

# **PROJETO DE INFRAESTRUTURA**

## **ESTRADA DA GARÇA**

### **BOM DESPACHO/MG**

**MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO EXECUTIVO DE  
GEOMETRIA, TERRAPLENAGEM, PAVIMENTAÇÃO,  
SINALIZAÇÃO E DRENAGEM**

**ELABORAÇÃO**



Consórcio Pitágoras

**REALIZAÇÃO**



**JUNHO / 2022**



**PROJETO DE INFRAESTRUTURA VIÁRIA DA ESTRADA DA GARÇA EM BOM  
DESPACHO/MG**

**Resumo:**

Este arquivo contém o Memorial Descritivo, Memória de Cálculo e Lista de Desenhos do projeto executivo de infraestrutura da Estrada da Garça em Bom Despacho/MG.

00	06/2022	A	PARA APROVAÇÃO	IFT	LGR	JGO	JGO
REV	DATA	TIPO	DESCRIÇÃO	POR	VERIFICADO	AUTORIZADO	APROVADO
EMISSÕES							
TIPOS		A-PARA APROVAÇÃO B-REVISÃO		C-ORIGINAL D-CÓPIA			

**Empresa Contratada:**

**CONSÓRCIO PITÁGORAS**

Rua Desembargador Jorge Fontana, nº 80, salar 1303 e 1304, Edifício Belvedere Plaza, Bairro Belvedere

30320-670 – Belo Horizonte – MG

Tel.: (31) 3347-4405 // (31) 3347-7079



**Responsáveis Técnicos:**

Juliana Gonçalves Oliveira - Engenheira Civil – CREA 239.787/D

**VOLUME:**

**PROJETO EXECUTIVO DE GEOMETRIA, TERRAPLENAGEM, PAVIMENTAÇÃO  
DRENAGEM E SINALIZAÇÃO**

**Referência:**

JUNHO/2022



## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>6</b>
1.1	EQUIPE TÉCNICA .....	6
<b>2</b>	<b>LISTA DE DESENHOS.....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>PROJETO GEOMÉTRICO .....</b>	<b>8</b>
4.1	DEFINIÇÕES BÁSICAS .....	8
4.2	CARACTERÍSTICAS PLANIMÉTRICAS .....	9
4.3	CARACTERÍSTICAS ALTIMÉTRICAS .....	9
4.4	SEÇÃO TIPO .....	10
4.5	COORDENADAS DO EIXO .....	11
<b>5</b>	<b>PROJETO DE TERRAPLENAGEM .....</b>	<b>16</b>
5.1	DEFINIÇÃO BÁSICAS .....	16
5.2	RESULTADOS – PLANILHAS DE CÁLCULO .....	18
5.3	CÁLCULO DOS VOLUMES DE TERRAPLENAGEM .....	18
5.4	CONDIÇÕES GERAIS .....	18
5.5	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS .....	19
5.5.1	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS PARA ATERROS .....	19
5.5.2	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS PARA CORTES .....	20
5.6	DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS .....	21
<b>6</b>	<b>PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO .....</b>	<b>22</b>
6.1	DIMENSIONAMENTO .....	22
6.1.1	ESPESSURA DO PAVIMENTO .....	25
6.2	ESPECIFICAÇÕES BÁSICAS DE MATERIAIS E SERVIÇOS E OCORRÊNCIA DE MATERIAIS / INSTALAÇÕES .....	26
6.2.1	REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO .....	26
6.2.2	SUB-BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE .....	29
6.2.3	BASE ESTABILIZADO GRANULOMETRICAMENTE .....	33
6.3	IMPRIMAÇÃO E PINTURA DE LIGAÇÃO .....	37
6.3.1	DEFINIÇÃO .....	37
6.3.2	EQUIPAMENTOS .....	37
6.3.3	MATERIAIS .....	38
6.3.4	EXECUÇÃO .....	39
6.3.5	CONTROLE TECNOLÓGICO .....	40
6.4	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE .....	41
6.4.1	DEFINIÇÃO .....	41
6.4.2	EQUIPAMENTOS .....	41
6.4.3	MATERIAIS .....	42





6.4.4	CONCLUSÃO PAVIMENTAÇÃO .....	48
<b>7</b>	<b><i>DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE – DMT</i></b> .....	<b>49</b>
7.1	ESTUDO DE OCORRÊNCIA DE MATERIAIS GRANULARES .....	49
7.2	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE.....	50
7.3	BOTA FORA .....	50
<b>8</b>	<b><i>PROJETO DE DRENAGEM</i></b> .....	<b>51</b>
8.1	INTENSIDADE DA CHUVA DE PROJETO (I) .....	51
8.1.1	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (TC) .....	52
8.1.2	TEMPO DE RECORRÊNCIA.....	53
8.1.3	DIMENSIONAMENTO – MÉTODO RACIONAL.....	53
8.2	DISPOSITIVOS ADOTADOS E DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO .....	55
8.2.1	SARJETA PARA PASSAGEM DE VEÍCULOS – SPV .....	55
8.2.2	DISSIPADOR DE ENERGIA PARA DESCIDA D'ÁGUA E BOCAS DE BUEIRO .....	56
8.2.3	REDE TUBULAR DE CONCRETO - RTC.....	57
8.2.4	ALA DE REDE TUBULAR.....	60
8.2.5	BERÇO E DENTE PARA ASSENTAMENTO DE BUEIRO – BDB – Padrão DEER/MG .....	62
8.2.6	CAIXA COLETORA DE SARJETA EM CONCRETO - CCC.....	63
8.2.7	GRELHA DE CONCRETO PARA CAIXA COLETORA – GCC .....	64
8.2.8	MEIO FIO DE CONCRETO – MFC 03.....	65
8.2.9	SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO – STC 07.....	66
8.3	INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES.....	67
<b>9</b>	<b><i>PROJETO DE SINALIZAÇÃO</i></b> .....	<b>67</b>
9.1	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL .....	67
9.1.1	LINHA SIMPLES CONTINUA – LFO-1 .....	68
9.1.2	LINHA DE FLUXOS OPOSTOS – LFO-2.....	68
9.1.3	LINHA SIMPLES CONTÍNUA – LMS-1 .....	69
9.1.4	LINHA SIMPLES SECCIONADA – LMS-2.....	70
9.1.5	LINHA DE BORDO – LBO .....	71
9.1.6	LINHA DE CONTINUIDADE – LCO.....	72
9.1.7	LINHA DE CANALIZAÇÃO – LCA .....	73
9.1.8	ZEBRADO DE PREENCHIMENTO DA ÁREA DE PAVIMENTO NÃO UTILIZADO .....	74
9.1.9	LINHA DE RETENÇÃO – LRE .....	75
9.1.10	TACHA.....	76
9.1.11	LEGENDAS .....	76
9.1.12	SETAS INDICATIVAS DE POSICIONAMENTO NA PISTA PARA A EXECUÇÃO DE MOVIMENTOS - (PEM).....	77
9.2	SINALIZAÇÃO VERTICAL .....	78
<b>10</b>	<b><i>CONCLUSÃO</i></b> .....	<b>80</b>
<b>11</b>	<b><i>RESPONSABILIDADE TÉCNICA</i></b> .....	<b>80</b>

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Características Planimétricas.....	9
Tabela 2 - Características Altimétricas.....	9
Tabela 3 - Coordenadas do Eixo – Rua Vinte e Um .....	11
Tabela 4 – Quadro de Volumes .....	18
Tabela 5 – Tabela Coeficiente de Equivalência Estrutural. Fonte: DNIT.....	23
Tabela 6 – Dados do Pavimento .....	25
Tabela 7 - Faixas granulométricas para material de enchimento (Filler) .....	44
Tabela 8 - Intensidade de Precipitação .....	52
Tabela 9 – Bacia de Contribuição .....	54
Tabela 10 – Comprimento útil sarjeta .....	54
Tabela 11 – Ala de rede tubular.....	60

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Seção Tipo Geométrico .....	10
<b>Figura 2 – Seção Típica .....</b>	<b>25</b>
Figura 3 – Detalhamento da Seção Tipo Pavimentação .....	25
Figura 4 - Parâmetros da Equação IDF .....	52
Figura 5 – Sarjeta para passagem de veículos - SPV .....	55
Figura 6 - Dissipador de Energia para Descida D'água e Bocas de Bueiro .....	56
Figura 7 – Rede Tubular de Concreto - RTC padrão DEER.....	59
Figura 8 - Ala de Rede Tubular .....	61
Figura 9 – Berço e Dente para Assentamento de Bueiro – padrão DEER/MG.....	62
<b>Figura 10 - Caixa Coletora de Sarjeta em Concreto – CCC.....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 11 – Grelha de Concreto para Caixa Coletora – GCC .....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 12 – Meio fio de concreto – MFC 03.....</b>	<b>65</b>
Figura 13 – Sarjeta Triangular de concreto – STC 07 .....	66
Figura 14 – Linha Simples Continua – LFO 1 .....	68
Figura 15 – Linha Fluxos Opostos – LFO-2 .....	69
<b>Figura 16 – Linha de Contínua LMS 01 .....</b>	<b>70</b>

---



Figura 17 – Linha de Bordo - LBO .....	72
Figura 18 – Linha de Continuidade – LCO .....	72
Figura 19 – Linha de Canalização – LCA .....	73
Figura 20 –Linha de Retenção – LRE .....	75

## **1 APRESENTAÇÃO**

### **1.1 EQUIPE TÉCNICA**

O Consorcio Pitágoras apresenta a seguir a equipe técnica envolvida no presente trabalho:

*Quadro 1.1 – Equipe Técnica*

<b>EQUIPE TÉCNICA:</b>	Luciene Gonçalves Rosa (Engenheira de Agrimensura) João Pedro Andrade Veriano (Auxiliar de Engenharia) Gislaine Machado Tadim de Castro (Técnica Estradas) Thales Antônio Camilo da Silva Oliveira (Engenheiro Junior) Igor Felipe Timoteo Dos Santos (Cadista) Renata Moreira dos Santos (Engenheira Ambiental e Sanitarista)
----------------------------	---



## 2 LISTA DE DESENHOS

Quadro 2.1 – Lista de Desenhos

Nº DESENHO	TÍTULO
PRJ-EXE-GEO-PBC-EDG-0101-REV00	FOLHA 01/05 A 03/05: PLANTA GERAL / PERFIL LONGITUDINAL / SEÇÃO TIPO / QUADRO DE CURVAS FOLHA 04/05: PLANTA GERAL / PERFIL LONGITUDINAL / SEÇÃO TIPO / QUADRO DE CURVAS FOLHA 05/05: PLANTA GERAL / PERFIL LONGITUDINAL / SEÇÃO TIPO
PRJ-EXE-TER- PBC - EDG -0101-REV00	FOLHAS 01/07 A 06/07: SEÇÕES TRANSVERSAIS / SEÇÃO TIPO FOLHA 07/07: SEÇÕES TRANSVERSAIS / SEÇÃO TIPO / QUADRO DE VOLUMES
PRJ-EXE-DRE- PBC - EDG -0101-REV00	FOLHAS 01/06 A 03/06: PLANTA GERAL / QUADRO DE INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO FOLHA 04/06: PLANTA GERAL / QUADRO DE INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO / DISPOSITIVOS TIPO FOLHA: 05/06 A 06/06: DETALHES TIPO
PRJ-EXE-PAV- PBC - EDG -0101-REV00	FOLHA 01/05 A 05/05: PLANTA GERAL / DETALHAMENTO DE SEÇÃO TIPO / SEÇÃO TIPO
PRJ-EXE-SIN- PBC - EDG -0101-REV00	FOLHA 01/05 A 02/05: PLANTA GERAL FOLHA 03/05: PLANTA GERAL / LISTAGEM DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL FOLHA 04/05: QUANTITATIVO DE SINALIZAÇÃO VERTICAL / QUANTITATIVO DE TACHAS / ESQUEMA DE INSTALAÇÃO DE PLACAS FOLHA 05/05: INSCRIÇÕES NO PAVIMENTO / LEGENDA DE PARE / SETAS INDICATIVAS DE MOVIMENTO

### **3 INTRODUÇÃO**

Este memorial tem a finalidade de descrever os elementos e processos de execução da infraestrutura viária da Estrada da Garça em Bom Despacho/MG. Tem como finalidade especificar os requisitos necessários para execução da estrutura viária projetada.

### **4 PROJETO GEOMÉTRICO**

O Projeto Geométrico foi elaborado visando a definição de um traçado que se adequasse melhor a topografia local com base nos dados do levantamento topográfico, para a implantação do projeto de infraestrutura da Estrada da Garça, detalhando-se planialtimetricamente o seu alinhamento e determinando-se a configuração geométrica da seção transversal do sistema viário em cada estaca.

#### **4.1 DEFINIÇÕES BÁSICAS**

**Bordo Total / Plataforma** - Parte da via compreendida entre os limites externos dos passeios ou entre os pés de corte e cristas de aterro, incluindo os dispositivos de drenagem pluvial

**Pista de Rolamento** – Local da via destinado ao tráfego de veículos.

**Greide** – Perfil do eixo de rotação da pista referido à superfície acabada do pavimento é chamado de greide de pavimentação. Quando o perfil do eixo de rotação for referido à plataforma terraplenada, é especificado como greide de terraplenagem.

**Rampa** – Porcentagem de inclinação obtida a partir do comprimento em relação ao desnível do terreno.

**Perfil** – Linha que representa de forma contínua a situação altimétrica de um alinhamento sobre uma superfície plana.





## 4.2 CARACTERÍSTICAS PLANIMÉTRICAS

A confecção do projeto consistiu na elaboração dos dados do levantamento topográfico e lançamento no software Civil 3D. A partir do levantamento foram criados eixos planimétricos com estacas de 20 em 20m contendo a indicação de pontos notáveis das curvas horizontais. Abaixo características planimétricas.

VIAS	Estaca Inicial	Estaca Final	Comprimento (m)	Largura da Pista de Rolamento (m)	Raio Mínimo (m)	Raio Máximo (m)
ESTRADA DA GARÇA	Est 0+0,00	Est 154+13,30	3.093,30	14,00	30,00	250,00

Tabela 1 - Características Planimétricas

## 4.3 CARACTERÍSTICAS ALTIMÉTRICAS

Visando uma geometria confortável e dentro dos parâmetros dos manuais citados neste memorial, os resultados referentes à altimetria da Estrada da Garça:

VIAS	Estaca Inicial	Estaca Final	Comprimento (m)	Rampa Mínima (%)	Rampa Máxima (%)
ESTRADA DA GARÇA	Est 0+0,00	Est 154+13,30	3.093,30	0,50%	2,71%

Tabela 2 - Características Altimétricas

## 4.4 SEÇÃO TIPO

As seções-tipo foram definidas para oferecer uma melhor acomodação do usuário em uma largura confortável para faixa de rolamento e uma inclinação transversal ideal para escoamento da água pluvial para os dispositivos de drenagem superficial.

As plataformas da via foram projetadas com as seguintes larguras:

- **Bordo Total:** 17,20;
- **Drenagem Lado Direito:** 0,60m;
- **Drenagem Lado Esquerdo:** 0,60m;
- **Pista de Rolamento:** 14,00m;
- **Canteiro Central:** 2,00m;

A figura a seguir apresentada, exemplifica as seções tipo utilizadas.

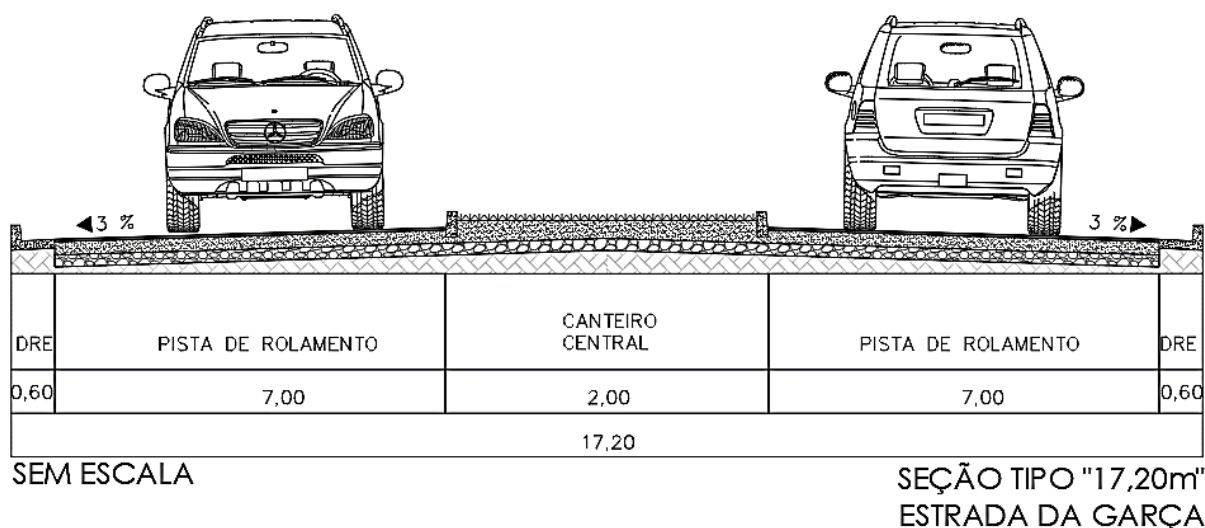


Figura 1 - Seção Tipo Geométrico



## 4.5 COORDENADAS DO EIXO

Tabela 3 - Coordenadas do Eixo – Rua Vinte e Um

COORDENADAS DO EIXO		
Estrada da Garça		
ESTACA	COORDENADAS	COORDENADAS
	N(Y) (m)	E(X) (m)
0+0,00	7.816.854,5489	469.797,4026
1+0,00	7.816.849,1540	469.778,1440
2+0,00	7.816.843,7592	469.758,8853
3+0,00	7.816.838,3644	469.739,6267
4+0,00	7.816.832,9695	469.720,3680
5+0,00	7.816.827,5747	469.701,1094
5+13,562 PC	7.816.823,9163	469.688,0496
6+0,00	7.816.822,8557	469.681,7126
6+6,320 PT	7.816.823,1507	469.675,4111
7+0,00	7.816.825,2238	469.661,8892
8+0,00	7.816.828,2547	469.642,1201
9+0,00	7.816.831,2855	469.622,3511
10+0,00	7.816.834,3164	469.602,5821
11+0,00	7.816.837,3472	469.582,8131
12+0,00	7.816.840,3780	469.563,0441
13+0,00	7.816.843,4089	469.543,2751
14+0,00	7.816.846,4397	469.523,5060
15+0,00	7.816.849,4706	469.503,7370
16+0,00	7.816.852,5014	469.483,9680
17+0,00	7.816.855,5322	469.464,1990
18+0,00	7.816.858,5631	469.444,4300
19+0,00	7.816.861,5939	469.424,6610
20+0,00	7.816.864,6248	469.404,8919
21+0,00	7.816.867,6556	469.385,1229
22+0,00	7.816.870,6864	469.365,3539
23+0,00	7.816.873,7173	469.345,5849



## Prefeitura Municipal de Bom Despacho - MG

### PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

24+0,00	7.816.876,7481	469.325,8159
25+0,00	7.816.879,7790	469.306,0469
26+0,00	7.816.882,8098	469.286,2778
27+0,00	7.816.885,8406	469.266,5088
28+0,00	7.816.888,8715	469.246,7398
29+0,00	7.816.891,9023	469.226,9708
30+0,00	7.816.894,9332	469.207,2018
31+0,00	7.816.897,9640	469.187,4328
32+0,00	7.816.900,9949	469.167,6637
33+0,00	7.816.904,0257	469.147,8947
34+0,00	7.816.907,0565	469.128,1257
35+0,00	7.816.910,0874	469.108,3567
36+0,00	7.816.913,1182	469.088,5877
37+0,00	7.816.916,1491	469.068,8187
38+0,00	7.816.919,1799	469.049,0496
39+0,00	7.816.922,2107	469.029,2806
40+0,00	7.816.925,2416	469.009,5116
41+0,00	7.816.928,2724	468.989,7426
42+0,00	7.816.931,3033	468.969,9736
42+15,020 PC	7.816.933,5795	468.955,1266
43+0,00	7.816.934,4157	468.950,2180
44+0,00	7.816.939,3986	468.930,8640
45+0,00	7.816.946,9103	468.912,3442
46+0,00	7.816.956,8172	468.894,9873
46+4,329 PT	7.816.959,2605	468.891,4141
47+0,00	7.816.968,2917	468.878,6070
48+0,00	7.816.979,8175	468.862,2621
49+0,00	7.816.991,3434	468.845,9172
50+0,00	7.817.002,8692	468.829,5723
51+0,00	7.817.014,3950	468.813,2275
52+0,00	7.817.025,9209	468.796,8826
53+0,00	7.817.037,4467	468.780,5377





## Prefeitura Municipal de Bom Despacho - MG

### PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

54+0,00	7.817.048,9726	468.764,1928
55+0,00	7.817.060,4984	468.747,8479
56+0,00	7.817.072,0242	468.731,5031
57+0,00	7.817.083,5501	468.715,1582
58+0,00	7.817.095,0759	468.698,8133
59+0,00	7.817.106,6018	468.682,4684
60+0,00	7.817.118,1276	468.666,1236
61+0,00	7.817.129,6534	468.649,7787
62+0,00	7.817.141,1793	468.633,4338
63+0,00	7.817.152,7051	468.617,0889
64+0,00	7.817.164,2310	468.600,7441
65+0,00	7.817.175,7568	468.584,3992
66+0,00	7.817.187,2826	468.568,0543
67+0,00	7.817.198,8085	468.551,7094
68+0,00	7.817.210,3343	468.535,3645
69+0,00	7.817.221,8602	468.519,0197
70+0,00	7.817.233,3860	468.502,6748
71+0,00	7.817.244,9118	468.486,3299
72+0,00	7.817.256,4377	468.469,9850
73+0,00	7.817.267,9635	468.453,6402
74+0,00	7.817.279,4894	468.437,2953
75+0,00	7.817.291,0152	468.420,9504
76+0,00	7.817.302,5410	468.404,6055
77+0,00	7.817.314,0669	468.388,2606
78+0,00	7.817.325,5927	468.371,9158
79+0,00	7.817.337,1186	468.355,5709
80+0,00	7.817.348,6444	468.339,2260
81+0,00	7.817.360,1702	468.322,8811
82+0,00	7.817.371,6961	468.306,5363
83+0,00	7.817.383,2219	468.290,1914
84+0,00	7.817.394,7478	468.273,8465
85+0,00	7.817.406,2736	468.257,5016





## Prefeitura Municipal de Bom Despacho - MG

### PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

86+0,00	7.817.417,7994	468.241,1568
87+0,00	7.817.429,3253	468.224,8119
88+0,00	7.817.440,8511	468.208,4670
89+0,00	7.817.452,3770	468.192,1221
90+0,00	7.817.463,9028	468.175,7772
91+0,00	7.817.475,4286	468.159,4324
92+0,00	7.817.486,9545	468.143,0875
93+0,00	7.817.498,4803	468.126,7426
94+0,00	7.817.510,0062	468.110,3977
95+0,00	7.817.521,5320	468.094,0529
96+0,00	7.817.533,0578	468.077,7080
97+0,00	7.817.544,5837	468.061,3631
98+0,00	7.817.556,1095	468.045,0182
99+0,00	7.817.567,6354	468.028,6734
99+0,930 PC	7.817.568,1711	468.027,9137
100+0,00	7.817.578,5564	468.011,9246
101+0,00	7.817.588,1055	467.994,3576
102+0,00	7.817.596,2203	467.976,0836
103+0,00	7.817.602,8487	467.957,2196
104+0,00	7.817.607,9484	467.937,8862
104+16,095 PT	7.817.610,9197	467.922,0711
105+0,00	7.817.611,5169	467.918,2116
106+0,00	7.817.614,5753	467.898,4469
107+0,00	7.817.617,6338	467.878,6821
108+0,00	7.817.620,6922	467.858,9173
109+0,00	7.817.623,7506	467.839,1526
110+0,00	7.817.626,8091	467.819,3878
111+0,00	7.817.629,8675	467.799,6230
112+0,00	7.817.632,9259	467.779,8583
113+0,00	7.817.635,9844	467.760,0935
114+0,00	7.817.639,0428	467.740,3287
115+0,00	7.817.642,1012	467.720,5640





## Prefeitura Municipal de Bom Despacho - MG

### PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

116+0,00	7.817.645,1597	467.700,7992
117+0,00	7.817.648,2181	467.681,0344
118+0,00	7.817.651,2765	467.661,2697
119+0,00	7.817.654,3350	467.641,5049
120+0,00	7.817.657,3934	467.621,7401
121+0,00	7.817.660,4518	467.601,9754
122+0,00	7.817.663,5103	467.582,2106
123+0,00	7.817.666,5687	467.562,4458
124+0,00	7.817.669,6271	467.542,6811
125+0,00	7.817.672,6856	467.522,9163
126+0,00	7.817.675,7440	467.503,1515
127+0,00	7.817.678,8024	467.483,3868
128+0,00	7.817.681,8609	467.463,6220
129+0,00	7.817.684,9193	467.443,8572
130+0,00	7.817.687,9777	467.424,0925
131+0,00	7.817.691,0362	467.404,3277
132+0,00	7.817.694,0946	467.384,5629
133+0,00	7.817.697,1530	467.364,7982
134+0,00	7.817.700,2115	467.345,0334
135+0,00	7.817.703,2699	467.325,2686
136+0,00	7.817.706,3283	467.305,5039
137+0,00	7.817.709,3868	467.285,7391
138+0,00	7.817.712,4452	467.265,9743
139+0,00	7.817.715,5036	467.246,2096
140+0,00	7.817.718,5621	467.226,4448
141+0,00	7.817.721,6205	467.206,6800
142+0,00	7.817.724,6789	467.186,9153
143+0,00	7.817.727,7374	467.167,1505
144+0,00	7.817.730,7958	467.147,3857
145+0,00	7.817.733,8542	467.127,6210
146+0,00	7.817.736,9127	467.107,8562
147+0,00	7.817.739,9711	467.088,0914





## Prefeitura Municipal de Bom Despacho - MG

### PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

148+0,00	7.817.743,0295	467.068,3267
149+0,00	7.817.746,0880	467.048,5619
150+0,00	7.817.749,1464	467.028,7971
151+0,00	7.817.752,2048	467.009,0324
152+0,00	7.817.755,2633	466.989,2676
153+0,00	7.817.758,3217	466.969,5028
154+0,00	7.817.761,3801	466.949,7381
154+13,293	7.817.763,4129	466.936,6015

## 5 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

O Projeto de Terraplenagem foi elaborado após definição do alinhamento horizontal e vertical a partir do projeto geométrico para o cálculo de movimentação de terra, e com os elementos fornecidos pelos estudos topográficos. O projeto consiste:

- Cálculo dos Volumes de cortes e aterros;
- Análise visando a classificação dos materiais a serem escavados e sua quantificação;
- Cálculo das DMT's, objetivando minimizar as distâncias de transporte em função do equipamento;

Para sua elaboração foram utilizadas as normas em questão:

- Norma DNIT-108/2009-ES – Terraplenagem - Aterros.
- Norma DNIT-106/2009-ES – Terraplenagem – Cortes
- Norma DNIT-104/2009-ES – Serviços Preliminares

### 5.1 DEFINIÇÃO BÁSICAS

**Cortes** – Movimentação através de escavação manual ou mecanizada de terra ou rocha que compõe o terreno natural, ao longo do eixo e nos off-sets.

**Aterros** – Áreas implantadas através do depósito de materiais que podem ser advindos de cortes e/ou empréstimos, no interior dos limites das seções de projeto(off-sets).





**Talude:** Superfície inclinada do terreno natural de um corte ou aterro.

**Material de 1ª Categoria** – Solos escavados facilmente, sem necessidade de equipamentos com grande potência de corte.

**Material de 2ª Categoria** – Abrangem solos cujo corte combina processos de baixa e média potência, podendo até usar pequena quantidade de explosivos. São solos com resistência ao desmonte mecânico inferior ao da rocha mãe inalterada, incluindo também matacões.

**Material de 3ª Categoria** – Material cujo corte se dá através do uso de equipamentos de alta potência e combinação de explosivos, oferecendo resistência ao desmonte mecânico similar a rocha mãe inalterada.

**Bota Fora** – Material de escavação dos cortes que não poderá ser aproveitado, por fatores de qualidade do material ou econômicos, sendo depositado fora da plataforma de execução do projeto.

**Corpo do Aterro** – Parte do aterro que se encontra até 0,60m abaixo da cota do greide de terraplenagem e está sobre o terreno natural.

**Camada Final** – Após análise técnica e econômica das condições locais, seleciona-se material para acabamento do aterro que tem 60cm de espessura e está situada sobre o corpo do aterro ou sobre terreno restante de corte.

**Compactação** – Processo manual ou mecânico, com objetivo de reduzir o volume de vazios de um solo fazendo com que sua massa específica aumente, assim como sua resistência estável considerando uma umidade ótima determinada através de ensaios de laboratório.

A geometria dos taludes foi definida visando uma maior estabilidade. Foram adotados:

**Taludes de corte:** 1:1 (H/V)

**Taludes de aterro:** 1,5/1 (H/V)

Os segmentos com presença de material de 3ª categoria serão escavados com as mesmas inclinações tendo em vista que o material de 3ª categorias apresenta de forma heterogênea.



## 5.2 RESULTADOS – PLANILHAS DE CÁLCULO

O cálculo dos volumes de terraplenagem foi também realizado por meio do software Auto Cad Civil 3D. As planilhas de cubação indicam as áreas de corte e aterro das seções da via, bem como os volumes parciais e acumulados dos materiais escavados e dos aterros.

O resumo dos volumes de terraplenagem para via deste projeto está anexo as plantas do projeto de terraplenagem, segue tabela com o resultado total da movimentação de terra do bairro Alto do Açude:

Descrição	Volume-Corte(m³)	Volume-Aterro(m³)
ESTRADA DA GARÇA	49277,98	1357,47

Tabela 4 – Quadro de Volumes

## 5.3 CÁLCULO DOS VOLUMES DE TERRAPLENAGEM

O cálculo dos volumes de terraplenagem foi realizado por meio de Civil 3D. seguindo a topografia atual, sendo assim podem ocorrer variações de acordo com a adequação do projeto em campo. Conforme acordado com a prefeitura, as planilhas de cubação indicam as áreas de corte e aterro das seções do terrapleno, bem como os volumes parciais e acumulados dos materiais escavados e dos aterros.

## 5.4 CONDIÇÕES GERAIS

- I. Antes de iniciar a execução de cortes e aterros, deve-se realizar o desmatamento e destocamento, deixando em condições adequadas para implantação.
- II. As caixas de empréstimo que foram retiradas do corte e serão utilizadas no aterro deverão estar preparadas em termos de desmatamento, destocamento e remoção de entulho, dando condições de serem utilizadas.
- III. Devem ser feitas as marcações de eixo, off-sets e referências de nível. A operação do desmatamento e destocamento deve ser conferida e, caso necessário, revistas, já que devem apresentar coerência com o terreno e com o projeto geométrico.
- IV. As fontes de água ou equipamentos fornecedores de água devem estar preparados, garantindo as condições necessárias no processo de compactação dos aterros.

- V. Os locais definidos como bota-fora dos materiais advindos do corte devem estar preparados para receber a deposição do material.
- VI. Os caminhos de serviço devem estar preparados e concluídos para atender a demanda das operações.

## **5.5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS**

### **5.5.1 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS PARA ATERROS**

Os materiais utilizados na execução do aterro devem ser selecionados através da análise do Estudo Geotécnico realizado previamente. Classificam-se como 1ª, 2ª ou 3ª categoria, e devem atender aos requisitos abaixo:

- a. Não deve existir matéria orgânica, micáceas e diatomáceas. Não devem ser constituídos de turfas ou argilas orgânicas.
- b. Para corpo de aterro, apresentar ISC (Índice de Suporte Califórnia ou CBR)  $\geq$  2% e expansão menor ou igual a 5%, sendo determinadas através do ensaio de Índice de Suporte Califórnia (Norma DNIT 172/2016). O grau de compactação será 95% do Proctor normal.
- c. Para camada final do aterro, deve-se respeitar a exigência de ISC  $\geq$  2%, considerando os recursos técnico-econômicos e analisando materiais e alternativas incluindo pelo menos uma com material de ISC  $\geq$  6%. Serão compactados com grau de compactação de mínimo 98% do Proctor normal
- d. Caso a região tenha predominância de material de 3ª categoria e falta de material de 1ª e / ou 2ª categoria, o mesmo poderá ser utilizado respeitando as condições previamente estabelecidas.

Para dar início a execução do aterro, devem obedecer à programação de obras encontrada na norma DNIT 104/2009.

- a. Na construção do corpo do aterro serão feitas descarga, espalhamento em camadas, homogeneização, umedecimento e aeração e compactação do material até a cota correspondente ao greide de terraplenagem;
- b. O lançamento do material será feito em camadas sucessivas em toda largura da seção transversal e em extensões quer espeitem a necessidade de umedecimento

e compactação. Para corpos de aterro, a espessura mínima é de 0,30m e nas camadas finais não deve ultrapassar 0,20m.

- c. As camadas do solo serão compactadas respeitando as condições previamente estabelecidas pelo ensaio de compactação do solo (Ensaio de Compactação – Norma DNIT 164/2013), sendo aceita variação na umidade ótima demais ou menos 3% e grau de compactação de 95%. Caso o trecho não atinja as condições estabelecidas de compactação, deverá ser escarificado e recolocado na condição ideal.
- d. A inclinação do talude de aterro é de 3:2 conforme visto no Projeto de Terraplenagem. Deverá ser controlada através de esquadros e gabaritos apropriados.

### **5.5.2 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS PARA CORTES**

Compreende o processo de execução dos cortes como a escavação do terreno natural, que pode ser composto por diferentes tipos de solo, alteração de rochas, rochas e associações.

- a. A escavação deve respeitar o previsto nas notas de serviço elaboradas de acordo com o Projeto de Terraplenagem;
- b. O material escavado será destinado ao aterro apenas se atender as condições pré-estabelecidas de classificação e caracterização do solo. Caso contrário, será destinado a área de bota-fora;

Após alcançar o nível da plataforma de cortes, deve-se fazer as seguintes observações:

- I. Se houver presença de rocha são em de composição, o greide será rebaixado em 0,40m e preenchido com material inerte;
- II. Se houver solo com expansão > 2% e baixa capacidade de suporte (ISC), fazendo a remoção da camada em pelo menos 0,60m e substituindo por material de melhor qualidade;
- III. Nos cortes em solo, as condições do solo “insitu” deverão ser verificadas (considera-se os 0,60m superiores, equivalente a camada final do aterro) caso não atinja as condições mínimas necessárias, o material será escarificado, homogeneizado, levado à umidade ótima e compactado novamente;

- IV. Após o corte, o talude deve apresentar inclinação de 1:1 de acordo com o projeto de terraplenagem. Nas operações de escavação, devem ser tomados cuidados para manter os taludes na inclinação correta.

## **5.6 DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS**

Para compensar as perdas no transporte diferenças entre a densidade “insitu” e a densidade do maciço compactado e os excessos de largura os volumes dos aterros foram calculados sem homogeneização.

As distâncias de transporte foram calculadas com base na posição dos centros de gravidade dos maciços tomando-se a distância real definida pelas condições geométricas do perfil.

O destino dos materiais escavados foi escolhido sempre que possível de modo a permitir o transporte no sentido descendente das rampas ou no sentido ascendente das rampas em concordância com o terreno.

Para isto, foi usada a seguinte nomenclatura:

- Cortes: são segmentos de rodovia cuja implantação requer escavação do material constituinte do terreno natural, ao longo do eixo e/ou no interior dos limites das seções do projeto (offsets) que definem o corpo Estradal ou rua. Eles foram em material de 1ª, 2ª e 3ª categoria;
- Aterros: Quando as características geotécnicas dos materiais apresentarem  $ISC > 2\%$  e  $expansão < 5\%$ , poderão ser utilizados, no corpo de aterro. O grau de compactação será 95% do Proctor normal;
- Acabamento de terraplenagem: Os últimos 0,60m dos aterros, serão compactados com grau de compactação de mínimo 98% do Proctor normal, em camadas de 0,20m, utilizando material com  $ISC > ISC$  projeto e/ou  $expansão < 2\%$ ;
- Empréstimos: são escavações destinadas a prover ou complementar o volume necessário à constituição dos aterros, seja por insuficiência do volume dos cortes, seja por motivo de ordem tecnológica de seleção de materiais ou razões de ordem econômica;
- Recomendações Construtivas

Os materiais excedentes dos cortes, foram destinados à bota-foras, que se localizarão em locais definidos. Os bota-foras deverão ser compactados, conformados e protegidos com vegetação.

---

## **6 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO**

A determinação da espessura dos pavimentos construídos em pedra sempre foi uma questão essencialmente prática. A experiência em cada região, com suas características de solos e clima é que permite, de pois de mais de uma centena de anos em emprego sistemático desses pavimentos, que se estabeleça relações empíricas entre o tráfego, o tipo de solo do subleito e a espessura total do pavimento.

O projeto aqui apresentado fora elaborado de acordo com as recomendações do Manual de Pavimentação do DNIT (2006), da Instrução de Serviço IS-211 (Projeto de Pavimentos Flexíveis) contida no Manual de Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários do DNIT (2006).

### **6.1 DIMENSIONAMENTO**

O pavimento é dimensionado em função da estimativa de tráfego, utilizado nos métodos de dimensionamento empregados (Número "N" de repetições do eixo simples padrão de rodas duplas de 8,2 t).

O número "N" equivalente de operações do eixo padrão de 8,2 t é um parâmetro que representa as solicitações das cargas sobre o pavimento durante um determinado período de projeto. Para o dimensionamento do pavimento considerou-se uma utilização de 10 anos.

O valor utilizado de N traz um tráfego característico de ruas que não prevê o tráfego fluentes de ônibus, mas podendo existir, ocasionalmente a passagem de caminhões ou ônibus em número não superior a 20 por dia na faixa de tráfego mais solicitada, caracterizado por um número "N" típico de 105 solicitações do eixo simples padrão (80 KN) para o período de projeto conforme mencionado acima de 10 anos.

De acordo com o "Método de Dimensionamento MT-01.15", a espessura de cada camada do pavimento, é calculada em função do tráfego e do ISC do subleito, considerando: A espessura total do pavimento ( $H_x$ ), por meio do ábaco abaixo em função do N e de ISC ou CBR da camada ser protegida por ele. Para o dimensionamento das camadas, utilizaremos o método do DNER, conforme manual do DNIT.



## Prefeitura Municipal de Bom Despacho - MG

### PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

Os materiais empregados nas camadas devem atender os requisitos mínimos exigidos na Norma, como:

Os materiais do subleito devem apresentar uma expansão, medida no ensaio CBR menor ou igual a 2% e um  $CBR \geq 2\%$ .

O CBR para subleitos deverá ser maior ou igual a 2 %, sendo que no caso de valores inferiores a esses, deverá ser administrado reforço do subleito com matéria com ISC maior que 2%.

Vamos utilizar a tabela abaixo para definição do coeficiente de equivalência estrutural:

*Tabela 5 – Tabela Coeficiente de Equivalência Estrutural. Fonte: DNIT*

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

Sendo assim:

- Base ou Revestimento de Concreto Betuminoso: Kr: 2,00
- Base e Sub-base de solo granular – Kb e Ks respectivamente = 1,0.
- Subleito: ISC = 8%
- Sub-base:  $ISC \geq 20\%$
- Base:  $ISC \geq 80\%$

A Utilizando o ábaco de dimensionamento, temos:





$$R \times KR + B \times KB > H20$$

$$4 \times 2 + B \times 1 > 20$$

$$B > 20-8$$

$$B > 12$$

$$B = 15 \text{ cm}$$

Portanto, iremos adotar o valor de **20 cm para a base.**

$$R \times KR + B \times KB + h20 \times KS > Hm$$

$$4 \times 2 + 20 \times 1 + h20 \times 1 > 38$$

$$h20 > 38-28$$

$$h20 > 10$$

Portanto, iremos adotar o valor de **20 cm para a sub-base.**



## 6.1.1 ESPESSURA DO PAVIMENTO

Tabela 6 – Dados do Pavimento

Segmento	Entre Estacas		Base de Brita Corrida (Cm)	Sub-base de Brita Corrida (Cm)	CBUQ Faixa C (Cm)
ESTRADA DA GARÇA	Est 0+0,00	Est 154+13,29	20,00	20,00	10,00

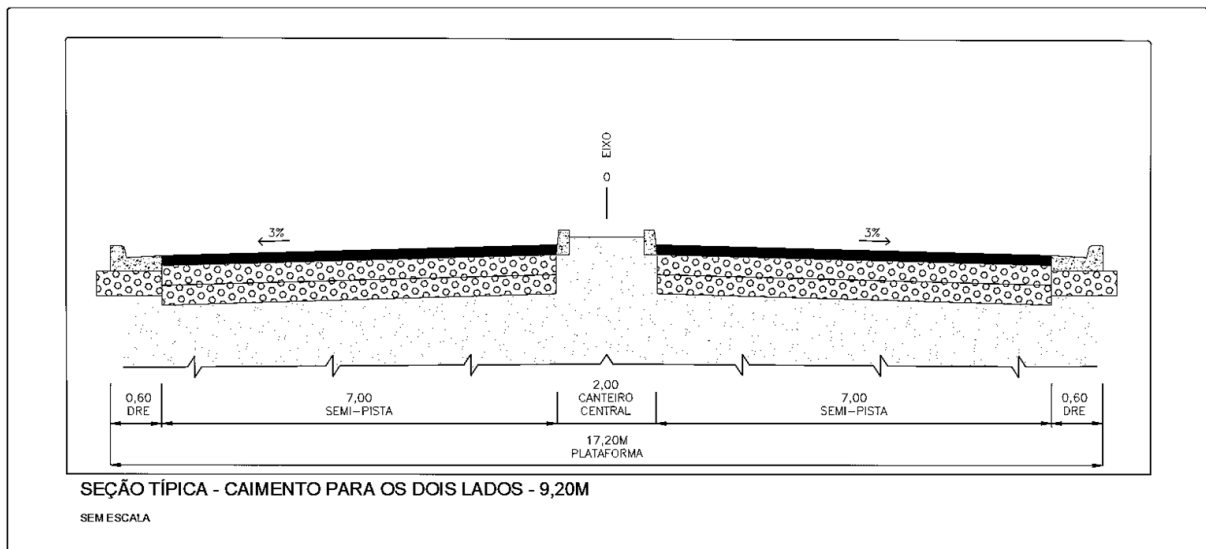


Figura 2 – Seção Típica

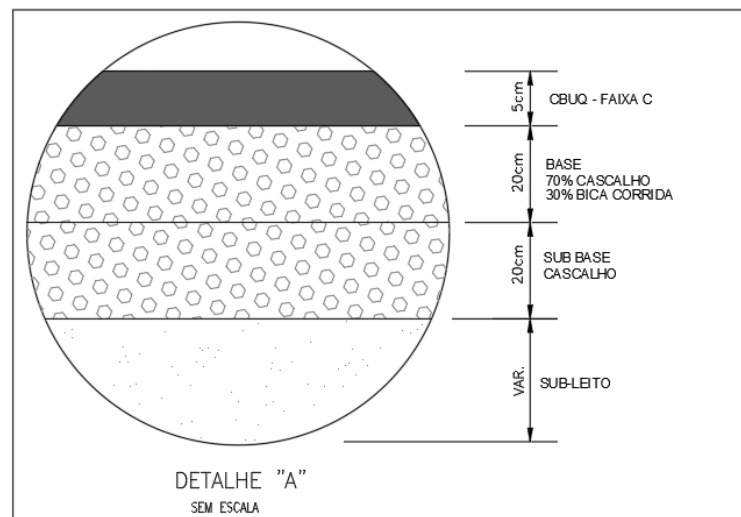


Figura 3 – Detalhamento da Seção Tipo Pavimentação



---

## **6.2 ESPECIFICAÇÕES BÁSICAS DE MATERIAIS E SERVIÇOS E OCORRÊNCIA DE MATERIAIS / INSTALAÇÕES**

Sintetizam-se a seguir as especificações básicas de materiais e serviços a serem empregadas na execução dos pavimentos, bem como a localização das ocorrências de materiais/instalações indicadas.

### **6.2.1 REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO**

#### **6.2.1.1 Objetivo**

Regularizar 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 até 20 cm de espessura.

#### **6.2.1.2 Definição**

A regularização resume-se a corrigir algumas falhas da superfície terraplenada, pois, no final da terraplenagem, a superfície já deve apresentar bom acabamento. As operações devem compreender até 20 cm de espessura, onde o que exceder esta altura será considerado como terraplenagem.

A CONTRATADA, em todos os casos (implantação de via e/ou recuperação de via existente), deverá realizar ensaios de suporte tipo Califórnia e de Grau de Compactação da regularização, onde o resultado deverá ser igual ou maior que 100%.

#### **6.2.1.3 Equipamentos Necessários**

Para a execução da regularização, poderão ser utilizados os seguintes equipamentos:

- Motoniveladora pesada, com escarificador;
- Carro-tanque distribuidor de água;
- Rolos compactadores dos tipos pé-de-carneiro, liso vibratório e pneumático;
- Grade de discos, arados de discos e tratores de pneus;
- Pulvi-misturador

- Placas vibratórias, sapos mecânicos ou rolos compactadores de pequeno porte para a compactação;
- Ferramentas manuais para a regularização, aeração e/ou umedecimento do material.

#### **6.2.1.4 Materiais**

Os materiais empregados na regularização do subleito serão os do próprio subleito. No caso de substituição ou adição de material, este deverá ser proveniente de ocorrências indicadas no projeto ou em laboratório (ensaios) no caso de restauração de pavimento existente, devendo satisfazer as seguintes exigências:

- Ter um diâmetro máximo de partícula igual ou inferior a 76 mm;
- Ter um índice de suporte Califórnia, determinado com a energia de compactação do método DNIT 172/2016-ME igual ou superior ao do material empregado no dimensionamento do pavimento, como representativo do trecho em causa;
- Ter expansão inferior a 2 %;
- Eventual adição e homogeneização de cimento ou cal, em um percentual máximo de 3%, para se elevar o Índice de Suporte Califórnia. O ISC para subleitos em pavimentos urbanos deverá ser maior ou igual a 4 %, sendo que no caso de valores inferiores a esses, deverá ser administrado reforço do subleito com matéria com ISC maior que 4% ou adição de cal ou cimento conforme especificado.

#### **6.2.1.5 Execução**

A regularização do subleito deverá ser executada de acordo com os perfis transversais e longitudinais indicados no projeto e a compactação será realizada com o equipamento apropriado. Toda a vegetação e material orgânico, porventura existentes no leito da via, serão removidos previamente. Após a execução de cortes ou aterros, operações necessárias para atingir o greide de projeto, será realizado uma escarificação geral na profundidade de 20 cm, seguida de pulverização, umedecimento ou aeração, compactação e acabamento.

A regularização deve ser executada prévia e isoladamente da construção de outra camada do pavimento. (DNIT 137/2010-ES). Não será permitida a execução dos serviços em dias de chuva. (DNIT 137/2010-ES). É responsabilidade da CONTRATADA a proteção dos serviços e materiais contra a ação destrutiva das águas pluviais, do tráfego e de outros agentes que

possam danificá-los. (DNIT 137/2010-ES). No caso de cortes em rocha ou de material inservível para subleito, deverá ser executado o rebaixamento na profundidade estabelecida em projeto e substituição desse material. O grau de compactação deverá ser, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio DNIT 164/2013-ME e o teor de umidade deverá ser a umidade ótima do ensaio citado  $\pm 2$  %. Quando se tratar de serviços de recomposição de valas de drenagem ou de execução de remendos em pavimentos já existentes, será admitido o uso de equipamentos de menor porte para a compactação do subleito, desde que a área da vala ou do remendo a ser trabalhado não permita o uso dos equipamentos usuais, a critério da FISCALIZAÇÃO. As camadas devem apresentar uma espessura máxima de 10 cm e as valas devem ser reaterradas em comprimentos, por segmento, de no máximo 10 m. Deverá também apresentar o grau de compactação, no mínimo, 100 % em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio DNIT 164/2013-ME e o teor de umidade deverá ser a ótima do ensaio citado  $\pm 2$  %. Esta especificação aplica-se também a situações em que não há possibilidade do emprego de equipamentos convencionais, em razão dos locais de acentuada declividade, espaços exíguos para operação dos mesmos e ainda pequenas áreas a serem trabalhadas, como os entornos de poços de visita, caixas de boca-de-lobo e outros eventuais obstáculos à operação de equipamento pesado.

#### **6.2.1.6 Controle Tecnológico**

##### **Ensaaios**

- Determinação de massa específica aparente, “in situ”, com espaçamento máximo de 100 m na pista, nos pontos onde forem coletadas as amostras para os ensaios de compactação.
- No mínimo uma determinação do teor de umidade a cada 100 m ou em mais pontos, a critério da FISCALIZAÇÃO, imediatamente antes da operação de compactação.
- Ensaaios de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria, usando-se, respectivamente, os métodos DNER-ME 122/94, DNER-ME 082/94 e DNER-ME 051/94), com espaçamento máximo de 250 m de pista;
- Um ensaio do Índice de Suporte Califórnia, com a energia de compactação do método DNIT 172- 2016-ME – Solos – Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas, com espaçamento máximo de 500 m de pista ou cinco ensaios por via de menor extensão;

- Um ensaio de compactação, segundo o método DNIT 164/2013-ME – Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas e DNER-ME 162/94 – Solos – Ensaio de compactação utilizando amostras trabalhadas (Proctor Normal), para determinação da massa específica aparente seca máxima, com espaçamento máximo de 100 m de pista, com amostras coletadas em pontos obedecendo sempre a ordem: bordo direito, eixo, bordo esquerdo, eixo, bordo direito etc., a 60 cm do bordo ou a 30 cm do meio-fio, ou em mais pontos a critério da FISCALIZAÇÃO para vias de menor extensão;
- O número de ensaios de compactação poderá ser reduzido, desde que se verifique a homogeneidade do material, ficando a critério da FISCALIZAÇÃO. A amostragem (conjunto de ensaios para a determinação do valor estatístico) deverá ser feita na mesma frente de trabalho e não em frentes de trabalho separadas.

#### **6.2.1.7 Critérios de Medição e Aceitação**

Os serviços considerados conformes devem ser medidos de acordo com as seguintes disposições gerais:

- a) a regularização do subleito deve ser medida em metros quadrados, considerando a área efetivamente executada. Não devem ser motivos de medição em separado: mão-de-obra, materiais, transporte, equipamentos e encargos, devendo os mesmos ser incluídos na composição do preço unitário;
- b) no cálculo da área de regularização devem ser consideradas as larguras médias da plataforma obtidas no controle geométrico;
- c) não devem ser considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto;
- d) nenhuma medição deve ser processada se a ela não estiver anexado um relatório de controle da qualidade, contendo os resultados dos ensaios e determinações devidamente interpretados, caracterizando a qualidade do serviço executado

### **6.2.2 SUB-BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE**

#### **6.2.2.1 Objetivo**

Complementar à base e com as mesmas funções desta, executada sobre o subleito ou reforço do subleito, devidamente compactado e regularizado.



#### **6.2.2.2 Definição**

Sub-base é a camada complementar à base, quando, por circunstâncias técnicas e econômicas, não for aconselhável construir a base diretamente sobre a regularização ou reforço do subleito.

#### **6.2.2.3 Equipamentos**

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para execução de sub-bases:

- Motoniveladora pesada com escarificador;
- Carro tanque distribuidor de água;
- Rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, liso vibratório e pneumático, rebocados ou autopropulsores;
- Grade de disco;
- Pá carregadeira;
- Pulvi-misturador.

Além destes, poderão ser usados outros equipamentos, desde que aceitos pela FISCALIZAÇÃO.

#### **6.2.2.4 Materiais**

Os materiais a serem empregados devem apresentar índice de suporte Califórnia igual ou superior a 40 % e expansão máxima de 1 %, determinados segundo o método DNIT 172-2016-ME e com a energia de compactação correspondente ao método do DNIT 164-2013-ME ou correspondente ao ensaio T-180-57 da AASHTO (Proctor Modificado), conforme indicação do projeto.

O índice de grupo deverá ser igual a zero. O agregado retido na peneira nº 10 deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, isento de matéria vegetal ou outras substâncias prejudiciais. O diâmetro máximo dos elementos da sub-base deverá ser, no máximo, igual a 5 cm (2”), devendo-se reduzir este diâmetro, sempre que possível.

---

**Brita bica corrida (BC)**

Entende-se por brita de bica corrida, o produto total de britagem do britador primário ou secundário, o qual não é objeto de peneiramento e classificação, sendo transportado diretamente para estocagem ou aplicação em pista. São normalmente empregadas em vias de tráfego médio e baixo. Para os fins da presente especificação, não se exige que o material esteja isento de contaminação por solos residuais, sendo até mesmo desejável que haja frações argilosas presentes, de modo a proporcionar-lhe certa plasticidade (IP da ordem de 4%)

**6.2.2.5 Execução**

Compreende as operações de espalhamento, pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento dos materiais importados, realizadas na pista devidamente preparada na largura desejada, nas quantidades que permitam após a compactação, atingir a espessura constante do projeto. Quando houver necessidade de se executar camadas de sub-base com espessura final superior a 20 cm, elas deverão ser subdivididas em camadas parciais, sempre com espessura máxima de 20 cm e mínima de 10 cm, após a compactação. O grau de compactação deverá ser conforme determinação do projeto:

- No mínimo 100 % em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio DNIT 164/2013-ME ou;
- No mínimo 100 % em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio T-180- 57 da AASHTO (Proctor Modificado). A determinação do desvio máximo de umidade admissível será estabelecida pelo projeto ou pela FISCALIZAÇÃO, em função das características do material a ser empregado.

**6.2.2.6 Controle Tecnológico**

Determinações da massa específica aparente, “in situ”, com espaçamento máximo de 100 m na pista ou em mais pontos a critério da FISCALIZAÇÃO, nos pontos onde forem coletadas as amostras para os ensaios de compactação, a profundidade do furo será igual à espessura da camada compactada; Uma determinação do teor de umidade no mínimo a cada 100 m ou em mais pontos a critério da FISCALIZAÇÃO, imediatamente antes da compactação, com peso mínimo da amostra de 500 g; Ensaio de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria, usando-se, respectivamente, os métodos DNER-ME 122/94,



DNER-ME 082/94 e DNER-ME 051/94), com espaçamento máximo de 150 m de pista, sendo as amostras coletadas do material espalhado na pista, imediatamente antes da compactação da camada;

Um ensaio do Índice de Suporte Califórnia, de acordo com o método DNIT 172-2016-ME, com a energia de compactação dos métodos DNIT 164/2013-ME e DNER-ME 162/94 ou com energia de compactação do método T-180-57 da AASHTO, com espaçamento máximo de 300 m de pista. Para o caso de solos lateríticos, o material deve ser moldado logo após a coleta da amostra, sem alteração da umidade da pista ou cinco ensaios por via de menor extensão; Um ensaio de compactação segundo o método DNIT 164/2013-ME ou segundo T-180- 57 da AASHTO (Proctor Modificado), para determinação da massa específica aparente seca máxima, com espaçamento máximo de 100 m de pista, com amostras coletadas em pontos, obedecendo sempre a ordem: bordo direito, eixo, bordo esquerdo, eixo, bordo direito etc., a 60 cm do bordo ou a 30 cm do meio-fio.

As amostras devem ser coletadas do material espalhado na pista, imediatamente antes da compactação da camada ou em mais pontos a critério da fiscalização para vias de pouca extensão; Uma determinação do equivalente de areia, com espaçamento de 100 m no caso de materiais não lateríticos, com índice de plasticidade maior do que 6 % e limite de liquidez maior do que 25 %. O número de ensaios de caracterização física e mecânica poderá ser reduzido, desde que se verifique a homogeneidade do material, a critério da FISCALIZAÇÃO. A amostragem deve sempre ser recolhida numa camada constituída de materiais da mesma ocorrência (jazida).

#### **6.2.2.7 Controle Geométrico**

Após a execução da sub-base, será realizada a relocação e o nivelamento do eixo e dos bordos, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- + 10 cm, para cada lado, quanto à largura de projeto;
- Até 20 % em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;

Serão utilizados pelo menos 9 valores de espessuras individuais X, obtidas por nivelamento do eixo de 20 em 20 m, antes e depois das operações de espalhamento e compactação.



Existindo meios-fios, o nivelamento será feito no eixo e junto aos meios-fios. Não se tolerará nenhum valor individual de espessura fora do intervalo de  $\pm 2$  cm, em relação à espessura do projeto. No caso de se aceitar, dentro das tolerâncias estabelecidas, uma camada de sub-base com espessura média inferior à do projeto, a diferença será acrescida à camada de base. No caso de aceitação de camada da sub-base dentro das tolerâncias, com espessura média superior à do projeto, a diferença não será deduzida da espessura do projeto referente a camada de base

#### **6.2.2.8 Critérios de Medição e Aceitação**

A sub-base será medida em metros cúbicos, considerando o volume efetivamente executado. Devem ser consideradas as larguras e espessuras médias da camada obtidas no controle geométrico

### **6.2.3 BASE ESTABILIZADO GRANULOMETRICAMENTE**

#### **6.2.3.1 Objetivo**

Camada de pavimentação destinada a resistir aos esforços verticais oriundos dos veículos, distribuindo os adequadamente à camada subjacente, executada sobre a sub-base, subleito ou reforço do subleito devidamente regularizado e compactado

#### **6.2.3.2 Definição**

Base é a camada destinada a resistir aos esforços verticais oriundos do tráfego e distribuí-los, e consiste na utilização de materiais ou misturas, que ofereçam, após umedecimento e compactação, boas condições de estabilidade.

#### **6.2.3.3 Equipamentos Necessários**

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para execução da base:

- Motoniveladora pesada, com escarificador;
- Carro tanque distribuidor de água;
- Rolos compactadores tipos pé-de-carneiro, liso vibratório e pneumático;

- Grade de discos;
- Pulvi-misturador. Sendo inviável o uso de equipamento convencional, poderão ser utilizados os seguintes: placas vibratórias, sapos mecânicos ou rolos compactadores de pequeno porte para a compactação;
- Pá carregadeira;
- Arado de disco;
- Central de mistura
- Rolo vibratório portátil ou sapo mecânico;

#### **6.2.3.4 Materiais**

Entende-se por brita de bica corrida, o produto total oriundo do britador primário ou secundário, o qual não é objeto de peneiramento e classificação, sendo transportado diretamente para estocagem ou aplicação em pista. São normalmente empregadas em vias de tráfego médio e baixo. Para os fins da presente especificação, não se exige que o material esteja isento de contaminação por solos residuais, sendo até mesmo desejável que haja frações argilosas presentes, de modo a proporcionar-lhe certa plasticidade (IP da ordem de 4 %).

#### **Parâmetros de Controle**

O Índice de Suporte Califórnia (ISC) deverá obedecer aos seguintes valores, relacionados ao número N de operações do eixo padrão de 8,2 t, para o período de projeto:

- $ISC \geq 60 \%$  para  $N \leq 5 \times 10^6$ ;
- $ISC \geq 80 \%$  para  $N > 5 \times 10^6$ .

Os valores mínimos do ISC devem ser verificados dentro de uma faixa de variação de umidade, a qual será fixada pelo projeto e pelas especificações particulares.

- $LL$  (limite de liquidez)  $\leq 40 \%$ ;
- $IP$  (índice de plasticidade)  $\leq 15 \%$

O agregado retido na peneira de 2 mm deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, isento de matéria vegetal ou outra substância prejudicial e apresentando valores de abrasão “Los Angeles” menores ou iguais a 65



%. Os materiais devem satisfazer a uma das seguintes faixas granulométricas, em porcentagem de peso.

#### **6.2.3.5 Execução**

Compreende as operações de espalhamento, pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento dos materiais importados, realizadas na pista devidamente preparada na largura desejada, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura constante do projeto.

Quando houver necessidade de se executar camadas de base com espessura final superior a 20 cm, elas deverão ser subdivididas em camadas parciais, sempre com espessura máxima de 20 cm e mínima de 10 cm, após a compactação. O grau de compactação deverá ser conforme determinação do projeto:

- No mínimo 100 % em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio DNIT 164/2013-ME. No mínimo 100 % em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio T-180-57 da AASHTO (Proctor Modificado). A determinação do desvio máximo de umidade admissível será estabelecida pelo projeto ou pela FISCALIZAÇÃO, em função das características do material a ser empregado.

#### **6.2.3.6 Controle Tecnológico**

##### **Ensaaios a serem procedidos**

Determinações da massa específica aparente, “in situ”, com espaçamento máximo de 100 m na pista ou em mais pontos a critério da FISCALIZAÇÃO, nos pontos onde forem coletadas as amostras para os ensaios de compactação, a profundidade do furo será igual à espessura da camada compactada; Uma determinação do teor de umidade no mínimo a cada 100 m ou em mais pontos a critério da FISCALIZAÇÃO, imediatamente antes da compactação, com peso mínimo da amostra de 500 g; Ensaaios de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria, usando-se, respectivamente, os métodos DNER-ME 122/94, DNER-ME 082/94 e DNER-ME 051/94), com espaçamento máximo de 150 m de pista, sendo as amostras coletadas do material espalhado na pista, imediatamente antes da compactação da camada;



Um ensaio do Índice de Suporte Califórnia, de acordo com o método DNIT 172-2016-ME, com a energia de compactação dos métodos DNIT 164/2013-ME e DNER-ME 162/94 ou com energia de compactação do método T-180-57 da AASHTO, com espaçamento máximo de 300 m de pista.

Para o caso de solos lateríticos, o material deve ser moldado logo após a coleta da amostra, sem alteração da umidade da pista ou cinco ensaios por via de menor extensão; Um ensaio de compactação segundo o método DNIT 164/2013-ME ou segundo T-180- 57 da AASHTO (Proctor Modificado), para determinação da massa específica aparente seca máxima, com espaçamento máximo de 100 m de pista, com amostras coletadas em pontos, obedecendo sempre a ordem: bordo direito, eixo, bordo esquerdo, eixo, bordo direito etc., a 60 cm do bordo ou a 30 cm do meio-fio.

As amostras devem ser coletadas do material espalhado na pista, imediatamente antes da compactação da camada ou em mais pontos a critério da fiscalização para vias de pouca extensão; Uma determinação do equivalente de areia, com espaçamento de 100 m no caso de materiais não lateríticos, com índice de plasticidade maior do que 6 % e limite de liquidez maior do que 25 %. O número de ensaios de caracterização física e mecânica poderá ser reduzido, desde que se verifique a homogeneidade do material, a critério da FISCALIZAÇÃO. A amostragem deve sempre ser recolhida numa camada constituída de materiais da mesma ocorrência (jazida).

#### **6.2.3.7 Controle geométrico**

Após a execução da base, será realizada a relocação e o nivelamento do eixo e dos bordos, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- + 10 cm, para cada lado, quanto à largura de projeto da plataforma;
- Até 20% em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;

Na determinação serão utilizados pelo menos 9 valores de espessuras individuais X, obtidas por nivelamento do eixo de 20 em 20 m antes e depois das operações de espalhamento e compactação. Existindo meios-fios, o nivelamento será feito no eixo e junto aos meios-fios. Não se tolerará nenhum valor individual de espessura fora do intervalo de  $\pm 2$  cm, em relação à espessura do projeto. No caso de se aceitar, dentro das tolerâncias estabelecidas, uma camada



de base com espessura média inferior à do projeto, o revestimento será aumentado de uma espessura estruturalmente equivalente a diferença encontrada.

No caso de aceitação de camada da base dentro das tolerâncias com espessura média superior à do projeto, a diferença não será deduzida da espessura do projeto da camada de revestimento.

#### **6.2.3.8 Critério de Medição e Aceitação**

A base deve ser medida em metros cúbicos, considerando o volume efetivamente executado. No cálculo dos volumes da base devem ser consideradas as larguras e espessuras médias da camada obtidas no controle geométrico.

### **6.3 IMPRIMAÇÃO E PINTURA DE LIGAÇÃO**

#### **6.3.1 DEFINIÇÃO**

##### **a) Imprimação**

Consiste na aplicação de uma camada de material asfáltico, com ligante de baixa viscosidade, sobre a superfície de uma base concluída, antes da execução de um revestimento betuminoso qualquer, objetivando o aumento da coesão na superfície da base, através da penetração do material asfáltico, promovendo uma impermeabilização da base e aderência entre a base e o revestimento.

##### **b) Pintura de ligação**

A pintura de ligação consiste na aplicação de uma camada de material asfáltico sobre a superfície de uma base ou de um pavimento, antes da execução de um revestimento betuminoso qualquer, objetivando promover a aderência entre este revestimento e a camada subjacente.

#### **6.3.2 EQUIPAMENTOS**

Para a varredura da superfície da base usam-se, de preferência, vassouras mecânicas rotativas, podendo, entretanto, ser manual esta operação, ou, a jato de ar comprimido.





A distribuição do ligante deverá ser efetuada por carros equipados com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento, que permitam a aplicação do material betuminoso em quantidade uniforme.

As barras de distribuição devem ser de tipo de circulação plena, com dispositivo que possibilite ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento do ligante.

Os carros distribuidores devem dispor de tacômetro, calibradores e termômetros, em locais de fácil observação e, ainda, de um espargidor manual para tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas.

O depósito de material betuminoso, quando necessário, deve ser equipado com dispositivo que permita o aquecimento adequado e uniforme do conteúdo do recipiente. O depósito deve ter uma capacidade tal, que possa armazenar a quantidade de material betuminoso a ser aplicado em, pelo menos, um dia de trabalho.

### **6.3.3 MATERIAIS**

Todos os materiais devem satisfazer às especificações em vigor conforme normatização DNIT.

#### **Imprimação**

Podem ser empregados asfaltos diluídos (tipo CM-30 e CM-70), escolhidos em função da textura do material de base. A taxa de aplicação é aquela que pode ser absorvida pela base em 48 horas, devendo ser determinada experimentalmente, no canteiro da obra. A taxa de aplicação varia de 0,8 a 1,6 l/m<sup>2</sup>, conforme o tipo e textura da base e do material betuminoso escolhido.

#### **Pintura de ligação**

Podem ser empregados os materiais betuminosos seguintes:

- Emulsões asfálticas, tipo RR-1C, RR-2C, RM-1C, RM-2C e RL-1C, diluídas com água na razão de 1:1;
- Asfalto diluído CR-70, exceto para bases absorventes ou betuminosas, com taxa de aplicação em torno de 0,5 l / m<sup>2</sup>.

---

### **6.3.4 EXECUÇÃO**

É competência da FISCALIZAÇÃO autorizar ou não a execução da pintura de ligação nos casos onde tenha havido trânsito sobre a superfície imprimada, ou, ainda, tenha sido a imprimação recoberta com areia, pó-de-pedra etc. Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado pela FISCALIZAÇÃO, devendo estar de acordo com esta especificação para ser dada a ordem para o início do serviço. Após a perfeita conformação geométrica da base, será realizada a varredura da sua superfície, de modo a eliminar o pó e o material solto existentes. Aplica-se, a seguir, o material betuminoso adequado, na quantidade certa e de maneira mais uniforme. O material betuminoso não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 10°C, ou em dias de chuva, ou ainda, quando esta estiver iminente. A temperatura de aplicação do material betuminoso deverá ser fixada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade. Deverá ser escolhida a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento. As faixas de viscosidades recomendadas para espalhamento são:

- Para asfaltos diluídos: de 20 a 60 segundos, Saybolt-Furol;
- Para emulsões asfálticas: de 25 a 100 segundos, Saybolt-Furol. Deve-se evitar a formação de poças de ligantes na superfície da base. Caso isto aconteça, o excesso de ligantes deve ser removido para não danificar o revestimento a ser colocado. A fim de evitar a superposição, ou excesso, nos pontos inicial e final das aplicações, devem-se colocar faixas de papel transversalmente na pista, de modo que o início e o término da aplicação do material betuminoso situem-se sobre essas faixas, as quais serão, a seguir, retiradas. Qualquer falha na aplicação do material betuminoso deve ser, imediatamente, corrigida. Quando da utilização de distribuidores manuais (canetas ou similar), a uniformidade dependerá essencialmente da experiência do operador da mangueira.

#### **6.3.4.1 Imprimação**

Deve-se imprimir a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la, sempre que possível, fechada ao trânsito. Quando isto não for possível, trabalhar-se-á em meia pista fazendo-se a imprimação da adjacente, assim que à primeira for permitida a abertura ao trânsito. O tempo de exposição da base imprimada ao trânsito será condicionado pelo comportamento da primeira, não devendo ultrapassar a 30 dias. Na ocasião da aplicação do material betuminoso,



a base deve se encontrar levemente úmida para o uso do CM-30 e para o CM-70 a superfície deve se encontrar seca.

#### **6.3.4.2 Pintura de Ligação**

Antes da aplicação do material betuminoso, no caso de bases de solo-cimento ou concreto magro, a superfície da base deve ser irrigada, a fim de saturar os vazios existentes, não se admitindo excesso de água sobre a superfície.

Quando o ligante betuminoso utilizado for emulsão asfáltica diluída, recomenda-se que a mistura (água – emulsão) seja preparada no mesmo turno de trabalho; deve-se evitar o estoque da mesma por prazo superior a 12 horas.

### **6.3.5 CONTROLE TECNOLÓGICO**

O material betuminoso deverá ser examinado em laboratório, obedecendo à metodologia indicada pelo DNIT, e considerado de acordo com as especificações em vigor.

#### **Ensaaios – Asfaltos Diluídos**

- 1 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para o carregamento a ser utilizado na obra;
- 1 ensaio do ponto de fulgor, para cada 100 t;
- 1 ensaio de destilação, para cada 100 t;
- 1 curva de viscosidade x temperatura, para cada 200 t.

#### **Ensaaios - Emulsões Asfálticas**

- 1 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para o carregamento a ser utilizado na obra;
- 1 ensaio de resíduo por evaporação, para o carregamento a ser utilizado na obra;
- 1 ensaio de peneiramento, para o carregamento a ser utilizado na obra;
- 1 ensaio de sedimentação, para cada 100 t.

#### **Controle de Temperatura**

A temperatura de aplicação deve ser estabelecida para o tipo de material betuminoso em uso.

#### **Controle da quantidade aplicada**







Será feito mediante a pesagem do carro distribuidor, antes e depois da aplicação do material betuminoso. Não sendo possível a realização do controle por esse método, admite-se que seja efetuado por um dos modos seguintes:

- Coloca-se, na pista, uma bandeja de peso e área conhecidos. Por uma simples pesada, após a passagem do carro distribuidor, tem-se a quantidade do material betuminoso usado;
- Utilização de uma régua de madeira, pintada e graduada, que possa dar, diretamente, pela diferença de altura do material betuminoso no tanque do carro distribuidor, antes e depois da operação, a quantidade de material consumido.

### **Controle de uniformidade de aplicação**

A uniformidade depende do equipamento empregado na distribuição. Ao se iniciar o serviço, deve ser realizada uma descarga de 15 a 30 segundos, para que se possa controlar a uniformidade de distribuição. Esta descarga poderá ser efetuada fora da pista, ou na própria pista, quando o carro distribuidor estiver dotado de uma calha colocada abaixo da barra distribuidora, para recolher o ligante betuminoso.

## **6.4 CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE**

### **6.4.1 DEFINIÇÃO**

Concreto betuminoso usinado a quente é o revestimento flexível resultante da mistura a quente, em usina apropriada, de agregado mineral graduado, material de enchimento (filler) e material betuminoso, espalhado e comprimido a quente sobre a superfície imprimada e/ou pintada.

### **6.4.2 EQUIPAMENTOS**

#### **Acabadora**

O equipamento para espalhamento e acabamento deverá ser constituído de pavimentadoras automotrizes, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento requeridos. As acabadoras deverão ser equipadas com parafusos sem fim, para colocar a mistura



exatamente nas faixas, e possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para a frente e para trás.

As acabadoras deverão ser equipadas com alisadores e dispositivos para aquecimento dos mesmos, à temperatura requerida, para colocação da mistura sem irregularidades

Equipamento para a compressão

O equipamento para compressão será constituído por rolo pneumático e rolo metálico liso, tipo Tandem, ou outro equipamento aprovado pela FISCALIZAÇÃO. Os rolos compressores, tipo Tandem, devem ter uma carga de 8 a 12 t. Os rolos pneumáticos auto-propulsores devem ser dotados de pneus que permitam a calibragem de 35 a 120 libras por polegada quadrada. O equipamento em operação deve ser suficiente para comprimir a mistura à densidade requerida, enquanto está se encontrar em condições de trabalhabilidade.

Caminhões para Transporte da Mistura

Os caminhões, tipos basculantes, para o transporte do concreto betuminoso, deverão ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico, ou solução de cal, de modo a evitar a aderência de mistura às chapas.

### **6.4.3 MATERIAIS**

Cimentos Asfálticos de Petróleo (CAP) são produtos básicos provenientes da destilação do petróleo bruto. São semissólidos à temperatura ambiente, de modo que exigem aquecimento para serem manuseados e aplicados. Exigem também o aquecimento dos agregados com os quais vão ser misturados. Apresentam propriedades aglutinantes e impermeabilizantes, possui características de flexibilidade, durabilidade e alta resistência à ação da maioria dos ácidos, sais e álcalis. Os cimentos asfálticos classificam-se de acordo com a sua consistência, que é medida pelo ensaio de penetração, nas seguintes categorias de resistência à penetração, de acordo com a Resolução nº 19 de 11/07/2005 da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis:

- CAP-30/45;
- CAP-50/70;
- CAP-85/100.



Podem ser modificados pela associação com polímeros para se obter maior durabilidade e redução da suscetibilidade térmica do produto. Comumente é necessário o emprego de “dope” para a correção da acidez do agregado e melhoria da adesividade do ligante ao agregado.

### **Agregado graúdo**

O agregado graúdo é constituído de pedra britada, escória britada, seixo rolado com pelo menos uma face britada, ou outro material indicado nas especificações complementares e previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO, e deve obedecer às seguintes condições:

- Ser predominantemente de rocha Gnaisse;
- Fragmentos duráveis, sãos, de superfície rugosa e forma angular;
- Inexistência de torrões de argila, matéria orgânica e substâncias nocivas;
- Abrasão “Los Angeles” inferior a 50 %;
- Ter boa adesividade com o asfalto utilizado, atendendo a norma DNER-ME 078/94;
- Quando submetido ao ensaio de durabilidade, com sulfato de sódio, não deve apresentar perda superior a 12 %, em 5 ciclos;
- Não ter, em excesso, pedras lamelares alongadas, a fim de não prejudicar a trabalhabilidade da mistura e a inalterabilidade da granulometria, limitando-se assim o índice de lamelaridade inferior a 35 %;
- Índice de forma superior a 0,5 (DNER-ME 086/94);
- No caso de emprego de escória, esta deve ter uma massa específica aparente igual ou superior a 1100 kg/m<sup>3</sup>.

### **Agregado miúdo**

O agregado miúdo pode ser constituído de areia, pó de pedra ou mistura de ambos. Suas partículas individuais deverão ser resistentes, apresentar moderada angulosidade, livres de torrões de argila e de substâncias nocivas. Deve apresentar equivalente de areia igual ou superior a 55 % (DNER-ME 054/97).

### **Material de enchimento (Filler)**



Quando da aplicação deve estar seco e isento de grumos, e deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, tais como cimento Portland, cal extinta, pós-calciários, cinza volante etc.; de acordo com a Norma DNER-EM 367/97.

<b>Peneira</b>	<b>Abertura, mm</b>	<b>Porcentagem mínima, passando</b>
nº 40	0,42	100
nº 80	0,18	95-100
nº 200	0,075	65-100

*Tabela 7 - Faixas granulométricas para material de enchimento (Filler)*

### **Melhorador de Adesividade**

Não havendo boa adesividade entre o ligante asfáltico e os agregados graúdos ou miúdos (DNER-ME 078/94 e DNER-ME 079/94), pode ser empregado melhorador de adesividade na quantidade fixada no projeto. A determinação da adesividade do ligante com o melhorador de adesividade é definida pelos seguintes ensaios:

- Métodos DNER-ME 078/94 e DNER 079/94, após submeter o ligante asfáltico contendo o dope ao ensaio RTFOT (ASTM – D 2872) ou ao ensaio ECA (ASTM D-1754);
- Método de ensaio para determinar a resistência de misturas asfálticas compactadas à degradação produzida pela umidade (AASHTO 283). Neste caso a razão da resistência à tração por compressão diametral estática antes e após a imersão deve ser superior a 0,7 (DNIT 136/2010-ME).

#### **6.4.3.1 EXECUÇÃO**

A temperatura de aplicação do cimento asfáltico deve ser determinada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade. A temperatura conveniente é aquela na qual o asfalto apresenta uma viscosidade, situada dentro da faixa de 75 a 150 segundos, Saybolt-Furol. Entretanto, não devem ser efetuadas misturas a temperaturas inferiores a 107 °C e nem superiores a 177 °C. Os agregados devem ser aquecidos a temperatura de 10 °C a 15 °C, acima



da temperatura do ligante betuminoso. Recomenda-se obedecer aos limites toleráveis de temperatura de compactação de 150 °C a 165 °C,  $\pm 5$  °C (ligante 50/70). Caso a temperatura não atenda essa faixa de trabalho, a mistura deverá ser descartada, em local adequado e com acompanhamento da FISCALIZAÇÃO.

O concreto betuminoso deverá ser transportado da usina ao ponto de aplicação, nos veículos basculantes e quando necessário, para que a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada, cada carregamento deverá ser coberto com lona ou material similar, para proteger a mistura com total segurança. As misturas de concreto betuminoso devem ser distribuídas somente através de máquinas acabadoras e quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 10 °C e com tempo não chuvoso. Caso ocorram irregularidades na superfície da camada, as mesmas deverão ser sanadas pela adição manual de concreto betuminoso, sendo esse espalhamento efetuado por meio de ancinhos e rodos metálicos. Imediatamente após a distribuição do concreto betuminoso, tem início a rolagem. Como norma geral, a temperatura de rolagem é a mais elevada que a mistura betuminosa possa suportar, sendo recomendável, aquela na qual o ligante apresenta uma viscosidade Saybolt-Furol, de  $140 \pm 15$  segundos, para o cimento asfáltico. Caso sejam empregados rolos de pneus, de pressão variável, inicia-se a rolagem com baixa pressão (60 lb/pol 2), aumenta-se em progressão aritmética, à medida que a mistura betuminosa suporte pressões mais elevadas. A pressão dos pneus deve variar a intervalos periódicos (60, 80, 100, 120 lb/pol 2), adequando um conveniente número de passadas, de forma a obter o grau de compactação especificado.

A compressão será iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista. Nas curvas, de acordo com a superelevação, a compressão deve começar sempre do ponto mais baixo para o mais alto. Cada passada do rolo deverá ser recoberta pela seguinte, de, pelo menos, a metade da largura anterior. Em qualquer caso, a operação de rolagem perdurará até o momento em que seja atingida a compactação especificada.

Durante a rolagem não serão permitidas mudanças de direção e inversões bruscas de marchas, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém compactado. As rodas do rolo deverão ser umedecidas adequadamente, de modo a evitar a aderência da mistura.

Os revestimentos recém acabados deverão ser mantidos sem trânsito, até o seu completo resfriamento. Quaisquer danos decorrentes da abertura ao trânsito sem a devida autorização prévia, aplicação incorreta, aplicação em tempo chuvoso ou qualquer situação da não autorização da aplicação pela FISCALIZAÇÃO, deverão ser removidos e refeitos.

---

**6.4.3.2 CONTROLE TECNOLÓGICO**

A operação da usina e, conseqüentemente, o fornecimento da massa produzida por quaisquer empresas, estará condicionado ao funcionamento concomitante de um laboratório de asfalto em área contígua à usina, de forma a garantir a obtenção de massa asfáltica uniforme e dentro das características definidas na dosagem. Para garantir que as características definidas da massa asfáltica, assim como sua qualidade, a FISCALIZAÇÃO poderá vistoriar o local de usinagem verificar:

- Se as pilhas de agregados estão corretamente formadas e bem separadas;
- Se o manuseio adequado dos agregados está sendo empregado;
- Se as comportas de alimentação e correias transportadoras estão corretamente calibradas;
- Indicações de combustão incorreta do combustível aquecedor;
- As peneiras quanto à desgastes, quebras, sobrecarga e operação vibratória;
- Se os silos quentes estão bem separados;
- O certificado de aferição da balança, sua limpeza e estado geral;
- A quantidade no recebimento do CAP que deve ficar em tanque aquecido e com isolamento térmico;
- O nível do traço acima dos eixos e abaixo das pontas das aletas;
- Se o suprimento de agregados frios está sendo rigorosamente controlados;
- Se os filtros estão funcionando corretamente e observar se está sendo utilizado anteparo para se evitar contato da chama diretamente com o CAP.

O preparo da mistura requisita o conhecimento prévio da dosagem que deverá ser submetida à aprovação da Prefeitura de Conceição do Mato Dentro. Quando houver alterações dos agregados constituintes da mistura, torna-se indispensável proceder a novas dosagens para aprovação a priori da PBH. Serão efetuadas medidas de temperatura da mistura, no momento do espalhamento e no início da rolagem, na pista. Em cada caminhão, antes da descarga, será feita, pelo menos, uma leitura da temperatura. As temperaturas devem satisfazer aos limites especificados anteriormente.

**Controle das Características Marshall da Mistura**

Dois ensaios Marshall, com três corpos-de-prova cada, devem ser realizados por dia de produção da mistura. Os valores de estabilidade e de fluência deverão satisfazer ao especificado



no item anterior. As amostras devem ser retiradas após a passagem da acabadora e antes da compressão.

### **Transporte e verificação das condições do ambiente para aplicação**

Para o transporte do CBUQ serão utilizados caminhões basculantes devendo estes estarem obrigatoriamente lonados para que não se tenha perda de temperatura, independentemente da distância em que o material será transportado. Os motoristas deverão se atentar para que os caminhos que apresentem irregularidades significativas sejam evitados, para que não ocorra problemas de segregação da mistura. Antes da aplicação, a FISCALIZAÇÃO deve verificar os controles de alinhamento e greide da pista assim como a instalação e a manutenção correta dos equipamentos de controle de tráfego. Deve também verificar as condições climáticas, onde não será permitida a aplicação do CBUQ com tempo chuvoso ou temperatura inferior a 10° C. Por fim, só será permitido a aplicação da camada de revestimento se a superfície a ser aplicada estiver sem contaminações de materiais e após a verificação dos equipamentos de aplicação.

### **Controle de compressão**

O controle de compressão da mistura betuminosa deverá ser feito, preferencialmente, medindo-se a densidade aparente de corpos-de-prova extraídos da mistura comprimida na pista, por meios de brocas rotativas.

Podem ser empregados outros métodos para determinação da densidade aparente na pista, desde que indicados no projeto.

Devem ser realizadas determinações em locais escolhidos aleatoriamente durante a jornada de trabalho, não sendo permitidos GC inferiores a 97 % da densidade de projeto. O controle de compressão poderá também ser feito, medindo-se as densidades aparentes dos corpos-de-prova extraídos da pista e comparando-as com as densidades aparentes de corpos-de-prova moldados no local, desde que autorizado pela FISCALIZAÇÃO. As amostras para moldagem destes corpos-de-prova deverão ser colhidas bem próximo do local, onde serão realizados os furos e antes de sua compressão. A relação entre estas duas densidades não deverão ser inferiores a 100 %.

Para a compactação, o equipamento deve estar seguindo as recomendações do fabricante de forma que para rolos, o peso normalmente indicado é de 15 t a 28 t com lastro de areia molhada. A compactação se inicia pela borda inferior e termina na borda superior, onde, o equipamento



deve estar sempre sendo lubrificado por óleo de origem vegetal ou material equivalente aprovado pela FISCALIZAÇÃO, não sendo permitido óleo diesel, devido a este ser nocivo à saúde.

### **Controle de Espessura**

Será medida a espessura por ocasião da extração dos corpos-de-prova na pista, ou pelo nivelamento, do eixo e dos bordos, antes e depois do espalhamento e compressão da mistura. Será admitida variação de  $\pm 10\%$  da espessura de projeto, para pontos isolados, e até  $+ 5\%$  de variação da espessura, em 10 medidas sucessivas, não se admitindo reduções.

### **Controle de acabamento da superfície e liberação da via**

Durante a execução, deverá ser feito o controle diariamente do acabamento da superfície de revestimento, com o auxílio de duas réguas, uma de 3 m e outra de 0,9 m, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da via, respectivamente. A variação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder a 0,5 cm, quando verificada com qualquer das réguas. Observar, constantemente, o acabamento do revestimento betuminoso na junção com a sarjeta, a fim de assegurar a impermeabilização desejada. Verificar também que não haja segregações na mistura lançada na pista. Para a liberação da via recapeada, deve-se, além do controle citado acima, inspecionar a textura da superfície de rolamento não apresente fissuras, furos, orifícios causados por pedras, dentre outros defeitos, exigindo da CONTRATADA que esta adote os procedimentos de limpeza da área.

## **6.4.4 CONCLUSÃO PAVIMENTAÇÃO**

O executor do projeto de pavimentação deverá procurar de maneira integral atender a todos os requisitos deste memorial descritivo em conjunto com as plantas de projeto, atender a todas as normas e regulamentos nele disposto para a execução das obras. Todo projeto e obra devem estar em conformidade com as ARTs e os demais documentos que servirão de parâmetros para execução das obras. Ajustes poderão ocorrer em campo quando da locação das camadas de pavimento e execução da obra.





---

## **7 DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE – DMT**

Foram efetuadas pesquisas de ocorrências de materiais granulares para emprego na camada de base e sub-base do pavimento.

Para o desenvolvimento dos cálculos de pavimentação do projeto em questão, foram adotados os seguintes DMT's:

### **7.1 ESTUDO DE OCORRÊNCIA DE MATERIAIS GRANULARES**

Para fornecimento de agregados graúdos para as obras de concreto e confecção das camadas de base e sub-base do pavimento, foi estudada a jazida abaixo:

- **EMPRESER Terraplenagem e Pavimentação**

Possui ampla experiência em soluções no segmento de terraplenagem e pavimentação. Com a posição de liderança na região e alto índice de confiabilidade.

A usina de asfalto está localizada na Av. Bandeirantes, 500 - Novo Dom Joaquim.

Telefone: (37) 3521-2640 / [contato@empreserltda.com.br](mailto:contato@empreserltda.com.br)

A distância média da usina de asfalto e o projeto foi de 5,6 Km.



---

## **7.2 CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE**

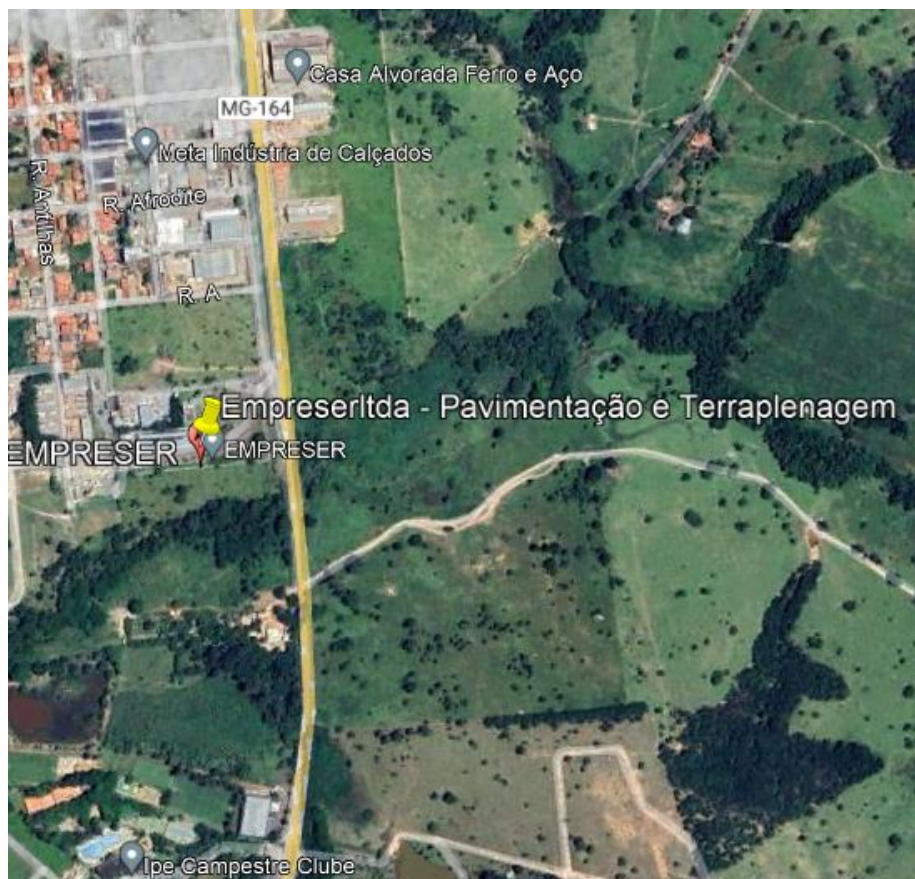
- **EMPRESER Terraplenagem e Pavimentação**

Possui ampla experiência em soluções no segmento de terraplenagem e pavimentação. Com a posição de liderança na região e alto índice de confiabilidade.

A usina de asfalto está localizada na Av. Bandeirantes, 500 - Novo Dom Joaquim.

Telefone: (37) 3521-2640 / contato@empreserltda.com.br

A distância média da usina de asfalto e o projeto foi de 5,6 Km.



## **7.3 BOTA FORA**

O material proveniente da terraplenagem das vias que não for utilizado para aterro será destinado a um local em um raio de 15km próximo ao local da execução da obra.

---

## **8 PROJETO DE DRENAGEM**

O sistema proposto prevê a instalação de Sarjeta para passagem de veículos, Dissipador de energia para descida d'água e bocas de bueiro, Rede tubular de concreto, Ala de rede tubular, Berço e dente para assentamento de bueiro, Caixa coletora de sarjeta em concreto, Grelha de concreto para caixa coletora, Meio fio de concreto, Sarjeta triangular de concreto, destinando as águas pluviais coletadas na via para um lançamento respeitando as condições do terreno natural. O sistema de drenagem é composto por:

- Sarjeta para passagem de veículos – SPV
- Dissipador de energia para descida d'água e bocas de bueiro
- Rede tubular de concreto – RTC
- Ala de rede tubular
- Berço e dente para assentamento de bueiro – BDB
- Caixa coletora de sarjeta em concreto – CCC
- Grelha de concreto para caixa coletora – GCC
- Meio fio de concreto – MFC 03
- Sarjeta triangular de concreto – STC 07

### **8.1 INTENSIDADE DA CHUVA DE PROJETO (I)**

Para a determinação da intensidade pluviométrica foi empregada a seguinte equação IDF:

*Equação 1-Equação IDF*

$$I = \frac{K \times T^{\alpha}}{(\tau + b)^c}$$

Onde:

- I é a estimativa da intensidade da chuva no local “i” associada ao período de retorno “T” (mm/h);
- K, a, b e c são parâmetros ajustados com base nos dados pluviométricos da localidade (horas);

- T é a duração da precipitação em minutos;
- T é período de retorno, em anos.

Parâmetros da Equação

K:	10246,18
a:	0,186
b:	53,003
c:	1,146

Figura 4 - Parâmetros da Equação IDF


INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO													
<p>Estado: MINAS GERAIS</p> <p>Cidade: BOM DESPACHO</p> <p>Latitude: 19°44'11" Longitude: 45°15'08"</p>  <p>PIÚVIO 2.1 (ANEEL)</p>	<p>Parâmetros da Equação</p> <table> <tr> <td>K:</td><td>1730,407</td></tr> <tr> <td>a:</td><td>0,204</td></tr> <tr> <td>b:</td><td>16,104</td></tr> <tr> <td>c:</td><td>0,878</td></tr> </table> <p>Intensidade de Chuva para Tempos de Recorrência de 10 anos</p> $I = \frac{K \times T^a}{(\tau + b)^c}$ <table border="1"> <tr> <td>Rede projetada em:</td><td>I (mm/h)</td></tr> <tr> <td>Concreto</td><td>157,8627</td></tr> </table> <p>T = (anos) t = (min) I = mm/h</p>	K:	1730,407	a:	0,204	b:	16,104	c:	0,878	Rede projetada em:	I (mm/h)	Concreto	157,8627
K:	1730,407												
a:	0,204												
b:	16,104												
c:	0,878												
Rede projetada em:	I (mm/h)												
Concreto	157,8627												

Tabela 8 - Intensidade de Precipitação

### 8.1.1 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (TC)

O valor de tc é dado pela expressão do “Califórnia Cuverts Practice Califórnia Higways And Public Works”:

Equação 2 - Tempode Concentração

$$t_c = 57 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Onde:

- Tc é o tempo de concentração em minutos;
- L é a extensão do talvegue principal em Km;
- H é a elevação média em metros;

- Valor mínimo para tc foi fixado em 10 minutos.

### **8.1.2 TEMPO DE RECORRÊNCIA**

O tempo de recorrência, medido em anos, define o fator de probabilidade de ocorrência de determinada chuva, dadas as condições deste projeto, foram adotados os valores:

- T = 10 anos para drenagem superficial (sarjetas e bocas de lobo);
- T = 10 anos para galerias tubulares;
- T = 25 anos para bueiros e canalização do córrego.

### **8.1.3 DIMENSIONAMENTO – MÉTODO RACIONAL**

Adotamos o método racional para este dimensionamento. As vazões foram calculadas com base nas precipitações pluviométricas e dados físicos das sub-áreas a partir da expressão:

$$Q = 0,00278.C.i.A$$

Sendo:

- Q = a vazão que se deseja calcular em m<sup>3</sup>/s;
- C = o coeficiente de deflúvio superficial ou Run-off;
- i = precipitação pluviométrica em mm/h;
- A = é a área da sub-bacia em hectares.

O Coeficiente de Escoamento Superficial foi determinado pela expressão:  $C = f \times C2/C1 = 0,20$  correspondente ao coeficiente para solos arenoso de alta permeabilidade com vegetação rala.



# Prefeitura Municipal de Bom Despacho - MG

## PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO											
SUB	A	SA	L	DH	tc	tc	i (mm/h)		C2	C	Q (l/s)
BACIAS	(ha)	(ha)	(km)	(m)	calc	min	10 anos	25 anos			10 anos
1	0,550	0,550	0,095	11,000	1,49	5,00	138,08	122,74	0,67	0,45	94,77
2	0,330	0,330	0,069	8,000	1,17	5,00	138,08	122,74	0,67	0,45	56,86
3	1,290	1,290	0,155	21,000	2,05	5,00	138,08	122,74	0,67	0,45	222,28
4	0,680	0,680	0,091	8,000	1,61	5,00	138,08	122,74	0,67	0,45	117,17
5	1,980	1,980	0,258	13,000	4,44	5,00	138,08	122,74	0,67	0,45	341,18
6	2,400	2,400	0,412	47,000	4,65	5,00	138,08	122,74	0,67	0,45	413,55
7	0,310	0,310	0,052	15,000	0,66	5,00	138,08	122,74	0,67	0,45	53,42
8	2,030	2,030	0,295	41,000	3,33	5,00	138,08	122,74	0,67	0,45	349,79
9	0,400	0,400	0,081	6,000	1,57	5,00	138,08	122,74	0,67	0,45	68,93

Tabela 9 – Bacia de Contribuição

As sarjetas foram indicadas seguindo alguns critérios definidos pelo projetista após avaliação do tipo de solo do trecho juntamente com os comprimentos críticos definidos nos cálculos.

COMPRIMENTO ÚTIL SARJETA - TIPO B																	
Largura da via (m)	Largura da área de drenagem (m)	i (%)	0,50	1,00	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00	16,00	18,00	20,00	22,00	24,00	26,00
		Q ( l / s )	39,16	55,38	78,31	110,75	135,64	156,63	175,12	191,83	207,20	221,51	234,94	247,65	259,74	271,29	282,37
		V ( m / s )	0,69	0,98	1,38	1,95	2,39	2,76	3,09	3,38	3,65	3,90	4,14	4,37	4,58	4,78	4,98
1,00	20,50		61,75	87,32	123,49	174,65	213,90	246,99	276,14	302,50	326,74	349,30	370,48	390,53	409,59	427,80	445,27
25,00	42,50		27,67	39,13	55,33	78,25	95,84	110,67	123,73	135,54	146,40	156,51	166,00	174,98	183,52	191,68	199,51
6,00	23,00		53,43	75,56	106,86	151,12	185,08	213,71	238,94	261,74	282,72	302,24	320,57	337,91	354,40	370,16	385,28
7,00	23,50		52,03	73,58	104,05	147,15	180,22	208,11	232,67	254,88	275,30	294,31	312,16	329,04	345,10	360,45	375,17
8,00	24,00		50,70	71,70	101,39	143,39	175,62	202,78	226,72	248,36	268,26	286,78	304,18	320,63	336,28	351,23	365,57
9,00	24,50		49,43	69,91	98,86	139,82	171,24	197,73	221,07	242,17	261,57	279,63	296,59	312,64	327,90	342,48	356,46
10,00	25,00		48,23	68,21	96,46	136,41	167,07	192,92	215,69	236,28	255,21	272,83	289,38	305,03	319,92	334,15	347,79
11,00	25,50		47,08	66,59	94,17	133,18	163,11	188,34	210,57	230,67	249,15	266,35	282,51	297,79	312,32	326,21	339,53
12,00	26,00		45,99	65,04	91,98	130,09	159,32	183,97	205,68	225,32	243,37	260,17	275,95	290,88	305,08	318,64	331,66
13,00	26,50		44,95	63,57	89,90	127,14	155,71	179,80	201,02	220,21	237,85	254,27	269,70	284,29	298,16	311,42	324,14
14,00	27,00		43,95	62,16	87,91	124,32	152,26	175,81	196,56	215,33	232,58	248,64	263,72	277,98	291,55	304,52	316,95
15,00	27,50		43,00	60,81	86,00	121,62	148,96	172,00	192,30	210,66	227,53	243,24	258,00	271,96	285,23	297,91	310,08
16,00	28,00		42,09	59,52	84,17	119,04	145,79	168,35	188,22	206,18	222,71	238,08	252,52	266,18	279,18	291,59	303,50
17,00	28,50		41,21	58,28	82,43	116,57	142,76	164,85	184,31	201,90	218,08	233,13	247,28	260,65	273,37	285,53	297,19
18,00	29,00		40,37	57,10	80,75	114,19	139,86	161,49	180,56	197,79	213,64	228,39	242,24	255,34	267,81	279,71	291,14

Tabela 10 – Comprimento útil sarjeta



## 8.2 DISPOSITIVOS ADOTADOS E DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

### 8.2.1 SARJETA PARA PASSAGEM DE VEÍCULOS – SPV

SPV é o dispositivo de drenagem superficial, que tem a função de permitir a passagem dos veículos em todos os segmentos determinados como acesso às propriedades e vias laterais a rodovia. Serão aplicados nos acessos às propriedades ou vias laterais à rodovia, permitindo a passagem dos veículos sobre o dispositivo, sem causar danos ao mesmo. Serão dos tipos SPV-01 indicado para baixo volume de tráfego e SPV-02 para maior volume de tráfego.

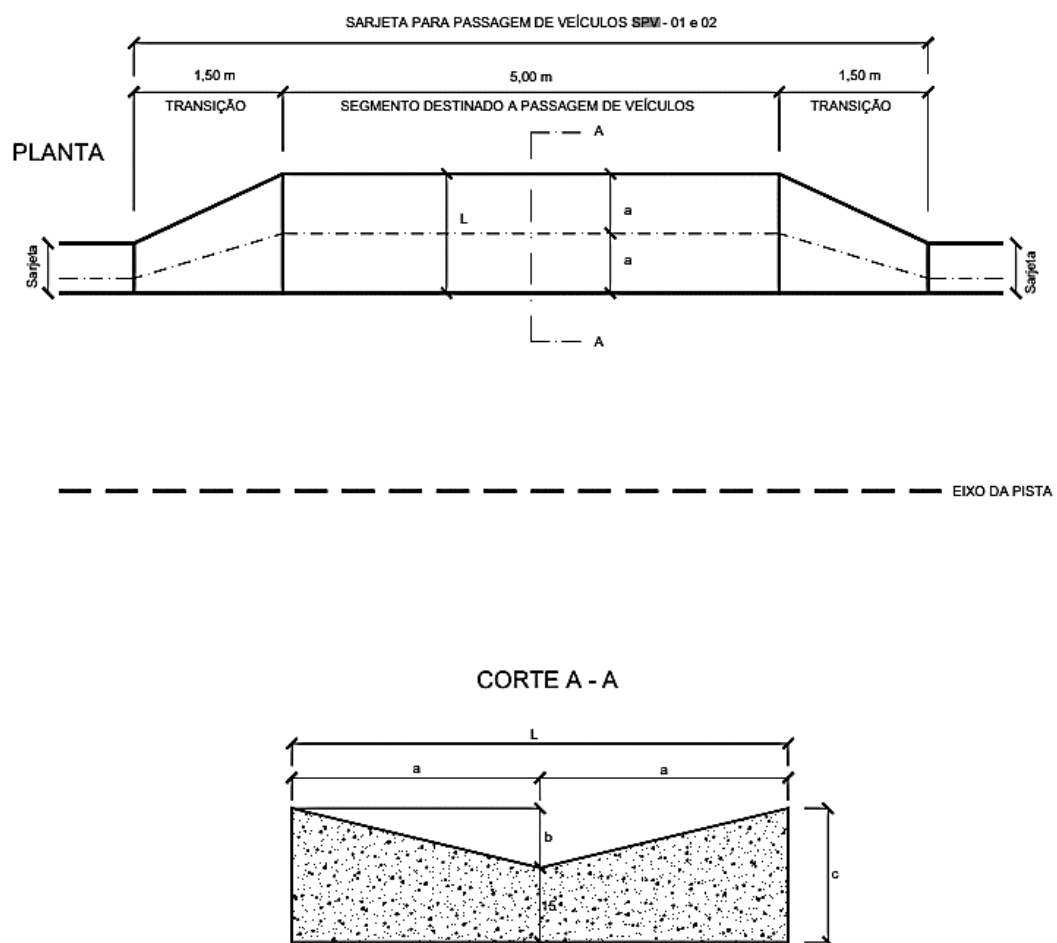


Figura 5 – Sarjeta para passagem de veículos - SPV

## 8.2.2 DISSIPADOR DE ENERGIA PARA DESCIDA D'ÁGUA E BOCAS DE BUEIRO

São dispositivos destinados a dissipar energia do fluxo d'água, reduzindo, conseqüentemente, a sua velocidade no desague no terreno natural.

Os dissipadores de energia deverão ser aplicados: - ao final das descidas d'águas de aterro, e - jusante em bocas de bueiros tubulares.

Em todos os tipos de saída de bueiro tubular e descida d'água, o terreno de fundação deverá ser regularizado e apiloado manualmente. O concreto deverá ser constituído de cimento Portland, água e agregados, com resistência  $F_{ck} = 15,0$  MPa. As formas deverão ser constituídas de chapas de compensado resinado travadas de forma a proporcionar paredes lisas e sem deformações. A pedra terá diâmetro maior ou igual a 25 cm, e será argamassada, de forma a ter, no mínimo, 15 cm de saliência. O material poderá ser proveniente de rocha sã do tipo granito, gnaiss, basalto e outras com as mesmas características de resistência a abrasão.

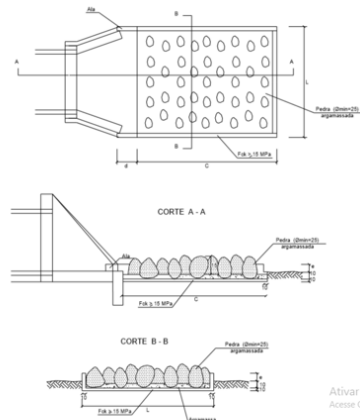
Figura 6 - Dissipador de Energia para Descida D'água e Bocas de Bueiro

DIMENSÕES				
TIPO	C	d	e	L
03	200	10	15	70
04	200	10	15	80
05	200	10	15	90
06	200	10	15	100
07	200	10	15	110
08	200	10	15	120
09	200	10	15	130
10	240	30	15	258
11	320	30	15	299
12	400	30	15	351
13	480	30	15	387
14	560	30	15	428
15	600	30	15	454
16	680	30	15	572
17	880	30	15	725
18	400	30	15	430
19	480	30	15	500
20	600	30	15	600

APLICAÇÕES	
DEN	APLICÁVEL EM
03	DDA 0102
04	DDA 0304
05	DDA 0506
06	DDA 0708 - DDM
07	DDA 0910
08	DDA 1112
09	DDA 1314
10	BSTC DN 60 - DDD 0102
11	BSTC DN 80 - DDD 0304
12	BSTC DN 100 - DDD 0506
13	BSTC DN 120 - DDD 0708
14	BSTC DN 150 - DDD 0910
15	BSTC DN 180 - DDD 1112
16	BSTC DN 200 - DDD 1314
17	BSTC DN 240 - DDD 1516
18	BTTC DN 100
19	BTTC DN 120
20	BTTC DN 150

CONSUMO POR UNIDADE				
TIPO	ESC.	APIL.	CONC.	PIEDRA
DEN	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)
03	0,21	1,40	0,11	0,21
04	0,24	1,60	0,12	0,24
05	0,27	1,80	0,14	0,27
06	0,30	2,00	0,15	0,30
07	0,33	2,20	0,17	0,33
08	0,36	2,40	0,18	0,36
09	0,39	2,60	0,20	0,39
10	0,48	3,20	0,24	0,48
11	0,64	4,27	0,32	0,64
12	0,80	5,33	0,40	0,80
13	0,96	6,40	0,48	0,96
14	1,12	7,47	0,56	1,12
15	1,28	8,53	0,64	1,28
16	1,44	9,60	0,72	1,44
17	1,60	10,67	0,80	1,60
18	1,76	11,73	0,88	1,76
19	1,92	12,80	0,96	1,92
20	2,08	13,87	1,04	2,08

DEN - DISSIPADOR DE ENERGIA PARA DESCIDA D'ÁGUA E BOCAS DE BUEIRO







---

### **8.2.3 REDE TUBULAR DE CONCRETO - RTC**

Tubo de concreto é o elemento pré-moldado de seção circular de concreto armado a ser utilizado nas redes de águas pluviais, conhecidos como bueiros tubulares de concreto. Para o escoamento seguro e satisfatório, o dimensionamento hidráulico deve considerar o desempenho do bueiro com velocidade de escoamento adequada, além de evitar a ocorrência de velocidades erosivas, tanto no terreno natural, como na própria tubulação e dispositivos acessórios.

#### **a. Equipamentos**

Os equipamentos devem ser do tipo, tamanho e quantidade que venham a ser adequados aos tipos de escavação e necessários para a execução satisfatória dos serviços, inclusive equipamentos de segurança. Os equipamentos básicos necessários à execução compreendem: guincho ou caminhão com grua ou guindauto; caminhão de carroceria fixa ou basculante; betoneira ou caminhão; pá carregadeira; depósito de água; carrinho de concretagem; retroescavadeira, vibrador de placa ou de imersão; compactador manual ou mecânico; ferramentas manuais. Para valas de profundidade até 4 m, com escavação mecânica, recomenda-se utilizar retroescavadeiras, podendo ser empregada escavação manual no acerto final da vala. Para escavação mecânica de valas com profundidade além de 4 m recomenda-se o uso de escavadeira hidráulica.

#### **b. Materiais**

##### **b.1. Berço**

O concreto do berço será constituído por cimento Portland comum (NBR 16697), agregados (NBR 7211) e água. A composição volumétrica da mistura deverá ser de 1:3:6, cimento, areia e brita, devendo ser alcançado o FCK mínimo de 10 MPa.

##### **b.2. Rejuntamento**

Os tubos serão rejuntados com argamassa de cimento e areia, no traço volumétrico de 1:3. O rejuntamento deve ser feito de modo a atingir toda a circunferência da tubulação, a fim de garantir a sua estanqueidade.

##### **b.3. Reaterro**



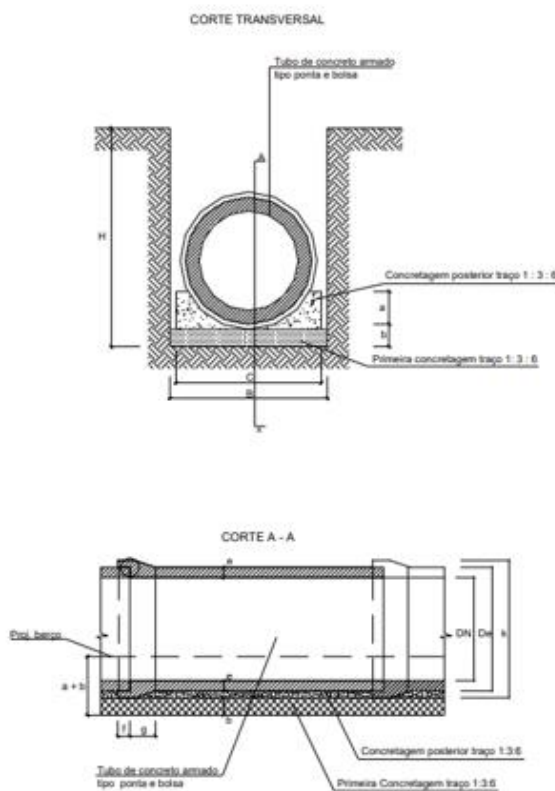


O reaterro envolvendo os tubos será manual até a altura de 20 cm acima da sua geratriz superior. A altura mínima de recobrimento acima da geratriz superior das redes tubulares deve ser acima de 60 cm ou a 1,5 vezes o diâmetro do tubo, o que for maior.

#### **b.4. Tubos**

Os tubos serão pré-moldados de concreto armado, de encaixe tipo ponta e bolsa, ou macho e fêmea, obedecendo as exigências da NBR 8890, classes PA-1, PA-2 ou PA-3 (Classe de tubos de concreto armado), em função da altura máxima do aterro e conforme indicação de projeto, moldados em fôrmas metálicas e ter o concreto adensado por vibração ou centrifugação. O concreto usado para a fabricação dos tubos deve ser confeccionado de acordo com a NBR 12655 e dosado experimentalmente para a resistência a compressão (FCK min) aos 28 dias de 15 MPa, ou superior se indicado no projeto específico. Deverão ainda obedecer às dimensões estabelecidas na tabela, aqui apresentada, sendo admitidas as tolerâncias previstas na referida especificação. Para o escoamento seguro e satisfatório, o dimensionamento hidráulico deve considerar o desempenho do bueiro 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 diâmetro mínimo a ser adotado para as redes tubulares, deverá ser o que atenda as vazões calculadas, que evite entupimentos e facilite os trabalhos de limpeza. Para especificação da classe, do tubo, deve-se adotar a classe correspondente à força igual ou superior que resulta do cálculo, devendo atender a carga mínima de fissura (trincas como a carga mínima de ruptura, no ensaio de compressão diametral.

RTC - REDE TUBULAR DE CONCRETO



DIMENSÕES

LARGURA DE VALAS ESC. EM CAIXÃO

DN (mm)	H (m)	B (m)
400	≤ 1,50	0,80
	> 1,50	0,90
500	≤ 1,50	0,80
	> 1,50	1,10
600	≤ 1,50	1,00
	> 1,50	1,30
800	≤ 1,50	1,30
	> 1,50	1,60
1000	≤ 1,50	1,60
	> 1,50	1,90
1200	≤ 1,50	1,90
	> 1,50	2,20
1500	≤ 1,50	2,40
	> 1,50	2,70

PA - 1 / PA - 2				
DN	e	K	f	g
mm	mm	mm	mm	mm
400	40	580	105	50
500	50	700	90	110
600	60	830	100	130
800	80	1120	150	110
1000	100	1400	170	140
1200	115	1650	180	160
1500	120	1960	180	160

DIMENSÕES

DN	a	b	c
mm	cm	cm	cm
400	12,0	10,0	80,0
500	15,0	13,0	100,0
600	18,0	15,0	100,0
800	24,0	20,0	130,0
1000	30,0	25,0	160,0
1200	36,0	30,0	190,0
1500	45,0	38,0	240,0

CONSUMO POR METRO

RTC	DISCRIMINAÇÃO			
	DN	Aplicação	Forma	Resumo Manual
	mm	m	m	m
	400	0,80	0,44	0,13
	500	1,00	0,56	0,21
	600	1,00	0,66	0,25
	800	1,30	0,86	0,43
	1000	1,60	1,10	0,66
	1200	1,90	1,32	0,94
	1500	2,40	1,66	1,50

Figura 7 – Rede Tubular de Concreto - RTC padrão DEER

---

**8.2.4 ALA DE REDE TUBULAR**

Ala é o dispositivo localizado na entrada e/ou saída das redes e bueiros, com o objetivo de direcionar o fluxo no sentido de escoamento, evitando erosões a montante e a jusante.

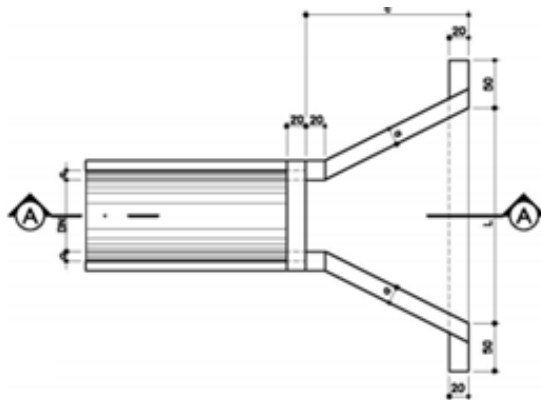
Este dispositivo será padrão SUDECAP, obedecendo ao desenho tipo, de acordo com a especificação.

As paredes e o piso da ala serão em concreto estrutural com resistência  $F_{ck} \geq 25$  Mpa. As dimensões e armações devem seguir conforme especificado em projeto. O lastro de concreto sobre o terreno regularizado e compactado, deverá ter 5 cm de espessura, com  $F_{ck} \geq 10$  Mpa.

*Tabela 11 – Ala de rede tubular*

ALA DE REDE TUBULAR	DIMENSIONAMENTO		
DN (mm)	C (cm)	l (cm)	a (cm)
500	150	200	15
600	150	210	15
700	150	220	15
800	150	230	15
900	150	240	15
1000	150	250	15
1100	200	320	15
1200	200	330	15
1300	200	340	20
1500	200	360	20

Para o projeto em questão, o dispositivo adotado foi o modelo padrão SUDECAP 1000mm, conforme se mostra na figura abaixo:



*Figura 8 - Ala de Rede Tubular*

## 8.2.5 BERÇO E DENTE PARA ASSENTAMENTO DE BUEIRO – BDB – PADRÃO DEER/MG

Berço é uma estrutura de concreto monolítico sobre a qual o tubo é assentado. Dente é uma estrutura de concreto que tem a finalidade de ancorar o berço.

O berço é utilizado para assentamento em bueiros tubulares de concreto dos tipos macho e fêmea, e ponta e bolsa. O dente é recomendado quando a declividade de assentamento do bueiro for maior que 10%. O espaçamento entre dentes deverá ser de, no máximo, 5 m.

O berço será medido em metro linear e o dente em unidade, estando incluído, a execução dos serviços e fornecimento dos materiais constantes nos quadros de consumo, bem como o transporte de todos os materiais até ao canteiro de obras.

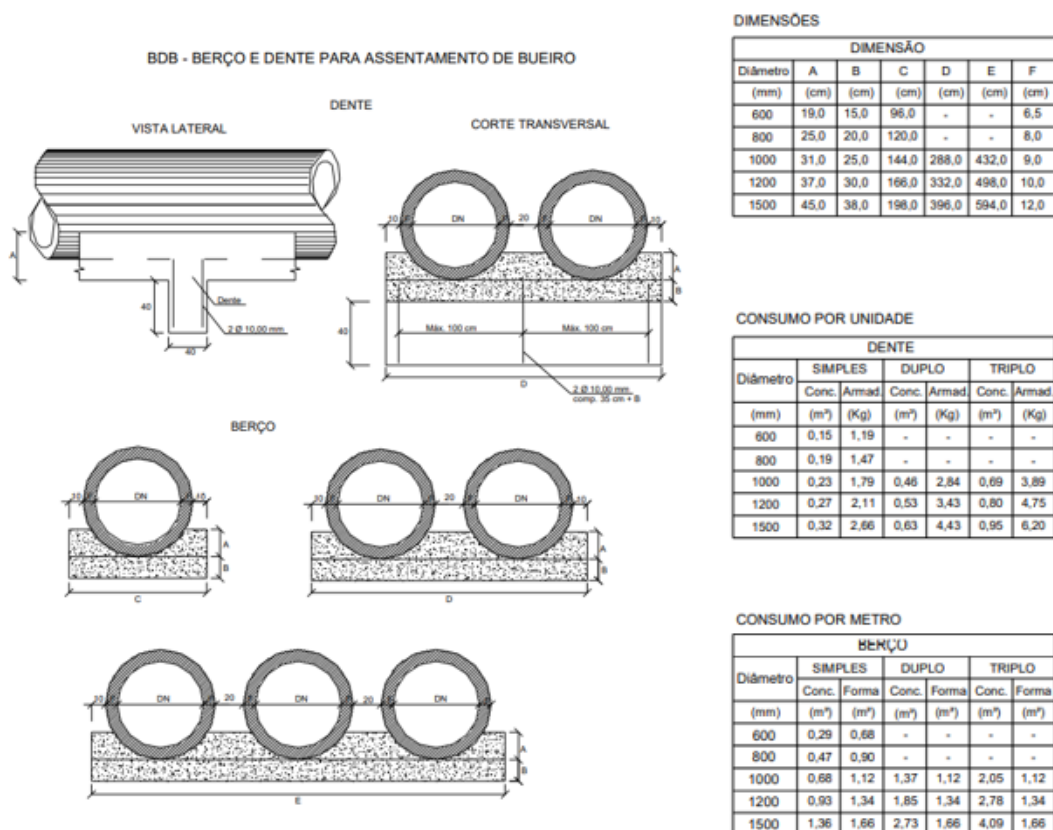


Figura 9 – Berço e Dente para Assentamento de Bueiro – padrão DEER/MG

## 8.2.6 CAIXA COLETORA DE SARJETA EM CONCRETO - CCC

É o dispositivo construído na extremidade do bueiro de forma a permitir a captação e transferência dos deflúvios, conduzindo os para a canalização. Para os bueiros com tubos de DN 40; 60; 80 deve ser utilizada a CCC - 01 e para tubos de DN 100 e 120 a CCC – 02.

Deverá ser utilizada para coletar as águas provenientes das sarjetas, das descidas d'água de corte, da drenagem profunda e para permitir a inspeção das redes que por ela passam. Na construção das caixas coletoras, deverá ter uma abertura destinada para deságue do terminal do dreno profundo, com diâmetro maior que o do tubo coletor do dreno indicado no projeto.

### DIMENSÕES

TIPO	CCC-01		CCC-02	
DN	40 a 80		100 e 120	
H (m)	a	b	a	b
H=1,00	1,00	80	1,50	1,00
1,00<H=1,50	1,00	80	1,50	1,00
1,50<H=2,00	1,00	80	1,50	1,00
2,00<H=2,50	1,00	80	1,50	1,00
2,50<H=3,00	1,00	80	1,50	1,00
3,00<H=3,50	1,00	80	1,50	1,00

### CONSUMO POR UNIDADE

DN	CONCRETO A DESCONTAR
mm	m³
400	0,03
600	0,09
800	0,16
1000	0,24
1200	0,33

### CONSUMO POR UNIDADE

Consumo	ESC.	APIL.	FORMA	CONC.
	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)
TIPO	CCC	CCC	CCC	CCC
H (m)	01	02	01	02
H=1,00	9,33	14,71	3,60	5,00
1,00<H=1,50	11,13	17,21	3,60	5,00
1,50<H=2,00	12,60	19,71	3,60	5,00
2,00<H=2,50	14,73	22,21	3,60	5,00
2,50<H=3,00	16,53	24,71	3,60	5,00
3,00<H=3,50	18,33	27,21	3,60	5,00

LEGENDA	
Eso	Escavação
Apil	Apilamento
Conc	Concreto

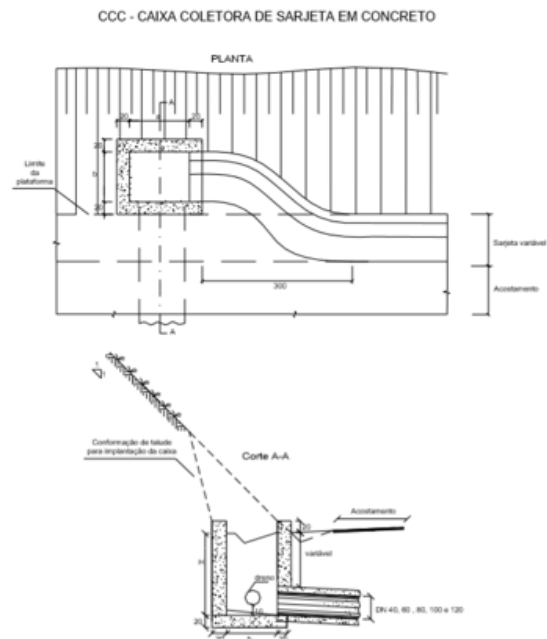


Figura 10 - Caixa Coletora de Sarjeta em Concreto – CCC

## 8.2.7 GRELHA DE CONCRETO PARA CAIXA COLETORA – GCC

É o dispositivo indicado para a proteção e segurança do usuário da via. É constituída de quadro e grelha.

Este dispositivo deverá ser aplicado em caixas coletoras implantadas em perímetro urbano, interseções, parada de ônibus e outros locais quando necessário.

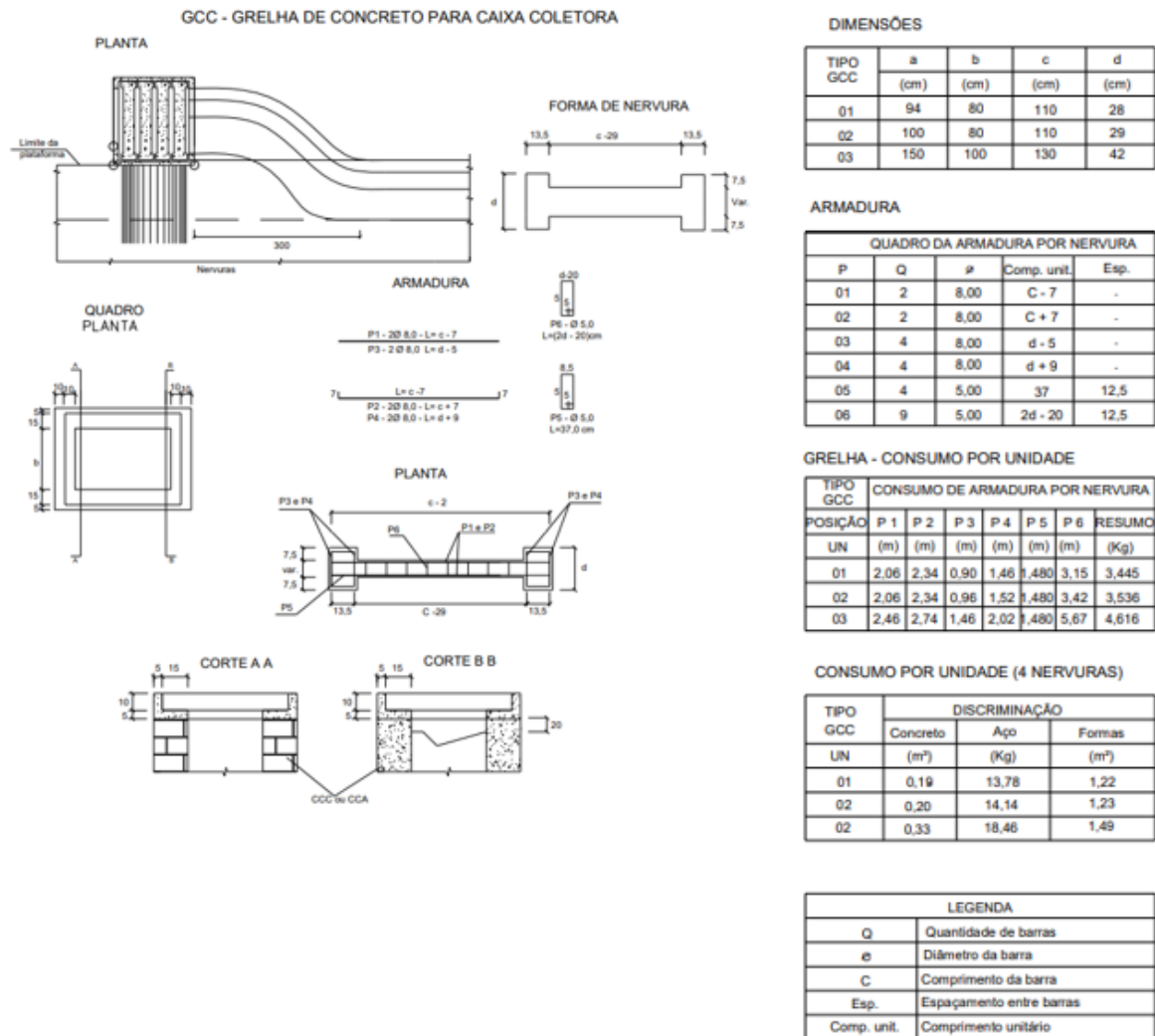


Figura 11 – Grelha de Concreto para Caixa Coletora – GCC



## 8.2.8 MEIO FIO DE CONCRETO – MFC 03

Meio-fio é o dispositivo de concreto utilizado para separar a faixa de pavimentação da faixa do passeio, para fazer a delimitação do canteiro central e das interseções.

O meio-fio pré-moldado MFC-01 é indicado em locais de travessia urbana e interseções. O meio-fio moldado "in-loco", tipo MFC-02, é indicado para bordo externo de curvas nas interseções (balizador), para fazer a delimitação do contorno do canteiro central e das ilhas. O meio-fio pré-moldado MFC-03 é indicado em segmentos de obras rodoviárias com características urbanas.

O terreno da cava de assentamento do meio-fio deverá ser apiloado. O concreto deverá ser constituído de cimento Portland, agregados e água, com resistência  $F_{ck} = 15,0$  MPa. O concreto para constituição do meio-fio moldado "in-loco" deverá ter Slump baixo, compatível com o uso de equipamento extrusor. Após a passagem da máquina deverão ser induzidas juntas de retração pelo enfraquecimento da seção com espaçamento de 3,0 m (sulco de 0,5 cm). As peças pré-moldadas de concreto deverão ter as dimensões e formas estabelecidas nos desenhos, deverão ser produzidas com uso de formas metálicas, de modo a apresentarem bom acabamento. A argamassa de rejuntamento deverá ser no traço 1:3, e deverá ser empregada areia quartzosa e de granulometria fina. Os meios-fios deverão ser escorados por solo coesivo apiloado, numa largura mínima de 20,0 cm.

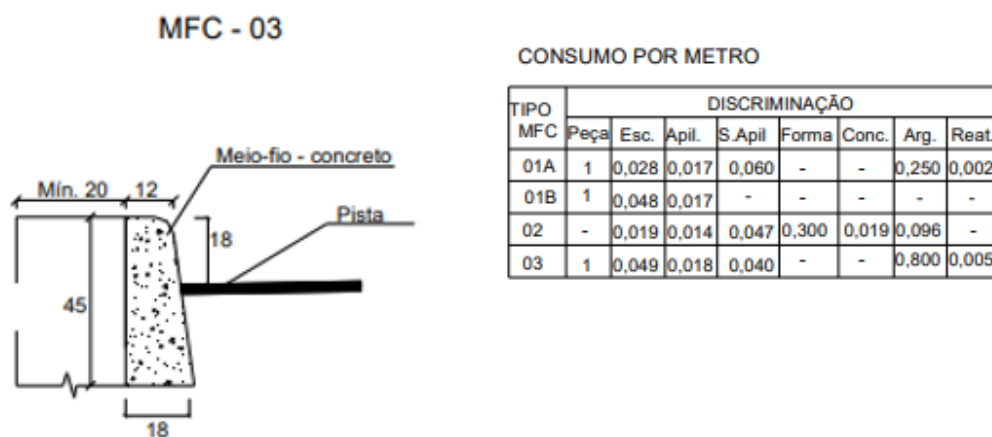
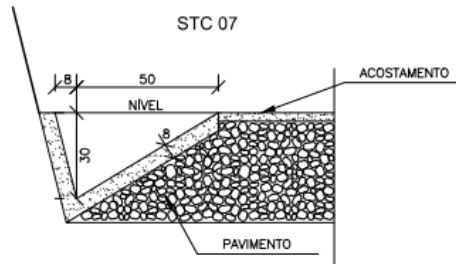


Figura 12 – Meio fio de concreto – MFC 03

**8.2.9 SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO – STC 07**

CONSUMOS MÉDIOS	
ESCAVAÇÃO	0,1659 m³/m
APILOAMENTO MANUAL	0,1619 m³/m
GUIA DE MADEIRA (2,5 cm x 8,0 cm)	0,5397 m/m
CONCRETO fck ≥ 20MPa	0,0789 m³/m
ARGAMASSA ASFÁLTICA	0,1118 kg/m
FORMA (UTILIZAÇÃO 3X)	0,2979 m²/m

*Figura 13 – Sarjeta Triangular de concreto – STC 07*

---

## **8.3 INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES**

Para o dimensionamento das redes consideram os tempos de concentração  $T_c = 5\text{min}$  e tempo de recorrência  $T_r = 10\text{anos}$ . Pelas características de implantação do empreendimento adotamos  $C = 0.45$  correspondente ao coeficiente de escoamento superficial para grandes lotes.

## **9 PROJETO DE SINALIZAÇÃO**

O Projeto de Sinalização obedeceu às determinações do Decreto 73.696 de 28/02/74 (Código Nacional de Trânsito) e às resoluções 599 de 28/07/82 e 666 de 28/01/86 (Manual de Sinalização de Trânsito do DENATRAN – Conselho Nacional de Trânsito).

Ele compreendeu a concepção e o detalhamento dos sistemas de sinalização horizontal e vertical, complementados por dispositivos de segurança, de maneira a proporcionar ao usuário um desempenho seguro no fluxo de tráfego.

Foi adotado o tipo – via local, para dimensionamento de sinais de regulamentação, advertência e indicativas, adotou-se a velocidade regulamentada de 30km/h para o projeto de infraestrutura da Estrada da Garça em Bom Despacho/MG.

### **9.1 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL**

O Projeto de Sinalização Horizontal consistiu na determinação dos seguintes dispositivos (pinturas a serem feitas no pavimento):

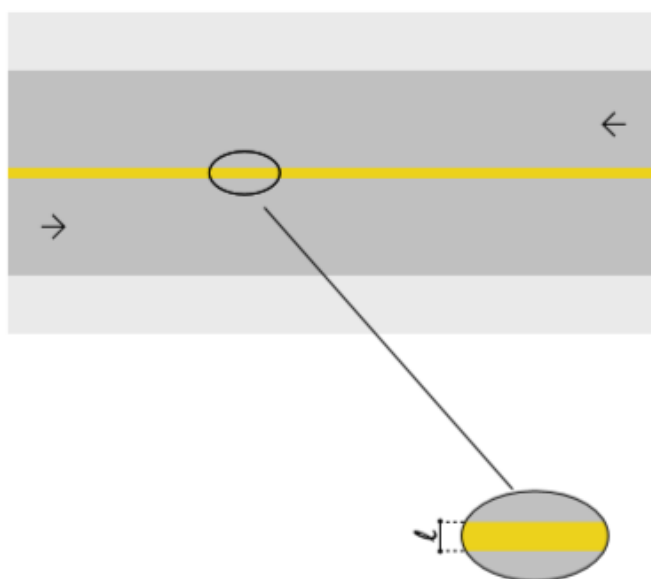
- Linha de Fluxos Opostos – LFO 2
- Linha de Continuidade – LCO
- Linha de Bordo – LBO

---

**9.1.1 LINHA SIMPLES CONTINUA – LFO-1**

É a linha de divisão de fluxos opostos aplicada sobre o eixo da pista de rolamento com o objetivo de delimitar o espaço reservado para a circulação de cada um dos fluxos de veículos e regulamentar a proibição de ultrapassagem, nos dois sentidos de circulação. É utilizada em rodovias de pista simples, com largura inferior a 7,00 m.

A largura mínima recomendada para a LFO-1 é de 10 cm.



*Figura 14 – Linha Simples Continua – LFO 1*

**9.1.2 LINHA DE FLUXOS OPOSTOS – LFO-2**

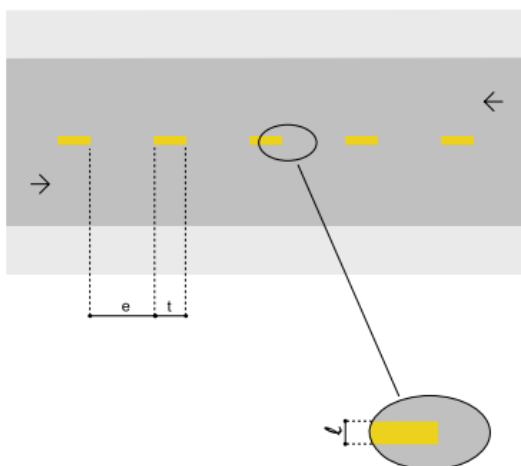
A LFO-2 divide fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido e indicando os trechos em que a ultrapassagem e os deslocamentos laterais são permitidos. Cor amarela.

A LFO-2 pode ser utilizada em toda a extensão ou em trechos de vias de sentido duplo de circulação. Utiliza-se esta linha em situações, tais como: vias urbanas com velocidade regulamentada superior a 40 km/h; vias urbanas, em que a fluidez e a segurança do trânsito

estejam comprometidas em função do volume de veículos; rodovias, independentemente da largura, do número de faixas, da velocidade ou do volume de veículos.

Esta linha deve ter medidas de traço e espaçamento (intervalo entre traços), definidas em função da velocidade regulamentada na via, conforme quadro a seguir:

VELOCIDADE $v$ (km/h)	LARGURA DA LINHA – $\ell$ (m)	CADÊNCIA $t : e$	TRAÇO $t$ (m)	ESPAÇAMENTO $e$ (m)
$v < 60$	0,10*	1 : 2*	1*	2*
	0,10	1 : 2	2	4
		1 : 3	2	6
$60 \leq v < 80$	0,10**	1 : 2	3	6
		1 : 2	4	8
		1 : 3	2	6
		1 : 3	3	9
$v \geq 80$	0,15	1 : 3	3	9
		1 : 3	4	12



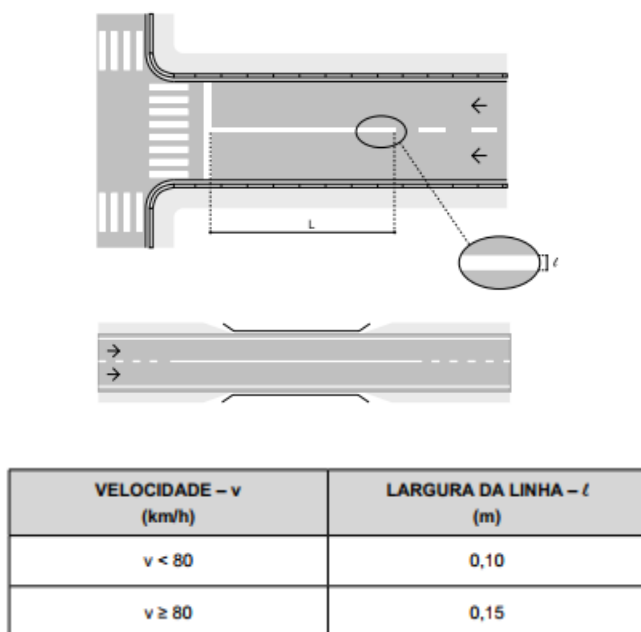
*Figura 15 – Linha Fluxos Opostos – LFO-2*

### 9.1.3 LINHA SIMPLES CONTÍNUA – LMS-1

A LMS – 1 ordena fluxos de mesmo sentido de circulação delimitando o espaço disponível para cada faixa de trânsito e regulamentando as situações em que são **proibidas** a ultrapassagem e a transposição de faixa de trânsito, por comprometer a segurança viária

A LMS-1 deve ser utilizada nos seguintes casos: aproximação de interseções semaforizadas, com comprimento (L) mínimo de 15,00 m e máximo de 30,00 m, contado a partir da linha de retenção, exceto quando estudos de engenharia indiquem maior ou menor dimensão; interseções ou locais com faixa específica para movimento de conversão ou de retorno, dando continuidade à marca de canalização utilizada nessas situações, com comprimento de 30,00 m, exceto nos casos em que estudos de engenharia indiquem dimensão diferentes; aproximação de ilhas, obstáculos, estruturas de pontes ou viadutos, separação de fluxos, dando continuidade à marca de canalização; pontes estreitas, onde a ultrapassagem e transposição de faixa comprometam a segurança, e seu comprimento deve se estender ao longo de toda a ponte, sendo o trecho anterior e posterior a ela de no mínimo 15,00 m; curvas acentuadas (vertical e/ou horizontal), quando a ultrapassagem e a transposição da faixa comprometam a segurança.

A largura da linha varia conforme a velocidade regulamentada na via, conforme quadro a seguir:



*Figura 16 – Linha de Contínua LMS 01*

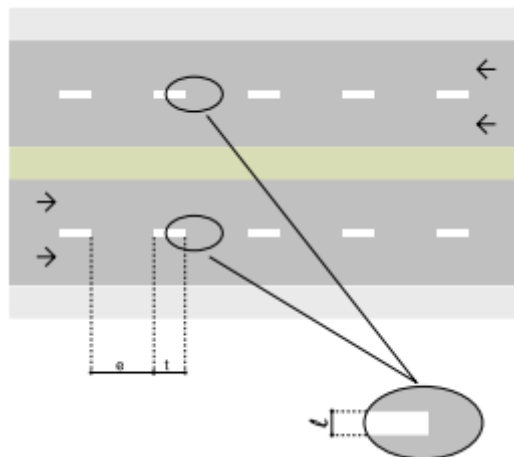
#### 9.1.4 LINHA SIMPLES SECCIONADA – LMS-2

A LMS-2 ordena fluxos de mesmo sentido de circulação, delimitando o espaço disponível para cada faixa de trânsito e indicando os trechos em que a ultrapassagem e a transposição são permitidas.

A LMS-2 pode ser utilizada em toda extensão ou em trechos de via de sentido único de circulação ou de via de sentido duplo com mais de uma faixa por sentido, onde a transposição e a ultrapassagem entre faixas de mesmo sentido são permitidas.

Esta linha **deve** ter medidas de traço e espaçamento (intervalo entre traços), definidas em função da velocidade regulamentada na via, conforme quadro a seguir:

VELOCIDADE $v$ (km/h)	LARGURA $\ell$ (m)	CADÊNCIA $t : e$	TRAÇO $t$ (m)	ESPAÇAMENTO $e$ (m)
$v < 60$	0,10*	1 : 2*	1*	2*
	0,10	1 : 2	2	4
		1 : 3	2	6
$60 \leq v < 80$	0,10**	1 : 2	3	6
		1 : 2	4	8
		1 : 3	2	6
		1 : 3	3	9
$v \geq 80$	0,15	1 : 3	3	9
		1 : 3	4	12



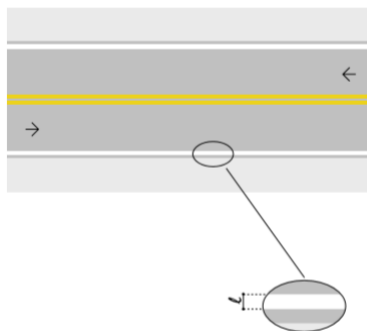
### 9.1.5 LINHA DE BORDO – LBO

A LBO delimita, através de linha contínua, a parte da pista destinada ao deslocamento dos veículos, estabelecendo seus limites laterais.

Cor: Branca

Dimensões: 0,10 (cm)

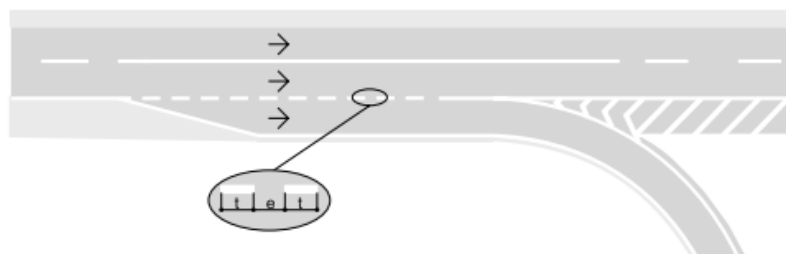
O material a ser utilizado será Pintura acrílica retrorrefletorizada.



*Figura 17 – Linha de Bordo - LBO*

### **9.1.6 LINHA DE CONTINUIDADE – LCO**

A LCO dá continuidade visual às marcações longitudinais principalmente quando há quebra no alinhamento em trechos longos ou em curvas. Cor amarela e branca. Utilizada quando estudos de engenharia indiquem sua necessidade por questões de segurança. Também é utilizada para dar continuidade à linha de divisão de fluxos no mesmo sentido, quando há supressão ou acréscimo de faixas de rolamento.



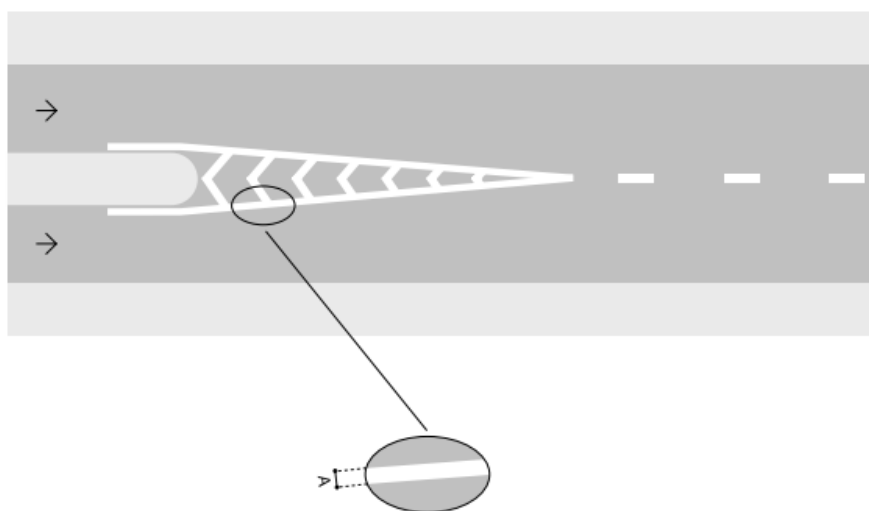
*Figura 18 – Linha de Continuidade – LCO*



### **9.1.7 LINHA DE CANALIZAÇÃO – LCA**

A LCA delimita o pavimento reservado à circulação de veículos, orientando os fluxos de tráfego por motivos de segurança e fluidez. Cor branca, quando direciona fluxo de mesmo sentido; amarela, quando direciona fluxo de sentido oposto.

A LCA deve ter a largura (A) variando de 0,10 m a 0,30 m. É utilizada em várias situações, pois separa o conflito entre movimentos convergentes ou divergentes, desvia os veículos nas proximidades de ilhas e obstáculos, altera a função do acostamento, demarca canteiros centrais e ilhas, alerta para a alteração na largura da pista, possibilita o entrelaçamento do fluxo veicular em interseções em mini-rotatória e rotatória e protege áreas de estacionamento



*Figura 19 – Linha de Canalização – LCA*

### **9.1.8 ZEBRADO DE PREENCHIMENTO DA ÁREA DE PAVIMENTO NÃO UTILIZADO**

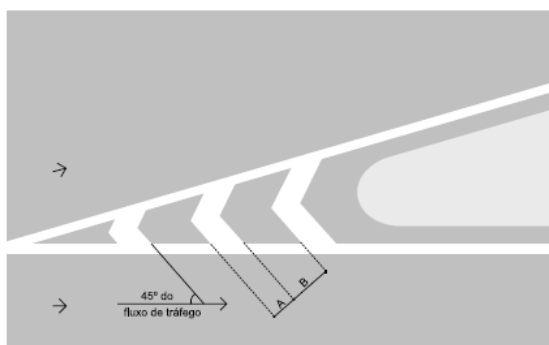
O ZPA destaca a área interna às linhas de canalização, reforçando a idéia de área não utilizável para a circulação de veículos, além de direcionar os condutores para o correto posicionamento na via.

**Cor Branca**, quando direciona fluxos de mesmo sentido; **Amarela**, quando direciona fluxos de sentidos opostos.

O **ZPA** deve ter as dimensões conforme tabela 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

A marcação do zebado é feita com linhas inclinadas de 45° em relação à direção dos fluxos de tráfego, acompanhando o sentido de circulação dos veículos nas faixas adjacentes à área de pavimento não utilizável.

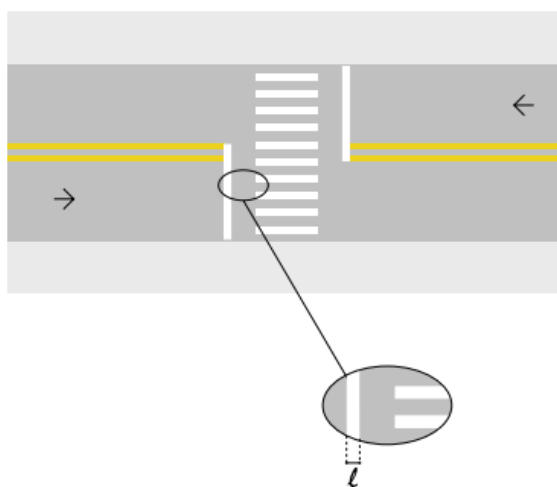


### **9.1.9 LINHA DE RETENÇÃO – LRE**

A LRE indica ao condutor o local limite em que deve parar o veículo. Cor Branca. A largura (l) mínima é de 0,30 m e a máxima de 0,60 m de acordo com estudos de engenharia.

A LRE deve ser utilizada: em todas as aproximações de interseções semaforizadas; em cruzamento rodociclovviário; em cruzamento rodoferroviário; junto a faixa de travessia de pedestre; em locais onde houver necessidade por questões de segurança.

Em vias controladas por semáforos deve ser posicionada de tal forma que os motoristas parem em posição frontal ao foco semafórico. Quando existir faixa para travessia de pedestres, a LRE deve ser locada a uma distância mínima de 1,60 m do início desta. Quando não existir faixa para travessia de pedestres, a LRE deve ser locada a uma distância mínima de 1,00 m do prolongamento do meio fio da pista de rolamento transversal. Deve abranger a extensão da largura da pista destinada ao sentido de tráfego ao qual está dirigida a sinalização. Admitem-se outras distâncias da LRE, e colocação por faixas de tráfego quando estudos de engenharia indiquem a necessidade.



*Figura 20 –Linha de Retenção – LRE*

---

**9.1.10 TACHA**

A tacha proporciona ao condutor melhor percepção do espaço destinado à circulação, realçando a marca longitudinal e/ou marca de canalização e reforçando a visibilidade da sinalização horizontal em condições climáticas adversas, de forma a auxiliar o posicionamento do veículo na faixa de trânsito.

É um dispositivo retrorrefletivo ou com elemento retrorrefletivo aplicado diretamente no pavimento. O corpo da tacha pode ser na cor branca ou amarela, de acordo com a cor da marca viária que complementa, sendo permitida a utilização de cor neutra que não conflite com a sinalização horizontal.

**9.1.11 LEGENDAS**

As legendas são formadas a partir de combinações de letras e algarismos, aplicadas no pavimento da pista de rolamento, com o objetivo de advertir os condutores acerca das condições particulares de operação da via. As legendas são mensagens com o objetivo de advertir os condutores acerca das condições particulares de operação da via. Cor branca.

As legendas podem complementar a sinalização vertical, comunicando aos condutores informações necessárias para o bom desempenho do fluxo viário, sem desviar a sua atenção da pista de rolamento. As legendas devem conter mensagens simples e curtas.



## 9.1.12 SETAS INDICATIVAS DE POSICIONAMENTO NA PISTA PARA A EXECUÇÃO DE MOVIMENTOS - (PEM)

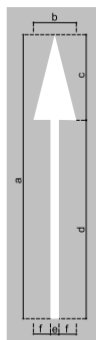
PEM indica em que faixa de trânsito o veículo deve se posicionar, para efetuar o movimento desejado, de forma adequada e sem conflitos com o movimento dos demais veículos.

Cor: Branca

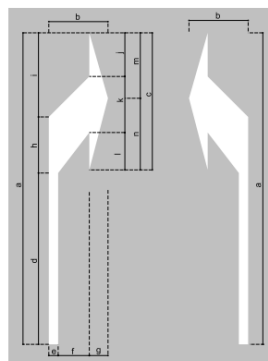
Material: termoplástico aspergido com tinta à base de água com microesferas de vidro.

Princípios de Utilização no projeto: Siga em Frente.

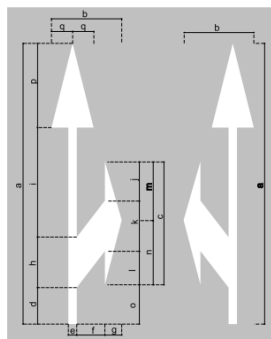
Colocação: Deve existir uma seta para cada faixa de trânsito, posicionada no centro da mesma, com a conformação adequada ao movimento nela permitido. Recomenda-se implantar pelo menos duas em sequência na mesma faixa, sendo opcional a colocação de uma terceira.



DIMENSÕES (m)					
a	b	c	d	e	f
5,00	0,75	1,50	3,50	0,15	0,30
7,50	0,75	2,25	5,25	0,15	0,30



DIMENSÕES (m)													
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
5,00	0,95	2,20	2,75	0,15	0,50	0,30	0,90	1,35	0,70	0,90	0,60	1,05	1,15
7,50	0,95	3,30	4,12	0,15	0,50	0,30	1,35	2,03	1,05	1,35	0,90	1,58	1,72



DIMENSÕES (m)															
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
5,00	1,25	2,20	0,65	0,15	0,50	0,30	0,90	1,95	0,70	0,90	0,60	1,05	1,15	0,70	1,50
7,50	1,25	3,30	0,98	0,15	0,50	0,30	1,35	2,92	1,05	1,35	0,90	1,58	1,72	1,05	2,25

## **9.2 SINALIZAÇÃO VERTICAL**

O Projeto de Sinalização Vertical consiste no posicionamento das placas de regulamentação, de advertência e de indicação ao longo da rodovia.

As placas de regulamentação e advertência, deverão ser instaladas em colunas de aço galvanizado de diâmetro de 2" e espessura de 2,25 mm, e comprimento de 3,60 m, sem emendas. Estas placas de regulamentação, advertência e indicativas, deverão ser revestidas com película tipo III (Alta intensidade prismática). A sinalização vertical que será utilizada no projeto será as placas abaixo:

### **A-2a — Curva à esquerda**

Os sinais A-2a advertem o condutor do veículo da existência, adiante, de uma curva à esquerda. Devem ser utilizada sempre que existir curva horizontal adiante, em vias onde as velocidades de aproximação acarretam manobra que possa comprometer a segurança dos usuários.



### **A-2b — Curva à direita**

Os sinais A-2b advertem o condutor do veículo da existência, adiante, de uma curva à direita. Devem ser utilizada sempre que existir curva horizontal adiante, em vias onde as velocidades de aproximação acarretam manobra que possa comprometer a segurança dos usuários.



### **R-1 — Parada Obrigatória**

Assinala ao condutor que deve parar seu veículo antes de entrar ou cruzar a via. Deve ser implantada o mais próximo possível da linha de parada do veículo. Em vias urbanas deve estar posicionada a no máximo 10,0m do alinhamento da via transversal, e no máximo a 15,0m em vias rurais.



- nas interseções em “Y” ou em outros entroncamentos oblíquos para estabelecer a proibição de circulação em determinado sentido;
- na proibição de acesso em vias ou áreas determinadas;
- o sinal pode vir acompanhado de informação complementar tal como, espécie e categoria de veículo, horário ou dia da semana.

**R19.8 — Velocidade máxima permitida**

Regulamenta o limite máximo de velocidade em que o veículo pode circular. A velocidade indicada deve ser observada a partir do local onde for colocada a placa, até onde houver outra que a modifique. Utilizada nos locais que estudos indiquem sua necessidade.





## **10 CONCLUSÃO**

O executor do projeto deverá procurar de maneira integral atender a todos os requisitos deste memorial descritivo em conjunto com as plantas de projeto e todas as normas e regulamentos nele disposto para a execução das obras. Todo projeto e obra devem estar em conformidade com as ARTs e os demais documentos que servirão de parâmetros para execução das obras, ajustes poderão ocorrer em campo quando da locação da obra.

## **11 RESPONSABILIDADE TÉCNICA**

---

**JULIANA GONÇALVES OLIVEIRA**

ENGENHEIRA CIVIL

CREA: MG 239,787/D