Centofante
Soluções em Engenharia

MEMORIAL DESCRITIVO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

PROJETO FINAL DE ENGENHARIA

PAVIMENTAÇÃO DA RODOVIA INTEGRAÇÃO MERCOSUL

ETAPA 1: km 29+800 AO km 33+400

EXTENSÃO: 3,60 km

TRINDADE DO SUL/RS

Contratante: Consórcio Intermunicipal do Médio Alto Uruguai - CIMAU

Elaboração: Centofante Engenharia Ltda.

Responsável Técnica: Eng.ª Civil Roberta Centofante - CREA-RS 200219

AGOSTO - 2026

55 9 9165 1019 | 55 9 9169 8658 centofanteengenharia@gmail.com centofante_engenharia
Rua Quinze de Novembro, 435 · Centro | Frederico Westphalen/RS

CONTROLE DO DOCUMENTO

Campo	Informação
Objeto	Memorial descritivo e especificações técnicas para a implantação da pavimentação da Etapa 1 da Rodovia Integração Mercosul.
Trecho geral	km 29+800 ao km 33+400
Sentido	Rodeio Bonito/RS para Trindade do Sul/RS
Extensão	3,60 km
Município	Trindade do Sul/RS
Contratante	Consórcio Intermunicipal do Médio Alto Uruguai - CIMAU
Projetista	Centofante Engenharia Ltda.
Responsável técnica	Eng.ª Civil Roberta Centofante - CREA-RS 200219

1. APRESENTAÇÃO

O presente Memorial Descritivo e Especificações Técnicas estabelece os critérios, materiais, procedimentos executivos, controles e condições mínimas para a implantação da pavimentação da Etapa 1 da Rodovia Integração Mercosul, compreendida entre o km 29+800 e o km 33+400 do estaqueamento geral, no sentido Rodeio Bonito/RS para Trindade do Sul/RS, com extensão total de 3,60 km.

O segmento localiza-se no município de Trindade do Sul/RS e corresponde à parte final do Projeto Final de Engenharia da rodovia de ligação entre Rodeio Bonito/RS, Liberato Salzano/RS e Trindade do Sul/RS. Seu limite final situa-se junto ao acesso à área urbana de Trindade do Sul, conforme o mapa de localização. Nesta etapa, a execução será restrita aos 3,60 km compreendidos entre os marcos gerais km 29+800 e km 33+400.

Nas pranchas específicas da etapa, o segmento é representado por estaqueamento local entre 0+000 e 3+600. Esse estaqueamento local corresponde ao intervalo km 29+800 a km 33+400 do projeto geral e não caracteriza o início da rodovia em Rodeio Bonito/RS.

Este memorial complementa as pranchas do projeto executivo. As dimensões, locações, cotas, estaqueamento, inclinações, quantidades e detalhes indicados graficamente devem ser conferidos no conjunto de desenhos e nas planilhas específicas da etapa antes do início dos serviços.

2. IDENTIFICAÇÃO E DELIMITAÇÃO DO OBJETO

Parâmetro	Definição
Via	Rodovia Integração Mercosul
Início da etapa	km 29+800 do estaqueamento geral
Fim da etapa	km 33+400 - acesso a Trindade do Sul/RS
Estaqueamento local	0+000 a 3+600 nas pranchas específicas
Sentido de referência	Rodeio Bonito/RS para Trindade do Sul/RS
Extensão	3.600 m
Natureza	Implantação de pavimento flexível em rodovia rural existente
Pista	Bidirecional, com duas faixas de tráfego

Parâmetro	Definição
Largura das faixas	3,50 m cada
Acostamentos	1,00 m em cada lado
Largura pavimentada	9,00 m
Velocidade diretriz	60 km/h, com restrições locais de 40 km/h onde indicado na sinalização
Estaqueamento de referência	Seções a cada 20,00 m e pontos singulares do projeto

O traçado acompanha predominantemente a estrada existente, com os ajustes planimétricos e altimétricos definidos nas pranchas específicas desta etapa. A referência do relatório geral a uma alteração entre o km 3+080 e o km 3+340 pertence ao estaqueamento inicial da rodovia, próximo a Rodeio Bonito/RS, e não se aplica ao segmento ora executado. A execução deverá seguir rigorosamente o eixo, o greide e as seções correspondentes ao km geral 29+800 ao km 33+400.

3. DOCUMENTOS INTEGRANTES E CRITÉRIOS DE PREVALÊNCIA

Integram a definição desta etapa, em conjunto com este memorial:

Mapa de localização do trecho de 3,60 km;

Projeto geométrico - pranchas 1/2 e 2/2;

Perfis longitudinais - pranchas 1/3, 2/3 e 3/3;

Perfil viário e detalhes da estrutura do pavimento - prancha 1/1;

Seções transversais - pranchas 1/2 e 2/2;

Projeto de sinalização - pranchas 1/2 e 2/2;

Planilhas de quantitativos, orçamento, composições e cronograma específicos da etapa, quando emitidos;

Estudos de tráfego, geotécnicos, topográficos, hidrológicos e demais documentos do projeto geral aplicáveis ao segmento.

Em caso de divergência, deverá ser solicitada orientação formal à fiscalização e à projetista antes da execução. Nenhuma dimensão deverá ser obtida por escala quando houver cota expressa. Alterações de eixo, greide, seção, materiais ou dispositivos somente poderão ocorrer mediante autorização formal e correspondente registro técnico.

4. ESTUDOS TÉCNICOS

Os estudos apresentados neste capítulo foram desenvolvidos para o projeto geral da Rodovia Integração Mercosul. Para a presente etapa, são aplicáveis ao trecho km 29+800 ao km 33+400, localizado em Trindade do Sul/RS. Foram mantidos os dados necessários à justificativa das soluções, retirando-se apenas referências meramente ilustrativas que não acrescentavam informação ao segmento.

4.1 Estudos de tráfego

Os Estudos de Tráfego foram realizados para toda a Rodovia Integração Mercosul, ligação entre Rodeio Bonito/RS e Trindade do Sul/RS, e seus resultados são adotados no dimensionamento do trecho desta etapa, entre o km 29+800 e o km 33+400. O estudo foi desenvolvido durante 7 dias contínuos (24 horas), seguindo a IS-110/10 do DAER, em dois postos de contagem: de 15/01/2025 a 22/01/2025 (Posto de Contagem 1) e de 22/01/2025 a 29/01/2025 (Posto de Contagem 2).

- Rota A: Rodeio Bonito – Liberato Salzano;
- Rota B: Rodeio Bonito – Trindade do Sul;
- Rota C: Liberato Salzano – Rodeio Bonito;
- Rota D: Trindade do Sul – Rodeio Bonito;
- Rota E: Liberato Salzano – Trindade do Sul;
- Rota F: Trindade do Sul – Liberato Salzano;
- Rota G: Trindade do Sul – Rodeio Bonito.

Os postos de contagem apresentam os seguintes detalhes:

a) Posto de Contagem 01: Localizado a 3 km da ponte de Integração no sentido de Rodeio Bonito a Liberato Salzano. Esse local permite determinar os volumes de tráfego das rotas A, B, C e D. As coordenadas do ponto de instalação do equipamento são: -27,4930549; -53,1327516.

b) Posto de Contagem 02: Localizado no distrito de Pinhalzinho Baixo – Liberato Salzano. Esse local permite determinar os volumes de tráfego das rotas B, E, F e G. As coordenadas de instalação do equipamento são: -27,504366563306; -53,086881197284.

Em ambos locais foi utilizando um conjunto de equipamento composto por câmera de captação, DVR/NVR, Network Switch e conexão com internet. A câmera de monitoramento inteligente ANPR IR de 4 MP cobre até 3 faixas simultâneas de fluxo de veículos até 120 km/h. O equipamento procede a detecção de fluxo de tráfego: velocidade média, fluxo de tráfego,

comprimento da fila e status do tráfego e consegue efetuar a classificação de veículos de passeio, utilitário, coletivo e de carga, conforme a classificação proposta (descrita no item 2.1.1). O registro efetua um log no sistema com a classificação, horário e sentido.

Para a gravação dos dados e integração com sistema de identificação da câmera, foi utilizado o DVR/NVR modelo NVR-POE-7608, o qual possui funções de Inteligência Artificial para reconhecimento dos padrões de detecção e também operaciona como Backup dos Dados para aferição do Banco de Imagens.

4.1.1. Metodologia da contagem de tráfego

A contagem de tráfego realizada, ou Contagem Volumétrica, foi do tipo classificatória, registrando separadamente os volumes para os vários tipos ou classes de veículos.

A coleta de dados foi realizada continuamente durante 7 dias (24 horas por dia) em cada posto de contagem. Na realização das contagens foram consideradas as Categorias padrões do DAER, de acordo com a IS 110/10 – DAER (Figura 1).

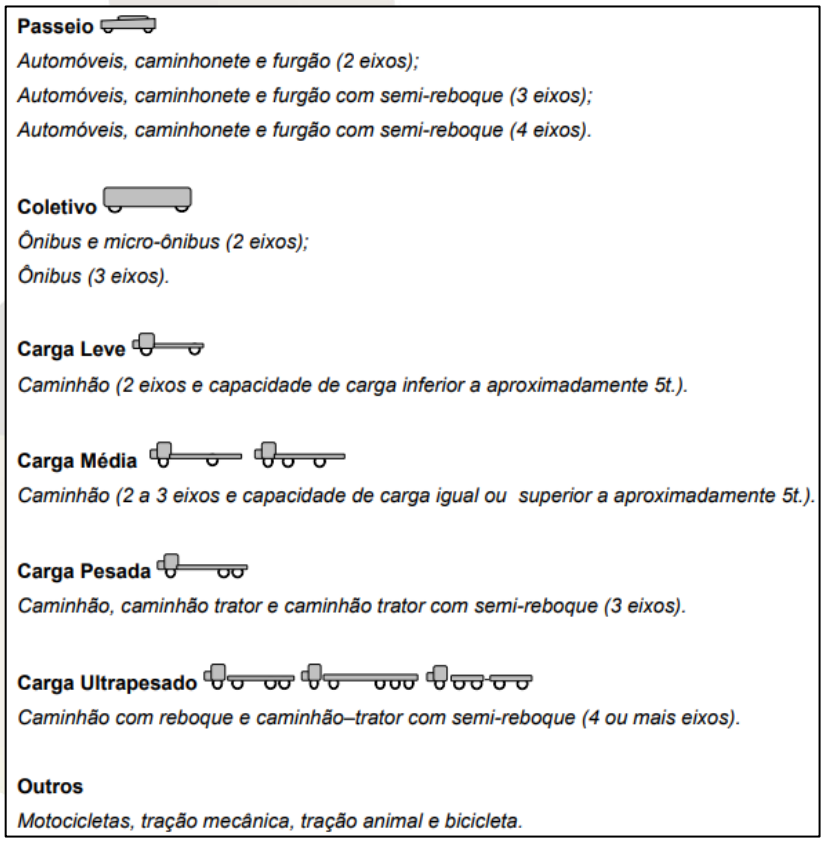


Figura 1 – Classificação por categorias (Fonte: IS 110/10 – DAER)

4.1.2. Contagem volumétrica classificatória

Após as coletas, os dados dos 2 (dois) postos de contagem foram processados. Os resumos das contagens volumétrica/classificatória/direcional, detalhadas por tipo de veículo, podem ser observados nos Quadros 01 e 02. Outra forma de apresentação dos resultados pode ser verificado nos Quadros 02 e 04.

As duas contagens, a partir dos Quadros 01 a 04, apresentam observações importantes. O primeiro posto de contagem, está na porção mais próximo dos limites municipais entre Rodeio Bonito e Liberato Salzano. Já o segundo posto de contagem foi instalado no distrito de Pinhalzinho Baixo, que fica próximo do limite municipal entre Liberato Salzano e Trindade do Sul. Embora o fluxo seja relevante no primeiro posto, observou-se que há um incremento de 2,4 vezes maior no segundo posto, o que para efeito de dimensionamento da rodovia.

Quadro 01 – Registro do Posto de Contagem 01

Tipo de veículo	Classe	15/01/2025			16/01/2025			17/01/2025			18/01/2025			19/01/2025			20/01/2025			21/01/2025			22/01/2025			MÉDIA			%
		A+B	C+D	Total	A+B	C+D	Total	A+B	C+D	Total	A+B	C+D	Total	A+B	C+D	Total	A+B	C+D	Total	A+B	C+D	Total	A+B	C+D	Total	A+B	C+D	Total	
Passeio	1	28	35	63	81	85	166	99	118	217	68	97	165	114	114	228	73	70	143	92	87	179	41	56	97	85,1	94,6	1258	79,1
Coletivo	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	1	3	4	0	0	0	0	0	0	0,57	0,43	7	0,4
Carga Leve	3	4	3	7	8	7	15	11	6	17	17	2	19	3	3	6	9	7	16	12	3	15	8	1	9	10,3	4,57	104	6,5
Carga Média	4	6	0	6	10	7	17	6	11	17	13	3	16	3	3	6	6	5	11	8	4	12	4	1	5	8	4,86	90	5,7
Carga	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Carga Ultra	6	5	3	8	10	10	20	6	11	17	21	0	21	8	7	15	13	5	18	16	5	21	9	3	12	12,6	6,29	132	8,3
Totais				84			218			268			224			255			192			227			123			1591	100

Quadro 02 – Registro do Posto de Contagem 02

Tipo de veículo	Classe	22/01/2025			23/01/2025			24/01/2025			25/01/2025			26/01/2025			27/01/2025			28/01/2025			29/01/2025			MÉDIA			%
		B+E	F+G	Total	B+E	F+G	Total	B+E	F+G	Total	B+E	F+G	Total	B+E	F+G	Total	B+E	F+G	Total	B+E	F+G	Total	B+E	F+G	Total	A+B	C+D	Total	
Passeio	1	32	31	63	194	198	392	240	255	495	113	135	248	190	210	400	199	204	403	208	222	430	198	206	404	196	209	2835	73,1
Coletivo	2	1	1	2	5	5	10	5	7	12	2	2	4	1	0	1	4	5	9	4	7	11	3	1	4	4	4	53	1,4
Carga Leve	3	0	6	6	12	6	18	18	19	37	9	3	12	4	4	8	11	18	29	12	10	22	15	23	38	12	13	170	4,4
Carga Média	4	1	4	5	27	32	59	22	18	40	2	5	7	5	10	15	30	27	57	28	37	65	23	23	46	20	22	294	7,6
Carga Pesada	5	4	2	6	16	15	31	13	18	31	2	0	2	7	6	13	26	18	44	53	43	96	36	40	76	22	20	299	7,7
Carga Ultra	6	4	6	10	21	16	37	20	19	39	2	2	4	0	0	0	16	21	37	24	31	55	23	20	43	16	16	225	5,8
Totais				92			547			654			277			437			579			679			611			3876	100

Quadro 03 – Resumo das contagens – Posto de Contagem 01

Data	Período	Rota	Volume por tipo de veículo						Total
			Passeio	Coletivo	Carga				
					Leve	Médio	Pesada	Ultrapesado	
15/01/2025	12:00-24:00	A	28	0	4	6	0	5	**43**
15/01/2025	12:00-24:00	B	35	0	3	0	0	3	**41**
16/01/2025	00:00-24:00	A	81	0	8	10	0	10	**109**
16/01/2025	00:00-24:00	B	85	0	7	7	0	10	**109**
17/01/2025	00:00-24:00	A	99	0	11	6	0	6	**122**
17/01/2025	00:00-24:00	B	118	0	6	11	0	11	**146**
18/01/2025	00:00-24:00	A	68	3	17	13	0	21	**122**
18/01/2025	00:00-24:00	B	97	0	2	3	0	0	**102**
19/01/2025	00:00-24:00	A	114	0	3	3	0	8	**128**
19/01/2025	00:00-24:00	B	114	0	3	3	0	7	**127**
20/01/2025	00:00-24:00	A	73	1	9	6	0	13	**102**
20/01/2025	00:00-24:00	B	70	3	7	5	0	5	**90**
21/01/2025	00:00-24:00	A	92	0	12	8	0	16	**128**
21/01/2025	00:00-24:00	B	87	0	3	4	0	5	**99**
21/01/2025	00:00-12:00	A	41	0	8	4	0	9	**62**
21/01/2025	00:00-12:00	B	56	0	1	1	0	3	**61**
TOTAIS			**1258**	**7**	**104**	**90**	**0**	**132**	**1591**

Quadro 04 – Resumo das contagens – Posto de Contagem 02

Data	Período	Rota	Volume por tipo de veículo						Total
			Passeio	Coletivo	Carga				
					Leve	Médio	Pesada	Ultrapesado	
22/01/2025	16:00-24:00	A	32	1	0	1	4	4	**42**
22/01/2025	16:00-24:00	B	31	1	6	4	2	6	**50**
23/01/2025	00:00-24:00	A	194	5	12	27	16	21	**275**
23/01/2025	00:00-24:00	B	198	5	6	32	15	16	**272**
24/01/2025	00:00-24:00	A	240	5	18	22	13	20	**318**
24/01/2025	00:00-24:00	B	255	7	19	18	18	19	**336**
25/01/2025	00:00-24:00	A	113	2	9	2	2	2	**130**
25/01/2025	00:00-24:00	B	135	2	3	5	0	2	**147**
26/01/2025	00:00-24:00	A	190	1	4	5	7	0	**207**
26/01/2025	00:00-24:00	B	210	0	4	10	6	0	**230**
27/01/2025	00:00-24:00	A	199	4	11	30	26	16	**286**
27/01/2025	00:00-24:00	B	204	5	18	27	18	21	**293**
28/01/2025	00:00-24:00	A	208	4	12	28	53	24	**329**
28/01/2025	00:00-24:00	B	222	7	10	37	43	31	**350**
29/01/2025	00:00-24:00	A	198	3	15	23	36	23	**298**
29/01/2025	00:00-24:00	B	206	1	23	23	40	20	**313**
			2835	**53**	**170**	**294**	**299**	**225**	**3876**

Considerando a adoção do tráfego dos trechos como representativo para a Rodovia, a partir dos dados do Posto de Contagem 02, foi realizado o cálculo do Número N. Para o desenvolvimento do cálculo do número N, foram seguidas as instruções de serviço para estudos de tráfego do DAER- IS-110/10. No Quadro 05 é apresentado o VDM para o projeto da rodovia, bem como necessário par ao cálculo do número N.

Destaca-se que foram aplicadas taxa de crescimento usualmente utilizada pelo DAER, de 5% ao ano e, a partir da consideração de que a obra será implantada em 2028, procedeu-se a acumulação do Número N anual de 2028 até 2037, totalizando período de 10 anos.

Para o dimensionamento foi adotado o Número N igual a $2{,}30 \times 10^6$ solicitações equivalentes do eixo-padrão de 8,2 t, considerando período de projeto de 10 anos e taxa de crescimento de 5% ao ano, conforme o estudo geral.

Quadro 05 – VDM para a Rodovia Integração do MERCOSUL.

VDM									
					Carga				
Dia de contagem	Dia da semana	Data	Passeio	Coletivo	Leve	Médio	Pesado	Ultra P	Total
1° dia	Quinta-feira	23/01/2025	392	10	18	59	31	37	547
2° dia	Sexta-feira	24/01/2025	495	12	37	40	31	39	654
3° dia	Sábado	25/01/2025	248	4	12	7	2	4	277
4° dia	Domingo	26/01/2025	400	1	8	15	13	0	437
5° dia	Segunda-feira	27/01/2025	403	9	29	57	44	37	579
6° dia	Terça-feira	28/01/2025	430	11	22	65	96	55	679
7° dia	Quarta-feira	29/01/2025	404	4	38	46	76	43	611
Total			**1289**	**27**	**84**	**175**	**0**	**145**	**1929**
VDM			**409**	**8**	**26**	**57**	**68**	**45**	**612**
Percentual da categoria			**66,7**	**1,4**	**4,2**	**9,3**	**11,1**	**7,3**	**100,0**
Med. Pista			**204**	**4**	**13**	**28**	**34**	**23**	**306**

Quadro 06 – Cálculo do Número N para a Rodovia Integração do MERCOSUL.

CÁLCULO DO NUMERO DE REPETIÇÕES DO EIXO PADRÃO - "N"						
FATORES DE VEÍCULOS INDIVIDUAIS-FVi						
	VEÍCULOS					
METODOLOGIA	AUTOMÓVEL	UTILITÁRIO	ÔNIBUS	CAMINHÃO		
				MÉDIO	PESADO	REBOQUE
			2C	2C	3C	nSi
AASHO	0	0	0,099	0,654	1,323	2,780
DAER	0	0,063	0,345	1,371	4,986	11,205
USACE	0	0,063	2,81	2,78	5,44	10,27
COMPOSIÇÃO DA FROTA						
MÉDIA DIÁRIA DA FROTA	VEÍCULOS					
	AUTOMÓVEL	UTILITÁRIO	ÔNIBUS	CAMINHÃO		
				MÉDIO	PESADO	REBOQUE
2.025			2C	2C	3C	nSi
612	409	26	8	57	68	45
100%	0,667	0,042	0,014	0,093	0,111	0,073
FATORES DE VEÍCULOS DA FROTA						
METODOLOGIA						
DAER						
1,51						
TAXAS DE CRESCIMENTO (%)						
VEÍCULOS						
AUTOMÓVEL	UTILITÁRIO	ÔNIBUS	CAMINHÃO			FROTA
			MÉDIO	PESADO	REBOQUE	
		2C	2C	3C	nSi	
5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
CÁLCULO NÚMERO N						
ANO	VMD	TRÁFEGO ANUAL	FV	FP	"N"	"N" ACUMULADO
2025	612	223502	1,51	0,5	1,69E+05	
2026	643	234677	1,51	0,5	1,77E+05	
2027	675	246411	1,51	0,5	1,86E+05	
2028	709	258731	1,51	0,5	1,95E+05	
2029	744	271668	1,51	0,5	2,05E+05	2,05E+05
2030	782	285251	1,51	0,5	2,15E+05	4,2E+05
2031	821	299514	1,51	0,5	2,26E+05	6,5E+05
2032	862	314489	1,51	0,5	2,37E+05	8,8E+05
2033	905	330214	1,51	0,5	2,49E+05	1,1E+06
2034	950	346724	1,51	0,5	2,62E+05	1,4E+06
2035	997	364061	1,51	0,5	2,75E+05	1,7E+06
2036	1.047	382264	1,51	0,5	2,88E+05	2,0E+06
2037	1.100	401377	1,51	0,5	3,03E+05	2,3E+06
2038	1.155	421446	1,51	0,5	3,18E+05	2,6E+06
2039	1.212	442518	1,51	0,5	3,34E+05	2,9E+06
2040	1.273	464644	1,51	0,5	3,50E+05	3,3E+06
2041	1.337	487876	1,51	0,5	3,68E+05	3,6E+06
2042	1.403	512270	1,51	0,5	3,86E+05	4,0E+06
2043	1.474	537883	1,51	0,5	4,06E+05	4,4E+06
2044	1.547	564778	1,51	0,5	4,26E+05	4,8E+06

4.2 Estudos geológicos e geomorfológicos

O estudo geológico e geomorfológico foi desenvolvido no contexto regional da Rodovia Integração Mercosul, abrangendo Rodeio Bonito/RS, Liberato Salzano/RS e Trindade do Sul/RS. Para este memorial, são consideradas as condições aplicáveis ao trecho km 29+800 ao km 33+400, integralmente localizado no município de Trindade do Sul/RS.

Desse modo, esse estudo expedito geomorfológico, tem como objetivo aumentar o grau de reconhecimento do meio físico circundante, e, consecutivamente gerar auxilio nos procedimentos de engenharia civil, para um maior entendimento das questões geomorfológicas que envolvem a região que futuramente receberá infraestrutura rodoviária. A Figura 2 mostra a região abrangida pelo estudo.

4.2.1. Caracterização Geológica da Área do Empreendimento

4.2.1.1. Caracterização das rochas existentes na região

Pela Coluna Estratigráfica pode-se observar que a geologia regional do local da estrada está inserida no Éon Fanerozóico, dentro da Era Mesozóica no Período Cretáceo. A região está dentro da Província do Paraná, Grupo São Bento, inserida na Formação Serra Geral, na Fáceis Paranapanema. As rochas são representativas por derrames basálticos granulares finos, melanocráticos, contendo horizontes vesiculares. O basalto afanítico com fraturamentos, preferencialmente colunares, cortando por famílias de fraturas sub horizontalizas, formando pequenos blocos angulosos, são encontrados na região em alguns pontos, principalmente em porções em cortes da estrada, como também em uma situação de afloramento rochoso encontrado na localidade de Campina de Pedra, no município de Trindade do Sul. A Figura 3 demonstra um talude rochoso ao longo da estrada existente.

Ao longo do trecho da estrada, onde em sua grande parte está recoberta por uma pequena camada de solo, sendo que essas situações são realizadas, na sua maioria na região, cultivos agrícolas, ficando de certa maneira as rochas recobertas e não aparentes. Contudo, em uma certa localização, ao longo do trecho, mais precisamente na Localidade de Campina de Pedra (Figura 4), ao longo de cerca de 3 km, é possível visualizar grandes patamares de afloramento rochoso, onde quase inexiste solo e a vegetação na maioria das vezes é rasteira. Essa condição apresentada indica a parte superior do derrame basáltico na região, onde os processos erosivos e desagregadores do maciço rochoso não fizeram com que essa litologia fosse atacada.



Figura 2 – Região do estudo (Fonte: Adaptado do Google Earth)



Figura 3 – Talude rochoso com fraturamento ao longo da estrada



Figura 4 – Afloramento rochoso na localidade de Campina de Pedra.

4.2.1.2. Domínio Geomorfológico da Área

A unidade geomorfológica onde se insere o presente projeto é a Serra Geral (Figura 5), RADAMBRASIL 1986. Esta unidade constitui-se em terminais escarpados abruptos do Planalto dos Campos Gerais, sendo desenvolvida sobre rochas efusivas básicas.

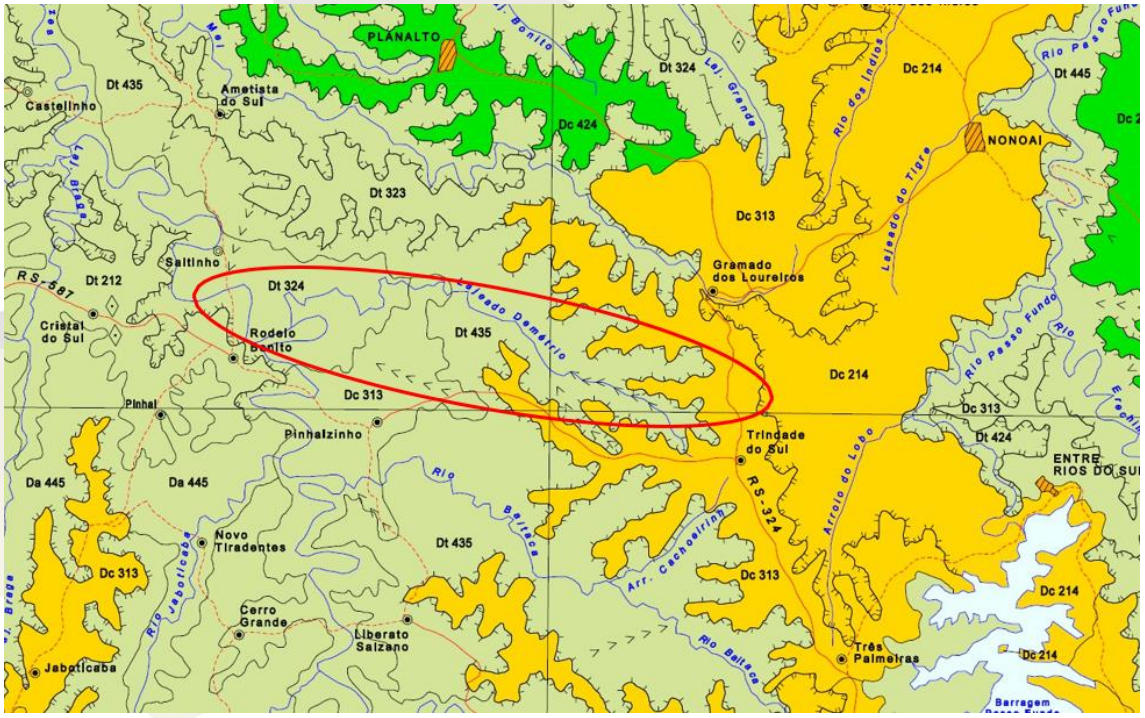


Figura 5 – Enquadramento da situação geomorfológica do trecho da via estudado.

A Unidade Geomorfológica Planalto dos Campos Gerais é representada por uma ampla área elevada, onde se registram as maiores cotas altimétricas de todo o domínio. Apresenta-se como uma superfície inclinada, com o caimento natural para oeste. Na Unidade Geomorfológica Planalto dos Campos Gerais a ocorrência de linhas estruturais, que estão normalmente ocupadas por cursos de água, é frequente e generalizada, apresentando-se com diversas orientações. Disseminados ocorrem capões e florestas-de- galeria, compostas de araucárias, em especial. É generalizada, ainda, a ocorrência de linhas de pedra, que são compostas predominantemente por geodos.

De modo geral, as linhas de pedra assentam-se sobre a rocha sã ou alterada e estão recobertas por camadas de colúvio de espessura variável. Essas linhas de pedra observadas nos cortes de estradas estão associadas as formas de relevos em colinas de topo plano, por vezes separadas umas das outras por áreas deprimidas, brejosas, de conformação circular, podendo registrar a presença de relevos residuais, com afloramentos rochosos.

O local onde se realizará a obra de infraestrutura viária não apresenta riscos quanto às condições de estabilidade do terreno, uma vez que não possui feições morfológicas com gradientes abruptos, como encostas ou morros.

No setor de Trindade do Sul, onde se localiza o trecho desta etapa, as cotas altimétricas aproximam-se de 660 m em relação ao nível do mar. As condições topográficas e geomorfológicas específicas do intervalo km 29+800 ao km 33+400 estão representadas nas pranchas planialtimétricas, perfis longitudinais e seções transversais que integram o projeto.

4.2.1.3. Geologia Regional

A área da estrada estudada se situa sobre as rochas efusivas da Formação Serra Geral, que corresponde à parte superior do Grupo São Bento, representando o encerramento dos processos sedimentares da Bacia do Paraná. Seu contato inferior faz-se com a Formação Botucatu, sendo recoberta pela Formação Tupanciretã, a qual caracteriza o contato superior. A Formação Serra Geral é considerada como uma espessa sequência de rochas vulcânicas, eminentemente basálticas, podendo conter termos ácidos intercalados que se tornam mais abundantes no topo do pacote, tendo se extravasado desde o Triássico Superior, desenvolvendo-se de modo significativo durante o Jurocretáceo. Sua gênese está intimamente relacionada aos processos geodinâmicos que culminaram com a abertura do Atlântico Sul e a consequente separação continental América do Sul – África. Estes vulcanitos fissurais apresentam inúmeros diques e

sills de diabásio, como representantes hipabissais. Corpos de arenitos eólicos intertrápicos são comuns, sendo pertencentes à Formação Botucatu.

Estudos mostraram que a espessura da Formação Serra Geral é extremamente variável. Chega a atingir 1.000 metros nas escarpas da Serra Geral (Torres e Três Forquilhas). Já na região ao norte de Santa Maria, estimaram-se espessuras entre 30 e 50 metros. A cerca de 50 km a NW da jazida em questão, no município de Marcelino Ramos, sondagem da Petrobrás (Poço MR-SL-1-RS), verificou a espessura dos derrames em 535 metros. Através de datações radiométricas disponíveis, obtidas pelo método Rubídio/Estrôncio, verifica-se um ápice do vulcanismo no intervalo entre 130 e 140 milhões de anos.

As Figuras 6 e 7 demonstram a localização da Bacia do Paraná e distribuição da Formação Serra Geral.

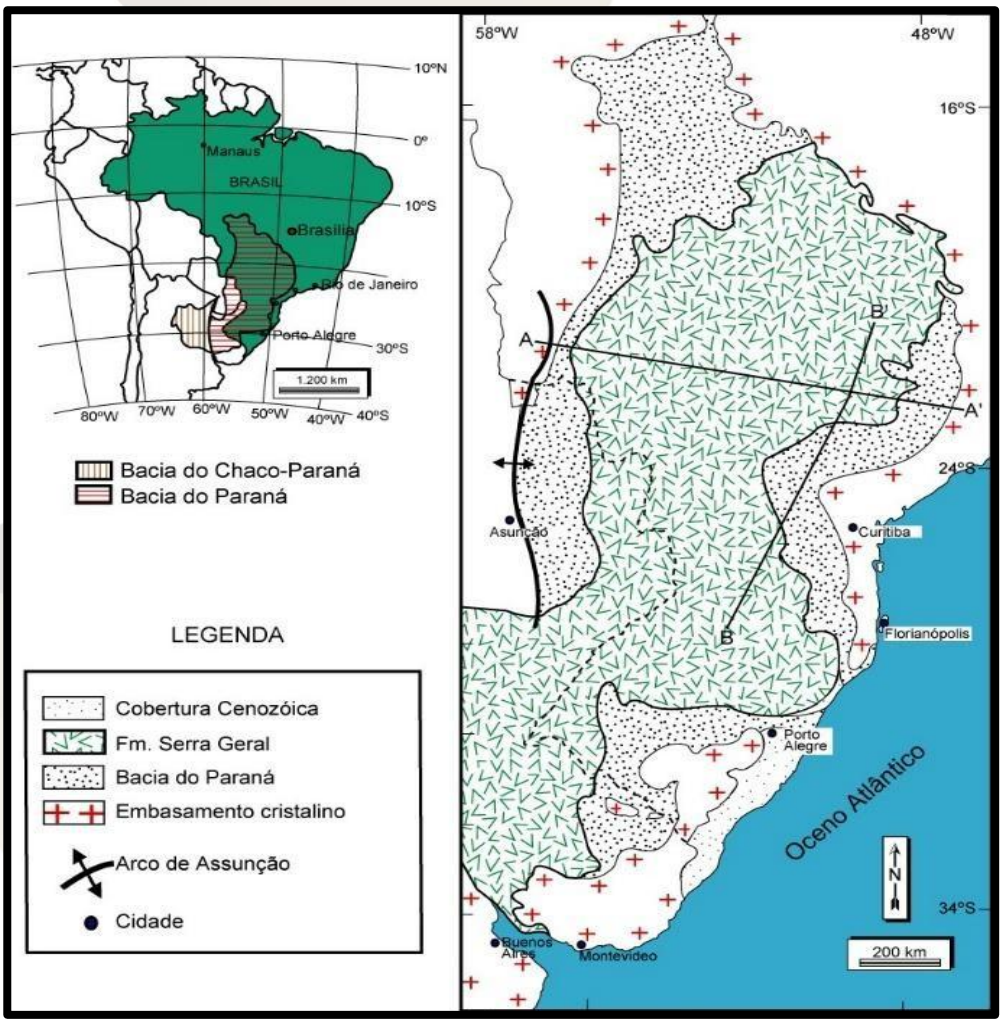


Figura 6 – Localização da Bacia do Paraná e distribuição da Formação Serra Geral.

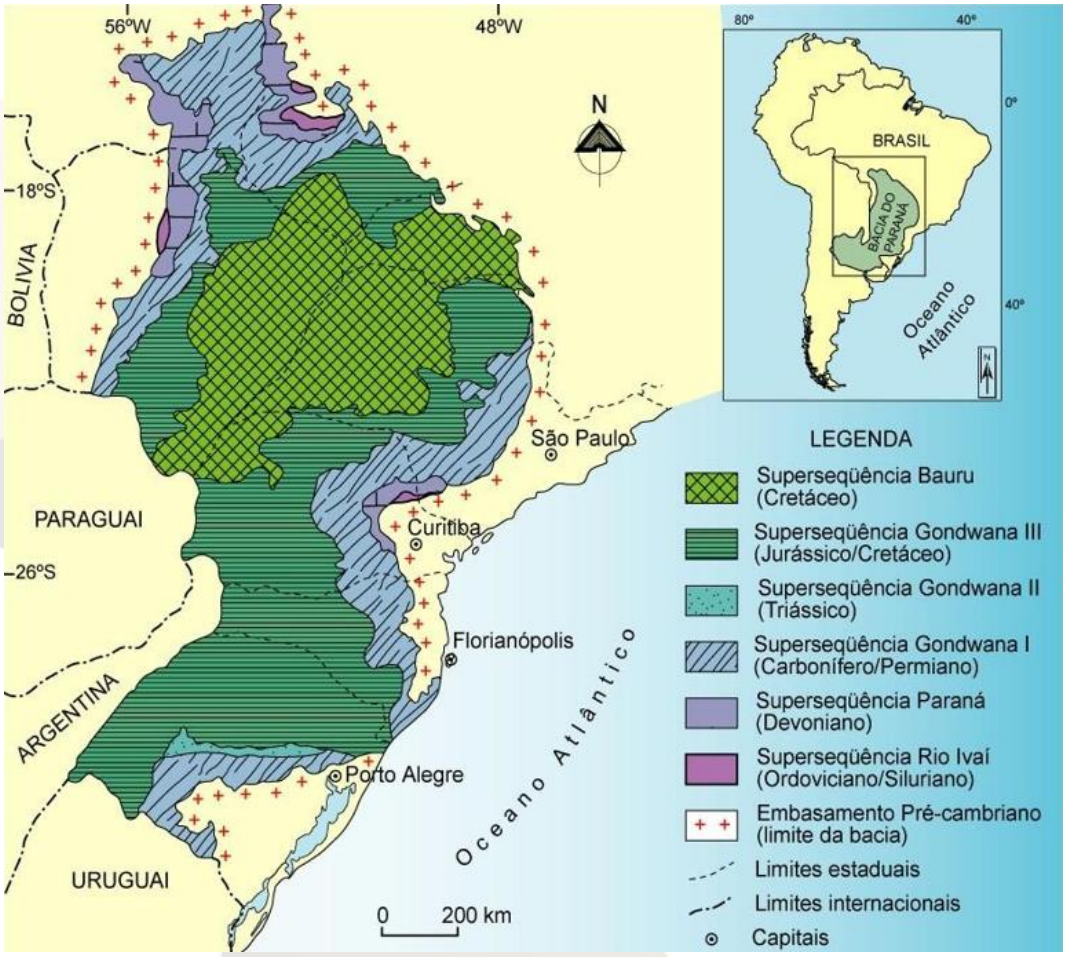


Figura 7 – Mapa da área da Bacia do Paraná e distribuição das super sequências no território brasileiro (modificado de Milani, 1997).

Os derrames da Formação Serra Geral podem ser divididos em duas séries, uma básica toleítica e outra ácida andesítica e riodacítica. Elas apresentam-se intercaladas, principalmente do meio ao topo do pacote vulcânico. As lavas básicas constituem basicamente a base do pacote vulcânico e predominam principalmente no lado da América do Sul, e as lavas ácidas, por sua vez, aparecem em direção ao topo da sequência e no lado do Continente Africano.

A Figura 8 demonstra as formações Geológicas do Estado do Rio Grande do Sul, com o enquadramento da região de localização do trecho em estudo.

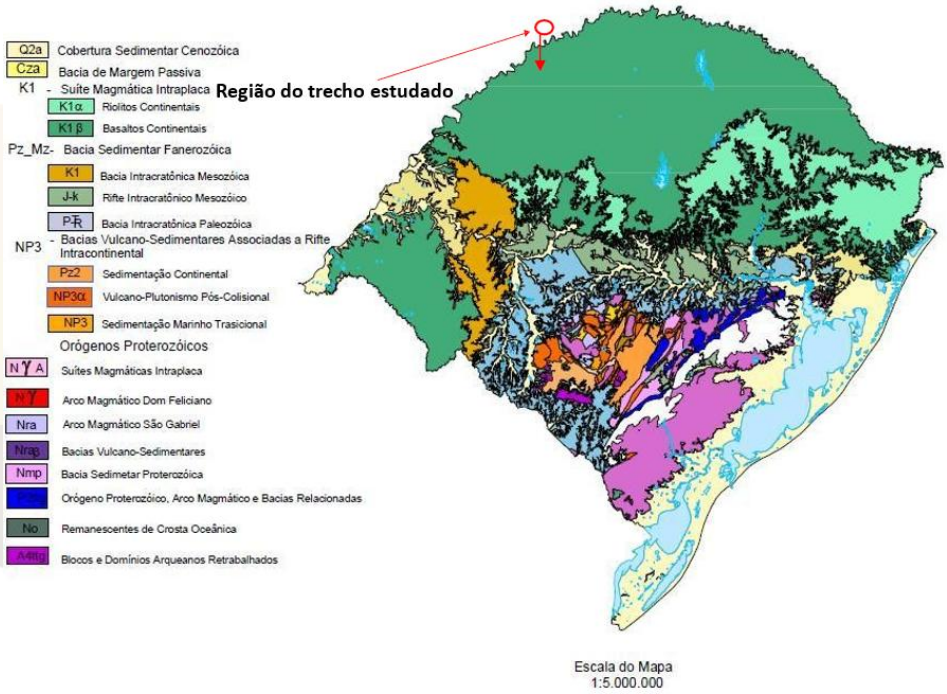


Figura 8 – Formações Geológicas do Estado do Rio Grande do Sul, com o enquadramento da região de localização do trecho em estudo.

4.2.1.4. Geologia Local

A geologia local é formada por rocha basáltica de tons acastanhados a cinza, isso em razão do médio grau de alteração, podendo ainda observar-se disjunções colunares como uma estrutura reliquiar da rocha. Essas colocações e conclusões são possíveis, visto análise de locais como aberturas de talude na estrada onde se possibilita ter uma interessante visualização das condições geológicas do local.

O basalto alterado, preferencialmente ao longo de seus fraturamentos, está sob forma de pequenos blocos (5 a 50 cm) envolvida em material sílico-argiloso, sendo denominado de cascalho ou BD (basalto decomposto), onde esse material encontra-se na sua grande maioria sob o solo em profundidades próximas de 1 metro. Tal material pertencente à Formação Serra Geral, com sua idade ligada a era Juro-Cretácea. As Figuras 9 e 10 demonstram essas condições.



Figura 9 – Talude encontrado ao lado da estrada, apresentando as condições geológicas locais.



Figura 10 – Porções de basalto decomposto encontrado caídos a base de talude encontrado ao lado da via estudada.

4.1.2.5. Classificação Litológica

A mineralogia das rochas encontradas na região é constituída essencialmente por piroxênios (augita ou augita diopsídica, pigeonita, hiperstênio) e plagioclásio (bytownita a labradorita). Pode incluir olivina, quartzo, feldspato potássico, nefelina e vidro. Geralmente os minerais acessórios são caracterizados por óxidos de ferro (magnetita), apatita e sulfetos, sendo que a estrutura apresentada vai de vesicular a compacta.

A classificação baseada na mineralogia da rocha é fundamentada na proporção entre seus minerais principais, que podem ser agrupados em dois tipos: félsicos (minerais claros e leves: quartzo, feldspato potássico, plagioclásio, feldspatódides, etc) e máficos (minerais escuros e densos: micas, anfibólios, piroxênios, minerais opacos e acessórios como epidoto, alanita, granada, carbonatos primários, etc). Desta forma, são utilizados diagramas classificatórios, sendo o QAPF usado para rochas com menos de 90% de minerais máficos, como é esse caso litológico.

A Figura 11 apresenta uma visão global da litologia do trecho.



Figura 11 – Visão da litologia encontrada do início ao fim do trajeto.

O basalto é uma rocha importantíssima para a agricultura, pois o produto de sua decomposição é uma argila de coloração avermelhada, que origina solos férteis (terra roxa). É uma rocha efusiva básica, tendo como correspondentes plutônico e hipoabissal o gabro e o diabásio, respectivamente.

4.1.2.6. Pedologia

Para esta análise foi utilizada a classificação brasileira proposta pela Divisão de Pesquisa Pedológica, através do Boletim Técnico Nº 30, Levantamento de Reconhecimento dos Solos do

Estado do Rio Grande do Sul, Ministério da Agricultura (1973). O mapa exploratório dos solos do RS, para região em estudo, é apresentado na Figura 12.

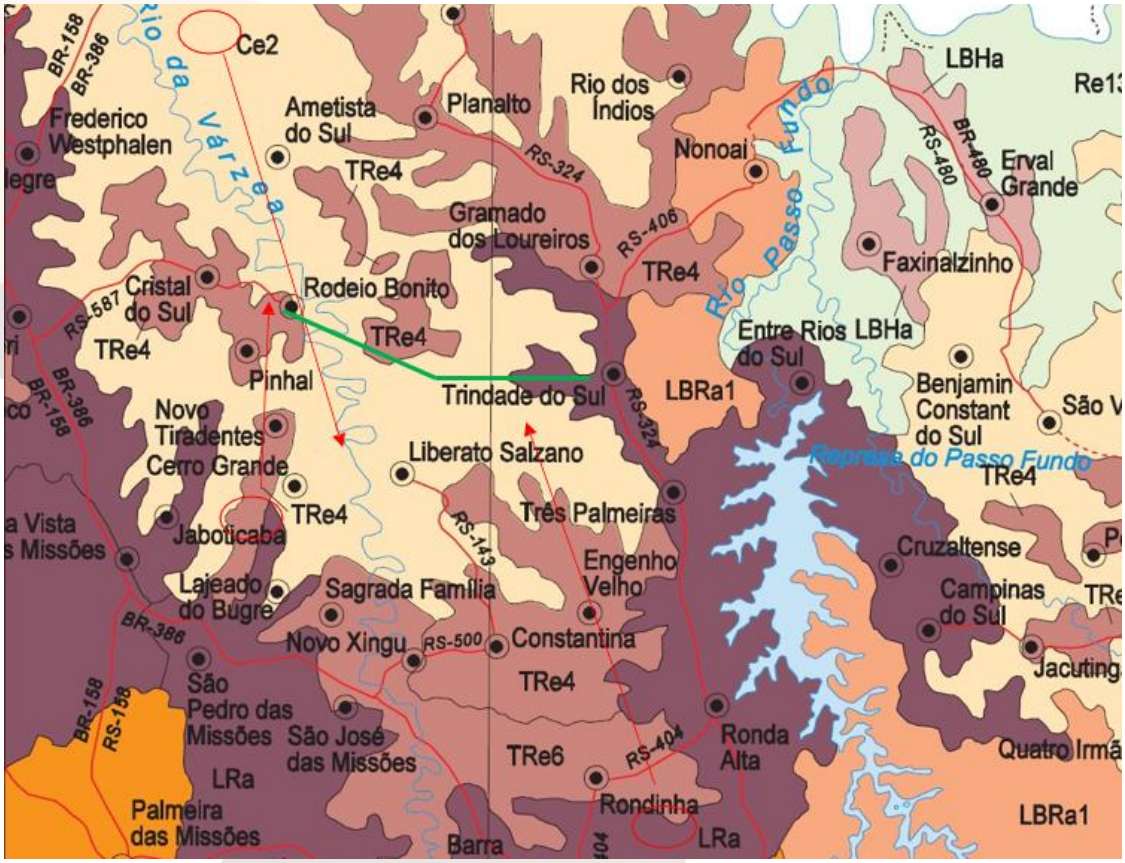


Figura 12 – Porção do mapa exploratório de solos do Rio Grande do Sul, onde se cruza o trecho (trajeto aproximado em verde) a ser pavimentado. (Fonte: IBGE).

O trecho estudado percorre uma linha onde a classificação dos solos se altera sensivelmente, sendo que em alguns pontos a diferenciação da pedologia pode aumentar o nível de dificuldade isso pela não observância de solo, essa condição por vezes justificada pela vegetação presente ou mesmo pela pequena espessura da camada do solo.

4.1.2.7. Latossolo Vermelho – Trindade do Sul

O latossolo possuí características de boa profundidade, bem drenados, ácidos e de baixa fertilidade, podendo em alguns casos apresentar toxidez por alumínio para as plantas. Entretanto, a profundidade do solo associada ao relevo suave os torna de boa aptidão agrícola, desde que corrigida a fertilidade química, podendo ser utilizados com culturas de inverno e de verão. Ocorrem, predominantemente, no norte do Estado na área do Planalto Meridional.

A classificação específica do latossolo encontrado na área do empreendimento viário se caracteriza por ser um latossolo distrófico roxo (latossolo vermelho) ou também conhecido como latossolo vermelho aluminoférrico, onde esse apresenta uma textura muito argilosa e relevo suave ondulado. A camada de solo, no local, possuí um intervalo médio de 0,6 m a mais de 3 m, sendo que quase todo tipificado como argila. A Figura 13 representa o perfil de solo encontrado próximo ao trecho no município de Trindade do Sul.



Figura 13 – Perfil de solo – Trindade do Sul.

4.3 Estudos topográficos

O objetivo dos serviços topográficos foi a obtenção das coordenadas dos elementos existentes ao longo da Rodovia Integração Mercosul. Para esta etapa, utilizam-se os dados correspondentes ao trecho km 29+800 ao km 33+400, em Trindade do Sul/RS, necessários à elaboração do Modelo Digital do Terreno e ao desenvolvimento dos projetos geométrico, de terraplenagem, pavimentação e sinalização. Para tanto, foram elaborados os serviços abaixo relacionados:

• Implantação dos marcos de apoio básico e RRNN;
• Levantamento Topográfico Planialtimétrico;
• Planta da restituição topográfica;

4.3.1 Implantação Dos Marcos De Apoio

Foram implantados 7 marcos de Referência no local do levantamento topográfico, sendo realizadas leituras com equipamento GNSS RTK de alta precisão no sistema de referência SIRGAS 2000, Fuso-22S, obtendo-se coordenadas e cotas oficiais do IBGE.

As coordenadas de cada marco são descritas conforme segue:

- 27°31’22.78’’S; 51°54’15.23’’O
- 27°31’2.67’’S; 52°56’54.47’’O
- 27°29’40.21’’S; 53°0’58.84’’O
- 27°30’5.89’’S; 53°4’38.76’’O
- 27°29’42.31’’S; 53°8’47.63’’O
- 27°29’3.67’’S; 53°10’16.39’’O
- 27°28’21.15’’S; 53°10’57.23’’O

4.3.2 Levantamento Planialtimétrico Cadastral

Para o levantamento planialtimétrico cadastral foi utilizado GNSS com sistema RTK. A área restituída foi definida após visitas a campo pela equipe técnica desta empresa.

Ao longo da linha de exploração foi efetuado o levantamento cadastral, que permite a identificação da faixa estabelecida, bem como a definição de todas as benfeitorias e interferências, tais como: casas, galpões, cercas, linhas de transmissão, taludes, abrigos para passageiros, acessos, etc.

4.3.3 Planta de restituição topográfica

A topografia do local, com os levantamentos citados nesse capítulo, é apresentada nesse volume, em pranchas específicas.

4.4 Estudos hidrológicos

Este estudo hidrológico tem como finalidade analisar o comportamento do escoamento superficial ao longo da via não pavimentada que inicia no município de Rodeio Bonito, atravessa Liberato Salzano e se estende até Tiradentes do Sul, na região noroeste do Rio Grande do Sul.

A via desempenha papel essencial no escoamento da produção agrícola e no deslocamento de comunidades rurais, exigindo condições mínimas de trafegabilidade e segurança mesmo em períodos chuvosos.

A análise buscou compreender a dinâmica da drenagem pluvial, identificar os pontos críticos sujeitos à erosão e dimensionar soluções adequadas de drenagem superficial e transversal para implementação da pavimentação.

4.4.1 Caracterização da Área de Estudo

A região de estudo está inserida no Alto Uruguai, com relevo predominantemente ondulado, onde as declividades da via variam entre 6% e 12% em trechos críticos.

Os solos predominantes são classificados como Latossolos e Nitossolos Vermelhos, de textura média a argilosa, o que implica moderada a baixa infiltração durante chuvas intensas.

O entorno da via é caracterizado por áreas de agricultura familiar (milho, soja e trigo) e fragmentos de vegetação nativa. Este uso do solo contribui para maiores coeficientes de escoamento, em função da exposição de áreas agrícolas durante o preparo do terreno.

O Sistema Aquífero Serra Geral ocupa a parte centro-oeste da região dominada pelos derrames da Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral no planalto rio-grandense. Delimita-se pelos municípios de Soledade, Tupanciretã, Santo Antônio das Missões, Santa Rosa, Tenente Portela, Nonoai, Erechim e Passo Fundo. Constitui-se principalmente de litologias basálticas, amigdaloides e fraturadas, capeadas por espesso solo avermelhado.

Na Figura 14 é apresentado o mapa dos comitês das Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul, a fim de identificar o trecho em estudo.

A área em questão insere-se dentro da Bacia Hidrográfica da Várzea (U100), essa situando-se ao norte do Estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas 27°00' a 28°20' de latitude Sul e 52°30' a 53°50' de longitude Oeste. Abrange a Província Geomorfológica Planalto Meridional. Possui área de 9.463,46 km^2, abrangendo municípios como Carazinho, Frederico Westphalen, Palmeira das Missões e Sarandi, com população estimada em 323.924 habitantes.

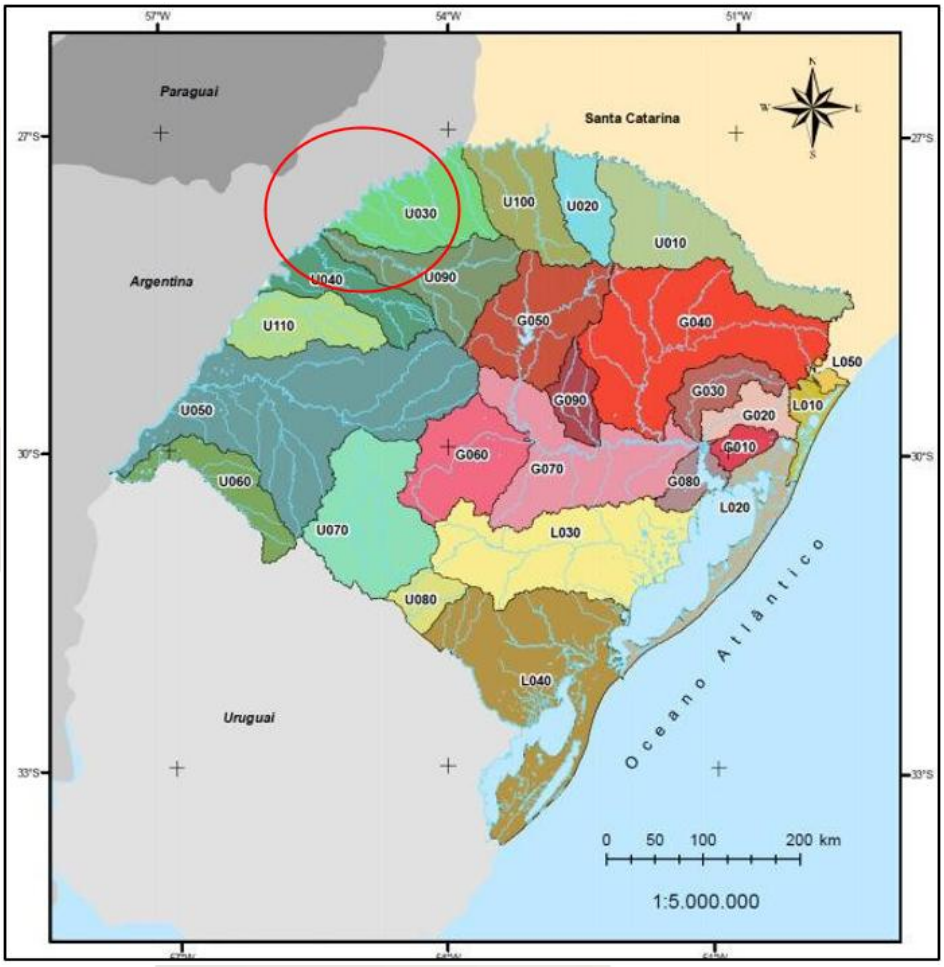


Figura 14 – Mapa dos comitês das Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul.

Os principais cursos de água são os arroios Sarandi, Goizinho e os rios da Várzea, Porã, Barraca, do Mel, Guarita e Ogaratim. Os principais usos da água na bacia se destinam a irrigação, a dessedentação animal e ao abastecimento humano. A Figura 15 apresenta a Bacia Hidrográfica da Várzea.

Como já abordado, área encontra-se mergulhada na Formação Serra Geral, onde a mesma se caracteriza pela a presença de rochas basálticas oriundas de derrames de lavas com grandes extensões horizontais, onde fraturamentos verticais são frequentes no topo e na base do mesmo, mostrando um resfriamento rápido do magma exposto ao meio externo. No local de implantação da via é possível verificar que o solo presente no local possuí uma espessura variável de média de cerca de 1,5 m e logo a abaixo pode-se observar um basalto com algumas fraturas verticais a subverticais, com tons acastanhados formando pequenos blocos. Não houve

ocorrência de lençol freático no trecho percorrido para estudo, nem mesmo visualização de nascentes aparentes.

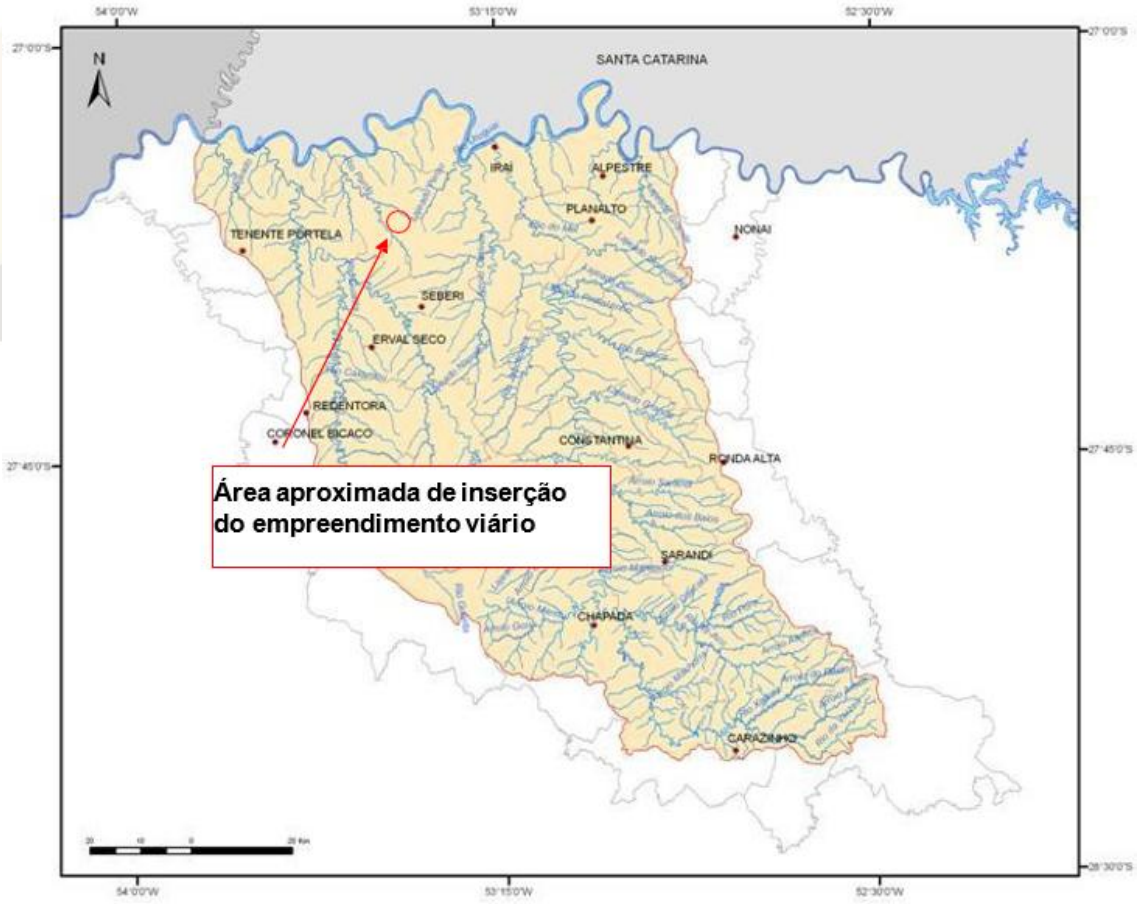


Figura 15 – Bacia Hidrográfica da Várzea.

4.4.2. Recomendações Técnicas

- Implantação de sarjetas laterais ao longo da via, em específico em trechos de declividade acentuada, em cortes;

- Execução de saídas d'água para descarregar o fluxo em áreas vegetadas adjacentes; - Práticas conservacionistas em áreas agrícolas vizinhas (curvas de nível, terraceamento e faixas de retenção vegetal);

4.5 Estudos geotécnicos

Para a elaboração do projeto da pavimentação foram realizados estudos geotécnicos que incluíram plano de sondagem, sondagens e ensaios, com a finalidade de conhecer as condições e materiais do subleito.

No projeto geral foram executados 66 (sessenta e seis) furos de sondagem, com coleta dos materiais do subleito às margens da estrada. Para o trecho desta etapa, foram considerados os resultados correspondentes ao intervalo km 29+800 ao km 33+400.

As informações obtidas, tanto das sondagens como dos resultados dos ensaios serviram para definir os parâmetros e estrutura do pavimento que projetado.

4.5.1. Empréstimos Concentrados (Jazidas)

O projeto de terraplenagem mostrou que os volumes dos cortes previstos serão suficientes para a execução dos aterros, havendo a necessidade de recorrer a áreas de empréstimos (jazidas) de solos de boa qualidade somente se os materiais de corte forem de baixa qualidade.

Se necessário, o empréstimo de material será por meio de empréstimos laterais e longitudinais, os quais possuem material semelhante ao ensaiado no local por conta da proximidade para utilização.

4.5.2. Estudos Geotécnicos para Pavimento

Os estudos geotécnicos foram desenvolvidos em consonância com as orientações da IS-101/94 do DAER/RS, para a obtenção das informações necessárias, com foco, na obtenção da dados do subleito. Dessa forma foram realizados:

- Elaboração de plano de sondagem, de acordo com as Instruções de Serviços;

Execução de ensaios em laboratório da empresa projetista e classificação dos materiais de subleito.

4.5.3. Orientações para a Terraplenagem

O projeto de pavimentação prevê alargamentos de áreas com a execução de aterros e cortes.

Os materiais removidos junto à estrada deverão fazer parte das camadas inferiores dos aterros, pois pode haver alguma variação de CBR, porém deverá ser tomado especial cuidado com a expansão destes, que deverá ser inferior a 2,0%.

Para as camadas superiores, últimos 60 cm, deverá ser utilizado material proveniente das áreas de corte e eventualmente, caso haja necessidade, de empréstimo lateral ou longitudinal, desde que o ISC seja igual ou superior a 8,32% (ISC do subleito), bem como expansão menor que 2,0%.

4.5.4. Material Pétreo

A execução dos pavimentos requer materiais pétreos de boa qualidade, assim buscaram-se pedreiras que forneçam materiais que comprovadamente atendam as condições técnicas para utilização em base, sub-base e massa asfáltica.

A via necessitará de materiais oriundos de pedreiras, britagens e usinas, por essa razão optou-se por utilizar estruturas comerciais que largamente atendem obras na região e que tenham suas instalações licenciadas pelos órgãos ambientais (tenham Licença de Operação – LO).

Dentro dessa diretriz foram alocadas 3 (três) conjuntos de instalações que já atendem a região e que produzem agregados de boa qualidade.

Esses conjuntos de instalações apresentam como distância média de transportes – DMT médio de 41 km.

O Quadro 7 apresenta o resumo dos resultados dos ensaios dos materiais das jazidas de agregados estudadas. Em anexo ao projeto geral encontram-se os estudos das jazidas e os resultados dos 66 (sessenta e seis) furos de sondagem, devendo ser utilizados, nesta etapa, os registros correspondentes ao trecho km 29+800 ao km 33+400.

Quadro 7 – Resultados do estudo das jazidas de agregados

Ensaio	**Resultado**		
	Paviter (Frederico Westphalen/RS)	**São Cristóvão (Tenente Portela/RS)**	**Caresia (Trindade do Sul/RS)**
Abrasão Los Angeles	14,96	12,92	13,16
Adesividade	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
Durabilidade	2,301	3,049	2,469
Índice de forma	2,58	2,66	2,47

Os ensaios do subleito apresentaram CBR entre 4,12% e 14,61%, com expansão máxima de 2,51%. Para o projeto foi adotado ISC de 8,32%, correspondente ao valor médio definido no estudo, devendo os 60 cm superiores dos aterros apresentar ISC igual ou superior a esse valor e expansão inferior a 2,0%.

5. CONDIÇÕES GERAIS DE EXECUÇÃO

A contratada deverá realizar vistoria prévia, conferir a implantação topográfica, verificar acessos, interferências, redes existentes e condições de drenagem, compatibilizando a sequência executiva com a manutenção do tráfego local. Antes de cada frente de serviço, deverão estar disponíveis os desenhos válidos, notas de serviço, licenças, sinalização provisória e equipe técnica habilitada.

Manter equipe de topografia durante a implantação do eixo, greide, offsets, dispositivos e controle geométrico;

Submeter previamente à fiscalização as fontes de materiais, traços, certificados, licenças e resultados de ensaios;

Proteger marcos, propriedades lindeiras, cursos d'água, redes e demais interferências;

Executar os serviços em condições climáticas compatíveis com cada especificação;

Interromper e corrigir qualquer serviço executado fora das cotas, espessuras, compactações, alinhamentos ou padrões de qualidade previstos;

Manter diário de obra, registros fotográficos, boletins de controle e rastreabilidade dos materiais.

6. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO TRECHO

6.1 Geometria e plataforma

A seção-tipo prevê pista bidirecional com duas faixas de 3,50 m e acostamentos de 1,00 m, resultando em plataforma pavimentada de 9,00 m. Em tangentes, o abaulamento transversal é de 2% para fora a partir do eixo. Nas curvas, a inclinação transversal deverá obedecer às seções e ao projeto geométrico, inclusive transições de superelevação.

Os taludes de referência são 1V:1,5H para aterros e 1,5V:1H para cortes, salvo indicação específica nas seções ou necessidade de solução de estabilidade aprovada pela fiscalização e projetista.

6.2 Estrutura do pavimento

Camada	Material	Espessura compactada
Revestimento	Concreto Betuminoso Usinado a Quente - CBUQ	5,0 cm
Base	Brita Graduada - BG	17,0 cm
Sub-base	Macadame Hidráulico (rachão)	18,0 cm

O dimensionamento adotou número N de 2,30 × 10^6 solicitações equivalentes do eixo-padrão de 8,2 t, período de projeto de 10 anos e ISC de projeto do subleito igual a 8,32%. A estrutura total de pavimento é de 40,0 cm sobre o subleito regularizado e compactado, sem incluir eventuais reforços localizados determinados após a abertura da plataforma.

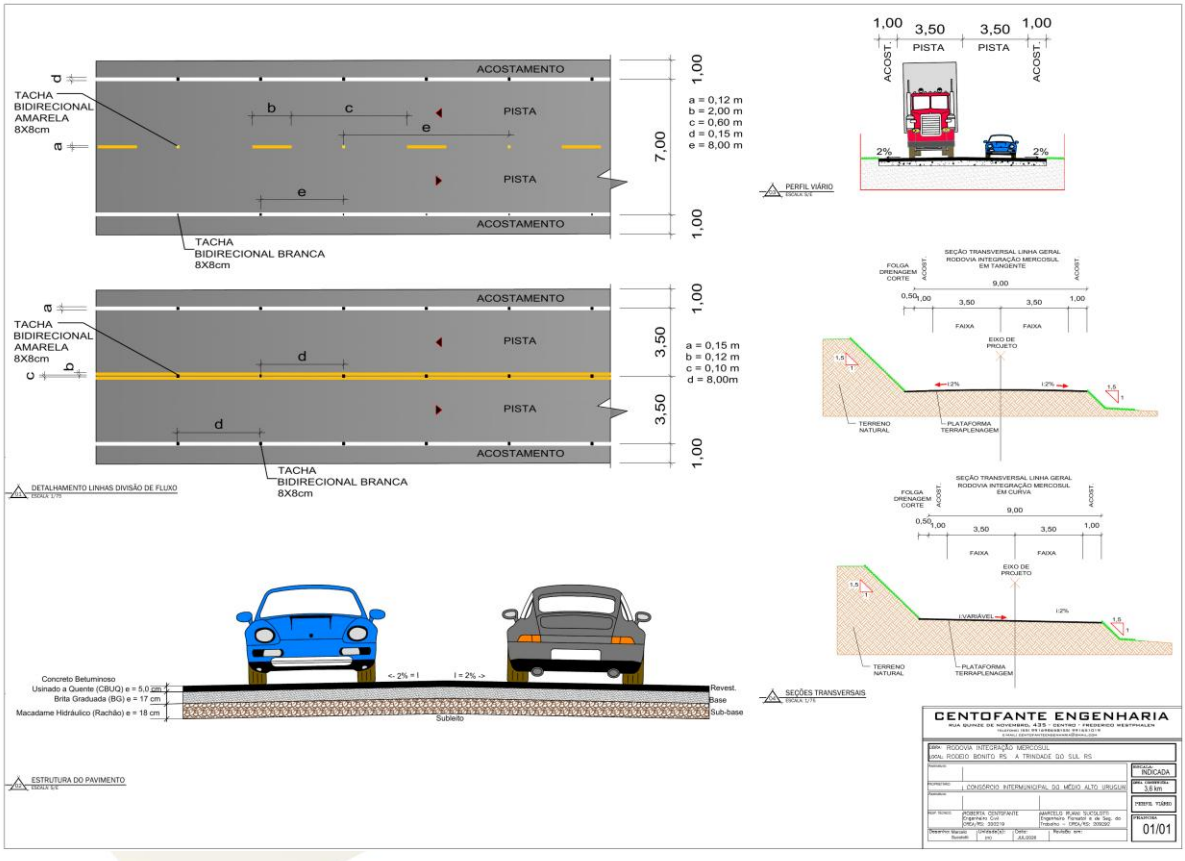


Figura 16 - Perfil viário e estrutura-tipo do pavimento do trecho de 3,60 km.

7. SERVIÇOS PRELIMINARES

7.1 Mobilização, locação e sinalização provisória

A implantação deverá iniciar pela mobilização do canteiro, definição dos acessos, sinalização temporária, locação do eixo e conferência do estaqueamento. O controle topográfico deverá materializar os pontos notáveis, offsets, cotas de terraplenagem e referências de nível em locais protegidos.

A sinalização provisória deverá permanecer adequada a cada fase, incluindo advertência, regulamentação, canalização, balizamento noturno, dispositivos refletivos e, quando necessário, operação pare-e-siga. O plano de tráfego deverá preservar o acesso às propriedades e a circulação de veículos de serviço e emergência.

7.2 Limpeza e preparação da faixa

Os serviços compreendem desmatamento autorizado, destocamento, limpeza, remoção de camada vegetal e materiais impróprios dentro dos limites de intervenção. Como referência do projeto, a limpeza alcança os offsets acrescidos de 2,00 m para cada lado, devendo prevalecer os limites efetivamente licenciados e indicados nas seções.

O solo orgânico e os resíduos deverão ser segregados e destinados a locais regularizados. É proibido lançar materiais em cursos d'água, drenagens naturais, propriedades lindeiras ou áreas não autorizadas.

8. TERRAPLENAGEM E PREPARAÇÃO DO SUBLEITO

8.1 Escavações, cortes e aterros

As escavações serão executadas conforme as seções, notas de serviço e classificação dos materiais. Os materiais aptos deverão ser empregados nos aterros segundo a distribuição prevista; materiais inadequados deverão ser removidos e destinados a local autorizado. A relação de referência entre volume escavado e volume compactado adotada no projeto é 1,30, devendo o controle final considerar as medições efetivas.

Os aterros serão executados em camadas com espessura máxima solta compatível com o equipamento, de modo que a camada compactada não ultrapasse 20 cm. A compactação deverá atingir 100% da massa específica aparente seca máxima do Proctor Normal, com umidade dentro da faixa estabelecida pelos ensaios e pela especificação aplicável.

Nos 60 cm superiores do corpo de aterro deverá ser empregado material selecionado com ISC igual ou superior a 8,32% e expansão inferior a 2,0%. Materiais com características inferiores ou expansivas não poderão permanecer na zona ativa do pavimento.

8.2 Regularização do subleito

Concluída a terraplenagem, o subleito deverá ser escarificado, homogeneizado, corrigido quanto à umidade, conformado e compactado nas cotas e inclinações do projeto. Áreas instáveis, bombeantes ou com suporte insuficiente deverão ser saneadas por substituição, drenagem, estabilização ou reforço aprovado, antes da execução da sub-base.

A superfície aceita deverá apresentar acabamento uniforme, sem segregação, trilhas, materiais soltos, depressões ou desníveis que prejudiquem as espessuras subsequentes.

9. DRENAGEM E PROTEÇÃO SUPERFICIAL

A planilha orçamentária desta etapa não apresenta grupo específico de implantação de drenagem. Portanto, este item estabelece cuidados de preservação e proteção superficial durante a terraplenagem e a pavimentação, sem criar quantitativos ou dispositivos novos. Caso sejam emitidos projetos e quantitativos complementares de drenagem, sua execução deverá ser formalmente autorizada e incorporada ao escopo.

A drenagem existente deverá ser preservada e mantida operacional. Serviços eventualmente autorizados deverão interceptar, conduzir e lançar de forma segura as águas superficiais e subsuperficiais, preservando a plataforma, os taludes e as propriedades lindeiras, nas posições, cotas, declividades, dimensões e materiais definidos em peças específicas.

Nos segmentos em corte, deverão ser implantadas sarjetas junto ao pé do talude onde previstas, evitando a infiltração e a erosão regressiva. Nos aterros, o escoamento poderá ocorrer de forma difusa sobre taludes devidamente protegidos, quando assim definido no projeto; descidas d’água, dissipadores e saídas deverão ser utilizados onde houver risco de concentração ou erosão.

Executar escavações com estabilidade e esgotamento quando necessário;

Preparar berços e fundações, evitando apoio sobre material solto ou saturado;

Garantir alinhamento, declividade, estanqueidade e conexão entre dispositivos;

Recompor aterros laterais em camadas compactadas, sem deslocar ou danificar as estruturas;

Proteger as saídas contra erosão e assoreamento;

Manter os dispositivos limpos durante toda a obra e realizar teste de escoamento antes do recebimento.

Qualquer nascente, surgência, contribuição não prevista ou interferência com curso d'água identificada durante a execução deverá ser comunicada à fiscalização e à projetista para definição da solução, sem improvisações de campo.

9.1 Memória de dimensionamento do pavimento

O dimensionamento foi realizado pelo Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis do Eng. Murillo Lopes de Souza, utilizando o Número N e o Índice de Suporte Califórnia do subleito como parâmetros básicos.

Características do Tráfego

Os estudos de tráfego fornecem a configuração da frota de veículos que transitam pela via em estudo e em consequência dela, o número "N" equivalente de solicitações de um eixo padrão de 8,2 t que passa pelo trecho em questão. Esse número "N" é um dos elementos básicos para a elaboração do projeto de pavimentação.

Definição do número "N"

As metodologias usadas para pavimentos flexíveis utilizam o número "N" como elemento definidor de tráfego no cálculo dos pavimentos.

O número "N" é calculado pela fórmula:

N = 365 * P * VDM * FV * FR

Onde:

P = Período de Projeto;

VDM = Volume Médio Diário de Tráfego (em um sentido);

FR = Fator Climático Regional – Adota-se no Brasil FR = 1;

FV = Fator de Veículo; que dá equivalência dos eixos dos diferentes veículos em eixo padrão de 8,2 t;

FV = FE * FC

FC = Fator de Carga dá equivalência dos eixos dos diferentes veículos em eixo padrão de 8,2 t;

FE = Fator de Eixo que estabelece a relação percentual dos diferentes tipos de eixos que trafegam na via. Todas as informações e cálculo do número "N" estão apresentados no capítulo Estudos de Tráfego deste relatório.

Para facilitar a visualização está sendo colocada a seguir o número “N”, para projeção de vida útil de 10 (dez) anos, como sendo igual a

N = 2,30*106

Características do Subleito

Os estudos geotécnicos fornecem as informações relativas à qualidade dos solos do subleito sobre o qual será executado o pavimento, apresentando características físicas, compactação, CBR e expansividade.

Os furos de sondagem executados no projeto geral produziram amostras de diferentes horizontes de solo e do revestimento primário. Para esta etapa, a avaliação do subleito considera os resultados associados ao trecho km 29+800 ao km 33+400.

Das amostras encaminhadas ao laboratório foram feitos os seguintes ensaios:

- Caracterização física: granulometria e Limites de Atterberg (Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade)
- Compactação dos Solos no Proctor Normal;
- Índice de Suporte Califórnia na Energia Normal (ISC).

Com a finalidade de facilitar a visualização, a planilha contendo os furos de sondagem e os resultados dos ensaios geotécnicos realizados em laboratório está apresentada em anexo a esse relatório.

Análise dos Resultados Obtidos

A área onde está se desenvolvendo o projeto se localiza em região de solos vulcânicos, basicamente decomposição de rochas tipo basalto em região ondulada. Os ensaios dos solos coletados dos furos de sondagem mostraram se tratar de solos de decomposição basáltica, com variação entre solos arenosos e argilosos, muitas vezes com presença de pedregulhos.

Os CBR’s do subleito apresentaram variação de 4,12% até 14,61% e expansão máxima foi de 2,51%.

Definição do Índice de Suporte

A análise dos ensaios do projeto geral demonstrou variação do CBR nas camadas de subleito. Para o dimensionamento do trecho desta etapa foi mantido o ISC de projeto de 8,32%, conforme definido no estudo geotécnico e adotado no projeto de pavimentação.

A solução proposta para a terraplenagem é a execução dos aterros com material local e importado, se necessário, de ISC igual ou maior que 8,32% (correspondente ao ISC médio do trecho estudado), compactados a 100% do Proctor normal, em camadas de no máximo 20 cm.
Dessa forma, o ISCp adotado para o projeto de pavimentação será de 8,32%, ou seja, optou-se por dimensionar o pavimento com o ISC médio do trecho.
O projeto de pavimentação define a estrutura que as camadas finais das vias devem ter para resistir, transmitir e distribuir as cargas e tensões normais e tangenciais produzidas pelos veículos que transitam sobre elas.
O projeto do pavimento é desenvolvido com base nos estudos de tráfego e estudos geotécnicos visando:

- A escolha dos materiais que comporão cada camada;
- O dimensionamento do pavimento em camadas e como um todo;
- A quantificação de cada material utilizado.
- A definição dos materiais a serem utilizados no projeto do pavimento é estabelecida pela existência de produtos previstos no projeto de dimensionamento, em produtores comerciais, que tenham condições de fornecimento das quantidades necessárias à execução das obras e com a menor distância de transporte, até o local de execução dos serviços.

Em face a essa definição os materiais eleitos para compor o pavimento foram:

- Revestimento: Concreto Betuminoso Usinado a Quente - CBUQ;
- Base: Brita Graduada;
- Sub-Base: Macadame Hidráulico;

As especificações de execução das obras serão as do DNIT e na falta dessas as do DAER/RS.

Dimensionamento do Pavimento

Os pavimentos em CBUQ são estruturas de pavimentos flexíveis. Para o dimensionamento de pavimentação asfáltica é usado o Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis do Prof. Murillo Lopes de Souza.
Os parâmetros básicos para a aplicação do método são o número “N” (nº equivalente de operações do eixo padrão) e o ISCp (Índice Suporte Califórnia do subleito), bem como os coeficientes estruturais para cada material estabelecidos pelo método.

O número “N” para o projeto de pavimentação do trecho foi estabelecido no estudo de tráfego e é 2,30 x 106, e o ISCp estabelecido nos estudos geotécnicos é 8,32%.

Os coeficientes estruturais são:

- K rev. = 2,0 (concreto betuminoso);
- K base = 1,00 (brita graduada);
- K sub-base = 1,00 (macadame hidráulico).

Utilizando os elementos mencionados e as tabelas e fórmulas do método se obtêm uma espessura de estrutura de 44,33 cm que, ajustando, adota-se 45,00 cm.

As especificações do método do prof. Murillo estabelecem que para número “N” menor que 5x106 a espessura possa ser de 5,00 cm de massa asfáltica, dessa forma, utilizou-se tal espessura.

Portanto, tem-se a solução final adotada composta por 5,0 cm de CBUQ, 17,0 cm de brita graduada e 18,0 cm de macadame hidráulico em rachão. A equivalência estrutural atende ao dimensionamento adotado.

10. PAVIMENTAÇÃO

10.1 Sub-base de macadame hidráulico - 18 cm

A sub-base será executada com macadame hidráulico em rachão, constituído por agregado pétreo resistente, isento de matéria orgânica, argila, torrões e materiais deletérios. O material deverá ser espalhado uniformemente, conformado à seção e compactado até atingir a espessura de 18 cm adotada no projeto, observando-se o processo executivo e o controle previstos na especificação aplicável.

A execução deverá impedir segregação e contaminação pelo subleito. Eventuais correções granulométricas serão realizadas antes da compactação final. A camada somente será liberada após verificação de largura, cotas, inclinações, espessura, regularidade, umidade e compactação.

10.2 Base de brita graduada - 17 cm

A base será constituída de brita graduada produzida em instalação adequada, com curva granulométrica, equivalente de areia, abrasão, forma e demais características compatíveis com a especificação. O transporte e o espalhamento deverão evitar segregação; a umidade deverá ser homogeneizada antes da compactação.

A compactação será executada em espessura de 15 cm indicada no perfil viário e no orçamento, utilizando rolos compatíveis, até a obtenção da densidade, acabamento e estabilidade exigidos. Não será permitida a imprimação sobre base com material solto, excesso de umidade, contaminação, deformações ou cotas fora de tolerância.

10.3 Imprimação

Após a aceitação da base, será aplicada imprimação com ligante e taxa definidos em trecho experimental e conforme a absorção da superfície. A base deverá estar limpa, seca ou com umidade compatível e sem poeira solta. A distribuição será uniforme, sem falhas ou excesso, e a área deverá permanecer protegida do tráfego até a cura.

10.4 Pintura de ligação

Imediatamente antes do revestimento asfáltico, a superfície deverá ser limpa e receber pintura de ligação em taxa compatível com o estado da camada. A aplicação deverá produzir película homogênea e contínua, preservando sarjetas, dispositivos, meios-fios e áreas não destinadas ao ligante.

10.5 Revestimento em CBUQ - 5 cm

O CBUQ deverá ser produzido em usina calibrada, transportado em veículos cobertos e aplicado com vibroacabadora, mantendo temperaturas compatíveis com o ligante, o traço aprovado e as condições ambientais. O lançamento será contínuo e coordenado com a compactação, evitando segregação, juntas frias e interrupções desnecessárias.

A compactação deverá seguir sequência e faixa de temperatura definidas no trecho experimental, assegurando densidade, espessura final de 5,0 cm, acabamento e regularidade. As juntas longitudinais e transversais deverão ser serradas ou conformadas, limpas, pintadas e compactadas, garantindo aderência e continuidade.

Não será autorizada a execução sobre superfície molhada, durante chuva, com temperatura ambiente ou condições incompatíveis com a especificação, nem quando houver risco de perda rápida de temperatura. Trechos segregados, fissurados, deformados ou fora das tolerâncias deverão ser removidos e refeitos.

10.6 Acostamentos e acabamento lateral

Os acostamentos de 1,00 m integram a largura pavimentada indicada no perfil viário. Bordos, encontros, acessos e transições deverão ser executados de modo contínuo e seguros, sem degraus ou desníveis perigosos. Após a pavimentação, deverão ser recompostos os confinamentos, drenagens, taludes e áreas afetadas.

11. SINALIZAÇÃO E DISPOSITIVOS AUXILIARES

A sinalização definitiva será implantada após a conclusão e aceitação do revestimento, em conformidade com as pranchas do trecho e com os Manuais Brasileiros de Sinalização de Trânsito e especificações rodoviárias aplicáveis.

11.1 Sinalização horizontal

Elemento	Parâmetro indicado no perfil viário
Linha de bordo	Branca, largura 0,15 m
Linha central seccionada	Amarela, largura 0,12 m; segmento 2,00 m e intervalo 8,00 m
Linha central dupla contínua	Amarela, duas linhas de 0,12 m separadas por 0,10 m
Tachas de bordo	Bidirecionais brancas, 8 × 8 cm
Tachas de eixo	Bidirecionais amarelas, 8 × 8 cm

A superfície deverá estar limpa e seca. A demarcação será precedida de pré-marcação topográfica, respeitando alinhamentos, cadências, larguras e locais de transição. Os materiais deverão apresentar cor, espessura, retrorrefletividade, aderência e durabilidade exigidas, com microesferas compatíveis com o sistema empregado.

11.2 Sinalização vertical

As placas de regulamentação, advertência, indicação e educativas serão implantadas nas posições e sentidos indicados nas pranchas. O conjunto contempla, conforme a ocorrência gráfica do trecho, regulamentação de velocidade R-19, proibição R-7, advertências de curvas e condições da via, indicação de município e limite municipal, além de placa sobre uso do cinto de segurança.

Placas, películas, chapas, suportes e fundações deverão atender aos padrões de forma, cor, dimensões, retrorrefletividade, altura e afastamento lateral. Os suportes deverão permanecer aprumados e as placas orientadas para máxima legibilidade, sem obstrução por vegetação ou mobiliário.

12. CONTROLE TECNOLÓGICO E ACEITAÇÃO

O controle deverá ser realizado por laboratório e equipe qualificados, com frequência mínima prevista nas especificações e no plano de qualidade aprovado. A fiscalização poderá ampliar a amostragem sempre que houver mudança de material, processo, fornecedor ou indício de não conformidade.

Etapa	Controles mínimos
Terraplenagem/subleito	Caracterização, umidade, massa específica, grau de compactação, ISC/expansão quando aplicável, cotas e geometria.
Macadame hidráulico	Origem, granulometria, qualidade do agregado, umidade, compactação, espessura, cotas e regularidade.
Brita graduada	Granulometria, equivalente de areia e demais propriedades, umidade, densidade, compactação, espessura, cotas e regularidade.
Ligantes	Certificados, temperatura, taxa de aplicação, uniformidade e cura.
CBUQ	Traço, granulometria, teor de ligante, temperaturas, densidade, grau de compactação, espessura, acabamento, regularidade e aderência.
Sinalização	Geometria, espessura, consumo, aderência, cor, retrorrefletividade, posicionamento e estabilidade.

A aceitação de uma camada não exime a contratada da responsabilidade por defeitos posteriormente identificados. Nenhuma camada poderá ser coberta antes da liberação formal da camada antecedente.

13. SEGURANÇA, MEIO AMBIENTE E INTERFERÊNCIAS

- Cumprir a legislação de segurança e saúde do trabalho, com análise de riscos, EPIs, EPCs e treinamento;
- Controlar poeira, ruído, lama, vibração e emissão de materiais sobre a pista e propriedades

vizinhas;

- Armazenar combustíveis e produtos betuminosos em áreas protegidas, com contenção e plano de resposta a emergências;
- Impedir lançamento de resíduos, efluentes, concreto, solo ou ligantes em cursos d'água e drenagens;
- Manter acessos, cercas, passagens e serviços essenciais às propriedades lindeiras;
- Preservar vegetação fora dos limites autorizados e recompor as áreas afetadas;
- Destinar resíduos e excedentes somente a locais licenciados ou formalmente autorizados;
- Comunicar imediatamente achados arqueológicos, redes não cadastradas, áreas instáveis ou condições ambientais imprevistas.

13.1 Orçamento e cronograma físico-financeiro

A planilha orçamentária é específica para o trecho km 29+800 ao km 33+400 e contempla mobilização e desmobilização, administração local, placa de obra, terraplenagem, pavimentação, sinalização definitiva e sinalização de obra. O cronograma foi estruturado para quatro meses de execução.

O valor total do orçamento apresentado é de R$ 10.140.678,59, incluindo os BDIs aplicáveis. As quantidades, composições, distâncias médias de transporte e preços unitários deverão ser conferidos nas planilhas que integram a documentação da etapa.

14. MEDIÇÃO E RECEBIMENTO

Os serviços serão medidos pelas unidades e critérios definidos na planilha orçamentária e nas especificações de referência, considerando somente quantidades efetivamente executadas, controladas, aceitas e dentro do segmento geral km 29+800 ao km 33+400. Serviços refeitos, perdas, sobre-espessuras não autorizadas, correções e materiais rejeitados não serão objeto de medição adicional.

O recebimento provisório dependerá da conclusão dos serviços, limpeza da faixa, funcionamento da drenagem, acabamento, sinalização, entrega dos controles tecnológicos e correção das pendências. Para o recebimento definitivo deverão ser apresentados, quando aplicável, cadastro "as built", relatórios de ensaios, certificados, registros fotográficos, notas de serviço e demais documentos exigidos pela fiscalização.

15. RESPONSABILIDADES E DISPOSIÇÕES FINAIS

A contratada é responsável pela execução conforme o projeto, pelas verificações de campo, pela qualidade dos materiais e serviços, pela segurança e pela preservação das obras até o recebimento. A fiscalização deverá ser comunicada previamente sobre alterações, interferências e situações não previstas.

Este memorial foi particularizado para a Etapa 1 de execução da Rodovia Integração Mercosul, localizada no trecho final do projeto geral, junto a Trindade do Sul/RS. Informações do relatório geral relativas aos demais segmentos, especialmente ao início da rodovia em Rodeio Bonito/RS, não integram automaticamente o escopo desta etapa.

A planilha orçamentária da etapa contempla mobilização, administração local, placa de obra, terraplenagem, pavimentação, sinalização definitiva e sinalização de obra, não apresentando grupo específico de implantação de drenagem. Assim, novos dispositivos de drenagem somente integrarão a execução se estiverem quantificados em documento complementar ou formalmente autorizados.

16. REFERÊNCIAS TÉCNICAS

Deverão ser observadas as versões vigentes, na data de execução, das normas e especificações aplicáveis, especialmente:

- Normas e especificações de serviço do DNIT para terraplenagem, pavimentação, drenagem, sinalização e controle tecnológico;
- Instruções de Serviço e especificações do DAER/RS aplicáveis a projetos e obras rodoviárias;
- Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis do Eng. Murillo Lopes de Souza, adotado no dimensionamento;
- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - CONTRAN, volumes aplicáveis;
- Normas da ABNT relacionadas aos materiais, ensaios, segurança e execução dos serviços;
- Legislação ambiental, de trânsito, segurança do trabalho e licenciamento aplicável.

Na ausência de indicação específica, prevalecerão as exigências mais restritivas tecnicamente compatíveis, mediante validação da fiscalização e da responsável pelo projeto.

16.1 Documentos de referência do projeto

- Estudos de tráfego, geológicos, geomorfológicos, topográficos, hidrológicos e geotécnicos

do Projeto Final de Engenharia da Rodovia Integração Mercosul;

- Projeto geométrico, perfis longitudinais, perfil viário, seções transversais e projeto de sinalização do trecho de 3,60 km;
- Planilha orçamentária e cronograma físico-financeiro do trecho km 29+800 ao km 33+400;
- Especificações e Instruções de Serviço do DAER/RS e do DNIT aplicáveis.

17. TERMO DE ENCERRAMENTO

O presente Memorial Descritivo e Especificações Técnicas foi elaborado para orientar a execução da Etapa 1 da pavimentação da Rodovia Integração Mercosul, compreendida entre o km 29+800 e o km 33+400 do estaqueamento geral, no sentido Rodeio Bonito/RS para Trindade do Sul/RS, com extensão de 3,60 km e integralmente localizada no município de Trindade do Sul/RS.

O documento deve ser utilizado em conjunto com as pranchas, notas de serviço, planilhas e demais peças técnicas específicas desta etapa, constituindo referência para execução, fiscalização, controle e recebimento dos serviços.

ROBERTA CENTOFANTE:01416516018

Assinado de forma digital por ROBERTA CENTOFANTE:01416516018
Dados: 2026.08.17 21:55:26 -03'00'

ROBERTA CENTOFANTE

ENGENHEIRA CIVIL

CREA-RS 200219

ANEXO A - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO TRECHO



Figura A.1 - Localização da Etapa 1, entre o km 29+800 e o km 33+400, junto a Trindade do Sul/RS.