

# **PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO**

ESTRADA MR - 427 (LOTE - 02 / Est. 26+0,000 à 67+10,000)

## **VOLUME 1 – Relatório do Projeto**

Consultoria: Universidade do Extremo Sul Catarinense/Parque Científico e  
Tecnológico

Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 – Sangão

Criciúma – SC

(48) 3444-3702

[www.unesc.net](http://www.unesc.net)



**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC  
PARQUE CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO DA UNESC – IPARQUE  
INSTITUTO DE PESQUISAS AMBIENTAIS E TECNOLÓGICAS – IPAT**

**Universidade do Extremo Sul Catarinense**

Prof. Dr<sup>a</sup>. Luciane Bisognin Ceretta

***Reitora da UNESC***

**Parque Científico e Tecnológico - Iparque**

Renato Gaidzinski Bastos

***Diretor do Parque Científico e Tecnológico - IPARQUE***

**Parque Científico e Tecnológico - Iparque**

Prof. Me. Fernando Marco Bertan

***Gerente do Parque Científico e Tecnológico - IPARQUE***

**Centro de Engenharia e Geoprocessamento - CEGEO**

Me. Eng.º Jóri Ramos Pereira

**Coordenador do CEGEO - Centro de Engenharia e Geoprocessamento**

## **EQUIPE TÉCNICA – CEGEO/UNESC**

Eng.º Agrimensor Me. Jóri Ramos Pereira

Eng.º Agrimensor Me. Álan Sezara de Souza

Eng.º Civil Tiago Rosso Urbano

Auxiliar de Projetos Henrique Rodrigues Milanez

Auxiliar de Topografia Fabiano Cardoso de Souza

Auxiliar de Topografia Vitor Volpato de Souza

Arquiteta e Urbanista Hélen Bernardo Pagani

## SUMÁRIO

<b>1. APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2. ESTUDO TOPOGRÁFICO .....</b>	<b>9</b>
2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	9
2.2 PERÍODO DE REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES .....	9
2.3 METODOLOGIA DESENVOLVIDA .....	9
<b>3. ESTUDO HIDROLÓGICO .....</b>	<b>11</b>
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	11
3.2 COLETA DE DADOS .....	11
3.3 DADOS REGIONAIS .....	12
3.4 PLUVIOMETRIA .....	12
3.5 DETERMINAÇÃO DAS CURVAS DE INTENSIDADE, DURAÇÃO E FREQUÊNCIA .....	13
3.6 CÁLCULO DAS VAZÕES .....	17
<b>4. PROJETO GEOMÉTRICO .....</b>	<b>22</b>
4.1 CONCEPÇÃO .....	22
4.2 METODOLOGIA .....	22
4.3 ELEMENTOS GEOMÉTRICOS .....	23
<b>5. PROJETO DE TERRAPLENAGEM .....</b>	<b>23</b>
5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS E OBJETIVOS .....	23
5.2 PROJETO GEOMÉTRICO .....	24
5.3 PARÂMETROS UTILIZADOS .....	26
<b>6. ESTUDO GEOTÉCNICO E PROJETO GEOTÉCNICO .....</b>	<b>27</b>
6.1 MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO E DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE (DMT) .....	28
<b>7. PROJETO DE DRENAGEM E OAC .....</b>	<b>30</b>
7.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS E OBJETIVOS .....	30
7.2 DRENAGEM SUPERFICIAL .....	30
<b>8. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO .....</b>	<b>32</b>
8.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	32
8.2 ESTUDO DE TRÁFEGO .....	32
8.3 DIMENSIONAMENTO .....	33
<b>9. PROJETO DE SINALIZAÇÃO .....</b>	<b>36</b>
<b>10. MEMORIAL DESCRITIVO .....</b>	<b>40</b>
10.1 SERVIÇOS PRELIMINARES .....	40
10.2 TERRAPLENAGEM .....	40

10.3	DRENAGEM .....	42
10.4	PAVIMENTAÇÃO.....	49
10.5	SINALIZAÇÃO VERTICAL .....	53
10.6	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL .....	53
10.7	SINALIZAÇÃO DE OBRA .....	54
10.8	LIMPEZA E ENTREGA DA OBRA .....	54

## ANEXOS

ANEXO 1 – PLANILHA ORÇAMENTÁRIA, CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO,  
PESQUISAS DE MERCADOS, COMPOSIÇÕES DE CUSTOS, BDI e MEMORIAL DE  
CÁLCULO DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS

ANEXO 2 – ESTUDO GEOTÉCNICO

ANEXO 3 – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ART

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Memorial descritivo Ponto de Controle Geodésico PMM_1.....	10
Figura 2 – Histograma do regime pluviométrico da estação de Meleiro – Série 1977-2020. ....	12
Figura 3 – Dias de chuva na estação de Meleiro – Série 1977-2020.....	13
Figura 4 – Histograma da precipitação máxima diária para a estação de Meleiro – Série 1977-2020.....	14
Figura 5 – Curvas de altura de chuva – duração – recorrência.....	17
Figura 6 – Curva de intensidade de chuva – duração – recorrência. ....	17
Figura 7 – Distância média de transporte da jazida comercial de material pétreo e asfáltico .....	29
Figura 8 – Determinação de espessuras do pavimento .....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estatísticas observadas sobre a estação de Meleiro – série 1977-2020.	12
Tabela 2 – Precipitação máxima diária estimada pelo método Gumbel para a estação pluviométrica de Meleiro. ....	15
Tabela 3 – Transformação das chuvas máximas para a estação pluviométrica de Meleiro. ....	15
Tabela 4 – Altura e intensidade de precipitação para a estação pluviométrica de Meleiro. ....	16
Tabela 5 – Valores de k para relações entre Y/D.....	20
Tabela 6 – Resumo dos ensaios. ....	27
Tabela 7 – Distâncias média de transporte dos materiais.....	28
Tabela 8 – Seção do pavimento.....	35
Tabela 9 – Forma, cor e tamanho. ....	37
Tabela 10 – Forma, cor e tamanho. ....	37

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dados da estação pluviométrica de Meleiro/SC.....	11
Quadro 2 – Valores para o coeficiente de deflúvio.....	19
Quadro 3 – Elementos Geométricos do Trecho 05 – Estrada MR-427. ....	23
Quadro 4 – Elementos Geométricos do Trecho 05 – Estrada Municipal (Acesso Recicladora). ....	23
Quadro 5 – Volume de material para adequação do greide da Estrada Municipal MR-427 (LOTE – 02).....	24

Quadro 6 - Volume de material para adequação do greide da Estrada MR-427 (Acesso ao Centro de Triagem). .....	25
Quadro 7 – Classificação das vias .....	32
Quadro 8 – Espessuras mínimas de revestimento betuminoso .....	33
Quadro 9 – Coeficiente de equivalência estrutural.....	34

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Precipitações diárias extremas.....	13
Equação 2: Variável reduzida.....	14
Equação 3: Vazão da bacia.....	18
Equação 4: Diâmetro da tubulação. ....	20
Equação 5: Regime de escoamento. ....	21

## 1. APRESENTAÇÃO

O presente volume tem por objetivo apresentar o **PROJETO BÁSICO/EXECUTIVO DE ENGENHARIA REFERENTE ÀS OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO COM CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE, DA ESTRADA MR-427 / LOTE - 02**, compreendendo:

- Projeto de Pavimentação Asfáltica, com extensão total de 930 m (em dois trechos: estacas 26+0,00 a 67+10,00 e estacas 0+0,00 à 5+0,00), Terraplenagem, Drenagem Pluvial e Sinalização Viária.

O projeto básico/executivo é apresentado nos volumes discriminados abaixo e possuem a seguinte constituição:

- Volume 1 – Relatório do Projeto, **em formato A4**;

Anexo 1: Planilha Orçamentária, Cronograma físico-financeiro, Pesquisas de Mercado, Composições de Custos e BDI, **em formato A4**;

Anexo 2: Estudo Geotécnico, **em formato A4**;

Anexo 3: Anotação de Responsabilidade Técnica, **em formato A4**;

- Volume 2 – Projeto de Execução, **em formato A1**.



## 2. ESTUDO TOPOGRÁFICO

### 2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para o desenvolvimento da etapa de estudo topográfico, utilizou-se as seguintes normas técnicas:

- NBR 13.133, 1994. Execução de levantamento topográfico;
- NBR 14.166, 1998. Rede de Referência Cadastral Municipal – Procedimento;
- Especificações e Normas para Levantamentos Geodésicos associados ao Sistema Geodésico Brasileiro, 2017- IBGE;
- Manual Técnico de Posicionamento – Georreferenciamento de Imóveis Rurais, 2013 – INCRA.

### 2.2 PERÍODO DE REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES

A execução do levantamento topográfico e geodésico, foi realizada no dia 02 de fevereiro de 2022, a etapa de processamento dos dados levantados e adequação para etapas posteriores se desenvolveram durante o mês de fevereiro de 2022.

### 2.3 METODOLOGIA DESENVOLVIDA



O trabalho contempla o levantamento planialtimétrico a partir do eixo central já existente e projeções perpendiculares ao eixo, para detalhamento das pistas principais e projeções, também foram efetuados coletas de demais elementos que constituem o projeto geométrico, sistemas de drenagem pluvial urbana existentes (Bocas de lobo, Bueiros), sistema de drenagem superficial (meio-fio).

Neste cenário, a área de levantamento planialtimétrico cadastral se desenvolveu, partindo do Ponto de Controle Geodésico – **PMM\_2**, este ponto foi estabelecido a partir de um marco de concreto existente localizado nas adjacências da Rua, fazendo parte à Rede Geodésica do Município.



O PCG – PMM\_1 possui o par de coordenadas Universal Transversa de Mercator, fuso nº 22, MC - 51º, N 6.806.095,600 / E 651.125,173 / Altitude ortométrica (H) 14,173 m.

A seguir segue o memorial descritivo do Ponto de Controle Geodésico.

Figura 1 - Memorial descritivo Ponto de Controle Geodésico PMM\_1.

 <b>UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE-UNESC</b> INSTITUTO DE PESQUISAS AMBIENTAIS E TECNOLÓGICAS-IPAT  <b>Monografia do Marco Geodésico</b>			
<b>Município:</b> Maracajá-SC	<b>Identif. do Vértice:</b> PMM 2	<b>Coordenadas Geográficas</b>	
	<b>Data da Implantação:</b> 19/07/2021	<b>LAT.:</b> 28°51'50,38916" S	
	<b>Datum:</b> SIRGAS - 2000	<b>LON.:</b> 49°27'01,91308" W	
<b>Bairro/Localidade:</b> Vila Beatriz	<b>Elipsóide:</b> Ref. GRS 80	<b>Coordenadas UTM</b>	
	<b>Kapa:</b> 0,99988184	<b>N:</b> 6.806.095,600 m	
	<b>Conv. Merid.:</b> - 0°44'53,23"	<b>E:</b> 651.125,173 m	
<b>Satélite:</b> GPS/GLONASS	<b>Meridiano Central:</b> - 51° (WGr.)	<b>*H.:</b> 15,459 m <b>**H.:</b> 14,189 m	


  

<b>Foto Localização:</b> 	<b>Foto Detalhe:</b> 
--	---

**Descrição do Marco:**  
O ponto está materializado por um bloco de concreto trapezoidal de 60cm de altura, base de 15cm x 15cm e topo de 10cm x 10cm, enterrado no chão de maneira que aproximadamente 20cm de concreto fiquem visíveis. O ponto define-se pelo ponto central da chapa de metal fixa no topo do marco.

**Localização:**  
O vértice PMM 2 está materializado bloco de concreto trapezoidal na Praça Antenor Apolinário de Oliveira na Av. Nossa Senhora da Conceição com a Rua Selda Soares Silveira a aproximadamente 320 metros da marginal da BR-101.

**Croqui:**  


<b>* Altitude Elipsoidal</b>	<b>** Altitude Ortométrica (Obtido por meio do software MAPGEO 2015 v1.0)</b>
------------------------------	---

Fonte: Centro de Engenharia e Geoprocessamento, CEGEO/IPAT/UNESC, 2022.

### 3. ESTUDO HIDROLÓGICO

#### 3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Estudo Hidrológico demonstra os resultados da coleta e processamento dos dados pluviométricos, com o objetivo de definir as vazões para o dimensionamento dos dispositivos de drenagem e obras de arte corrente. A seguir, descreve-se o desenvolvimento dos estudos bem como os resultados obtidos para o trecho em questão.

#### 3.2 COLETA DE DADOS

O estudo concentra-se na escolha e na análise da estação hidrometeorológica, coleta, análise e tratamento dos dados pluviométricos e climáticos, tratamento estatísticos e cálculo de vazão.

Para o desenvolvimento do estudo faz-se necessário a coleta de dados pluviométricos, para tanto, foi realizado uma pesquisa das estações hidrometeorológicas de Santa Catarina disponíveis localizadas próximas ao empreendimento, a estação escolhida fica no município de Meleiro/SC e suas características estão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Dados da estação pluviométrica de Meleiro/SC.

Código	02849024
Nome da estação	Meleiro
Bacia	8 – Atlântico, trecho sudeste
Sub-bacia	84 – Rios Tubarão, Araranguá
Rio	Sangão
Estado	Santa Catarina
Município	Içara
Responsável	ANA
Operadora	Epagri – SC
Latitude	28°51'13"S
Longitude	49°35'23"W
Altitude (m)	15

Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), 2021.

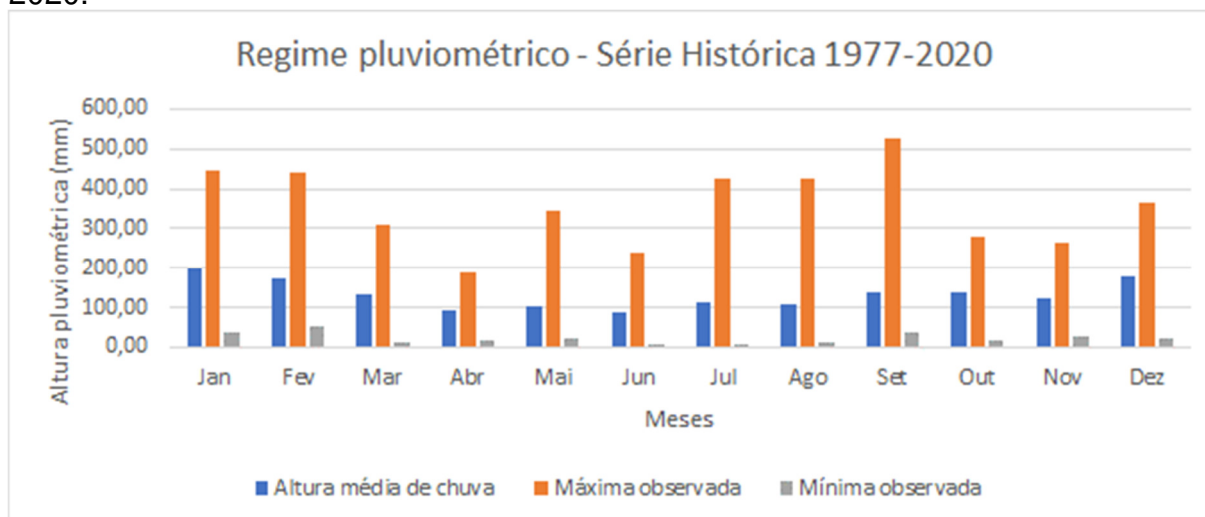
### 3.3 DADOS REGIONAIS

A temperatura média anual gira em torno dos 18 a 19 °C, com a variação da umidade relativa entre 79 a 86 % e uma precipitação total anual de 1.350 mm (Santa Catarina, 2018).

### 3.4 PLUVIOMETRIA

Para a análise pluviométrica deste estudo, os dados obtidos auxiliaram na representação do regime pluviométrico, Figura 2 apresenta os valores médios para cada caso de precipitação histórica na região de estudo em questão.

Figura 2 – Histograma do regime pluviométrico da estação de Meleiro – Série 1977-2020.



Fonte: Centro de Engenharia e Geoprocessamento, CEGEO/IPAT/UNESC, 2021.

Informações mais detalhadas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Estatísticas observadas sobre a estação de Meleiro – série 1977-2020.

Estatísticas Observadas (mm) - Meleiro/SC				
Mês	Média	Maior	Menor	Mediana
Jan	198,12	446,00	36,60	193,50
Fev	174,34	439,00	53,50	163,50
Mar	135,07	310,00	12,00	133,20
Abr	90,95	186,60	17,00	88,65
Mai	104,67	342,60	19,50	81,05
Jun	89,46	239,00	8,00	70,25
Jul	111,86	427,90	5,00	109,85
Ago	106,52	428,00	10,00	76,20
Set	135,85	528,00	36,00	112,00
Out	138,70	279,30	18,20	129,45
Nov	122,53	264,90	27,00	113,50
Dez	176,94	365,90	20,00	129,70

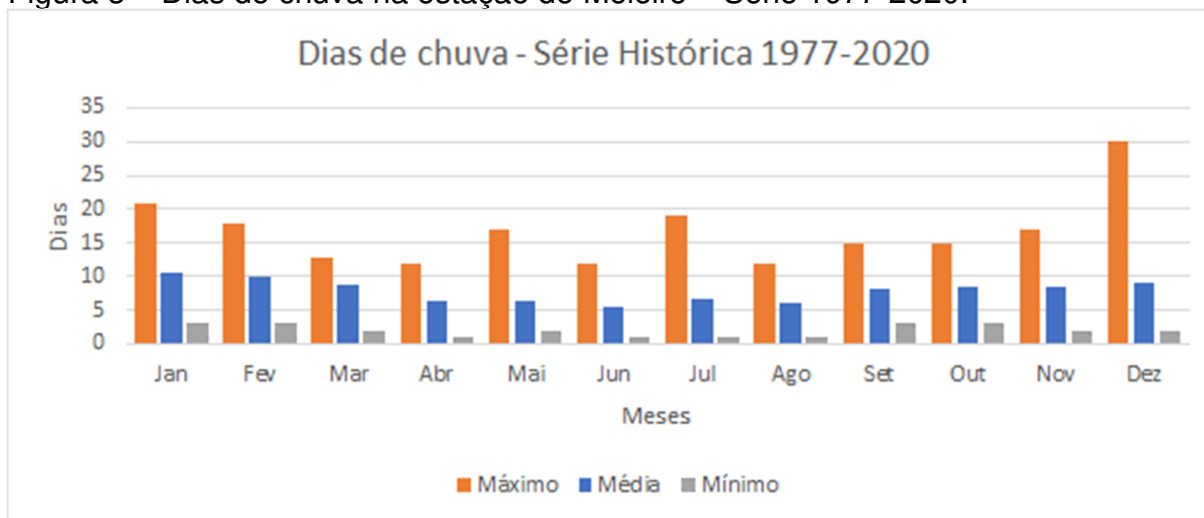


Estatísticas Observadas (mm) - Meleiro/SC				
Mês	Média	Maior	Menor	Mediana
Anual	1585,01	4257,20	262,80	1400,85
Média	132,08	354,77	21,90	116,74

Fonte: Centro de Engenharia e Geoprocessamento, CEGEO/IPAT/UNESC, 2021.

Para ilustrar a quantidade média de dias de chuvas por mês para a série histórica foi gerado a Figura 3 a partir dos dados da estação.

Figura 3 – Dias de chuva na estação de Meleiro – Série 1977-2020.



Fonte: Centro de Engenharia e Geoprocessamento, CEGEO/IPAT/UNESC, 2021.

### 3.5 DETERMINAÇÃO DAS CURVAS DE INTENSIDADE, DURAÇÃO E FREQUÊNCIA

Estudos de chuvas máximas diárias realizada por Back (2001) em cem estações pluviométricas de Santa Catarina, constatou que a distribuição de Gumbel apresentou o melhor ajuste aos dados observados em 60% das estações, e em 93% das estações com menos de vinte anos de dados.

Na literatura, existem vários trabalhos mostrando que para determinação de chuvas intensas, a distribuição de Gumbel se ajusta bem e por isso tem sido largamente empregada, a metodologia de Gumbel é definida da seguinte maneira:

Equação 1: Precipitações diárias extremas.

$$X_t = \bar{x} + (Y - Y_n) * \left(\frac{s}{s_n}\right) \quad (1)$$

Onde:

$X_t$  = Precipitação máxima diária;

$\bar{x}$  = Média da precipitação máxima diária;

Y = Variável reduzida em função do período de retorno;

S = Desvio padrão da amostra;

Y<sub>n</sub> e S<sub>n</sub> = Valor tabelado conforme o tamanho da série histórica, (Back, 2013).

Equação 2: Variável reduzida.

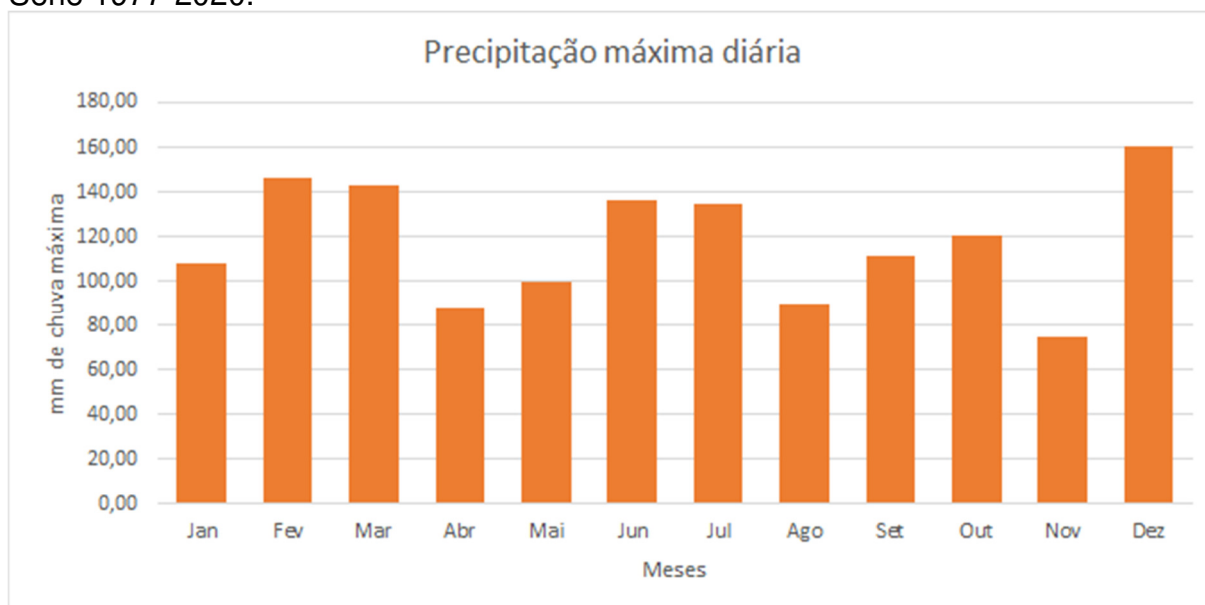
$$Y = -\ln \left\{ -\ln \left[ 1 - \left( \frac{1}{T} \right) \right] \right\} \quad (2)$$

Onde:

T = Período de retorno.

Para utilizar o método de Gumbel é preciso ter a média das precipitações diárias máximas da série histórica e o desvio padrão dos dados analisados. A Figura 4 apresenta os valores de precipitação máxima diária, no qual foram utilizados para obter os valores necessários para a metodologia empregada por Gumbel.

Figura 4 – Histograma da precipitação máxima diária para a estação de Meleiro – Série 1977-2020.



Fonte: Centro de Engenharia e Geoprocessamento, CEGEO/IPAT/UNESC, 2021.

Com base nos dados de precipitação máxima diária, desvio padrão e o tamanho da série histórica é possível obter os valores de altura pluviométrica máxima diária para o período de recorrência desejado, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Precipitação máxima diária estimada pelo método Gumbel para a estação pluviométrica de Meleiro.

Altura pluviométrica (mm)		
(T) (anos)	Variável (Y)	Precipitação (Xt) (mm)
2	0,3665	113,61
5	1,4999	139,90
10	2,2504	157,30
15	2,6738	167,12
20	2,9702	174,00
25	3,1985	179,29
50	3,9019	195,60
100	4,6001	211,80

Fonte: Centro de Engenharia e Geoprocessamento, CEGEO/IPAT/UNESC, 2021.

Para transformar as alturas pluviométricas máximas diárias em alturas pluviométricas horárias, aplica-se o método do Engenheiro Taborga Torrico. Segundo o método de Taborga, as alturas pluviométricas para 24 horas guardam uma relação constante e independente do período de retorno, de 1,095 com a altura pluviométrica máxima diária, e, para alturas de 1 hora e 0,1 hora pode-se identificar as isozonas de características iguais, definidas por Taborga no Mapa de Isozonas.

Localizado o trecho em questão no Mapa de Isozonas, observa-se que ele pertence a Zona “C” com os seguintes valores de transformação para chuvas de 24 horas, 1 hora e 0,1 hora (6 min) conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Transformação das chuvas máximas para a estação pluviométrica de Meleiro.

TR (ANOS)	1 dia/24 horas	H= 24 horas (mm)
10	1,095	172
15	1,095	183
25	1,095	196
50	1,095	214
100	1,095	232
TR (ANOS)	1 hora/24 horas	H= 1 hora (mm)
10	0,397	62
15	0,395	66
25	0,392	70
50	0,389	76
100	0,384	81
TR (ANOS)	0,1 hora/24 horas	H= 0,1 hora (mm)
10	0,098	15
15	0,098	16
25	0,098	18
50	0,095	19
100	0,088	19

Fonte: Centro de Engenharia e Geoprocessamento, CEGEO/IPAT/UNESC, 2021.

Com os dados de precipitação máxima disponíveis para 6 minutos, 1 hora e 24 horas, determinou-se através de interpolação logarítmica as alturas de chuvas de acordo com os demais tempos de duração e a intensidade de precipitação conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Altura e intensidade de precipitação para a estação pluviométrica de Meleiro.

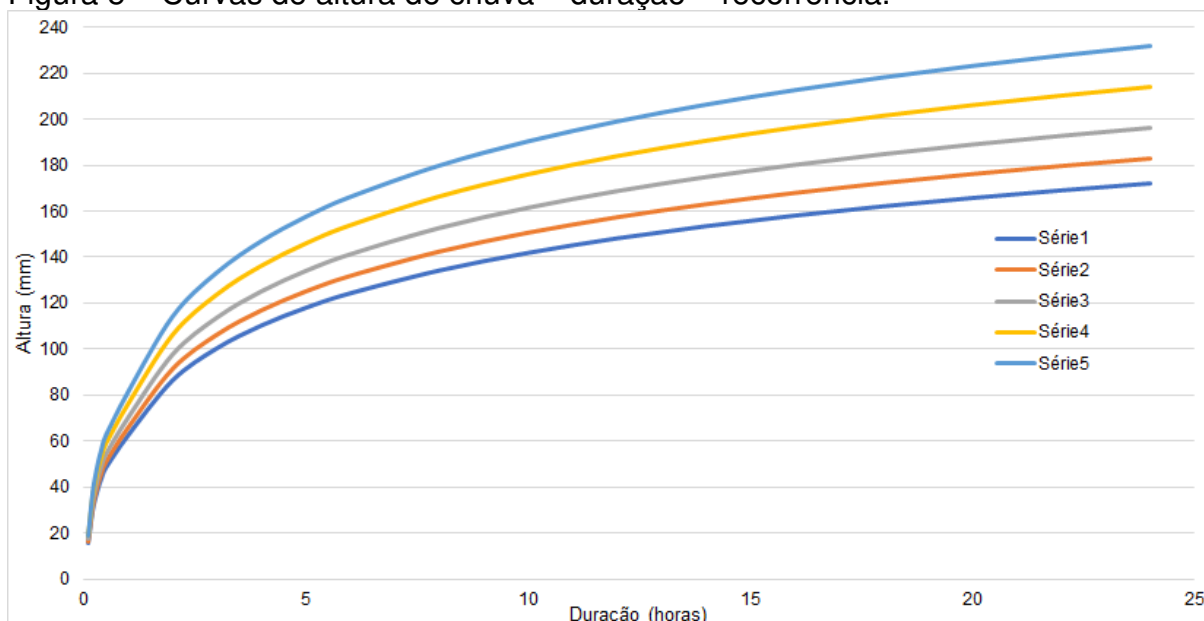
Duração	TR=10 anos		TR=15 anos		TR=25 anos		TR=50 anos		TR=100 anos	
i (hora)	h (mm)	i (mm/h)	h (mm)	i (mm/h)	h (mm)	i (mm/h)	h (mm)	i (mm/h)	h (mm)	i (mm/h)
0,1	15	154	16	164	18	176	19	186	19	186
0,2	30	148	31	157	33	167	36	179	38	188
0,3	38	126	40	134	43	142	46	153	49	162
0,4	44	109	46	116	49	123	53	133	56	141
0,5	48	97	51	102	54	109	59	118	62	125
1	62	62	66	66	70	70	76	76	81	81
2	86	43	92	46	98	49	106	53	114	57
3	100	33	106	35	114	38	124	41	133	44
4	110	28	117	29	125	31	136	34	147	37
5	118	24	125	25	134	27	146	29	158	32
6	124	21	132	22	141	24	154	26	166	28
8	134	17	143	18	153	19	166	21	180	22
10	142	14	151	15	162	16	176	18	190	19
12	148	12	157	13	169	14	184	15	199	17
14	154	11	163	12	175	12	191	14	206	15
16	158	10	168	11	180	11	197	12	213	13
18	162	9	172	10	185	10	202	11	218	12
20	166	8	176	9	189	9	206	10	223	11
22	169	8	180	8	193	9	210	10	228	10
24	172	7	183	8	196	8	214	9	232	10

Fonte: Centro de Engenharia e Geoprocessamento, CEGEO/IPAT/UNESC, 2021.

Utilizando os dados da Tabela 4 pode-se construir as curvas de altura de chuva – duração – tempo de recorrência e as curvas de intensidade – duração – frequência conforme a Figura 5 e Figura 6.

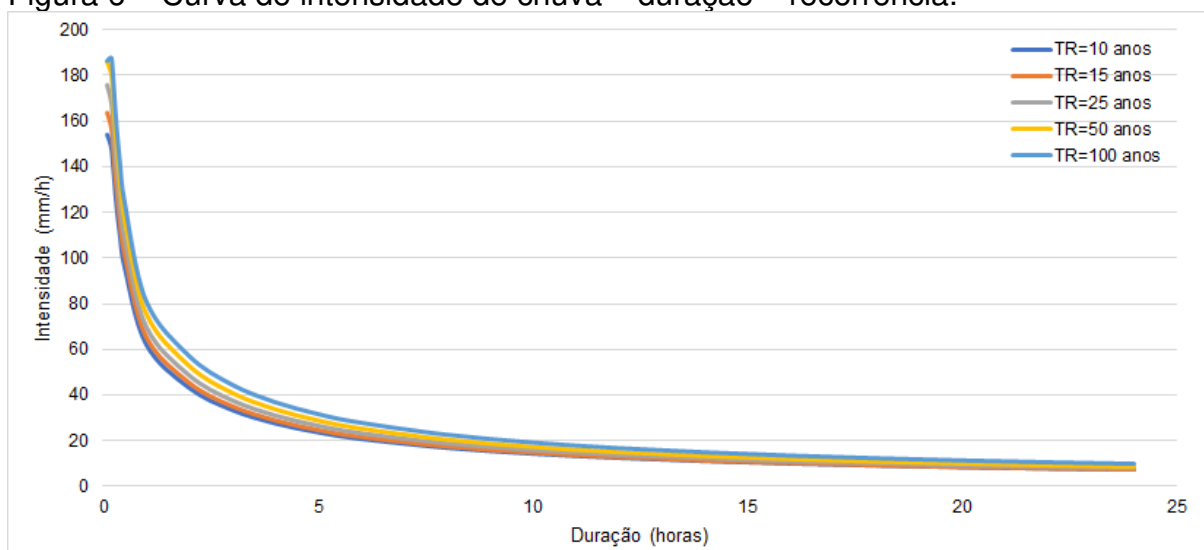


Figura 5 – Curvas de altura de chuva – duração – recorrência.



Fonte: Centro de Engenharia e Geoprocessamento, CEGEO/IPAT/UNESC, 2021.

Figura 6 – Curva de intensidade de chuva – duração – recorrência.



Fonte: Centro de Engenharia e Geoprocessamento, CEGEO/IPAT/UNESC, 2021.

### 3.6 CÁLCULO DAS VAZÕES

Conforme a Instrução de Serviço do DNIT – IS 203 de 2006, as vazões de contribuição para o dimensionamento das obras de arte correntes, são calculadas utilizando os seguintes limites:

- Bacias com áreas de até 4 km<sup>2</sup>: Método Racional;

- Bacias com áreas entre 4 km<sup>2</sup> até 10 km<sup>2</sup>: Método Racional Corrigido;
- Bacias com áreas superiores a 10 km<sup>2</sup>: Método do Hidrograma Unitário Triangular (HUT).

As bacias foram caracterizadas com base nos seguintes dados:

- Modelo digital do terreno (MDT), disponibilizado pela Secretaria de Desenvolvimento Sustentável (SDS);
- Levantamento planialtimétrico;
- Inspeção em campo.

### 3.6.1 Método racional

Analisando o mapa das bacias de contribuição foi possível definir que o método empregado que melhor se enquadra no dimensionamento é o método racional, este método é representado pela seguinte fórmula:

Equação 3: Vazão da bacia.

$$Q = (C * A * I) / 3,6 \quad (3)$$

Onde:

Q = Vazão de projeto, (m<sup>3</sup>/s);

C = Coeficiente de deflúvio, adimensional;

A = Área da bacia, (km<sup>2</sup>);

I = Intensidade da chuva, (mm/h).

### 3.6.2 Tempo de recorrência (TR)

Para este projeto adotou-se, atendendo a Instrução de Serviço do DNIT, os seguintes tempos de recorrência:

- Drenagem superficial, TR=10 anos;
- Bueiros tubulares:
  - Como canal: TR=15 anos;
  - Como orifício: TR=25 anos;
- Bueiros celulares (galerias):
  - Como canal: TR=25 anos;
  - Como orifício: TR=50 anos;

- Pontilhões: TR=50 anos;
- Pontes: TR=100 anos.

### 3.6.3 Bacias hidrográficas

No projeto geométrico consta a delimitação de todas as bacias hidrográficas contidas neste projeto. A seguir serão apresentados a metodologia de cálculo das vazões de cada bacia e seus valores serão encontrados no enquadramento de cada método (Racional, Racional Corrigido ou HUT), de acordo com seu respectivo tamanho.

### 3.6.4 Coeficiente de deflúvio

Os valores do coeficiente de escoamento (deflúvio – Run-Off) "C" são obtidos no Quadro 2 apresentado abaixo e estruturado em função das características das bacias. Para cada bacia analisada, foi levado em consideração as diferentes coberturas de solo e sua respectiva utilização, de acordo com o "C" de áreas urbanas, suburbanas e rurais. Desta maneira, chegar a valores mais próximos da realidade; isto é, valores efetivos menores e conseqüentemente tempos de concentração maiores, contribuindo para uma melhor aproximação do amortecimento real de cada bacia.

Quadro 2 – Valores para o coeficiente de deflúvio.

Descrição das áreas das bacias tributárias	Coeficiente de deflúvio (C)
Comércio:	
Áreas centrais	0,70 a 0,95
Áreas da periferia do centro	0,50 a 0,70
Residencial:	
Áreas de uma única família	0,30 a 0,50
Multi-unidades, isoladas	0,40 a 0,60
Multi-unidades, ligadas	0,60 a 0,75
Área de apartamento	0,50 a ,070
Industrial:	
Áreas leves	0,50 a 0,80
Áreas densas	0,60 a 0,90
Parques, cemitérios	0,10 a 0,25
Playgrounds	0,20 a 0,35
Pátio	0,20 a 0,40
Terrenos Baldios	0,10 a 0,30
Ruas:	
Asfalto	0,70 a 0,95

Descrição das áreas das bacias tributárias	Coeficiente de deflúvio (C)
Concreto	0,80 a 0,95
Gramado, solo arenoso:	
Plano, 2%	0,05 a 0,10
Médio, 2 a 7 %	0,10 a 0,15
Íngreme, 7%	0,15 a 0,20
Gramado, solo compacto	
Plano, 2%	0,13 a 0,17
Médio, 2 a 7 %	0,18 a 0,22
Íngreme, 7%	0,15 a 0,35

Fonte: BRASIL, 2005.

### 3.6.5 Dimensionamento dos bueiros

Para o dimensionamento dos bueiros foi utilizado a equação de *Manning*, realizando algumas deduções matemáticas foi possível obter a fórmula modificada de *Maninng* sendo:

Equação 4: Diâmetro da tubulação.

$$D = k * \left( n * \frac{Q}{\sqrt{I}} \right)^{0,375} \quad (4)$$

Onde:

D = Diâmetro da tubulação, (m);

k = Fator de correlação, adimensional;

n = Coeficiente de rugosidade, adimensional;

Q = Vazão de projeto, (m³/s);

I = Inclinação do tubo, (m/m).

Para o fator “n”, foi utilizado o valor de 0,012, correspondente ao tubo de concreto e para o valor de “k” é preciso analisar a Tabela 5 apresentada por Back (2006), nela é possível definir o valor procurado pela correlação entre a altura da lâmina de água (Y) com o diâmetro da tubulação (D), a literatura recomenda valores menores que 0,80, para o projeto foi optado pelo valor de 0,80.

Tabela 5 – Valores de k para relações entre Y/D.

Y/D	k	Y/D	k
0,05	11,464	0,55	1,892
0,10	6,607	0,60	1,797
0,15	4,812	0,65	1,719

Y/D	k	Y/D	k
0,20	3,859	0,70	1,655
0,25	3,263	0,75	1,603
0,30	2,854	0,80	1,562
0,35	2,555	0,85	1,531
0,40	2,328	0,90	1,512
0,45	2,150	0,95	1,507
0,50	2,008	1,00	1,548

Fonte: Back, 2006.

### 3.6.5.1 Regime de escoamento (*Fr*)

A análise do regime de escoamento é importante para definir a partir do diâmetro escolhido, se o escoamento será subcrítico ou supercrítico, a literatura cita em evitar valores maiores que 1, correspondente ao supercrítico, pois neste regime, a água apresenta grande velocidade, sobre-elevações e propagações de onda, o ressalto hidráulico é um dos exemplos citados desse regime, para a aprovação do diâmetro escolhido os valores de regime devem resultar em números menores que 1, correspondente ao regime subcrítico. A equação citada por Back (2006) é apresentada a seguir:

Equação 5: Regime de escoamento.

$$Fr = \left( \frac{V}{\sqrt{g \cdot Y}} \right) \quad (5)$$

Onde:

Fr = Número de Froude, adimensional;

V = Velocidade da água no tubo, (m/s);

g = Aceleração da gravidade, (9,81 m/s<sup>2</sup>);

Y = Altura da lâmina de água, (0,80 \* D (Diâmetro)).

## 4. PROJETO GEOMÉTRICO

### 4.1 CONCEPÇÃO

A elaboração do projeto geométrico, foi desenvolvido a partir dos dados levantados e processados no Estudo Topográfico. O projeto foi desenvolvido em plataforma de modelagem BIM, por meio do software AutoCAD Civil 3D, que é uma ferramenta voltada para desenvolvimentos de projetos de infraestrutura.

Neste sentido, a modelagem em plataforma BIM, permite uma integração de diferentes elementos de engenharia que constituem o projeto geométrico executivo, terraplenagem para implantação do corpo estradal e quantificação (volumes de corte e aterro), projeto de drenagem superficial (escoamento pluvial), projeção das camadas de pavimento e demais itens que constituem o projeto executivo de engenharia.

Com base o levantamento topográfico, obtém-se o modelo digital do terreno, onde neste, representa a situação do relevo natural, e onde desenvolve-se o projeto executivo, alinhamentos e perfis necessários para trabalho.

Nesta etapa verifica-se a adequação das características técnicas do projeto geométrico a topografia existente, velocidade para o projeto, declividade de rampa, escalonamento de corte e aterro de taludes e suavização de curvas.

### 4.2 METODOLOGIA

Utilizou-se como orientação do desenvolvimento do Projeto Geométrico Básico os parâmetros presentes:

- Manual de Projetos Geométricos de Rodovias Rurais – DNER (1999);
- Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas DNIT (2010);
- Manual de projetos de interseções (IPR – 718, 2005);
- Diretrizes para a concepção de estradas – DER-SC (2000), parte 1 e 2;
- Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários (Escopos Básicos/Instruções de Serviço) DNIT (2006);
- Projeto Geométrico de Rodovias – SHU HAN LEE (2015).

### 4.3 ELEMENTOS GEOMÉTRICOS

**Estrada MR-427 (Lote – 02):** Como eixo de projeto, foram estabelecidos o centro das vias, para a Estrada MR-427 (Lote – 02), em dois trechos: o primeiro contendo extensão de 830 metros compreendidos entre as estacas (estacas 26+0,00 à 67+10,00) e o segundo trecho com extensão de 100 metros compreendidos entre as estacas (estacas 0+0,00 à 5+0,00) conforme desenhos de engenharia em anexo e Quadro 3, de elementos geométricos do eixo.

Quadro 3 – Elementos Geométricos do Trecho 05 – Estrada MR-427.

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS - ALINHAMENTO-MR427														
Nº	DEFLEXÃO/ AZIMUTE	LC (m)	TT (m)	TL (m)	TC (m)	R (m)	D/L (m)	AC	TE-PC	ET-PT	PONTO	PI	TE-PC	ET-PT
<b>L1</b>	089° 11' 24.44"	-	-	-	-	-	24,334	-	0+0,000	1+4,334	N E	-	6805444,0497 653407,3508	6805444,3937 653431,6827
<b>C-1</b>	-	-	4,218	-	-	70,000	47,429	038° 49' 15.84"	1+4,334	3+11,763	N E	6805444,7423 653456,3456	6805444,3937 653431,6827	6805460,4749 653475,3421
<b>L2</b>	050° 22' 08.60"	-	-	-	-	-	50,136	-	3+11,763	6+1,899	N E	-	6805460,4749 653475,3421	6805492,4538 653513,9554
<b>C-2</b>	-	-	1,709	-	-	1000,000	116,835	006° 41' 38.92"	6+1,899	11+18,734	N E	6805529,7572 653558,9980	6805492,4538 653513,9554	6805572,0569 653599,3850
<b>L3</b>	043° 40' 29.68"	-	-	-	-	-	131,348	-	11+18,734	18+10,082	N E	-	6805572,0569 653599,3850	6805667,0566 653690,0892
<b>C-3</b>	-	-	5,536	-	-	60,000	49,678	047° 26' 20.64"	18+10,082	20+19,760	N E	6805686,1239 653708,2943	6805667,0566 653690,0892	6805712,4296 653706,5636
<b>L4</b>	356° 14' 09.04"	-	-	-	-	-	202,456	-	20+19,760	31+2,216	N E	-	6805712,4296 653706,5636	6805914,4488 653693,2724
<b>C-4</b>	-	-	2,611	-	-	220,000	67,462	017° 34' 10.33"	31+2,216	34+9,678	N E	6805948,3734 653691,0405	6805914,4488 653693,2724	6805981,3892 653699,1532
<b>L5</b>	013° 48' 19.37"	-	-	-	-	-	51,211	-	34+9,678	37+0,889	N E	-	6805981,3892 653699,1532	6806031,1203 653711,3733
<b>C-5</b>	-	-	2,646	-	-	220,000	67,897	017° 40' 57.60"	37+0,889	40+8,785	N E	6806064,3521 653719,5391	6806031,1203 653711,3733	6806098,4941 653717,2252
<b>L6</b>	356° 07' 21.78"	-	-	-	-	-	260,371	-	40+8,785	53+9,157	N E	-	6806098,4941 653717,2252	6806358,2695 653699,6189
<b>C-6</b>	-	-	13,002	-	-	80,000	85,622	061° 19' 20.74"	53+9,157	57+14,779	N E	6806405,5882 653696,4119	6806358,2695 653699,6189	6806431,1092 653736,3873

Fonte: Centro de Engenharia e Geoprocessamento, CEGEO/IPAT/UNESC, 2022.

Quadro 4 – Elementos Geométricos do Trecho 05 – Estrada Municipal (Acesso Recicladora).

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS - ALINHAMENTO - ACESSO_REC (1)														
Nº	DEFLEXÃO/ AZIMUTE	LC (m)	TT (m)	TL (m)	TC (m)	R (m)	D/L (m)	AC	TE-PC	ET-PT	PONTO	PI	TE-PC	ET-PT
<b>L10</b>	121° 25' 39.27"	-	-	-	-	-	100,000	-	0+0,000	4+20,000	N E	-	6806523,2804 653880,7619	6806471,1384 653966,0919

Fonte: Centro de Engenharia e Geoprocessamento, CEGEO/IPAT/UNESC, 2022.

## 5. PROJETO DE TERRAPLENAGEM

### 5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS E OBJETIVOS

O projeto de terraplenagem tem por objetivo definir e preparar a seção geométrica mediante a execução de cortes e aterros e estimar os volumes que serão

movimentados em proposta do corredor, possibilitando a determinação do custo. A seguir, apresenta-se as diretrizes que nortearam este projeto.

## 5.2 PROJETO GEOMÉTRICO

A largura da plataforma de terraplenagem foi definida em função das características técnicas, operacionais e geométricas da via. Após a definição da geometria em planta e do perfil do traçado, realizou-se a aplicação das seções transversais para definição de cortes e aterros.

**Estrada MR-427 (LOTE – 02):** Neste trecho haverá a remoção de materiais de Subleito e ajustes no greide serão necessários. Para a concepção do corpo estradal da MR-427 (LOTE – 02), serão necessários a remoção de 2.646,93 m<sup>3</sup> de material do Subleito (Quadro 5) (até a estaca 67+10,00 m), visando adequar o greide conforme especificações do projeto geométrico. Após a finalização do aterro, bem como a sua compactação, serão lançadas as camadas do pavimento.

Quadro 5 – Volume de material para adequação do greide da Estrada Municipal MR-427 (LOTE – 02).

Estaca	Área de Corte (m <sup>2</sup> )	Área de Aterro (m <sup>2</sup> )	Volume de Corte (m <sup>3</sup> )	Volume de Aterro (m <sup>3</sup> )	Volum. Corte Acum. (m <sup>3</sup> )	Volum Aterro Acum. (m <sup>3</sup> )	Volume líquido (m <sup>3</sup> )
26+0,00	0	6,69	0,00	0	0	0	0
27+0,00	0	7,27	0,00	139,56	0	139,56	-139,56
28+0,00	0	4,12	0,00	113,85	0	253,4	-253,4
29+0,00	1,5	0,31	15,03	44,21	15,03	297,62	-282,59
30+0,00	4,45	0,07	59,52	3,77	74,55	301,39	-226,84
31+0,00	5,65	0	101,04	0,71	175,59	302,11	-126,52
31+2,22	5,67	0	12,54	0	188,13	302,11	-113,98
32+0,00	6,32	0,01	106,61	0,08	294,74	302,18	-7,45
32+15,95	7	0,03	106,24	0,28	400,98	302,46	98,52
33+0,00	6,38	0,02	27,11	0,1	428,09	302,56	125,53
34+0,00	5,97	0	123,47	0,24	551,56	302,8	248,76
34+9,68	6,28	0	59,28	0	610,84	302,8	308,04
35+0,00	5,38	0	60,20	0	671,04	302,8	368,24
36+0,00	2,67	0,1	80,47	1,04	751,5	303,84	447,67
37+0,00	2,31	0,04	49,71	1,48	801,22	305,32	495,9
37+0,89	2,18	0,04	1,99	0,04	803,21	305,36	497,85
38+0,00	0,34	1,41	24,09	13,84	827,3	319,2	508,1
38+14,84	0,23	1,49	4,29	21,5	831,59	340,7	490,89
39+0,00	0,16	1,64	1,01	8,09	832,6	348,79	483,81
40+0,00	0,6	0,95	7,52	25,86	840,12	374,65	465,47
40+8,79	1,24	0,71	8,08	7,27	848,19	381,92	466,27
41+0,00	2,1	0,45	18,76	6,48	866,95	388,4	478,56
42+0,00	4,14	0,11	62,44	5,58	929,4	393,98	535,42
43+0,00	3,92	0,43	80,59	5,37	1009,99	399,35	610,64
44+0,00	5,37	0,44	92,91	8,66	1102,9	408,01	694,89
45+0,00	6,38	0	117,51	4,41	1220,41	412,42	808
46+0,00	7,47	0	138,51	0,01	1358,93	412,42	946,5
47+0,00	6,26	0	137,36	0	1496,28	412,42	1083,86



48+0,00	6,53	0	127.92	0,02	1624,2	412,44	1211,76
49+0,00	3,53	0,13	100.60	1,28	1724,8	413,72	1311,08
50+0,00	1,68	0,37	52.14	4,96	1776,94	418,68	1358,26
51+0,00	0,71	0,95	23.90	13,18	1800,84	431,86	1368,98
52+0,00	1,77	0,3	24.79	12,51	1825,63	444,37	1381,26
53+0,00	5,01	0,1	67.82	4,03	1893,45	448,4	1445,05
53+9,16	5,94	0,07	50.13	0,77	1943,58	449,17	1494,4
54+0,00	5,93	0,13	64.34	1,05	2007,92	450,22	1557,7
55+0,00	3,35	0,67	92.83	7,99	2100,74	458,21	1642,53
55+11,97	3,01	1,43	38.10	12,61	2138,84	470,82	1668,02
56+0,00	2,47	4,09	22.02	22,18	2160,86	493	1667,87
57+0,00	0,65	3,31	31.20	73,94	2192,06	566,94	1625,12
57+14,78	0	5,09	4.81	62,04	2196,87	628,98	1567,89
58+0,00	0	5,25	0.01	26,98	2196,88	655,96	1540,92
59+0,00	0	6,96	0.01	122,08	2196,89	778,04	1418,84
60+0,00	0,57	3,1	5.75	100,59	2202,63	878,63	1324
61+0,00	1,73	2,11	23.02	52,03	2225,65	930,66	1295
62+0,00	2,01	1,85	37.40	39,58	2263,06	970,23	1292,82
63+0,00	2,2	0,81	42.12	26,6	2305,17	996,84	1308,33
64+0,00	2,09	0,85	42.86	16,57	2348,03	1013,41	1334,63
65+0,00	3,26	0,67	53.44	15,2	2401,47	1028,61	1372,86
66+0,00	2,7	1,8	59.55	24,78	2461,03	1053,39	1407,64
67+0,00	5,78	0,27	84.75	20,74	2545,77	1074,13	1471,64
67+10,00	0	0	28.88	1,35	2574,65	1075,48	1499,17

Fonte: Centro de Engenharia e Geoprocessamento, CEGEO/IPAT/UNESC, 2022.

Neste trecho haverá a remoção de materiais de Subleito e ajustes no greide serão necessários. Para a concepção do corpo estradal da Estrada Municipal (Acesso Recicladora), serão necessários a remoção de 39,68 m³ de material do Subleito (Quadro 6)(até a estaca 5+0,00 m), visando adequar o greide conforme especificações do projeto geométrico. Após a finalização do aterro, bem como a sua compactação, serão lançadas as camadas do pavimento.

Quadro 6 - Volume de material para adequação do greide da Estrada MR-427 (Acesso ao Centro de Triagem).

VOLUME TOTAL							
Estaca	Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volum. Corte Acum. (m³)	Volum Aterro Acum. (m³)	Volume Líquido (m³)
0+10,00	0,51	1,44	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00
1+0,00	1,35	0,45	9.29	9,42	9,29	9,42	-0,13
2+0,00	0,71	0,46	20.56	9,04	29,85	18,45	11,40
3+0,00	1,08	0,27	17.89	7,24	47,74	25,69	22,05
4+0,00	1,38	0,43	24.54	6,91	72,28	32,60	39,68

Fonte: Centro de Engenharia e Geoprocessamento, CEGEO/IPAT/UNESC, 2022.

### 5.3 PARÂMETROS UTILIZADOS

Mediante os estudos geológicos e geotécnicos, foram definidos os seguintes parâmetros, utilizados quando necessário:

- Taludes de corte e aterro:
- - Corte: 1:1 (H:V) em materiais classificados em solo;
- - Aterro: 1:1,5 (H:V);
- - Aterro: 1:1,5 (H:V) para aterros em rocha.
- Horizontes dos materiais classificando-os em solo;
- Capacidade de suporte de materiais de subleito;
- Aplicação de materiais de compensação corte/aterro;
- Remoção de solos inservíveis.

## 6. ESTUDO GEOTÉCNICO E PROJETO GEOTÉCNICO

O objetivo do estudo é conhecer as características dos materiais constituintes do subleito, classificar os materiais de cortes, jazidas e fundações de aterros, determinando suas características geotécnicas, analisando e indicando os materiais a serem utilizados na terraplenagem, pavimentação, drenagem e obras de arte.

O plano de trabalho adotado no desenvolvimento dos Estudos Geotécnicos compreendeu as seguintes atividades fases:

- Fase preliminar: Programação de investigações geotécnicas;
- Fase de campo: Prospeções geotécnica e coleta de amostras;
- Fase de laboratório: Execução dos ensaios;
- Fase de escritório: Análise e processamento dos resultados.

Para o presente estudo adotaram-se como referência as instruções contidas na Instrução de Serviço para Estudo Geotécnico (IS nº 206), em vigência no DNIT.

Foi elaborado um plano de sondagem integral para os trechos, analisando-se o projeto geométrico (planta e perfil) e as seções gabaritadas de terraplenagem.

Por meio das prospeções geotécnicas coletou-se as amostras do solo para realização dos ensaios de caracterização mecânica.

Foram feitas sondagens a pá, picareta e com auxílio de retroescavadeira para obtenção das amostras e nível d'água.

Os ensaios a serem realizados são descritos a seguir:

- Caracterização Mecânica:
  - Compactação – Método DNER – ME 129/94 e 162/94;
  - Índice de Suporte Califórnia – Método DNER ME 049/94.

A Tabela 6 apresenta o resumo dos ensaios realizados no trecho e que estão apresentados no Anexo 2.

Tabela 6 – Resumo dos ensaios.

Furo	Densidade Máxima (g/cm <sup>3</sup> )	Umidade Ótima (%)	I.S.C (%)	Expansão (%)
Cegeo-1	1,740	21,90	4,37	0,35
Cegeo-2	1,702	24,90	5,40	0,42

Furo	Densidade Máxima (g/cm <sup>3</sup> )	Umidade Ótima (%)	I.S.C (%)	Expansão (%)
Cegeo-3	1,775	19,80	3,63	0,23
Cegeo-4	1,855	20,30	3,73	0,42
Cegeo-5	1,845	30,90	8,03	0,58
Cegeo-6	1,777	24,50	6,40	0,38
Cegeo-7	1,776	27,20	3,90	0,47

Fonte: Centro de Engenharia e Geoprocessamento, CEGEO/IPAT/UNESC, 2022.

## 6.1 MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO E DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE (DMT)

Para composição do DMT dos materiais pétreos e asfálticos, utilizou-se a localização da usina de asfalto e pedra de propriedade da Cedro Engenharia, Comércio e Mineração Ltda, situada no município de Maracajá/SC.

As distâncias médias de transporte dos materiais aplicados na obra são orientativas, ficando a cargo da contratada a obtenção, liberação e operação das jazidas, pedreiras, usinas que lhe for mais conveniente para fornecimento de material necessário a implantação da obra, visto que estão contemplados nos itens da planilha de orçamento deste projeto o fornecimento e aplicação do material. Como também, a obtenção de licenças e autorizações dos bota-foras para depósito dos materiais proveniente dos cortes, remoções e rebaixos realizados ao longo das Vias Projetadas.

A Tabela 7 apresenta o resumo das distâncias médias de transporte dos materiais e a Figura 7 apresenta a localização do trecho.

Tabela 7 – Distâncias média de transporte dos materiais

Material	Origem	Destino	Empresa	DMT comercial (km)	
				Pavimentada	Não pavimentada
BGS	Maracajá - SC	Canteiro de obras	Cedro	6,9	-
Macadame/Rachão	Maracajá - SC	Canteiro de obras	Cedro	6,9	-
CBUQ	Maracajá - SC	Canteiro de obras	Cedro	6,9	-

Fonte: Centro de Engenharia e Geoprocessamento, CEGEO/IPAT/UNESC, 2022.

Figura 7 – Distância média de transporte da jazida comercial de material pétreo e asfáltico



Fonte: Centro de Engenharia e Geoprocessamento, CEGEO/IPAT/UNESC, 2022.

## 7. PROJETO DE DRENAGEM E OAC

### 7.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS E OBJETIVOS

O sistema de drenagem tem por objetivo a captação, a condução e o deságue, de forma rápida e eficiente, das águas que, precipitando sobre a pista e/ou as áreas adjacentes, por infiltração ou escoamento superficial, podem comprometer o conforto e a segurança dos usuários e a durabilidade da via.

O projeto de drenagem e Obras de Artes correntes (OAC) utiliza como referência os dados fornecidos pelo Projeto Geométrico e informações contidas no Estudo Hidrológico.

Os trabalhos foram desenvolvidos seguindo as diretrizes e instruções relacionadas a seguir:

- IPR-715 - Manual de hidrologia básica para estruturas de drenagem;
- IPR-724 - Manual de drenagem de rodovias.

Para detalhamento dos tipos de dispositivos de drenagem utilizados neste projeto, é necessário analisar a prancha de dispositivos de drenagem (Volume 2).

### 7.2 DRENAGEM SUPERFICIAL

A drenagem superficial tem a função de interceptar a água que escoar no corpo estradal e áreas adjacentes e conduzi-las de forma segura para um corpo hídrico, lagoas, lagos ou outras drenagens.

#### 7.2.1 Dispositivos de drenagens superficiais

Para a definição dos dispositivos de drenagem foi utilizado os modelos apresentados no Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem do DNIT - 2018.

Verificou-se a necessidade dos seguintes dispositivos:

- Sarjeta triangular de concreto – STC02;
- Caixas coletoras;
- Bueiros de greide.

##### 7.2.1.1 *Sarjeta triangular de concreto*

São dispositivos de drenagem longitudinal construídos lateralmente às pistas de rolamento e às plataformas dos escalonamentos, destinados a interceptar



os deflúvios, que escoando pelo talude ou terrenos marginais podem comprometer a estabilidade dos taludes, a integridade dos pavimentos e a segurança do tráfego.

#### 7.2.1.2 *Caixas coletoras*

As caixas coletoras têm como objetivos principais:

- Coletar as águas provenientes das sarjetas e que se destinam aos bueiros de greide;
- Coletar as águas provenientes de áreas situadas a montante de bueiros de transposição de talvegues, permitindo sua construção abaixo do terreno natural;
- Coletar as águas provenientes das descidas d'água de cortes, conduzindo-as ao dispositivo de deságüe seguro;
- Permitir a inspeção dos condutos que por elas passam, com o objetivo de verificação de sua funcionalidade e eficiência;
- Possibilitar mudanças de dimensão de bueiros, de sua declividade e direção, ou ainda quando a um mesmo local concorre mais de um bueiro.

#### 7.2.1.3 *Bueiros de greide*

Os bueiros de greide são dispositivos destinados a conduzir para locais de deságüe seguro as águas captadas pelas caixas coletoras.

## 8. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

### 8.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Projeto de Pavimentação tem por objetivo definir os materiais que serão utilizados na composição das camadas constituintes do pavimento, determinando suas espessuras, estabelecendo as seções transversais tipo da plataforma do pavimento e obtendo os quantitativos de serviços e materiais referentes à pavimentação.

De forma geral a estrutura do pavimento deverá atender as seguintes características: proporcionar conforto ao usuário que trafegará pela via; resistir e distribuir os esforços verticais oriundos do tráfego; resistir aos esforços horizontais.

### 8.2 ESTUDO DE TRÁFEGO

Estima-se que em virtude da localização da via teremos um tráfego diário de 401 a 1500 veículos e de 21 a 100 caminhões/ônibus por sentido.

Para definição da camada estrutural utilizou-se a instrução normativa “IP-04/2004 - Instrução para dimensionamento de Pavimentos flexíveis para tráfego leve e médio” da Prefeitura Municipal de São Paulo, a qual conforme Quadro 7 abaixo resume os principais parâmetros de classificação das Via urbanas.

Quadro 7 – Classificação das vias

FUNÇÃO PREDOMINANTE	TRÁFEGO PREVISTO	VIDA DE PROJETO (ANOS)	VOLUME INICIAL DA FAIXA MAIS CARREGADA		N	N Característico
			VEICULO LEVE	CAMINHÕES E ÔNIBUS		
Via Local	Leve	10	100	4	$2,7 \times 10^4$	$10^5$
			a	a	a	
			400	20	$1,4 \times 10^5$	
Via Local e Coletora	Médio	10	401	21	$1,4 \times 10^5$	$5 \times 10^5$
			a	a	a	
			1500	100	$6,8 \times 10^5$	

Fonte: PMSP, 2004.

Com base nos volumes de tráfego previsto, no quadro acima da instrução normativa “IP-04: Instrução para dimensionamento de Pavimentos flexíveis” e com base nos parâmetros de estimativa do volume de tráfego, podemos classificá-la como



de TRÁFEGO MÉDIO, para fins de dimensionamento e projeção futura utilizaremos um número equivalente de operações - “N” de tráfego de:  $N = 5 \times 10^5$ .

### 8.3 DIMENSIONAMENTO

Para a definição das diversas camadas constituintes do pavimento foi utilizado o Método de dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNER.

O Quadro 8 apresenta as espessuras mínimas de revestimentos betuminosos.

Quadro 8 – Espessuras mínimas de revestimento betuminoso

N	ESPESSURAS MÍNIMAS REVESTIMENTO BETUMINOSO
$N = < 10^6$	Tratamento Superficial Betuminoso
$10^6 = < N < 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessuras
$5 \times 10^6 = < N < 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N = < 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto Betuminoso com 12,5 cm de espessura

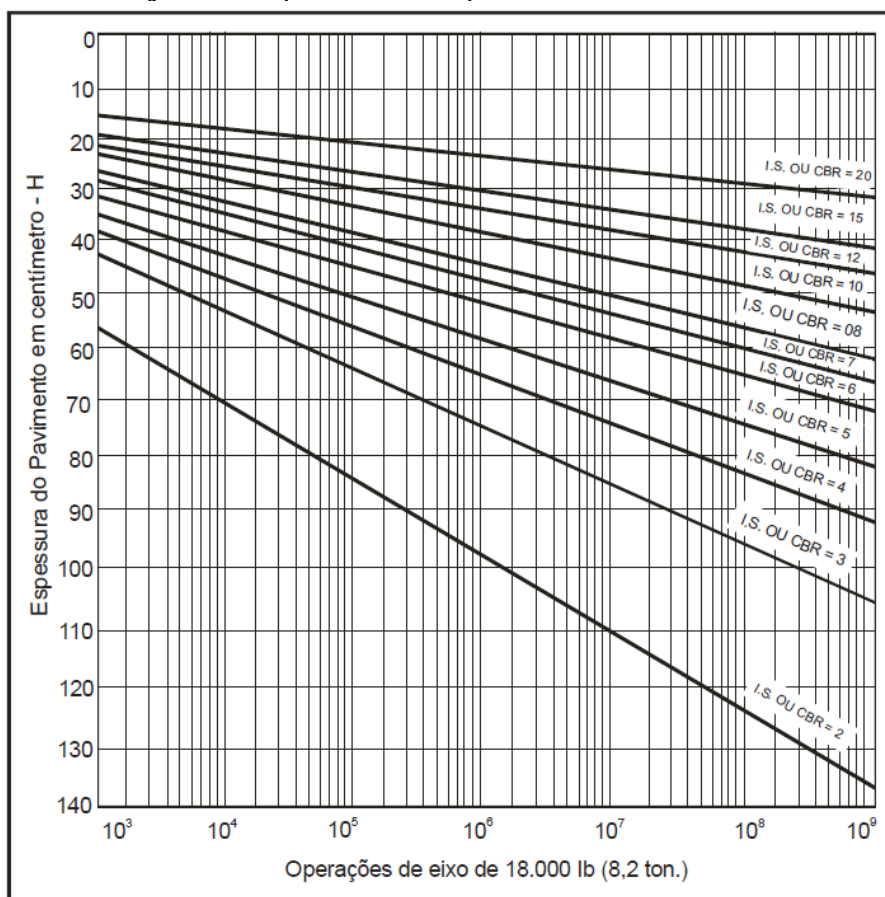
Fonte: Manual de pavimentação, DNIT, 2006.

O dimensionamento pressupõe que está assegurada uma drenagem superficial adequada, bem como, um conveniente rebaixamento do lençol d'água, a pelo menos 1,50 m abaixo do greide de regularização.

Ocorrendo materiais com índice de suporte (ISC) abaixo de 2% e ou com expansão acima de 2%, recomenda-se a solução de remoção de camada, com pelo menos 60 cm de espessura abaixo da superfície de regularização e, substituição por materiais selecionados.

O Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis vale-se de um gráfico (Figura 8), com auxílio do qual se obtém a espessura total do pavimento, em função do número N e do valor do ISC característico.

Figura 8 – Determinação de espessuras do pavimento



Fonte: Manual de pavimentação, DNIT, 2006.

Coeficiente de Equivalência Estrutural - São os seguintes os coeficientes de equivalência estrutural para os diferentes materiais constitutivos do pavimento (Quadro 9).

Quadro 9 – Coeficiente de equivalência estrutural

Componentes do pavimento	Coeficiente K
Base ou revestimento de 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
<b>Camadas granulares</b>	<b>1,00</b>
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm	1,70
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm e 28 kg/cm	1,40
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm e 21 kg/cm	1,20

Fonte: Manual de pavimentação, DNIT, 2006.

Determinadas às espessuras  $H_m$ ,  $H_n$ ,  $H_{20}$  pelo gráfico característico do método, e  $R$  pelo Quadro 8, as espessuras da base ( $B$ ), sub-base ( $h_{20}$ ) e camada de revestimento primário e ou de conformação de greide ( $h_n$ ), são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:

$$R \cdot K_R + B \cdot K_B \geq H_{20}$$

$$R \cdot K_R + B \cdot K_B + h_{20} \cdot K_{SB} \geq H_n$$

$$R \cdot K_R + B \cdot K_B + h_{20} \cdot K_{SB} + h_n \cdot K_{REF} \geq H_m$$

$$R \cdot K_R + B \cdot K_B + h_{20} \cdot K_{SB} + h_n \cdot K_{REF} \geq H_m$$

Onde:

$K_R$ : coeficiente de equivalência estrutural do revestimento;

$R$ : espessura do revestimento;

$K_B$ : coeficiente de equivalência estrutural da base;

$B$ : espessura da base;

$H_{20}$ : espessura de pavimento sobre a sub-base;

$K_{SB}$ : coeficiente de equivalência estrutural da sub-base;

$h_{20}$ : espessura da sub-base;

$H_n$ : espessura do pavimento sobre a camada com  $IS = n$ ;

$K_{REF}$ : coeficiente de equivalência estrutural do reforço de subleito;

$h_n$ : espessura do reforço do subleito;

$H_m$ : espessura total do pavimento.

Em resumo a camada estrutural para  $CBR_{\text{médio}} > 4,20\%$  conforme Estudo Geotécnico do subleito (Em anexo), o pavimento deverá ter espessura mínima total de 62 cm, adotando a seguinte composição:

Tabela 8 – Seção do pavimento

Camada	Material	Espessura
Revestimento	CBUQ	5,0 cm
Base	Brita Graduada	15,0 cm
Sub-base	Macadame Seco	15,0 cm
Reforço Sub-leito	Rachão	22,0 cm

Fonte: Centro de Engenharia e Geoprocessamento, CEGEO/IPAT/UNESC, 2022.

## 9. PROJETO DE SINALIZAÇÃO

### 9.1.1 Sinalização vertical

O projeto de sinalização foi desenvolvido segundo as orientações e recomendações preconizadas pelas publicações nas Especificações e nas Normas do "Manual de Sinalização Rodoviária", do DNER, "Manual de Sinalização de Trânsito" do DENATRAN, manuais de sinalização do Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN e no "Manual de Sinalização de Obras e Emergências" do DNER-1996 e o Código Nacional de Trânsito.

A sinalização vertical, por sua vez, estabeleceu as dimensões das placas e suas respectivas localizações, tendo como objetivo definir onde existe a necessidade de dotar de dispositivos para a melhor condução, regulamentação e disciplinamento dos movimentos de tráfegos envolvidos, garantindo melhor fluidez, segurança e conforto, não só ao usuário da estrada como também para o usuário do sistema viário local, incluindo os pedestres e ciclistas.

A sinalização vertical contém:

- placas de advertência;
- placas de regulamentação;
- placas de indicação

As placas de regulamentação, advertência, indicação, serviço auxiliar e educativas deverão ser confeccionadas em chapas metálicas zincadas conforme as indicações constantes na NBR-11904.

As placas deverão ser revestidas com películas refletivas tipo I-A, NBR-14644, e letras, números, setas e tarjas com a película do mesmo tipo (I-A). Para as letras, números, setas e tarjas da cor preta, usar a película do tipo IV-B.

Para padronização do projeto algumas informações serão utilizadas para as placas de regulamentação, advertência e indicação. A começar pelo padrão alfanumérico, para as palavras que possuam tanto maiúsculas quanto minúsculas será utilizado o tipo *Standard Alphabets for Highway Signs and Paviment Markings* serie E e para as palavras somente usando letras maiúsculas será usada a *Standard Alphabets for Highway Signs and Paviment Markings* serie D.

Quanto ao posicionamento das placas em relação a via, elas deveram estar posicionada do lado direito da via e fazendo um ângulo entre 93º a 95º em relação

ao fluxo do tráfego, para as placas posicionadas sobre pórticos e semi-pórticos, devem estar inclinadas para cima em um ângulo de 3º a 5º, quando não for possível a utilização destes ângulos se utilizará o ângulo de 90º, ou seja, perpendicular a via.

#### 9.1.1.1 Sinalização vertical de regulamentação

A finalidade das placas de regulamentação é transmitir aos usuários as condições, proibições, obrigações ou restrições no uso da via, sendo o seu desrespeito cabível de multa, segundo o Código de Trânsito Brasileiro – CTB.

As características das placas de sinalização de regulamentação deve seguir a Tabela 9.

Tabela 9 – Forma, cor e tamanho.

Características	Tipologia das placas		
	Circular	R1 - Pare	R2 – Dê a preferência
Fundo	Branca	Vermelha	Branca
Símbolo	Preta	-	-
Tarja	Vermelha	-	-
Orla externa	Vermelha	Vermelha	Vermelha
Letras	Preta	Branca	-
Orla interna	-	Branca	-
Diâmetro	0,6 m	-	-
Tarja	0,075 m	-	0,15 m
Orla externa	0,075 m	0,014 m	-
Lado	-	0,33 m	0,80 m
Orla interna	-	0,028 m	-

Fonte: CONTRAN, 2007.

As características das placas de sinalização de advertência deve seguir a Tabela 10.

Tabela 10 – Forma, cor e tamanho.

Características	Tipologia da placa (m)
	Losango
Fundo	Amarelo
Símbolo	Preta
Orla externa	Amarela
Orla interna	Preta
Legenda	Preta
Lado	0,60
Orla externa	0,09
Orla interna	0,18

Fonte: CONTRAN, 2007.

### 9.1.2 Sinalização horizontal

O projeto de sinalização foi desenvolvido segundo as orientações e recomendações preconizadas pelas publicações editadas e aprovadas em 98, que complementam as Diretrizes para a Concepção de Estradas ( DCE-C, DCE-S, DCE-I-1 e DCE-I-2), as quais objetivam estabelecer uma padronização de sinalização na rede rodoviária estadual. Tais publicações foram denominadas de Diretrizes para a Marcação de Estradas – Parte 1: Dimensionamento e Posicionamento Geométrico de Sinais de Marcação (DME-1) e Parte 2: Utilização e Geometria de Marcações de Pistas de Trânsito e foram utilizadas na elaboração deste projeto.

Serviram como base para a elaboração do projeto de sinalização, as características do trecho como Grupo de Categoria e velocidades determinantes do projeto, assim como as configurações geométricas definidas no projeto geométrico.

A sinalização horizontal definiu os dispositivos empregados e suas respectivas larguras e extensões de faixas, a sua localização e sua necessidade.

A sinalização horizontal é composta de:

- linhas de divisão de fluxos;
- formação de faixas de trânsito;
- linhas de borda;
- marcação de áreas de pavimento não utilizáveis;
- marcação de confluências e bifurcações;
- linhas de retenção;
- setas;
- tachão;
- dizeres na pista.

Nos casos onde não seja possível o acesso da máquina, a pintura deverá ser feita com pistola manual. O composto deverá estar perfeitamente misturado e diluído na proporção correta no momento da aplicação.

Os tachões são dispositivos delineadores constituídos de superfícies refletoras aplicadas a suportes de pequenas dimensões, principalmente quanto a altura e fixadas ao pavimento por meio de pinos. Os tachões serão empregados para a melhoria da visibilidade, onde se deseja imprimir maior resistência aos deslocamentos que impliquem na sua transposição, proporcionando um relativo desconforto ao fazê-lo e auxiliando na percepção das variações geométricas da pista

como exemplo curvas, bifurcações, entrocamentos, variação de altura e no número de faixas de trânsitos.

## 10. MEMORIAL DESCRITIVO

O presente memorial tem por objetivo, identificar e descrever os serviços a serem desenvolvidos na pavimentação com concreto betuminoso usinado a quente, drenagem pluvial e sinalização viária na **Estrada MR-427 (LOTE – 02)**, no município de Maracajá/SC.

### 10.1 SERVIÇOS PRELIMINARES

É de **responsabilidade da Prefeitura Municipal de Maracajá**, a retirada de postes e cercas existentes na Estrada MR-427 (LOTE – 02).

### 10.2 TERRAPLENAGEM

Operação destinada a conformar o leito estradal, transversal e longitudinalmente, obedecendo às larguras e cotas constantes das notas de serviço de regularização de terraplenagem do projeto, compreendendo cortes ou aterros.

Não deverá ser permitida a execução dos serviços de terraplenagem em dias de chuva.

É responsabilidade da executante a proteção dos serviços e materiais contra a ação destrutiva das águas pluviais, do tráfego e de outros agentes que possam danificá-los.

Toda a vegetação e material orgânico porventura existentes no leito da rodovia deverá ser removidos.

A terraplenagem deverá ser executada obedecendo às cotas constantes do projeto.

Após a execução de cortes, aterros e adição do material necessário para atingir o greide de projeto, deve-se proceder à escarificação geral na profundidade de 20 cm, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.

Os serviços de topografia, mobilização e desmobilização dos equipamentos para execução da obra, serão de responsabilidade da Executante.

O material escavado foi classificado como de 1ª categoria.

Estes serviços deverão ser realizados de acordo com as precrições da norma 137/2010 – ES do DNIT.

#### 10.2.1 Corte



O material deverá ser escavado de acordo com o projeto de terraplenagem (Volume 2), observando a seção longitudinal e transversal. O material escavado deverá ser transportado para um bota-fora, ficando de responsabilidade do poder público municipal a indicação deste local.

As especificações de serviço do DNIT estabelecem que nos cortes onde apresentarem expansão superior a 2%, há a necessidade de rebaixo de corte numa espessura de 60 cm, e a posterior substituição por solos de melhor qualidade. Solos de elevada expansão ocasionam deformações permanentes na estrutura do pavimento, que reduzem a qualidade do rolamento, além de apresentam comportamento muito resiliente, o que leva a deflexões elevadas e a um processo de ruína precoce da estrutura de pavimento.

Nos segmentos em corte, deverão ser adotadas as seguintes medidas:

Nos segmentos com expansão superior a 2%:

- ✓ Executar rebaixo nas áreas a serem pavimentadas, com espessura de 60 cm;
- ✓ Reposição de rebaixo com solo proveniente de empréstimo, compactado a 100 % do proctor normal.

Durante a construção, a fiscalização e a supervisão deverão verificar *in loco* a extensão total dos segmentos a serem rebaixados, que poderão ser maiores ou menores do que o previsto em projeto, assim como a existência de segmentos com necessidade de rebaixo que não foram contemplados pelo projeto de terraplenagem.

### 10.2.2 Aterro

Para verificação da necessidade de locais que necessitarão de aterro, deverá ser analisado o projeto de terraplenagem (Volume 2), observando a seção longitudinal e transversal. O material necessário para a contenção do meio-fio será de 1ª categoria, proveniente de empréstimo e para o aterro da pista será utilizado material pétreo.

No caso de utilização de material de empréstimo de jazidas comerciais próximas do trecho. Os materiais das jazidas deverão apresentar uma expansão, medida no ensaio C.B.R, menor ou igual a 2% e um C.B.R.  $\geq 2\%$ .

Portanto, para a execução dos aterros deverá ser adotada a seguinte sequência executiva:

- Execução de corpo-de-aterro, compactado a 100% do proctor normal;
- Execução de camada final de terraplenagem, compactada a 100% do proctor normal, com espessura de 60 cm. Esta camada deverá ser executada com os melhores solos disponíveis, sendo vedado o uso de solos com expansão superior a 2% e C.B.R inferior a 2%.

### 10.2.3 Solos inservíveis

Efetuar a remoção de solo inservível quando necessário e aprovado pela fiscalização. A escavação deverá ser realizada até que se atinja a camada de suporte adequada. Por ocasião da remoção dos solos inservíveis deverá ser verificada *in loco* a real abrangência deste material, cuja extensão poderá ser maior ou menor em relação à prevista, cabendo a fiscalização a sua determinação. O solo inservível deverá ser removido e substituído por material pétreo.

### 10.2.4 Bota-fora

Indica-se para a deposição do material de bota-fora e da camada superficial orgânica removida nas operações de limpeza do terreno, ficando de responsabilidade do poder público municipal a indicação do local.

## 10.3 DRENAGEM

A drenagem deste projeto consiste na execução de sarjetas triangulares de concreto, bueiros tubulares de concreto e caixas de ligação e passagem.

Para a execução do sistema de drenagem, deverá ser atendidas as Especificações de Serviço do DNIT, assim como as NBR's.

### 10.3.1 Bueiros tubulares de concreto

Obras de transposição de talvegues naturais ou ravinas que são interceptadas pela rodovia e que por condições altimétricas, necessitam dispositivos especiais de captação e deságüe, em geral caixas coletoras e saídas d'água.

Os tubos de concreto para bueiros de grota e greide deverão ser do tipo e dimensões indicadas no projeto e ter encaixe tipo ponta e bolsa, obedecendo às exigências da ABNT NBR 8890/03, tanto para os tubos de concreto armado quanto para os tubos de concreto simples.

Particular importância será dada à qualificação da tubulação, com relação à resistência quanto à compressão diametral, adotando-se tubos e tipos de berço e reaterro das valas como o recomendado.

O concreto usado para a fabricação dos tubos será confeccionado de acordo com as normas NBR 6118/14, NBR 12655/96, NBR 7187/03 e DNER-ES 330/97 e dosado experimentalmente para a resistência à compressão (  $f_{ck\ min}$  ) aos 28 dias de 15 MPa.

O rejuntamento da tubulação dos bueiros será feito de acordo com o estabelecido nos projetos específicos e na falta de outra indicação deverá atender ao traço mínimo de 1:4, em massa, executado e aplicado de acordo com o que dispõe a DNER-ES 330/97.

O rejuntamento será feito de modo a atingir toda a circunferência da tubulação a fim de garantir a sua estanqueidade.

Os materiais a serem empregados na construção das caixas, berços, bocas e demais dispositivos de captação e transferências de deflúvios deverão atender às recomendações de projeto e satisfazer às indicações e exigências previstas pelas normas da ABNT e do DNIT.

Os materiais a serem empregados poderão ser: concreto ciclópico, concreto simples, concreto armado ou alvenaria e deverão atender às indicações do projeto.

Para as bocas, alas, testas e berços o concreto deverá ser preparado como estabelecido pelas DNER-ES 330/97, NBR 6118/03, NBR 7187/03 e NBR 12655/96 de forma a atender a resistência à compressão (  $f_{ck\ min}$  ) aos 28 dias de 15 MPa.

Para a execução de bueiros de greide com tubos de concreto deverá ser adotada a seguinte sistemática:

Interrupção da sarjeta ou da canalização coletora junto ao acesso do bueiro e execução do dispositivo de transferência para o bueiro, como: caixa coletora, caixa de passagem ou outro indicado.

Escavação em profundidade que comporte o bueiro selecionado, garantindo inclusive o recobrimento da canalização.

Compactação do berço do bueiro de forma a garantir a estabilidade da fundação e a declividade longitudinal indicada.

Execução da porção inferior do berço com concreto de resistência ( $f_{ckmin} > 15 \text{ MPa}$ ), com a espessura de 10 cm.

Colocação, assentamento e rejuntamento dos tubos, com argamassa cimento-areia, traço 1:4, em massa.

Complementação do envolvimento do tubo com o mesmo tipo de concreto, obedecendo a geometria prevista no projeto e posterior reaterro com recobrimento mínimo de 1,5 vezes o diâmetro da tubulação acima da geratriz superior da canalização.

O controle geométrico da execução das obras será feito através de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para execução das canalizações e acessórios.

Os elementos geométricos característicos serão estabelecidos em Notas de Serviço com as quais será feito o acompanhamento.

As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto de mais de 1%, em pontos isolados.

Todas as medidas de espessuras efetuadas devem situar-se no intervalo de  $\pm 10\%$  em relação à espessura de projeto.

O serviço de execução dos bueiros deverão atender as prescrições da norma DNIT 023/2006 – ES.

### **10.3.2 Caixa Coletoras, Bocas e Alas**

Dispositivos também destinados a captar e transferir os deflúvios para os bueiros, mas que por se encontrarem no mesmo nível ou à pequena profundidade, não carecem de dispositivos especiais.

O concreto, quando utilizado nos dispositivos em que se especifica este tipo de material, deverá ser dosado racional e experimentalmente para uma resistência característica à compressão mínima ( $f_{ck}$ ) min., aos 28 dias de 15 Mpa. O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com o prescrito nas normas NBR 6118/80 e NBR 12655/96, além de atender ao que dispõe a norma DNER-ES 330/97.

O processo executivo abaixo refere-se ao emprego de dispositivos moldados “in loco” com emprego de fôrmas convencionais, desenvolvendo-se as seguintes etapas:

- a) Escavação das cavas para assentamento do dispositivo, obedecendo aos alinhamentos, cotas e dimensões indicadas no projeto;
- b) Regularização do fundo escavado com compactação com emprego de compactador mecânico e com controle de umidade a fim de garantir o suporte necessário para a caixa, a boca ou ala, em geral de considerável peso próprio;
- c) Lançamento de concreto magro com utilização de concreto de cimento amassado em betoneira ou produzido em usina e transportado para o local em caminhão betoneira, sendo o concreto dosado experimentalmente para resistência característica à compressão ( $f_{ck}$  min), aos 28 dias de 11 Mpa;
- d) Instalação das fôrmas laterais e das paredes de dispositivos acessórios, com adequado cimbramento, limitando-se os segmentos a serem concretados em cada etapa, adotando-se as juntas de dilatação estabelecidas no projeto.
- e) No caso de dispositivos para os quais convergem canalizações circulares as paredes somente poderão ser iniciadas após a colocação e amarração dos tubos, assegurando-se ainda da execução de reforço no perímetro da tubulação;
- f) Colocação e amarração das armaduras definidas pelo projeto, no caso de utilização de estrutura de concreto armado;
- g) Lançamento e vibração do concreto tomando-se as precauções anteriormente mencionadas ;
- h) Retirada das guias e das fôrmas que somente poderá ser feita após a cura do concreto, somente iniciando-se o reaterro lateral após a total desforma;
- i) Os dispositivos deverão ser protegidos para que não haja a queda de materiais soltos para o seu interior, o que poderia causar sua obstrução;
- j) Recomposição do terreno lateral às paredes, com colocação e compactação de material escolhido do excedente da escavação, com a remoção de pedras ou fragmentos de estrutura que possam dificultar a compactação;
- k) Sendo o material local de baixa resistência, deverá ser feita substituição por areia ou pó-de-pedra, fazendo-se o preenchimento dos vazios com adensamento com adequada umidade;
- l) No caso de utilização de concreto ciclópico, deverão ser feitos o lançamento e arrumação cuidadosa da pedra de mão, evitando-se a contaminação com torrões de argila ou lama;

m) No caso de utilização de dispositivos que utilizem berço de pedra argamassada as pedras serão colocadas sobre camada de concreto previamente lançado, antes de se iniciar a sua cura;

n) Para execução do dispositivo com alvenaria de cimento ou pedra deverão ser adotadas juntas desencontradas, com controle destas juntas com o uso de prumos e níveis, de modo a assegurar-se da estabilidade das paredes;

o) Quando forem utilizadas grelhas ou tampas somente será permitida a sua colocação e chumbamento após a total limpeza do dispositivo;

p) No caso de utilização de grelha ou tampa metálica será exigido o seu tratamento antioxidante.

O controle tecnológico do concreto empregado será realizado de acordo com as normas NBR 12654/92, NBR 12655/96 e DNER-ES 330/97. O ensaio de consistência do concreto será feito de acordo com a NBR NM 67/98 ou a NBR NM 68/98, sempre que ocorrer alteração no teor de umidade dos agregados, na execução da primeira amassada do dia, após o reinício dos trabalhos desde que tenha ocorrido interrupção por mais de duas horas, cada vez que forem moldados corpos-de-prova e na troca de operadores.

O serviço de execução das caixas coletoras, bocas e alas deverão atender as prescrições da norma DNIT 026/2004 – ES.

### **10.3.3 Sarjetas**

São dispositivos de drenagem longitudinal construídos lateralmente às pistas de rolamento e às plataformas dos escalonamentos, destinados a interceptar os deflúvios, que escoando pelo talude ou terrenos marginais podem comprometer a estabilidade dos taludes, a integridade dos pavimentos e a segurança do tráfego.

Todo material utilizado na execução deverá satisfazer aos requisitos impostos pelas normas vigentes da ABNT e do DNIT.

O concreto quando utilizado nos dispositivos que especificam este tipo de revestimento deverá ser dosado racionalmente e experimentalmente, para uma resistência característica à compressão mínima ( $f_{ck;min}$ ), aos 28 dias, de 15Mpa.

O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com o prescrito na norma ABNT NBR 6118, além de atender ao que dispõem as especificações do DNER – ES 330/97.

A execução das sarjetas de corte deverá ser iniciada após a conclusão de todas as operações de pavimentação que envolvam atividades na faixa anexa à plataforma cujos trabalhos de regularização ou acerto possam danificá-las.

No caso de banquetas de escalonamentos e valetas de proteção, quando revestidas, as sarjetas serão executadas logo após a conclusão das operações de terraplanagem, precedendo a operação de plantio ou colocação de revestimento dos taludes.

O preparo e a regularização da superfície de assentamento serão executados com operação manual envolvendo cortes, aterros ou acertos, de forma a atingir a geometria projetada para cada dispositivo.

No caso de valetas de proteção de aterros ou cortes admite-se, opcionalmente, a associação de operações manual e mecânica, mediante emprego de lâmina de motoniveladora, pá carregadeira equipada com retroescavadeira ou valetadeira adequadamente dimensionada para o trabalho.

Os materiais empregados para camadas preparatórias para o assentamento das sarjetas serão os próprios solos existentes no local, ou mesmo, material excedente da pavimentação, no caso de sarjetas de corte.

Em qualquer condição, a superfície de assentamento deverá ser compactada de modo a resultar uma base firme e bem desempenada.

Os materiais escavados e não utilizados nas operações de escavação e regularização da superfície de assentamento serão destinados a bota-fora, cuja localização será definida de modo a não prejudicar o escoamento das águas superficiais.

Para as valetas, os materiais escavados serão aproveitados na execução de uma banqueta de material energicamente compactado junto ao bordo de jusante da valeta de proteção do corte ou de modo a conformar o terreno do aterro, na região situada entre o bordo de jusante da valeta de proteção e o “off-set” do aterro.

Para marcação da localização das valetas serão implantados gabaritos constituídos de guias de madeira servindo de referência para concretagem, cuja seção transversal corresponda às dimensões e forma de cada dispositivo, e com a evolução geométrica estabelecida no projeto, espaçando-se estes gabaritos em 3,00 m, no máximo.



A concretagem envolverá um plano executivo, prevendo o lançamento do concreto em lances alternados.

O espalhamento e acabamento do concreto serão feitos mediante o emprego de ferramentas manuais, em especial de uma régua que, apoiada nas duas guias adjacentes permitirá a conformação da sarjeta ou valeta à seção pretendida.

A retirada das guias dos segmentos concretados será feita logo após constatar-se o início do processo de cura do concreto.

O espalhamento e acabamento do concreto dos segmentos intermediários será feito com apoio da régua de desempenho no próprio concreto dos trechos adjacentes.

A cada segmento com extensão máxima de 12,00 m será executada uma junta de dilatação, preenchida com argamassa asfáltica.

Quando especificado no projeto, será aplicado revestimento vegetal de forma a complementar o acabamento do material apiloado contíguo ao dispositivo.

As saídas d'água das sarjetas serão executadas de forma idêntica às próprias sarjetas, sendo prolongadas por cerca de 10,00 m a partir do final do corte, com deflexão que propicie o seu afastamento do bordo da plataforma (bigodes).

Esta extensão deverá ser ajustada às condições locais de modo a evitar os efeitos destrutivos de erosão.

O concreto utilizado, no caso de dispositivos revestidos, deverá ser preparado em betoneira, com fator água/cimento apenas suficiente para alcançar trabalhabilidade e em quantidade suficiente para o uso imediato, não sendo permitido a sua redosagem.

O controle tecnológico do concreto empregado será realizado de acordo com as normas NBR 12654/92, NBR 12655/96 e DNER-ES 330/97.

O ensaio de consistência do concreto será feito de acordo com a NBR NM 67/98 ou a NBR NM 68/98, sempre que ocorrer alteração no teor de umidade dos agregados, na execução da primeira amassada do dia, após o reinício dos trabalhos desde que tenha ocorrido interrupção por mais de duas horas, cada vez que forem moldados corpos-de-prova e na troca de operadores.

Deverá ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos-de-prova de concreto, das amostras de aço, cimento, agregados e demais materiais, de forma a satisfazer às especificações respectivas.



O concreto ciclópico, quando utilizado, deverá ser submetido ao controle fixado pelos procedimentos da norma DNER-ES 330/97.

O controle geométrico da execução das obras será feito por meio de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para execução das canalizações e acessórios.

Os elementos geométricos característicos serão estabelecidos em Notas de Serviço, com as quais será feito o acompanhamento da execução.

As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto de mais de 1%, em pontos isolados.

Todas as medidas de espessuras efetuadas devem situar-se no intervalo de  $\pm 10\%$  em relação à espessura de projeto.

Deverá ser feito o controle qualitativo dos dispositivos, de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas, acrescentando-se outros processos de controle, para garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica da canalização.

Da mesma forma será feito o acompanhamento das camadas de embasamento dos dispositivos, acabamento das obras e enchimento das valas.

O serviço de execução das sarjetas deverão atender as prescrições da norma DNIT 018/2006 – ES.

## 10.4 PAVIMENTAÇÃO

### 10.4.1 Regularização do subleito

Após a execução da terraplenagem, todo o subleito deverá ser regularizado e nivelado de acordo com projeto geométrico (Volume 2), tanto no sentido longitudinal quanto no transversal e compactado, até atingir 100% do Proctor Normal.

Conforme a Norma do DNIT 137/2010-ES deverá ser escarificado uma camada mínima 20 cm de espessura. Após o término da regularização o mesmo deverá ser compactado.

### 10.4.2 Reforço do Sub-leito e Sub-base em Macadame

Após a conclusão da regularização do subleito, inicia-se a execução da camada de reforço do sub-leito com rachão.

A execução do reforço do subleito compreende as operações de mistura e pulverização, umedecimento ou secagem dos materiais na pista, seguidas de espalhamento, compactação e acabamento, realizadas na pista devidamente preparada, na largura desejada e nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada.

O reforço do sub-leito será executado com uma camada de 22 cm de espessura, subdivididas em camadas parciais, compactadas a 100% do Proctor Normal, com rachão, que servirá de camada com índice de suporte adequado ao dimensionamento do pavimento.

A sub-base será executada com uma camada de 15 cm de espessura, compactada 100% do Proctor Normal, em Macadame Seco, que servirá de camada com índice de suporte adequado ao dimensionamento do pavimento.

A execução da sub-base compreenderá as operações de espalhamento, compactação e acabamento, realizadas na pista devidamente preparada, na largura especificada em projeto, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada (15 cm).

A liberação da pista será feita após a aprovação da topografia e da análise dos ensaios feitos pela Fiscalização.

O serviço de execução da sub-base deve atender as prescrições da norma DNIT 141/2010 – ES.

#### **10.4.3 Base de Brita Graduada Simples**

Sobre a camada de sub-base compactada, será executada uma camada de base com de 15 cm de espessura, compactada 100% do Proctor Normal, em Brita Graduada Simples, que servirá de camada com índice de suporte adequado ao dimensionamento do pavimento.

A execução da base compreenderá as operações de espalhamento, compactação e acabamento, realizadas na pista devidamente preparada, na largura especificada em projeto, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada (15 cm).

A liberação da pista será feita após a aprovação da topografia e da análise dos ensaios feitos pela Fiscalização.

O serviço de execução da sub-base deve atender as prescrições da norma DNIT 141/2010 – ES.

#### **10.4.4 Imprimação**

A imprimação será executada com EMULSÃO ASFÁLTICA PARA SERVIÇO DE IMPRIMAÇÃO - EAI, em conformidade com a Norma DNIT 165/2013 – EM, aplicado a uma taxa de 0,0013 t/m<sup>2</sup>. Dependendo da textura da base deverá ser aplicado com caminhão espargidor com barra de distribuição acionada a uma pressão constante por motor. A imprimação só será executada após liberação da base pelo laboratório, topografia e devidamente varrida por processo mecânico com vassoura mecânica. Estes serviços são regulados pela Norma DNIT 144/2014-ES.

#### **10.4.5 Pintura de ligação**

Consiste na aplicação de ligante asfáltico sobre superfície de base ou revestimento asfáltico anteriormente à execução de uma camada asfáltica qualquer, objetivando promover condições de aderência entre esta e o revestimento a ser executado. Será utilizada a EMULSÃO ASFÁLTICA RR-1C. Antes de receber a pintura de ligação, a base imprimada deverá ser varrida mecanicamente. A taxa de aplicação deverá ser de 0,00045 t/m<sup>2</sup>. Estes serviços são regulados pela Norma DNIT 145/2012 – ES.

#### **10.4.6 Revestimento Asfáltico**

É uma mistura asfáltica usinada a quente composta por agregados minerais graduados (brita, areia e filler) e materiais asfáltico (cimento asfáltico CAP 50/70). Será obtido em Usina Gravimétrica ou do tipo Drumm – Mixer e tem por finalidade dar conforto, segurança aos motoristas e proteger a base contra ação das intempéries.

Os agregados e asfalto serão misturados em usina gravimétrica ou Drumm-Mixer, cujas instalações não poderão distar há mais de 180 km. A densidade para efeito de orçamento foi considerada as médias das densidades obtidas nas usinas da região cujo valor verificado foi de 2,50 t/m<sup>3</sup>.

Para que a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada, cada carregamento deve ser coberto com lona ou outro material aceitável, com tamanho suficiente para proteger a mistura. Recomenda-se que a distância de transporte não ultrapasse 30 km.

O equipamento para espalhamento e acabamento deve ser constituído de pavimentadoras automotrizes, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento requeridos. As acabadoras devem ser equipadas com parafusos sem fim ou outro sistema de misturação, para colocar a mistura exatamente na faixa, e possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para a frente e para trás. As acabadoras devem ser equipadas com alisadores e dispositivos para aquecimento, à temperatura requerida, para a colocação da mistura sem irregularidade.

O equipamento para compactação é constituído por rolo pneumático e rolo metálico liso, tipo tandem ou rolo vibratório. Os rolos pneumáticos, autopropulsores, devem ser dotados de dispositivos que permitam a calibragem de variação da pressão dos pneus de 2,5 kgf/cm<sup>2</sup> a 8,4 kgf/cm<sup>2</sup> (35 psi a 120 psi).

Antes de iniciar a construção da camada de concreto asfáltico, a superfície subjacente deve estar limpa e pintada ou imprimada. Sendo decorridos mais de sete dias entre a execução da imprimação e a do revestimento, ou no caso de ter havido trânsito sobre a superfície imprimada, ou, ainda ter sido a imprimação recoberta com areia, pó-de-pedra, deve ser feita uma pintura de ligação.

Não poderá ser executado o revestimento asfáltico em dias chuvosos, ou com temperatura abaixo de 10°C. Também não é permitido o lançamento de massa asfáltica com temperatura inferior a 140°C.

A CONTRATADA deverá apresentar o projeto da mistura asfáltica e especificar a metodologia e normas técnicas adotadas na elaboração da mesma. (DNER-ES 385/99).

O pagamento deverá ser precedido de sondagens com sonda rotativa a cada 100 m em que o grau de compactação não deverá ser inferior a 98% da densidade de projeto e espessuras de acordo com o especificado em projeto.

**O revestimento asfáltico deverá ser executado com espessura final de 0,05 m na pista de rolamento.**

A contratada deverá apresentar Laudo Técnico de Controle Tecnológico e dos resultados dos ensaios realizados em cada etapa dos serviços, conforme normativa do DNIT.

## 10.5 SINALIZAÇÃO VERTICAL

A sinalização vertical, tem como objetivo melhorar a condução, regulamentação e disciplinamento dos movimentos de tráfegos envolvidos, garantindo melhor fluidez, segurança e conforto, não só ao usuário da estrada como também para o usuário do sistema viário local, incluindo os pedestres e ciclistas.

A sinalização vertical contém:

- placas de advertência;
- placas de regulamentação;

As placas deverão ser confeccionadas em chapas metálicas zincadas conforme as indicações constantes na NBR-11.904. As mesmas deverão ser revestidas com películas refletivas tipo I-A, e letras, números, setas e tarjas com a película do mesmo tipo (I-A). Para as letras, números, setas e tarjas da cor preta, usar a película do tipo IV-B. As películas deverão atender as prescrições da NBR-14.644.

Quanto ao posicionamento das placas em relação a via, elas deveram estar posicionada do lado direito da via e fazendo um ângulo entre 93º a 95º em relação ao fluxo do tráfego, para as placas posicionadas sobre pórticos e semi-pórticos, devem estar inclinadas para cima em um ângulo de 3º a 5º, quando não for possível a utilização destes ângulos se utilizará o ângulo de 90º, ou seja, perpendicular a via.

Os suportes deverão ter diâmetro mínimo de  $d=2,5''$ , espessura de 2,65 mm, altura de acordo com o projeto e fixados em sapata de concreto 15 Mpa com diâmetro de 25 cm e com 30 cm de profundidade. Os mesmos deverão atender as especificações da NBR-14.890.

A execução da Sinalização Vertical deverá atender as prescrições da norma DNIT 101/2009 – ES.

## 10.6 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

Sinalização rodoviária horizontal é o conjunto de marcas, símbolos e legendas aplicados sobre o revestimento da pista de uma rodovia, de acordo com um projeto desenvolvido para propiciar condições de segurança e de conforto ao usuário da rodovia.

Materiais utilizados:

- Tintas: Tinta a base de resina acrílica para sinalização horizontal de rodovias e vias urbanas. A tinta deverá atender as especificações da NBR 11.862.
- Microesferas de Vidro Retro-refletivas: as microesferas retro-refletivas a serem utilizadas poderá sr de dois tipos: Tipo IB (Premix) ou Tipo IIB (Dropon).

A pintura das faixas horizontais sobre o pavimento será feita com tinta acrílica especial para demarcação viária e de acordo com as especificações da norma DNIT 100/2018 – ES e NBR's. O serviço de pintura das faixas e sinalização horizontal será realizado através de recursos próprios da Prefeitura Municipal de Maracajá.

## 10.7 SINALIZAÇÃO DE OBRA

A sinalização de obra visa a segurança do usuário e do colaboradores da executora, sendo constituída por sinalização horizontal, vertical, bem como dispositivos de sinalização e segurança que serão constituídas por placas, tapumes, cones de borracha ou plásticos, dispositivos de luz intermitente e bandeiras.

Os custos relacionados a sinalização da obra serão de responsabilidade da Contratada.

## 10.8 LIMPEZA E ENTREGA DA OBRA

Ao término dos serviços, será feita a limpeza total da obra devendo ser removido todo o entulho ou detritos ainda existentes e entregue em perfeitas condições de funcionamento.

## **ANEXO 1**

Planilha Orçamentária, Cronograma físico-financeiro, Pesquisas de Mercado,  
Composições de Custos, BDI e Memorial de cálculo de quantitativos de serviços

## ANEXO 2

### Estudo Geotécnico



## **ANEXO 3**

### **Anotação de Responsabilidade Técnica**