SA4 Engenharia e Geoassessoria

PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA VIÁRIA

RELATÓRIO DE PROJETO

Local: Rua Fritz Skoula

Trecho 01

Agronômica - SC

Fevereiro/2026

Projetista: SA4 Engenharia e Geoassessoria

CNPJ: 31.377.444/0001-74

Responsável Técnico: Eng. Civil Renê Augusto Santos Assis

CREA/MS: 60054 D

Rua: Amélia Tognini, nº 334 - Jardim Mansur, Campo Grande – MS.

Tel/Cel: (67) 9.9188-1650

E-mail: contato@sa4engenharia.com

Projeto de Pavimentação da Rua Fritz Skoula - Trecho 01

Município/UF: Agronômica-SC

Extensão: 628 metros

SA4 ENGENHARIA E GEOASSESSORIA

Eng. Civil Renê Augusto Santos Assis

CREA/MS: 60054 D

Sumário

1 APRESENTAÇÃO 6

1.1 OBJETIVO 6

2 ESTUDOS PRELIMINARES 7

2.1 RELATÓRIO FOTOGRÁFICO 7

2.2 DADOS TOPOGRÁFICOS 9

2.3 ESTUDOS GEOTÉCNICOS 9

2.3.1 RESUMO DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS DE SOLO REALIZADOS 9

2.3.2 CÁLCULO DO SUPORTE CBR DE SUBLEITO PARA PROJETO 10

2.3.3 CONCLUSÃO DOS ESTUDOS GEOTÉCNICOS 13

2.4 ESTUDO HIDROLÓGICO 14

2.4.1 SITUAÇÃO GEOGRÁFICA 14

2.4.2 REGIMES CLIMÁTICOS E PLUVIOMÉTRICOS 15

2.4.3 DETERMINAÇÃO DAS CURVAS DE INTENSIDADE – DURAÇÃO – FREQUÊNCIA (IDF) 18

2.4.4 METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES COM DADOS PLUVIOMÉTRICOS 26

2.4.5 MÉTODO RACIONAL E RACIONAL MODIFICADO 26

2.4.6 COBERTURA DO SOLO E COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL 31

2.4.7 VAZÕES DE PROJETOS 32

2.4.8 CONCLUSÃO 36

2.5 DADOS DE TRÁFEGO E NÚMERO N 37

3 PLACA DE OBRA 39

4 LOCAÇÃO DE OBRA 40

5 PROJETO GEOMÉTRICO 41

5.1 CLASSE DE PROJETO 41

5.2 RELEVO 42

5.3 VELOCIDADE DIRETRIZ 42

5.4 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO 43

6 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO 45

6.1 DIMENSIONAMENTO DAS CAMADAS ESTRUTURAIS DO PAVIMENTO 45

6.1.1 Dimensionamento Trecho 01 49

6.1.2 Conclusão do Dimensionamento 49

6.2 CRITÉRIOS PARA MATERIAIS 50

6.3 REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO 51

6.4 REFORÇO DO SUBLEITO 51
6.5 SUB-BASE 52
6.6 BASE 52
6.7 PINTURA DE LIGAÇÃO 53
6.8 IMPRIMAÇÃO 53
6.9 CAMADA DE ROLAMENTO – REVESTIMENTO ASFÁLTICO (CBUQ) 54
6.10 DRENO DE PAVIMENTO 54
6.11 CONTROLE TECNOLÓGICO 55

7 PROJETO DE TERRAPLENAGEM 56

7.1 REMOÇÃO E LIMPEZA MECANIZADA 56
7.2 CORTES 57
7.3 ATERROS 57
7.4 DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE (DMT) 58

8 PROJETO DE DRENAGEM 59

8.1 DISPOSITIVOS DE DRENAGEM 59
8.1.1 Condutos de ligação (concreto) 59
8.1.2 Poço de visita 60
8.1.3 Caixas de Captação com bocas de lobo 60
8.2 METODOLOGIA DE DIMENSIONAMENTO 61
8.2.1 Condutos de Drenagem Pluvial 61
8.2.2 Dispositivos de energia /Amortecimento 63
8.2.3 Capacidade da sarjeta 66
8.3 ESCORAMENTO DE VALAS 69
8.4 CÁLCULO HIDRÁULICO DOS DISPOSITIVOS 70
8.5 QUANTITATIVOS DE DRENAGEM 74

9 PROJETO DE SINALIZAÇÃO 75

9.1 SINALIZAÇÃO VERTICAL 75
9.1.1 Materiais das Placas 76
9.1.2 Posicionamento 79
9.2 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL 80
9.2.1 Linha de bordo (LBO) 81
9.2.2 Linha dupla contínua (LFO-3) 81
9.2.3 Linha de Retenção (LRE) 82
9.2.4 Zebrados (Áreas de Canalização) 83

9.2.5 Legenda "PARE"..... 83

10 . INTERFERÊNCIAS..... 84

10.1 POSTES..... 84

11 . NORMAS TÉCNICAS..... 85

12 REFERÊNCIAS..... 86

13 TERMO DE ENCERRAMENTO..... 87

1 APRESENTAÇÃO

O presente documento trata-se do Memorial Descritivo referente ao Projeto de Infraestrutura Viária para pavimentação da Rua Fritz Skoula, localizada no município de Agronômica-SC.

1.1 OBJETIVO

O presente Memorial Descritivo tem por objetivo apresentar o Projeto Executivo de infraestrutura viária para pavimentação da Rua Fritz Skoula, localizada no município de Agronômica-SC, em conformidade com as diretrizes técnicas estabelecidas pelo contratante e pelos órgãos competentes. O projeto visa melhorar as condições de trafegabilidade na via, proporcionar maior segurança aos usuários, além de contribuir para a valorização imobiliária e o desenvolvimento socioeconômico do entorno.

Este memorial apresenta os estudos, premissas e metodologias adotadas para o dimensionamento e detalhamento das soluções de pavimentação, drenagem pluvial, sinalização viária e terraplenagem, assegurando a funcionalidade da via, o adequado escoamento superficial e o atendimento às normas vigentes de engenharia.

2 ESTUDOS PRELIMINARES

Para a elaboração do Projeto Executivo de pavimentação são foram realizados estudos preliminares essenciais para a definição das soluções de engenharia mais adequadas.

2.1 RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

No dia 01 de outubro de 2025 foi realizada visita técnica ao local objeto deste estudo, com o objetivo de verificar as condições atuais da área, identificar elementos relevantes para o desenvolvimento do projeto.






1 de out. de 2025 13:53:35
27.28824409S 49.76001275W
3950 Estrada Valada Prada
Mosquito
Agronômica
Santa Catarina


1 de out. de 2025 13:54:46
27.28808694S 49.76067325W
3950 Estrada Valada Prada
Mosquito
Agronômica
Santa Catarina


1 de out. de 2025 13:31:09
27.29318406S 49.75851505W
168 Rua Francisco Reuter
Mosquito
Agronômica
Santa Catarina


1 de out. de 2025 13:35:43
27.29168249S 49.75770697W

2.2 DADOS TOPOGRÁFICOS

Os estudos topográficos utilizados na elaboração deste projeto foram fornecidos pela Contratante, contemplando levantamento planialtimétrico georreferenciado da área de intervenção. A partir desses dados, foi possível definir diretrizes geométricas, condições de declividade e compatibilização com a infraestrutura existente, subsidiando o dimensionamento das soluções de pavimentação, drenagem e terraplenagem. Considera-se que as informações fornecidas representam fielmente a situação atual da via, servindo como base técnica para o desenvolvimento do projeto executivo.

2.3 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Foram fornecidas pela Contratante onze sondagens de simples reconhecimento, distribuídas ao longo da área do projeto, em locais previamente autorizados pela Administração, com a realização de ensaios de Índice de Suporte Califórnia (CBR) e ensaios de caracterização do solo (granulometria, limites de Atterberg e umidade natural).

O objetivo foi a obtenção de parâmetros geotécnicos representativos das condições locais do subleito, fornecendo base técnica confiável para o dimensionamento da estrutura de pavimento.

2.3.1 RESUMO DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS DE SOLO REALIZADOS

Na sequência, apresenta-se a planta de localização dos furos de sondagem e, posteriormente, os resultados individuais dos ensaios realizados, os quais subsidiam as conclusões adotadas para o projeto.

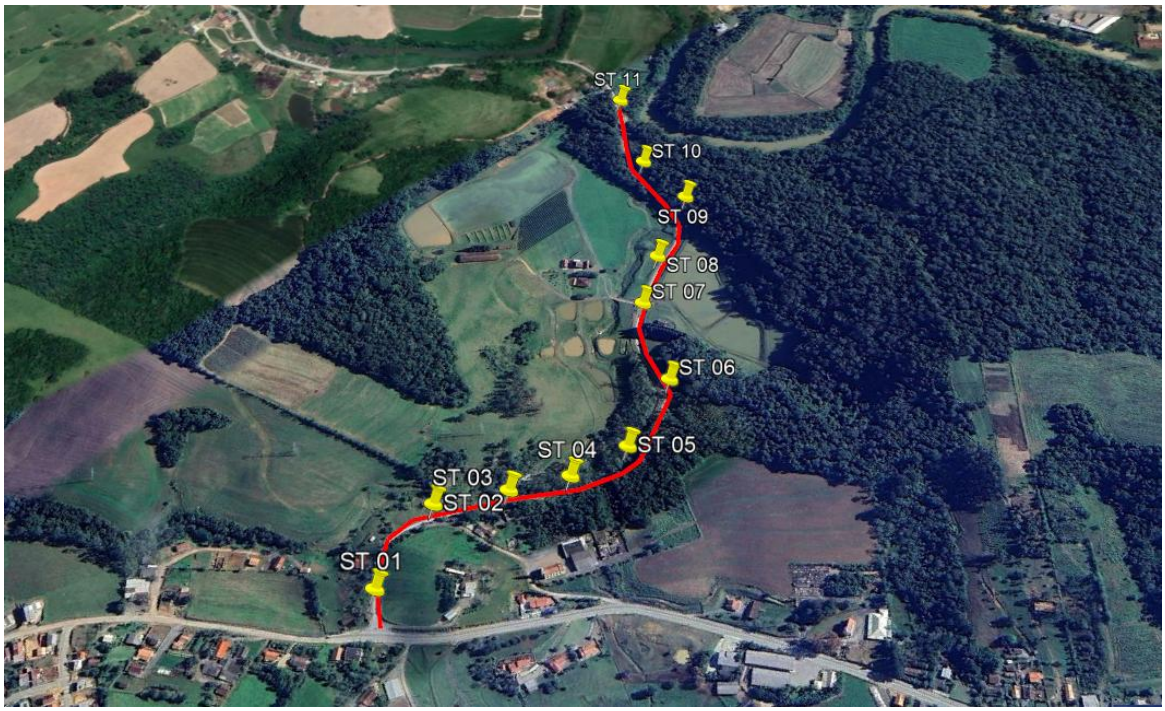


Figura 1. Localização dos furos de sondagem. Fonte: Contratante

ST	ISC (%)	Energia	Expansão (%)	Umidade Ótima (%)	Densidade Máxima (g/cm³)
1	4,26	Normal	0,03	15,30	1,830
2	17,26	Normal	0,04	9,50	1,734
3	3,97	Normal	0,03	10,70	1,969
4	5,07	Normal	0,04	15,20	1,570
5	4,63	Normal	0,05	13,10	1,782
6	8,00	Normal	0,03	11,90	1,846
7	7,34	Normal	0,04	11,70	1,825
8	8,52	Normal	0,05	10,40	2,018
9	8,52	Normal	0,05	10,40	2,084
10	3,89	Normal	0,03	13,60	1,797
11	7,71	Normal	0,04	12,50	1,870

Tabela 1. Resultados dos ensaios geotécnicos. Fonte: Contratante

2.3.2 CÁLCULO DO SUPORTE CBR DE SUBLEITO PARA PROJETO

Foram realizados ensaios Suporte Califórnia no subleito em pontos distintos, conforme demonstrado no capítulo correspondente aos estudos geotécnicos, os quais resultaram nos CBR's demonstrados na tabela acima.

Os resultados foram tratados estatisticamente pela metodologia baseada no intervalo de confiança da média (t de Student), com referência a norma IP 05/2004, da Prefeitura Municipal de São Paulo, que considera a variabilidade dos resultados e o número de amostras.

O procedimento consiste em calcular a média dos valores de CBR obtidos, o desvio padrão da amostra e, em seguida, aplicar a correção estatística pelo coeficiente t correspondente a 90% de confiança e quantidade de ensaios.

Considerando a variabilidade observada nos resultados de CBR ao longo do eixo, o trecho foi segmentado em duas partes para aprimorar a representatividade estatística e a segurança do dimensionamento.

A Parte 1 abrange os pontos de ensaio 1 a 5 e a Parte 2 abrange os pontos 6 a 11. Para cada parte, foi determinado o CBR de projeto (médio mínimo) a partir do conjunto local de resultados, reduzindo a influência de valores pontuais e refletindo melhor as condições de suporte do subleito em cada segmento.

- **Ensaios ST 01 a 05**

ST	%
1	4,26
2	17,26
3	3,97
4	5,07
5	4,63

Cálculo CBR Médio (CBR %)

$$\overline{CBR} = \frac{\sum CBRi}{n} = \mathbf{7,04}$$

Cálculo do Desvio Padrão (S %)

$$S = \sqrt{\frac{\sum \left[CBR_i - \overline{CBR}\right]^2}{n-1}} \quad \mathbf{5,73}$$

Cálculo do CBR de projeto %

$$CBR_p = \overline{CBR} - \frac{S \times t_{0,90}}{\sqrt{n}} \cong \mathbf{3,26}$$

Figura 2. Cálculo do CBR de Projeto – 1

- **Ensaios ST 06 a 11**

ST	%
6	8,40
7	7,34
8	8,52
9	8,52
10	3,89
11	7,71

Cálculo CBR Médio (CBR %)

$$\overline{CBR} = \frac{\sum CBRi}{n} = 7{,}40$$

Cálculo do Desvio Padrão (S %)

$$S = \sqrt{\frac{\sum \left[CBR_i - \overline{CBR}\right]^2}{n-1}} \quad 1{,}78$$

Cálculo do CBR de projeto %

$$CBR_p = \overline{CBR} - \frac{S \times t_{0,90}}{\sqrt{n}} \cong 6{,}35$$

Tabela 2. Cálculo do CBR de Projeto – 2

2.3.3 CONCLUSÃO DOS ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Com base nos resultados laboratoriais fornecidos pela contratante, referentes aos ensaios de Índice de Suporte Califórnia (CBR) e Expansão, procedeu-se à análise geotécnica do subleito e ao dimensionamento do pavimento.

Com esse critério, obteve-se:

- Trecho 1 (ensaios de 1 a 5): CBR médio de 3,26%, representando solo de comportamento mais fraco;
- Trecho 2 (ensaios de 6 a 11): CBR médio de 6,35%, caracterizando material de suporte moderado.

Ambos os resultados apresentaram expansão da ordem de 0,03% A 0,05%, indicando baixa expansibilidade e comportamento estável sob compactação adequada.

Ressalta-se que não foram disponibilizados ensaios de Limite de Liquidez (LL), Limite de Plasticidade (LP) ou Análise Granulométrica (NBR 7181), que permitiriam a classificação completa do solo segundo os sistemas TRB ou SUCS, tampouco informações sobre nível de lençol freático.

Dessa forma, as análises geotécnicas e o dimensionamento do pavimento foram elaborados exclusivamente com base nos parâmetros de suporte e expansibilidade obtidos, sendo recomendável que na fase de execução sejam realizados ensaios complementares de caracterização e controle tecnológico, com especial atenção à verificação das condições reais do subleito, umidade natural e presença eventual de lençol freático, de modo a assegurar o desempenho e a durabilidade do pavimento projetado.

2.4 ESTUDO HIDROLÓGICO

Este estudo tem como objetivos principais, definir características climatológicas, pluviométricas e fluviométricas, e servirá de base para o dimensionamento dos dispositivos de drenagem, a fim de identificar e caracterizar os segmentos por onde estão traçadas.

Para tanto, serão considerados algumas informações, listadas nos próximos itens.

2.4.1 SITUAÇÃO GEOGRÁFICA

O objeto do presente estudo são as obras de construção da pavimentação da Rua Fritz Skoula, localizada no Bairro Mosquito, município de Agronômica, estado de Santa Catarina.

O Trecho 01 da via a ser pavimentada possui a distribuída da seguinte forma:

- Rua Fritz Skoula: 595,37 metros
- Rua Francisco Reuter: 32,69 metros

Totalizando 628,06 metros.

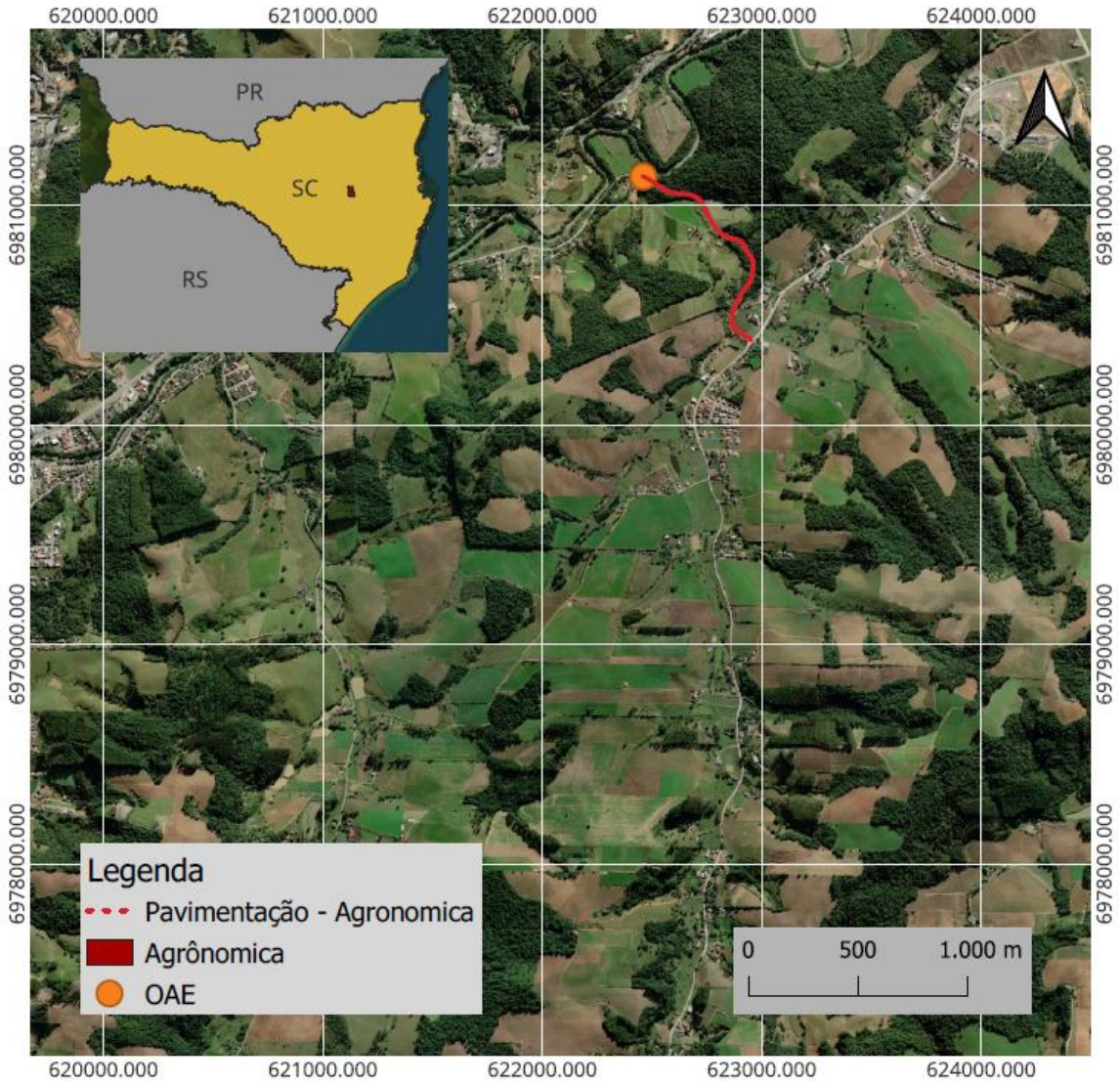


Tabela 3. Localização do trecho estudado no projeto

2.4.2 REGIMES CLIMÁTICOS E PLUVIOMÉTRICOS

Nos tens a seguir são apresentadas as informações que caracterizam o clima regional que subsidiam tanto o projeto dos dispositivos de drenagem como o subsequente planejamento da obra. Para a caracterização do clima da região próxima ao local de interesse, foram utilizados os dados das estações pluviométricas existentes nas proximidades do local de projeto, além dos dados climatológicos extraídos da publicação "Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990".

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) define Normais como "valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no

mínimo três décadas consecutivas" e padrões climatológicos normais como "médias de dados climatológicos calculadas para períodos consecutivos de 30 anos.

Abaixo, foi apresentada a localização dos postos mais próximos ao projeto, assim como as características climáticas e pluviométricas destes postos.

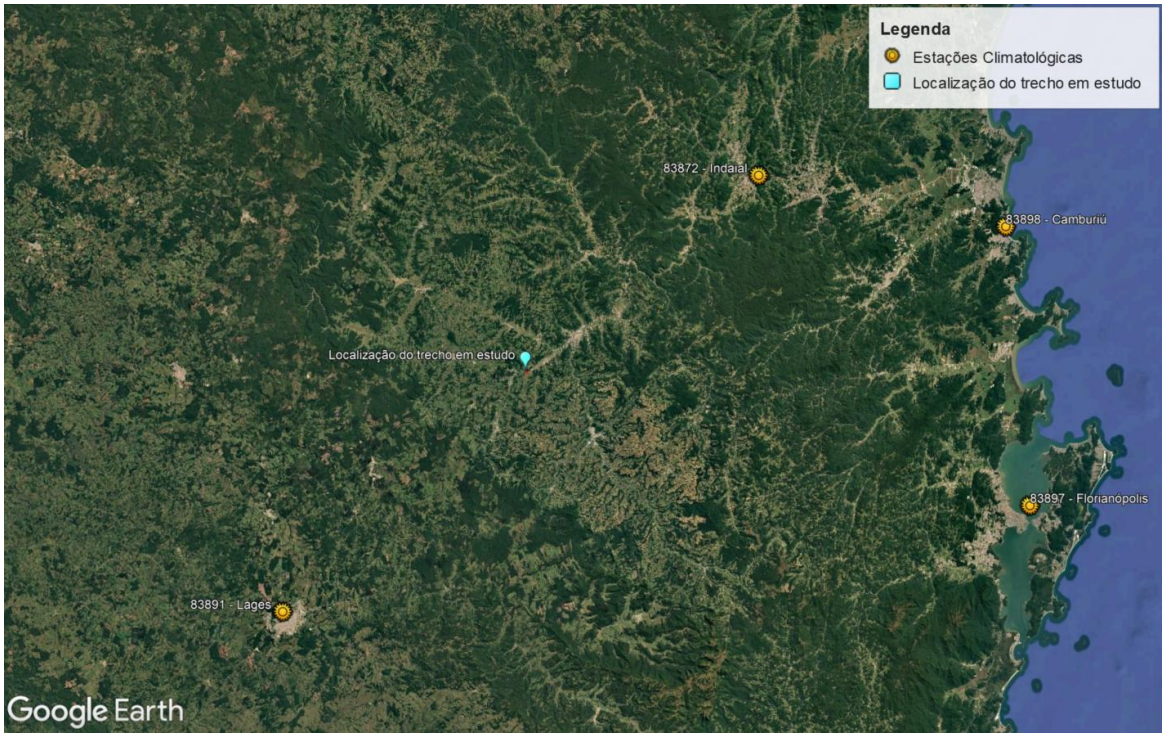
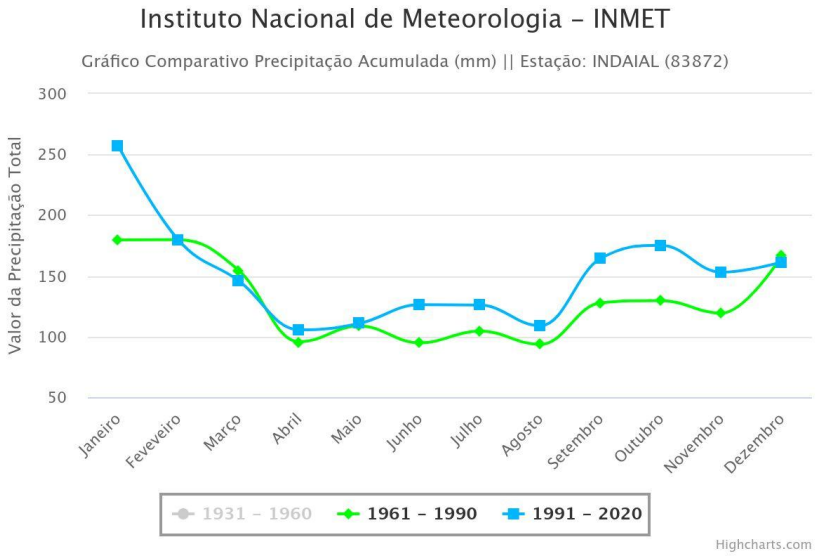


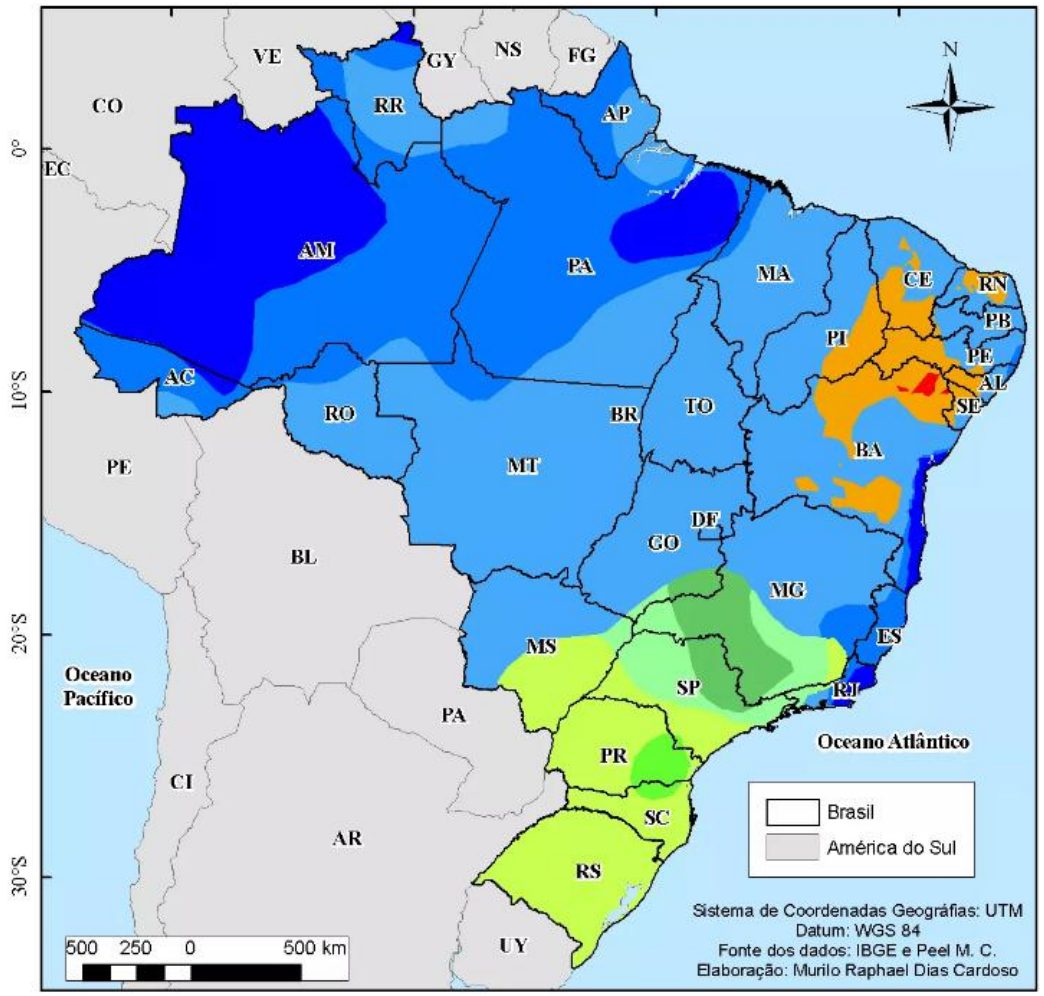
Tabela 4. Localização dos postos. Fonte: Google Earth.

Estação: 83872 - INDAIAL	
Temperatura média anual	19,5
Temperatura média do mês mais quente	23,6
Temperatura média do mês mais frio	15,0
Média das temperaturas mínimas do mês mais frio	16.9 °C (Junho)
Totais anuais de chuvas	1814
Totais de chuvas no mês mais chuvoso	257.3 mm (Janeiro)
Totais de chuvas no mês mais seco	105.5 mm (Maio)
Evaporação total – potencial anual	- mm

Tabela 5. Dados de normais climatológicas. Fonte: Normais climatológicas do Brasil 1961-1990



Estes dados climáticos revestem-se de importância principalmente para o planejamento das obras, devendo-se evitar nos meses mais úmidos a realização de determinados serviços, especialmente aqueles relacionados à terraplenagem. Por outro lado, visando efetuar a classificação climatológica da área, foi utilizada a metodologia adotada por Wladimir Köppen, que leva em consideração a quantidade de precipitações, a temperatura média e a umidade relativa. Deve-se ressaltar que essa metodologia de classificação, assim como outras desenvolvidas com a mesma finalidade, diferencia apenas megazonas climáticas, não apresentando suficiente eficiência para variações locais. Conforme essa classificação de Köppen, resumida na figura a seguir, o clima da área de interesse pode ser classificado como pertencente ao tipo “Aw”. Trata-se de um clima tropical com estação seca no inverno.



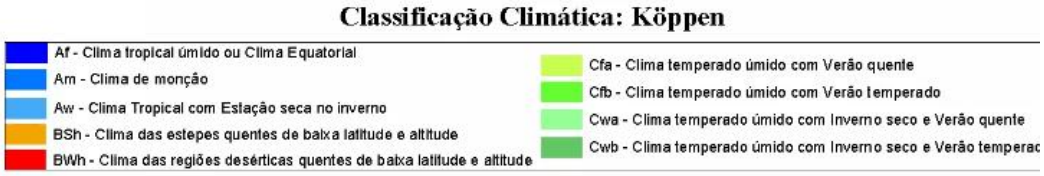


Tabela 6. Mapa de classificação de Köppen. Fonte: IBGE

2.4.3 DETERMINAÇÃO DAS CURVAS DE INTENSIDADE – DURAÇÃO – FREQUÊNCIA (IDF)

A obtenção da equação de chuva que descreverá a pluviometria dos locais de projeto é realizada por meio da coleta e processamento dos dados de chuva da estação pluviométrica mais próxima do trecho. As informações a respeito desta estação estão apresentadas na tabela a seguir.

Codigo	Nome	Operando	Latitude	Longitude	Altitude	Municipio	Responsavel	Operadora
2749008	RIO DO SUL	Não	-27.217	-49.617	350	RIO DO SUL	ANA	ANA
2749013	TROMBUDO CENTRAL	Sim	-27.290	-49.769	350	TROMBUDO CENTRAL	ANA	EPAGRI-SC
2749024	RIO DO SUL	Não	-27.200	-49.617	330	RIO DO SUL	CELESC	CELESC
2749039	RIO DO SUL - NOVO	Sim	-27.206	-49.632	350	RIO DO SUL	ANA	EPAGRI-SC
2749051	UHE SALTO PILÃO RIO DO OESTE	Sim	-27.199	-49.786	345	RIO DO OESTE	CONS.CESAP	CONS.CESAP
2749052	UHE SALTO PILÃO AURORA	Sim	-27.294	-49.651	338	AURORA	CONS.CESAP	CONS.CESAP
2749086	RIO DO OESTE_Centro	Sim	-27.195	-49.795	347	RIO DO OESTE	CEMADEN	CEMADEN
2749087	RIO DO SUL_Centro	Sim	-27.218	-49.647	338	RIO DO SUL	CEMADEN	CEMADEN
2749090	RIO DO SUL_Fundo Canoas	Sim	-27.198	-49.674	352	RIO DO SUL	CEMADEN	CEMADEN
2749092	RIO DO SUL_Santana	Sim	-27.223	-49.627	503	RIO DO SUL	CEMADEN	CEMADEN

Tabela 7. Dados das estações pluviométricas utilizadas

A obtenção da equação de chuva que descreverá a pluviometria dos locais de projeto é realizada por meio da coleta e processamento dos dados de chuva da estação pluviométrica mais próxima do trecho. Para o trecho em questão, foi obtida a série histórica da estação pluviométrica 2749013 – Trombudo Central localizada no município de Trombudo central por meio do Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas – ANA. As informações a respeito desta estação estão apresentadas na figura abaixo. A série histórica desta estação contempla os anos de 1946 a 1984 e foram analisados os 36 anos para o processamento dos dados.

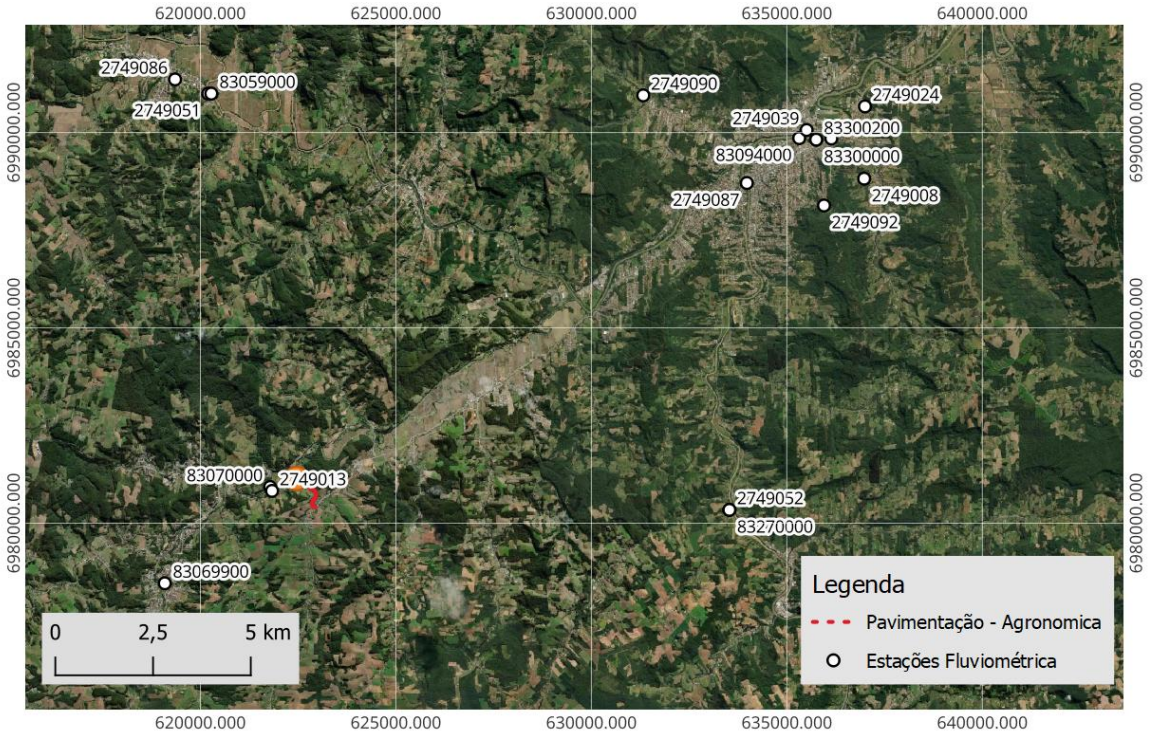


Tabela 8. Localização das estações pluviométricas

PRECIPITAÇÃO MENSAL												
Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	297,2	304,2	268,8	224,6	212,8	239,6	232,2	740,2	244	254,8	334,2	169,6
2	144,2	452,2	231	203,2	65,2	33	160,8	89,2	176,8	111,6	203,6	25,8
3	383,2	383,2	139,4	249,2	204,4	47,2	83,8	162,4	192	285,8	500,4	363
4	374,4	350,8	99	164,8	408,8	192,6	317,6	183,4	138	413,4	84,2	253,2
5	349,4	306	60,6	347	321,2	183,2	23,4	26,2	261,4	198,4	119	173,6
6	435,2	201,8	232,2	215,2	273,4	66,6	188,2	141,6	396,6	136,4	197,2	135,2
7	450,2	538,4	363,8	226	243,6	395	423,2	257,2	258,8	503,4	391	202,4
8	317,8	66	126,2	71	92,8	300,6	168,4	243	63,2	413,2	177,8	500
9	407,4	291,8	255,6	106	635,4	261,8	361,4	305,6	181	66,8	290,2	72,4
10	393	285,6	229,6	82,2	262,8	118,8	270	33,2	424,8	328,6	173,6	356,6
11	103,8	353,6	210,8	284	286	264,2	315,6	2,6	103	311	338,4	351,4
12	658,4	407,6	123,6	56	17,4	335,4	124,8	142,2	262	298	116,6	95,2
13	558,6	407	323,2	129	3	358,2	177	257,6	404,4	226,6	123,2	414,2
14	498,4	527	239	50,4	161,4	171,8	263,6	309,9	234,2	438,4	507,8	264,4
15	430,6	547,2	408	452	111,6	216	301,2	436	596,8	350,8	61,6	232
16	307,6	295,2	118	160,8	120,8	138,4	313,4	83,2	232,8	362	178,6	194
17	354,4	371,4	190,4	128,4	151,8	174,6	229	151,2	396,8	398	161,6	426,2
18	219,8	154	186,3	167,8	216,2	129,3	111,8	76	145,4	181	162	98,7
19	264,4	112,2	131,1	234,5	61	74,4	100,5	177,6	182,2	214,3	260,8	110,5
20	96,4	84,9	57,8	65,8	27,9	108,9	65	21,2	109,9	114,7	129,6	271,8
21	37,8	45,5	50	52	136,4	127,9	325	91	379,2	409,2	335,8	215,8
22	152,4	43,2	65,4	96,3	189	98,4	86,5	124,8	286,2	273,4	110,3	93,7
23	399	169,4	295	68	37,4	85,8	104,2	210,4	100	129,6	258	244,9
24	112,2	170,3	194,8	66,3	192,9	46,9	203,9	85	167,5	189,8	159,7	160,3
25	237,8	69,8	109	178,6	75,5	110,5	29,4	85,9	142,1	303,5	144,5	40,8
26	193,2	151,1	109,3	51,5	230,4	51,9	190,9	156,4	301,6	180,9	120	245,9
27	289,3	101,2	159,8	210,8	177,1	45,1	126,9	88,3	89,6	136	131,1	187,8
28	331,9	181,7	111,4	53,7	95,5	72,6	224,9	300,5	239,7	139,7	90,6	68,9
29	214,6	96,3	42,6	146,1	59,9	165,9	159,1	12,5	57,3	209,1	39,4	214,5
30	74,6	172,6	149,2	39,6	53,7	206,5	96,9	213,9	293,2	97	73,1	143,6
31	179,5	148,1	99	45,7	110,6	421,4	44,6	88,5	212,3	157,4	110,7	248,5
32	193,6	120,1	127	41,5	94	118,1	181,4	28,7	245,1	384,9	181	333,7
33	127,5	156,1	205,5	141,3	0	60,7	102,1	164,6	59	178,8	74,3	259,4
34	103,5	110,6	114,2	81,7	326,9	213,9	14,3	123	55,1	115,4	146,9	125,8
35	189,6	112,5	207,5	37,9	51,2	112,7	14,3	114,7	201,5	83,6	107	202,6
36	217,1	172,6	99,6	154,9	240	27,8	0	23,5	139,5	219,4	142	68,3
37	180,3	144,1	34,8	34,1	20,5	114,4	104,8	130,2	96,2	70,6	119,2	243,9
38	244,3	30	120,4	11,2	160,5	199,1	30,5	28,1	195,2	117,3	110,3	103,4
39	73,3	58,5	311	78,6	273,5	207,6	27,5	168,2	0	0	0	0
40	240,9	134,2	126,5	88,7	52,3	100,9	69,1	86,5	169	549,6	471,7	125,5
41	230,9	151,6	108,2	109,5	317,2	96,9	238,9	31,4	124,2	144,2	115,9	224,8

Tabela 9. Precipitação mensal.

PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA ANUAL												
Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	39,6	94	73,2	47,6	52,4	93,2	49,6	203	79,2	129,6	69,2	36,8
2	73,6	155,6	77,6	71,2	24,8	15	44,6	36,8	64,4	34,8	74,4	17,2
3	117,2	143,4	48,4	45,6	75,4	20,4	29,2	110,4	36,4	112	138	73,6
4	97,2	70	35,8	57,6	82	78	99,6	46,2	56,4	115,6	23,8	141,4
5	68,8	81,8	21,2	122,4	77,2	80	10,4	15	123,6	45	42,8	75,8
6	60,4	59,2	43,6	46,4	103,6	20,4	56,4	47,6	69,2	47,6	57,6	48,4
7	111,2	173,6	102,4	41,6	144,4	89,2	83,2	66,4	39,6	122,4	101,6	59
8	105,6	35,2	49,2	22	55,2	121,2	92	57,6	33,2	124	53,2	67,2
9	102,4	132,8	54	36,4	113,6	157,2	108,4	64,4	71,6	25,6	102,4	27,2
10	56,4	36,4	57,2	33,2	84,4	49,2	58,4	26,4	130,8	82	55,2	108,4
11	17,6	83,4	57,2	120,8	112,4	80,8	88,4	0,8	24,4	57,2	91,2	103,6
12	112	59,2	36,4	29,6	10	103	64,8	101,6	105,6	73,2	63,2	19,2
13	117,6	84,8	79,6	35,2	2,4	108,4	75,2	86	77,6	53,6	40,8	78
14	168,8	168,8	120,8	27,2	62,4	71,6	62	82,8	95,2	82,4	131,6	82,4
15	124,4	97,6	69,6	149,2	33,8	100,8	69,6	75,6	117,2	102,8	41,6	61,2
16	50,8	65,6	39,2	55,6	34,8	80,4	131,2	42,8	97,2	140,8	66,4	52
17	130	120	53,2	71,2	28,8	62,4	123,2	48	61,2	107,6	51,2	115,2
18	37,8	38,4	39,8	40,6	75,4	58,2	34,8	42,2	42,2	97,4	81,6	23,6
19	48,2	24,2	55	63,6	23,2	24,4	34	41,5	67,4	41,4	68,2	65,7
20	23,4	17,4	16	21,4	21,4	25	21,4	11,4	54,2	36,8	36,2	59,9
21	8,7	11,5	17	13,7	23,9	50,8	80,8	71	172,6	94,8	81,4	53
22	64,4	26,9	23,4	45,2	80,2	41,5	24,6	73,6	49,6	55	52,2	21,4
23	154,8	46,6	51,6	35	18,6	55,6	57,2	114,4	17	37,6	91,2	68,4
24	37,7	44,2	35,4	36	53,2	21,9	61,4	67,5	35,5	51,4	53,4	38,4
25	40,2	14,3	37,9	41,5	51,2	26	10,2	15,5	39,6	45,2	22,3	9,6
26	47,7	52,4	52,3	22,8	165	13,8	32,5	43,5	74,5	33	29,2	58,4
27	63,8	20,4	41,3	75,4	58,7	22,5	28,2	41,2	46,3	43,5	29,2	38,8
28	42	52	29,4	15,2	46,3	18,1	57,3	74,4	86,6	35,4	22,9	10,2
29	54,7	28,5	18,9	45,5	36,4	33,7	26,4	7,5	19,4	75,4	15,5	32,2
30	28,6	78,5	49,2	17,5	25,2	54,4	35,5	53,7	74,4	22,9	32,7	45,2
31	25	45,7	25	14,2	38,4	80,4	27,5	21,4	65,4	68,4	28,1	73,9
32	51	19,4	34,2	17,2	35,2	52	22,7	21	53,2	56,7	37,2	124,5
33	23,7	41,3	51,4	47,4	0	24,5	54,2	37,5	22,4	37	28,5	74,3
34	27,5	42,4	24,4	25,9	76,4	94,4	9,2	44,4	29,4	26,8	30,4	53,4
35	48,2	52,4	64,2	16,2	34,9	43,3	5,3	48,6	62,4	14,2	27,3	52,4
36	103	44,5	26	63,5	86,5	9	0	17,5	58,4	58,6	34,2	31,5
37	74,2	36,4	13,7	17,2	9,5	40,2	26	47,6	40,2	24,3	22,2	59
38	27,7	13,2	46,2	6,5	41,2	51,3	18,6	11,5	67,8	25	39,4	58,4
39	17,1	24,5	143,2	23	97,4	74,3	12,2	44,7	0	0	0	0
40	72	30,2	25,8	28,5	25,2	24	18,8	18,1	42	80,2	143,2	38,2
41	79,5	48	29,3	25,3	103,5	39,2	59	22,5	42	47,5	28	58,7

Tabela 10. Precipitação máxima diária anual.

MÉDIAS , MÁXIMAS E MÍNIMAS MENSAIS												
Discriminação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Média Chuva (mm)	269,94	219,01	166,70	131,85	169,30	158,40	165,15	151,11	213,94	242,42	188,82	206,56
Máx. Observada (mm)	658,4	547,2	408	452	635,4	421,4	423,2	740,2	596,8	549,6	507,8	500
Min.Observada (mm)	37,8	30	34,8	11,2	3	27,8	14,3	2,6	55,1	66,8	39,4	25,8
Média Dias de Chuva (mm)	25	23	20	16	17	20	22	18	20	21	20	20
Máx. Dias de Chuva Observado	52	46	42	32	44	38	44	44	40	50	50	34
Min. Dias de Chuva Observado	12	8	8	4	4	7	7	4	7	10	9	8

Tabela 11. Médias, máximas e mínimas mensais

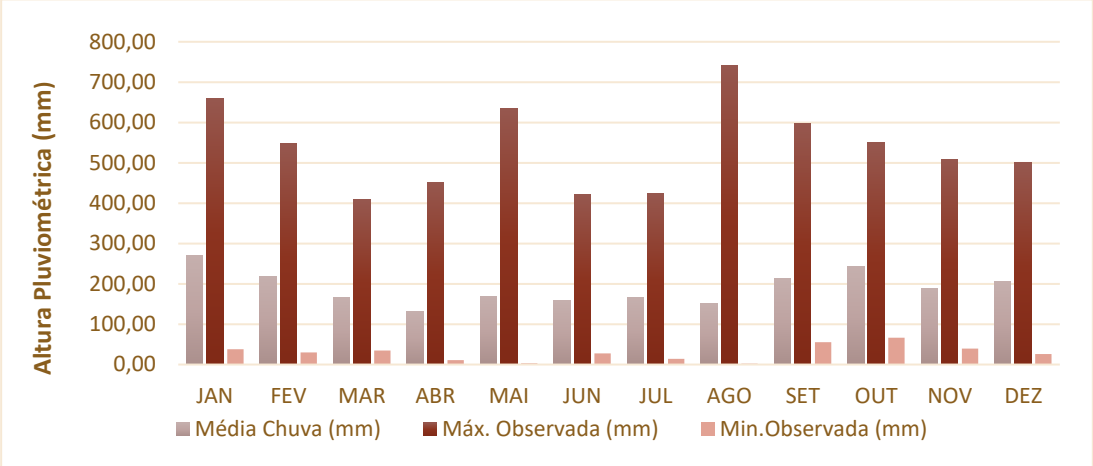


Gráfico 1. Médias, máximas e mínimas mensais

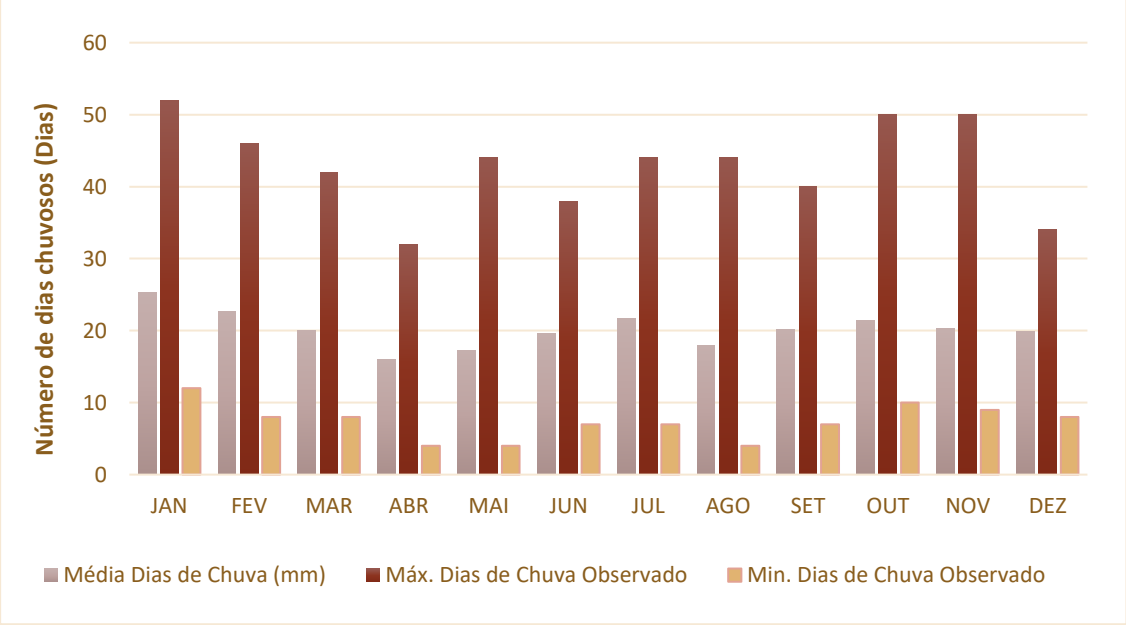


Gráfico 2. Médias, máximas e mínimas mensais.

Aplicando a "teoria dos extremos das amostras ocasionais" na série histórica da estação pluviométrica escolhida, seleciona-se as chuvas máximas de um dia e obtém-se a

tabela apresentada a seguir. Conforme constatado anteriormente, os anos com falhas nas séries históricas do período chuvoso foram retirados da análise.

N	ANO	Máx. Precipitação Diária	Nº de dias chuvosos	Precipitação Anual Total
1	1984	203,0	386	3522,2
2	1985	155,6	316	1896,6
3	1986	143,4	312	2994,0
4	1987	141,4	312	2980,2
5	1988	123,6	298	2369,4
6	1989	103,6	306	2619,6
7	1990	173,6	336	4253,0
8	1991	124,0	274	2540,0
9	1992	157,2	320	3235,4
10	1993	130,8	316	2958,8
11	1994	120,8	312	2924,4
12	1995	112,0	290	2637,2
13	1996	117,6	390	3382,0
14	1997	168,8	431	3666,3
15	1998	149,2	324	4143,8
16	1999	140,8	272	2504,8
17	2000	130,0	290	3133,8
18	2001	97,4	180	1848,3
19	2002	68,2	190	1923,5
20	2003	59,9	161	1153,9
21	2004	172,6	270	2205,6
22	2005	80,2	159	1619,6
23	2006	154,8	285	2101,7
24	2007	67,5	169	1749,6
25	2008	51,2	182	1527,4
26	2009	165,0	182	1983,1
27	2010	75,4	180	1743,0
28	2011	86,6	193	1911,1
29	2012	75,4	155	1417,3
30	2013	78,5	163	1613,9
31	2014	80,4	161	1866,3
32	2015	124,5	198	2049,1
33	2016	74,3	162	1529,3
34	2017	94,4	189	1531,3
35	2018	64,2	169	1435,1
36	2019	103,0	155	1504,7

37	2020	74,2	168	1293,1
38	2021	67,8	152	1350,3
39	2022	143,2	128	1198,2
40	2023	143,2	174	2214,9
41	2024	103,5	183	1893,7

Tabela 12. Alturas de chuvas máximas

A partir destes dados de chuvas, foram determinadas as máximas anuais de chuva diária em que os anos com falha dos dados foram excluídos da série de máximas. Estas foram desagregadas em chuvas de menor duração empregando-se a metodologia proposta pelo DAEE-CETESB (1979), e foram obtidas as séries anuais para as chuvas com durações de 5, 10, 15, 20, 40, 80, 160, 320, 640, 1280 e 2560 minutos.

Em seguida, foram calculadas as chuvas máximas com período de retorno de 10, 20, 25, 50 e 100 anos utilizando sete funções densidade probabilidade (FDP): Gumbel, Kappa, Pearson Tipo III, Weibull, Log-Nomal 3 parâmetros, Exponencial, Gamma, Generalizada de Valores Extremos, Normal Generalizada e Generalizada de Pareto. A aderência das séries de máximas anuais a estas distribuições foi verificada pelo teste de Generalizada de Valores Extremos, ao nível de significância de 5%, sendo este um teste robusto para avaliação de ajuste de funções densidade de probabilidade a séries de chuva máxima diária anual (Beskow et al., 2015).

Para cada uma destas distribuições, foi calculado o coeficiente de eficiência Nash-Sutcliffe (NSE) dado pela equação abaixo. A distribuição que apresentou um valor de NSE mais próximo de um foi a escolhida para a obtenção dos parâmetros da equação de chuva, visto que esta possui um melhor ajuste em relação às outras.

Equação 1 – Coeficiente de Nash-Sutcliffe.

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{t=1}^{T} \left(Q_m^t - Q_o^t\right)^2}{\sum_{t=1}^{T} \left(Q_o^t - \overline{Q}_o\right)^2}$$

Onde:

Qm = evento observado;

Qo = evento simulado pelo modelo

$\bar{Q}o$ = a média do evento observado no período de simulação;

T = número de eventos

Com os valores estimados de chuvas máximas para diferentes tempos e períodos de retorno, estimaram-se os parâmetros utilizados na equação que expressa as relações Intensidade-Duração-Frequência, pelo método dos mínimos quadrados, conforme a equação a seguir:

Equação 2 –Equação de chuvas intensas.

$$i_{máx} = \frac{KTR^{a}}{(t+b)^{c}}$$

Onde

i = intensidade máxima média, mm h-1

TR = período de retorno, anos

t = tempo de duração da chuva, min

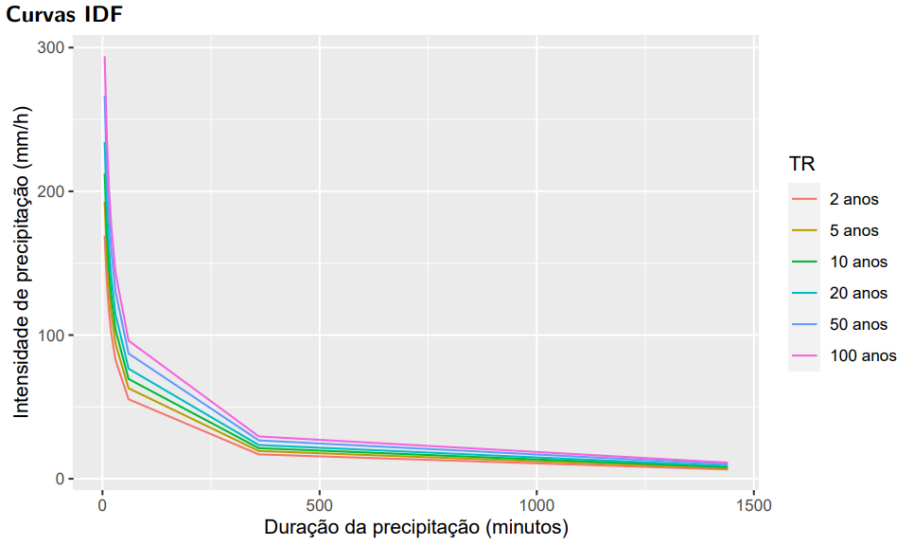
K, a, b e c = coeficientes locais ajustados pelo método dos mínimos quadrados

Deste modo, os parâmetros obtidos a partir do ajuste do modelo são apresentados na equação a seguir e os resultados da análise estatística deste ajuste estão apresentados na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**.

Equação 3 – Equação de chuvas intensas para a estação pluviométrica de Campo Grande.

$$I = \frac{1001.226 \cdot TR^{0.141}}{(9.210 + t)^{0.706}}$$

Na figura a seguir estão apresentados os valores obtidos a partir da equação obtida, com durações entre 5 e 2560 minutos, e períodos de retorno de 5, 10, 15, 25, 50 e 100 anos.



2.4.4 METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES COM DADOS PLUVIOMÉTRICOS

A determinação das vazões para o dimensionamento e verificação das obras hidráulicas que compõem o sistema de drenagem seguiu as "Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários" (IPR-726) definidas pelo DNIT, o qual leva em conta, para cada método de cálculo, limites definidos em função do valor das áreas a serem drenadas, como apresentados a seguir:

MÉTODO	ÁREA DE DRENAGEM (km²)
Racional	Inferior ou a 4,00
Racional Corrigido	Entre 4,00 e 10,00
Hidrograma Unitário do U.S. Conservation Service	Superior a 10,00

Tabela 13. Metodologias para cálculo hidrológico sem dados fluviométricos. Fonte: DNIT.

De acordo com as características da bacia em estudo, foi adotado método racional corrigido para a determinação da vazão de projeto.

2.4.5 MÉTODO RACIONAL E RACIONAL MODIFICADO

O cálculo da vazão de dimensionamento é baseado na fórmula Racional:

Equação 4 – Vazão pelo método racional.

$$Q = \frac{c.i.A}{6}$$

Onde:

Q = Vazão (m³/s);

c = Coeficiente de escoamento superficial;

A = Área de drenagem (ha);

i = Intensidade pluviométrica (mm/min).

- **Coeficiente de distribuição**

Para corrigir os efeitos da distribuição das chuvas, que são consideradas uniformes nas áreas das bacias hidrográficas, o "Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem" (DNIT, 2005) recomenda utilizar o seguinte coeficiente redutor:

$$f = A^{-0,10}$$

- **Coeficiente de escoamento superficial**

Para a determinação do coeficiente, considera-se as características físicas da bacia, bem como o tipo de solo da região. Na tabela a seguir são apresentados os critérios e valores dos coeficientes de escoamento superficial de projeto recomendados no "Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem", do DNIT (2005).

TIPO DE ÁREA DE DRENAGEM	COEFICIENTE (RUNOFF)
Áreas Comerciais	
áreas centrais	0,70 – 0,95
áreas de bairros	0,50 – 0,70
Áreas Residenciais	
residenciais isoladas	0,35 – 0,50
unidades múltiplas, separadas	0,40 – 0,60
unidades múltiplas, conjugadas	0,60 – 0,75
áreas com lotes de 2.000 m2 ou maiores	0,30 – 0,45
áreas suburbanas	0,25 – 0,40
áreas com prédios de apartamentos	0,50 – 0,70
Áreas Industriais	
área com ocupação esparsa	0,50 – 0,80
área com ocupação densa	0,60 – 0,90
Superfícies	
asfalto	0,70 – 0,95
concreto	0,80 – 0,95
blocket	0,70 – 0,89
telhado	0,75 – 0,95
solo compactado	0,59 - 0,79
Áreas sem melhoramentos ou naturais	
solo arenoso, declividade baixa < 2 %	0,05 – 0,10
solo arenoso, declividade média entre 2% e 7%	0,10 – 0,15
solo arenoso, declividade alta > 7 %	0,15 – 0,20
solo argiloso, declividade baixa < 2 %	0,15 – 0,20
solo argiloso, declividade média entre 2% e 7%	0,20 – 0,25
solo argiloso, declividade alta > 7 %	0,25 – 0,30
grama, em solo arenoso, declividade baixa < 2%	0,05 - 0,10
grama, em solo arenoso, declividade média entre 2% e 7%	0,10 - 0,15
grama, em solo arenoso, declividade alta > 7%	0,15 - 0,20
grama, em solo argiloso, declividade baixa < 2%	0,13 - 0,17
grama, em solo argiloso, declividade média 2% < S < 7%	0,18 - 0,22
grama, em solo argiloso, declividade alta > 7%	0,25 - 0,35
florestas com declividade <5%	0,25 – 0,30
florestas com declividade média entre 5% e 10%	0,30 -0,35
florestas com declividade >10%	0,45 – 0,50
capoeira ou pasto com declividade <5%	0,25 – 0,30
capoeira ou pasto com declividade entre 5% e 10%	0,30 – 0,36
capoeira ou pasto com declividade > 10%	0,35 – 0,42

Tabela 14. Coeficiente de escoamento superficial / Runn-off. Fonte: DNIT.

- **Intensidade pluviométrica**

A intensidade pluviométrica pode ser calculada a partir da aplicação da equação de chuvas válida para a área em estudo, para duração da chuva igual ao tempo de concentração da bacia. A duração da chuva mínima será de 10 minutos.

Seguindo a Diretriz de Projeto do DNIT – IPR-726, foram adotados para a avaliação das travessias e dimensionamento de dispositivos de drenagem superficial, os seguintes valores para períodos de recorrência das chuvas de projeto:

Tipo		**Período de recorrência (anos)**
Microdrenagem	Drenagem superficial	5 ou 10
	Rede existente	5
Macrodrenagem	Canais não revestidos	25
	Canais revestidos	25
	Bueiros de talvegue tubulares	15 (como canal)
		25 (como orifício)
	Bueiros de talvegue celulares	25 (como canal)
		50 (como orifício)
	Ponte	100

Tabela 15. Período de recorrência. Fonte: DNIT

Em projetos de microdrenagem, quando a área a montante for urbanizada ou estiver em processo de urbanização, com divisor de águas a uma distância aproximada de 60m, o tempo de concentração inicial será obtido conforme apresentado abaixo:

Tipologia da área a montante	**Declividade da sarjeta**	
	< 3%	**> 3%**
Áreas de construções densas	10 min	7 min
Áreas residenciais	12 min	10 min
Parques, jardins, campos	15 min	12 min

Tabela 16. Tempo de concentração. Fonte: DNIT.

O tempo de concentração (tc) será determinado a partir da soma de tempos distintos:

Equação 5 – Tempo de concentração.

$$tc = tp + te$$

Onde:

tp = tempo de escoamento dentro da galeria ou canal, calculado pelo Método Cinemático;

te = tempo gasto pelas chuvas caídas nos pontos mais distantes da bacia para atingirem o primeiro ralo ou seção considerada.

- **Tempo de concentração**

O tempo de concentração das bacias de pequeno porte (para área da bacia menor que 0,80 km²) pode ser calculado pela fórmula de Kirpich publicada pelo "California Highways and Public Roads", expressa por:

Equação 6 – Tempo de concentração para bacias de pequeno porte.

$$tc = 57.\left(\frac{L^2}{I_{eq}}\right)^{0,385} \quad ou \quad tc = 57.\left(\frac{L^3}{\Delta_H}\right)^{0,385}$$

Onde:

tc = Tempo de concentração (min);

L = Comprimento do talvegue (km);

I_{eq} = Declividade média do talvegue (m/km).

Para as bacias de grande porte (para áreas maiores que 0,80 km²) o tempo de concentração pode ser calculado pela fórmula de Kirpich Modificada. Foram consideradas bacias de grande porte todas as bacias onde for necessário a utilização do Método do Hidrograma Unitário (Soil Conservation Service) para estimativa de cálculo de vazão.

Essa fórmula é a que melhor representa esse tipo de bacias e é expressa por:

Equação 7 – Tempo de concentração para bacias de grande porte.

$$tc = 85,20.\left(\frac{L^2}{I_{eq}}\right)^{0,385} \quad ou\ tc = 85,20.\left(\frac{L^3}{\Delta_H}\right)^{0,385}$$

Onde:

tc = Tempo de concentração (min);

L = Comprimento do talvegue (km);

I_{eq} = Declividade média do talvegue (m/km).

2.4.6 COBERTURA DO SOLO E COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

No que concerne o coeficiente de escoamento superficial, foram analisados os mapas de uso e cobertura do solo, obtido pelo projeto MapBiomas com ano de referência de 2021, figura a seguir:

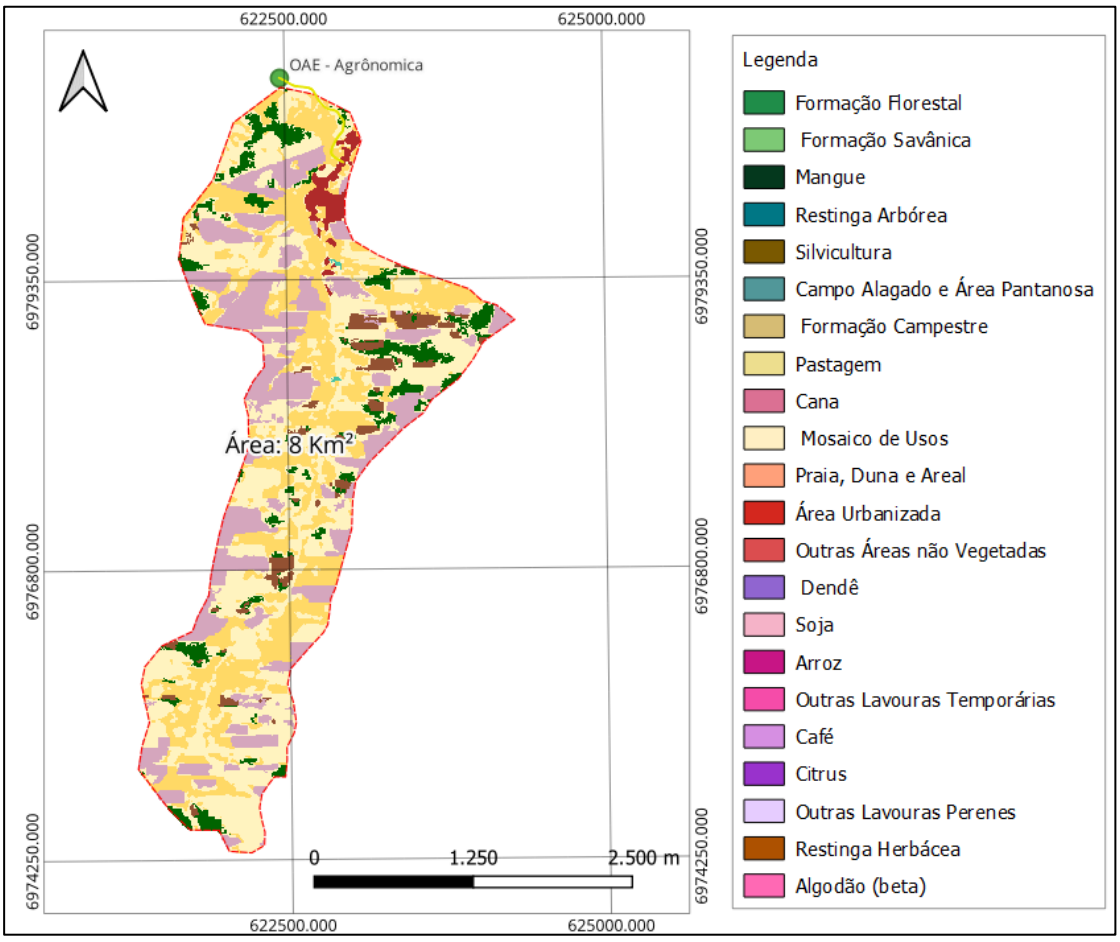


Tabela 17. Mapa de uso e cobertura do solo – OAE01. Fonte: MapBiomas, 2021.

Estes usos e coberturas do solo foram simplificados e classificados em mata, pasto, cultivo e área urbana, conforme **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

2.4.7 VAZÕES DE PROJETOS

Os critérios utilizados para o dimensionamento hidráulico das travessias são aqueles apresentados nas diretrizes de projeto do DNIT: IPR-726, Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários.

Neste estudo, foram utilizados os seguintes dados para a definição dos pontos de travessia de talvegues:

- ✓ Mapa cartográfico obtido por meio da Diretoria do Serviço Geográfico do Brasil (DSG-BDGEx);
- ✓ Curvas de nível geradas por meio do modelo digital de elevação obtido pelo Instituo Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE);
- ✓ Dados de bacias e cursos d'água disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA).

Esta travessia está apresentada na figura abaixo:

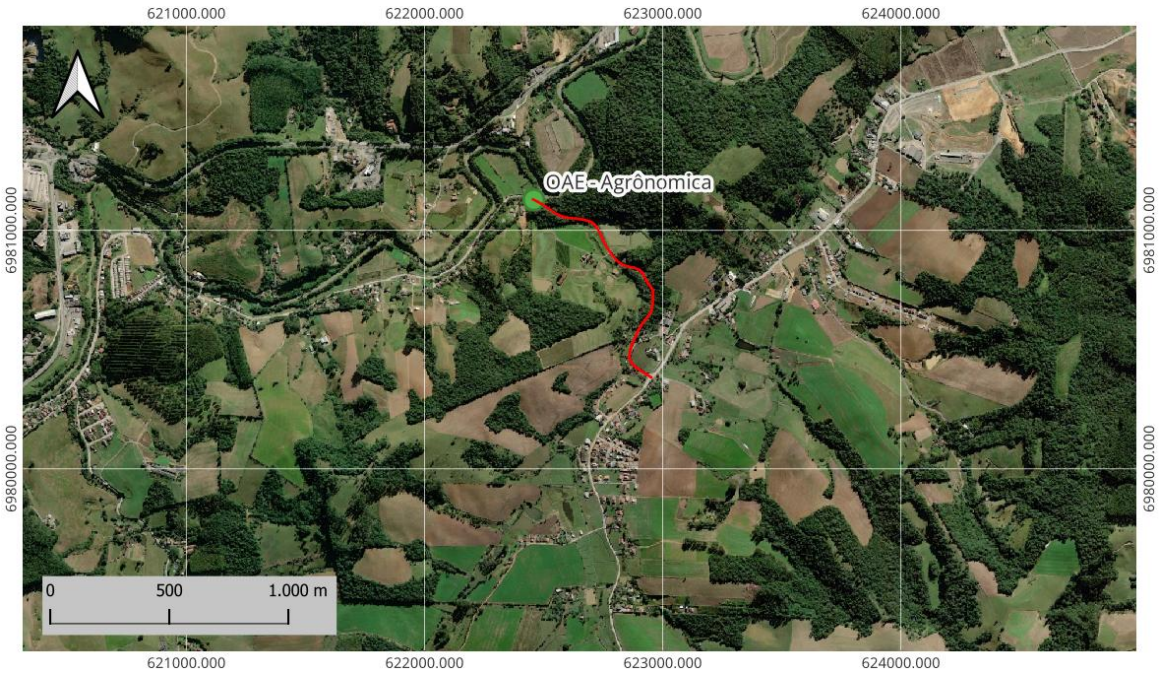


Tabela 18. – Localização das travessias consideradas.

O trecho todo possui 1 obra de arte especial que está localizada conforme indicadas na figura acima.

Para o traçado das bacias de contribuição, foi utilizado o mapa de altimetria disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) por meio do programa Topodata, juntamente com as cartas topográficas obtidas pelo Banco de Dados Geográficos do Exército (BDGEx), além das bacias ortocodificadas e dados de drenagem disponibilizados pela ANA. Para a apresentação das bacias, apenas as cartas do exército foram utilizadas como fundo da imagem.

A seguir serão apresentados os cálculos efetuados para os talvegues presentes no trecho.

- **Travessia OAE Agronômica**

A travessia está localizada na coordenada 6981127.3207 N 622466.3783 EE, e a bacia apresenta área de 8,0 km², logo o método utilizado para o cálculo das vazões de projeto foi o Método Racional Corrigido para bacias menores de 10 km². Para esta bacia, foi utilizada a equação de chuva do posto 2749013 – Trombudo do sul devido à sua proximidade com a travessia.

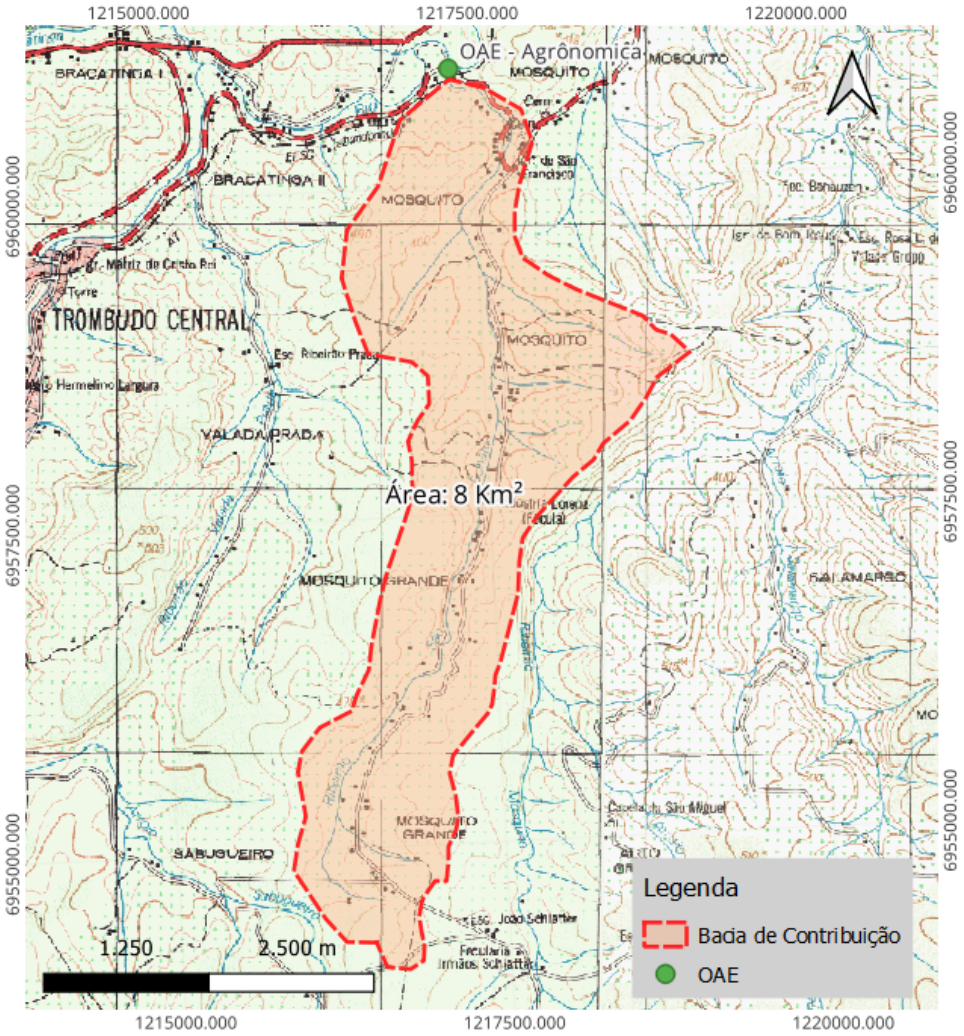


Tabela 19. – Localização das travessias consideradas

Salienta-se, que estes estudos foram baseados em coeficientes de escoamento superficial que representam a situação atual da bacia, sendo que qualquer ocupação adicional deverá ser acompanhada de medidas que combatam o aumento do valor caudal, causado pelo incremento da impermeabilização do solo.

DECLIVIDADE EQUIVALENTE		
Comprimento do talvegue	7688,48 m	7,69 km
Cota do exutório	343 m	-
Cota da cabeceira da bacia	470 m	-
Passo da curva de nível	-	-
Desnível - ΔH	128 m	-
Σ Li/√Si	73800,08	-
Declividade média	1,66%	16,6 m/km
Declividade equivalente	1,09%	10,85 m/km

Tabela 20. Quadro Resumo com as características do talvegue principal

CÁLCULO DA DECLIVIDADE EQUIVALENTE						
Ponto	***Cota***	***Trecho L_i (m)***	***Trecho Acumulado (m)***	***Desnível Δh_i (m)***	***Declividade $\Delta h_i/L_i$***	***$L_i/\sqrt{S_i}$***
1	470					
		204,69	204,69	10,00	0,05	926,07
2	460					
		149,75	354,44	10,00	0,07	579,50
3	450					
		165,21	165,21	10,00	0,06	671,51
4	440					
		1117,57	1282,78	10,00	0,01	11814,41
5	430					
		645,23	645,23	10,00	0,02	5182,86
6	420					
		985,12	1630,35	10,00	0,01	9777,63
7	410					
		123,43	123,43	10,00	0,08	433,64
8	400					
		592,16	715,59	10,00	0,02	4556,79
9	390					
		1917,37	1917,37	10,00	0,01	26549,66
10	380					
		692,03	2609,40	10,00	0,01	5756,90
11	370					
		542,00	542,00	10,00	0,02	3990,24
12	360					
		147,01	689,01	10,00	0,07	563,66
13	350					
		406,91	406,91	7,50	0,02	2997,21
14	343					

Tabela 21. Cálculo da declividade equivalente.

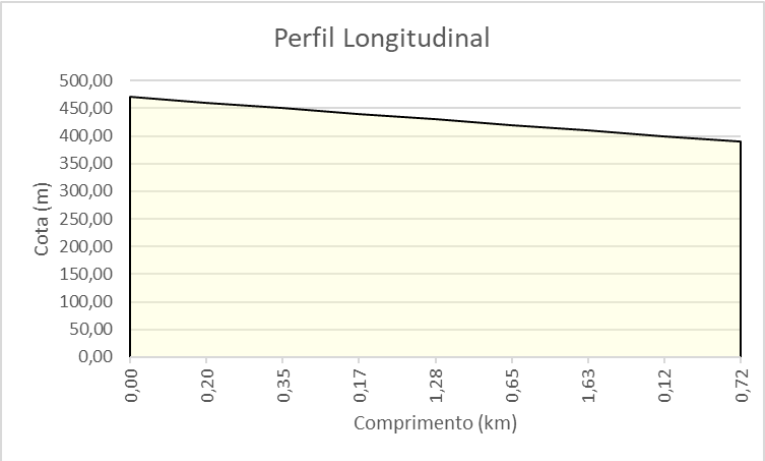


Tabela 22. Perfil longitudinal do talvegue – Bacia-03

Bacia	Área (km²)	Fator de Distribuição	Coef. de Escoamento	Talvegue (m)	Desnível (m)	Declividade Equivalente (m/km)	Tempo de Concentração (min.)
Bacia 01	8,00	0,50	0,26	7688,479	127,5	10,85	140,13
Intensidade da Chuva (mm/h)				**Vazão de Projeto (m³/s)**			
15 anos	25 anos	50 anos	100 anos	15 anos	25 anos	50 anos	100 anos
42,795	45,991	50,713	55,920	12,37	13,30	14,66	16,17

Tabela 23. Vazões da bacia.

2.4.8 CONCLUSÃO

O trecho em análise corresponde a uma via cuja extremidade se conecta a uma Obra de Arte e Especial (OAE), correspondente à ponte existente. Após a divisão da via em 2 trechos conforme solicitado pelo município, o trecho 02 é que se conecta á OAE existente. No âmbito deste projeto, não haverá qualquer interferência estrutural ou geométrica na ponte, limitando-se a obra às intervenções de pavimentação e drenagem superficial da via.

O estudo hidrológico teve como finalidade caracterizar o regime pluviométrico local, definir parâmetros de intensidade-duração-frequência e estimar as vazões de projeto para dimensionamento dos dispositivos de drenagem superficial.

A verificação hidráulica foi realizada tomando-se como referência um bueiro celular de concreto de dimensões semelhantes, de forma a possibilitar a avaliação do desempenho hidráulico da estrutura. Os resultados demonstraram que o dimensionamento

atende às exigências técnicas estabelecidas, garantindo a passagem da vazão de projeto e respeitando os limites de lâmina d'água e velocidade a jusante.

Conforme estabelecido no Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem do DNIT, as estruturas devem assegurar condições de escoamento que não comprometam a estabilidade da via. Nesse sentido, a ponte existente apresenta desempenho satisfatório, mantendo-se dentro dos parâmetros de segurança hidráulica previstos em norma.

2.5 DADOS DE TRÁFEGO E NÚMERO N

O dimensionamento do pavimento foi desenvolvido considerando a ausência de contagem volumétrica específica para o trecho em estudo. Como alternativa, adotaram-se os parâmetros estabelecidos na Instrução de Projeto IP-02 da Prefeitura Municipal de São Paulo, que caracteriza o tráfego típico de acordo com a classificação funcional da via (vias locais, coletoras e estruturais).

A IP-02/PMSP fornece estimativas de volume de tráfego, diferenciadas por tipo de via, faixa mais carregada e equivalência veicular. A tabela abaixo apresenta a classificação e os parâmetros considerados.

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto	Volume inicial faixa mais carregada		Equiva-lente / Veículo	N	N característico
			Veículo Leve	**Caminhão/ Ônibus**			
Via local	LEVE	10	100 a 400	4 a 20	1,50	$2,70 \times 10^4$ a $1,40 \times 10^5$	10^5
Via Local e Coletora	MÉDIO	10	401 a 1500	21 a 100	1,50	$1,40 \times 10^5$ a $6,80 \times 10^5$	5×10^5
Vias Coletoras e Estruturais	MEIO PESADO	10	1501 a 5000	101 a 300	2,30	$1,4 \times 10^{-}$ a $3,1 \times 10^6$	2×10^6
	PESADO	12	5001 a 10000	301 a 1000	5,90	$1,0 \times 10^7$ a $3,3 \times 10^7$	2×10^7
	MUITO PESADO	12	> 10000	1001 a 2000	5,90	$3,3 \times 10^7$ a $6,7 \times 10^7$	5×10^7
Faixa Exclusiva de Ônibus	VOLUME MÉDIO	12		< 500		$3 \times 10^{6\,(1)}$	10^7
	VOLUME PESADO	12		> 500		5×10^7	5×10^7

Tabela 24.Classificação das vias e parâmetros de tráfego. Fonte: IP-02 PMSP

No presente estudo, conforme solicitado pela Administração, adotou-se o número N de $5x10^5$.

3 PLACA DE OBRA

A placa deverá ser confeccionada em chapa plana, metálica, galvanizada.

As informações deverão estar em material plástico (poliestireno), para fixação ou adesivação nas placas. Quando não for possível, as informações deverão ser pintadas a óleo ou esmalte. Dá-se preferência ao material plástico, pela sua durabilidade e qualidade.

As placas deverão ser fixadas em local visível, preferencialmente no acesso principal ao empreendimento.

Recomenda-se que as placas sejam mantidas em bom estado de conservação,

inclusive quanto à integridade do padrão de cores, durante todo o período da obra.

Dimensões estimada: 3,00 x 2,00m.

4 LOCAÇÃO DE OBRA

A locação da obra será executada com o uso de equipamentos topográficos de precisão, tomando-se como referência os pontos notáveis do projeto geométrico e demais elementos característicos da via. O nivelamento do eixo da via deverá respeitar rigorosamente as cotas de projeto indicadas no perfil longitudinal e nas seções transversais aprovadas.

Para a implantação do sistema de drenagem pluvial, deverão ser seguidas as cotas de fundo especificadas no projeto de drenagem, garantindo o correto escoamento das águas.

Caberá à empresa executora solicitar, junto aos responsáveis, os arquivos digitais necessários à locação:

• Projetos executivos

• Levantamento planialtimétrico

5 PROJETO GEOMÉTRICO

A elaboração dos estudos de projetos é fundamentada por alguns elementos técnicos definidos pelo Manual de projeto geométrico de rodovias rurais produzido pelo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem do Brasil em 1999, os quais são apresentados a seguir.

5.1 CLASSE DE PROJETO

Uma das primeiras diretrizes consideradas no estudo de um projeto é a classe de projeto da rodovia, que depende da classe funcional da via (arterial, coletora ou local) e o Volume Diário Médio (VDM), que é a quantidade de veículos que transitam na via, nos dois sentidos, num dia típico.

Em vias rurais, uma via pode ser classificada em 0, IA, IB, II, III e IV, sendo que as duas primeiras são rodovias de pista dupla (nas quais as faixas de rolamento de sentidos opostos são separadas fisicamente) e as demais são de pista simples.

Classe de Projeto		Características	Critério de Classificação Técnica
0		Via expressa (controle total de acessos).	Decisão administrativa.
I	A	Pista dupla (controle parcial de acessos).	O projeto em pista simples resultaria em níveis de serviços inferiores ao aceitável.
	B	Pista simples.	VDM estimado no 10° ano > 1400 veículos
II		Pista simples.	VDM estimado no 10° ano > 700 veículos.
III		Pista simples.	VDM estimado no 10° ano > 300 veículos.
IV	A	Pista simples.	VDM na data de abertura > 50 veículos.
	B	Pista simples.	VDM na data de abertura inferior a 50 veículos.

Tabela 25. Classificação de vias Fonte: adaptado de Brasil (1999).

Os principais critérios utilizados para definir a Classe de um trecho de rodovia são:

- Posição Hierárquica dentro da Classificação Funcional
- Volume Médio Diário de Tráfego
- Nível de Serviço
- Outros condicionantes

5.2 RELEVO

Em relação a natureza do terreno atravessado pela rodovia, o Highway Capacity Manual – HCM adota as seguintes definições:

Plano: qualquer combinação de alinhamentos horizontais e verticais que permita aos veículos pesados manter aproximadamente a mesma velocidade que os carros de passeio. Normalmente inclui rampas de até 2% de greide.

Ondulado: qualquer combinação de alinhamentos horizontais e verticais que provoque redução substancial das velocidades dos veículos pesados, mas sem obriga-los a manter velocidades de arrasto por tempo significativo.

Montanhoso: qualquer combinação de alinhamentos horizontais e verticais que obrigue os veículos pesados a operar com velocidades de arrasto por distancias significativas e a intervalos frequentes.

A tabela a seguir apresenta os valores das inclinações máximas para rampas recomendados pelas Normas para Projeto de Estradas de Rodagem (DNER,1973):

Classe de Projeto	Relevo		
	Plano	Ondulado	Montanhoso
Classe 0	3%	4%	5%
Classe I	3%	5%	6%
Classe II	3%	5%	7%
Classe III	4%	6%	8%
Classe IV A	4%	6%	8%
Classe IV B	6%	8%	10% *

Tabela 26. Inclinações máximas por classe de projeto Fonte: DNER,1973

5.3 VELOCIDADE DIRETRIZ

Após a definição da classe de projeto e tendo conhecimento sobre o relevo do terreno é possível determinar a velocidade de projeto ou velocidade diretriz, sendo esta, o principal parâmetro de projeto.

Classe de Projeto	Relevo		
	Plano	Ondulado	Montanhoso
Classe 0	120 km/h	100 km/h	80 km/h
Classe I	100 km/h	80 km/h	60 km/h
Classe II	100 km/h	70 km/h	50 km/h
Classe III	80 km/h	60 km/h	40 km/h
Classe IV	80–60 km/h	60–40 km/h	40 – 30 km/h

Tabela 27. Velocidade diretriz em vias rurais Fonte: adaptado de Brasil (1999).

5.4 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO

A via objeto deste memorial é denominada Rua Fritz Skoula e trecho da Rua Francisco Reuter, trata-se de uma via rural, porém em região não pavimentada, com extensão total das duas ruas aproximada de 0,63 km, pista simples, sem acostamento e traçado em relevo montanhoso. Considerando as condições geométricas existentes e a velocidade diretriz adotada de 40 km/h, a via foi classificada como Classe IV – Tipo B, conforme critérios estabelecidos no Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais do DNIT.

Essa classe é aplicável a vias de baixo volume de tráfego, em terrenos acidentados, destinadas prioritariamente ao atendimento local e de acesso, onde não há controle de acessos e o tráfego ocorre em pista simples.

Embora inserida em área rural, a via exerce função conectiva local, interligando-se a uma via pavimentada situada em área com características mais urbanizadas.

Para o dimensionamento do pavimento, por orientação da Prefeitura Municipal, foi adotado o número N característico de 5×10^5, correspondente à categoria Via Local/Coletora – Tráfego Médio, de acordo com a IP-02 da PMSP. Essa adoção se dá como medida conservadora, visando garantir maior durabilidade e desempenho da estrutura frente a eventuais variações no volume de tráfego.

A via projetada possui pista simples, com duas faixas de 3,5 metros e declividade transversal de 3% nos trechos em tangente, conforme seção tipo abaixo:

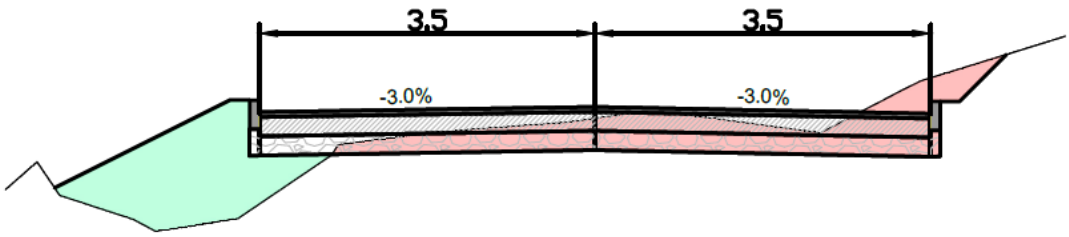


Figura 3. Seção tipo

A geometria projetada buscou se adequar ao máximo ao traçado existente.

6 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O dimensionamento do pavimento foi realizado com base nos parâmetros geotécnicos e de tráfego fornecidos pela Prefeitura Municipal de Agronômica/SC, atendendo às diretrizes de projeto estabelecidas e considerando critérios de desempenho técnico, durabilidade e viabilidade econômica.

O dimensionamento segue as diretrizes do Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis, 1981, publicação 667 bem como o Manual de Pavimentação do DNIT/2006 – IPR 719 e da IP-04 da Prefeitura Municipal de São Paulo.

6.1 DIMENSIONAMENTO DAS CAMADAS ESTRUTURAIS DO PAVIMENTO

O dimensionamento do pavimento foi desenvolvido considerando a ausência de contagem volumétrica específica para o trecho em estudo. Como alternativa, adotaram-se os parâmetros estabelecidos na Instrução de Projeto IP-02 da Prefeitura Municipal de São Paulo, que caracteriza o tráfego típico de acordo com a classificação funcional da via (vias locais, coletoras e estruturais).

Conforme o manual, os coeficientes estruturais são assim designados:

- Revestimento: KR;
- Base: KB;
- Sub base: KS;
- Reforço: KRef.

O primeiro passo consiste na definição do tipo de revestimento, o qual está relacionado ao número N de projeto, que representa o esforço acumulado ao longo da vida útil do pavimento.

As espessuras a seguir recomendadas, visam, especialmente, as bases de comportamento puramente granular e são ditadas pelo que se tem podido observar.

N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	**Tratamentos superficiais betuminosos**
$10^6 < N \leq 5x10^6$	**Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura**
$5x10^6 < N \leq 10^7$	**Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura**
$10^7 < N \leq 5x10^7$	**Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura**
$N > 5x10^7$	**Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura**

Figura 4 Espessura mínima de revestimento

A tabela a seguir apresenta os coeficientes estruturais (K) atribuídos a cada tipo de material de pavimento, cuja função é traduzir a eficiência relativa das camadas no suporte ao tráfego. No dimensionamento, a espessura física de cada camada é multiplicada pelo respectivo coeficiente, resultando na espessura estrutural equivalente que compõe o somatório da estrutura do pavimento. Assim, materiais de maior desempenho, como o concreto betuminoso a quente (K = 2,0), oferecem maior contribuição estrutural por centímetro de espessura, enquanto camadas granulares (K ≈ 0,77–1,00) apresentam menor eficiência, exigindo maior espessura para atender às solicitações definidas pelo número N de projeto.

Componentes do Pavimento	Coeficiente K
Base ou revestimento do concreto betuminoso	**2,00**
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	**1,70**
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	**1,40**
Base ou revestimento betuminoso por penetração	**1,20**
Camadas granulares	**0,77 a 1,00**
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 Kg/cm²	**1,70**
Idem, com resistência à compressão a 7 dias entre 45 Kg/cm² e 28 Kg/cm²	**1,40**
Idem, com resistência à compressão a 7 dias entre 28 Kg/cm² e 21 Kg/cm²	**1,20**

Figura 5 Coeficientes de Equivalência Estrutural

A determinação das espessuras das camadas é realizada utilizando o cruzamento das informações das inequações abaixo:

$$Ht_i := \left[77.67 \cdot (N)^{0.0482} \cdot \left(CBR_i\right)^{-0.598} \right] \cdot cm$$

$R \times Kr + B \times Kb \geq H20$ $\quad$ $R \times Kr + B \times Kb + SB \times Ks \geq Hn$

Onde:

- H = espessura do pavimento (cm)

- N = número de operações equivalente ao eixo padrão (8,2t)
- R = espessura do revestimento
- Kr = coeficiente estrutural do revestimento (para CBUQ: Kr = 2)
- B = espessura da base
- Kb = coeficiente estrutural da base (para Base Granular: Kb = 1)
- Sb = espessura da sub-base / preparo-de-subleito
- Ks = coeficiente estrutural da camada subjacente à base (para Subleito: Ks = 0,77)
- CBR = coeficiente estrutural de suporte ≤ 20%
- H20 = espessura equivalente para CBR = 20%
- Hn = espessura equivalente para subleito

A figura abaixo demonstra de melhor forma os índices apresentados:

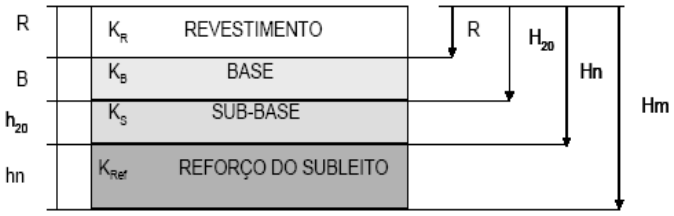


Figura 6 Estrutura de Pavimento e Índices

Na figura a seguir, o eixo das abscissas apresenta a potência de 10 do número “N” e o eixo das ordenadas apresenta a espessura máxima que deve existir sobre a camada estudada em cm.

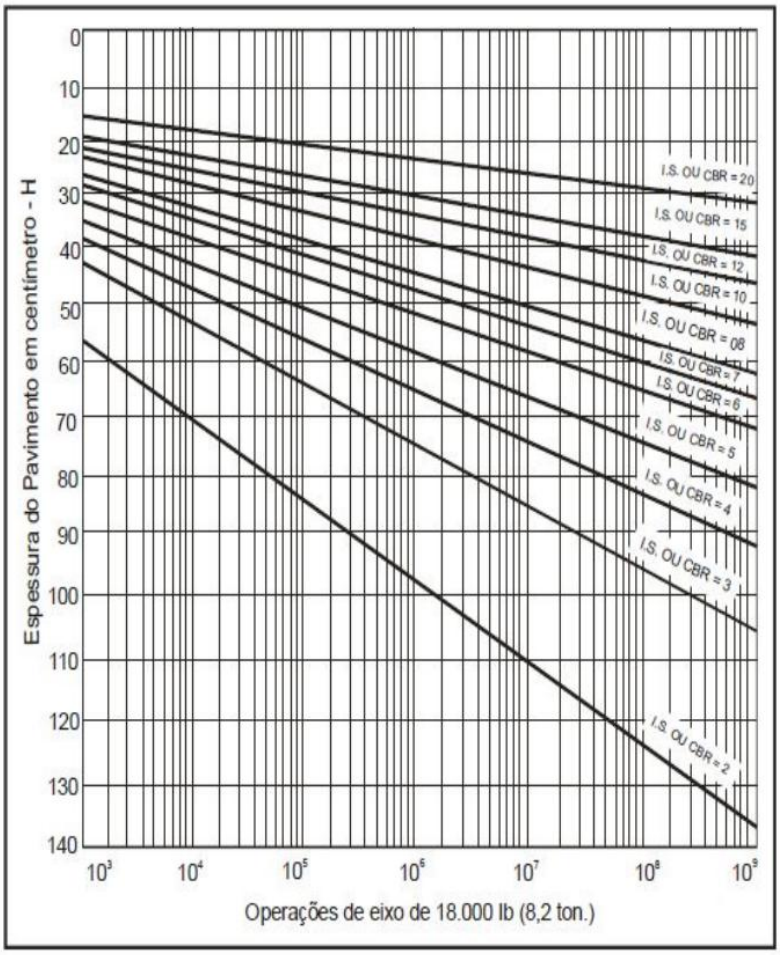


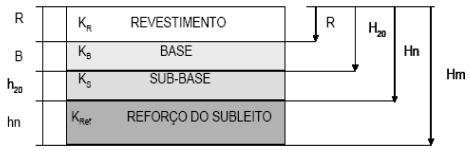
Figura 7 Ábaco de Dimensionamento de Pavimento – DNER

É importante ressaltar que as normas estabelecem que as espessuras compactadas máximas e mínimas a serem adotadas para cada camada são, respectivamente, 20 cm e 10 cm. Ressalta-se também que, para facilitar a execução e assegurar a uniformidade da compactação, recomenda-se que a espessura mínima compactada por camada seja de 15 cm.

Dessa forma, utilizando-se as inequações e tabelas acima mencionadas, determinou-se as espessuras das camadas do pavimento, conforme demonstrado a seguir.

6.1.1 Dimensionamento Trecho 01

LOCAL	NÚMERO N	CBR (%)	Hm	H_{20}
Rua Fritz Skoula	USACE = 5,00E+05	3,26	72,16	24,37



Espessura em termos de camada granular

$$Ht_i := \left[77.67 \cdot (N)^{0.0482} \cdot \left(CBR_i\right)^{-0.598} \right] \cdot cm$$

Para o caso:

Hm calculado =	72,16	cm	Hm adotado =	72,00	cm
H_{20} calculado =	24,37	cm	H_{20} adotado =	25,00	cm

	Camada	Esp (cm)	K	Esp. Equiv. (cm)	
Revestimento	Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ)	5,00	2,00	10,00	H20
Base	Brita Graduada Simples (BGS)	20,00	1,00	20,00	
Subbase	Macadame Seco (MS)	20,00	1,00	20,00	
Reforço	Macadame Seco (MS)	22,00	1,00	22,00	
	CBR Subleito (%)	3,3%	-	-	
		Total (Hm) =		**72,00**	

Figura 8 Tabelas de cálculo de Dimensionamento do Pavimento – Parte 1

6.1.2 Conclusão do Dimensionamento

A análise dos resultados de CBR obtidos ao longo do trecho indicou variação significativa da capacidade de suporte do subleito, justificando a divisão em duas seções distintas de projeto, com dimensionamentos específicos para cada condição de solo. O método adotado para dimensionamento foi o método empírico do USACE, conforme diretrizes do Manual de Pavimentação do DNIT (IPR-719/2006), utilizando o número N = $5{,}0 \times 10^5$ e o CBR de projeto médio mínimo de cada segmento.

Abaixo apresenta-se o dimensionamento do Trecho 01 da Rua Fritz Skoula, objeto deste memorial.

6.1.2.1 Trecho 1 – CBR = 3,26 %

- CBR classificado como baixo, representando de baixa capacidade de suporte.
- O dimensionamento resultou em uma espessura estrutural total Hm = 72 cm, sendo necessária a inclusão de uma camada de reforço de subleito (22 cm de macadame seco) para garantir estabilidade e limitar tensões transmitidas ao solo natural.
- A estrutura final adotada compreende:
  - ✓ Revestimento: 5 cm (CAUQ)
  - ✓ Base: 20 cm (BGS)
  - ✓ Sub-base: 20 cm (Macadame seco)
  - ✓ Reforço do subleito: 22 cm (Macadame seco)
- O conjunto apresenta equivalência estrutural total (Hm) de 72 cm, atendendo à espessura mínima calculada para o CBR de 3,26%.

6.2 CRITÉRIOS PARA MATERIAIS

Os materiais do subleito devem apresentar expansão ≤ 2% no ensaio CBR, conforme exigido pelo método de dimensionamento. Essa condição é necessária para garantir o desempenho adequado da estrutura de pavimento.

a) Subleito

- Expansão máxima no ensaio CBR: ≤ 2%
- CBR conforme o valor adotado para cálculo do I_s

Quando necessário, o reforço do subleito deverá ser executado com material granular com CBR superior ao do subleito e também com expansão ≤ 2%.

b) Sub-base (quando prevista)

- CBR ≥ 20

- Expansão ≤ 1%, medida sob sobrecarga de 10 lb

Destina-se à melhoria da capacidade estrutural e regularização do suporte.

c) Base

- CBR ≥ 80
- Expansão ≤ 0,5%
- Limite de Liquidez (LL) ≤ 25%
- Índice de Plasticidade (IP) ≤ 6%

Deve garantir elevada resistência e baixa deformabilidade.

6.3 REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO

A regularização do subleito consiste na conformação da superfície da plataforma por meio de cortes e/ou preenchimentos com até 20 cm de espessura, seguidos da compactação dessa camada. O objetivo é garantir uma base com características geométricas e geotécnicas adequadas para o recebimento das camadas superiores do pavimento.

Todos os serviços deverão ser acompanhados por equipe de topografia, utilizando equipamentos de precisão, especialmente nas atividades de locação, controle de cotas e conferência de nivelamento.

A compactação da camada de regularização deverá ser executada com energia de compactação normal ou intermediária, conforme especificado na norma DNER-ME 129/94.

6.4 REFORÇO DO SUBLEITO

Considerando a baixa capacidade de suporte do subleito natural, é comum ser prevista a execução de uma camada de reforço com material granular, espessura entre 10 e 20 centímetros, conforme indicado em projeto, de forma a proporcionar melhoria no suporte estrutural da plataforma antes da execução da sub-base e base. A camada em questão deverá apresentar CBR maior ou igual a 10%.

A compactação deverá garantir os parâmetros mínimos de resistência definidos em projeto, com energia compatível com o Proctor Normal e controle de expansão ≤ 1%, conforme especificações técnicas.

Essa camada visa melhorar o desempenho estrutural global do pavimento, distribuindo melhor os esforços transmitidos pelas camadas superiores, além de proporcionar transição mais uniforme entre o subleito natural e as camadas granulares do pavimento.

A execução da camada em questão deverá atender a especificação de serviço DNIT 138/2010 – ES, no tocante a especificações de materiais, compactação, execução dos serviços, controle tecnológico, controle geométrico e outros.

6.5 SUB-BASE

A sub-base do pavimento será executada com Macadame seco ou material de resistência semelhante ou superior, em conformidade com as diretrizes do DNIT, aplicada diretamente sobre o reforço do subleito, conforme seção transversal e greide definidos no projeto geométrico.

A camada terá espessura compactada de conforme indicado na planta de pavimentação e será composta por agregados devidamente graduados, atendendo aos limites granulométricos e grau de compactação especificados em norma.

A execução da camada em questão deverá atender a especificação de serviço DEINFRA-SC ES-P 03/15, no tocante a especificações de materiais, compactação, execução dos serviços, controle tecnológico, controle geométrico e outros.

A camada de sub-base deverá ser devidamente regularizada antes da aplicação da base e receber aprovação da fiscalização antes do avanço dos serviços.

6.6 BASE

A base do pavimento será composta por Brita Graduada Simples (BGS), com espessura compactada de 20 cm, aplicada sobre a sub-base previamente executada. A escolha da BGS se deve à sua adequada capacidade de suporte, boa trabalhabilidade e facilidade de execução, atendendo aos critérios estabelecidos pela Especificação DNIT 141/2010.

A regularidade superficial da base deverá estar conforme os limites estabelecidos em norma, e a superfície final deverá estar apta a receber as camadas de ligação (imprimação e pintura) e o revestimento em CBUQ, conforme projeto de pavimentação.

Para os serviços, deverão ser seguidas as especificações do DNIT 141/2010 - ES, no tocante a especificações de materiais, compactação, execução dos serviços, controle tecnológico, controle geométrico e outros.

6.7 PINTURA DE LIGAÇÃO

Após a imprimação e antes da aplicação do CBUQ, será executada a pintura de ligação com emulsão asfáltica do tipo RR-2C, conforme especificado na DNIT 144/2014 – ES – Imprimação Betuminosa Impermeabilizante. Esta etapa visa garantir a perfeita aderência entre a base já imprimada e a camada de revestimento asfáltico, além de proporcionar efeito impermeabilizante à estrutura.

A emulsão será aplicada por equipamento espargidor com barra distribuidora, de forma contínua e uniforme, respeitando as condições climáticas adequadas. A pintura de ligação é executada na pista inteira, em um mesmo turno de trabalho, deixando-a fechada ao trânsito, sempre que possível.

Para os serviços deverão ser seguidas as especificações do DNIT 145/2012 - ES, no tocante a especificações de materiais, execução dos serviços, controle tecnológico, controle geométrico e outros.

6.8 IMPRIMAÇÃO

A imprimação será executada sobre a camada granular da base com o uso de asfalto diluído tipo CM-30, conforme DNIT 145/2012 – ES – Imprimação Betuminosa Ligante. Seu objetivo é garantir a adesão entre a base e a camada superior do revestimento, permitindo penetração parcial do ligante nos vazios da base e fixação de partículas soltas.

A aplicação será feita com equipamento específico, assegurando a distribuição uniforme do ligante e respeitando as condições ideais de temperatura, umidade e ausência de chuva

Para os serviços deverão ser seguidas as especificações do DNIT 144/2014 – ES, no tocante a especificações de materiais, execução dos serviços, controle tecnológico, controle geométrico e outros.

6.9 CAMADA DE ROLAMENTO – REVESTIMENTO ASFÁLTICO (CBUQ)

A camada de rolamento será executada com Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ, espessura de 5 cm, conforme dimensionamento apresentado, com o objetivo de garantir resistência ao tráfego, impermeabilidade à estrutura do pavimento e conforto aos usuários.

O material deverá ser produzido em usina apropriada, com controle rigoroso da temperatura, granulometria dos agregados, teor de ligante (CAP), e uniformidade da mistura. A usinagem, o transporte e a aplicação deverão respeitar os limites de tempo e temperatura definidos em norma, evitando perda de trabalhabilidade.

Os ensaios de controle tecnológico – como extração de corpos de prova, verificação de densidade e espessura – deverão ser realizados conforme normas ABNT e especificações DNIT, sob responsabilidade da contratada, com supervisão da fiscalização.

Para a execução do revestimento deverá ser seguida a especificação de serviço DNIT 031/2024 – ES, no tocante a especificações de materiais, execução dos serviços, controle tecnológico, controle geométrico e outros.

6.10 DRENO DE PAVIMENTO

Está prevista a implantação de dreno de pavimento na junta da mudança estrutural do pavimento, com a finalidade de proteger a estrutura de pavimentação contra a percolação de água no interior das camadas.

Devido o trecho possuir duas estruturas de pavimentação distintas, uma delas com reforço, a adoção do dreno visa amparar as camadas de comportamento drenante, o que pode permitir a migração de água em direção ao estrutura adjacente. O dreno tem a função de interceptar e conduzir essa água, evitando seu acúmulo e o contato direto com o subleito da estrutura seguinte.

6.11 CONTROLE TECNOLÓGICO

O controle tecnológico deverá ser realizado em todas as etapas da execução das camadas do pavimento, com o objetivo de garantir o atendimento aos parâmetros exigidos em projeto e nas Especificações do DNIT e normas ABNT pertinentes.

Os ensaios devem ser realizados por laboratório capacitado, com emissão de relatórios técnicos. A contratada será responsável pela execução e custeio desses serviços, devendo atender aos critérios mínimos de aceitação previstos nas normas.

7 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

O projeto de terraplenagem tem por objetivo a definição das seções transversais em corte e aterro, a localização, determinação e distribuição dos volumes dos materiais destinados à conformação da plataforma da rodovia, em acordo com o projeto geométrico e especificações vigentes.

A plataforma de terraplenagem tem largura definida de acordo com a seção transversal tipo definida no Projeto Geométrico. O projeto foi dimensionado de modo evitar ao máximo o descolamento do greide de projeto com a via existente.

Os volumes de corte e aterro foram obtidos com uso do AutoCAD Civil 3D, específico para determinação de volumes e projetos de terraplenagem.

Previamente as operações de corte e aterro, deverão ser executadas as operações de preparação da área destinada a implantação do corpo estradal, o que compreende: a remoção da camada vegetal superficial e árvores, arbustos, tocos, entulhos e quaisquer outros considerados prejudiciais.

Os aterros necessários para conformar o greide de projeto, serão executados com material selecionado pela fiscalização e compactado estes serviços devem seguir primeiramente o prescrito na Especificação de serviço DNIT ES 108/2009 – Terraplenagem – Aterros.

Nota: A apresentação do licenciamento ambiental das áreas de bota-fora e jazida de empréstimo será de responsabilidade do Município.

7.1 REMOÇÃO E LIMPEZA MECANIZADA

Para o traçado da via projetada não será necessária a execução de serviços de desmatamento ou limpeza mecanizada do terreno, uma vez que a via se encontra consolidada e já em uso.

A distância média de transporte do material até o bota-fora é de aproximadamente 2,5 km, conforme coordenadas fornecidas pela Prefeitura Municipal.

7.2 CORTES

A escavação dos cortes será executada mediante a utilização racional de equipamento adequado, que possibilite a execução dos serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida.

O desenvolvimento da escavação se processará mediante a previsão da utilização adequada, ou rejeição dos materiais extraídos. Assim, apenas serão utilizados para constituição dos aterros, os materiais que pela classificação e caracterização efetuada nos cortes, sejam compatíveis com as especificações de execução dos aterros, em conformidade com o projeto.

Quando no nível da plataforma dos cortes for verificada a ocorrência de rocha, sã ou em decomposição, ou de solos de expansão maior que 2%, baixa capacidade de suporte ou solos orgânicos, a empresa executora da obra deverá comunicar o Município para que haja readequação dos serviços a serem realizados.

Os taludes de cortes deverão apresentar, após a operação de terraplanagem, a inclinação indicada no projeto.

A execução dos serviços de corte deverá seguir a Especificação de serviço DNIT 106/2009.

7.3 ATERROS

Os materiais para os aterros provirão de cortes existentes, desde que estes apresentem boa qualidade.

Os solos para os aterros deverão ser isentos de matérias orgânicas, micácea e diatomácea. Turfas e argilas orgânicas não devem ser empregadas. Caso os materiais provenientes dos cortes não forem suficientes ou não forem de boa qualidade para os aterros, deverá ser adquirido material e jazida de solo de boa qualidade devidamente licenciadas.

Para efeito de execução do corpo do aterro e camada final de aterro, apresentar capacidade de suporte e expansão adequada, conforme Especificações de serviço do DNIT.

Os aterros serão executados mediante a utilização racional de equipamento adequado, que possibilite a execução dos serviços sob as condições especificadas e produtividade requerida.

A execução do aterro deverá seguir a Especificação de serviço DNIT 108/2009.

7.4 DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE (DMT)

- Para as camadas granulares foi considerado o DMT de 27,3 km, trata-se da distância média entre as pedreiras/jazidas mais próximas.
- Para o local de bota fora ou empréstimo, foi considerado DMT de 2,5 km, conforme local indicado pelo Município.
- Para material asfáltico foi considerada DMT de 35 km, até a usina de asfalto mais próxima.

8 PROJETO DE DRENAGEM

O sistema de drenagem projetado contempla a Rua Fritz Skoula, em conjunto com um pequeno trecho da Rua Francisco Reuter, e tem por objetivo captar e conduzir as águas pluviais de forma segura e eficiente, contribuindo para o aumento da vida útil do pavimento e para a segurança dos usuários da via.

Em função das fortes declividades longitudinais e da elevada lâmina d'água prevista para os eventos de chuva, optou-se por não adotar sarjetas abertas, uma vez que o volume de escoamento superficial ultrapassa a capacidade dessas seções. Assim, foi projetado um sistema de drenagem composto por bueiros tubulares instalados em ambas as laterais da via ao longo de toda sua extensão.

O sistema é interligado por caixas do tipo boca-de-lobo sifonada, com espaçamento médio regular, conforme o padrão construtivo adotado pela Prefeitura Municipal. Essas estruturas permitem a captação progressiva das águas superficiais e sua condução ao longo da rede, assegurando a eficiência hidráulica do sistema e reduzindo riscos de erosão e degradação do pavimento.

8.1 DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

8.1.1 Condutos de ligação (concreto)

São bueiros (celulares ou tubulares), com a finalidade de interligar as caixas coletoras, e de passagem, escoando as águas pluviais até local de deságue seguro.

Tubo de concreto é o elemento pré-moldado de seção circular de concreto armado a ser utilizado nas redes de águas pluviais, conhecidos como galerias tubulares de concreto. Os tubos serão pré-moldados de concreto, de encaixe macho e fêmea, obedecendo as exigências da NBR 8890 – 2020.

Para o escoamento seguro e satisfatório, o dimensionamento hidráulico deve considerar o desempenho da galeria com velocidade de escoamento adequada, além de evitar a ocorrência de velocidades erosivas, tanto no terreno natural, como na própria tubulação e dispositivos acessórios.

O dimensionamento e detalhamento dos dispositivos de drenagem foram elaborados considerando recobrimento mínimo de 1,00 m sobre a geratriz superior dos bueiros, de modo a garantir adequada distribuição de cargas e proteção estrutural da tubulação. Foram previstos bueiros simples, constituídos por tubos de concreto sem armação, conforme solicitação da municipalidade, sendo prática regional.

Para apoio da tubulação, adotou-se berço em brita nos trechos com declividade longitudinal de até 4%, assegurando acomodação e drenabilidade adequadas. Nos trechos com declividade superior a 4%, foi especificado berço em concreto ciclópico fck 20 MPa, visando maior estabilidade, contenção de esforços longitudinais e prevenção de deslocamentos da tubulação.

8.1.2 Poço de visita

Os poços de visita são dispositivos auxiliares implantados nas redes tubulares de drenagem pluvial com a finalidade de permitir o acesso para inspeção, limpeza e manutenção, bem como viabilizar as ligações entre as caixas de captação (bocas de lobo sifonadas) e os diferentes trechos da rede.

Esses dispositivos também são utilizados em pontos de mudança de direção, declividade ou diâmetro da tubulação, garantindo a continuidade hidráulica e o adequado desempenho do sistema.

O espaçamento entre poços de visita deve ser, conforme boas práticas e recomendações técnicas, inferior a 80 metros, independentemente do diâmetro da tubulação, de modo a assegurar a facilidade de manutenção e o controle das velocidades no interior das galerias.

8.1.3 Caixas de Captação com bocas de lobo

As bocas de lobo têm a função de captar as águas pluviais superficiais e conduzi-las aos ramais de ligação da rede subterrânea. Sua instalação é indicada nos pontos de maior concentração de escoamento, assegurando a interceptação eficiente da lâmina d’água superficial e prevenindo o acúmulo sobre o pavimento.

As caixas de captação sifonadas, adotadas conforme padrão construtivo solicitado pela contratante e utilizado pelo município, estão interligadas ao longo de todo o trecho,

formando uma rede contínua de drenagem que acompanha o perfil longitudinal e a geometria da via projetada, garantindo o escoamento contínuo das águas pluviais até os dispositivos de jusante.

Embora o projeto siga as diretrizes técnicas do DNIT para concepção e dimensionamento dos dispositivos de drenagem, os parâmetros específicos definidos pela contratante para as caixas sifonadas prevaleceram, sendo adotados conforme as condições operacionais e construtivas locais estabelecidas para este empreendimento.

Recomenda-se limpeza periódica das bocas de lobo, em razão das ruas adjacentes não possuírem pavimentação, ocasionando problemas de obstrução das mesmas devido ao carreamento de detritos pela água da chuva.

8.2 METODOLOGIA DE DIMENSIONAMENTO

8.2.1 Condutos de Drenagem Pluvial

Para o dimensionamento dos dispositivos da rede de drenagem, utilizou-se basicamente a equação de Manning, aliada à equação da continuidade.

Equação 8 – Equação de Manning.

$$Q = V \,.\, A$$

Equação 9 – Equação da continuidade.

$$V = \frac{R_h^{\frac{2}{3}} \,.\, I^2}{n}$$

Onde:

R_h = raio hidráulico (m);

I = declividade longitudinal (m/m);

n = coeficiente de rugosidade (m-1/3. s).

Q = vazão de escoamento (m3/s);

V = velocidade de escoamento (m/s);

A = área da seção molhada (m2);

Os valores dos coeficientes de rugosidade n utilizados foram os seguintes:

Tipo de conduto	Mínimo	Máximo	Valor usual
Alvenaria de Tijolos	0,014	0,017	0,015
Tubos de concreto armado	0,011	0,015	0,013
Galeria celular de concreto – pré-moldada	0,012	0,014	0,013
Galeria celular de concreto – forma de madeira	0,015	0,017	0,015
Galeria celular de concreto – forma metálica	0,012	0,014	0,013
Tubos de PVC / PEAD	0,009	0,011	0,011

Tabela 28. Coeficiente de rugosidade para canais fechados

Revestimento do canal	Mínimo	Máximo	Valor usual
Concreto	0,013	0,016	0,015
Gabião manta	0,022	0,027	0,027
Gabião caixa	0,026	0,029	0,029
VSL	0,015	0,017	0,017
Rip-rap	0,035	0,040	0,040
Pedra argamassada	0,025	0,040	0,028
Grama	0,150	0,410	0,240
Terra, limpo, fundo regular	0,028	0,033	0,030
Terra com capim nos taludes	0,035	0,060	0,045
Sem manutenção	0,050	0,140	0,070

Tabela 29. Coeficiente de rugosidade para canais revestidos

Curso d'água	Mínimo	Máximo	Valor usual
Seção regular	0,030	0,070	0,045
Fundo de cascalho, seixos e poucos matacões	0,040	0,050	0,040
Fundo de seixos com matacões	0,050	0,070	0,050
Seção irregular com poços	0,040	0,100	0,070

Tabela 30. Coeficiente de rugosidade para cursos d'água naturais

Tipo de superfície	η
Sarjeta de concreto	0,016

Asfalto liso	0,013
Asfalto áspero	0,016
Pavimento com concreto liso	0,013
Pavimento de concreto áspero	0,015

Tabela 31. Coeficiente de rugosidade para escamento superficial direto

As velocidades máximas de escoamento foram estabelecidas para não ocasionar erosão nos dispositivos com revestimento vegetal ou naqueles sem revestimento, ou causar abrasão nos dispositivos com revestimento de concreto, conforme abaixo relacionadas.

Ressalta-se que as velocidades mínimas utilizadas nos bueiros foram de 0,80 m/s.

Dispositivo		Velocidade limite (m/s)
Canais sem revestimento	Argila	0,80 – 1,60 m/s
	Silte	0,70 – 1,60 m/s
	Cascalho	0,50 – 1,00 m/s
	Areia	0,30 – 0,50 m/s
Canais com fundo em terra e talude em concreto		2,50 m/s
Canais com fundo e talude em concreto		5,00 m/s
Canais com fundo em terra e talude de grama em placa		1,80 m/s
Gabião tipo manta		3,00 m/s
Gabião tipo caixa		4,00 m/s
Bueiros de greide revestidos de concreto		5,00 m/s

Tabela 32. Velocidades limites

A resistência dos tubos de concreto foi calculada conforme critérios preconizados pelo Low Engineering Experiment Station e as classes dos tubos, especificadas de acordo com a NBR-8890/2020 – “Tubos de Concreto Armado de Seção Circular para Águas Pluviais”.

Os bueiros serão assentados conforme especificado nos detalhes de dispositivos de drenagem DNIT.

8.2.2 Dispositivos de energia /Amortecimento

Os dissipadores de energia são estruturas hidráulicas destinadas a reduzir a energia cinética do escoamento, atenuando sua velocidade e, consequentemente, minimizando os

riscos de erosão nos pontos de descarga. Essas estruturas podem ser classificadas em dois grupos principais:

- Dissipadores localizados, que atuam pontualmente, como bacias de amortecimento ou blocos dissipadores, normalmente instalados em bocas de saída de bueiros, descidas d'água ou sarjetas de corte;

- Dissipadores contínuos, que atuam ao longo do canal, como revestimentos rugosos ou rampas em degraus.

No caso em estudo, trata-se de uma bacia de amortecimento, ou seja, um dissipador localizado, instalada na saída de uma tubulação de drenagem pluvial. Sua função é reduzir a velocidade do jato descarregado pela tubulação e permitir a dissipação gradual da energia antes que o fluxo atinja o terreno natural, evitando processos erosivos e estabilização de taludes.

Conforme o DNIT, as bacias de amortecimento são comumente utilizadas:

- No pé de descidas d'água em aterros;

- Na boca de jusante de bueiros e saídas de galerias;

- Nas saídas de sarjetas de corte ou em pontos de passagem de corte–aterro.

O método utilizado para dimensionar os diâmetros está apresentado a seguir.

O diâmetro médio do material de proteção é estimado utilizando a equação de ISBASH, constante na publicação do FCTH/DAEE "Projeto de Pequenos Açudes", curso de formação e especialização ministrado pelos Prof. Kokei Uehara e Prof. Kikuo Tamada, em Bauru-SP no ano de 1993.

Equação 10. ISBAH- diâmetro médio do material

$$d_{50} = \left(\frac{V}{0{,}9.\sqrt{2.g.\left(\frac{\gamma_s - \gamma_w}{\gamma_w} \right)}} \right)^2$$

Onde:

- V é a velocidade da água no canal a ser protegido (m/s);
- S γ é o peso específico do material (rocha) a ser utilizada;
- W γ é o peso específico da água (1000 kg/m³).

Deste modo, adotando-se γs = 2600 kg/m³ (NBR 6120/1980) considerando que o material de proteção será de arenito e conforme exposto na equação abaixo, os dissipadores de energia adotados serão em pedra argamassada, de diâmetro médio de 30cm espessura a 40 cm.

- V= **2,67 m/s (Projeto)**
- S γ =**2600 kg/m³**
- W γ = **(1000 kg/m³).**

$$d50 = \left[\frac{2{,}67}{0{,}9 \cdot \sqrt{2.\ 9{,}8 \cdot (\frac{2600 - 1000}{1000}) =}}\right]^2 = 0{,}28m$$

De acordo com Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT (2006) a classificação estabelecida pelo U.S. Bureau of Reclamation (BPR), as bacias de dissipação são definidas e dimensionadas em função do número de Froude (F_1) e da velocidade média do escoamento na entrada do dispositivo. Esse critério possibilita identificar o regime hidráulico predominante e selecionar o modelo de bacia mais adequado para promover a dissipação eficiente da energia do fluxo da jusante.

Equação 11. Equação do número de Froude

$$Fr = \frac{V1}{\sqrt{g.y1}}$$

onde:

- Fr é número de Froude adimensional;
- V é velocidade média de escoamento (m/s);
- Y é profundidade (ou lâmina) do escoamento (m);

- g é aceleração da gravidade (9,81 m/s²).

$$Fr\ saída\ 01 = \frac{3{,}07}{\sqrt{9{,}81\text{x}0{,}357}} = \mathbf{1,64}$$

$$Fr\ saída\ 02 = \frac{3{,}18}{\sqrt{9{,}81\text{x}0{,}391}} = \mathbf{1,62}$$

De acordo com o Bureau of Reclamation:

- $F_1 \leq 1{,}7$: Escoamento subcrítico, com leve turbulência superficial. Não há formação de ressalto; recomenda-se apenas proteção de saída.
- $1{,}7 < F_1 \leq 2{,}5$: Ressalto fraco; utiliza-se bacia de amortecimento curta e piso em concreto. Bacias tipo I
- $2{,}5 < F_1 \leq 4{,}5$: Ressalto bem definido; adota-se bacia tipo II ou III conforme o BPR.
- $4{,}5 < F_1 \leq 9{,}0$: Ressalto intenso; exige bacia longa e reforçada com blocos dissipadores.
- $F_1 > 9{,}0$: Escoamento altamente supercrítico; requer estrutura robusta de dissipação em concreto armado.

Para o caso em estudo, com Fr < 1,7, o escoamento é subcrítico, necessitando apenas de proteção simples na saída, como revestimento em concreto ou enrocamento, dispensando bacia de dissipação complexa.

8.2.3 Capacidade da sarjeta

Para a determinação da capacidade de escoamento será verificada a capacidade teórica de escoamento, baseada na inundação máxima do pavimento e ao ajuste às condições geométricas da pista. A capacidade teórica de descarga das sarjetas será determinada a partir da fórmula de Manning modificada por Izzard, ou seja:

Equação 12. Fórmula de manning modifica por Izzard

$$Q = \frac{0{,}375 \, . \, z \, . \, i^{1/2} . \, y^{8/3}}{n}$$

Onde:

Q = descarga (m3 /s)

z = inverso da declividade transversal (m/m)

i = declividade longitudinal (m/m)

y = profundidade junto à linha de fundo (m)

n = coeficiente de rugosidade, adotado igual a 0,016.

As capacidades de engolimento adotadas para as bocas de lobo foram:

- Boca de lobo com caixa de captação (BL) - admitiu-se uma capacidade de engolimento máximo de 80 l/s;

A inundação admitida na pista de rolamento obedecerá aos seguintes critérios:

- Admitiu-se a inundação de aproximadamente = **1,75 metros;**
- E meio-fio sem sarjeta – apenas a barreira de y0 = 15cm

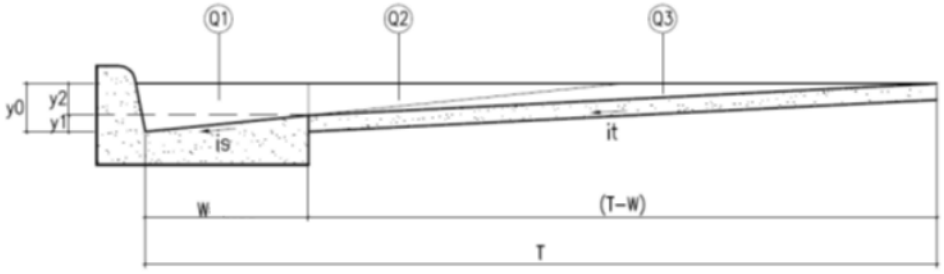


Figura 9. Esquema de seção tipo transversal meio-fio e sarjeta e pavimento

Onde:

Yo = altura d'água junto ao meio fio (m);

$Y1$ e $Y2$ = altura d'água intermediária (m);

is = declividade transversal da sarjeta (%);

it = declividade transversal do pavimento (%);

w = largura da sarjeta (m); (Meio-Fio sem sarjeta)

T = largura admissível da lâmina d'água (m).

Aplicando-se a expressão do escoamento na sarjeta e pista tem-se:

$Q = Q1 - Q2 + Q3$, que desenvolvida obtêm-se:

$$Q = \frac{0{,}375 . i_L^{1/2}}{n} . \left[\frac{y_0^{8/3}}{i_s} - y_2^{8/3} . \left(\frac{1}{i_s} - \frac{1}{i_t} \right) \right]$$

Desta forma, tem-se então:

Equação 13.Expressão de capacidade de sarjeta

$$\boldsymbol{Q = \frac{0{,}375 . i_L^{1/2}}{0{,}016} . \left[y_0^{8/3} . 10 - y_2^{8/3} . \left(\frac{10 - 1}{i_t} \right) \right]}$$

Ressalta-se que, conforme premissa formalmente definida pela municipalidade, não foi prevista a utilização de sarjetas no presente projeto. Em razão dessa diretriz, a plataforma de pavimento foi concebida de forma a se conectar diretamente ao meio-fio, que passa a exercer simultaneamente a função de contenção lateral da estrutura do pavimento e de direcionamento do escoamento superficial.

Dessa forma, recomenda-se que a execução observe rigorosamente:

▪ correta compactação das camadas até a face interna do meio-fio, evitando vazios ou perda de confinamento lateral;

▪ perfeita aderência entre o revestimento asfáltico e o meio-fio, prevenindo infiltrações;

▪ controle geométrico da declividade transversal da pista, assegurando o adequado escoamento superficial ao longo do alinhamento do meio-fio;

Salienta-se que, na ausência de sarjeta, o controle da drenagem superficial dependerá exclusivamente do correto acabamento da plataforma e da manutenção da declividade transversal prevista em projeto.

8.3 ESCORAMENTO DE VALAS

O presente projeto observa obrigatoriamente as disposições da NR-18 – Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção, vigente, a qual estabelece medidas de segurança para escavações.

Nos termos da NR-18, escavações com profundidade superior a 1,25 m devem possuir medidas de proteção contra desmoronamento, tais como:

- taludamento com inclinação adequada ao tipo de solo; ou
- escoramento dimensionado.

Embora seja reconhecida a prática regional de ampliar a seção da vala e executar os dispositivos em períodos secos para minimizar riscos, o presente projeto não condiciona a segurança a práticas operacionais.

Considerando as características geométricas do trecho, adotaram-se os seguintes critérios:

▪ Para profundidades de até 2,00 m: Previsão de execução de valas com taludamento lateral aproximado de 1:2 (V:H), ampliando-se a base da vala de modo a conferir estabilidade suficiente e permitir a dispensa de escoramento, quando tecnicamente viável e compatível com as condições locais.

▪ Para profundidades superiores a 2,00 m: Manutenção obrigatória de escoramento, em razão do aumento do risco geotécnico associado à profundidade, bem como da instabilidade potencial do solo local.

A definição adotada considerou as seguintes limitações do trecho:

▪ Solo com baixa capacidade de suporte;

▪ Perfil altimétrico variável;

▪ Via estreita com circulação local;

Tais características restringem a abertura indiscriminada de valas com grandes larguras, tanto por questões de estabilidade quanto por impacto operacional no entorno.

Está previso em orçamento o escoramento por sistema metálico tipo blindagem modular.

A contratada executora deverá:

- avaliar as condições reais da escavação;
- adotar a medida de proteção exigida pela NR-18;
- garantir que não haja permanência de trabalhadores em escavações que não atendam às exigências legais de segurança.

O descumprimento dessas disposições caracteriza responsabilidade exclusiva da executora.

8.4 CÁLCULO HIDRÁULICO DOS DISPOSITIVOS

A seguir são apresentados os cálculos hidráulicos dos dispositivos projetados através de planilhas, conforme metodologia e critérios preconizados neste documento.

PLANILHA DE CÁLCULO – VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DE VIAS

LOCALIZAÇÃO				ÁREA (ha)	C	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO tc (min)	INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA i (mm/min)	VAZÃO Q (m³/s)	DECLIVID. LONGITUD. (m/m)	LARGURA ALAGAMENTO (m)	DECLIVIDADE TRANSV. (m/m)	y (m)	VELOCIDADE (m/s)
INICIAL		FINAL											
1 +5,409	REDE - DIR.	4 +9,882	REDE - DIR.	0,19	0,46	10,00	3,545	0,052	0,049	1,60	0,03	0,05	1,36
4 +9,882	REDE - DIR.	6 +8,145	REDE - DIR.	0,20	0,45	10,00	3,545	0,053	0,064	1,52	0,03	0,05	1,51
6 +8,145	REDE - DIR.	7 +12,828	REDE - DIR.	0,11	0,45	10,00	3,545	0,029	0,048	1,29	0,03	0,04	1,18
7 +12,828	REDE - DIR.	9 +19,994	REDE - DIR.	0,26	0,38	10,00	3,545	0,058	0,040	1,72	0,03	0,05	1,30
1 +14,266	ALINHAMENTO -9	1 +10,590	ALINHAMENTO -9	0,26	0,38	10,00	3,545	0,058	0,040	1,72	0,03	0,05	1,30
1 +10,590	ALINHAMENTO -9	9 +19,994	REDE - DIR.	0,20	0,45	10,00	3,545	0,055	0,040	1,68	0,03	0,05	1,28
9 +19,994	REDE - DIR.	11 +14,108	REDE - DIR.	0,07	0,42	10,00	3,545	0,018	0,040	1,12	0,03	0,03	0,97
1 +5,703	REDE - ESD.	4 +10,572	REDE - ESD.	0,06	0,65	10,00	3,545	0,024	0,049	1,19	0,03	0,04	1,12
4 +10,572	REDE - ESD.	6 +12,779	REDE - ESD.	0,03	0,66	10,00	3,545	0,012	0,064	0,88	0,03	0,03	1,05
6 +12,779	REDE - ESD.	7 +19,794	REDE - ESD.	0,04	0,67	10,00	3,545	0,017	0,048	1,04	0,03	0,03	1,02
7 +19,794	REDE - ESD.	9 +3,957	REDE - ESD.	0,02	0,68	10,00	3,545	0,011	0,040	0,92	0,03	0,03	0,85
9 +3,957	REDE - ESD.	10 +1,299	REDE - ESD.	0,05	0,68	10,00	3,545	0,020	0,040	1,16	0,03	0,03	1,00
10 +1,299	REDE - ESD.	12 +6,214	REDE - ESD.	0,04	0,65	10,00	3,545	0,017	0,040	1,08	0,03	0,03	0,95
11 +14,108	REDE - DIR.	13 +15,962	REDE - DIR.	0,23	0,38	10,00	3,545	0,052	0,043	1,63	0,03	0,05	1,29
13 +15,962	REDE - DIR.	15 +7,224	REDE - DIR.	0,19	0,37	10,00	3,545	0,042	0,076	1,35	0,03	0,04	1,52
15 +7,224	REDE - DIR.	16 +16,770	REDE - DIR.	0,38	0,37	10,00	3,545	0,083	0,079	1,74	0,03	0,05	1,84
16 +16,770	REDE - DIR.	19 +7,427	REDE - DIR.	0,37	0,38	10,00	3,545	0,084	0,079	1,74	0,03	0,05	1,84
19 +7,427	REDE - DIR.	21 +18,952	REDE - DIR.	0,23	0,38	10,00	3,545	0,052	0,079	1,46	0,03	0,04	1,64
21 +18,952	REDE - DIR.	23 +1,556	REDE - DIR.	0,21	0,38	10,00	3,545	0,047	0,079	1,40	0,03	0,04	1,59
23 +1,556	REDE - DIR.	24 +2,619	REDE - DIR.	0,37	0,38	10,00	3,545	0,083	0,079	1,73	0,03	0,05	1,84
24 +2,619	REDE - DIR.	26 +12,942	REDE - DIR.	0,29	0,38	10,00	3,545	0,065	0,081	1,57	0,03	0,05	1,74
26 +12,942	REDE - DIR.	27 +30,000	REDE - DIR.	0,35	0,38	10,00	3,545	0,078	0,071	1,73	0,03	0,05	1,74
27 +30,000	REDE - DIR.	30 +16,829	REDE - DIR.	0,05	0,58	10,00	3,545	0,018	0,085	0,96	0,03	0,03	1,28
12 +2,039	REDE - ESD.	14 +4,345	REDE - ESD.	0,05	0,58	10,00	3,545	0,018	0,043	1,09	0,03	0,03	0,99
14 +4,345	REDE - ESD.	15 +17,008	REDE - ESD.	0,03	0,59	10,00	3,545	0,012	0,066	0,86	0,03	0,03	1,05
15 +17,008	REDE - ESD.	17 +4,280	REDE - ESD.	0,03	0,59	10,00	3,545	0,012	0,076	0,84	0,03	0,03	1,11
17 +4,280	REDE - ESD.	19 +4,390	REDE - ESD.	0,04	0,61	10,00	3,545	0,015	0,076	0,93	0,03	0,03	1,19
19 +4,390	REDE - ESD.	20 +12,878	REDE - ESD.	0,03	0,59	10,00	3,545	0,010	0,076	0,79	0,03	0,02	1,07
20 +12,878	REDE - ESD.	22 +4,228	REDE - ESD.	0,03	0,58	10,00	3,545	0,012	0,079	0,83	0,03	0,02	1,12
22 +4,228	REDE - ESD.	23 +5,420	REDE - ESD.	0,02	0,56	10,00	3,545	0,008	0,079	0,72	0,03	0,02	1,02
23 +12,839	REDE - ESD.	25 +6,201	REDE - ESD.	0,02	0,60	10,00	3,545	0,009	0,097	0,71	0,03	0,02	0,82
25 +14,027	REDE - ESD.	27 +5,833	REDE - ESD.	0,02	0,60	10,00	3,545	0,008	0,103	0,67	0,03	0,02	0,78
27 +15,216	REDE - ESD.	28 +5,466	REDE - ESD.	0,02	0,60	10,00	3,545	0,007	0,109	0,63	0,03	0,02	1,24
28 +16,405	REDE - ESD.	30 +5,098	REDE - ESD.	0,02	0,60	10,00	3,545	0,006	0,115	0,59	0,03	0,02	1,26

PLANILHA DE CÁLCULO DE DRENAGEM SUPERFICIAL - TRECHO 1

LOCALIZAÇÃO					PARÂMETROS DA ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO						SEÇÃO CAUDAL			DIMENSIONAMENTO DA SEÇÃO					OBS.
INICIAL			FINAL		A ha	C	(A*C)	(A*C) Acum.	Tc (min.)	i mm/min	Q m³/s	TIPO	D	RUG.	L m	j m/m	Y m	Y/D m	V m/s	
DISPOSITIVOS DE DRENAGEM SUPERFICIAL DA PLATAFORMA-BUEIRO DE GREIDE																			
1	+5,409	REDE - DIR.	4	+9,882	REDE - DIR.	0,04	0,61	0,02	0,02	10,00	2,866	0,012	BSTC	0,40	0,013	64,20	0,049	0,05	0,11	1,59	TB1D
4	+9,882	REDE - DIR.	5	+5,916	REDE - DIR.	0,12	0,46	0,06	0,08	10,29	2,835	0,038	BSTC	0,40	0,013	15,96	0,050	0,08	0,19	2,23	TB3D
5	+5,916	REDE - DIR.	6	+8,145	REDE - DIR.	0,01	0,46	0,00	0,09	10,29	2,835	0,041	BSTC	0,40	0,013	22,10	0,050	0,08	0,20	2,27	TB4D
6	+8,145	REDE - DIR.	7	+12,828	REDE - DIR.	0,12	0,46	0,06	0,14	10,39	2,825	0,067	BSTC	0,40	0,013	24,55	0,045	0,10	0,26	2,54	TB5D
7	+12,828	REDE - DIR.	8	+4,929	REDE - DIR.	0,11	0,46	0,05	0,14	10,51	2,813	0,067	BSTC	0,40	0,013	12,10	0,043	0,11	0,26	2,50	TB6D
8	+4,929	REDE - DIR.	9	+19,994	REDE - DIR.	0,01	0,46	0,00	0,15	10,56	2,808	0,069	BSTC	0,40	0,013	35,04	0,041	0,11	0,27	2,47	TB7D
1	+14,266	ALINHAMENTO -9	1	+10,590	ALINHAMENTO -9	0,31	0,29	0,09	0,09	10,00	2,866	0,043	BSTC	0,40	0,013	7,71	0,015	0,11	0,28	1,51	TB8D
1	+10,590	ALINHAMENTO -9	9	+19,994	REDE - DIR.	0,18	0,48	0,09	0,18	10,06	2,859	0,086	BSTC	0,40	0,013	10,33	0,050	0,12	0,29	2,82	TB9D
9	+19,994	REDE - DIR.	11	+14,108	REDE - DIR.	0,28	0,30	0,08	0,41	10,74	2,790	0,191	BSTC	0,40	0,013	34,11	0,038	0,19	0,48	3,19	TB10D
11	+14,108	REDE - DIR.	11	+18,742	REDE - DIR.	0,08	0,45	0,03	0,45	10,91	2,773	0,206	BSTC	0,40	0,013	4,63	0,042	0,20	0,49	3,35	TB11D
1	+5,703	REDE - ESD.	4	+10,572	REDE - ESD.	0,10	0,60	0,06	0,06	10,00	2,866	0,029	BSTC	0,40	0,013	65,14	0,049	0,07	0,17	2,04	TB1E
4	+10,572	REDE - ESD.	5	+7,646	REDE - ESD.	0,03	0,66	0,02	0,08	10,30	2,835	0,038	BSTC	0,40	0,013	17,00	0,050	0,08	0,19	2,23	TB3E
5	+7,646	REDE - ESD.	6	+12,779	REDE - ESD.	0,04	0,67	0,03	0,11	10,37	2,827	0,051	BSTC	0,40	0,013	24,98	0,049	0,09	0,22	2,41	TB4E
6	+12,779	REDE - ESD.	7	+19,794	REDE - ESD.	0,04	0,67	0,03	0,14	10,49	2,815	0,063	BSTC	0,40	0,013	26,97	0,045	0,10	0,26	2,49	TB5E
7	+19,794	REDE - ESD.	9	+3,957	REDE - ESD.	0,02	0,68	0,02	0,15	10,61	2,803	0,071	BSTC	0,40	0,013	24,13	0,044	0,11	0,27	2,55	TB6E
9	+3,957	REDE - ESD.	10	+1,299	REDE - ESD.	0,05	0,68	0,03	0,19	10,73	2,791	0,086	BSTC	0,40	0,013	23,41	0,038	0,13	0,31	2,56	TB7E
10	+1,299	REDE - ESD.	12	+2,039	REDE - ESD.	0,04	0,65	0,03	0,21	10,85	2,779	0,099	BSTC	0,40	0,013	34,68	0,039	0,13	0,33	2,70	TB8E
12	+2,039	REDE - ESD.	12	+10,119	REDE - ESD.	0,01	0,65	0,01	0,22	11,03	2,762	0,101	BSTC	0,40	0,013	8,08	0,038	0,14	0,34	2,69	TB9E
12	+2,351	REDE - DIR.	12	+10,119	REDE - ESD.	0,01	0,45	0,00	0,45	10,94	2,771	0,208	BSTC	0,60	0,013	6,88	0,048	0,16	0,27	3,45	TB1S
12	+6,214	REDE - ESD.	0	+0,000	SAÍDA 01	0,01	0,65	0,01	0,68	11,07	2,758	0,311	BSTC	0,60	0,013	8,04	0,018	0,26	0,43	2,68	TB2S
13	+15,962	REDE - DIR.	15	+7,224	REDE - DIR.	0,22	0,34	0,07	0,07	10,00	2,866	0,036	BSTC	0,40	0,013	31,30	0,050	0,08	0,19	2,20	TB12D
15	+7,224	REDE - DIR.	16	+16,770	REDE - DIR.	0,21	0,35	0,07	0,15	10,14	2,851	0,070	BSTC	0,40	0,013	29,42	0,050	0,11	0,26	2,67	TB13D
16	+16,770	REDE - DIR.	17	+14,371	REDE - DIR.	0,17	0,36	0,06	0,21	10,27	2,837	0,100	BSTC	0,40	0,013	17,60	0,050	0,13	0,31	2,95	TB14D
17	+14,371	REDE - DIR.	19	+7,427	REDE - DIR.	0,01	0,32	0,00	0,21	10,35	2,829	0,101	BSTC	0,40	0,013	33,06	0,050	0,13	0,32	2,95	TB15D
19	+7,427	REDE - DIR.	20	+15,955	REDE - DIR.	0,46	0,29	0,13	0,35	10,50	2,814	0,162	BSTC	0,40	0,013	28,61	0,050	0,16	0,41	3,37	TB16D

LEGENDA:
- A - área de drenagem
- C - coef. de escoamento superficial
- Tc - tempo de concentração
- i - intensidade da chuva de projeto
- Q - vazão de projeto
- RUG.- rugosidade do material
- D - diâmetro do tubo
- L - comprimento tubulação
- j - declividade hidráulica
- Y- altura da lâmina d'água
- Y/D - condição hidráulica < 0,80
- V - velocidade de projeto < 5,00m/s

TIPO:
- BSTC - bueiro simples tubular de concreto
- BDTC - bueiro duplo tubular de concreto
- BTTC - bueiro triplo tubular de concreto

PLANILHA DE CÁLCULO DE DRENAGEM SUPERFICIAL - TRECHO 1

LOCALIZAÇÃO					PARÂMETROS DA ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO						SEÇÃO CAUDAL			DIMENSIONAMENTO DA SEÇÃO				OBS.
INICIAL		FINAL			A ha	C	(A*C)	(A*C) Acum.	Tc (min.)	i mm/min	Q m³/s	TIPO	D	RUG.	L m	j m/m	Y m	Y/D m	V m/s	
DISPOSITIVOS DE DRENAGEM SUPERFICIAL DA PLATAFORMA-BUEIRO DE GREIDE																				
20	+15,955	REDE - DIR.	23	+18,952	REDE - DIR.	0,01	0,30	0,00	0,35	10,63	2,801	0,163	BSTC	0,40	0,013	23,31	0,049	0,16	0,41	3,35	TB17D
23	+18,952	REDE - DIR.	23	+15,670	REDE - DIR.	0,33	0,32	0,11	0,45	10,74	2,790	0,211	BSTC	0,40	0,013	36,78	0,050	0,19	0,47	3,60	TB18D
23	+15,670	REDE - DIR.	23	+19,706	REDE - DIR.	0,01	0,32	0,00	0,46	10,90	2,774	0,211	BSTC	0,40	0,013	4,04	0,050	0,19	0,47	3,61	TB19D
14	+4,423	REDE - ESD.	15	+17,008	REDE - ESD.	0,05	0,61	0,03	0,03	10,00	2,866	0,014	BSTC	0,40	0,013	32,54	0,049	0,05	0,12	1,65	TB-10E
15	+17,008	REDE - ESD.	17	+4,807	REDE - ESD.	0,03	0,61	0,02	0,05	10,15	2,850	0,024	BSTC	0,40	0,013	27,70	0,050	0,06	0,15	1,95	TB-11E
17	+4,807	REDE - ESD.	18	+4,784	REDE - ESD.	0,03	0,62	0,02	0,07	10,27	2,837	0,034	BSTC	0,40	0,013	20,00	0,050	0,07	0,18	2,16	TB-12E
18	+4,784	REDE - ESD.	19	+4,390	REDE - ESD.	0,01	0,62	0,01	0,08	10,36	2,828	0,036	BSTC	0,40	0,013	19,65	0,050	0,08	0,19	2,21	TB-13E
19	+4,390	REDE - ESD.	20	+12,817	REDE - ESD.	0,04	0,64	0,03	0,10	10,45	2,819	0,048	BSTC	0,40	0,013	28,42	0,050	0,09	0,22	2,39	TB-14E
20	+12,817	REDE - ESD.	21	+5,956	REDE - ESD.	0,03	0,64	0,02	0,12	10,85	2,779	0,056	BSTC	0,40	0,013	13,08	0,050	0,09	0,23	2,49	TB-15E
21	+5,956	REDE - ESD.	22	+1,774	REDE - ESD.	0,01	0,64	0,01	0,13	10,91	2,773	0,059	BSTC	0,40	0,013	15,75	0,050	0,10	0,24	2,53	TB-16E
22	+1,774	REDE - ESD.	23	+18,106	REDE - ESD.	0,04	0,60	0,02	0,15	10,98	2,767	0,069	BSTC	0,40	0,013	36,29	0,050	0,10	0,26	2,65	TB-17E
23	+18,106	REDE - ESD.	24	+2,459	REDE - ESD.	0,01	0,60	0,01	0,01	11,14	2,751	0,003	BSTC	0,40	0,013	4,36	0,047	0,02	0,06	1,04	TB-18E
23	+19,706	REDE - DIR.	24	+2,459	REDE - ESQ.	0,01	0,29	0,00	0,46	10,92	2,772	0,211	BSTC	0,60	0,013	6,71	0,018	0,21	0,35	2,41	TB3S
24	+2,459	REDE - ESQ.	0	+0,000	SAÍDA 02	0,01	0,61	0,01	0,61	11,17	2,749	0,281	BSTC	0,60	0,013	3,69	0,014	0,26	0,43	2,41	TB4S

LEGENDA:
- A - área de drenagem
- C - coef. de escoamento superficial
- Tc - tempo de concentração
- i - intensidade da chuva de projeto
- Q - vazão de projeto
- RUG.- rugosidade do material
- D - diâmetro do tubo
- L - comprimento tubulação
- j - declividade hidráulica
- Y- altura da lâmina d'água
- Y/D - condição hidráulica < 0,80
- V - velocidade de projeto < 5,00m/s

TIPO:
- BSTC - bueiro simples tubular de concreto
- BDTC - bueiro duplo tubular de concreto
- BTTC - bueiro triplo tubular de concreto

8.5 QUANTITATIVOS DE DRENAGEM

Os quantitativos de drenagem estão dispostos na planta de projeto.

9 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

O presente documento traz definidas as sinalizações permanentes verticais e horizontais que serão empregadas no projeto em questão. Este projeto visa manter a segurança dos usuários da via e atente as diretrizes contidas no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, CONTRAN, 2022.

Em complemento ao documento em questão, ressalta-se que os serviços de sinalização e dispositivos de segurança devem seguir as seguintes especificações técnicas:

NORMA DNIT 100/2018 – ES: Obras complementares – Segurança no tráfego rodoviário – Sinalização horizontal – Especificação de serviço.

NORMA DNIT 101/2009 – ES: Obras complementares – Segurança no tráfego rodoviário - Sinalização vertical

NBR 15486:2016. Segurança no tráfego — Dispositivos de contenção viária — Diretrizes de projeto e ensaios de impacto.

9.1 SINALIZAÇÃO VERTICAL

A sinalização vertical compõe a sinalização viária, que se utiliza de sinais sobre placas fixadas na posição vertical, posicionadas ao lado ou suspensas sobre a via, de modo a transmitir mensagens permanentes ou variáveis, por meio de símbolos e legendas preestabelecidas.

A sinalização vertical tem como principal objetivo fornecer informações que possibilitem aos usuários adotarem comportamentos adequados, aumentando a segurança e ordenando os fluxos de tráfego.

Os sinais utilizados na sinalização vertical possuem formas e símbolos padronizados, associados ao tipo de mensagem que deseja transmitir, sendo elas de regulamentação, advertência ou indicação

A sinalização vertical de regulamentação tem por finalidade transmitir aos usuários as condições, proibições, obrigações ou restrições no uso das vias urbanas e rurais. Assim, o desrespeito aos sinais de regulamentação constitui infrações, previstas no capítulo XV do Código de Trânsito Brasileiro - CTB.

Pelos riscos à segurança dos usuários das vias e pela imposição de penalidades que são associadas às infrações relativas a essa sinalização, os princípios da sinalização de trânsito devem sempre ser observados e atendidos com rigor.

A sinalização vertical de advertência tem a finalidade de alertar aos usuários da via sobre as condições possivelmente perigosas, obstáculos ou restrições existentes na via ou próximo dela, indicando a natureza dessas situações, sejam elas permanentes ou não. Esse tipo de sinalização exige atenção redobrada por parte do condutor e, muitas vezes, redução de velocidade, de modo a proporcionar maior segurança no trânsito.

As placas de advertência possuem forma quadrada com um dos vértices voltado para cima (formato de losango) e fundo amarelo com símbolo preto, conforme padronização estabelecida pelo CONTRAN. As dimensões e materiais das placas de advertência devem seguir o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume I e a NORMA DNIT 100/2018-ES, sendo definidas conforme a velocidade de diretriz da via e o volume diário médio (VDM)

A sinalização vertical de indicação tem como objetivo identificar as vias e os locais de interesse, bem como orientar os condutores dos veículos referentes aos percursos, destinos, distâncias, serviços auxiliares ou educação do usuário na via.

9.1.1 Materiais das Placas

Os materiais mais adequados para serem utilizados como substratos para a confecção das placas de sinalização são o aço, alumínio, plástico reforçado e madeira imunizada.

Os materiais mais utilizados para confecção dos sinais são as tintas e películas. As tintas utilizadas são: esmalte sintético, fosco ou semi fosco ou pintura eletrostática.

As películas utilizadas são: plásticas não retrorrefletivas ou retrorrefletivas dos seguintes tipos: de esferas inclusas, de esferas encapsuladas ou de lentes prismáticas, a serem definidas de acordo com as necessidades de projeto.

Poderão ser utilizados outros materiais que venham a surgir a partir de desenvolvimento tecnológico, desde que possuam propriedades físicas e químicas que

garantam as características essenciais do sinal, durante toda sua vida útil, em quaisquer condições climáticas, inclusive após execução do processo de manutenção.

Essa sinalização garante que o acesso esteja devidamente orientado para um fluxo seguro e organizado, cumprindo com as normas vigentes de sinalização rodoviária.

Consideram-se todas as placas de regulamentação e advertência serão confeccionadas com materiais ESTOREMP/ACROLATO ou ESTIRENO BUTADIENO, para VDM ente menor ou igual à 2000, com espessura de 0,5mm de Acordo com as tabelas 01 e 02. (DNIT 100/2018-ES). Segue abaixo as tabelas:

VOLUME DE TRÁFEGO	PROVÁVEL VIDA ÚTIL DA SINALIZAÇÃO *	MATERIAL
≤2000	1 ano	Estireno/Acrilato ou Estireno Butadieno
2000-3000	2 anos	Acrílica
3000-5000	3 anos	Termoplástico Tipo "spray"
> 5000	5 anos	Termoplástico Tipo Extrudado

* A vida útil da sinalização é avaliada em função da retrorrefletividade.

Tabela 33. Material das Placas

VMDa	Material DNIT	Espessura (mm)	Garantia meses (1)
≤5000	EM-368	0,6	18
	EM-276	0,5	36
5000 a 10000	EM-276	0,5	24
10000 a 20000	NBR-13731	0,6	24
Acima de 10000 (2)	Termoplástico Alto Relevo	2,0 (base)	36
	NBR-15543	8,0 (relevo)	
20000 a 30000	Termoplástico EM-372	1,5	36
Acima de 30000 (3)	Termoplástico EM-372	1,5	24
Acima de 10000 (4)	Termoplástico Preformado ou elastoplástico	1,0	24

Tabela 34. Espessura em função do VDMa

As dimensões da forma octogonal (Parada obrigatória – R1) foram definidas conforme tabela abaixo, considerando o trecho em questão classificado como Via Urbana:

Via	Lado mínimo (m)	Orla interna branca mínima (m)	Orla externa vermelha mínima (m)
Urbana	0,25	0,020	0,010
Rural (estrada)	0,35	0,028	0,014
Rural (rodovia)	0,40	0,032	0,016
Áreas protegidas por legislação especial(*)	0,18	0,015	0,008

Tabela 35. Dimensões mínimas - sinal de forma octogonal - R-1

As dimensões de forma circular foram definidas com base na tabela a seguir, considerando o trecho em questão classificado como Via Urbana (demais vias):

Via	Diâmetro (m)	Tarja (m)	Orla (m)
Urbana (de trânsito rápido)	0,75	0,075	0,075
Urbana (demais vias)	0,50	0,050	0,050
Rural (estrada)	0,75	0,075	0,075
Rural (rodovia)	1,00	0,100	0,100

Tabela 36. Dimensões mínimas - Sinais de forma circular

As dimensões de forma quadrada foram definidas com base na tabela a seguir, considerando o trecho em questão classificado como Via Urbana:

Via	Lado mínimo (m)	Orla externa mínima (m)	Orla interna mínima (m)
Urbana	0,450	0,009	0,018
Rural (estrada)	0,500	0,010	0,020
Rural (rodovia)	0,600	0,012	0,024
Áreas protegidas por legislação especial(*)	0,300	0,006	0,012

Tabela 37. Dimensões mínimas – Sinais de forma quadrada

- **Chapa da Placa**

As chapas das placas de sinalização devem ser feitas de aço galvanizado ou alumínio, com espessura mínima de 1,5 mm para garantir resistência e durabilidade.

O material deve ser resistente à corrosão para suportar condições climáticas adversas e garantir a durabilidade da sinalização.

- **Películas Retro refletivas**

As placas devem ser cobertas com películas retro refletivas para garantir visibilidade diurna e noturna, especialmente em áreas rurais com pouca iluminação.

As películas devem atender às normas de retro refletividade definidas pelo DNIT, assegurando que as placas sejam visíveis a uma distância segura para os motoristas, mesmo em condições adversas.

- **Suportes das Placas**

Os suportes das placas devem ser de aço galvanizado ou tubos metálicos resistentes à corrosão, com dimensões adequadas para garantir a estabilidade e segurança.

A altura recomendada da borda inferior da placa é de 1,5 metros em rodovias rurais, proporcionando a melhor visibilidade sem interferências.

9.1.2 Posicionamento

Os suportes devem ser dimensionados e fixados de modo a suportar as cargas próprias das placas e os esforços sob a ação do vento, garantindo a correta posição do sinal.

Os suportes devem ser fixados de modo a manter rigidamente as placas em sua posição permanente e apropriada, evitando que sejam giradas ou deslocadas.

Para fixação da placa ao suporte devem ser usados elementos fixadores adequados de forma a impedir a soltura ou deslocamento da mesma.



Figura 10 - Suporte das Placas

A regra geral de posicionamento das placas de sinalização, consiste em colocá-las no lado direito da via no sentido do fluxo de tráfego que devem regulamentar exceto nos casos previstos neste projeto.

As placas de sinalização devem ser colocadas na posição vertical, fazendo um ângulo de 93º a 95º em relação ao sentido do fluxo de tráfego, voltadas para o lado externo da via. Esta inclinação tem por objetivos assegurar boa visibilidade e leitura dos sinais, evitando o reflexo especular que pode ocorrer com a incidência de faróis de veículos ou de raios solares sobre a placa.

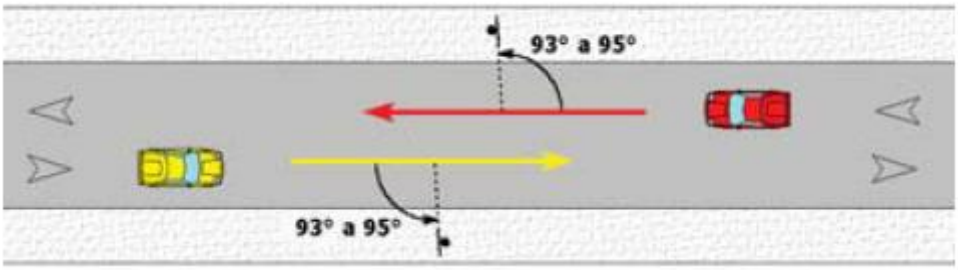


Figura 11. Posicionamento das placas de sinalização

A borda inferior da placa ou do conjunto de placas colocada lateralmente à via deve ficar a uma altura livre entre 2,0<h<2,5 metros em relação ao solo.

As placas devem ser implantadas com um afastamento mínimo de 0,30 metros do bordo externo da pista para trechos retos da vida, e 0,40 metros nos trechos em curva, contados a partir da projeção da placa.

9.2 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

A sinalização horizontal em vias urbanas desempenha um papel fundamental na organização do tráfego, garantindo maior segurança e fluidez na circulação de veículos e pedestres. Por meio de marcas viárias como faixas de bordo, linhas de divisão de fluxo, faixas de pedestres e áreas de retenção, é possível orientar os condutores de forma clara e precisa, reduzindo riscos de acidentes e facilitando a compreensão das regras de circulação. Abaixo os principais elementos de sinalização utilizados nos projetos de projetos de acesso rodoviário rural, inclusive no projeto em questão:

9.2.1 Linha de bordo (LBO)

Admite-se a colocação da LBO de 0,10 m dos limites laterais da pista de rolamento principal com largura de 0,10 m. A LBO que se refere ao acesso respeitará 0,10 cm dos limites laterais considerando a limitação de largura da via.

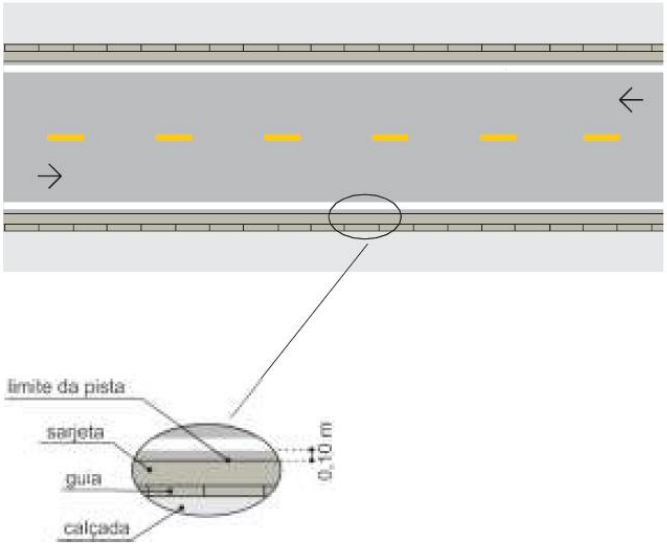


Figura 12. 9.2.1 Linha de bordo

9.2.2 Linha dupla contínua (LFO-3)

A largura (l) das linhas e a distância (d) entre elas é de no mínimo 0,10 m e no máximo de 0,15 m, de acordo com a velocidade da via. É comum a aplicação de tachas ou tachões contendo elementos retrorrefletivos bidirecionais amarelos, a fim de garantir maior visibilidade, tanto no período noturno quanto em trechos sujeitos a neblina.

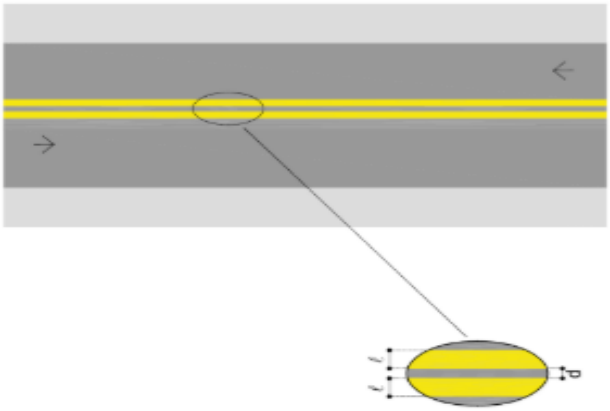


Figura 13. Linha de fluxo Oposto – Contínua

9.2.3 Linha de Retenção (LRE)

A LRE indica ao condutor o local limite em que deve parar o veículo. A largura (l) mínima e de 0,30 m e a máxima de 0,60 m sendo adotado para este projeto a largura de 0,40 m.

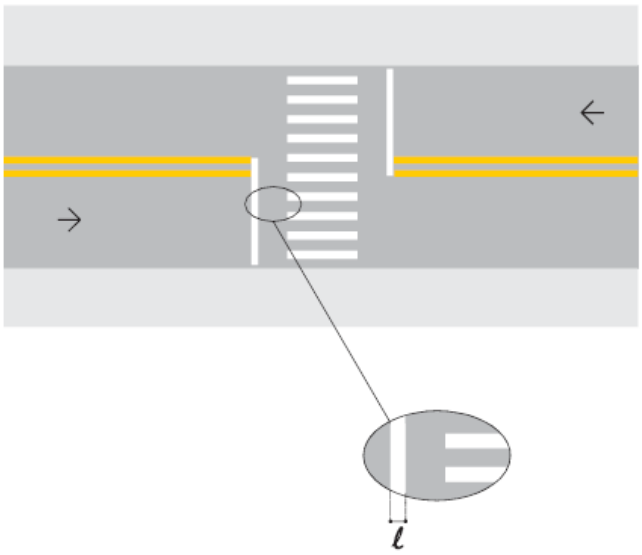


Figura 14. Linha de Retenção

9.2.4 Zebrados (Áreas de Canalização)

Zonas de segurança, conhecidas como zebrados, são aplicadas em áreas onde o tráfego deve ser canalizado, como ilhas de segurança ou faixas de aproximação em acessos. Essas áreas são demarcadas para direcionar o fluxo e impedir o uso incorreto de áreas críticas.

O dimensionamento do ZPA segue na tabela sugerida abaixo:

DIMENSÕES	CIRCULAÇÃO	ÁREA DE PROTEÇÃO DE ESTACIONAMENTO
Largura da linha interna A	mínima 0,30 m	mínima 0,10 m
	máxima 0,50 m	máxima 0,40 m
Distância entre linhas B	mínima 1,10 m	mínima 0,30 m
	máxima 3,50 m	máxima 0,60 m

Figura 15. Dimensionamento ZPA

Para o trecho em questão foi utilizado a largura A e Distância entre linhas B o valor de 0,40m e 1,30 respectivamente, ficando dentro dos limites sugeridos na tabela.

9.2.5 Legenda “PARE”

A legenda “PARE” deve ser posicionada, no mínimo, a 1,60 m antes da linha de retenção, centralizada na faixa de circulação em que está inscrita. Deve ser utilizada como reforço ao sinal de regulamentação R-1.

10. INTERFERÊNCIAS

10.1 POSTES

Ao longo do traçado da via projetada, verificou-se a existência de postes de infraestrutura urbana que, após a definição do alinhamento e da seção tipo do projeto, passaram a interferir na área destinada ao pavimento. Dessa forma, tais elementos deverão ser devidamente remanejados para locais compatíveis com a implantação da via, observando-se as normas técnicas e as diretrizes dos órgãos e concessionárias responsáveis.

Ressalta-se ainda que eventuais interferências não identificadas na fase de projeto deverão ser avaliadas pelo responsável pela execução da obra, o qual deverá consultar previamente a Prefeitura Municipal e demais órgãos competentes, cabendo ao executor a total responsabilidade pelas decisões e ações adotadas, bem como pelos custos e providências decorrentes.

Abaixo apresenta-se a planilha contendo a identificação e as coordenadas georreferenciadas dos postes existentes que interferem na área de implantação do projeto e que, portanto, deverão ser remanejados. As coordenadas estão indicadas em sistema Norte e Este, conforme levantamento fornecido pelo município, e servem como referência para o planejamento e execução dos serviços de remanejamento.

Coordenadas dos Postes á Remover		
Poste	Norte	Este
01	6980404.5603	622931.0813
02	6980430.4812	622892.9232
03	6980530.2496	622882.5127
04	6980747.6040	622956.2110
05	6980819.6707	622913.4259
06	6980831.6855	622901.0644
07	6981021.7159	622713.9538

11. NORMAS TÉCNICAS

Para execução dos serviços é necessário seguir as recomendações pertinentes contidas nas instruções de serviços do DNIT e normas técnicas vigentes, inclusive normas locais do estado de Santa Catarina emitidas pelo DEINFRA-SC ou SIE-SC.

Abaixo a indicação das principais especificações do DNIT, não devendo o empreiteiro se limitar a estas.

ESPECIFICAÇÃO	MATERIAL
DNIT 031/2024 - ES	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE
DNIT 145/2012 - ES	IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE
DNIT 144/2014 - ES	IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA IMPERMEABILIZANTE
DNIT 141/2010 - ES	BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE
DNIT 139/2010 - ES	SUB-BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE
DNIT 108/2009 - ES	CAMADA FINAL DE TERRAPLENAGEM
DNIT 138/2010 - ES	REFORÇO DO SUBLEITO
DNIT 18/2023 - ES	DRENAGEM - SARJETAS E VALETAS
DNIT 020/2023	DRENAGEM - MEIOS-FIOS E GUIAS
DNIT 021/2023	DRENAGEM — ENTRADAS E DESCIDAS D'ÁGUA
DNIT 023/2024	DRENAGEM – BUEIROS TUBULARES DE CONCRETO
DNIT 106/2009	TERRAPLENAGEM - CORTES
DNIT 107/2009	TERRAPLENAGEM - EMPRÉSTIMOS
DNIT 108/2009	TERRAPLENAGEM — ATERROS
DEINFRA-SC ES-P 03/15	PAVIMENTAÇÃO: CAMADA DE MACADAME SECO
DNIT 101/2009	OBRAS COMPLEMENTARES – SEGURANÇA NO TRÁFEGO RODOVIÁRIO - SINALIZAÇÃO VERTICAL
DNIT 100/2018	OBRAS COMPLEMENTARES – SEGURANÇA NO TRÁFEGO RODOVIÁRIO – SINALIZAÇÃO HORIZONTAL –

12 REFERÊNCIAS

ANA – Agência Nacional das Águas. Hidroweb: Sistemas de informações hidrológicas. Disponível: http://hidroweb.ana.gov.br.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de Sinalização de Rodovias. 3. ed. Rio de Janeiro, 2010. (IPR. Publ. 743)

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento de Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de Pavimentação. 3. ed. Rio de Janeiro, 2006.

BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito. Sinalização horizontal. In:_____. Manual brasileiro de sinalização de trânsito. Brasília, DF, 2007. v. IV

BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito. Sinalização vertical de advertência. In:____. Manual brasileiro de sinalização de trânsito. Brasília, 2007.

CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume VII, Sinalização Temporária, 2022.

DNER - Departamento Nacional De Estradas De Rodagem. Normas para o projeto das estradas de rodagem. Rio de Janeiro, 1973.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretrizes Básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários – IPR 726. 3. ed. 484p. Rio de Janeiro, 2006.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual de drenagem de rodovias – IPR 724. 2. ed. 333p. Rio de Janeiro, 2006.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual de hidrologia básica para estruturas de drenagem – IPR 715. 2. ed. 133p. Rio de Janeiro, 2005.

13 TERMO DE ENCERRAMENTO

Com a apresentação deste capítulo, encerra-se o projeto de pavimentação das vias contempladas, composto por 88 páginas, incluindo esta. O conteúdo apresentado reúne todos os elementos técnicos necessários à execução do empreendimento, abrangendo desde os levantamentos e estudos preliminares até o dimensionamento estrutural do pavimento, drenagem e demais dispositivos complementares, elaborados em conformidade com as normas e diretrizes do DNIT e com as especificações solicitadas pela contratante.

Entrega	Data	Itens que compõem a entrega
01	06/10/2025	202520-AMAVI-ART-Agronomica 202520-AMA-EX-MD-INT-001-R00 – Relatório de Projeto 202520-AMA-EX-DE-DR-001-R00 – Projeto de Drenagem 202520-AMA-EX-PV-DE-001-R00 – Projeto de Pavimentação 202520-AMA-EX-DE-SI-001-R00– Projeto de Sinalização
02	08/02/2026	202520-AMA-EX-MD-INT-001-R01 – T1– Relatório de Projeto 202520-AMA-EX-DE-DR-001-R01 – T1 – Projeto de Drenagem 202520-AMA-EX-PV-DE-001-R01 – T1 – Projeto de Pavimentação 202520-AMA-EX-PV-DE-001-R01 – T1 – Seções tranversais 202520-AMA-EX-DE-SI-001-R01– T1 – Projeto de Sinalização 202520-AMA-ORÇ-INT-001-R01 - Memória de Cálculo - T1 202520-AMA-ORÇ-INT-001-R01 - Composições com Preço Unitário - T1 202520-AMA-ORÇ-INT-001-R01 - Cronograma T1 202520-AMA-ORÇ-INT-001-R01 - Curva ABC de Serviços - T1 202520-AMA-ORÇ-INT-001-R01 - Orçamento Sintético - T1 202520-AMA-EX-MD-INT-001-R01 – T2– Relatório de Projeto 202520-AMA-EX-DE-DR-001-R01 – T2 – Projeto de Drenagem 202520-AMA-EX-PV-DE-001-R01 – T2 – Projeto de Pavimentação 202520-AMA-EX-PV-DE-001-R01 – T2 – Seções tranversais 202520-AMA-EX-DE-SI-001-R01– T2 – Projeto de Sinalização

		202520-AMA-ORÇ-INT-001-R01 - Memória de Cálculo – T2 202520-AMA-ORÇ-INT-001-R01 - Composições com Preço Unitário – T2 202520-AMA-ORÇ-INT-001-R01 - Cronograma T2 202520-AMA-ORÇ-INT-001-R01 - Curva ABC de Serviços – T2 202520-AMA-ORÇ-INT-001-R01 - Orçamento Sintético – T2
03	20/02/2026	Relatório em atendimento ao parecer de solicitação de otimização de custos.
04	27/02/2026	202520-AMA-EX-MD-INT-001-R02 – T1– Relatório de Projeto 202520-AMA-EX-MD-ORÇ-001-R02 – T1– Memorial Descritivo do Orçamento 202520-AMA-EX-DE-DR-001-R02 – T1 – Projeto de Drenagem 202520-AMA-EX-PV-DE-001-R02 – T1 – Projeto de Pavimentação 202520-AMA-EX-PV-DE-001-R02 – T1 – Seções transversais 202520-AMA-EX-DE-SI-001-R02– T1 – Projeto de Sinalização 202520-AMA-ORÇ-INT-001-R02 - Memória de Cálculo - T1 202520-AMA-ORÇ-INT-001-R02 - Composições com Preço Unitário - T1 202520-AMA-ORÇ-INT-001-R02 - Cronograma T1 202520-AMA-ORÇ-INT-001-R02 - Curva ABC de Serviços - T1 202520-AMA-ORÇ-INT-001-R02 - Orçamento Sintético - T1

SA4 ENGENHARIA LTDA:31377444000174
Assinado de forma digital por SA4 ENGENHARIA LTDA:31377444000174
Dados: 2026.03.04 14:31:12 -03'00'