser utilizada na identificação da travessia de pista de rolamento e início e término de rampas.

A Sinalização Tátil Direcional deve ser utilizada quando da ausência ou descontinuidade de linha guia identificável, como guia de caminhamento em ambientes internos ou externos, edificadas ou não, onde seja necessária a referência de sentido de deslocamento ou quando houver caminhos preferenciais de circulação, desde a origem até o destino, passando pelas áreas de interesse, de uso ou serviços.

Os meios fios estão previstos nos bordos das calçadas e nos canteiros projetados. O meio fio utilizado para esses locais será o meio-fio do tipo MFC-05. Já nos acessos de veículos foi utilizado o meio-fio do tipo MFC-06.

#### 2.6.4 Considerações Finais

Em fase de execução dos serviços, os materiais empregados deverão ser aprovados pela Fiscalização da Obra, com todos os atestados e certificações comprovando atender aos requisitos do projeto.

#### 2.6.5 Quadro de Quantidades

Apresentam-se, no quadro a seguir, os quantitativos de Obras Complementares.

<b>Código</b>	<b>Descrição do Serviço</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>
-	Piso podotátil 40x40x2,5cm	un	759
2003376	Meio fio de concreto - MFC 05 - areia extraída e brita produzida - fôrma de madeira	m	504,08
2003379	Meio-fio de concreto - MFC 06 - areia e brita comerciais - fôrma de madeira	m	48,10
408067	Tela de aço eletrosoldada - fornecimento, preparo e colocação	kg	114,40
94991/SINAPI	Execução de passeio (calçada) ou piso de concreto com concreto moldado in loco, usinado C20, acabamento convencional, não armado	m <sup>3</sup>	46,41
2003850	Lastro de brita comercial compactado com soquete vibratório - espalhamento manual	m <sup>3</sup>	29,01
1600441	Remoção de paralelepípedos	m <sup>2</sup>	811,32
1619006	Demolição mecânica de concreto simples com escavadeira hidráulica	m <sup>3</sup>	38,38



Código	Descrição do Serviço	Unidade	Quantidade
-	Remoção de Grade de Ferro	m	37,70
1619004	Demolição mecânica de alvenaria com carregadeira de pneus	m <sup>3</sup>	4,41
-	Remoção de Portão	m	22,59
1600966	Remoção de cerca com mourões de concreto	m	81,36
4915768	Corte e remoção de árvores	m <sup>3</sup>	7,00
5213364	Remoção de placa de sinalização	m <sup>2</sup>	13,00
-	Realocação de Poste	un	9



## **2.7 Projeto de Remanejamento de Redes de Serviços Públicos**

### 2.7.1 Introdução

Em função da implantação da Passagem Inferior (P.I.) Domingos Martins, no município de Canoas – RS, associada às obras de melhoramento viário, drenagem, pavimentação e demais intervenções urbanas previstas no escopo do projeto, identificou-se a possibilidade de interferência com diversas redes técnicas de infraestrutura já existentes na área de intervenção.

As redes afetadas incluem sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, distribuição de gás natural e rede aérea de posteamento para energia elétrica e telecomunicações. Cada uma dessas infraestruturas possui características operacionais específicas, demandando análise individualizada quanto à necessidade de remanejamento, realocação ou proteção, conforme as diretrizes técnicas de suas respectivas concessionárias.

A seguir, são apresentados os apontamentos técnicos relacionados a cada rede, com base em levantamentos preliminares, inspeções em campo e compatibilizações projetuais. Para cada sistema, são indicadas a concessionária responsável, as possíveis interferências e as medidas previstas para mitigação de conflitos. No Volume 2, encontra-se a planta de remanejamento consolidada, com a representação georreferenciada dos traçados existentes e dos pontos críticos de sobreposição com o projeto de engenharia.

### 2.7.2 Rede de Abastecimento de Água

Considerando a implantação da Passagem Inferior (P.I.) Domingos Martins, no município de Canoas – RS, e as intervenções associadas de requalificação urbana, há possibilidade de interferência direta com as redes de abastecimento de água existentes no entorno da área de obras. As atividades previstas envolvem escavações em diferentes profundidades, alteração do greide e reconfiguração do traçado viário, o que pode demandar o remanejamento de trechos da infraestrutura hídrica.

A concessionária responsável deverá ser acionada para análise técnica e definição das soluções de engenharia cabíveis. Será necessária a realização de levantamentos planialtimétricos detalhados e validação das informações em campo.

### 2.7.3 Sistema de Esgotamento Sanitário

As obras de implantação da Passagem Inferior (P.I.) Domingos Martins, em Canoas – RS, poderão impactar elementos do sistema público de esgotamento sanitário, como coletores-tronco e ramais secundários. As escavações previstas, associadas a intervenções de drenagem, fundações e reconfiguração do sistema viário, podem interferir na estabilidade ou continuidade operacional dessas infraestruturas, exigindo o reposicionamento ou substituição de alguns trechos.

A concessionária responsável deverá ser consultada para orientação técnica quanto aos procedimentos de remanejamento. Recomenda-se a execução de levantamentos topográficos atualizados e sondagens específicas para confirmar a posição e a profundidade dos coletores.

### 2.7.4 Rede de Distribuição de Gás

A execução da Passagem Inferior (P.I.) Domingos Martins, no município de Canoas – RS, poderá ocasionar interferências significativas na rede subterrânea de distribuição de gás natural, especialmente em função de escavações profundas, movimentação de solo e rebaixamento do leito da via. Dada a natureza do produto transportado e os requisitos de segurança operacional, quaisquer alterações na rede de gás devem ser tratadas com rigor técnico.

A concessionária responsável deverá ser envolvida em todas as etapas de planejamento, vistoria e remanejamento da rede. Serão necessárias inspeções em campo para confirmação do traçado, profundidade e pontos de acesso, bem como a definição de rotas alternativas quando aplicável.

### 2.7.5 Infraestrutura de Postejamento

A implantação da Passagem Inferior (P.I.) Domingos Martins, no município de Canoas – RS, poderá implicar no remanejamento de postes e da infraestrutura aérea de distribuição de energia elétrica e telecomunicações, atualmente instalada nas laterais da via existente. As interferências decorrem principalmente da necessidade de alargamento da via, escavações para fundações e alterações geométricas no entorno da obra.

A rede de distribuição aérea encontra-se sob responsabilidade da RGE – Rio Grande Energia, a qual deverá ser consultada para elaboração do plano de remanejamento, em conjunto com os operadores de telecomunicação, quando aplicável. Serão apresentados os pontos exatos onde será necessário o deslocamento dos postes, com base em mapeamento georreferenciado. Tais informações estão detalhadas na planta de remanejamento, incluída no Volume 2, assim como na nota de serviço apresentada a seguir.

### 2.7.6 Nota de Serviço

POSTES A REALOCAR				
Km	Posição	Afastamento do Eixo (m)	Tipo	Observações
000+002	LE	6,50	Poste de Energia	Alta/Baixa Tensão
000+020	LE	6,50	Poste de Energia	Alta/Baixa Tensão
000+035	LE	6,50	Poste de Energia	Alta/Baixa Tensão
000+050	LE	6,50	Poste de Energia	Alta/Baixa Tensão
000+073	LE	6,50	Poste de Energia	Alta/Baixa Tensão
000+103	LE	7,00	Poste de Energia	Alta/Baixa Tensão
000+165	LE	12,00	Poste de Energia	Alta/Baixa Tensão
000+170	LE	14,50	Poste de Energia	Alta/Baixa Tensão
000+225	LE	4,50	Poste de Energia	Alta/Baixa Tensão
000+257	LE	6,00	Poste de Energia	Alta/Baixa Tensão
<b>Poste de Energia - Alta/Baixa tensão</b>			<b>10,00</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>10,00</b>	



---

## 2.8 Projeto de Iluminação

### 2.8.1 Objetivo

O presente memorial visa descrever o sistema de distribuição de iluminação viária sobre a P.I. DOMINGOS MARTINS para o DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE – DNIT no Município de Canoas/RS.

### 2.8.2 Dados Técnicos de Projeto

**Tipo de Projeto:**

- Instalação de iluminação pública na P.I. Domingos Martins.

**Local:**

- Canoas/ RS.

**Proprietário:**

- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT.

### 2.8.3 Características do Projeto

Instalar um sistema de Iluminação Pública junto a P.I. DOMINGOS MARTINS, no Município de Canoas, com Projetores LED, tornando o sistema mais econômico, moderno, com tecnologias mais avançadas e eficientes.

O projeto atende ao preconizado nos padrões municipais e as normas e exigências da ABNT, de modo a oferecer perfeita segurança e confiabilidade.

### 2.8.4 Aplicação

Os Projetores LED 40W CLG-SPR40F (ou similar) com suspensão antivibratória são indicados para instalação em ambientes com vibração, oferecem segurança, resistência, versatilidade e ótimo desempenho. A suspensão antivibratória acoplada ao projetor minimiza as vibrações transferidas para o projetor, a partir das estruturas metálicas que sustentam máquinas e equipamentos pesados. O conjunto anti

vibração tem a função de evitar a queima precoce do projetor e outros efeitos danosos que o excesso de vibração pode causar ao sistema de iluminação.

## 2.8.5 Descrição Técnica

### 2.8.5.1 *Projetor LED 40W CLG-SPR40F*

#### **Corpo:**

- Alumínio fundido, projetor com visor de vidro temperado 4mm e lente em PMMA (polimetilmetacrilato) com proteção UV.
- Parafusos da alça de fixação em aço INOX 304. É fixado através de parafusos e suporte, com massa de 3,7 kg e medidas de 271x216x160mm.

#### **Acabamento:**

- Pintura eletrostática – Cor Padrão Cinza Munsell N6,5. Outras cores sob consulta.

#### **Consumo do sistema:**

- 43W (+/- 10%).

#### **Grau de proteção:**

- IP 67 integral.

#### **Resistência a impacto:**

- IK08.

#### **Manutenção do fluxo luminoso:**

- 100.000 horas (L70).

#### **Tensão Nominal:**

- 220-240Vac/50-60Hz.

#### **Fator de potência:**

- >0.95.

**Protetor de surto:**

- >UC: 275V – 10 Ka (8/20) – 1,0 KV – Categoria C.

**Tipo de Proteção elétrica/eletrônica**

- >Curto-Circuito, Sobretensão, Sobrecorrente e Temperatura.

**Temperatura de Cor Padrão:**

- 5000k (+-275k).

**Fluxo Luminoso:**

- 5850 lm.

**Eficiência da Luminária:**

- 136 lm/w.

**Garantia:**

- 5 anos.

2.8.6 Nota de Serviço

A seguir, é apresentada a nota de serviço para instalação das luminárias na passagem inferior Domingos Martins:

ILUMINAÇÃO PROJETADA				
Km	Posição	Afastamento do Eixo (m)	Tipo	Observações
000+175	LD	4,00	Projektor LED 40W	
000+183	LD	4,00	Projektor LED 40W	
000+192	LD	6,50	Projektor LED 40W	
000+200	LD	6,50	Projektor LED 40W	
000+209	LD	6,50	Projektor LED 40W	
000+217	LD	7,00	Projektor LED 40W	
Poste de Energia - Projektor LED 40W			<b>6,00</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>6,00</b>	

### 2.8.6.1 Observações

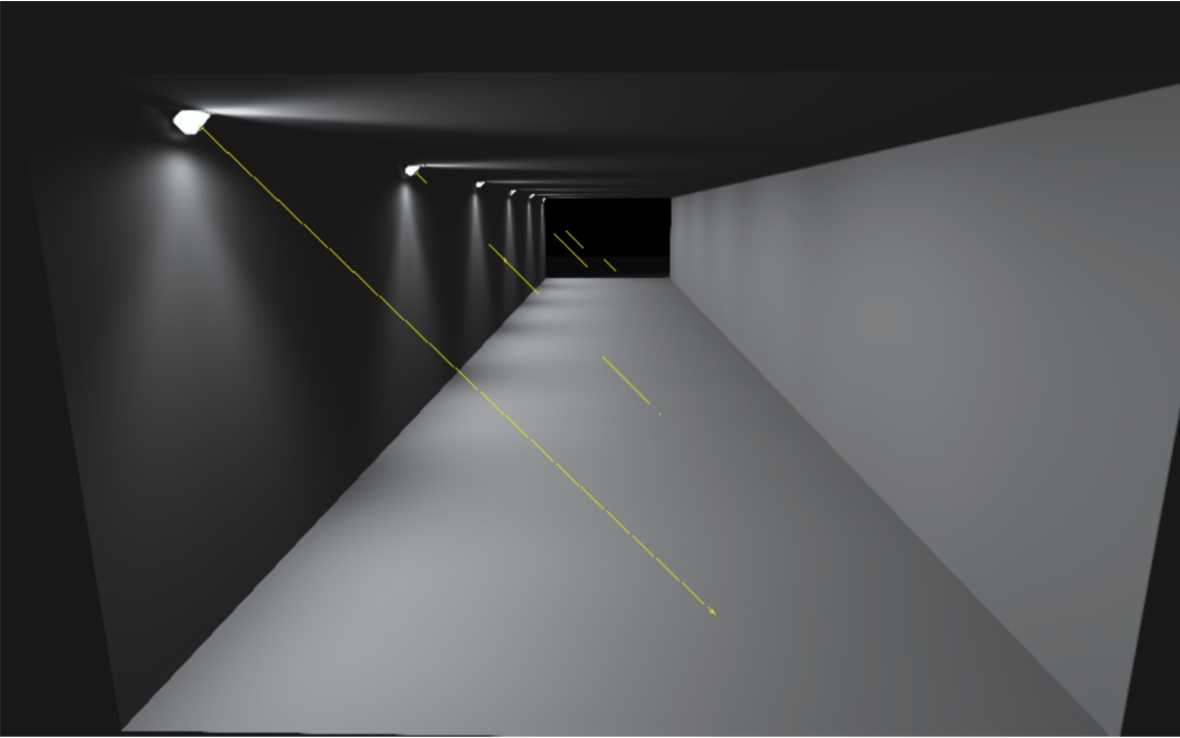
Os materiais a serem utilizados na obra e os serviços que serão executados, deverão seguir a padronização da Concessionária, Prefeitura Municipal de Canoas, bem como as normas da ABNT

### 2.8.7 Relação de materiais

A seguir é apresentada a relação dos materiais referentes ao projeto de Iluminação da P.I Domingos Martins.

 			
<b>RELAÇÃO DE MATERIAIS</b>			
<b>OBRA:</b>			
<b>P.I. DOMINGOS MARTINS</b>			
<b>1</b>	<b>PROJETORES EM LED</b>		
1.1	PROJETOR LED 40W BLINDADO, COM SUSPENSÃO ANTIVIBRATÓRIO	PC	6
<b>2</b>	<b>MATERIAIS DIVERSOS</b>		
2.1	ABRACADEIRA 1"	PC	40
2.2	ARRUELA DE ALUMINIO 1"	PC	10
2.3	BUCHA DE ALUMINIO 1"	PC	10
2.4	BUCHA PLASTICA S-8 COM PARAFUSO	PC	40
2.5	CABO DE COBRE FLEXIVEL PVC 70 0,6/1KV 2#4(4)PE4MM <sup>2</sup>	M	42
2.6	CONDULETE ALUMINIO 1"	PC	8
2.7	CURVA GALVANIZADA 1"	PC	1
2.8	ELETRODUTO PVC 1" - BARRA 3M	PC	20
2.9	LUVA GALVANIZADA 1"	PC	12

### 2.8.8 Cálculos Luminotécnicos



**TRINCHEIRA DOMINGOS MARTINS - CANOAS**

## Conteúdo

Capa .....	1
Conteúdo .....	2
Imagens .....	3
Lista de luminárias .....	4

## Fichas de informação de produto

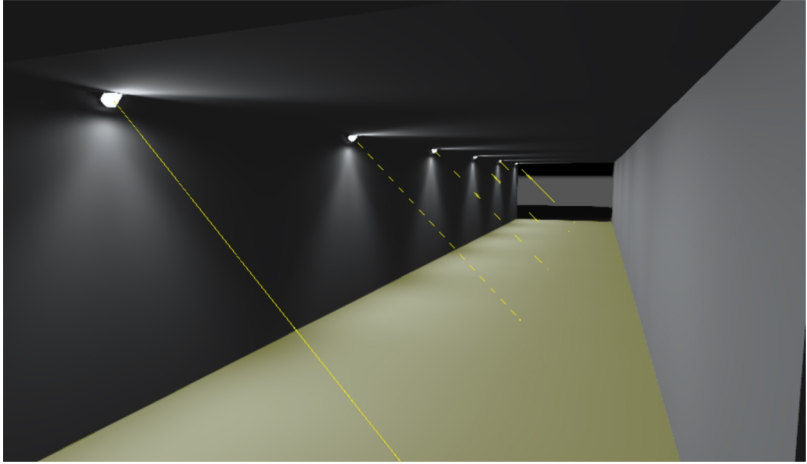
CONEXLED - Projetor LED Blindado com Suspensão Antivibratória (Temperatura de cor variável/sujeito a validação) (1x Projetor LED Blindado com Suspensão Antivibratória) .....	5
---	---

## TRINCHEIRA DOMINGOS MARTINS - CANOAS

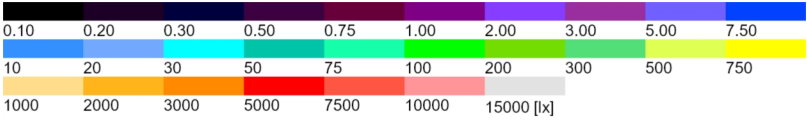
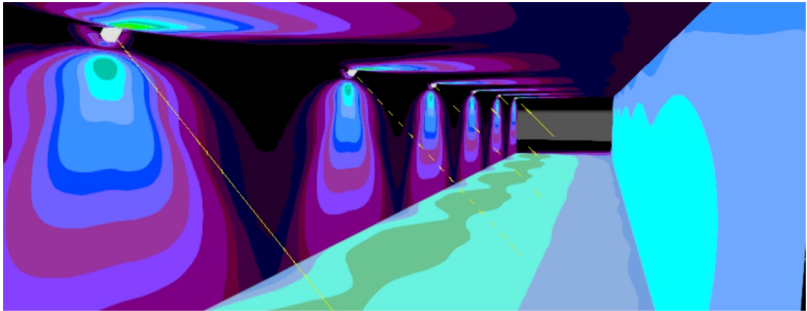
Esquema de posição de luminárias .....	6
Lista de luminárias .....	8
Objectos de cálculo / Cenário de Luz 1 .....	9
Superfície de cálculo 9 / Cenário de Luz 1 / Potência luminosa perpendicular .....	11
Grupos de controlo .....	12

# Imagens

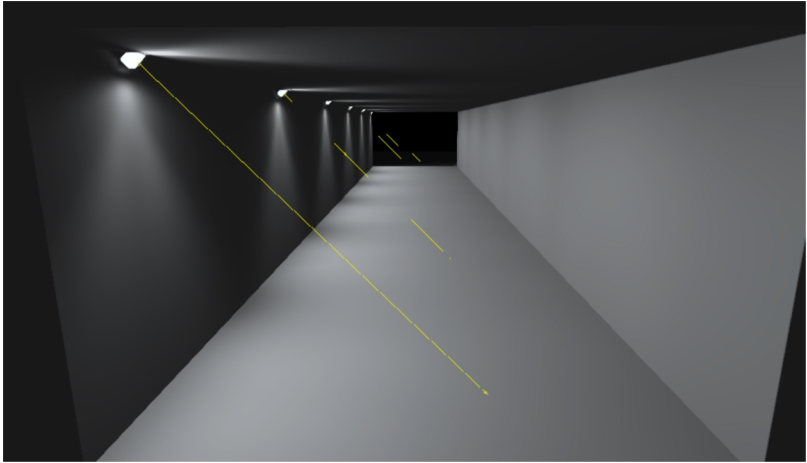
TRINCHEIRA DOMINGOS MARTINS - CANOAS (177)



TRINCHEIRA DOMINGOS MARTINS - CANOAS (178)

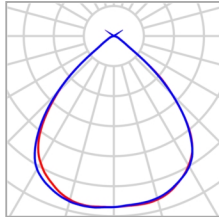


TRINCHEIRA DOMINGOS MARTINS - CANOAS (180)



## Lista de luminárias

$\Phi_{total}$ 34800 lm	$P_{total}$ 240.0 W	Rendimento luminoso 145.0 lm/W
----------------------------	------------------------	-----------------------------------



Un.	6	P	40.0 W
Fabricante	CONEXLED	$\Phi_{Luminária}$	5800 lm
Nº do artigo	CLG-SPR40FK50CF90	Rendimento luminoso	145.0 lm/W
Nome do artigo	Projeto LED Blindado com Suspensão Antivibratória (Temperatura de cor variável/sujeito a validação)	CCT	5000 K
Equipagem	1x Projeto LED Blindado com Suspensão Antivibratória	CRI	100

## Folha de dados do produto

CONEXLED - Projetor LED Blindado com Suspensão Antivibratória (Temperatura de cor variável/sujeito a validação)



Nº do artigo            CLG-SPR40FK50CF90

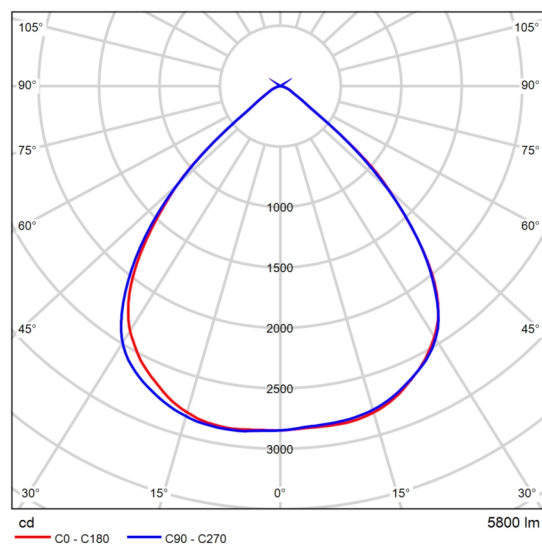
P                            40.0 W

$\Phi$  Luminária            5800 lm

Rendimento luminoso    145.0 lm/W

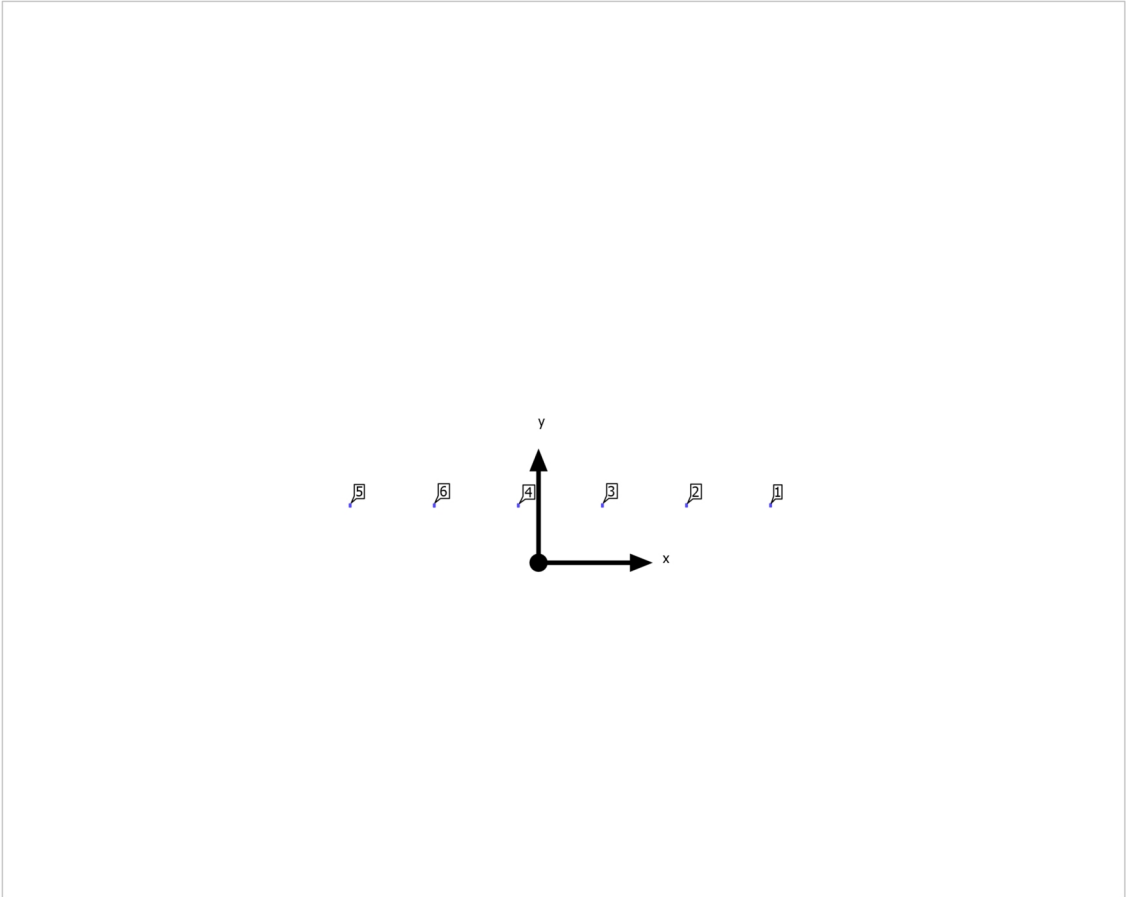
CCT                        5000 K

CRI                        100



CDL polar

TRINCHEIRA DOMINGOS MARTINS - CANOAS  
**Esquema de posição de luminárias**



TRINCHEIRA DOMINGOS MARTINS - CANOAS

**Esquema de posição de luminárias**CONEXLED - CLG-SPR40FK50CF90 - Projetor LED Blindado com Suspensão Antivibratória  
(Temperatura de cor variável/sujeito a validação)

1x Projetor LED Blindado com Suspensão Antivibratória

X	Y	Altura de montagem	Rotação da carcaça	MF	Luminária
23.154 m	5.668 m	5.883 m	45.0° / -0.0° / -0.0°	0.80	1
14.765 m	5.663 m	5.883 m	45.0° / -0.0° / -0.0°	0.80	2
6.373 m	5.657 m	5.883 m	45.0° / -0.0° / -0.0°	0.80	3
-2.017 m	5.656 m	5.883 m	45.0° / -0.0° / -0.0°	0.80	4
-18.797 m	5.654 m	5.883 m	45.0° / -0.0° / -0.0°	0.80	5
-10.405 m	5.653 m	5.883 m	45.0° / -0.0° / -0.0°	0.80	6

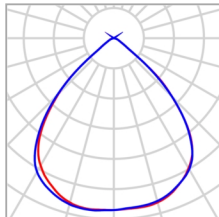
## TRINCHEIRA DOMINGOS MARTINS - CANOAS

**Lista de luminárias**

$\Phi_{total}$   
34800 lm

$P_{total}$   
240.0 W

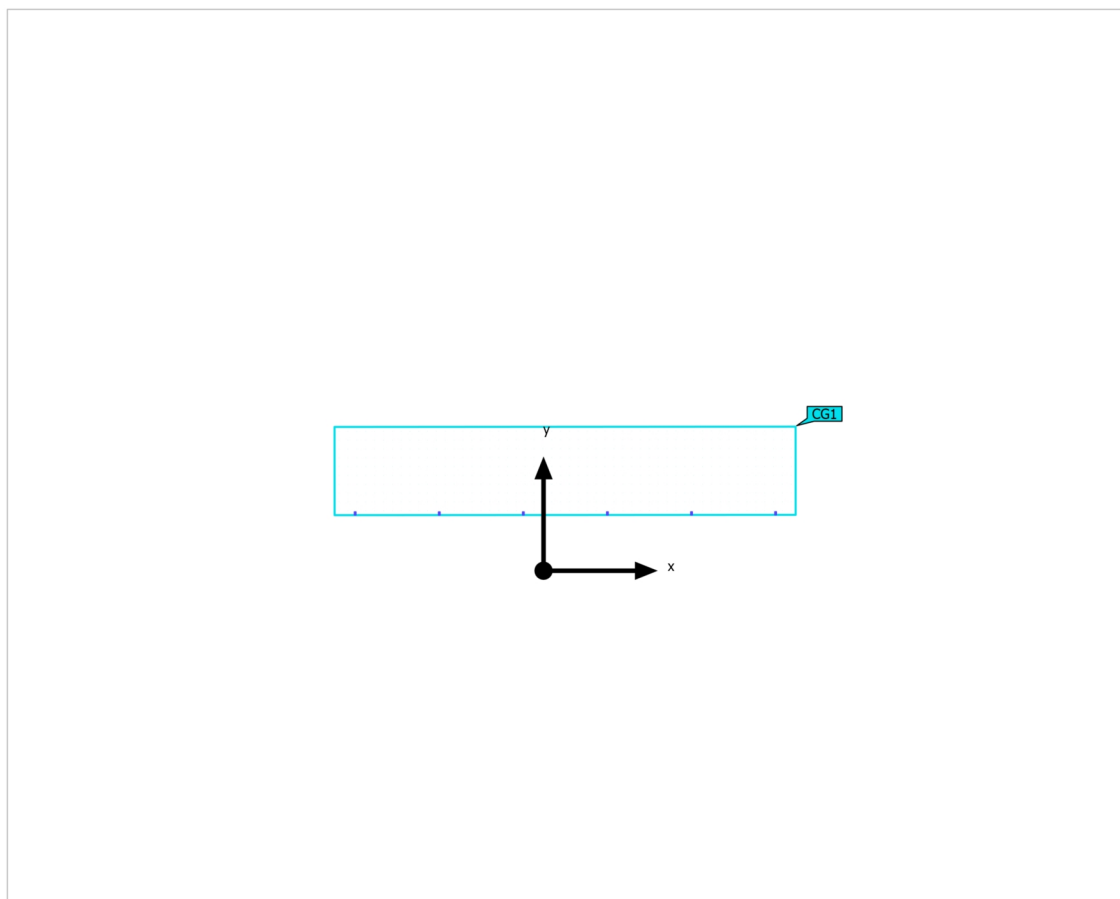
Rendimento luminoso  
145.0 lm/W



Un.	6	P	40.0 W
Fabricante	CONEXLED	$\Phi_{Luminária}$	5800 lm
Nº do artigo	CLG-SPR40FK50CF90	Rendimento luminoso	145.0 lm/W
Nome do artigo	Projeto LED Blindado com Suspensão Antivibratória (Temperatura de cor variável/sujeito a validação)	CCT	5000 K
Equipagem	1x Projeto LED Blindado com Suspensão Antivibratória	CRI	100

TRINCHEIRA DOMINGOS MARTINS - CANOAS (Cenário de Luz 1)

## Objectos de cálculo



TRINCHEIRA DOMINGOS MARTINS - CANOAS (Cenário de Luz 1)

**Objectos de cálculo**

## Superfícies de cálculo

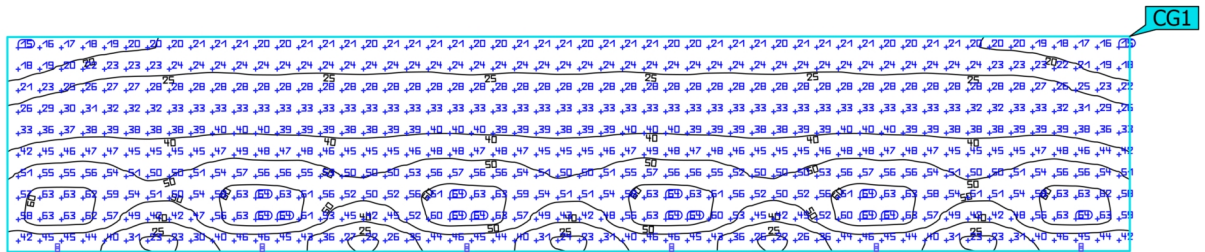
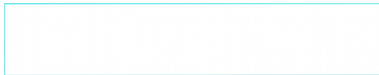
Propriedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_0 (g_1)$	$g_2$	Índice
Superfície de cálculo 9 Potência luminosa perpendicular Altura: 0.400 m	39.1 lx	14.9 lx	64.3 lx	0.38	0.23	CG1

Perfil de utilização: Configuração DIALux (5.1.4 Padrão (área de tráfego ao ar livre))

Avisos sobre o planeamento:

O cálculo dos resultados é baseado apenas na componente de luz direta. Não é tomada em conta a contribuição da luz refletida.

TRINCHEIRA DOMINGOS MARTINS - CANOAS (Cenário de Luz 1)  
**Superfície de cálculo 9**



Propriedades	$\bar{E}$	$E_{min}$	$E_{max}$	$U_0 (g_1)$	$g_2$	Índice
Superfície de cálculo 9 Potência luminosa perpendicular Altura: 0.400 m	39.1 lx	14.9 lx	64.3 lx	0.38	0.23	CG1

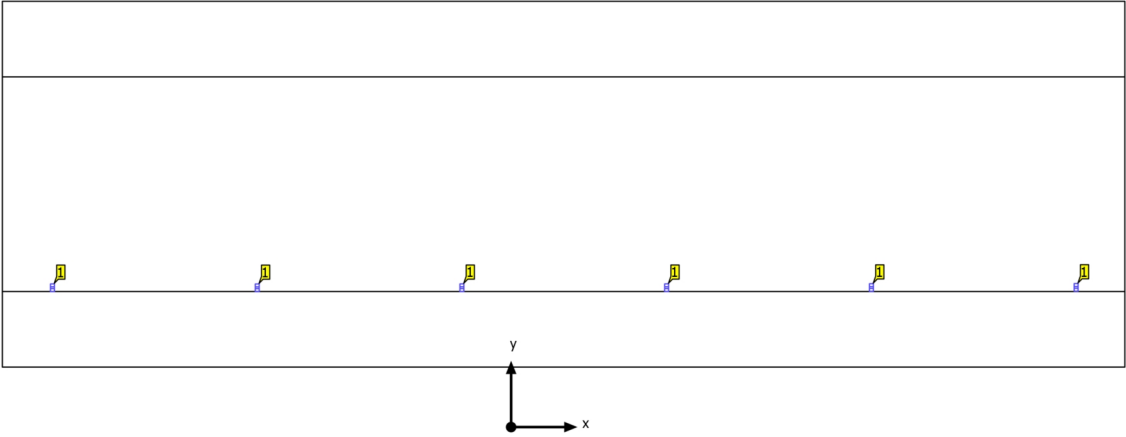
Perfil de utilização: Configuração DIALux (5.1.4 Padrão (área de tráfego ao ar livre))

Avisos sobre o planeamento:

O cálculo dos resultados é baseado apenas na componente de luz direta. Não é tomada em conta a contribuição da luz refletida.

TRINCHEIRA DOMINGOS MARTINS - CANOAS

**Grupo de controlo CG 1**



TRINCHEIRA DOMINGOS MARTINS - CANOAS

**Grupos de controlo**

---

**Grupo de controlo** CG 1

---

**Cenário de Luz 1** 100

---

Valores de variação [%]

Un.	Fabricante	Nº do artigo	Nome do artigo	P	Índice
6	CONEXLED	CLG- SPR40FK50CF90	Projetor LED Blindado com Suspensão Antivibratória (Temperatura de cor variável/sujeito a validação)	40.0 W	1



# 3 PLANO DE EXECUÇÃO

### **3.1 Considerações Gerais**

O presente capítulo trata de informações para elaboração do Plano de Execução do Projeto de Engenharia Rodoviária para Obras da P.I. DOMINGOS MARTINS no Município de Canoas/RS.

O objetivo do plano de execução visa apontar as informações e os critérios básicos para uma execução eficiente e econômica das obras da rodovia.

### **3.2 Estrutura do Projeto**

O projeto da passagem inferior interligará as ruas Domingos Martins e a Av. Sezefredo Azambuja Vieira.

A pista de rolamento será composta por duas faixas de 3,50m de largura cada com 0,50m de faixa de segurança e folga de 0,40m num total de 8,80m.

### **3.3 Análise dos Aspectos Especiais e Riscos Durante a Execução**

Por se tratar de uma obra situada em um trecho de tráfego muito intenso, os serviços deverão se dar em e fases distintas conforme imagem abaixo onde se apresenta as 3 fases para os desvios.

Essas etapas visam a organização da obra, permitindo assim a execução dos trabalhos sem a necessidade de interrupção total do tráfego. Deverão ser tomadas todas as providências e o necessário cuidado em todas as operações, execução de serviços e o uso de equipamentos, para proteção do público usuário da rodovia, facilitar o tráfego e proteção de áreas limítrofes à rodovia.

Deverão ser tomados todos os cuidados com relação à sinalização de obra, não devendo iniciar nenhum serviço, sem que seja aprovado pela fiscalização o croqui de sinalização para o local, pois por tratar-se de uma obra de alta complexidade, todos os serviços a serem executados interferirão de alguma forma no tráfego da rodovia.

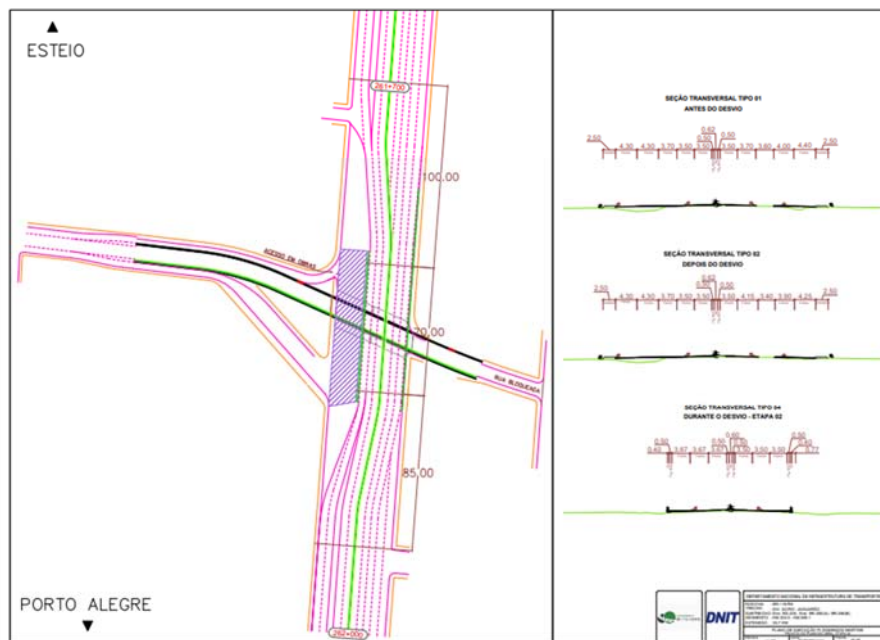
Deverão ser mantidos no canteiro de obras, um veículo com uma equipe de segurança, para manutenção da sinalização diurna e noturna, devendo esta ser constituída

de um Inspetor de Segurança e auxiliares, para verificação da sinalização e da segurança da rodovia.

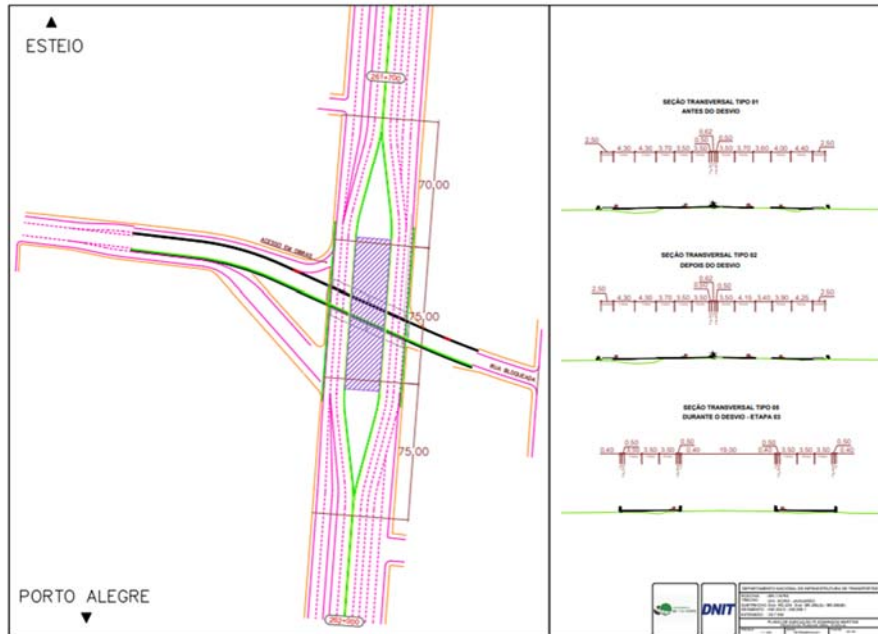
**OAE PI DOMINGOS MARTINS – Estaqueamento – 1ª Fase – Desvio de Trânsito**



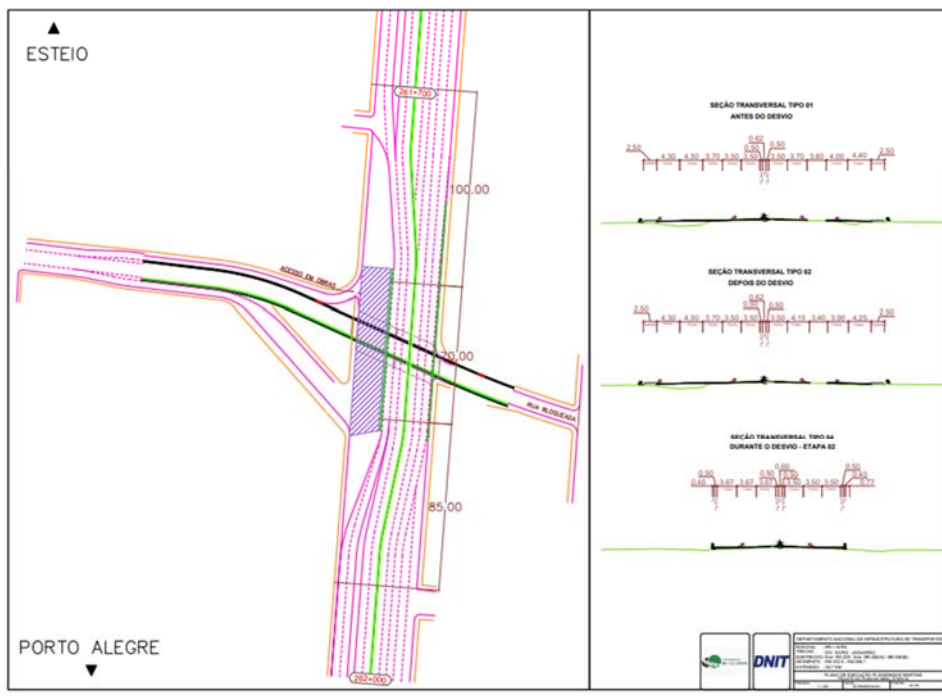
**OAE PI DOMINGOS MARTINS – Estaqueamento – 2ª Fase – Desvio de Trânsito**



**OAE PI DOMINGOS MARTINS – Estaqueamento – 3ª Fase – Desvio de Trânsito**



**OAE PI DOMINGOS MARTINS – OAE – 1ª Fase – Desvio de Trânsito**





### **3.4 Plano de Trabalho**

No município de Canoas as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano, os serviços de terraplenagem e pavimentação deverão ser bem analisados antes da execução para que não aconteçam imprevistos e retrabalhos ocasionados pela chuva.

Antes do início dos serviços, a fiscalização deverá formalizar comunicação às empresas de serviços públicos (saneamento, energia elétrica, telefonia, etc.) com o objetivo de informar a execução das obras no trecho em questão solicitando o remanejamento das redes quando necessário e, também, solicitar o planejamento de possíveis obras de manutenção e/ou ampliação das redes que poderão atingir diretamente a área do projeto, a fim de evitar que o pavimento acabado seja danificado por novas aberturas para passagem de redes. O remanejamento das redes atingidas pelo projeto deverá ser executado previamente ao início das obras, sendo de responsabilidade das concessionárias.

A mobilização das equipes e equipamentos deve iniciar imediatamente após a ordem de serviço, devendo nessa fase ser iniciada as atividades de organização do canteiro de obras.

É importante alertar para que se tome o máximo cuidado durante a execução dos serviços de escavação, devido à existência de tubulações da rede de abastecimento das concessionárias localizadas às margens da rodovia e no seu entorno.

A execução da pavimentação deve seguir as recomendações específicas constantes no projeto de pavimentação e preferencialmente, ser executado em meia pista para não haver interrupção do tráfego especialmente nos segmentos nas ruas do município.

Nos trechos das vias municipais, onde as larguras, por vezes, forem menores que as larguras dos rolos convencionais, a compactação deverá ser feita com rolos de menores dimensões, existentes no mercado, que possuem larguras de até 70 cm, conhecidos como mino rolos. Esses equipamentos são autopropelidos, indicados para trabalhos que exigem alta compactação, incluindo tapa-buracos, acostamentos, áreas de estacionamentos e locais onde o espaço para circulação é reduzido, neste caso utiliza-se a opção de Frente / Reverso que direciona a máquina no sentido desejado, sem a necessidade de virar o equipamento.

### 3.4.1 Especificações

As Especificações aqui apresentadas correspondem às Especificações vigentes no DNIT, acrescidas, sempre que necessário, daquelas características próprias da obra que se pretende realizar, fruto do projeto apresentado no **Volume 2 – Projeto de Execução**.

Adotar-se-á a seguir a mesma denominação atribuída pelas Especificações Gerais vigentes no DNIT para os serviços objeto do presente projeto.

Para os serviços que não constam das Especificações foram elaboradas Especificações Particulares que deverão ser atendidas.

Na Tabela 34 a seguir estão relacionadas as Especificações Gerais e Particulares que serão utilizadas no presente projeto.

**Tabela 34 – Especificações Gerais, Complementares e Particulares**

<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO</b>
Terraplenagem – serviços preliminares	DNIT 104/2009-ES
Terraplenagem – cortes	DNIT 106/2009-ES
Drenagem – drenos subterrâneos	DNIT 015/2006-ES
Drenagem – meios-fios e guias	DNIT 020/2006-ES
Drenagem – bueiro tubular de concreto	DNIT 023/2006-ES
Drenagem – caixas coletoras	DNIT 026/2004-ES
Drenagem – demolição de estruturas de concreto	DNIT 027/2004-ES
Drenagem – dispositivos de drenagem pluvial urbana	DNIT 030/2004-ES
Pavimentação – regularização do subleito	DNIT 137/2010-ES
Pavimentação – sub-base de solo estabilizada granulometricamente	DNIT 139/2010-ES
Pavimentação – base estabilizada granulometricamente	DNIT 141/2010-ES
Pavimentação – imprimação	DNIT 144/2012-ES
Pavimentação – pintura de ligação	DNIT 145/2012-ES
Pavimentação – concreto asfáltico com asfalto polímero	DNER-ES 385/99
Pavimentação – remoção e demolição de pavimentos de asfalto	DNIT 085/2006-ES
Asfaltos diluídos tipo cura média	DNER-EM 363/97
Emulsões asfálticas para pavimentação	DNIT 165/2013-EM
Cimento asfáltico de petróleo modificado por polímero elastomérico	DNIT 129/2011-EM
Obras de arte especiais – serviços preliminares	DNIT 116/2009-ES
Obras de arte especiais – concretos, argamassas e calda de cimento	DNIT 117/2009-ES
Obras de arte especiais – armaduras para concreto armado	DNIT 118/2009-ES
Obras de arte especiais – armaduras para concreto protendido	DNIT 119/2009-ES
Obras de arte especiais – formas	DNIT 120/2009-ES
Obras de arte especiais – fundações	DNIT 121/2009-ES

DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÃO
Obras de arte especiais – estruturas de concreto armado	DNIT 122/2009–ES
Obras de arte especiais – estruturas de concreto protendido	DNIT 123/2009–ES
Obras de arte especiais – escoramentos	DNIT 124/2009–ES
Obras de arte especiais – juntas de dilatação	DNIT 092/2006–ES
Plataformas de trabalho	DNIT 079/2006–ES
Dispositivos de segurança lateral: guarda-rodas, guarda-corpos e barreiras	DNIT 088/2006–ES
Obras complementares – sinalização horizontal	DNIT 100/2009–ES
Obras complementares – sinalização vertical	DNIT 101/2009–ES
Meio Ambiente – barreira de siltagem para proteção ambiental	EP–MA–01

### 3.4.2 Pavimentação

A execução destas fases de pavimentação deverá, preferencialmente, ser executado em meia pista para não haver interrupção do tráfego.

Nos trechos onde as larguras forem menores que as larguras dos rolos convencionais, a compactação deverá ser feita com rolos de menores dimensões, existentes no mercado, que possuem larguras de até 70 cm, conhecidos como mino rolos. Esses equipamentos são autopropelidos, indicados para trabalhos que exigem alta compactação, incluindo tapa-buracos, áreas de estacionamentos e locais onde o espaço para circulação é reduzido, neste caso utiliza-se a opção de Frente / Reverso que direciona a máquina no sentido desejado, sem a necessidade de virar o equipamento.

Para execução das camadas de pavimentação deverão ser observadas as seguintes especificações:

- DNIT112/2009 – Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico com asfalto borracha, via úmida, do tipo “Terminal Blending” - Especificação de serviço;
- DNIT144/2014-ES: Pavimentação – Imprimação com ligante asfáltico - Especificação de serviço;
- DNIT145/2012-ES: Pavimentação - Pintura de ligação com ligante asfáltico - Especificação de serviço;
- DNIT159/2011-ES: Pavimentos Asfálticos – Fresagem a frio – Especificação de serviço.

**3.5 Cronograma Físico**

PASSAGEM INFERIOR DOMINGOS MARTINS - SERVIÇOS NAS RUAS DO BAIRRO																																																
FASES	DESCRIÇÃO	PRAZO	MÊS 1			MÊS 2			MÊS 3			MÊS 4			MÊS 5			MÊS 6			MÊS 7			MÊS 8																								
			335	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200	205	210	215	220	225
1ª	Instalações e Trabalhos Preliminares	30	█																																													
2ª	Terraplenagem	90				█			█			█																																				
3ª	Pavimentação	40																█			█																											
4ª	Drenagem	90							█			█			█			█																														
5ª	Sinalização	25																			█			█																								
6ª	Obras Complementares	60	█									█			█																																	



# 4 ANEXOS



## **4.1 ART**



Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO	Participação Técnica: CO-RESPONSÁVEL	ART Vínculo: 10869943
Convênio: NÃO É CONVÊNIO	Motivo: SUBSTITUIÇÃO DE ART	ART Vínculo: 12690552

**Contratado**

Carteira: SC448996	Profissional: MARCELO MARTINELLI	E-mail: marcelo@iguatemi.eng.br
RNP: 2502229090	Título: Engenheiro Civil	
Empresa: IGUATEMI-CONSULTORIA E SERVIÇOS DE ENGENHARIA LTDA		Nr.Reg.: 118560

**Contratante**


Nome: DNIT - DEPTO NACIONAL INFRAESTRUTURA TRANSPORTES	E-mail:
Endereço: SAUN QUADRA 3 BLOCO A	Telefone: CPF/CNPJ: 04892707000100
Cidade: BRASÍLIA	Bairro.: ASA NORTE CEP: 70040902 UF: DF

**Identificação da Obra/Serviço**

Proprietário: DNIT - DEPTO NACIONAL INFRAESTRUTURA TRANSPORTES	CPF/CNPJ: 04892707000100
Endereço da Obra/Serviço: Rodovia BR-116: KM 234,7 AO KM 270,4 E KM 0,00 AO KM 2,8	CEP: 90200330 UF: RS
Cidade: PORTO ALEGRE	Bairro: DIVERSOS
Finalidade: OUTRAS FINALIDADES	Vlr Contrato(R\$): 16.682.807,21 Honorários(R\$):
Data Início: 20/07/2023 Prev.Fim: 24/06/2025	Ent.Classe:

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Projeto e Execução	Estradas - Projeto Geométrico	38,40	KM
Projeto e Execução	TERRAPLENAGEM	38,40	KM
Projeto e Execução	Drenagem	38,40	KM
Projeto e Execução	Estradas - Pavimentação	38,40	KM
Projeto e Execução	Obras de Arte	38,40	KM
Projeto e Execução	OBRAS COMPLEMENTARES	38,40	KM
Projeto e Execução	REMANEJ. DE REDES DE SERV. PÚBL.	38,40	KM
Projeto e Execução	SINALIZAÇÃO	38,40	KM
Projeto e Execução	ILUMINAÇÃO	38,40	KM
Projeto e Execução	COMP. AMBIENTAL E PAISAGISMO	38,40	KM
Projeto e Execução	QUANTITATIVO E PLANO DE EXE. DAS OBRAS	38,40	KM
Projeto	DESAPROPRIAÇÃO	38,40	KM
Execução	SERVIÇOS PRELIMINARES	38,40	KM
Execução	GESTÃO AMBIENTAL	38,40	KM
Estudo	ELABORAÇÃO DE ESTUDOS E DIAGN. DA REDE DE DRENAGEM EXISTENTE	38,40	KM
Observações	5º TERMO ADITIVO DE PRORROGAÇÃO DE PRAZO		

ART registrada (paga) no CREA-RS em 13/10/2023

<p><i>FLORIANÓPOLIS, 13/10/23</i></p> <p>Local e Data</p>	<p>Declaro serem verdadeiras as informações acima</p>  <p>MARCELO MARTINELLI</p> <p>Profissional</p>	<p>De acordo</p> <p>DNIT - DEPTO NACIONAL INFRAESTRUTURA TRANSPORTES</p> <p>Contratante</p>
---	---	---

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODE SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK SOCIEDADE - ART CONSULTA.



---

## 4.2 Declaração de Responsabilidades

---

O Eng<sup>o</sup> Marcelo Martinelli, Gerente de Projetos, declara que calculou e verificou os quantitativos do projeto executivo, pelo qual assume total responsabilidade.



---

**Eng. Marcelo Martinelli**  
**CREA/SC 044.899-6**



# 5 TERMO DE ENCERRAMENTO

---

## 5.1 Termo de Encerramento

O presente volume, denominado **VOLUME 1 – RELATORIO DO PROJETO EXECUTIVO – PI DOMINGOS MARTINS**, contém 153 folhas numeradas em ordem crescente.

Florianópolis, maio de 2025.



**Eng. Marcelo Martinelli**

**CREA/SC 044.899-6**

**Gerente de Projetos**