



CENTOFANTE ENGENHARIA LTDA

CIVIL – FLORESTAL – SEGURANÇA DO TRABALHO
CNPJ: 47.898.177/0001-10

Elaboração do projeto de pavimentação da Rodovia da Integração MERCOSUL

RELATÓRIO DO PROJETO

**PROJETO FINAL DE ENGENHARIA – PAVIMENTAÇÃO DA RODOVIA INTEGRAÇÃO MERCOSUL
– KM 00+000 AO KM 33+400**

**Elaborado por:
CENTOFANTE ENGENHARIA LTDA**



OUTUBRO - 2025



CENTOFANTE ENGENHARIA LTDA

CIVIL – FLORESTAL – SEGURANÇA DO TRABALHO

CNPJ: 47.898.177/0001-10

SUMÁRIO

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO.....	4
2	ESTUDOS	6
2.1	ESTUDOS DE TRÁFEGO.....	7
2.2	ESTUDOS GEOLÓGICOS	16
2.3	ESTUDOS TOPOGRÁFICOS.....	33
2.4	ESTUDOS GEOTÉCNICOS	41
3	PROJETOS.....	45
3.1	PROJETO GEOMÉTRICO.....	46
3.2	PROJETO DE TERRAPLENAGEM.....	49
3.3	PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	54
3.4	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	56
3.5	PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES	62
3.6	ORÇAMENTO E CRONOGRAMA	64
4	TERMO DE ENCERRAMENTO.....	65



CENTOFANTE ENGENHARIA LTDA

CIVIL – FLORESTAL – SEGURANÇA DO TRABALHO
CNPJ: 47.898.177/0001-10

1 APRESENTAÇÃO

1. APRESENTAÇÃO

O presente documento trata-se do **RELATÓRIO DO PROJETO – Projeto Final de Engenharia – PAVIMENTAÇÃO DA RODOVIA INTEGRAÇÃO MERCOSUL, QUE LIGA OS MUNICÍPIOS DE RODEIO BONITO/RS, LIBERATO SALZANO/RS E TRINDADE DO SUL/RS – KM 00+000 AO KM 33+400**, contemplando os seguintes trechos:

- 1) km 00+000 (Rodeio Bonito/RS) até o km 11+000 (Liberato Salzano/RS);
- 2) km 11+000 (Liberato Salzano/RS) até o km 22+000 (Liberato Salzano/RS);
- 3) km 22+000 (Liberato Salzano/RS) até o km 33+400 (Trindade do Sul/RS);

O projeto foi elaborado pela **Centofante Engenharia LTDA** em conformidade com o Contrato celebrado com o CIMAUI – Consórcio Intermunicipal do Médio Alto Uruguai.



CENTOFANTE ENGENHARIA LTDA

CIVIL – FLORESTAL – SEGURANÇA DO TRABALHO
CNPJ: 47.898.177/0001-10

2 ESTUDOS



CENTOFANTE ENGENHARIA LTDA

CIVIL – FLORESTAL – SEGURANÇA DO TRABALHO

CNPJ: 47.898.177/0001-10

2.1 ESTUDOS DE TRÁFEGO

2.1 ESTUDOS DE TRÁFEGO

Os Estudos de Tráfego foram realizados na Rodovia de ligação entre Rodeio Bonito/RS até Tiradentes do Sul/RS, conhecida como Rodovia Integração Mercosul. O Estudo de Tráfego foi desenvolvido durante 7 dias contínuos (durante 24hs) seguindo a IS 110/10 – DAER, em dois pontos da rodovia. A contagem foi realizada em dois postos de contagem: dos dias 15/01/2025 à 22/01/2025 (Posto de Contagem 1) e dos dias 22/01/2025 à 29/01/2025 (Posto de Contagem 2).

Os postos foram definidos de modo a atender as seguintes rotas:

- 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 à 3 km da ponte de Integração no sentido de Rodeio Bonito à 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 opera como Backup dos Dados para aferição do Banco de Imagens.

2.1.1 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).

Passeio 
<i>Automóveis, caminhonete e furgão (2 eixos);</i> <i>Automóveis, caminhonete e furgão com semi-reboque (3 eixos);</i> <i>Automóveis, caminhonete e furgão com semi-reboque (4 eixos).</i>
Coletivo 
<i>Ônibus e micro-ônibus (2 eixos);</i> <i>Ônibus (3 eixos).</i>
Carga Leve 
<i>Caminhão (2 eixos e capacidade de carga inferior a aproximadamente 5t.).</i>
Carga Média 
<i>Caminhão (2 a 3 eixos e capacidade de carga igual ou superior a aproximadamente 5t.).</i>
Carga Pesada 
<i>Caminhão, caminhão trator e caminhão trator com semi-reboque (3 eixos).</i>
Carga Ultrapesada 
<i>Caminhão com reboque e caminhão-trator com semi-reboque (4 ou mais eixos).</i>
Outros
<i>Motocicletas, tração mecânica, tração animal e bicicleta.</i>

Figura 1 – Classificação por categorias

Fonte: IS 110/10 – DAER

2.1.2 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 à 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.

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 para o 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.

Por fim, o cálculo do Número N é apresentado no Quadro 06.



CENTOFANTE ENGENHARIA LTDA

CIVIL – FLORESTAL – SEGURANÇA DO TRABALHO
CNPJ: 47.898.177/0001-10

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



CENTOFANTE ENGENHARIA LTDA

CIVIL – FLORESTAL – SEGURANÇA DO TRABALHO
CNPJ: 47.898.177/0001-10

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



CENTOFANTE ENGENHARIA LTDA

CIVIL – FLORESTAL – SEGURANÇA DO TRABALHO
CNPJ: 47.898.177/0001-10

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



CENTOFANTE ENGENHARIA LTDA

CIVIL – FLORESTAL – SEGURANÇA DO TRABALHO
CNPJ: 47.898.177/0001-10

Quadro 05 – VDM para a Rodovia Integração do MERCOSUL.

VDM									
Dia de contagem	Dia da semana	Data	Passeio	Coletivo	Carga				
					Leve	Médio	Pesado	Ultra P	Total
1º dia	Quinta-feira	23/01/2025	392	10	18	59	31	37	547
2º dia	Sexta-feira	24/01/2025	495	12	37	40	31	39	654
3º dia	Sábado	25/01/2025	248	4	12	7	2	4	277
4º dia	Domingo	26/01/2025	400	1	8	15	13	0	437
5º dia	Segunda-feira	27/01/2025	403	9	29	57	44	37	579
6º dia	Terça-feira	28/01/2025	430	11	22	65	96	55	679
7º 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						
METODOLOGIA	VEÍCULOS					
	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
			2C	2C	3C	nSi
2.025						
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



CENTOFANTE ENGENHARIA LTDA

CIVIL – FLORESTAL – SEGURANÇA DO TRABALHO
CNPJ: 47.898.177/0001-10

2.2 ESTUDOS GEOLÓGICOS

2.2 ESTUDOS GEOLÓGICOS

O presente documento detém como objetivo realizar um levantamento expedito das condições geomorfológicas mais evidentes encontradas entre os municípios de Rodeio Bonito/RS, Liberato Salzano/RS e Trindade do Sul/RS. As observações mais específicas a luz dos conhecimentos geomorfológicos, mais dedicados a litologia e pedologia, foram direcionadas nas imediações da atual estrada intermunicipal não pavimentada, que faz a ligação entre as municipalidades anteriormente especificadas.

Desse modo, esse estudo expedito geomorfológico, tem como objetivo aumentar o grau de reconhecimento do meio físico circundante, e, consecutivamente gerar auxílio 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.

2.2.1 Caracterização Geológica da Área do Empreendimento

2.2.1.1 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 Parapanema. 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 horizontalizadas, 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 2 demonstra um talude rochoso ao longo da estrada existente.

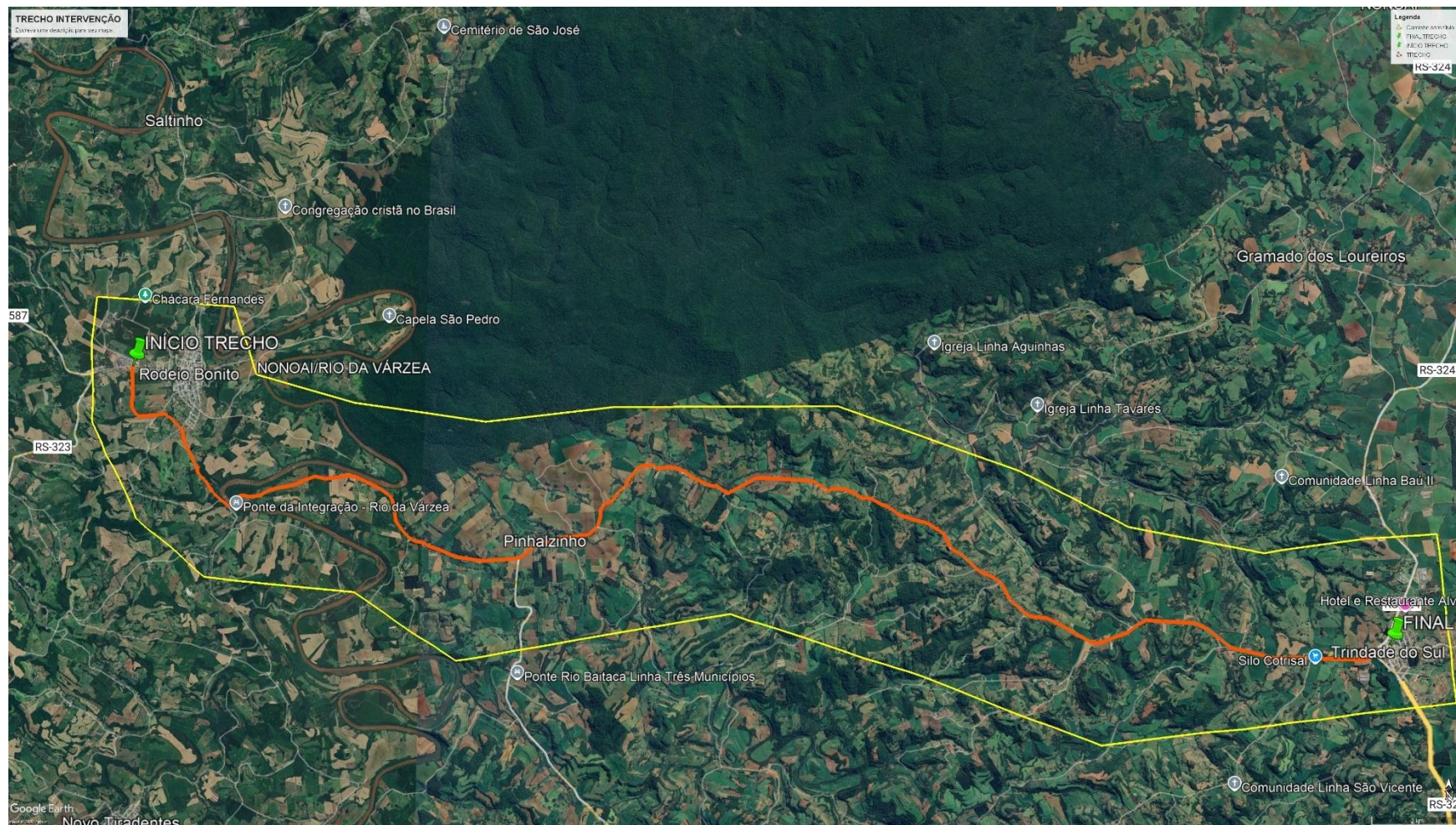


Figura 2 – Região do estudo.

Fonte: Adaptado do Google Earth.



Figura 2 – Talude rochoso com fraturamento ao longo da estrada.

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 3), 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 3 – Afloramento rochoso na localidade de Campina de Pedra.

2.2.1.2 Domínio Geomorfológico da Área

A unidade geomorfológica onde se insere o presente projeto é a Serra Geral (Figura 4), RADAMBRASIL 1986. Esta unidade constitui-se em terminais escarpados abruptos do Planalto dos Campos Gerais, sendo desenvolvida sobre rochas efusivas básicas.

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.

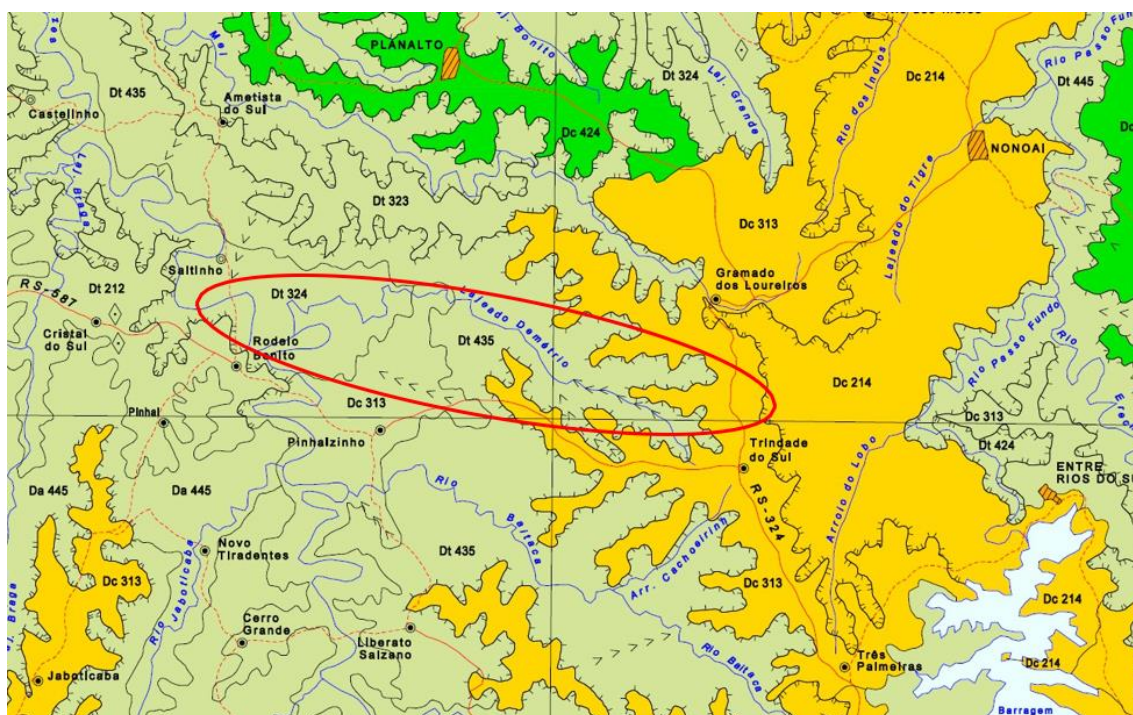


Figura 4 – Enquadramento da situação geomorfológica do trecho da via estudado.

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.

Existe uma variação considerável nas condições topográficas no trecho de estudo, onde se pode verificar uma altitude de cerca 660 m a nível do mar em Trindade do Sul, enquanto isso em Rodeio Bonito se pode constatar uma cota altimétrica próxima a 375 metros, assim percebendo uma variação de cerca de 300 metros ao longo de 31,5 km. Essa condição de variação se traduz em um gradiente de menos de 1% ao longo de todo o trajeto. Além disso, se pode verificar que a cota altimétrica mais baixa se encontra no trecho próximo ao Rio da Várzea, onde há cota de cerca de 250 metros a nível do mar. Na Figura 5 é apresentada uma visão parcial da situação geomorfológica da estrada.

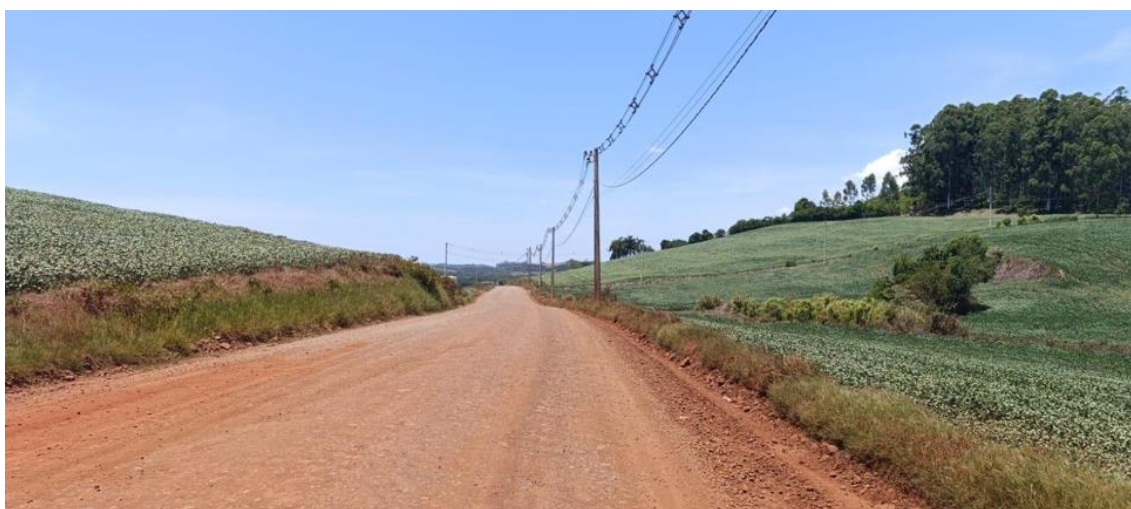


Figura 5 – Visão parcial da situação geomorfológica da estrada.

2.2.1.3 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 intertrâpicos 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.

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.

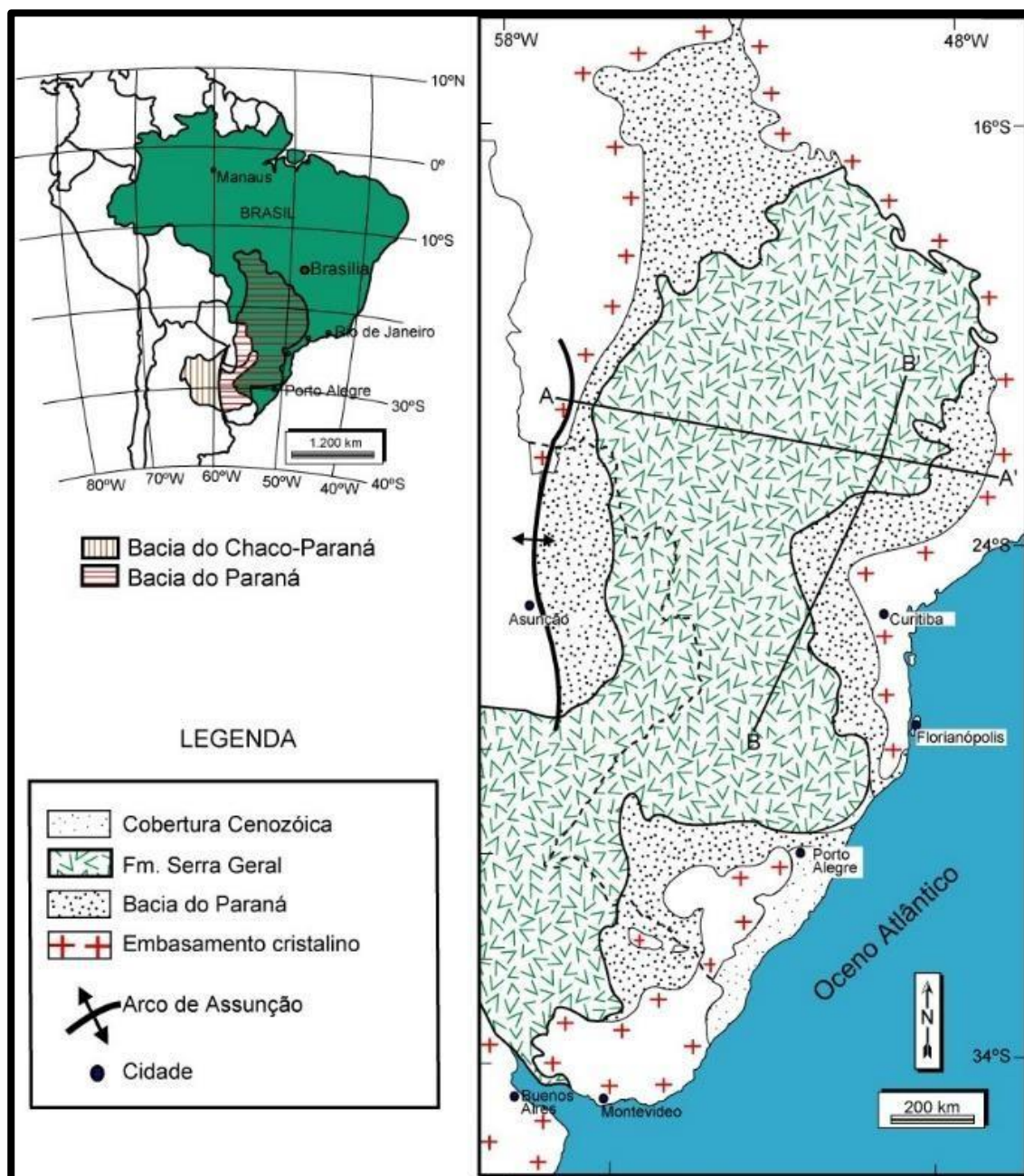


Figura 6 – Localização da Bacia do Paraná e distribuição da Formação Serra Geral.

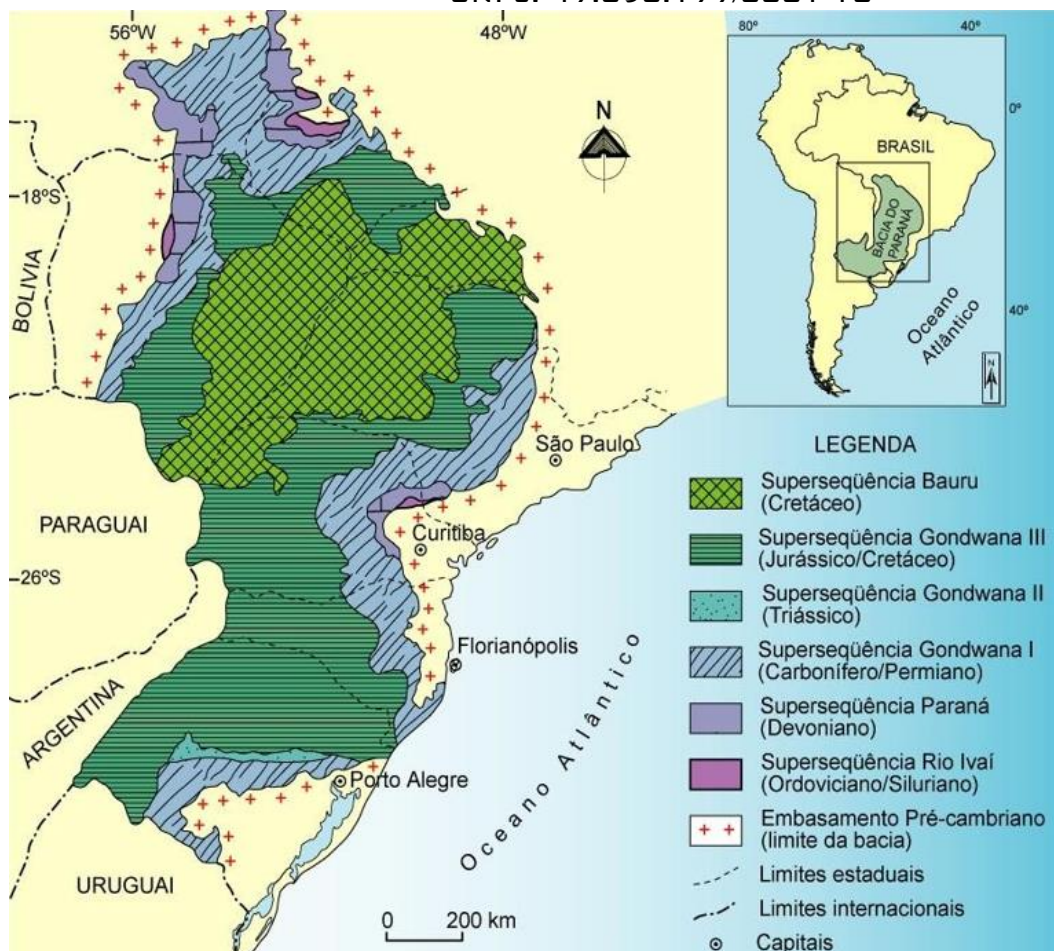


Figura 7 – Mapa da área da Bacia do Paraná e distribuição das super seqüências no território brasileiro (modificado de Milani, 1997).

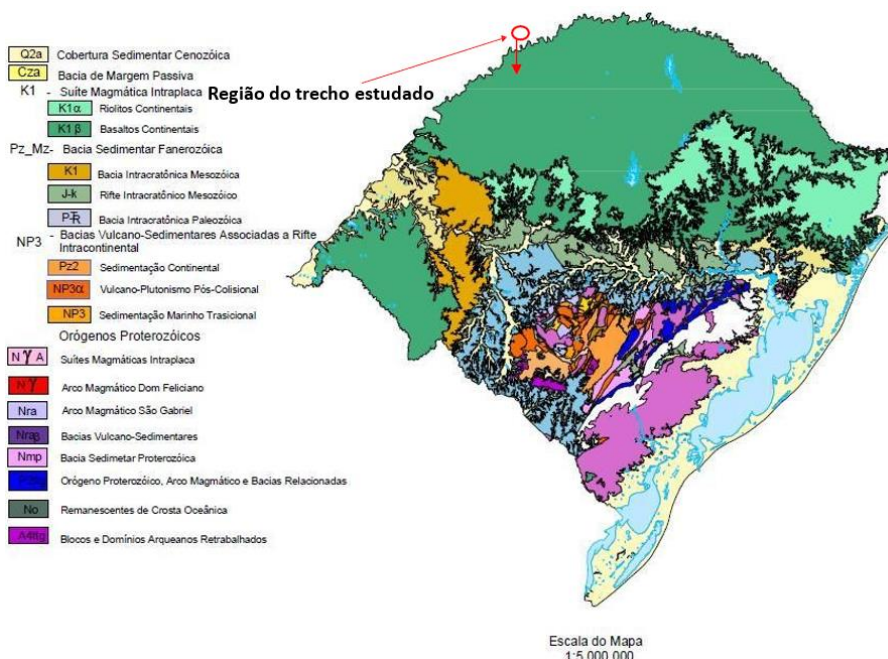


Figura 8 – Formações Geológicas do Estado do Rio Grande do Sul, com o enquadramento da região de localização do trecho em estudo.

2.2.1.4 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.

2.2.1.5 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 pode ser encontrada na Figura 11. 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.

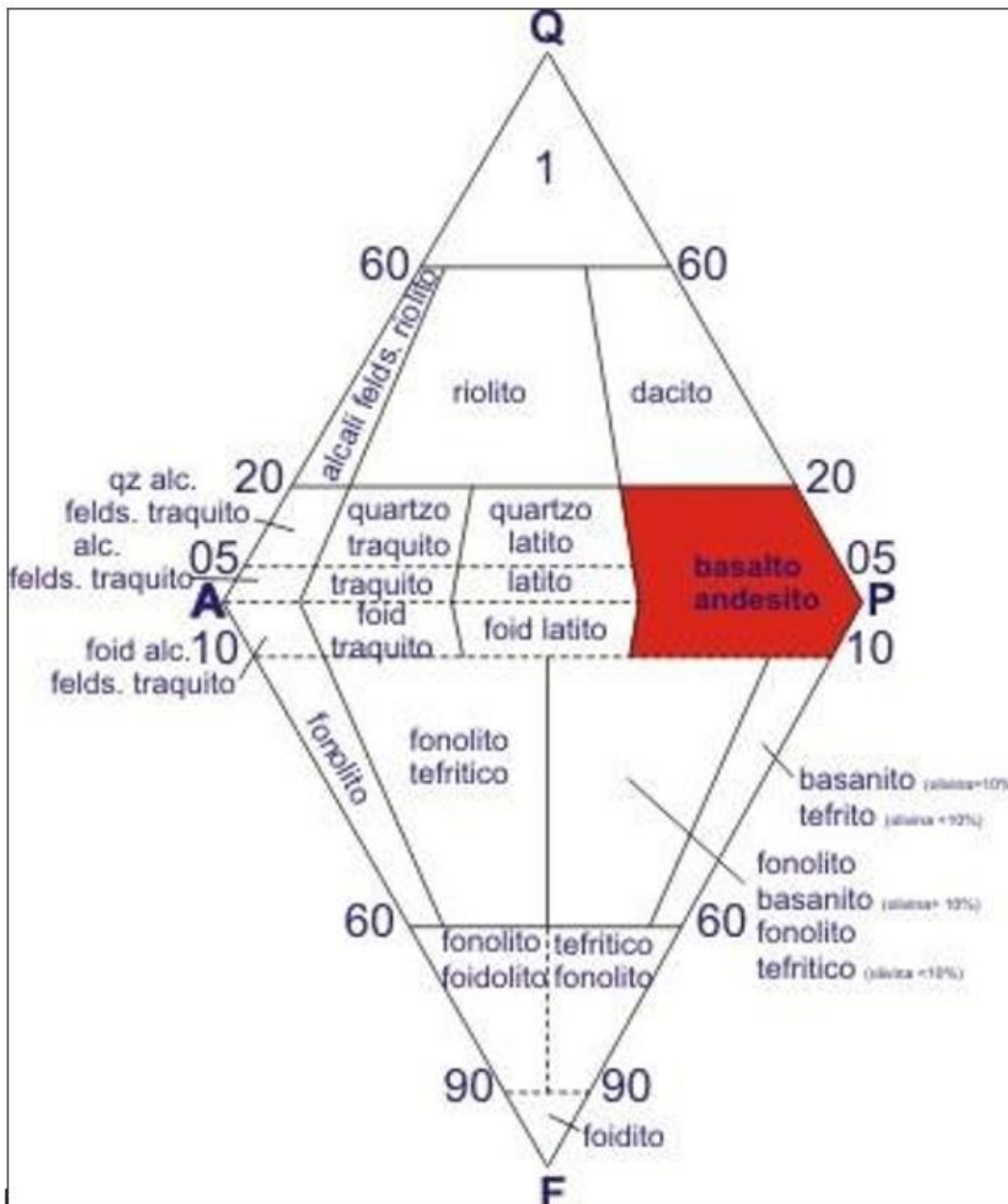


Figura 11 – Classificação e nomenclatura das rochas magmáticas recomendada pela IUGS. Gráfico de classificação QAPF.

2.2.1.6 Característica Litológicas Locais

- Grau de cristalinidade - hipocristalina
- Grau de visibilidade - afanítica
- Tamanho dos cristais - fina
- Relação geométrica dos cristais – hipidiomórfica

- Articulação entre os cristais – irregular
- Arranjo (trama) - intergranular
- Acidez – básica
- Relação de feldspatos - cálcio-sódica
- Índice de coloração - melanocrática
- Índice de alumina saturação – metaluminosa
- Alcalinidade - subalcalina (toleítica ou cálcio-alcalina) ou alcalina

A Figura 12 apresenta uma visão global da litologia do trecho.



Figura 12 – 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.

2.2.1.7 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 13.

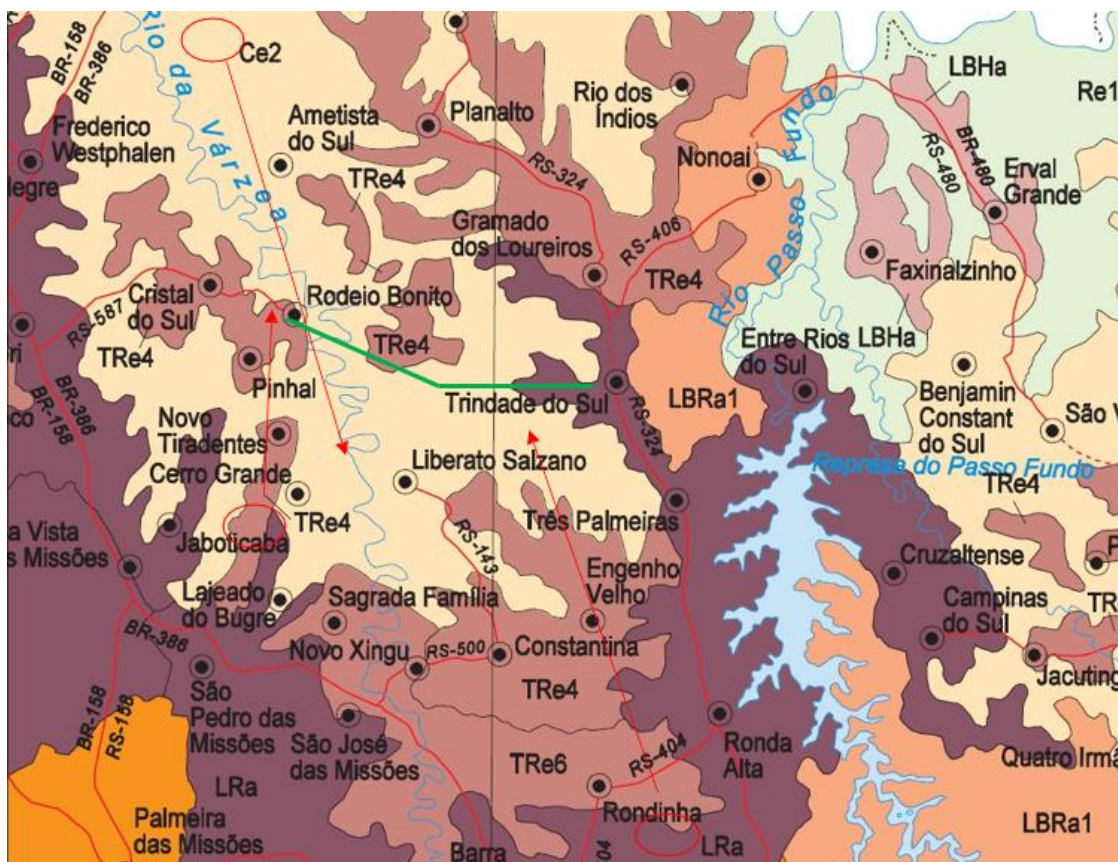


Figura 13 – Porção do mapa exploratório de solos do Rio Grande do Sul, onde se cruza o trecho (trajeto aproximado em verde) a ser pavimentado. (Fonte: IBGE).

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. Contudo, para auxiliar na classificação e entender melhor as questões pedológicas é apresentado o Quadro 07 onde a classificação do solo foi particionada por município, onde o trecho da via estudada percorre, cabendo como suporte técnico o boletim anteriormente mencionado.

Quadro 07 – Classificação dos solos por município ao longo do trecho estudado, utilizando como base o Mapa Exploratório de Solo do IBGE-RS.

Município	Símbolo	Tipo de Solo
Trindade do Sul	LRa	Latossolo Vermelho
Liberato Salzano	Ce2	Cambissolo Eutrófico
Rodeio Bonito	TRe4	Nitossolo Vermelho

* LRa = Solo argiloso com relevo pouco ondulado; Ce2 = Solo argiloso pedregoso com relevo fortemente ondulado. TRe4 = Solo muito argiloso com muito cascalho e muito ondulado.

2.2.1.8 Latossolo Vermelho – Trindade do Sul

O latossolo possui 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, possui um intervalo médio de 0,6 m a mais de 3 m, sendo que quase todo tipificado como argila. A Figura 14 representa o perfil de solo encontrado próximo ao trecho no município de Trindade do Sul.



Figura 14 – Perfil de solo – Trindade do Sul.

2.2.1.9 Cambissolo Eutrófico – Liberato Salzano

Os Cambissolos são rasos a profundos, apresentando no perfil uma sequência de horizontes A- Bi-C ou O-A-Bi-C, onde o horizonte Bi é do tipo B incipiente. As condições de drenagem desses solos variam de bem drenados a imperfeitamente drenados, dependendo da posição que ocupam na paisagem. Cambissolos são solos em processo de formação, razão pela qual tem características insuficientes para serem enquadrados em outras classes de solos mais desenvolvidos. Apresentam opções para o uso com pastagem nativa e silvicultura, como na região dos Campos de Cima da Serra. São de forte acidez e baixa disponibilidade de nutrientes, requerendo práticas conservacionistas intensivas e aplicação de elevados níveis de corretivos e fertilizantes. Um perfil encontrado no município de Liberato Salzano, no trecho em estudo, demonstrado o solo local (Figura 15).

No caso da área em questão, se observa que o solo possui pouca profundidade, tendo um intervalo de espessura de cerca 1,5 metros, detendo altas taxas de argilominerais, assim o deixando com uma velocidade de percolação muito baixa e consecutivamente com um coeficiente de infiltração baixo.



Figura 15 – Perfil de solo – Liberato Salzano

2.2.1.10 Nitossolo Vermelho – Rodeio Bonito

Os Nitossolos são solos de argila de atividade baixa, originados de rochas básicas, com teores relativamente elevados de Fe_2O_3 , maiores que 15%. Antes de 1999 eram conhecidos como Terra Roxa Estruturada. São solos profundos ou de profundidade média, são bem drenados, com textura argilosa ou muito argilosa ao longo do perfil e possui um reduzido gradiente textural.

A saturação por bases é baixa, sendo predominantemente distróficos, com pequenas ocorrências de solos eutróficos e álicos. São solos com boas condições físicas. Apresentam como principais limitações a baixa saturação por bases e, no caso de relevo ondulado, a suscetibilidade à erosão e a presença de pedregosidade e rochosidade. A Figura 16 demonstra o solo encontrado em Rodeio Bonito.



Figura 16 – Perfil de solo – Rodeio Bonito



CENTOFANTE ENGENHARIA LTDA

CIVIL – FLORESTAL – SEGURANÇA DO TRABALHO

CNPJ: 47.898.177/0001-10

2.3 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

2.3 ESTUDO TOPOGRÁFICO

O Estudo Topográfico seguiu as recomendações da Instrução de Serviço IS - 05/91, 05A/91, 05B/91 do DAER e a IS-204: Estudos Topográficos para Projetos Básicos de Engenharia, vigente no DNIT.

O objetivo é a obtenção das coordenadas dos elementos existentes ao longo do segmento delimitado pela faixa da via existente e uma folga lateral no local do projeto de implantação, no caso a Rodovia Integração do MERCOSUL, ligando os municípios de Rodeio Bonito/RS, Liberato Salzano/RS e Trindade do Sul/RS. A análise dessas coordenadas e elementos se faz necessária para a elaboração de um MDT (Modelo Digital do Terreno), dando a orientação e subsídios para os projetos geométricos, terraplenagem, pavimentação e etc. Para tanto, foram elaborados os serviços abaixo relacionados:

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

2.3.1 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

2.3.2 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.

2.3.3 Planta de restituição topográfica

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



CENTOFANTE ENGENHARIA LTDA

CIVIL – FLORESTAL – SEGURANÇA DO TRABALHO

CNPJ: 47.898.177/0001-10

2.4 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

2.4 ESTUDO HIDROLÓGICO

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.

2.4.1 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 17 é apresentado o mapa dos comitês das Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul, a fim de identificar o trecho em estudo.

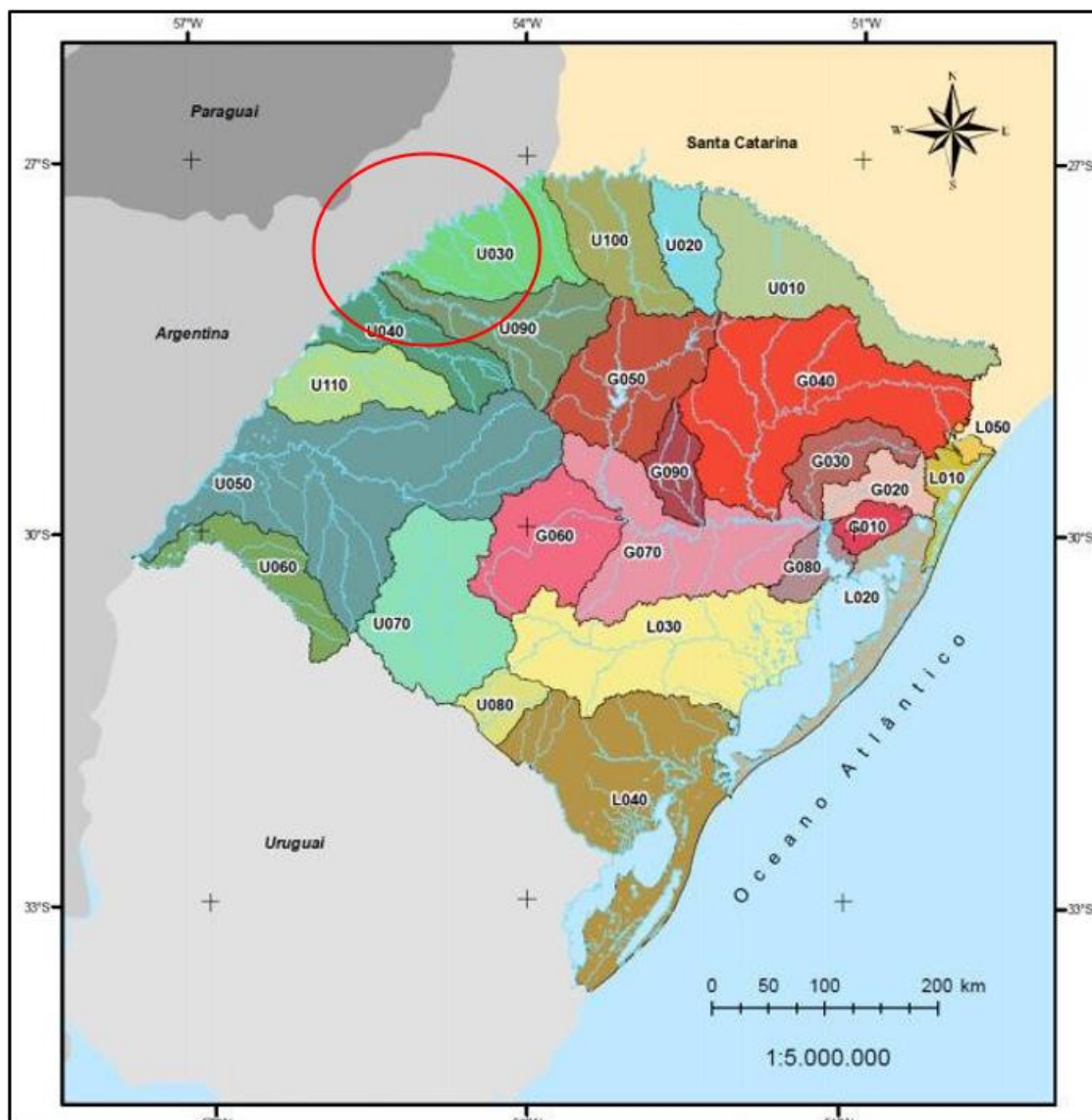


Figura 17 – Mapa dos comitês das Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul.

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 Km², abrangendo municípios como Carazinho, Frederico Westphalen, Palmeira das Missões e Sarandi, com população estimada em 323.924 habitantes.

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 18 apresenta a Bacia Hidrográfica da Várzea.

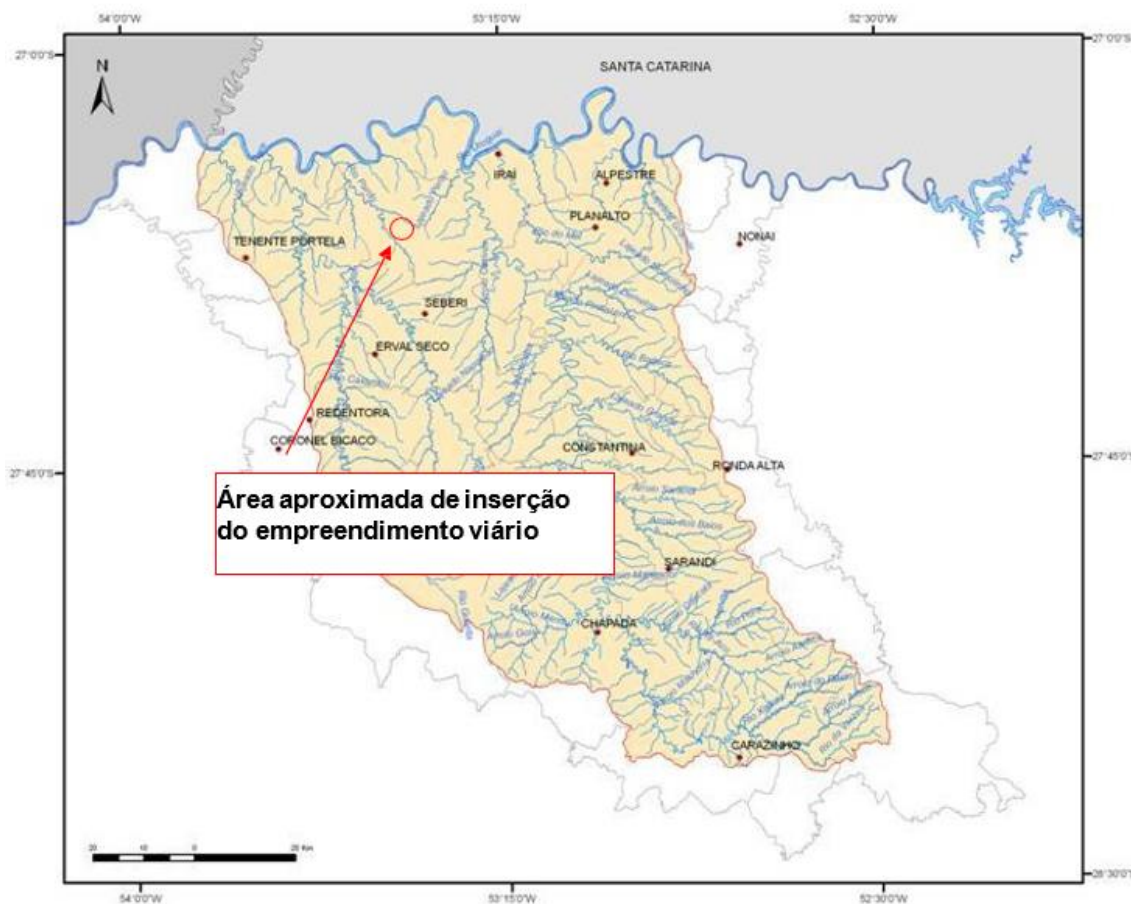


Figura 18 – Bacia Hidrográfica da Várzea.

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 possui 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.

Ao longo do trecho estudado, mais precisamente nos municípios de Liberato Salzano e Rodeio Bonito, há ocorrência de um importante curso hídrico que dá nome a Bacia Hidrográfica onde está inserido a áreas, esse sendo o Rio da Várzea (Figura 19).



Figura 19 – Ponte sobre o Rio da Várzea – Divisa entre Rodeio Bonito e Liberato Salzano.

Nos trechos de maior declividade, especialmente entre Rodeio Bonito e Liberato Salzano, ocorrem vazões concentradas superiores a $0,80 \text{ m}^3/\text{s}$ durante eventos de chuva intensa.

Foi constatada ainda a ausência de dispositivos de drenagem em grande parte do trajeto, o que concentra o fluxo pluvial diretamente sobre o leito da estrada.

2.4.2. 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);



CENTOFANTE ENGENHARIA LTDA

CIVIL – FLORESTAL – SEGURANÇA DO TRABALHO

CNPJ: 47.898.177/0001-10

2.5 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

2.5 ESTUDO GEOTÉCNICO

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 trecho em estudo foram executados 66 (sessenta e seis) furos de sondagem, sendo que em todos os furos foram realizadas coletas dos materiais de subleito às margens da estrada.

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

2.5.1 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.

2.5.2 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.

2.5.3 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%.

2.5.4 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 8 mostra um resumo dos resultados dos ensaios dos materiais das jazidas de agregados estudadas. Em anexo estão detalhados os estudos realizados nos materiais de cada uma das jazidas de agregados. Em anexo também estão apresentados os estudos geotécnicos – sondagens e resultados dos ensaios dos 66 (sessenta e seis) furos de sondagem realizados no trecho do projeto.

Quadro 8 – 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



CENTOFANTE ENGENHARIA LTDA

CIVIL – FLORESTAL – SEGURANÇA DO TRABALHO

CNPJ: 47.898.177/0001-10

3 PROJETOS



CENTOFANTE ENGENHARIA LTDA

CIVIL – FLORESTAL – SEGURANÇA DO TRABALHO

CNPJ: 47.898.177/0001-10

3.1 PROJETO GEOMÉTRICO

3.1 PROJETO GEOMÉTRICO

O Projeto Geométrico foi desenvolvido de modo a seguir o perfil viário existente, na maior parte do trecho, a fim de não propiciar alterações de grande monta, como por exemplo grandes cortes e/ou aterros que possam prejudicar edificações existentes, assim como de modo a reduzir o custo da implementação da pavimentação.

No entanto, dois trechos em específicos o traçado foi modificado do traçado existente, os quais são citados a seguir:

- km 03+080 até o km 03+340: esse trecho foi modificado em função das curvas verticais e horizontais, de modo a suavizar tais curvas;
- km 07+060 até o km 08+480: esse trecho foi modificado em função da cota de alagamento do Rio da Varzea, dessa forma.

O Projeto Geométrico tem seu ponto de partida no km 00 + 000 (em Rodeio Bonito/RS) e se desenvolve até o km 33+400 (Tridade do Sul/RS), com sub-trechos já descritos no capítulo 1 .

A velocidade diretriz adotada ao projeto foi de 60 km/h, em razão dos raios de curva horizontal adotados, bem como dos aclives e declives existentes. No entanto, foram previstos trechos específicos com velocidade diretriz de 40 km/h, devidamente sinalizados.

3.1.1 Projeto Planimétrico

O projeto planimétrico buscou seguir a via existente, que atualmente é em chão batido, dessa forma, foram realizadas apenas algumas correções de curvas horizontais de modo a suavizá-las. Em específico, conforme já citado, dois trechos terão alterações de maior monta.

Portanto, de modo a não influenciar diretamente as residências nas proximidades da via foi mantido o eixo original e praticamente todo trecho; também, esse fato reduz grandes volumes de corte e aterro, reduzindo custo de implantação.

3.1.2 Projeto Altimétrico

O critério principal que orientou o lançamento do greide foi a necessidade de se evitar



grandes aterros e/ou cortes, manter o mesmo nível do pavimento existente e dar seguimento no caimento da drenagem existente.

As curvas verticais parabólicas seguiram o greide existente, ou seja, foram mantidas as curvas verticais a fim de não modificar o greide existente. No entanto, alguns pequenos ajustes foram realizados nas mesmas, afim de suavizar as curvas verticais.

3.1.3 Seção Transversal

A seção da estrada é variável conforme a planta de implantação, dessa forma, foram realizadas seções detalhadas de todas as estacas projetadas (de 20 m em 20 m), de modo a caracterizar cada trecho do projeto. Essas seções encontram-se em pranchas anexadas a esse relatório.



CENTOFANTE ENGENHARIA LTDA

CIVIL – FLORESTAL – SEGURANÇA DO TRABALHO

CNPJ: 47.898.177/0001-10

3.2 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

3.2 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

O Projeto de Terraplenagem objetiva a localização, determinação e distribuição dos volumes dos materiais destinados à conformação da plataforma da rodovia.

No desenvolvimento do projeto, foram considerados os seguintes elementos básicos:

- Normas e especificações técnicas do DAER/RS;
- Resultados dos estudos geotécnicos;
- Estudos topográficos e projeto geométrico;
- Visitas de inspeção ao trecho.

3.2.1 Elementos Básicos do Projeto de Terraplenagem

Os estudos geotécnicos, através das sondagens executadas no subleito e dos ensaios de laboratório, mostraram que o terreno natural é constituído de materiais heterogêneos visualmente, com variações significativas nos índices de suporte (ISC) e nas expansões. As sondagens do subleito e a inspeção visual indicaram a presença de materiais classificados em 1ª categoria e 3ª categoria.

3.2.2 Seções Transversais Tipo

A plataforma de terraplenagem tem largura definida de acordo com as características locais, ou seja, foi mantido, em praticamente todo trecho, o eixo da via existente (exceto com correções em algumas curvas e nos trechos já citados). No entanto, em termos de largura da via, a mesma foi dimensionada de modo a comportar a implantação da plataforma de pavimentação abrigando as pistas de rolamento e acostamento.

A inclinação transversal em tangente é de 2%, a partir da borda interna de cada pista, ou seja, caimento para fora em cada semipista.

A plataforma de terraplanagem foi obtida pela soma das larguras da pista mais os acostamentos mais as folgas, sendo apresenta em anexo a este relatório.

As inclinações dos taludes de cortes e aterros, conforme inspeção *in loco* e análise dos materiais foram adotadas como:

- em aterro: 1:1,5 (V:H);
- em corte: 1,5:1 (V:H).

3.2.3 Determinação dos Volumes de Terraplenagem

As áreas de cortes e aterros, bem como os volumes de corte e aterro, foram determinadas em cada estaca, distanciadas de 20,00 m, obtidas pelo software AutoCAD Civil 3D.

A classificação dos materiais a escavar foi efetuada com base nos resultados das sondagens de subleito e de inspeção visual.

3.2.3.1 Origem dos materiais

3.2.3.1.1 Cortes

Os Estudos Geotécnicos e a inspeção visual indicaram a presença de materiais a escavar de 1ª categoria, 2ª categoria e 3ª categoria.

3.2.3.2 Destino dos Materiais

3.2.3.2.1 Bota-fora

Os materiais residuais dos cortes de rebaixo e da limpeza de camada vegetal serão transportados para um bota-fora. Esse bota-fora foi definido como sendo ao longo da faixa lateral do trecho existente, nas áreas não impactadas por corte/aterro.

3.2.3.2.2 Aterros

Os aterros deverão ser executados com materiais selecionados de cortes e empréstimo que satisfaçam as especificações em relação aos índices de suporte e expansões.

A compactação deverá ser por espessuras de 20 cm cada uma a 100% do proctor normal, para atender as condições de suporte, previstas no Projeto de Pavimentação e nas especificações do DNIT.

3.2.3.3 Distribuição de volumes

A distribuição de volumes foi elaborada priorizando os seguintes aspectos:



- O subleito deverá apresentar características de suporte compatíveis com o ISC de projeto;
- Minimização das distâncias de transportes;
- Uso racional dos equipamentos de escavação e transporte, prevendo-se, sempre que possível, o deslocamento em declive;
- Racionalidade de execução.

Na distribuição dos materiais foram considerados os Estudos Geotécnicos e o Projeto Geométrico, a fim de propiciar equilíbrio entre os volumes de corte e de aterro, respeitando os materiais.

Para a compensação dos volumes, a relação “volume escavado/volume compactado” adotada foi de 1,30.

A partir do centro de gravidade dos volumes de corte e aterro foram determinadas as distâncias de transporte (DMT) entre os volumes a escavar até os aterros, segundo a projeção horizontal sobre o eixo de projeto rodovia existente.

O quadro de volume de corte e aterro e respectivas compensações está apresentado em anexo a esse relatório.

3.2.3.4 Notas de serviço

As notas de serviço de terraplenagem foram elaboradas através de programa computacional, de acordo com os elementos da seção transversal, anteriormente definidos.

As notas de serviço contêm todos os elementos para as marcações necessárias à execução dos trabalhos de campo, ou seja, a distância do eixo a cota e a altura de corte e aterro e das pistas. Além disso, são apresentadas as cotas de projeto em cada seção. Para os bordos da plataforma são fornecidas as semi-larguras, as inclinações e as cotas.

O Quadro dos volumes de terraplenagem está apresentado em anexo a esse relatório.



3.2.3.5 Serviços preliminares de terraplenagem

Os serviços preliminares compreendem as operações de desmatamento, destocamento e limpeza da faixa de terreno destinada à implantação da rodovia. Os serviços de limpeza incluem o destocamento de árvores com diâmetro de até 0,30 m.

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.



CENTOFANTE ENGENHARIA LTDA

CIVIL – FLORESTAL – SEGURANÇA DO TRABALHO

CNPJ: 47.898.177/0001-10

3.3 PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES

**3.3 PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE
CORRENTES**

Nos aterros, a superfície do talude é formada por material compactado e tende a apresentar menor susceptibilidade à concentração de fluxos superficiais, pois o escoamento se dá de forma mais difusa, acompanhando a declividade natural. Além disso, a drenagem pode ser favorecida pelo próprio afastamento do corpo estradal em relação ao terreno natural, reduzindo a possibilidade de interceptação de fluxos externos. Assim, em muitos casos, admite-se a condução do escoamento superficial diretamente sobre o talude, desde que devidamente protegido contra erosão (com gramíneas, hidrossemeadura ou revestimentos). Essa solução evita a concentração de águas em sarjetas, reduzindo a necessidade de manutenção e prevenindo processos erosivos localizados na base do aterro. Dessa forma, em locais com taludes de corte, considerou-se para o presente projeto o escoamento superficial e destino das águas natural para a vegetação e/ou cursos de água existentes.

Por outro lado, nos cortes rodoviários, o escoamento superficial tende a ser mais intenso, pois o talude intercepta fluxos oriundos do terreno natural adjacente e concentra maior volume de água. Nessas condições, a ausência de sarjetas poderia levar ao surgimento de ravinas e voçorocas, comprometendo a estabilidade do maciço e ocasionando assoreamento das camadas do pavimento. Por esse motivo, foi prevista a implantação de sarjetas no pé taludes de corte, em especial nos locais com maior declividade, cuja função é captar, conduzir e direcionar de forma controlada o escoamento superficial até dispositivos de drenagem adequados (cursos naturais de água). Dessa forma, evita-se a infiltração excessiva, a erosão regressiva e a perda de material no corpo do corte.



CENTOFANTE ENGENHARIA LTDA

CIVIL – FLORESTAL – SEGURANÇA DO TRABALHO

CNPJ: 47.898.177/0001-10

3.4 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO



3.4 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O projeto de pavimentação apresentado a seguir foi elaborado para atender as necessidades de implantação da pavimentação da Rodovia Integração do MERCOSUL.

O projeto de pavimentação obedece às diretrizes de projetos de pavimentos flexíveis do DNIT, método do Professor Murillo Lopes de Souza, utilizando CAP (cimento asfáltico de petróleo).

3.4.1 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.

3.4.1.1 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;



CENTOFANTE ENGENHARIA LTDA

CIVIL – FLORESTAL – SEGURANÇA DO TRABALHO

CNPJ: 47.898.177/0001-10

- 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

$$N = 2,30 \cdot 10^6$$

3.4.2 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 66 (sessenta e seis) furos de sondagem produziram amostras de horizontes diferentes de solos, além de revestimento vegetal.

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).

3.4.2.1 Quadro Resumo de Ensaios

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

3.4.3 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%.

3.4.4 Definição do Índice de Suporte

A análise dos resultados dos ensaios dos materiais coletados mostrou que a variação do CBR das camadas de subleito nos 66 (sessenta e seis) furos apresentou considerável variação.

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.

3.4.5 Projeto do pavimento

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.



3.4.5.1 Definições dos Materiais a Utilizar

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.

3.4.5.2 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” (n^o 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 n^o “N” para o projeto de pavimentação do trecho foi estabelecido no estudo de tráfego e é $2,30 \times 10^6$, 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).



CENTOFANTE ENGENHARIA LTDA

CIVIL – FLORESTAL – SEGURANÇA DO TRABALHO
CNPJ: 47.898.177/0001-10

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 5×10^6 a espessura possa ser de 5,00 cm de massa asfáltica, dessa forma, utilizou-se tal espessura.

Portanto, tem-se:

- Revestimento em concreto betuminoso usinado a quente – CBUQ, com espessura de 5,0 cm.
- Base (Brita Graduada) = 17,00 cm,
- Sub-Base (Macadame Hidráulico) = 18,00 cm



CENTOFANTE ENGENHARIA LTDA

CIVIL – FLORESTAL – SEGURANÇA DO TRABALHO

CNPJ: 47.898.177/0001-10

3.5 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES



3.5 OBRAS COMPLEMENTARES

O presente projeto contempla a execução de um passa-gado em galeria de concreto armado, destinado a permitir a travessia segura de animais sob a via rural, garantindo a continuidade do trânsito local e evitando interferências no fluxo do rebanho. Essa estrutura ficará locada conforme indicado em projeto.

A estrutura projetada consiste em uma galeria retangular em concreto armado pré-fabricada, dimensionada conforme as cargas atuantes e as condições de solo da região. As dimensões internas foram definidas de modo a assegurar a passagem adequada do gado, atendendo aos requisitos de durabilidade, segurança estrutural e funcionalidade.

Os serviços a serem executados compreendem:

- **Escavação e preparação do terreno**, com regularização e compactação da base de apoio;
- **Execução da fundação**, constituída por lastro de concreto simples para nivelamento e distribuição uniforme das cargas;
- **Instalação da galeria**, por meio do içamento e adequação da estrutura no local;
- **Execução dos aterros laterais**, com compactação em camadas para garantir a estabilidade do conjunto.

A solução adotada proporciona robustez, baixa manutenção e longa vida útil, além de contribuir para a segurança viária e a melhoria das condições operacionais da propriedade rural. Detalhes da galeria podem ser encontrados



CENTOFANTE ENGENHARIA LTDA

CIVIL – FLORESTAL – SEGURANÇA DO TRABALHO

CNPJ: 47.898.177/0001-10

3.6 ORÇAMENTO E CRONOGRAMA



CENTOFANTE ENGENHARIA LTDA

CIVIL – FLORESTAL – SEGURANÇA DO TRABALHO

CNPJ: 47.898.177/0001-10

3.6 ORÇAMENTO E CRONOGRAMA

O orçamento e cronograma-físico financeiro foram elaborados com base na SICRO/DNIT do RS da referência Abril/2025 e estão apresentados em anexo a este relatório.

4 TERMO DE ENCERRAMENTO



CENTOFANTE ENGENHARIA LTDA

CIVIL – FLORESTAL – SEGURANÇA DO TRABALHO

CNPJ: 47.898.177/0001-10

4. TERMO DE ENCERRAMENTO

O presente volume **RELATÓRIO DO PROJETO – Projeto Final de Engenharia – PAVIMENTAÇÃO DA RODOVIA INTEGRAÇÃO MERCOSUL, QUE LIGA OS MUNICÍPIOS DE RODEIO BONITO/RS, LIBERATO SALZANO/RS E TRINDADE DO SUL/RS – KM 00+000 AO KM 33+400**, foi elaborado pelo **Centofante Engenharia**, em conformidade com o contrato entre a empresa e o CIMAU – Consórcio Intermunicipal do Médio Alto Uruguai.

Este relatório é composto por 87 páginas, incluindo esta, além de anexos.

ROBERTA CENTOFANTE
ENG. CIVIL
CREA-RS 200219