



MUNICÍPIO: Capanema – PR  
TRECHO: Vias Urbanas  
EXTENSÃO: 2.976,35 m

# **PROJETO DE ENGENHARIA PARA PAVIMENTAÇÃO DE VIAS URBANAS**

## **VOLUME 1 – MEMÓRIA JUSTIFICATIVA**

**JULHO/2025**

Duovias Engenharia Ltda



## SUMÁRIO

<b>1. APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>2. ESTUDOS .....</b>	<b>6</b>
2.1 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS E PLANIALTIMÉTRICO .....	9
2.2 ESTUDOS HIDROLÓGICOS .....	13
2.3 ESTUDOS GEOTÉCNICOS .....	26
<b>3. PROJETOS .....</b>	<b>30</b>
3.1 PROJETO DE TERRAPLANAGEM .....	31
3.2 PROJETO DE DRENAGEM .....	36
3.3 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO.....	44
3.4 PROJETO DE SINALIZAÇÃO .....	60
3.5 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES.....	103
<b>4. ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS .....</b>	<b>105</b>
<b>5. PLANO DE EXECUÇÃO DA OBRA .....</b>	<b>108</b>
5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	109
5.2 FASES DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS .....	109
5.3 CONTROLE DE QUALIDADE DOS SERVIÇOS.....	127
<b>6. ART DA RESPONSÁVEL TÉCNICA .....</b>	<b>134</b>
<b>7. TERMO DE ENCERRAMENTO.....</b>	<b>136</b>



---

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

## 1. APRESENTAÇÃO



## 1. APRESENTAÇÃO

Este volume, denominado **Volume 1: Memória Justificativa** apresenta os serviços realizados para o **Projeto Executivo de Engenharia para a Pavimentação de Vias Urbanas**, no município de Capanema – PR.

O Projeto Executivo de Engenharia aqui apresentado foi elaborado em cumprimento às disposições contidas Instruções de Serviço para travessias urbanas do DNIT, no qual apresenta os seguintes itens de estudos e projetos relativos à implantação: estudos topográficos, estudos hidrológicos, estudos geotécnicos, projeto geométrico, projeto de terraplanagem, projeto de drenagem, projeto de pavimentação, projeto de sinalização horizontal e vertical e projeto de obras complementares.

Este volume contém a memória descritiva do projeto executivo, descrevendo de forma ampla e abrangente os estudos realizados e os itens de projeto executivo elaborado, suas conclusões e recomendações.

Constam nesse projeto os seguintes volumes:

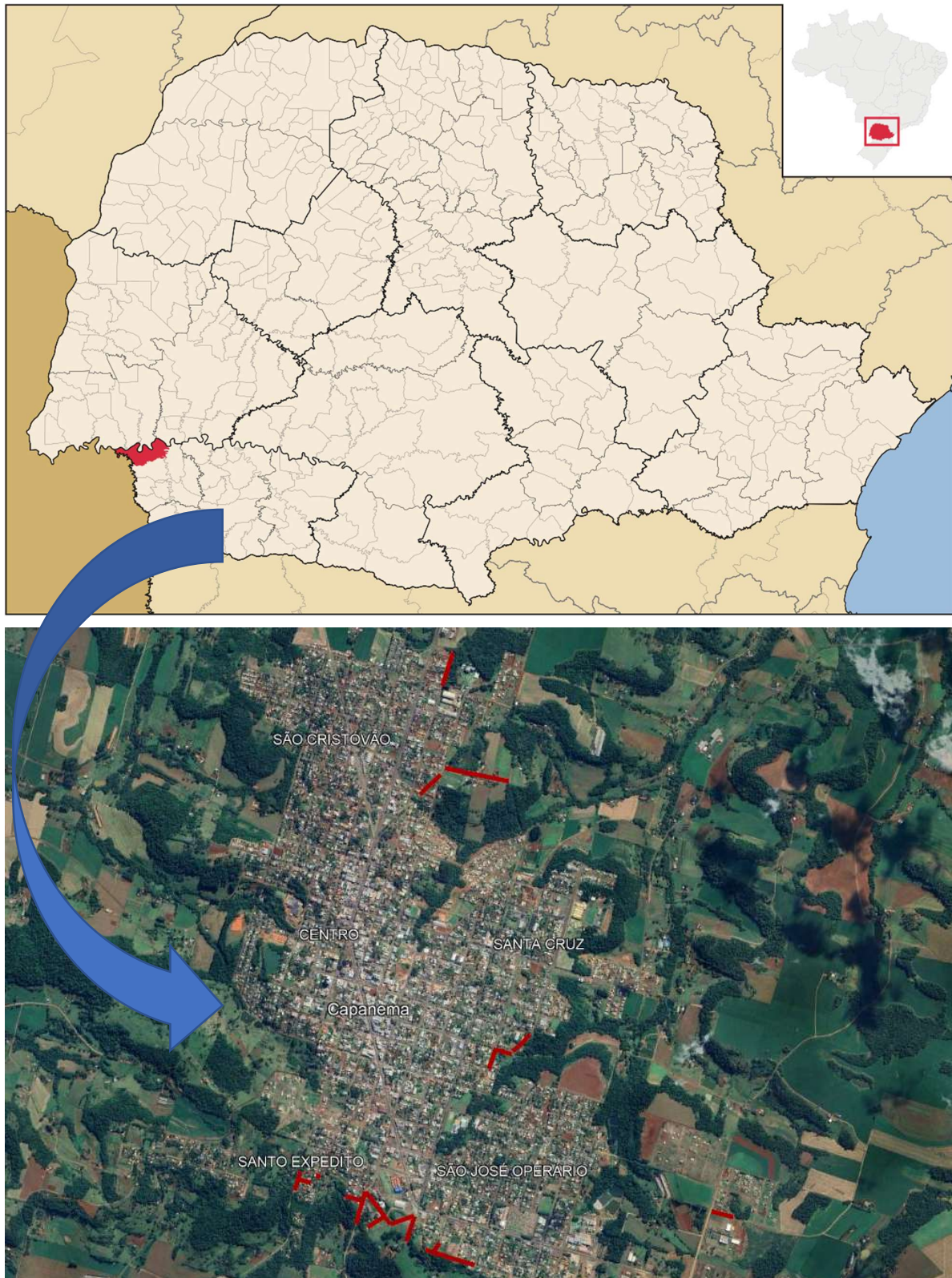
- **Volume 1: Memória Justificativa**

- Volume 2: Projeto Executivo

- Volume 3: Orçamento da Obra

Na figura a seguir é apresentado o mapa de situação:

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.



**Figura 1 - Mapa de Situação das Vias Urbanas.**



---

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

## 2. ESTUDOS



## 2. ESTUDOS REALIZADOS

Para a elaboração do projeto executivo, os trabalhos e a metodologia adotada para o desenvolvimento dos estudos efetuados se basearam nas informações de dados do tráfego, geotécnicos, hidrológicos, geométricos e planialtimétricos obtidos na bibliografia existente.

A área de estudo está localizada no município de Capanema. A Tabela 1 apresenta as coordenadas iniciais e finais de cada segmento.

Nome da Via	Início	Final	Início	Fim
Rua Por do Sol	Av. Rio Grande do Sul	Rua Franki Cesar Paese	25°40'52.91"S 53°48'27.84"W	25°40'58.57"S 53°48'22.79"W
Rua Silvério Ampessan	Rua Por do Sol	Prolong. 86 m	25°40'57.57"S 53°48'23.83"W	25°40'59.62"S 53°48'27.34"W
Rua Botucarís	Rua Franki Cesar Paese	Prolong. 145 m	25°40'57.30"S 53°48'17.53"W	25°40'57.3"S 53°48'17.5"W
Rua Nilo Adelvino Berticelli	Av. Rio Grande do Sul	Prolong. 205 m	25°40'52.82"S 53°48'27.93"W	25°40'59.10"S 53°48'29.84"W
Rua Delmar Severo	Rua Nilo A. Berticelli	Prolong. 110 m	25°40'54.61"S 53°48'28.74"W	25°40'53.89"S 53°48'32.11"W
Travessa nº 10	Rua Padre Cirilo	Prolong. 75 m	25°40'50.82"S 53°48'41.94"W	25°40'51.40"S 53°48'39.39"W
Rua Padre Cirilo	Av. Rio Grande do Sul	Rua Xingu	25°40'49.02"S 53°48'41.26"W	25°40'52.92"S 53°48'42.74"W
Rua Edemir Zandomênico	Rua Tamoios	Prolong. 384 m	25°39'33.01"S 53°48'12.80"W	25°39'35.32"S 53°47'59.37"W
Av. Ataídes Roberto Escher	Rua Piauí	Rua Tamoios	25°39'38.03"S 53°48'18.02"W	25°39'34.25"S 53°48'13.62"W
Av. Ubirajaras (Norte)	Rua Rio de Janeiro	Av. Espírito Santo	25°40'29.57"S 53°48'2.64"W	25°40'25.57"S 53°48'1.24"W
Av. Espírito Santo	Rua Ubirajaras	Av. Geraldo Fulber	25°40'25.87"S 53°48'1.33"W	25°40'26.74"S 53°47'57.91"W
Av. Geraldo Fulber	Av. Espírito Santo	Av. Pedro Viriato Parigot de Souza	25°40'26.24"S 53°47'57.76"W	25°40'22.97"S 53°47'54.23"W
Av. Ubirajaras (Sul)	Ter. Fernando de Noronha	Prolong. 64 m	25°41'04.0"S 53°48'13.5"W	25°41'01.8"S 53°48'12.1"W
Rua Território Fernando de Noronha	Rua Leopoldo Schmidt	Prolong. 303 m	25°41'3.50"S 53°48'15.16"W	25°41'6.26"S 53°48'4.87"W
Rua Otávio Kischner	Rua Cariris	Prolong. 223 m	25°40'55.61"S 53°47'15.77"W	25°40'57.5"S 53°47'07.9"W
Linha Bonita	Rua Carlos Ludwig	Prolong. 209 m	25°41'20.73"S 53°47'40.63"W	25°41'27.22"S 53°47'42.21"W
Rua da Paz	Linha Bonita	Rua Figueira	25°41'25.45"S 53°47'41.79"W	25°41'23.53"S 53°47'49.63"W

Visando o melhor custo-benefício para a pavimentação das vias urbanas, distribuídas conforme dimensionamento o pavimento (Item 3.3.2), da seguinte maneira:



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA

Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

- Será adotada a execução de sub-base em macadame seco preenchido com brita graduada com 15,00 cm, base em brita graduada com 15,00 cm, e, capa de rolamento em concreto asfáltico (CA) com espessura de 5,00 cm.





PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA

Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

## 2.1 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS E PLANIALTIMÉTRICO



## 2.1 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS E PLANIALTIMÉTRICO

Os estudos topográficos tiveram por objetivo simular em ambiente computacional e gráfico, com elevada precisão as informações referentes ao relevo, interferências e benfeitorias existentes ao longo da rodovia, no qual está contemplado o projeto.

Deste modo, consistiram na execução de levantamentos planialtimétricos cadastrais, com implantação de marcos ao longo do segmento.

Estes pontos de apoio implantados foram reconhecidos com o uso de um GPS, e as coordenadas e altitudes dos pontos utilizados pela equipe de topografia para a realização do levantamento. Com o uso destas bases de referências instaladas em marcos componentes da rede implantada e interligadas foram levantados os demais marcos.

Desta forma, a metodologia de triangulação de uma superfície calculada, torna-se tão precisa quanto o levantamento de seções transversais normais a um eixo de uma poligonal ou eixo locado.

### 2.1.1 Implantação de Marcos Georreferenciados

Como pontos de partida para os trabalhos de campo seguem abaixo os marcos georreferenciados ao longo das vias urbanas.

As coordenadas topográficas destes marcos foram utilizadas para cálculo das poligonais de apoio na fase seguinte.

Apresentamos as monografias dos marcos onde são informadas suas coordenadas geodésicas, UTM e topográficas.

### 2.1.2 Poligonais de apoio

O caminhamento das poligonais foi do tipo fechado, quando a poligonal inicia e termina no mesmo par de marcos.

Para cada poligonal foram aferidos os erros nos eixos Norte, Leste e Z (altitude). Se mantidos dentro das tolerâncias, foram distribuídos entre os vértices da poligonal e obtidas as coordenadas finais dos marcos.

A partir deste conjunto de pontos materializados em campo foi realizada a coleta dos dados de relevo e cadastro propriamente ditos, pelo método da irradiação de pontos.



## 2.1.3 Irradiação

A partir dos pontos de coordenadas conhecidas iniciou-se o processo de coleta de dados detalhados do relevo, com vistas na elaboração das plantas de cadastro do Modelo Digital do Terreno (MDT). Nesta etapa são especialmente importantes os seguintes elementos a serem coletados:

- Limites da pista de rolamento, acostamentos, calçadas etc. existentes;
- Elementos de drenagem como bueiros, sarjetas, caixas coletoras etc.;
- Edificações existentes;
- Sinalização existente;
- Pontos de ônibus e acessos principais;
- Limites da vegetação;
- Talwegues e divisores;
- Redes de infraestrutura, como água, fibra-ótica, energia elétrica, gás etc.;
- Benfeitorias de toda ordem que possam interferir ou sofrer interferência do Projeto.

## 2.1.4 Desenhos e MDT

Para o tratamento / inserção dos pontos cadastrados em campo e a triangulação da superfície, não menos importante, as cartas topográficas disponibilizadas no site do Exército Brasileiro. Este conjunto de elementos minimizam a possibilidade de interpretações equivocadas, ou mesmo erros de codificação possíveis de ocorrer na fase de campo e permitem aferir a amplitude e detalhes do levantamento para que assim as ferramentas operacionais utilizadas obtivessem a precisão necessária ao projeto proposto.

De posse de todos os dados de campo, processados e com todas as tolerâncias de erros de fechamento verificados, estes elementos são carregados em um CAD, onde, com os croquis de campo e utilizando-se das ferramentas de CAD, e o desenho foi construído através de simbologia, representando a situação encontrada em campo em uma forma digital.

Para a representação do relevo na forma de um relevo matemático utilizou-se do método da triangulação de Delaunay que pesquisa dentre todos os pontos do desenho aqueles que possuem cota e que serão utilizados no processamento, então, o aplicativo



---

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

inicia o processo de triangulação, gerando os lados dos triângulos entre pontos de menor distâncias. Após a malha triangular concluída, as linhas obrigatórias (“break line”) são definidas e processadas, forçando um lado do triângulo a ser igual a esta linha. As linhas obrigatórias definem qualquer modificação não natural existente no terreno tais como os bordos, eixos, cristas e pés de taludes e valas, rio, etc.

Ao término do processamento, esta malha triangular permite a geração: das curvas de nível, do perfil longitudinal e das seções transversais.



---

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

## 2.2 ESTUDOS HIDROLÓGICOS



## 2.2 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos foram desenvolvidos com a finalidade de estabelecer a individualização climática, geomorfológica e pluviométrica da área de interesse bem como os elementos necessários ao estudo de suficiência das obras de drenagem existentes e ao dimensionamento de novas obras do sistema de drenagem, assim como, a análise das características das bacias hidrográficas e a estimativa das vazões de contribuição.

O estudo hidrológico foi desenvolvido com base na Instrução de Serviço IS-203 e no Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem, ambos do DNIT.

Os estudos desta etapa de projeto foram concentrados como objetivo de determinar:

- Escolha e análise das estações hidrometeorológicas;
- Coleta, análise, depuração e tratamento dos dados pluviométricos;
- Estudo estatístico;
- Pluviometria da região obtida das observações e medições existentes, usada para a elaboração das curvas de Intensidade – Duração – Frequência;
- Delimitação das bacias hidrográficas; e,
- Cálculo da vazão de acordo com a metodologia vigente.

### 2.2.1 Serviços executados

Os estudos foram concentrados nos serviços de escolha e análise das estações hidrometeorológicas, coleta, análise, depuração e tratamento dos dados pluviométricos e climáticos e estudo estatístico.

Para desenvolvimento dos trabalhos de hidrologia foi necessário a coleta de dados pluviométricos, para tanto, foi utilizada a estação Planalto - IAPAR, Cód. 2553015, pertencente ao AGUASPARANÁ – Instituto de Águas do Paraná, localizada no município de Planalto, nas coordenadas geográficas, 25° 42' 00" de latitude e 53° 46' 00" de longitude, com altitude de 400,00 m.

### 2.2.2 Características Gerais da Região

O município de Capanema – PR, tem com classificação climática predominante, segundo Wladimir Köppen o trecho se desenvolve na região do grupo C, que já tem as temperaturas médias do mês mais frio e estão abaixo dos 18° e acima dos 3°C.

Os índices pluviométricos médios anuais são de 2.006,50 mm, sem evidenciar estações secas no ano, pertencendo ao tipo úmido (f) do grupo C. As temperaturas médias dos meses de verão são superiores a 22°C, classificando a região no subtipo (a).

A classificação do clima na região, segundo Köppen, é subtropical úmido com verões quentes do tipo (Cfa). Na Figura 2 está apresentada a classificação segundo Köppen, com o agrupamento dos climas regionais semelhantes.



Figura 2 - Classificação climática, segundo Köppen

### 2.2.3 Séries Históricas

Foram coletados os dados históricos da estação pertencente ao Instituto das Águas do Paraná, onde podemos observar a precipitação total dos anos e meses registrados pelas estações, conforme apresentados nos quadros abaixo.

#### **ALTURAS ANUAIS DE PRECIPITAÇÃO (mm)**

ANO	Total Anual	Máxima Diária	Dias de Chuva
1982	2.391,60	117,80	133
1983	2.990,70	121,60	150
1984	2.061,10	130,20	140
1985	1.111,30	80,80	117
1986	2.020,30	82,20	129





## PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA

Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

1987	2.037,70	105,00	142
1988	1.314,10	92,60	106
1989	2.084,90	83,80	142
1990	2.521,80	157,40	153
1991	1.545,50	122,80	99
1992	2.232,70	113,20	147
1993	1.903,10	83,20	133
1994	2.024,20	77,60	125
1995	1.698,10	110,60	113
1996	2.399,10	208,40	130
1997	2.157,50	138,40	139
1998	2.758,20	157,40	142
1999	1.624,40	101,00	113
2000	2.096,80	157,00	138
2001	1.799,80	80,80	126
2002	2.064,10	106,60	137
2003	1.836,20	95,60	102
2004	1.742,70	117,00	104
2005	2.014,40	150,40	105
2006	1.526,50	93,60	106
2007	1.899,00	103,60	103
2008	1.506,40	71,60	108
2009	2.329,20	96,20	138
2010	1.896,30	111,60	127
2011	1.981,30	106,20	113
2012	1.827,40	97,20	112
2013	2.297,00	102,00	125
2014	2.331,40	140,80	131
2015	2.196,00	83,40	149

## RESUMO ANUAL

ANO	Total Anual	Máxima Diária	Dias de Chuva
MÉDIA	2.006,50	111,70	125,8
MÍNIMA	1.111,30	71,60	99,0
MÁXIMA	2.990,70	208,40	153,0
D PADRÃO	381,60	29,20	15,9



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

### ALTURAS MENSAIS DE PRECIPITAÇÃO (mm)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2000	193,70	355,40	97,40	93,00	167,00	170,30	89,00	113,80	241,40	300,00	120,00	155,80
2001	187,80	239,40	124,80	176,60	178,00	125,00	124,20	61,40	154,80	168,60	167,00	92,20
2002	201,80	64,60	79,00	49,80	388,40	38,20	84,00	146,00	164,80	447,20	277,40	122,90
2003	149,80	261,60	127,60	93,00	73,40	124,00	66,00	34,00	191,60	224,20	103,20	387,80
2004	141,00	55,20	41,20	160,00	334,00	106,00	181,80	13,80	87,80	356,50	200,00	65,40
2005	217,00	9,20	30,20	127,80	366,20	226,20	132,60	91,40	210,00	503,80	37,40	62,60
2006	168,80	35,70	148,80	111,00	1,60	61,40	25,00	134,20	231,00	145,50	170,40	293,10
2007	223,90	201,20	104,40	285,00	252,80	10,40	133,00	22,60	19,10	170,00	346,60	130,00
2008	181,00	88,80	35,60	227,20	51,80	165,20	66,00	121,80	131,00	307,60	90,60	39,80
2009	195,40	230,80	43,40	87,00	309,00	79,80	145,40	220,80	207,60	354,60	236,40	219,00
2010	146,60	175,40	251,00	250,00	165,20	47,80	101,20	38,20	10,40	251,90	43,20	415,40
2011	228,40	226,40	125,20	162,10	22,20	94,40	256,40	240,00	153,40	291,20	152,40	29,20
2012	207,40	121,60	48,40	353,60	71,20	179,20	125,80	4,00	83,20	297,00	42,20	293,80
2013	179,20	230,60	351,60	83,20	182,60	427,40	52,20	114,00	238,20	152,60	163,00	122,40
2014	230,60	141,10	208,00	221,60	258,60	424,80	182,00	20,40	288,80	79,10	179,00	97,40
2015	202,80	178,60	146,40	124,20	149,50	170,00	323,60	37,80	89,40	110,60	247,00	416,10

#### Valores anuais

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA	190,95	163,48	122,69	162,82	185,72	153,13	130,51	88,39	156,41	260,03	160,99	183,93
MÍNIMA	141,00	9,20	30,20	49,80	1,60	10,40	25,00	4,00	10,40	79,10	37,40	29,20
MÁXIMA	230,60	355,40	351,60	353,60	388,40	427,40	323,60	240,00	288,80	503,80	346,60	416,10
D. PADRAO	28,50	95,39	87,52	84,36	123,05	121,53	77,05	72,46	81,32	120,12	88,08	135,37

#### 2.2.4 Relação Intensidade – Duração - Recorrência

O quadro abaixo apresenta média e desvio padrão da variável de Gumbel y em função do número de observações. Fonte: Gumbel (1958).

## PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA

Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

n	$\bar{y}_n$	$\sigma_n$	n	$\bar{y}_n$	$\sigma_n$	n	$\bar{y}_n$	$\sigma_n$
8	0,4843	0,9043	35	0,5403	1,1285	64	0,5533	1,1793
9	0,4902	0,9288	36	0,5410	1,1313	66	0,5538	1,1814
10	0,4952	0,9497	37	0,5418	1,1339	68	0,5543	1,1834
11	0,4996	0,9676	38	0,5424	1,1363	70	0,5548	1,1854
12	0,5035	0,9833	39	0,5430	1,1388	72	0,5552	1,1873
13	0,5070	0,9972	40	0,5436	1,1413	74	0,5557	1,1890
14	0,5100	1,0095	41	0,5442	1,1436	76	0,5561	1,1906
15	0,5128	1,0206	42	0,5448	1,1458	78	0,5565	1,1923
16	0,5157	1,0316	43	0,5453	1,1480	80	0,5569	1,1938
17	0,5181	1,0411	44	0,5458	1,1499	82	0,5572	1,1953
18	0,5202	1,0493	45	0,5463	1,1519	84	0,5576	1,1967
19	0,5220	1,0566	46	0,5468	1,1538	86	0,5580	1,1980
20	0,5236	1,0628	47	0,5473	1,1557	88	0,5583	1,1994
21	0,5252	1,0696	48	0,5477	1,1574	90	0,5586	1,2007
22	0,5268	1,0754	49	0,5481	1,1590	92	0,5589	1,2020
23	0,5283	1,0811	50	0,5485	1,1607	94	0,5592	1,2032
24	0,5296	1,0864	51	0,5489	1,1623	96	0,5595	1,2044
25	0,5309	1,0915	52	0,5493	1,1638	98	0,5598	1,2055
26	0,5320	1,0961	53	0,5497	1,1653	100	0,5600	1,2065
27	0,5332	1,1004	54	0,5501	1,1667	150	0,5646	1,2253
28	0,5343	1,1047	55	0,5504	1,1681	200	0,5672	1,2360
29	0,5353	1,1086	56	0,5508	1,1696	250	0,5688	1,2429
30	0,5362	1,1124	57	0,5511	1,1708	300	0,5699	1,2479
31	0,5371	1,1159	58	0,5515	1,1721	400	0,5714	1,2545
32	0,5380	1,1193	59	0,5518	1,1734	500	0,5724	1,2588
33	0,5388	1,1226	60	0,5521	1,1747	750	0,5738	1,2651
34	0,5396	1,1255	62	0,5527	1,1770	1000	0,5745	1,2685

O fator de frequência  $K_t$  pode ser determinado pela expressão:

$$K_t = \frac{y - y_n}{\sigma n}$$

Onde:

- $y$ : variável reduzida;
- $y_n$ : média aritmética da variável reduzida, para uma amostra de  $n$  elementos extremos;
- $\sigma n$ : desvio-padrão da variável reduzida.

De acordo com a equação de Gumbel e considerando que o tempo de recorrência,  $TR$ , é o inverso da probabilidade  $P$ , a variável reduzida pode ser calculada pela expressão:

$$y = -\ln [\ln * TR - \ln (TR - 1)]$$

A descarga média é obtida pela expressão:

$$\bar{Q} = \frac{\sum Q}{n} = \frac{\sum 2.006,50}{34} = 59,01$$

E o desvio padrão é obtido por:

$$\sigma n = \sqrt{\frac{\sum (Q - \bar{Q})^2}{n - 1}} = 26,00$$



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

Os valores seguem apresentados na tabela abaixo.

Nº de Eventos Considerados	TR - Tempo de Recorrência em Anos						
	5	10	15	20	25	50	100
30	0,8664	1,5410	1,9216	2,1881	2,3933	3,0257	3,6533
31	0,8628	1,5353	1,9147	2,1804	2,3850	3,0154	3,6411
32	0,8594	1,5299	1,9081	2,1730	2,3770	3,0054	3,6292
33	0,8562	1,5246	1,9018	2,1659	2,3693	2,9958	3,6178
34	0,8533	1,5200	1,8962	2,1596	2,3624	2,9874	3,6078
35	0,8504	1,5153	1,8905	2,1532	2,3555	2,9789	3,5976
36	0,8476	1,5110	1,8852	2,1473	2,3491	2,9709	3,5880
37	0,8450	1,5068	1,8802	2,1416	2,3430	2,9633	3,5791
38	0,8427	1,5031	1,8757	2,1366	2,3375	2,9566	3,5710
39	0,8403	1,4993	1,8711	2,1314	2,3319	2,9495	3,5627
40	0,8379	1,4955	1,8664	2,1262	2,3262	2,9426	3,5543

Para transformação das chuvas máximas de um dia em chuvas de 24 horas e daí por diante em chuvas de 1 hora e de 6 minutos, utilizou-se o método das Isozonas desenvolvido pelo Engº José Jaime Taborga Torrico, apresentado na Figura 3, abordado no livro Práticas Hidrológicas deste mesmo autor, que consiste na correlação dos dados dos postos pluviométricos com os dados dos postos pluviográficos, permitindo deduzir, de forma simples, as precipitações para os períodos inferiores há 24 horas.

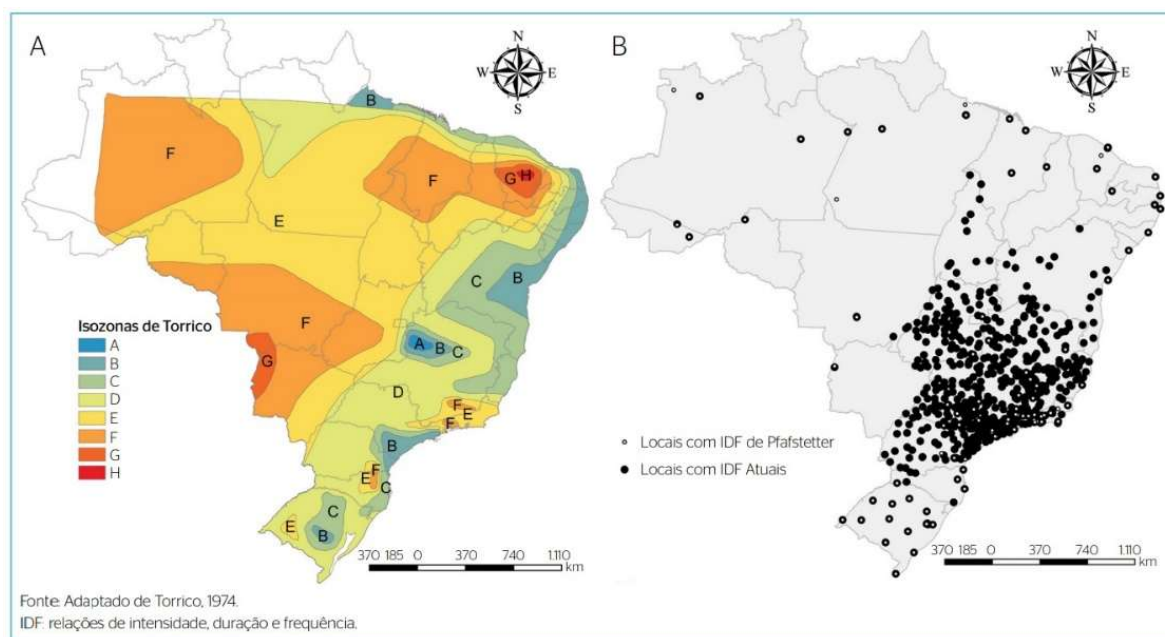
$$H = P + kt * \sigma p$$

Intensidades de Precipitação:

- $H_{5 \text{ anos}} = 59,0147 + 0,8533 * 26,00 = 81,20 \text{ mm}$
- $H_{10 \text{ anos}} = 59,0147 + 1,5200 * 26,00 = 98,54 \text{ mm}$
- $H_{15 \text{ anos}} = 59,0147 + 1,8962 * 26,00 = 108,32 \text{ mm}$
- $H_{20 \text{ anos}} = 59,0147 + 2,1596 * 26,00 = 115,17 \text{ mm}$
- $H_{25 \text{ anos}} = 59,0147 + 2,3624 * 26,00 = 120,45 \text{ mm}$
- $H_{50 \text{ anos}} = 59,0147 + 2,9874 * 26,00 = 136,70 \text{ mm}$
- $H_{100 \text{ anos}} = 59,0147 + 3,6078 * 26,00 = 152,83 \text{ mm}$

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA

Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.



**Figura 3 - Mapa de Isozonas (A), apresentada por Torrico (1974), incluindo relações de intensidade, duração e frequência determinadas por Pfafstetter (1956; 1982) e as utilizadas neste estudo (B).**

Isozona	1h/24h chuva										6min/24h	
	TR (anos)										TR (anos)	
	5	10	15	20	25	30	50	100	1.000	10.000	5-50	100
A	36,2	35,8	35,6	35,5	35,4	35,3	35,0	34,7	33,6	32,5	7,0	6,3
B	38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	37,2	36,9	36,4	37,2	36,0	8,4	7,5
C	40,1	39,7	39,5	39,3	39,2	39,1	38,8	38,4	37,2	36,0	9,8	8,8
D	42,0	41,6	41,4	41,2	41,1	41,0	40,7	40,3	39,0	37,8	11,2	10,0
E	44,0	43,6	43,3	43,2	43,0	42,9	42,6	42,2	40,9	39,6	12,6	11,2
F	46,0	45,5	45,3	45,1	44,9	44,8	44,5	44,1	42,7	41,3	13,9	12,4
G	47,9	47,4	47,2	47,0	46,8	46,7	46,4	45,9	44,5	43,1	15,4	13,7
H	49,9	49,4	49,1	48,9	48,8	48,6	48,3	47,8	46,3	44,8	16,7	14,9

Fonte: Torrico, 1974.

TR: períodos de recorrência.

O lote do projeto encontra-se na isozona D, tendo os seguintes índices:

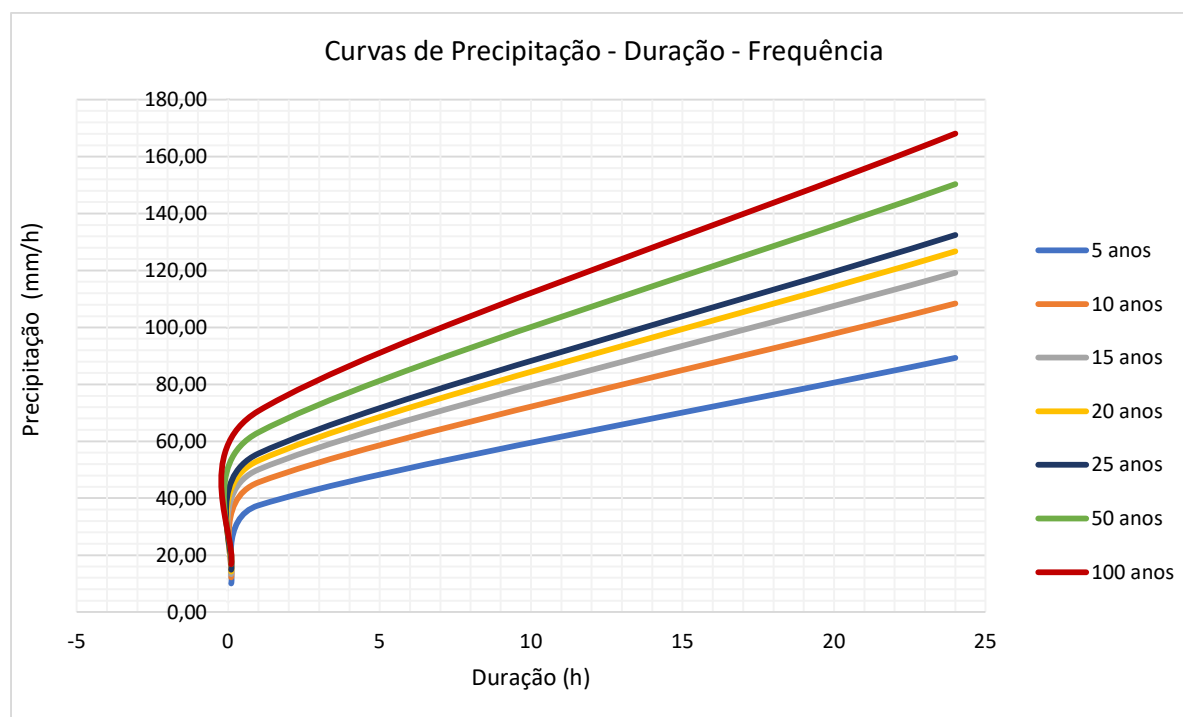
Tempo de Recorrência	Intensidade de Precipitação (mm)		
	6 minutos	1 hora	24 horas
5 anos	10,00	37,52	89,32
10 anos	12,14	45,53	108,40
15 anos	13,35	50,05	119,16
20 anos	14,19	53,21	126,69
25 anos	14,84	55,65	132,49
50 anos	16,84	63,16	150,37
100 anos	16,81	70,61	168,12

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

Como os dados observados são restritos a períodos de observação geral inferiores aos desejados em projeto. Assim sendo, é desejável o apoio de uma lei de distribuição probabilística de extremos teórica.

A estatística dos valores extremos, segundo Chow-Gumbel, apresenta-se como um dos métodos mais indicados para caracterizar a distribuição de chuvas máximas. Assim, procura-se analisar as relações intensidade - duração - frequência das chuvas observadas, determinando-se para os diferentes intervalos de duração da chuva, qual o tipo de equação e qual o número de parâmetros desta equação que melhor caracterizam aquelas relações.

Com os dados de precipitação calculados para os diversos tempos de recorrência e para os tempos de duração, pode-se traçar os gráficos, onde estão apresentadas as curvas de intensidade - duração – frequência.



### 2.2.5 Cálculo das Vazões

O cálculo da vazão das bacias de contribuição foi determinado através dos procedimentos citados a seguir:



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

As bacias com áreas inferiores a 4 km<sup>2</sup> a descarga foi determinada pelo método racional;

As bacias com áreas entre 4 a 10 km<sup>2</sup> a descarga foi determinada pelo método de racional corrigido;

As bacias com áreas superiores a 10 km<sup>2</sup> a descarga foi determinada pelo método de hidrograma unitário triangular.

O tempo de concentração das bacias foram avaliados por metodologia e modelos usuais, e que apresentem resultados compatíveis e considerando:

- Área da bacia;
- Comprimento e declividade do talvegue principal;
- Forma da bacia;
- Declividade do talvegue principal;
- Recobrimento Vegetal;
- Uso da terra; e
- Outros.

#### 2.2.5.1 Método Racional:

Relaciona a precipitação com o deflúvio, considerando as principais características da bacia, tais como área, permeabilidade, forma, declividade média, sendo a vazão de dimensionamento calculada pela equação abaixo:

$$Q = \frac{C * I * A}{6}$$

Onde:

Q = vazão, em m<sup>3</sup>/s;

i = equação de chuva, em mm/min;

A = área de contribuição, em ha;

c = coeficiente de deflúvio, adimensional.

O volume excedente de chuva, com precipitação uniforme sobre a bacia, é determinado de acordo com o complexo solo-cobertura vegetal representado pelo coeficiente de escoamento ou Runoff.

O coeficiente de deflúvio foi arbitrado segundo a tabela apresentada pelo DNIT. Para áreas com urbanização fez-se a média ponderada considerando-se a área e o respectivo coeficiente. Para bacias sem urbanização, considerou-se a declividade da





bacia e o tipo de solo da região conforme o Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem, 2005.

Tipo de Área de Drenagem	Coeficiente C
<u>Áreas sem melhoramentos</u>	
Solo arenoso, declividade baixa < 2%.	0,05-0,10
Solo arenoso, declividade média entre 2% e 7%.	0,10-0,15
Solo arenoso com declividade alta > 7%	0,15-0,20
Solo argiloso, declividade baixa < 2%	0,13-0,17
Solo argiloso, declividade média entre 2% e 7%.	0,18-0,22
Solo argiloso com declividade alta > 7%	0,15-0,35
<u>Áreas comerciais</u>	
Áreas centrais	0,70-0,95
Áreas de bairros	0,50-0,70
<u>Áreas Residenciais</u>	
Residenciais isoladas	0,35-0,50
Unidades múltiplas, isoladas	0,40-0,60
Unidades múltiplas, conjugadas	0,60-0,75
Residencial suburbana	0,25-0,45
Area de apartamentos	0,50-0,700
Tipo de Área de Drenagem	Coeficiente C
<u>Áreas industriais</u>	
Áreas com ocupação esparsa	0,50-0,80
Área com ocupação densa	0,60-0,90
<u>Ruas</u>	
Revestimento asfáltico	0,70-0,95
Revestimento de concreto	0,80-0,95
Tijolos	0,70-0,85
Trajeto de acesso a calçadas	0,75-0,85
Telhados	0,75-0,95

#### 2.2.5.2 Método Racional Corrigido:

Para corrigir os efeitos de distribuição de chuvas nas bacias hidrográficas, consideradas uniformes no Método Racional, principalmente em bacias de médio porte, é introduzido um coeficiente redutor da intensidade de precipitação chamado coeficiente ou fator de distribuição, dado por:

$$n = A^{-0,1}$$

Onde:

$n$  = fator de distribuição;

$A$  = área de contribuição da bacia, em  $\text{km}^2$ ;

E, portanto, o cálculo da vazão, neste caso, resultará do produto da vazão calculada pelo Método Racional, como atrás indicado, multiplicado pelo fator de distribuição  $n$ . Esta correção foi aplicada para bacias com áreas de drenagem entre 4,0 e 10  $\text{km}^2$ .

### 2.2.5.3 Método do Hidrograma Unitário Triangular:

Este método utiliza as seguintes relações:

$$q = \frac{2,08 * A}{tp}$$

$$tp = \frac{\Delta t}{2} + 0,6 * tc$$

$$\Delta t = \frac{tc}{5}$$

$$tr = 1,67 * tc$$

$$tb = 2,67 * tc$$

Onde:

$q$  = vazão máxima do hidrograma unitário, em  $\text{m}^3/\text{s}$ ;

$A$  = área de contribuição da bacia, em  $\text{km}^2$ ;

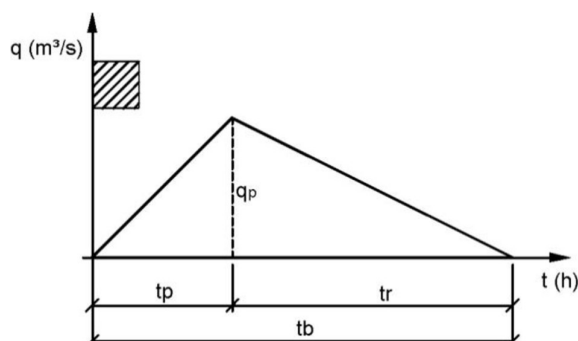
$tp$  = tempo de pico, em h;

$\Delta t$  = tempo unitário, em h;

$tc$  = tempo de concentração, em h;

$tr$  = tempo de descida, em h;

$tb$  = tempo de base, em h.





## 2.2.7 Período de Recorrência

Para o estudo em questão foram adotados os seguintes tempos de recorrência, os quais estão em conformidade com a Instrução de Serviço IS-208 do DNIT.

- Obras de Drenagem Superficial: Tr = 10 anos;
- Obras de Arte Corrente:
  - Como Canal (Bueiros Tubular / Celular): Tr = 15 anos / Tr = 25 anos;
  - Como Orifício: Tr = 25 anos / Tr = 50 anos.
  - Pontes: Tr = 100 anos.

## 2.2.8 Tempo de Concentração

O tempo de concentração é definido como o tempo necessário para uma gota d'água percorrer a distância entre o ponto mais distante da bacia e a seção de vazão em estudo, onde acontece o pico do deflúvio superficial direto.

Para o cálculo utilizou-se a fórmula de Kirpich para bacias menores ou iguais a 100 ha e Kirpich Modificada no caso de bacias maiores que 100 ha, recomendada pelo “California Highways and Public Roads” expressa por:

$$tc = 57 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385} \quad ou, \quad tc = 85,2 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Onde:

tc = Tempo de concentração, em minutos;

A = Área da bacia, em hectares;

L = Comprimento do talvegue principal, em km;

H = desnível (m).

Para obras de drenagem superficial será adotado o tempo de concentração igual a 5 minutos, e para as Obras de Arte Correntes, o tempo de 10 minutos como mínimo.



---

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

## 2.3 ESTUDOS GEOTÉCNICOS



## **2.3 ESTUDO GEOTÉCNICO**

O Estudo Geotécnico, faz parte do Projeto de Engenharia Rodoviária para a execução do pavimento asfáltico nas vias urbanas do município de Capanema, numa extensão de 2.976,35 m.

Este estudo tem por objetivo, através de sondagens e ensaios, caracterizar perfeitamente o comportamento dos materiais constituintes do subleito e do pavimento existente nas ocorrências de materiais a serem empregados nas obras de restauração e pavimentação. E a determinação das seguintes atividades:

- Caracterização geotécnica preliminar e coletas de informações existentes;
- Plano de sondagens e amostragens;
- Abertura dos poços para coleta de amostras;
- Investigação geotécnica; e
- Avaliação funcional e estrutural do pavimento existente;
- Ensaios de laboratório;
- Resultados e Avaliações das investigações realizadas;
- Conclusões e recomendações para os projetos.

As vias para recape, foram analisadas através de ensaios por amostragens, coletados no eixo da pista e nos bordos, tendo como objetivo principal proporcionar o reconhecimento adequado das características dos materiais constituintes do subleito, de maneira a subsidiar os projetos de terraplanagem e pavimentação.

### **2.3.1 Plano de Sondagens e Amostragens**

O referido plano abrangeu os seguintes itens:

- AM – Coleta de amostras para ensaios de caracterização do solo, tais como: granulometria por peneiramento, limites de liquidez e plasticidade, compactação, determinação da expansão e do Índice de Suporte de Califórnia (ISC / CBR);
- ST – Sondagens a trado;



### **2.3.2 Investigação Geotécnica**

Um pavimento é um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semiespaço infinito, denominado subleito, que por sua vez, é o terreno de fundação onde será apoiado todo o pavimento. Deve ser considerado e estudado até as profundidades em que atuam significativamente as cargas impostas pelo tráfego (de 0,60 m a 1,50 m de profundidade) sendo que os esforços impostos na superfície serão aliviados em sua profundidade e normalmente se dispersam no primeiro metro.

Esse terreno de fundação também deve cumprir certas exigências de compactação de acordo com valores fixados nas especificações gerais, além de aspectos qualitativos como a expansão e CBR.

A capacidade de suporte do subleito pode ser determinada diretamente por uma prova de carga estática ou por meio de correlação entre o Índice de Suporte Califórnia (CBR ou ISC) e o coeficiente de recalque (k). Portanto, os materiais do subleito devem apresentar uma expansão, medida no ensaio de CBR, menor ou igual a 2% e um CBR maior ou igual a 2%.

Com essas amostras visando a caracterização dos materiais empregados na pavimentação da rodovia em estudo, foram efetuadas em laboratório as seguintes ações:

- Preparação de amostras via seca para ensaios de caracterização;
- Análise granulométrica por peneiramento;
- Limite de liquidez;
- Limite de plasticidade;
- Teor de umidade;
- Compactação proctor normal;
- CBR com expansão; e
- Laudo Técnico/Relatório.

### **2.3.3 Procedimento das sondagens**

Ensaio de caracterização geotécnica e especiais foram conduzidos conforme preconizados por metodologias da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas e o DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. As normatizações utilizadas estão mostradas abaixo:



Procedimento	Norma Técnica
Preparação de Amostras	ABNT (NBR 6457/2016)
Determinação do teor de umidade	DNER-ME 213/94
Gravidade específica - Massa específica dos grãos sólidos	ABNT (NBR 6458/2016)
Análise granulométrica	ABNT (NBR 7181/2016)
Limite de Liquidez	ABNT (NBR 6459/2016)
Limite de Plasticidade	ABNT (NBR 7180/2016)
Ensaio de Compactação Proctor Normal	ABNT (NBR 7182/2016)
Índice Suporte Califórnia (CBR)	DNIT (2014)   DNER-ME 049/94   ABNT (NBR 9895/2016)

### 2.3.4 Análise Estatística dos Resultados dos Ensaios

Para a análise estatística dos resultados dos ensaios será utilizado o plano de amostragem indicado no Manual de Pavimentação de 2006 do DNIT, conforme a equação abaixo:

$$ISC_{proj} = ISC_{med} \pm \frac{1,29 \sigma}{\sqrt{N}} \pm 0,68 \sigma$$

Efetuada a análise estatística, determinou-se o valor do Índice de Suporte de Califórnia de Projeto (ISC Proj), conforme apresentado a seguir:

$$ISC = 9,30$$

Os estudos geotécnicos tiveram por objetivo a identificação do subleito e a determinação dos materiais a serem utilizados na execução da base estabilizada granulometricamente, e foram realizados obedecendo à metodologia preconizada pelo DNIT. Os ensaios de compactação foram realizados com amostras em cinco teores de umidade. Os ensaios de ISC foram com amostras virgens, moldadas na umidade ótima e embebidas durante noventa e seis horas, com medição de expansibilidade.





---

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

### 3. PROJETOS



### 3.1 PROJETO DE TERRAPLANAGEM

O projeto de terraplenagem foi executado com base nos elementos dos estudos geotécnicos e no projeto geométrico.

A etapa do projeto básico tem por objetivo elaborar a planificação da movimentação de materiais de terraplenagem, quantificando-a e determinando as distâncias de transporte.

O greide apresentado no projeto geométrico é o de terraplanagem.

As seções com as dimensões e segmentos onde serão implantados os melhoramentos estão apresentados nos itens Projeto de Terraplenagem e Projeto de Pavimentação do Volume 2: Projeto de Execução.

#### 3.1.1 Considerações Iniciais

O trecho projetado, terá a sua seção transversal da plataforma em alguns pontos alterada. As movimentações de materiais destinam-se a implantação da pavimentação, o material excedente oriundo desses serviços será depositado no fundo do terreno da empresa.

Os volumes de corte e aterro foram calculados a partir das seções transversais. Após definição do greide de projeto, as seções foram gabaritadas de acordo com a seção transversal tipo, possibilitando a planimetria das áreas correspondentes a corte e aterro, quantificando e determinando as distâncias de transporte, sendo utilizada as seguintes considerações:

- Utilizando as seções geradas pelo projeto geométrico, foram obtidos os volumes de terraplanagem pelo método da soma das áreas e pela semi-distância;
- Os materiais dos cortes foram classificados visualmente em vistoria a campo;
- Foi considerado o coeficiente de empolamento de 1,30 para os solos classificados em 1ª categoria;
- Os materiais utilizados da camada final de terraplenagem, ou seja, os últimos 60cm devem ser executados com material com CBR igual ou superior ao adotado no projeto de pavimentação, expansão <2% e grau de compactação de 100% proctor normal;
- A distribuição dos volumes foi realizada buscando diminuir as distâncias de transporte, levando em consideração as características geotécnicas do material e a sua utilização;



- Os taludes foram projetados com inclinação 1(H) / 1(V) em cortes em solo e altura máxima de 8,00 m.

- Já os taludes de aterro foram projetados com inclinação 3(H) / 2(V) nos aterros e altura máxima de 8,00 m.

- Nos locais onde a geometria encontra-se implantada sobre material de baixa capacidade de suporte, foi considerada a remoção do material inservível e posterior reposição com camada drenante em rocha;

- Os solos utilizados para aterro deverão ser isentos de matérias orgânicas e micáceas, turfas e argilas orgânicas.

- Os serviços de cortes e aterros deverão ser executados em acordo com as Especificações Gerais para Obras Rodoviárias do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT.

### 3.1.1.1 Escavação de Cortes

Os cortes são segmentos que requerem escavação no terreno natural para se alcançar a linha do greide projetado, definindo assim transversal e longitudinalmente o corpo estradal. As operações de corte compreendem:

- Escavação dos materiais constituintes do terreno natural até a plataforma de terraplenagem definida pelo projeto;
- Escavação para rebaixamento do leito de terraplenagem, nos casos em que o subleito formado por materiais julgados inadequados. Neste caso, indica-se rebaixamento de 0,40 m. Após remoção do material, deverá ser executado serviço de tratamento do subleito abaixo da escavação de rebaixo, compreendendo escarificação do solo, tratamento de controle de umidade, remoção se conter raízes e compactação. Para determinação de quantidades, foi considerada espessura igual a 0,20 m, abaixo da operação de rebaixamento dos cortes em solo, com serviço de compactação 100% P.I. Após o tratamento do fundo, recompor o local, em camadas de 0,20 m, e compactar com a mesma energia. Também serão escavados aterros com altura inferior a 0,60 m, proporcionando espaço suficiente para execução da camada final.
- Escavação nos terrenos de fundação de aterros com declividade excessiva (comuns nos alargamentos de aterros existentes) para que estes proporcionem



condições para o trabalho dos equipamentos e estabilidade das camadas a serem sobrepostas. No presente projeto nos casos de execução de aterros em meia encosta, onde o terreno natural possui inclinação superior a 20%, foi considerado um reaterro em degraus com largura mínima de 1,0 m. O “denteamento” deverá ser considerado para engastamento do aterro, e para garantir a largura mínima de operação de equipamentos de terraplenagem (3,0 m);

- Transporte dos materiais escavados para aterros ou depósito de material excedente.

### 3.1.1.2 Compactação de Aterros

Os aterros constituem segmentos cuja implantação requer o depósito de materiais, para a composição do corpo estradal segundo os gabaritos de projeto. Os materiais de aterro se originam dos cortes e dos empréstimos.

As operações de aterro compreendem a descarga, o espalhamento, a correção da umidade e a compactação dos materiais escavados, para a confecção do corpo e da camada final dos aterros propriamente ditos, bem como para a substituição de volumes retirados nos rebaixamentos de plataforma em corte ou nos terrenos de fundação dos próprios aterros.

Os volumes de compactação de aterros foram obtidos através das informações das seções transversais gabaritadas e a mesma metodologia aplicada nos cortes. Importante observar que o serviço de tratamento do fundo dos rebaixos de cortes será quantificado em orçamento no serviço de compactação, com energia equivalente a 100% do Proctor Intermediário.

Os volumes apresentados estão separados em camada final e corpo do aterro. A camada final compreende os 0,60 m (mínimo, ou equivalente às características dos materiais) finais dos aterros e o reaterro dos rebaixos, onde a energia de compactação deverá ser equivalente a 100% do Proctor Intermediário.

O corpo do aterro compreende a porção inferior dos aterros, situada abaixo da camada final, e deverá receber compactação de 100% do Proctor Normal.

No caso de execução de aterros a meia encosta, onde o terreno natural possui inclinação maior que 25% ou de alargamentos nos aterros existentes, foi considerada escavação em degraus. Para efeito de quantitativos, esse volume foi computado como



corte e posteriormente reaterado com o mesmo material, nos casos em que os materiais cumpram com as características para o corpo do aterro.

Os materiais empregados nos aterros são oriundos dos cortes e empréstimos e deverão atender as recomendações das especificações de serviço quanto aos aspectos qualitativos, ou seja, de CBR e de expansão, não sendo permitido o uso de solos de baixa capacidade ou com elevada expansão.

- Corpo de aterro: CBR > 2% e expansão < 4%;
- Camadas finais de terraplenagem (aterros e cortes): CBR  $\geq$  8% e expansão < 2%.

### 3.1.2 Seções Tipo

Todas as seções-tipo representadas foram desenhadas na escala 1:100 da horizontal e 1:200 da vertical. Indicam ainda, o detalhamento das banquetas, bermas, taludes de corte e aterro nas diversas situações. Sendo adotado os modelos dos projetos padrões de geometria, conforme seção tipo de corte e aterro abaixo.

### 3.1.3 Seleção dos Materiais

Para seleção de materiais de terraplenagem, deve-se avaliar as características mecânicas e físicas através dos ensaios descritos na instrução para serviços geotécnicos.

O material de aterro pode ser solo, pedregulho ou solo contendo fragmentos de rochas. Os parâmetros de projeto são a capacidade de suporte do material e a expansão. Em princípio e salvo outra indicação, devem ser obedecidos os seguintes valores, conforme especificação técnica do item aterros de terraplenagem:

- aterro: no caso do corpo de aterro ser constituído por solos expansivos, SE, ou solos expansivos saturados, SES, os metros finais do aterro da plataforma e do talude devem ser executados por solos de comportamento laterítico e compactado na energia normal do ensaio de compactação, conforme indicação de projeto, de forma a envelopar o corpo de aterro. Caso não se disponha de volume suficiente deste material, os metros finais do aterro devem ser executados com solos que apresentem CBR maior ou igual a 6%, expansão menor do que 2% e os últimos 30 cm executados por solo selecionado de comportamento laterítico compactado na energia intermediária do ensaio de compactação;



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

- corte: no caso do subleito do pavimento apresentar solos expansivos, SE, ou solos expansivos saturados, SES, deve-se substituir o solo, na espessura mínima de 1,50 m, constituído por solos de comportamento laterítico e compactado na energia normal do ensaio de compactação. Caso não se disponha de volume suficiente deste material, a substituição deverá ser executada por solos que apresentem CBR maior ou igual a 6%, expansão menor do que 1% e os últimos 30 cm executados por solo selecionado de comportamento laterítico compactado na energia intermediária do ensaio de compactação.

### 3.1.4 Categorias de escavação

Os materiais escavados foram classificados de acordo com especificação DER/PR, com apoio de estudos preliminares. Porém, durante a execução do contrato fica por responsabilidade do órgão contratante (DER PR) a classificação dos solos, em material de 1ª, 2ª e 3ª categoria.

O perfil geotécnico apresentado no projeto geotécnico representa as estacas com as prováveis presenças das categorias de escavação, bem como indicação dos ensaios de campo e laboratório que ajudaram a caracterizar o material.



### **3.2 PROJETO DE DRENAGEM**

O Projeto de Drenagem, faz parte do Projeto de Engenharia Rodoviária para a pavimentação de vias urbanas, localizada no município de Capanema PR. Foi constituído pela definição e posicionamento do sistema de drenagem existente.

Este projeto teve por objetivo verificar a capacidade de cada bueiro, ou seja, se esta é suficiente para permitir a passagem das águas que escoam pelo terreno natural de um lado para o outro do corpo estradal e a definição dos dispositivos adicionais de drenagem.

O Projeto está sendo executado de acordo com as recomendações das Instruções de Serviço proposta pelo Departamento Estadual de Estradas de Rodagem do Paraná (DER-PR).

#### **3.2.1 Projeto de Drenagem Superficial**

Destina-se a interceptar as águas que chegam ao corpo da estrada, provenientes de áreas adjacentes, e a captar a água pluvial que incida diretamente sobre ela, conduzindo-as para local de deságue seguro, sem causar danos.

Os dispositivos de drenagem adotados para o projeto são:

- Caixa Coletora;
- Meio fio de concreto.

Os dispositivos utilizados seguiram o padrão DER/PR, apresentados no Álbum de Projetos – Tipo de Dispositivos de Drenagem.

##### **3.2.1.1 Drenagem Superficial**

O sistema de drenagem superficial tem por objetivo captar e interceptar as águas que precipitam sobre o corpo estradal, taludes e áreas que a eles convergem, conduzindo-as para locais de deságue seguro, sem causar erosão nas áreas vizinhas ou comprometer a estabilidade do maciço.

As vazões de contribuição foram determinadas através do método racional, adotando-se os parâmetros a seguir:

- Asfalto e concreto:  $C = 0,90$ ;
- Talude gramado:  $C = 0,70$ ;
- Área entre offset e valeta de coroamento:  $C = 0,50$ ;





PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA

Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

- Velocidade Máxima Revestimento de concreto:  $V = 4,5 \text{ m/s}$ ;
- Velocidade Máxima Revestimento em grama:  $V = 2,4 \text{ m/s}$ ;
- Período de recorrência para bueiros tubulares: 5 anos;
- Período de recorrência para os demais dispositivos: 10 anos
- Tempo de concentração: 10 minutos.

Fixada a vazão de contribuição, passa-se para a determinação da capacidade de vazão, utilizando-se a fórmula de Manning, aliada à equação da continuidade.

$$V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * \sqrt{i_L}$$

- $n$  = coeficiente de rugosidade de Manning, adimensional;
- $R$  = raio hidráulico, em m; e,
- $i_L$  = declividade longitudinal, em m/m.

$$Q = V * A \text{ (equação da continuidade), onde:}$$

- $Q$  = vazão afluente, em  $\text{m}^3/\text{s}$ ;
- $V$  = velocidade, em  $\text{m/s}$ ;
- $A$  = área da seção molhada, em  $\text{m}^2$

Para considerar o aumento da rugosidade, com o passar dos anos, decidiu-se adotar coeficiente de rugosidade  $n = 0,015$ , tanto para superfícies revestidas em concreto quanto asfaltadas.

A intensidade máxima é calculada pela fórmula da Equação de Chuvas de Planalto, de Roberto Fenderich (2003):

$$I = \frac{1659,59 * T_r^{0,156}}{(t + 14)^{0,84}}$$

Onde:

- $I$  = intensidade de chuva ( $\text{mm/h}$ );
- $T_r$  = tempo de recorrência em anos;
  - Para áreas residenciais e comerciais: 5 anos;
  - Para emissários: 10 anos;
  - Bueiros e canais: 10 anos;
  - Pontes: 100 anos;
- $T_c$  = Tempo de concentração em minutos.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

No dimensionamento da Velocidade Máxima Permissível cada dispositivo de drenagem está condicionado ao fator velocidade, o qual não deve ultrapassar os valores pré-estabelecidos, em função do tipo de revestimento utilizado.

Todos os dispositivos de drenagem superficial devem receber revestimento adequado, conforme os estudos e verificação em função das velocidades máximas admissíveis.

- Caixas Coletoras e de ligações:

Tem como objetivos principal:

- Coletar águas provenientes de sarjetas e meios fios e que se destinam aos bueiros de rasante;
- Coletar águas provenientes de pequenos talwegues a montante de bueiros de transposição de talwegues, permitindo sua construção abaixo do terreno natural;
- Coletar águas provenientes de cortes, conduzindo-as a um dispositivo de deságue seguro;
- Permitir a ligação e passagem entre bueiros com diâmetros diferentes;
- Permitir a inspeção de condutos que por elas passam, para verificação de funcionalidade e eficiência, decantação de material em suspensão e serviços de desentupimento, como no caso de drenos profundos.

- Meio fio de concreto:

Para este projeto, optou-se por utilizar dois tipos e meio fio, baseando-se no padrão das vias municipais:

O dispositivo de meio fio de concreto tipo MFC 02 foi utilizado com objetivo de coletar e conduzir as águas superficiais da faixa revestida da via até as bocas de lobo, os quais são implantados ao longo do trecho em ambos os lados.

Além deste dispositivo, optou-se por utilizar o MFC 07, nas guias rebaixadas para entrada dos veículos nas entradas de residências e comércios.

Perspectiva

Seção transversal

Escala 1 : 10

Consumos médios <sup>3</sup>		Método executivo <sup>4</sup>		
		Convencional	Extrusão	Pré-moldado
Escavação	m <sup>3</sup> /m	0,0300	0,0300	0,0300
Concreto fck ≥ 20 MPa	m <sup>3</sup> /m	0,0420	0,0420	0,0420
Fôrma	m <sup>2</sup> /m	0,5615	-	-
Argamassa de cimento e areia <sup>5 e 6</sup>	m <sup>3</sup> /m	0,0001	-	0,0004

Seção transversal

Escala 1:10

Consumos médios <sup>3</sup>		Método executivo <sup>4</sup>		
		Convencional	Extrusão	Pré-moldado
Escavação	m <sup>3</sup> /m	0,0300	0,0300	0,0300
Concreto fck ≥ 20 MPa	m <sup>3</sup> /m	0,0309	0,0309	0,0309
Fôrma	m <sup>2</sup> /m	0,3292	-	-
Argamassa de cimento e areia <sup>5 e 6</sup>	m <sup>3</sup> /m	0,0001	-	0,0003

Memória Justificativa  
Pavimentação de vias urbanas



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

- Dissipadores de Energia:

Os dissipadores de energia, como o nome indica, são dispositivos destinados a dissipar energia do fluxo d'água, reduzindo conseqüentemente sua velocidade, quer no escoamento através do dispositivo de drenagem, quer no deságue para o terreno natural.

O dimensionamento hidráulico será função da velocidade de escoamento d'água a montante e da altura do fluxo afluente.

Segundo experiências elaboradas pelo *Bureau of Reclamation* – USA, o ressalto hidráulico que ocorre na bacia de amortecimento é função da variação do número de Froude. E a determinação deste ressalto hidráulico permitirá o dimensionamento do dispositivo.

Para o número de Froude até 1,7, não há necessidade de preocupações, pois haverá apenas pequena turbulência superfície da água.

Para o número de Froude entre 1,7 e 2,5 e entre 4,5 e 9,0 o efeito amortecedor para o ressalto que se forma pode ser feito através de uma bacia de amortecimento horizontal lisa de concreto, calculada através de experiências do BPR.

As caixas de dissipação de energia tipo DEB, aplicáveis às saídas das sarjetas de corte, nos pontos de passagem de corte-aterro, tem forma retangular, construídas em pedras de mão irregular, a qual é assentada sobre uma base de concreto e contida lateralmente por uma parede também de concreto.

### **3.2.2 Bueiros**

Os bueiros têm por objetivo permitir a passagem das águas que escoam pelo terreno natural ou por quaisquer dispositivos de drenagem, de um lado para o outro do corpo estradal.

Os bueiros de greide têm por finalidade conduzir as águas coletadas, pelo sistema de drenagem superficial que escoam até a caixa coletora. Este bueiro poderá ser transversal ou longitudinal ao eixo da pista, capaz de atender a vazão máxima dos meios fios a que estão ligados.

Os bueiros chamados de fundo de grota, ou de talvegue, constituem-se em estruturas construídas para conduzirem as águas dos pequenos cursos d'água permanentes, ou as que provém do fluxo superficial e da drenagem da estrada, por baixo da infraestrutura desta.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

O projeto de obras de arte correntes tem a finalidade de determinar a forma mais econômica e suas dimensões, para as determinadas descargas de projeto, dentro das condições locais em que a obra será implantada.

Seguindo-se a IS-203 do DNIT, considerou-se que o dimensionamento dos bueiros deve ser feito considerando-se a obra como canal e verificando-se o seu comportamento como orifício, para os seguintes períodos de recorrência:

- Bueiros Tubulares: TR=15 anos como canal e TR= 25 anos como orifício;
- Bueiros Celulares: TR= 25 anos como canal e TR= 50 anos como orifício.

Considerando a falta de dados na base cadastral do município com relação a rede de drenagem, não foi possível a verificação hidráulica dos dispositivos existentes.

Estas obras deverão ser executadas segundo as indicações constantes nos detalhes típicos de drenagem (VOLUME 2: PROJETO DE DRENAGEM).

### 3.3.3 Dimensionamento Hidráulico

Uma vez conhecida a descarga de cada bacia através do Estudo Hidrológico, procedeu-se a verificação das capacidades dos bueiros que as drenam, a fim de se projetar as novas obras.

Na Tabela 1, é apresentado o dimensionamento dos dispositivos.

# Município de Capanema



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

## PLANILHA DE CÁLCULO PARA DIMENSIONAMENTO DE GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS

Rua	Estrutura		Extensão	Área de Contribuição		Tempo de Concentração	Período de Retorno	Intensidade de Chuva	Cota do Terreno		Cota do GI do Conduto		Declividade do Trecho	Profundidade do Conduto		Recobrimento do Conduto		Coeficiente Run Off	Vazão da Bacia para cada tubo	Coeficiente de Manning	Diâmetro de tubulação necessário	Diâmetro comercial adotado	Vazão com a seção plena para cada trecho	Q / Qp	Velocidade com a seção plena
T	(mont.)	(jus.)	(L)	Incr.	Acum.	t	T	i	(montante)	(jusante)	(montante)	(jusante)	It	(montante)	(jusante)	(montante)	(jusante)	C	Q	"n"	Ø	Ø com	Qp	Vp	
			(m)	(ha)	(ha)	(min)	(anos)	(mm/h)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(run off)	(m³/s)	adm.	(m)	(m)	(m³/s)	adm.	(m/s)
Franki C. Paese	BLS 01	BLS 02	7	0,02	0,02	5,0	10	200,38	394,350	394,350	393,350	393,315	0,005	1,00	1,04	0,60	0,60	0,8	0,009	0,015	0,150	0,40	0,128	0,073	1,016
Franki C. Paese	BLS 02	BLS 04	60	0,18	0,20	5,0	10	200,38	394,350	386,990	392,850	385,490	0,123	1,50	1,50	0,90	0,90	0,8	0,090	0,015	0,192	0,60	1,864	0,048	6,592
Franki C. Paese	BLS 03	BLS 04	9,3	0,03	0,03	5,0	10	200,38	387,850	386,990	386,850	385,944	0,097	1,00	1,05	0,60	0,60	0,8	0,012	0,015	0,096	0,40	0,564	0,022	4,484
Pôr do Sol	BLS 04	BLS 06	49,8	0,15	0,38	5,0	10	200,38	386,990	385,900	385,490	384,400	0,022	1,50	1,50	0,90	0,90	0,8	0,169	0,015	0,337	0,60	0,788	0,214	2,786
Pôr do Sol	BLS 05	BLS 06	8	0,02	0,02	5,0	10	200,38	385,940	385,900	384,940	384,860	0,010	1,00	1,04	0,60	0,60	0,8	0,011	0,015	0,139	0,40	0,180	0,059	1,436
Silvério Ampessan	BLS 06	BLS 07	42,8	0,13	0,53	5,0	10	200,38	385,900	382,410	384,400	380,910	0,082	1,50	1,50	0,90	0,90	0,8	0,236	0,015	0,299	0,60	1,520	0,156	5,374
Silvério Ampessan	BLS 08	BLS 07	7	0,02	0,02	5,0	10	200,38	382,410	382,410	381,410	381,375	0,005	1,00	1,04	0,60	0,60	0,8	0,009	0,015	0,150	0,40	0,128	0,073	1,016
Silvério Ampessan	BLS 07	BLS 09	44	0,13	0,68	5,0	10	200,38	382,410	378,800	380,910	377,300	0,082	1,50	1,50	0,90	0,90	0,8	0,305	0,015	0,328	0,60	1,524	0,200	5,391
Silvério Ampessan	BLS 10	BLS 09	7	0,02	0,02	5,0	10	200,38	378,800	378,800	377,800	377,765	0,005	1,00	1,04	0,60	0,60	0,8	0,009	0,015	0,150	0,40	0,128	0,073	1,016
DEB 60	BLS 09	DIS 1	44	0,13	0,84	5,0	10	200,38	378,800	375,210	377,300	373,710	0,082	1,50	1,50	0,90	0,90	0,8	0,373	0,015	0,355	0,60	1,520	0,245	5,376
Nilo Adelvino Berticelli	BLS 01	BLS 02	8	0,02	0,02	5,0	10	200,38	379,727	379,727	378,727	378,687	0,005	1,00	1,04	0,60	0,60	0,8	0,011	0,015	0,158	0,40	0,128	0,084	1,016
Nilo Adelvino Berticelli	BLS 02	BLS 04	60	0,18	0,20	5,0	10	200,38	379,727	372,118	378,227	370,618	0,127	1,50	1,50	0,90	0,90	0,8	0,091	0,015	0,192	0,60	1,895	0,048	6,702
Nilo Adelvino Berticelli	BLS 03	BLS 04	8	0,02	0,02	5,0	10	200,38	372,118	372,118	371,118	371,078	0,005	1,00	1,04	0,60	0,60	0,8	0,011	0,015	0,158	0,40	0,128	0,084	1,016
Nilo Adelvino Berticelli	BLS 04	BLS 06	60	0,18	0,41	5,0	10	200,38	372,118	361,678	370,618	360,178	0,174	1,50	1,50	0,90	0,90	0,8	0,182	0,015	0,235	0,60	2,220	0,082	7,851
Nilo Adelvino Berticelli	BLS 05	BLS 06	8	0,02	0,02	5,0	10	200,38	361,678	361,678	360,678	360,638	0,005	1,00	1,04	0,60	0,60	0,8	0,007	0,015	0,136	0,40	0,128	0,056	1,016
DEB 60	BLS 06	DIS 2	8,5	0,02	0,44	5,0	10	200,38	361,678	361,138	360,178	359,638	0,064	1,50	1,50	0,90	0,90	0,8	0,197	0,015	0,292	0,60	1,341	0,147	4,744
Travessa 10	BLS 01	BLS 02	5	0,01	0,01	5,0	10	200,38	378,282	378,282	377,282	377,257	0,005	1,00	1,02	0,60	0,60	0,8	0,004	0,015	0,114	0,40	0,128	0,035	1,016
Padre Cirilo	BLS 02	BLS 03	4,5	0,01	0,02	5,0	10	200,38	378,282	377,672	377,282	376,672	0,136	1,00	1,00	0,60	0,60	0,8	0,008	0,015	0,078	0,40	0,665	0,013	5,288
Padre Cirilo	BLS 04	BLS 03	8	0,02	0,04	5,0	10	200,38	377,672	377,672	376,672	376,632	0,005	1,00	1,04	0,60	0,60	0,8	0,016	0,015	0,182	0,40	0,128	0,122	1,016
Padre Cirilo	BLS 03	BLS 05	43	0,09	0,12	5,0	10	200,38	377,672	375,309	376,172	373,809	0,055	1,50	1,50	0,90	0,90	0,8	0,054	0,015	0,185	0,60	1,247	0,043	4,412
Padre Cirilo	BLS 06	BLS 05	9	0,02	0,02	5,0	10	200,38	375,309	375,309	374,309	374,264	0,005	1,00	1,05	0,60	0,60	0,8	0,008	0,015	0,142	0,40	0,128	0,063	1,016
Padre Cirilo	BLS 05	BLS 08	23	0,05	0,19	5,0	10	200,38	375,309	374,065	373,809	372,565	0,054	1,50	1,50	0,90	0,90	0,8	0,082	0,015	0,218	0,60	1,238	0,067	4,377
Padre Cirilo	BLS 07	BLS 08	8	0,02	0,02	5,0	10	200,38	374,065	374,065	373,065	373,025	0,005	1,00	1,04	0,60	0,60	0,8	0,007	0,015	0,136	0,40	0,128	0,056	1,016
Padre Cirilo	BLS 08	DIS 3	40,3	0,08	0,28	5,0	10	200,38	374,065	372,050	372,565	370,550	0,050	1,50	1,50	0,90	0,90	0,8	0,125	0,015	0,258	0,60	1,190	0,105	4,208
Ubirajaras	BLS 01	BLS 02	7	0,01	0,01	5,0	10	200,38	358,867	358,867	357,867	357,832	0,005	1,00	1,04	0,60	0,60	0,8	0,006	0,015	0,129	0,40	0,128	0,049	1,016
Ubirajaras	BLS 02	BLS 04	45	0,09	0,10	5,0	10	200,38	358,867	356,069	357,367	354,344	0,067	1,50	1,73	0,90	0,90	0,8	0,046	0,015	0,168	0,60	1,379	0,034	4,878
Ubirajaras	BLS 03	BLS 04	7	0,01	0,01	5,0	10	200,38	356,069	356,069	355,069	355,034	0,005	1,00	1,04	0,60	0,60	0,8	0,006	0,015	0,129	0,40	0,128	0,049	1,016

Volume I

42 / 135

Memória Justificativa  
Pavimentação de vias urbanas

# Município de Capanema



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

Ubirajaras	BLS 04	BLS 07	45	0,09	0,21	5,0	10	200,38	356,069	353,377	354,569	351,652	0,065	1,50	1,73	0,90	0,90	0,8	0,093	0,015	0,220	0,60	1,355	0,068	4,792
Ubirajaras	BLS 05	BLS 06	7	0,01	0,01	5,0	10	200,38	354,641	353,377	352,421	351,942	0,068	2,22	1,44	0,90	0,90	0,8	0,006	0,015	0,079	0,60	1,392	0,004	4,923
Ubirajaras	BLS 06	BLS 07	7	0,01	0,03	5,0	10	200,38	353,377	353,377	351,877	351,842	0,005	1,50	1,54	0,90	0,90	0,8	0,012	0,015	0,167	0,60	0,376	0,033	1,331
Ubirajaras	BLS 07	BLS 08	6	0,01	0,25	5,0	10	200,38	353,377	352,480	351,877	351,440	0,073	1,50	1,04	0,90	0,90	0,8	0,111	0,015	0,230	0,60	1,436	0,077	5,079
Espírito Santo	BLS 09	BLS 08	7	0,01	0,01	5,0	10	200,38	352,480	352,480	351,480	351,445	0,005	1,00	1,04	0,60	0,60	0,8	0,006	0,015	0,129	0,40	0,128	0,049	1,016
Espírito Santo	BLS 08	BLS 11	45	0,09	0,35	5,0	10	200,38	352,480	349,489	351,027	348,035	0,066	1,45	1,45	0,90	0,90	0,8	0,157	0,015	0,266	0,60	1,372	0,114	4,853
Espírito Santo	BLS 10	BLS 11	7	0,01	0,01	5,0	10	200,38	349,489	349,489	348,489	348,454	0,005	1,00	1,04	0,60	0,60	0,8	0,006	0,015	0,129	0,40	0,128	0,049	1,016
Espírito Santo	BLS 11	BLS 12	41	0,08	0,43	5,0	10	200,38	349,489	346,755	347,989	345,050	0,072	1,50	1,70	0,90	0,90	0,8	0,193	0,015	0,284	0,60	1,425	0,136	5,039
DEB 60	BLS 12	DIS 04														0,90	0,90					0,60			
Geraldo Fulber	BLS 13	BLS 14	7	0,01	0,01	5,0	10	200,38	349,000	349,000	348,000	347,965	0,005	1,00	1,04	0,60	0,60	0,8	0,006	0,015	0,129	0,40	0,128	0,049	1,016
Geraldo Fulber	BLS 14	BLS 15	45	0,09	0,09	5,0	10	200,38	349,000	348,170	347,500	346,445	0,023	1,50	1,73	0,90	0,90	0,8	0,040	0,015	0,194	0,60	0,815	0,049	2,882
Geraldo Fulber	BLS 17	BLS 15	7	0,01	0,03	5,0	10	200,38	348,170	348,170	347,170	347,135	0,005	1,00	1,04	0,60	0,60	0,8	0,012	0,015	0,167	0,40	0,128	0,098	1,016
Geraldo Fulber	BLS 15	BLS 16	45	0,09	0,18	5,0	10	200,38	348,170	347,335	346,670	345,610	0,024	1,50	1,73	0,90	0,90	0,8	0,080	0,015	0,252	0,60	0,817	0,098	2,889
DEB 60	BLS 16	DIS 05														0,90	0,90					0,60			
Edemir Zandomênic	BLS 02	BLS 01	6	0,01	0,01	5,0	10	200,38	364,231	364,231	363,231	363,201	0,005	1,00	1,03	0,60	0,60	0,8	0,005	0,015	0,122	0,40	0,13	0,042	1,02
Edemir Zandomênic	BLS 01	BLS 03	60	0,12	0,13	5,0	10	200,38	364,231	362,848	362,731	361,348	0,023	1,50	1,50	0,90	0,90	0,8	0,059	0,015	0,225	0,60	0,81	0,073	2,86
Edemir Zandomênic	BLS 04	BLS 03	6	0,01	0,01	5,0	10	200,38	362,848	362,848	361,848	361,818	0,005	1,00	1,03	0,60	0,60	0,8	0,005	0,015	0,122	0,40	0,13	0,042	1,02
Edemir Zandomênic	BLS 03	BLS 05	60,3	0,12	0,26	5,0	10	200,38	362,848	362,146	361,348	360,646	0,012	1,50	1,50	0,90	0,90	0,8	0,118	0,015	0,332	0,60	0,57	0,205	2,03
Edemir Zandomênic	BLS 06	BLS 05	6	0,01	0,01	5,0	10	200,38	362,146	362,146	361,146	361,116	0,005	1,00	1,03	0,60	0,60	0,8	0,005	0,015	0,122	0,40	0,13	0,042	1,02
Edemir Zandomênic	BLS 05	BLS 07	60	0,12	0,40	5,0	10	200,38	362,146	362,153	360,646	360,353	0,005	1,50	1,80	0,90	0,90	0,8	0,177	0,015	0,454	0,60	0,37	0,475	1,32
Edemir Zandomênic	BLS 08	BLS 07	6	0,01	0,01	5,0	10	200,38	362,153	362,153	361,153	361,123	0,005	1,00	1,03	0,60	0,60	0,8	0,005	0,015	0,122	0,40	0,13	0,042	1,02
Edemir Zandomênic	BLS 07	BLS 09	58	0,12	0,52	5,0	10	200,38	362,153	362,485	360,358	360,068	0,005	1,80	2,42	0,90	0,90	0,8	0,234	0,015	0,502	0,60	0,38	0,621	1,33
Edemir Zandomênic	BLS 10	BLS 09	7	0,01	0,01	5,0	10	200,38	362,485	362,485	361,485	361,450	0,005	1,00	1,04	0,60	0,60	0,8	0,006	0,015	0,129	0,40	0,13	0,049	1,02
Edemir Zandomênic	BLS 09	BL EXIST	83	0,17	0,70	5,0	10	200,38	362,485	359,719	360,985	358,219	0,033	1,50	1,50	0,90	0,90	0,8	0,314	0,015	0,393	0,60	0,97	0,323	3,44
Ataides Roberto Escher	BLS 06	BLS 05	19	0,04	0,04	5,0	10	200,38	358,821	358,821	357,821	357,726	0,005	1,00	1,10	0,60	0,60	0,8	0,017	0,015	0,188	0,40	0,13	0,133	1,02
Ataides Roberto Escher	BLS 05	BLS 03	45	0,09	0,13	5,0	10	200,38	358,821	355,823	357,321	354,098	0,072	1,50	1,73	0,90	0,90	0,8	0,057	0,015	0,180	0,60	1,42	0,040	5,04
Ataides Roberto Escher	BLS 04	BLS 03	19	0,04	0,04	5,0	10	200,38	355,818	355,823	354,818	354,728	0,005	1,00	1,10	0,60	0,60	0,8	0,017	0,015	0,190	0,40	0,12	0,136	0,99
Ataides Roberto Escher	BLS 03	BLS 01	45	0,09	0,26	5,0	10	200,38	355,823	350,265	354,323	348,540	0,129	1,50	1,73	0,90	0,90	0,8	0,114	0,015	0,209	0,60	1,91	0,060	6,75
Ataides Roberto Escher	BLS 02	BLS 01	23,3	0,05	0,05	5,0	10	200,38	351,288	350,265	350,288	349,149	0,049	1,00	1,12	0,60	0,60	0,8	0,021	0,015	0,132	0,40	0,40	0,052	3,18
Ataides Roberto Escher	BLS 01	BL EXIST	13,5	0,03	0,33	5,0	10	200,38	350,265	349,524	348,765	347,957	0,060	1,50	1,57	0,90	0,90	0,8	0,147	0,015	0,265	0,60	1,30	0,113	4,61
Ubirajaras	BLS 01	BLS 02	10,7	0,02	0,02	5,0	10	200,38	417,366	416,798	416,366	415,745	0,058	1,00	1,05	0,60	0,60	0,8	0,010	0,015	0,096	0,40	0,43	0,022	3,46
Fernando de Noronha	BLS 02	BLS 03	9,3	0,02	0,04	5,0	10	200,38	416,798	416,000	415,798	414,954	0,091	1,00	1,05	0,60	0,60	0,8	0,018	0,015	0,111	0,40	0,54	0,033	4,33
Fernando de Noronha	BLS 03	BLS 04	22,2	0,04	0,08	5,0	10	200,38	416,000	415,299	414,500	413,688	0,037	1,50	1,61	0,90	0,90	0,8	0,038	0,015	0,174	0,60	1,02	0,037	3,60
Fernando de Noronha	BLS 04	BLS 05	31,5	0,06	0,15	5,0	10	200,38	415,299	413,751	413,799	412,094	0,054	1,50	1,66	0,90	0,90	0,8	0,066	0,015	0,200	0,60	1,24	0,053	4,38
Fernando de Noronha	BLS 06	BLS 05	8	0,02	0,02	5,0	10	200,38	413,751	413,751	412,751	412,711	0,005	1,00	1,04	0,60	0,60	0,8	0,007	0,015	0,136	0,40	0,13	0,056	1,02
DEB 60	BLS 05	DIS 06	5,3	0,01	0,17	5,0	10	200,38	413,751	413,465	412,251	411,939	0,059	1,50	1,53	0,90	0,90	0,8	0,078	0,015	0,209	0,60	1,29	0,060	4,57

Tabela 1 - Dimensionamento dos dispositivos.



### 3.3 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O Projeto de Pavimentação, faz parte do Projeto de Engenharia para a pavimentação de vias urbanas, localizada no município de Capanema PR.

A etapa do Projeto Executivo tem por objetivo a determinação da metodologia de dimensionamento da estrutura mais adequada, do ponto de vista técnico e econômico.

Sendo apresentado os seguintes tópicos:

- Período de projeto e carga de tráfego;
- Dimensionamento do pavimento, pelo Método DNER;
- Solução adotada;
- Memória de Cálculo das Quantidades.

As soluções de pavimentação propostas foram desenvolvidas com base nos estudos geotécnicos do subleito apresentados pelo município de Capanema, das características dos materiais e, da avaliação da solicitação de tráfego futura.

Todos os procedimentos adotados no projeto seguem às recomendações de Termo de Referência e das seguintes publicações:

- Manual de Pavimentação, DNIT – 2006;
- Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – 2006;
- IS-211 – Projeto de Pavimentos Flexíveis.

Inicialmente, foi efetuada a análise dos dados obtidos nos levantamentos realizados na fase de estudos, que são:

- Tratamento e análise dos parâmetros de tráfego necessários para o dimensionamento das estruturas de pavimento;
- Investigações geotécnicas obtidas nos Estudos Geotécnicos do pavimento e dos materiais de construção para as referidas restaurações.

Com base nestas informações, definiu-se a concepção estrutural para os pavimentos, efetuou-se o seu dimensionamento e detalhou-se o projeto em todos os seus principais aspectos.



### 3.3.1 Período de Projeto e Carga de Tráfego

Conforme a Hierarquização do Sistema Viário da Área Urbana as recomendações técnicas, as vias objeto do empreendimento foram definidas como vias públicas, com taxa geométrica de crescimento anual, e com período de projeto de 10 anos.

Como não há disponibilidade de dados da composição da frota nas vias a serem pavimentadas, elas foram classificadas de acordo com a Instrução de Projeto IP-02 – Classificação das Vias da SIURB – Prefeitura Municipal de São Paulo. Por se tratar de vias urbanas será usado para o dimensionamento o Método de Dimensionamento de pavimentos Flexíveis, do DNER, de autoria do Engenheiro Murillo Lopes de Souza do DNER.

Em função de N e do tipo de material do revestimento, são determinadas as espessuras mínimas de revestimento betuminoso, conforme Tabela 2, com a finalidade de proteger a camada de base dos esforços impostos pelo tráfego e preservar o revestimento de uma ruptura.

Tipo de Via	Largura de Caixa	Tráfego	VDM (inicial para veículos de passeio)	VDM (inicial para veículos comerciais)	Número “N” para 10 anos
Urbano	Variável	Mediano	1501 – 5000	101 – 300	$2 \times 10^6$

**Tabela 2 - Classificação das vias e o parâmetro de tráfego**

### 3.3.2 Dimensionamento dos Pavimentos pelo método do Eng. Murillo Lopes de Souza (DNER 1979)

O dimensionamento da estrutura foi calculado utilizando-se o Método de Pavimentos Flexíveis do DNER, que tem como base o Método CBR, onde se faz uma compatibilização da capacidade de suporte do subleito (CBR) com a intensidade do tráfego (N) através de uma espessura total mínima necessária de pavimento (H).

Para estes cálculos, utiliza-se o ábaco abaixo, tendo como ponto de partida o CBR do subleito, o que determina a linha a ser utilizada, e a intensidade do tráfego, para se obter a espessura total do pavimento.

Trata-se do método de dimensionamento proposto pelo Eng. Murilo Lopes de



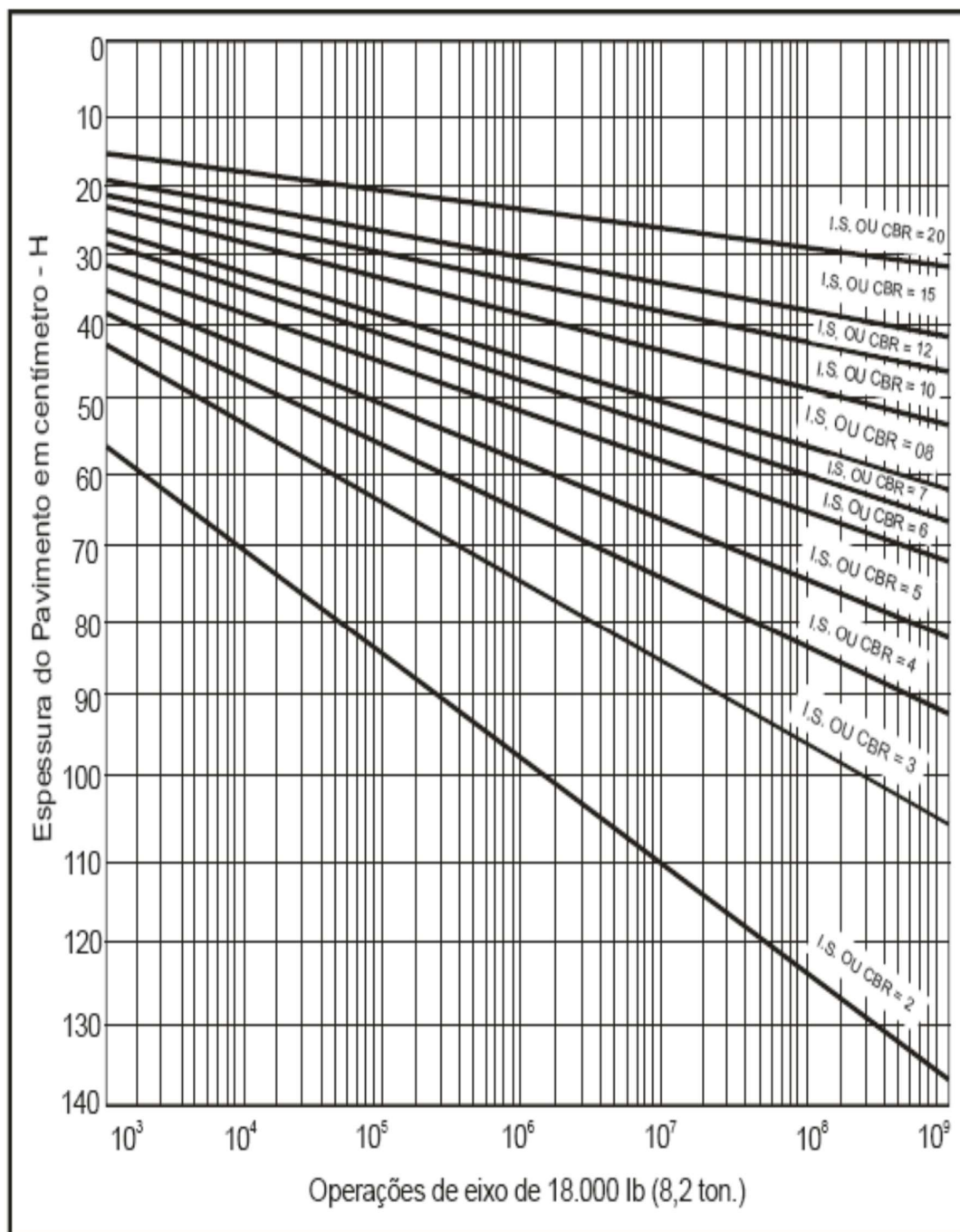
PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

Souza, no que se refere ao tráfego, no trabalho *“Design of Flexible Pavements Considering Mixed Loads and Traffic Volume”*, da autoria de W.J. Turnbull, C.R. Foster e R.G. Alvin, do Corpo de Engenheiros do Exército dos E.E.U.U. e conclusões obtidas na Pista Experimental da AASHTO. Os dados correspondentes são os coeficientes de equivalência estrutural são baseados nos resultados do The AASTHO Road Test, levado a cabo nas proximidades de Ottawa, Estado de Illinois, no período de 1958 a 1960.

A capacidade de Suporte do Subleito e dos materiais constituintes dos pavimentos é feita pelo C.B.R., adotando-se o método de ensaio preconizado pelo DNER, em corpos-de-prova indeformados ou moldados em laboratório para as condições de massa específica aparente e umidade para o serviço.

O subleito e as diferentes camadas do pavimento devem ser compactados de acordo com os valores fixados nas “especificações gerais”, recomendando-se que, em nenhum caso, o grau de compactação calculado estaticamente deve ser inferior a 100% do que foi especificado.

As espessuras das camadas total mínima necessária dos pavimentos novos (H), resulta da soma de todas as camadas que compõe o pavimento, considerando-se que a camada deve ter a sua espessura convertida através da aplicação de um coeficiente de equivalência (K) que é a relação entre a resistência do material realmente empregado.



**Figura 6 - Ábaco de dimensionamento.**

Foram dimensionadas de acordo o método do Eng. Murillo Lopes de Souza (DNER 1979), onde adotou-se para subleito, o Índice de Suporte Califórnia de projeto (ISCp) igual a 11% e para o número equivalente de operações do eixo padrão de 8,2 t (N) o valor de  $2 \times 10^6$ , utilizando:

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

- Equação do método:

$$H = 77,67 * N^{0,0482} * CBR^{-0,598}$$

- Inequações de equivalências estruturais:

$$R * Kr + B * Kb \geq H_{20}$$

$$R * Kr + B * Kb + Sb * Ks \geq H_n$$

Onde:

- H = espessura do pavimento (cm);
- N = número de operações equivalente ao eixo padrão (8,2t)
- R = espessura do revestimento;
- Kr = coeficiente estrutural do revestimento (para CA, Kr = 2);
- B = espessura da base;
- Kb = coeficiente estrutural da base (para Base Granular, Kb, = 1).
- Sb = espessura da sub-base / preparo-de-subleito;
- Ks = coeficiente estrutural da camada subjacente a base (para Sub-leito, Ks = 0,77)
- CBR = coeficiente estrutural de suporte  $\leq 20\%$ ;
- H<sub>20</sub> = espessura equivalente para CBR = 20%;
- H<sub>n</sub> = espessura equivalente para sub-leito.

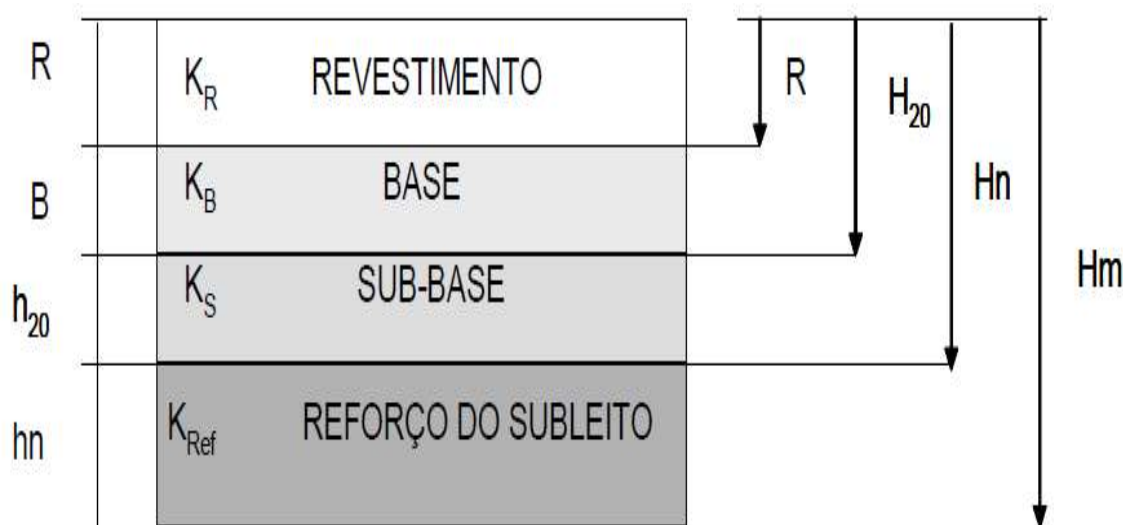


Figura 7 – Camadas que compõem o pavimento.

Componentes dos pavimentos	Coefficiente de equivalência estrutural (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 por penetração	1,20
Base granular	1,00
Sub-base granular	0,77 (1,00)
Reforço do subleito	0,71 (1,00)
Solo-cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 Kg/cm <sup>2</sup>	1,70
Solo-cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 Kg/cm <sup>2</sup> e 28 Kg/cm <sup>2</sup>	1,40
Solo-cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 Kg/cm <sup>2</sup> e 21 Kg/cm <sup>2</sup>	1,20
Bases de Solo-Cal	1,20

**Tabela 3 – Coeficiente de equivalência estrutural (K) para cada tipo de componente dos pavimentos.**

O  $H_{20}$  a se adotar é encontrado no ábaco ilustrado na publicação 667/22 (DNER, 1981), ou submetendo os dados à mesma equação acima, alterando apenas o CBR para 20%.

Definidos os valores de R,  $H_m$  e  $H_{20}$ , iniciam-se as inequações para calcular as espessuras, sendo apresentado na sequência a memória de cálculo das espessuras do pavimento para a estrada, segundo o Método de Dimensionamento pelo método Empírico do DNER, conforme ábaco da Figura 6.

- Espessura do revestimento:

Adotado  $h_R = 5,00$  cm

- Espessura da Base de Brita Graduada:

Do Ábaco  $\rightarrow h_{20} = 26,0$  cm

$$h_R \times K_R + h_B \times K_B \geq h_{20}$$

$$5,00 \times 2,0 + h_B \times 1,0 \geq 26,0$$

$$H_B \geq 16,0$$

Espessura adotada  $h_B = 15,0$  cm

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

- Determinação da sub-base de Macadame Seco:

Do Ábaco →  $h_g = 37,00$  cm  
 $h_R \times K_R + h_B \times K_B + h_S \times K_S \geq h_n$   
 $5,0 \times 2,0 + 15,0 \times 1,0 + h_S \times 1,0 \geq 37,0$   
 $h_S \geq 12,0$

Segundo DNER (1981), as camadas devem ter, no mínimo, 15 cm de espessura.  
 Portanto, considera-se o valor de  $h_S = 15$  cm.

Espessura adotada  $h_S = 15,0$  cm

- Verificação:

$h_R \times K_R + h_B \times K_B + h_S \times K_S \geq h_m$   
 $5,0 \times 2,0 + 15,0 \times 1,0 + 15,0 \times 1,0 \geq 37,0$   
 $40,0 \geq 37,0$  – OK!

Assim, a estrutura do pavimento será composta por uma sub-base de macadame seco preenchido com brita graduada com 15 cm de espessura, uma base de brita graduada simples de 15 cm de espessura e um revestimento de concreto asfáltico de 5 cm de espessura. A Figura 8 mostra a estrutura do pavimento flexível dimensionada.

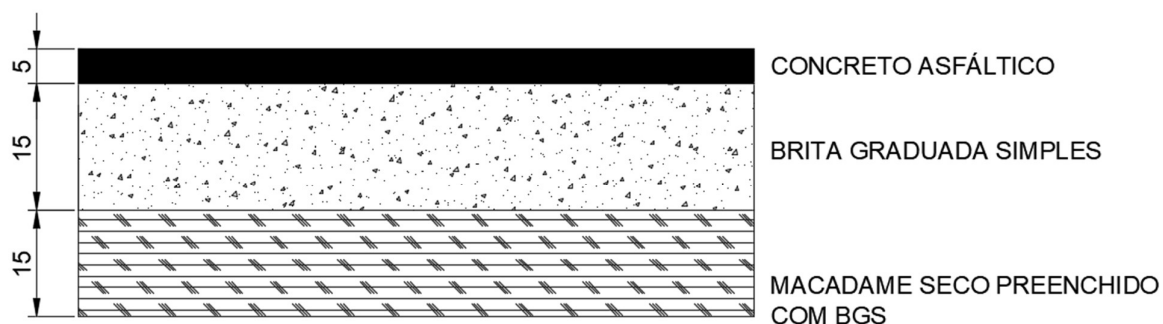


Figura 8 – Estrutura do pavimento dimensionado.

### 3.3.4 Solução Adotada

Após ser apresentadas as análises dos estudos executados, foram definidas as soluções finais para a implantação do pavimento, ficando constituídas da seguinte maneira:



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

CAMADA	MATERIAL	ESPESSURA (cm)
Revestimento	Concreto Asfáltico	5,00
Base	Brita Graduada Simples	15,00
Sub-base	Macadame Seco	15,00

**Tabela 4 - Solução adotada em pistas a implantar.**

- Materiais de Construção:

No que se refere aos materiais de construção as proximidades do traçado apresentam condições favoráveis à exposição de materiais pétreos, agregados naturais e areais.

Para localização das fontes de fornecimento de materiais considerados no projeto, para fins de orçamento da obra, e das instalações industriais previstas estão apresentadas na Tabela 4.

MATERIAL	MUNICÍPIO	DISTÂNCIA
Pedra Britada (usina)	Planalto	0,2 km
Pedra Britada (trecho)	Planalto	10 km
Massa Asfáltica	Planalto	10 km
Areia	Guaíra	259 km
Cimento	Campo Largo	531 km
Emulsão Asfáltica RR-1C	Cascavel	149 km
Imprimação EAI	Cascavel	149 km
Cal Hidratada	Ponta Grossa	473 km
CAP 50/70	Araucária	560 km
Tubo de Concreto	Planalto	8 km

**Tabela 5 - Fontes de Fornecimento de Materiais.**

### 3.3.6 Memória de Cálculo das Quantidades

No quadro abaixo está apresentado a metodologia de cálculo das quantidades dos serviços necessários para a implantação da estrutura de pavimentação.





Discriminação	Área (m²)	Espessura (m)	Volume (m³)	Massa (ton)	Densidade ou Taxa de aplicação		Unid.	Quantidade
					Valor	Unid.		
Reg. Subleito	27.567,72						m2	27.567,72
Sub-base em Macadame Seco	27.567,72	0,15	4.135,16				m3	4.135,16
Base em Brita Graduada	27.567,72	0,15	3.591,92				m3	3.591,92
Pintura de Ligação	24.324,40						m2	24.324,40
Imprimação	24.324,40						m2	24.324,40
Capa de Rolamento - CAUQ	24.324,40	0,05	1.216,22	3.040,55	2,5	ton/m3	ton	3.040,55

As taxas referentes ao revestimento de CAUQ deverão ser determinadas através do projeto de mistura apresentado pela empresa vencedora do certame antes do início de cada etapa, respeitando as normas.

Para fins deste projeto foi utilizada uma taxa de ligante asfáltico CAP 50/70 para a capa de rolamento de 5,3%. Para a pintura de ligação foram utilizadas as taxas de emulsão em RR-1C de 0,5 l/m² e para imprimação foi considerada uma taxa de 1,1 l/m² de EAI.

### 3.3.7 Processo Construtivo Mais Adequado

Após as investigações de tráfego, geológicas e geotécnicas, foi dimensionada a estrutura do pavimento a ser implantado a ser utilizado, seguindo as seguintes considerações:

- Os materiais indicados para a camada final de terraplenagem, ou seja, os últimos 60 cm deverão ser executados com material com CBR igual ou superior ao adotado no projeto de pavimentação, expansão <2% e grau de compactação de 100% proctor normal;
- As camadas inferiores do aterro deverão ser compactadas em toda a sua altura a 95% do grau de compactação PN;
- Os taludes foram projetados com inclinação 1(H)/1(V) em cortes em solo e 1,5(H)/1(V) nos aterros;
- Nas seções mistas (corte e aterro) foram previstos denteamentos, com o intuito de melhorar a solidarizarão da parte projetada com a existente;
- Durante a fase de obra no caso de ser encontrado locais onde a geometria encontra-se projetada sobre material de baixa capacidade de suporte, será





PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

considerada a remoção do material inservível e posterior reposição com camada drenante em rocha;

- Quando ao nível da plataforma dos cortes for verificada a ocorrência de rocha sã ou em decomposição, deverá ser procedido o rebaixamento do greide, em 0,40 m, sendo recomposto com material do próprio com dimensão máxima de 3/4" e fechamento em brita corrida;
- Os serviços de cortes e aterros deverão ser executados em acordo com as Especificações Gerais para Obras Rodoviárias do Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná – DER/PR.

### **3.3.8 Especificações e Aspectos Executivos**

#### **REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUBLEITO**

Conformar a camada final de terraplanagem, mediante cortes ou aterros em até 20 cm, conferindo-lhe condições adequadas em termos geométricos e de compactação a 100% do PN. O subleito representa o terreno de fundação do pavimento acabado, inclinação transversal de 3% em duas rampas opostas.

Os materiais a serem empregados deverão apresentar as seguintes características:

- Diâmetro Máximo de partículas igual ou inferior a 76 mm.
- Índice Suporte Califórnia – ICS igual ou superior ao considerado para o subleito no dimensionamento do pavimento.

- O grau de compactação mínimo a ser atingido será de 100% do PN.

São indicados os seguintes tipos de equipamentos:

- Motoniveladora pesada, com escarificador;
- Carro tanque distribuidor de água;
- Rolos compactados tipo pé-de-carneiro, liso-vibratório e pneumático;
- Grade de disco;
- Pulvimisturador.

Os equipamentos de compactação e misturas são escolhidos de acordo com o tipo de material empregado.

#### **Execução:**



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

- Toda a vegetação e material orgânico porventura existente no leito serão removidos.
- Após a execução de cortes, aterros e adição do material necessário para atingir o greide de projeto, procede-se a escarificação geral na profundidade de 20 cm, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.

## **SUB-BASE EM MACADAME SECO**

Após esta etapa, será executado a sub-base sobre o subleito em macadame seco preenchido com brita graduada, devidamente regularizado, cuja estabilidade é obtida por ação mecânica de compactação, composta por produtos resultantes de britagem primaria de rocha sã, enquadrados em uma composição granulométrica do macadame preenchido com brita graduada.

São indicados os seguintes equipamentos para execução de base granular:

- Rolos compactadores tipo, liso, liso vibratório e pneumático.

A execução da sub-base compreende as operações de espalhamento, compactação e acabamento, realizadas na pista devidamente preparada, na largura desejada, nas quantidades que permitam, após compactação, atingir a espessura projetada.

Quando houver necessidade de se executar camada de sub-base com espessura final superior a 20 cm, estas serão subdivididas em camadas parciais. A espessura mínima de qualquer camada de sub-base será 12 cm, após compactação.

## **BASE EM BRITA GRADUADA**

A base em brita graduada, será executada sobre a sub-base, composta por produtos resultantes de britagem primaria de rocha sã, enquadrados em uma composição granulométrica satisfazendo a faixa III DER/PR, que assegura estabilidade a camada depois de adequadas operações de espalhamento e compactação.

### **Equipamentos:**

São indicados os seguintes equipamentos para execução de base granular para recomposição de pavimento.

- Carro tanque distribuidor de água.
- Rolos compactadores tipo, liso, liso vibratório e pneumático.
- Central de mistura.



## Execução:

A execução da base compreende as operações de mistura de pulverização, umedecimento ou secagem dos materiais, realizada na pista ou em central de mistura, bem como o espalhamento, compactação e acabamento na pista devidamente preparada na largura desejada, nas quantidades que permitam, após compactação, atingir a espessura projetada.

Quando houver necessidade de se executar camada de base com espessura final superior a 20 cm, estas serão subdivididas em camadas parciais. A espessura mínima de qualquer camada de base será 15 cm, após compactação.

## IMPRIMAÇÃO

Aplicação de uma camada de material betuminoso, emulsão asfáltica tipo EAI, sobre a superfície de base granular concluída, antes da execução de um revestimento betuminoso qualquer, objetivando conferir coesão superficial, impermeabilizar e permitir condições de aderência entre esta e o revestimento a ser executado.

A taxa de aplicação “T” é aquela que pode ser absorvida pela base em 24 horas, devendo ser determinada experimentalmente, no canteiro da obra. As taxas de aplicação usual são da ordem de 0,8 a 1,20/m<sup>2</sup>, conforme o tipo e a textura da base e do ligante betuminoso escolhido.

## Equipamento:

- Para a varredura da superfície da base, usam-se, de preferência, vassouras mecânicas rotativas, podendo, entretanto, a operação ser executada manualmente. O jato de ar comprimido poderá também ser usado.
- A distribuição do ligante deve ser feita por carros equipados com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento que permitam a aplicação do ligante betuminosos em quantidades uniforme.
- Os carros distribuidores do ligante betuminoso, especialmente construídos para este fim, devem ser providos de dispositivos de aquecimento, dispondo de tacômetro, observação e, ainda, possuir aspersor manual para tratamento de pequenas superfícies com dispositivo de ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento uniforme do ligante.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

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

### Execução:

- Após a perfeita conformação geométrica da base, proceder a varredura da superfície, de modo a eliminar todo e qualquer material solto antes da aplicação do ligante betuminoso.
- Aplica-se, a seguir, o ligante betuminoso adequado, na temperatura compatível com o seu tipo, na quantidade certa e da maneira mais uniforme. A temperatura de aplicação do ligante betuminoso deve ser fixada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura x viscosidade, escolhendo-se a temperatura que proporcione a melhor viscosidade, escolhendo-se a temperatura que proporciona a melhor viscosidade para espalhamento. A faixa recomendada para asfaltos diluídos 20 a 60 segundos, “Saybol-Furol” (DNER-ME 004).

A tolerância admitida para a taxa de aplicação do ligante betuminoso ajustada experimentalmente no campo, variando-se de 0,5l/m<sup>2</sup> a 0,7 l/m<sup>2</sup> de emulsão, acrescentando-se proporcionalmente água variando de 0,5 l/m<sup>2</sup> a 0,3 l/m<sup>2</sup>, de forma que a taxa total de emulsão e água seja sempre igual a 1,0 l/m<sup>2</sup>.

- Deve-se imprimir a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixa - lá, sempre que possível, fechada ao tráfego. Quando isto não for possível, trabalha-se em meia pista, executando a imprimação da adjacente, assim que a primeira for permitida ao tráfego.

### **PINTURA DE LIGAÇÃO**

Pintura de ligação é a pintura asfáltica executada com a função básica de promover a aderência ou ligação da superfície da camada pintada com a camada asfáltica a ser sobreposta. É aplicável em camadas de base, em camadas de ligação ou intermediárias de duas ou mais camadas asfálticas na construção de pavimentos flexíveis e ainda, sobre antigos revestimentos asfálticos, previamente à execução de um reforço, recapeamento e reperfilagens com misturas asfálticas a frio ou a quente, neste projeto será executada uma pintura de ligação sobre a base imprimada.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

Pintura de ligação é a pintura asfáltica executada com função básica de promover a aderência ou ligação da superfície da camada pintada com a camada asfáltica a ser sobreposta.

A pintura de ligação da camada de brita graduada deve ser realizada após a conclusão da compactação, tão logo se constate a evaporação do excesso de material superficial. Antes da aplicação da pintura betuminosa, a superfície deve ser perfeitamente limpa, mediante emprego de processos e equipamentos adequados.

A superfície a ser pintada deve ser varrida, eliminando o pó e todo e qualquer material solto, podendo também, ser necessário, o emprego de jato de ar comprimido.

Antes da aplicação do ligante betuminoso, no caso de bases de solo coesivos, tratados ou não, a superfície da base deve ser umedecida. Nas demais superfícies a serem pintadas são permitidas o ligeiro umedecimento, visando facilitar a penetração do ligante.

A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser fixada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura versus viscosidade correspondente. A faixa de viscosidade recomendada para espalhamento do ligante, no caso da emulsão asfáltica é de 20 a 100 segundos Saybolt-furol (DNER-ME 004/84).

A fim de evitar a superposição de ligante nas juntas, devem ser colocadas faixas ou tiras de papel transversalmente à pista, de modo que o início e o término da aplicação se situem sobre estas faixas ou tiras de papel, as quais devem a seguir ser retiradas e removidas para local ambientalmente correto.

Havendo falha na aplicação do ligante, deve ser imediatamente corrigido com o emprego do Espargidor manual (“caneta”), ou em alguns casos, até mesmo com o refazimento da pintura asfáltica.

Após a aplicação do ligante deve-se esperar o escoamento da água e a evaporação em decorrência da ruptura.

A diluição em água da emulsão asfáltica utilizada na pintura de ligação deve ser feita no caminhão distribuidor, tomando-se os necessários cuidados para assegurar a correta proporção entre os dois componentes e a sua necessária homogeneização.

O tempo de cura do serviço é função do tipo de ligante asfáltico empregado, das condições climáticas e da natureza da superfície da camada. Assim sendo, a



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

determinação do tempo necessário à liberação da pintura é definida, em cada caso, em função das condições particulares vigentes.

O preço cotado inclui o fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos necessários para a execução dos serviços.

A medição para pagamento será feita por metro quadrado (m<sup>2</sup>) de pintura asfáltica efetivamente realizada.

## **REVESTIMENTO EM CONCRETO ASFÁLTICO USINADO A QUENTE**

Concreto asfáltico usinado a quente (CAUQ) é uma mistura asfáltica em usina apropriada, composta de agregados minerais e cimento asfáltico de petróleo, espalhada e comprimida a quente.

Para a execução do revestimento em CAUQ para a camada da capa asfáltica de rolamento deverá ser observada a Especificação de Serviços Rodoviários do DER/PR.

A mistura empregada deve apresentar estabilidade e flexibilidade compatíveis com o funcionamento elástico da estrutura e condições de rugosidade que proporcionem segurança ao tráfego.

Não é permitida a execução deste revestimento sem o preparo prévio da superfície, caracterizado por sua limpeza e preparo preliminar, quando a temperatura ambiente for igual ou inferior a 10°C e em dias de chuva.

Todo carregamento de ligante betuminoso, que chegar à obra, deve apresentar o certificado de resultados de análise correspondente à data de fabricação ou ao dia de carregamento e transporte para o canteiro de serviço. Deve trazer também a indicação clara da procedência, do tipo, da quantidade do seu conteúdo e da distância de transporte entre a fonte de produção e o canteiro de obras.

É recomendado o emprego de cimento asfáltico de petróleo tipo, CAP 50-70.

A superfície deve apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.

A temperatura da mistura, no momento da distribuição, não deve ser inferior a 140°C.

Caso ocorram irregularidades na superfície da camada acabada, estas devem ser corrigidas de imediato, pela adição manual de massa, sendo o espalhamento desta



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

efetuado por meio de ancinhos e/ou rodos metálicos. Esta alternativa deve ser, no entanto, minimizada, já que o excesso de reparo manual é nocivo à qualidade do serviço.

A compressão da mistura asfáltica tem início imediatamente após a distribuição da mesma.

As coberturas dos equipamentos de compressão utilizados devem atender às seguintes orientações gerais:

- A compressão deve ser executada em faixas longitudinais, sendo sempre iniciada pelo ponto mais baixo da seção transversal, e progredindo no sentido do ponto mais alto;
- Em cada passada, o equipamento deve recobrir, ao menos, a metade da largura rolada na passagem anterior.

O processo de execução das juntas transversais e longitudinais deve assegurar adequadas condições de acabamento.

A camada de concreto asfáltico recém-acabada somente deve ser liberada ao tráfego após o seu completo resfriamento.

O preço cotado inclui o fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos necessários para a execução dos serviços.

A medição para pagamento será feita por tonelada (t) de revestimento asfáltico em CA efetivamente realizado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SENÇO, W., Manual de Técnicas de Pavimentação. Ed. Pini: São Paulo, 2001. Vol. 02
- SOUZA, Murilo Lopes. Pavimentação Rodoviária, Ed. DNER: Rio de Janeiro, 1976. Vol. 01
- CONTRAN: Resoluções nº. 210 e 211/06.



### **3.4 PROJETO DE SINALIZAÇÃO**

O Projeto de Sinalização foi desenvolvido com base no Código de Trânsito Brasileiro, Resoluções do CONTRAN, Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Manual de Sinalização Rodoviária do DNIT e Instrução de Serviço para Projeto de Sinalização do DNIT IS-215.

O projeto de sinalização 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.

Adotou-se a velocidade de projeto a já existente nas vias de 60 Km/h obedecendo aos requisitos de engenharia de trânsito, de forma a regulamentar o uso da via, advertir sobre perigos potenciais e orientar os usuários através de informações necessárias durante seu deslocamento, de forma a assegurar atenção, compreensão e resposta necessária às mensagens, através de padronização de símbolos, cores, formas e dimensões adequadas e simplicidade de legendas.

O elemento considerado para o desenvolvimento do Projeto de Sinalização e Dispositivos de Segurança foi o projeto geométrico;

O projeto de sinalização é dividido em projeto de sinalização horizontal, composto por marcas longitudinais, transversais ou diagonais e por inscrições no pavimento; projeto de sinalização vertical, que contém indicações, localização, dimensões e tipos de suporte.

#### **3.4.1 Sinalização Horizontal**

A sinalização horizontal caracterizou-se pelo uso de marcas viárias (linhas longitudinais, de canalização, transversais ou diagonais), símbolos e legendas e de dispositivos auxiliares implantados sobre o revestimento do pavimento, os quais servem de eficiente meio de comunicação entre o usuário e a pista de rolamento, que devem ter visibilidade diurna e noturna por meio da refletorização, obedecendo critérios específicos para atender às condições de segurança e conforto do usuário.

Apesar de sua durabilidade ser comprometida pela ação das condições climáticas e do desgaste provocado pelo tráfego, a sinalização horizontal tem a vantagem de transmitir informações e advertências aos motoristas, sem que estes desviem sua atenção da rodovia.





PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

Tem como função organizar e canalizar o fluxo de veículos e pedestres; controlar e orientar os deslocamentos em situações com problemas de geometria, topografia ou frente a obstáculos; complementar a sinalização vertical.

A seleção e aplicação da sinalização obedeceram aos seguintes requisitos:

- Atender a real necessidade;
- Chamar a atenção dos usuários;
- Transmitir mensagem clara e simples;
- Orientar o usuário para boa fluência e segurança de tráfego;
- Possibilitar tempo adequado para ação correspondente;
- Disciplinar o uso da rodovia.

### 3.4.1.1 Padrão de Cores

Podem ser aplicadas nas cores amarela, branca, vermelha, azul e preta. As cores vermelha e azul são usadas em casos excepcionais, destacadas nos respectivos itens:

- Amarela – destinada à regulamentação de fluxos de sentidos opostos, delimitar espaços proibidos de estacionamentos e/ou paradas e à demarcação de obstáculos transversais à pista (lombadas físicas);
- Branca – usada para a regulamentação de fluxos de mesmo sentido, para a delimitação das pistas destinadas à circulação de veículos, para regular faixas de travessias de pedestres, demarcar linha de retenção, pinturas de setas, símbolos e legendas;
- Vermelha – usada para demarcar ciclovias ou ciclofaixas e para inscrever uma cruz, como o símbolo indicativo de local reservado para estacionamento ou parada de veículos, para embarque/desembarque de pacientes. Exemplos de uso: em travessias urbanas, no caso das ciclovias ou ciclofaixas, e em locais às margens das rodovias, como estacionamentos de hospitais e clínicas, no caso da cruz vermelha;
- Azul – usada para inscrever símbolo indicativo de local reservado para estacionamento ou parada de veículos para embarque/desembarque de portadores de deficiências físicas. Aplicada em locais às margens de rodovias, como estacionamentos de restaurantes e postos de abastecimento;



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

- Preta – usada apenas para propiciar contraste entre o pavimento, especialmente o de concreto e a sinalização a ser aplicada.

A tonalidade das cores está indicada a seguir com base no padrão Munsell, conforme Norma da ABNT.

COR	TONALIDADE
Amarela	10 YR 7,5/14
Branca	N 9,5
Vermelha	7,5 R 4/14
Azul	5 PB 2/8
Preta	N 0,5

**Tabela 6 - Tonalidade das cores para sinalização horizontal.**

#### 3.4.1.2 Classificação

A sinalização horizontal é classificada em:

- Marcas longitudinais: formam um conjunto de linhas longitudinais à pista, que estabelecem as regas de ultrapassagem e dos deslocamentos laterais dos veículos, tendo as marcas contínuas poder de regulamentação, enquanto as seccionadas, apenas ordenam os movimentos veiculares.
- Marcas de canalização: possuem a característica de transmitir ao condutor uma mensagem de fácil entendimento em situações que exijam uma reorganização de seu caminhamento natural. Basicamente, orienta o fluxo de tráfego em situações específicas como interseções, variação de larguras, obstáculos na pista etc.
- Marcas transversais: ordenam os deslocamentos frontais dos veículos, compatibilizando-os com os cruzamentos de outros veículos e dos pedestres.
- Marcas de delimitação e controle de parada e/ou estacionamento: usadas em associação à sinalização vertical, para delimitar e controlar as áreas onde o estacionamento ou a parada de veículos é proibida ou regulamentada.
- Inscrições no pavimento: atuam aumentando o grau de percepção dos usuários para as condições de operação da rodovia, possibilitando a tomada de decisão adequada, no tempo apropriado. São compostas por setas direcionais, símbolos e legendas.

As linhas ou marcas viárias podem ser:

- Contínuas: sem interrupção no segmento podendo ser longitudinais ou transversais à via. Estão associadas à proibição ao movimento de veículos, quando separarem fluxos de trânsito, à delimitação das faixas destinadas à circulação de veículos, ao controle de estacionamentos e paradas de veículo;
- Tracejadas ou seccionada: seccionadas com espaçamento de extensão igual ou maior que o traço. Estão associadas à permissão de movimento de veículos, quando separarem fluxos de trânsito e à delimitação das pistas destinadas à circulação de veículos;

#### 3.4.1.3 Dimensões

As marcas longitudinais mais comumente encontradas nas rodovias têm a função de definir os limites da pista de rolamento, de orientar a trajetória dos veículos, ordenando-os por faixas de tráfego, de regulamentar as possíveis manobras de mudança de faixa ou de ultrapassagem.

Além dessas funções, podem regulamentar as faixas de uso exclusivo ou preferencial de espécie de veículos (ônibus ou bicicleta) e faixas reversíveis. De acordo com sua função, as Marcas Longitudinais classificam-se em:

- Linha simples seccionada (LMS);
- Linhas de divisão de fluxos opostos (LFO);
- Linhas de borda (LBO);
- Linhas de continuidade (LCO);
- Marcação de ciclofaixa ao longo da via (MCI);
- Marcas longitudinais específicas.

As linhas longitudinais possuem largura variável, em função da velocidade regulamentada na rodovia, conforme mostra a tabela a seguir:

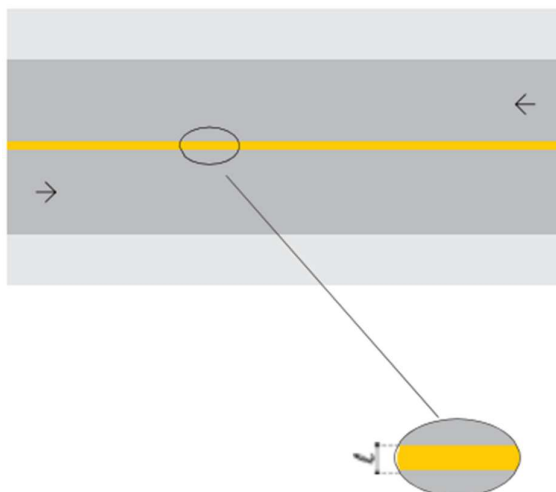
Velocidade (V) (km/h)	Largura da Linha (cm)
V < 80	10
V ≥ 80	15

**Tabela 7 - Largura das linhas longitudinais em função da velocidade.**

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

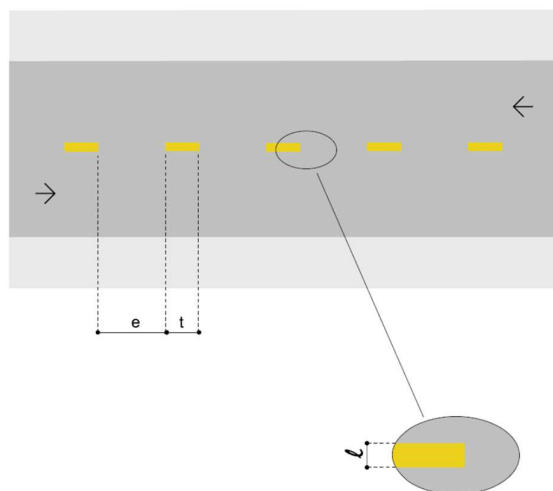
Para este projeto, foram adotados os seguintes critérios:

- a) Linha Simples Contínua (LFO-1): localizadas no eixo da pista, dividem fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido e indicando os trechos em que a ultrapassagem e os deslocamentos laterais são proibidos para os dois sentidos, excesso para acesso a imóvel lindeiro.



**Figura 9 - Linha Simples Contínua (LFO-1)**

- b) Linha Simples Seccionada (LFO-2): localizadas no eixo da pista, dividem 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, neste projeto será utilizado: linha simples seccionada na cor amarela, com 10 cm de largura ( $\ell$ ), traço (t) com 2 m e espaçamento (e) 4 m.



**Figura 10 - Linha Simples Seccionada (LFO-2)**

O CONTRAN regulamenta as medidas de traço e espaçamento definidas em função da velocidade regulamentada na via, de acordo com a Tabela 63, a seguir:

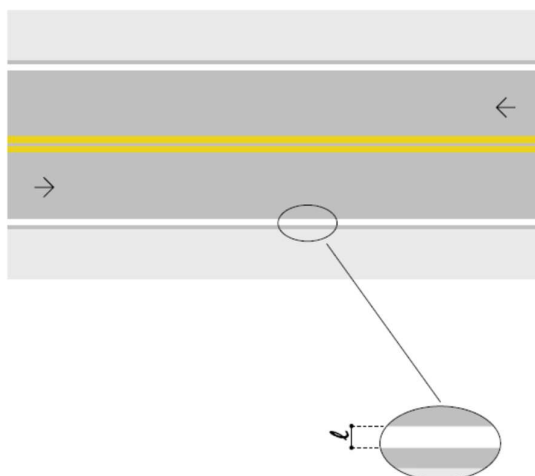
VELOCIDADE $v$ (km/h)	LARGURA DA LINHA – $\ell$ (m)	CADÊNCIA $t : e$	TRAÇO $t$ (m)	ESPAÇAMENTO $e$ (m)
$v < 60$	0,10*	1 : 2*	1*	2*
	0,10	1 : 2	2	4
		1 : 3	2	6
$60 \leq v < 80$	0,10**	1 : 2	3	6
		1 : 2	4	8
		1 : 3	2	6
		1 : 3	3	9
$v \geq 80$	0,15	1 : 3	3	9
		1 : 3	4	12

(\*) situações restritas às ciclovias.

(\*\*) Pode ser utilizada largura maior em casos que estudos de engenharia indiquem a necessidade, por questões de segurança.

**Tabela 8 - Definição do traço e espaçamentos em função da velocidade da via.**

- c) Linha de bordo (LBO): localizadas nos bordos a fim de delimitar a pista destinada ao deslocamento dos veículos estabelecendo seus limites laterais: linha contínua, na cor branca, com 10 cm de largura;



**Figura 11 - Linha de Bordo (LBO)**

- d) Linha de continuidade (LCO): dá continuidade visual às marcações longitudinais principalmente quando há quebra no alinhamento em trechos. Nesse projeto é previsto na cor branca, mantendo a largura da linha que a antecede. As medidas de traço e espaçamento (intervalo entre traços), devem variar em função da velocidade regulamentada na via, conforme a Tabela 64, a seguir:

VELOCIDADE $v$ (km/h)	CADÊNCIA $t : e$	TRAÇO $t$ (m)	ESPAÇAMENTO $e$ (m)
$v \leq 60$	1 : 1	1,00	1,00
$v > 60$	1 : 1	2,00	2,00

**Tabela 9 - Definição do traço e espaçamentos em função da velocidade da via.**

- e) Linha de canalização (LCA): utilizada para delimitar o pavimento reservado à circulação de veículos, desviando os veículos nas proximidades de obstáculos, presentes nas interseções, acessos e pontes: linha contínua, na cor branca, com 10 cm de largura;
- f) Zebrado de preenchimento da área de pavimento não utilizável (ZPA): destaca a área interna às linhas de canalização, reforçando a ideia de área não utilizável para a circulação de veículos, além de direcionar os condutores para o correto posicionamento na via: a marcação do zebrado é feita com linhas contínuas, com 40 cm de largura, espaçadas por 2,50 m, inclinadas de 45° em relação à

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

direção dos fluxos de tráfego. Para locais com único sentido de tráfego, utiliza-se branca, já nos locais com fluxo oposto utiliza-se amarela.

#### 3.4.1.4 Materiais especificados

Segundo a Instrução de Segurança no Tráfego rodoviário para Implantação de Sinalização Horizontal do DNIT, o volume médio diário anual de tráfego (VMDa), aliado à composição dos veículos da frota, é um dos principais fatores que determina a escolha do material a ser empregado na pista, em função do desgaste que sofre.

Observando a Tabela 65, temos os valores referenciais a serem utilizados:

VMD	Material DNIT	Espessura (mm)	Garantia (meses) <sup>(1)</sup>
Até 5.000	EM-368/2000	0,6	18
5.000 – 10.000	EM-276/2000	0,5	30
10.000 – 20.000	NBR 13731	0,6	24
Acima de 10.000(2)	Termoplástico Alto Relevo NBR 15.543/07	2,0 (base) 8,0 (relevo)	36
20.000 – 30.000	Termoplástico - EM-372/00	1,5	36
Acima de 30.000(3)	Termoplástico – EM-372/00	1,5	24
Acima de 10.000(4)	Termoplástico Preformado ou elastoplástico – NBR 15.741/09	1,0	24

(1) Essa garantia fica condicionada aos valores mínimos de retrorrefletividade definidos na Tabela 12.

(2) Em trechos críticos ou especiais.

(3) Ou em trechos de menor VMD, mas que apresentem na composição do tráfego grande quantidade de veículos comerciais (caminhão, ônibus) ou com larguras de faixa de rolamento inferiores a 3,5 metros.

(4) Para sinalização de pequenos trechos em tangente, faixas de retenção, faixas de pedestres, símbolos, legendas.

**Tabela 10 - Tipo de material e espessura de aplicação em função do VMDa.**

Desse modo, temos para faixa de VDM da rodovia (até 5.000 veículos unidirecional) foi escolhida a utilização de tinta à base de resina acrílica emulsionada em água, com espessura de 0,5 mm, excetuando as inscrições no pavimento que serão realizadas em termoplástico pré-formado, com espessura de 1,0 mm.

As cores principais são:

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

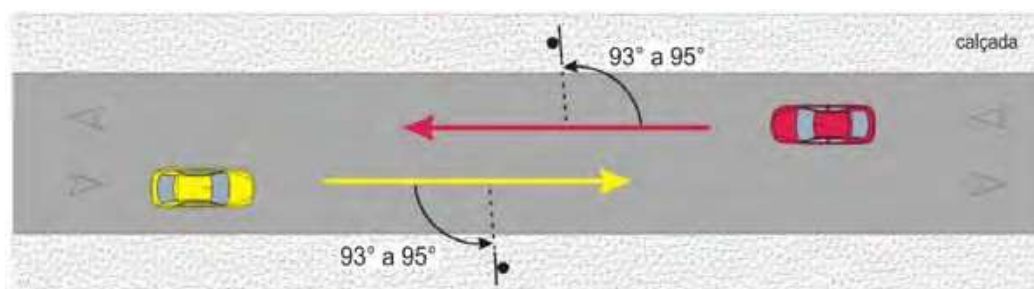
- Amarela: utilizada para regulamentação do tráfego; na regulamentação de fluxos de sentidos opostos, na delimitação de espaços proibidos para estacionamento e/ou parada e na marcação de obstáculos;
- Branca: utilizada para balizamento e canalizações; na regulamentação de fluxos de mesmo sentido; na delimitação de espaços especiais de segmentos da via; na pintura de símbolos e legendas.

### 3.4.2 Sinalização Vertical

A sinalização vertical é um subsistema da sinalização viária cujo meio de comunicação está na posição vertical, normalmente em placas fixadas ao lado ou suspensas sobre a pista transmitindo mensagens de caráter permanente e, eventualmente, variáveis, através de legendas e/ou símbolos pré-reconhecidos e legalmente instituídos, com as seguintes características:

- Posicionamento dentro do campo visual do usuário;
- Legibilidade das mensagens e símbolos;
- Mensagens simples e claras; e
- Padronização.

As placas de sinalização de indicação devem ser colocadas na posição vertical, fazendo um ângulo de  $93^{\circ}$  a  $95^{\circ}$  em relação ao fluxo de tráfego, voltadas para o lado externo da via. Essa inclinação tem por objetivo assegurar boa visibilidade e legibilidade das mensagens, evitando o reflexo especular que pode ocorrer com a incidência de luz dos faróis ou de raios solares sobre a placa.



**Figura 12 - Posicionamento horizontal da sinalização.**

Pelo mesmo motivo, os sinais são inclinados em relação à vertical, para frente ou para trás, conforme a rampa seja ascendente ou descendente, também no valor de  $\pm 3^{\circ}$ .



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

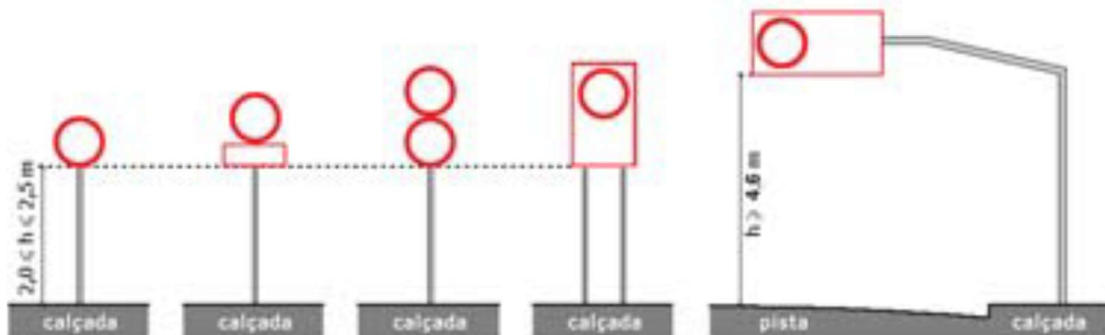
Na elaboração do projeto foram obedecidas as seguintes condições básicas:

- A real necessidade;
- Chamar a atenção dos usuários;
- Transmitir mensagem clara e simples;
- Orientar o usuário para a boa fluência e segurança de tráfego;
- Fornecer tempo adequado para ação correspondente.

### 3.4.2.1 Vias Urbanas

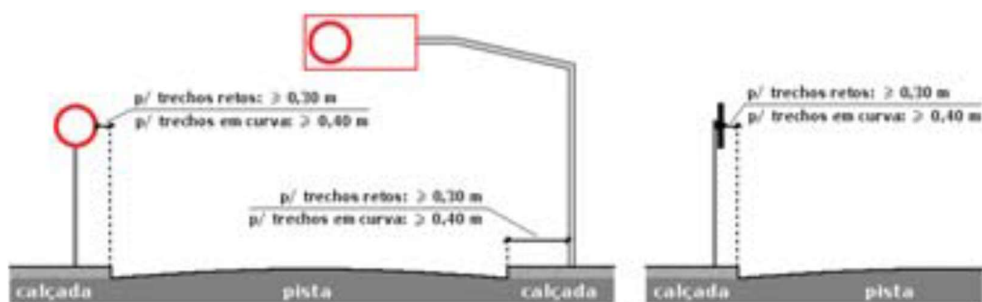
A borda inferior da placa ou do conjunto de placas colocada lateralmente à via, deve ficar a uma altura livre entre 2,0 e 2,5 metros em relação ao solo, inclusive para a mensagem complementar, se esta existir.

As placas assim colocadas se beneficiam da iluminação pública e provocam menor impacto na circulação dos pedestres, assim como ficam livres do encobrimento causado pelos veículos.



**Figura 13 - Altura mínima de instalação das placas em vias urbanas.**

O afastamento lateral das placas, medido entre a borda lateral da mesma e da pista, deve ser, no mínimo, de 0,30 metros para trechos retos da via, e 0,40 metros nos trechos em curva.



**Figura 14 - Afastamento mínimo lateral.**

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

A colocação de placas laterais em vias de trânsito rápido, com características semelhantes às vias rurais, poderá ser efetuada da mesma forma à aplicada nestas últimas, desde que não obstrua a eventual circulação de pedestres.

A classificação da sinalização vertical, segundo sua categoria funcional, é a seguinte:

- Sinais de Regulamentação – Vermelho;
- Sinais de Advertência – Amarelo;
- Sinais de Indicação – Verde;
- Sinais de Serviços Auxiliares – Azul; e
- Sinais de Educação – Branco.

#### 3.4.2.2 Sinais de Regulamentação

Os sinais de regulamentação possuem formato circular, com fundo na cor branca e uma borda vermelha.

Forma		Cor	
 OBRIGAÇÃO/ RESTRIÇÃO      PROIBIÇÃO	Fundo	Branca	
	Símbolo	Preta	
	Tarja	Vermelha	
	Orla	Vermelha	
	Letras	Preta	

**Tabela 11 - Sinais de regulamentação.**

Têm por objetivo notificar o usuário sobre as restrições, proibições e obrigações que governam o uso da via e cuja violação constitui infração prevista no Código Brasileiro de Trânsito.

Devem ser sempre observadas as dimensões mínimas estabelecidas por tipo de via conforme a Tabela 11:

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

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

**Tabela 12 - Dimensões recomendadas.**

Além da forma e cores mencionadas, os sinais de regulamentação possuem o símbolo ou legenda na cor preta e, ainda, uma tarja diagonal vermelha quando indicar proibição.

As exceções são o sinal de Parada Obrigatória que, além da forma octogonal e fundo na cor vermelha, possui legenda em letras brancas, e o sinal de *Dê a Preferência*, que se destaca pela forma triangular.

Sinal		Cor	
Forma	Código		
	R-1	Fundo	Vermelha
		Orla interna	Branca
		Orla externa	Vermelha
		Letras	Branca
	R-2	Fundo	Branca
		Orla	Vermelha

**Tabela 13 - “Parada obrigatória” e “Dê a Preferência”.**

As dimensões dos sinais são ditadas principalmente pela velocidade de operação da via, de forma a possibilitar ao usuário a percepção, legibilidade e compreensão das mensagens neles incutidas. Desta forma, o usuário consegue realizar a manobra em um tempo hábil e com segurança.



#### 3.4.2.2.1 Posicionamento transversal

Quanto ao posicionamento transversal, os sinais de regulamentação estão posicionados à margem direita da rodovia, a uma distância segura, porém dentro do cone visual do motorista e frontais ao fluxo de tráfego.

#### 3.4.2.2.2 Posicionamento longitudinal

O posicionamento longitudinal dos sinais de regulamentação ao longo da via, depende da distância de visibilidade necessária para sua visualização e pelo tipo de situação que se está regulamentando, onde cada caso é estudado separadamente.

Por sua vez, a distância de visibilidade necessária para a visualização do sinal é composta pela distância percorrida na velocidade de operação da rodovia, correspondente ao tempo de percepção e reação, acrescida da distância que vai desde o ponto limite do campo visual do motorista até o sinal.

A Tabela 69 relaciona as distâncias de visibilidade para as velocidades de operação mais adotadas, considerando um tempo de percepção e reação de 3,0 segundos.

<b>Velocidade de Operação (km/h)</b>	<b>Distância Mínima de Visibilidade (m)</b>
40	140
60	180
80	245
100	320
110	355

**Tabela 14 - Distâncias de Visibilidade.**

Os sinais de regulamentação são classificados de acordo com suas características funcionais:

- Obrigação;
- Restrição;
- Proibição; e
- Permissão.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

Os sinais de regulamentação empregados no presente projeto, no que se refere à forma geométrica, composição gráfica e, principalmente, condição de aplicação ao longo da rodovia, seguem rigorosamente as regras de uso constantes no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – CONTRAN/DENATRAN, 2007 e no Manual de Sinalização Rodoviária – DNIT, 2010.

#### 3.4.2.3 Sinais de Advertência

Os sinais de advertência possuem forma quadrada e estão dispostos com uma das diagonais na vertical. A cor de fundo é o amarelo com o símbolo ou legenda na cor preta.

Forma	Cor	
	Fundo	Amarela
	Símbolo	Preta
	Orla interna	Preta
	Orla externa	Amarela
	Legenda	Preta

**Tabela 15 - Sinais de advertência.**

Os sinais de advertência são utilizados para informar o usuário sobre situações adiante que requeiram maior atenção de sua parte. As medidas a serem tomadas, vão desde um estado de alerta, para uma situação eventual, a uma operação mais complexa de direção, redução de velocidade ou até uma parada do veículo.

Entre as situações permanentes que requerem cuidados especiais, e, neste Projeto, são sinalizadas com placas de advertência, estão as seguintes:

- Curvas;
- Ponte;
- Ocorrência de locais onde há redução de velocidade.

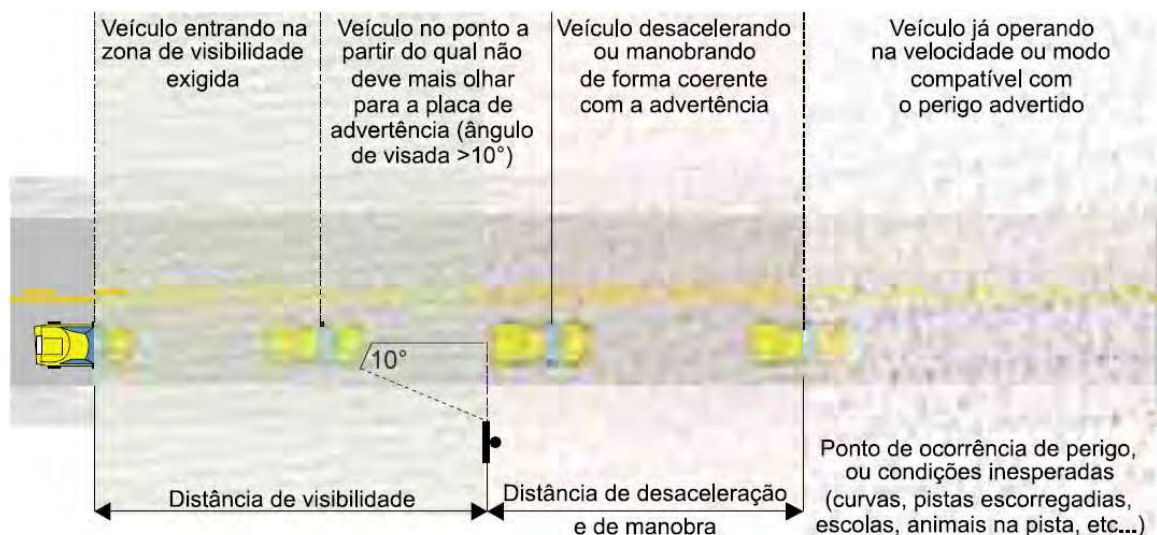
As dimensões dos sinais de advertência dependem das características da via, principalmente da velocidade de operação, de forma a possibilitar ao usuário a percepção, legibilidade e compreensão das mensagens.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

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

**Tabela 16 - Dimensões recomendadas de forma quadrada.**

Quanto ao posicionamento lateral e longitudinal as condições são similares aos sinais de regulamentação. Uma característica importante é quanto à distância mínima do sinal até o local da advertência, para o qual se está chamando a atenção do usuário, e varia conforme as seguintes condições:



**Figura 15 - Distância de visibilidade.**

- **Condição A** – necessidade de um tempo extra para avaliação e julgamento da situação que está sendo advertida e que normalmente envolvem manobras mais complexas de direção, não só individuais, como em conjunto com outros

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

veículos;

- **Condição B** – necessidade de desaceleração até uma determinada velocidade que permita a passagem em segurança pelo local da advertência;
- **Condição C** – necessidade de parada do veículo.

Na tabela a seguir, estão apresentados os valores mínimos de distância em metros, entre o sinal e o local de advertência para cada uma das três condições citadas:

Velocidade Aproximação (km/h)	Distância de desaceleração e/ou manobra – (m):												
	Veloc. km/h	zero	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
40	Distância (m)	31	29	23	14	-							
50		48	46	41	31	17	-						
60		69	68	62	52	39	21	-					
70		95	93	87	77	64	46	25	-				
80		123	122	116	106	93	75	54	29	-			
90		156	154	149	139	125	108	87	62	33	-		
100		193	191	185	176	162	145	123	98	69	37	-	
110		232	231	226	216	203	185	164	139	110	77	41	-
120		278	276	270	260	247	230	208	183	154	122	85	44

**Tabela 17 - Distância de desaceleração e manobra.**

#### 3.4.2.4 Sinais de Indicação

Os sinais de indicação têm como finalidade principal orientar os usuários da via no curso de seu deslocamento, fornecendo-lhes as informações necessárias para a definição das direções e sentidos a serem por eles seguidos, bem como as informações quanto às distâncias a serem percorridas.

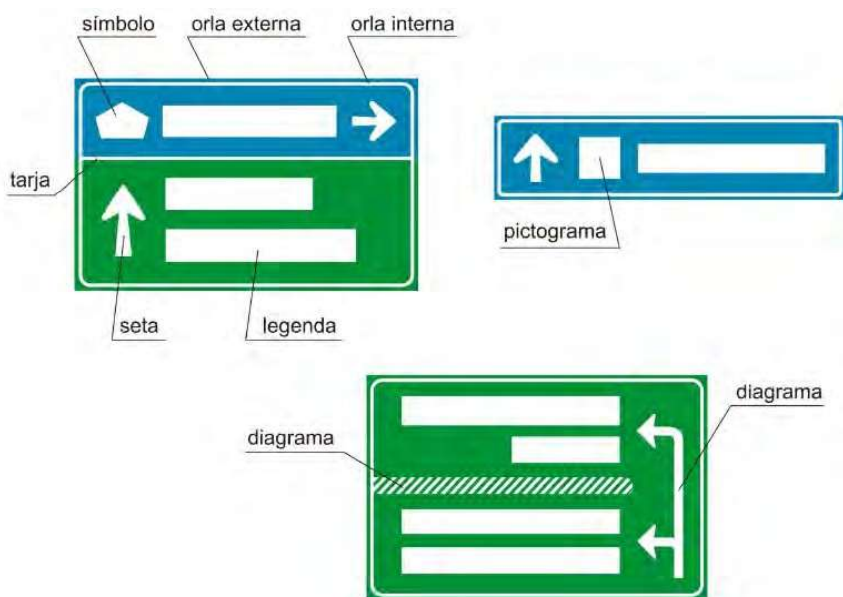
Os sinais de indicação informam, ainda, quanto à existência de serviços ao longo da via e mensagens educativas ligadas à segurança rodoviária.

Quanto ao formato e cores utilizadas as placas indicativas são geralmente retangulares com o lado maior na horizontal, sendo em fundo verde e as legendas, setas e diagramas na cor branca. As exceções são os sinais de identificação de rodovia, que possuem forma própria e os sinais de serviços auxiliares em fundo azul, com o lado maior do retângulo normalmente na vertical.

As placas são compostas pelos seguintes elementos:



- Legendas
- Orlas e tarjas
- Setas
- Pictogramas
- Símbolos
- Diagramas



**Figura 16 - Diagramação das placas.**

#### 3.4.2.4.1 Posicionamento Transversal

O posicionamento transversal dos sinais de indicação segue as mesmas regras aplicadas aos sinais de regulamentação e advertência. Diante de circunstâncias especiais são adotados os pórticos e semipórticos.

#### 3.4.2.4.2 Posicionamento Longitudinal

Os sinais de indicação são posicionados longitudinalmente na rodovia conforme a necessidade de manter o usuário suficientemente informado e orientado no que se refere à sua localização, origem – destino do percurso, direção a seguir e serviços essenciais disponíveis na rodovia.

As normas utilizadas quanto ao posicionamento longitudinal, para cada tipo de sinal de indicação, obedecem rigorosamente ao procedimento contido no Manual de





Sinalização do DNIT, inclusive as tabelas de Altura de Letras e Distância de Visibilidade em Função da Velocidade e Classe da Rodovia; tabela de Tipos, Padrões e Espaçamento de Letras; padrões de setas e composições dos sinais.

#### 3.4.2.4.3 Dimensionamento dos sinais de indicação

Os sinais de indicação devem ter boa visibilidade, letras e símbolos de forma, tamanho e espaçamentos adequados e mensagens curtas, assegurando a necessária distância para percepção, leitura e rápida compreensão das mensagens por parte dos motoristas (distância de legibilidade).

O dimensionamento dos sinais de indicação é função do tamanho das mensagens e símbolos neles contidos. O dimensionamento das mensagens, por outro lado, depende basicamente do tamanho de letra a ser adotado, bem como da quantidade de caracteres relativos a cada mensagem a ser transmitida.

O tamanho de letra a ser usado é função das características da via, principalmente no tocante à sua velocidade de operação. Ainda que a distância de legibilidade de qualquer sinal varie essencialmente com a velocidade de aproximação, a padronização das letras (tamanho, forma, espaçamento) deve também levar em conta as características físicas e principalmente operacionais da rodovia, tais como tráfego intenso (com bloqueio de visão do sinal por outros veículos) e sucessão de interseções próximas. Dessa forma, rodovias com a mesma velocidade de operação, porém com condições operacionais diversas, poderão necessitar de sinais com maior ou menor legibilidade e, por consequência, com maior ou menor altura de letras.

As letras e números adotados nos projetos de sinalização obedecem aos padrões Série D e Série E do *Standard Alphabets for Highway Signs and Pavement Markings – FHWA e Arial Rounded MT Bold*.

O alfabeto na Série D deve ser utilizado para compor mensagens em letras maiúsculas, como Retorno, Pedágio, Saída, Ônibus, mensagens operacionais e institucionais. Nas demais mensagens, associadas a nomes de estados, localidades e atrativos turísticos devem-se utilizar os caracteres relativos à Série E.

A exceção fica por conta das unidades métricas “km” e “m”, usadas em vários tipos de placas indicativas, que também são apresentadas em caracteres da Série E.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

Os espaçamentos mínimos horizontais e verticais entre a orla interna da placa e os elementos (legendas, setas, pictogramas e símbolos), e entre elementos, devem ser iguais a “d”, conforme Tabela a seguir.

<b>ALTURA DA LETRA MAIÚSCULA h (mm)</b>	<b>ESPAÇAMENTO d (mm)</b>
50	30
75	45
100	60
125	80
150	100
170	115
200	130
250	170
300	200
350	230
400	270
450	300

**Tabela 18 - Espaçamento entre os elementos (mm).**

A diagramação de todas as placas indicadas neste projeto está apresentada em documento anexo.

### **3.4.3 Sinalização de Obras e Emergências**

Projeto de Sinalização de Obras está fundamentado no Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias / Brasília, 2010 – DNIT, publicação está voltada especificamente para obras rodoviárias onde estão sendo executados pavimentos novos, restauração de pavimentos antigos, reparos em situações de emergências e obras de arte.

A Sinalização das Obras da Rodovia visa à segurança do usuário e do pessoal da obra, quando em serviço, sendo constituída de sinalização horizontal, vertical, bem como, Dispositivos de Canalização e Segurança.

#### **3.3.3.1 Funções da Sinalização de Obras e Emergências**

A execução de serviços de obras de pavimentação em estradas e rodovias, assim como a ocorrência de emergências, são fatores que determinam o surgimento de



problemas de fluidez e segurança na circulação de veículos. Situações deste tipo constituem-se em fatos imprevistos para quem está dirigindo ao longo da rodovia, em condições de velocidade relativamente constantes.

Junto a trechos em obras, acidentes podem ocorrer, devido à implantação de sinalização que venha a transmitir informações confusas ou contraditórias. Essa situação pode ser agravada pela implantação de sinais a distâncias incorretas ou pela escolha e implantação de dispositivos de canalização e controle inadequados ou em número insuficiente.

Dessa forma, além de um adequado planejamento para a execução desses tipos de obras e do desenvolvimento de projetos de desvio de trânsito, cuidado especial deve ser dado à sinalização para que se obtenha um controle seguro do fluxo de tráfego.

Seguindo esse pressuposto, uma sinalização para as obras em rodovias deve:

- Advertir, com a necessária antecedência, a existência de obras ou emergências adiante e a situação que se verificará na pista de rolamento;
- Regulamentar a velocidade e outras condições para a circulação segura;
- Canalizar e ordenar o fluxo de veículos junto à obra, de modo a evitar movimentos conflitantes, evitar acidentes e minimizar congestionamento;
- Fornecer informações corretas, claras e padronizadas aos usuários da via.

### 3.4.3.2 Condições Determinantes

A sinalização deve estar sempre adaptada às características das obras e da rodovia onde será implantada. Deve apresentar boa legibilidade, visibilidade e credibilidade. Dessa forma, as condições básicas que determinam a escolha do tipo e quantidade de sinais e dispositivos e suas características são as seguintes:

#### 3.4.3.2.1 Duração da obra

A sinalização provisória deve ter características próprias, conforme o tempo necessário à execução das obras, que podem ser de curta ou longa duração.

Para as obras de curta duração, os dispositivos de sinalização devem, também, ser os mais portáteis possíveis, admitindo-se, porém, dispositivos fixos e de maior porte. Para as de longa duração, a portabilidade perde importância como fator determinante na escolha dos dispositivos.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

O fato gerador da necessidade da intervenção pode, também, ocorrer de forma não prevista (casos emergenciais), tais como desmoronamentos, acidentes ou erosão da pista. Nos casos de emergências, recomenda-se a utilização de dispositivos portáteis, possibilitando uma rápida implantação ou desativação da sinalização.

#### 3.4.3.2.2 Interferência no tráfego

A localização da obra na pista de rolamento determina a alteração da circulação de forma específica, conforme a situação bloqueie acostamento, faixas à direita, à esquerda, no centro ou toda a pista. Isso implica em variações na forma de sinalizar o trecho em obras, com o objetivo de canalizar adequadamente o fluxo de veículos.

#### 3.4.3.2.3 Características da rodovia

Além da variação na localização da obra na pista, a característica do trecho da rodovia em obras também determinará a variação da sinalização, particularmente, nas seguintes condições:

- Rodovia de pista única, com uma ou duas faixas de circulação por sentido;
- Rodovia de pista dupla (com canteiro central), com duas ou mais faixas de circulação por sentido;
- Trecho de rodovia apresentando melhores ou piores condições de visibilidade.

#### 3.4.3.2.4 Legibilidade e visibilidade

Tendo em vista a condição de imprevisibilidade da situação provocada pela ocorrência de obras ou emergências, a sinalização a ser implantada deve apresentar legibilidade e visibilidade. Para tanto, a sinalização provisória deve:

- Apresentar dimensões e características padronizadas;
- Ser implantada com critérios uniformes;
- Apresentar bom estado de conservação;
- Estar adaptada às condições atmosféricas, devendo ser sempre retrorrefletiva ou acompanhada de dispositivos luminosos, quando os canteiros de obras permanecerem ativados durante o período noturno ou estiverem implantados em locais sujeitos à neblina;
- Ser objeto de manutenção, enquanto perdurar a situação temporária.



### 3.4.3.2.5 Credibilidade

Como toda a sinalização de trânsito, a relativa a obras deve informar ao usuário a exata situação decorrente da implantação do canteiro de obras. Assim, o conjunto de sinais deve ser implantado de forma a transmitir com clareza e precisão as condições que serão encontradas adiante, tais como: a localização da obra, as consequências na circulação e o fim do trecho em obras.

A informação precisa através da sinalização, da real situação verificada, é fundamental para credibilidade das mensagens transmitidas e para a predisposição de obediência a determinações e orientações. Assim, é de fundamental importância informar o fim do trecho em obras, quando a condição normal da pista voltar a ocorrer.

### 3.4.3.3 Diretrizes de Projeto

#### 3.4.3.3.1 Áreas junto às obras

Conforme já salientado, nas aproximações das áreas onde estão sendo implantadas obras ou ocorram emergências (doravante tratadas apenas como obras, para simplificar a leitura), deve-se condicionar os condutores de veículos a circularem com redobrada atenção, segundo velocidades adequadas à nova situação e de acordo com os esquemas de circulação estabelecidos. Para possibilitar o alcance desse objetivo, toda a área de influência da obra na rodovia deve ser adequadamente sinalizada.

De acordo com a influência no tráfego, a área a ser sinalizada deve ser subdividida em:

- Área de pré-sinalização;
- Área de transição;
- Área de atividade;
  - Área de proteção;
  - Área de trabalho;
  - Área de retorno à situação normal;
- Área de sinalização de fim das obras.



#### 3.4.3.3.2 Área de pré-sinalização

A área de pré-sinalização é aquela onde deve ser implantada a sinalização destinada a advertir os condutores de veículos da existência de obras adiante e das consequências na circulação do tráfego.

Nessa área, devem ser implantados, também, os sinais que regulamentam condições de comportamentos obrigatórios, de modo que os motoristas, ao atingirem o início das obras ou da canalização implantada, sejam claramente informados da situação com que irão se deparar adiante e trafeguem em condições seguras.

A extensão da área de pré-sinalização deve variar de acordo com as características das obras. Para a maioria dos casos, essa extensão deve, pelo menos, ser de:

- 1500 m, quando a obra for executada na pista, obrigando um ou mais fluxos de veículos a parar ou ser desviado para uma pista auxiliar, acostamento ou outra pista;
- 1000 m, quando a obra for executada na pista, mas, por exigir apenas o estreitamento da faixa de rolamento, não provocar o desvio do fluxo de veículos;
- 500 m, quando a obra for executada no acostamento;
- 100 m, quando a obra for executada fora do acostamento.

#### 3.4.3.3.3 Área de transição

A área de transição é o trecho da rodovia onde os dispositivos de sinalização direcionam os motoristas para fora do seu caminho normal. A transferência do fluxo de veículos de uma faixa a outra deve ser efetuada de modo a propiciar segurança, ou seja, através da implantação de faixas de desaceleração delimitadas por dispositivos de canalização e segundo distâncias que devem variar de acordo com a velocidade regulamentada para a rodovia. Assim, de acordo com essas velocidades, o comprimento dessas faixas de acomodação deve ser de:

- 100 m quando  $V \leq 60$  km/h;
- 150 m quando  $60 \text{ km/h} < V \leq 80 \text{ km/h}$ ; e
- 200 m quando  $V > 80 \text{ km/h}$ .



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

Quando a obra ocorrer no acostamento, a área de sinalização de transição deve ter uma extensão de 50 metros.

Quando a execução de obras determinar o bloqueio de uma faixa em rodovia de pista única com sentido duplo de circulação e duas faixas de rolamento, a área de sinalização de transição deverá ter a extensão de 50 metros, tendo em vista que, nesses casos, a transferência do fluxo de veículos de uma faixa para outra deve ocorrer segundo alternância de passagem e, portanto, com a parada obrigatória junto ao ponto de transferência.

#### 3.4.3.3.4 Área de atividade

A área de atividade é o trecho da rodovia onde devem ser implantados dispositivos de sinalização e canalização, para evitar veículos e pedestres no canteiro de obras. Pode ser subdividida nas seguintes áreas: área de proteção, área de trabalho e área de retorno à situação normal.

#### 3.4.3.3.5 Áreas de proteção

A área de proteção é uma área lateral e/ou longitudinal que separa o fluxo de usuários da rodovia da área de trabalho ou área de segurança restrita, pela presença e movimentação de trabalhadores, materiais e equipamentos da obra.

As áreas de proteção devem ser previstas antes e depois do trecho em obras. Essas áreas não devem ser utilizadas para depósito de materiais e dos equipamentos destinados às obras, possibilitando uma perfeita visão do início e do término do canteiro. Devem possibilitar, também, a realização segura de manobras de saídas e de retorno à situação normal, em pontos distanciados do local das obras.

Recomenda-se que os trechos de sinalização de proteção anterior à obra tenham uma extensão mínima de 30 metros e máxima de 50 metros.

Para os trechos de proteção posterior, a extensão mínima pode ser:

- De 15 metros, quando o sentido de circulação na faixa adjacente se realizar no mesmo sentido do fluxo de tráfego da faixa bloqueada; e
- De 30 metros, quando o fluxo da faixa contígua estiver no sentido oposto.



### 3.4.3.3.6 Área de trabalho

É a área onde se desenvolverão as atividades de manutenção/conservação ou ocorram situações de emergência na rodovia.

Trata-se de área canalizada e que, portanto, deve permitir o acesso apenas de trabalhadores e veículos da obra. Pode ser utilizada, também, para depósito de materiais e de equipamentos.

### 3.4.3.3.7 Áreas de retorno à situação normal

É a área utilizada para conduzir os usuários da rodovia para a condição normal de circulação, terminada a ultrapassagem do trecho em obras. Para tanto, a área de sinalização de retorno à situação normal deve conter uma linha de dispositivos que canalize o tráfego para a faixa de circulação adequada.

### 3.4.3.3.8 Área de sinalização de fim das obras

É a área utilizada para informar aos usuários da rodovia do fim do trecho em obras e da velocidade máxima permitida para as condições normais de operação.

### 3.4.3.3.9 Áreas junto a canteiros móveis

São as áreas de sinalização que assumem características específicas em função de se deslocarem ao longo da via, como nos casos de pintura de sinalização horizontal, ou de duração muito curta, como operação tapa-buraco. Assim, em caso de execução desses tipos de obras em vias de baixo volume de tráfego e em locais de boa visibilidade, é necessária apenas a implantação de pré-sinalização em trecho com extensão mínima de 200 metros. A sinalização do canteiro pode ser representada pelos veículos e equipamentos portando dispositivos apropriados.

Quando ocorrerem em vias de alto volume de tráfego e/ou baixa visibilidade, obras móveis podem ser tratadas, a critério do órgão com circunscrição sobre a via, como obras fixas, delimitando-se um trecho a ser tratado, dentro do qual se locomoverão as máquinas. Concluídas as obras nesse trecho, delimita-se a seguinte, deslocando a sinalização de obras.





### 3.4.3.4 Condições básicas de segurança e fluidez

Conforme salientado anteriormente, a execução de obras ou a ocorrência de situações de emergência em rodovias requer um adequado planejamento e operação do desvio do tráfego. Em complementação, são apresentadas algumas condições básicas para a segurança correlacionadas à sinalização provisória a ser implantada.

### 3.4.3.5 Sinalização vertical de obras

A sinalização vertical temporária, utilizada quando da execução de obras, é composta principalmente de sinais de advertência e de regulamentação. Sinais de indicação são necessários quando a localização das obras determina a necessidade de desvios de fluxos de veículos.

A aplicação conjunta desses sinais tem por objetivo advertir os usuários sobre as condições do tráfego na via, regulamentar a circulação de trânsito e fornecer indicações necessárias ao seu deslocamento.

Nas extremidades dos trechos onde estiverem recebendo intervenções, serão instaladas 02 (duas) placas 2 x 1m com fundo em laranja, bordas e legendas na cor preta: “RODOVIA EM OBRAS”. (Conforme Manual de Sinalização de Obras CONTRAN e equivalentes)

As placas serão implantadas conforme Manual da Contran (Ref. de Altura, distâncias ao bordo da pista, acostamento, etc.), e deverão permanecer no trecho até que seja executada a sinalização horizontal definitiva.



Figura 17 - Modelos de placas de sinalização vertical de obras.

As placas de orientação de tráfego temporárias têm dimensões idênticas às da sinalização permanente e devem obedecer às disposições do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume VI – Sinalização temporária.

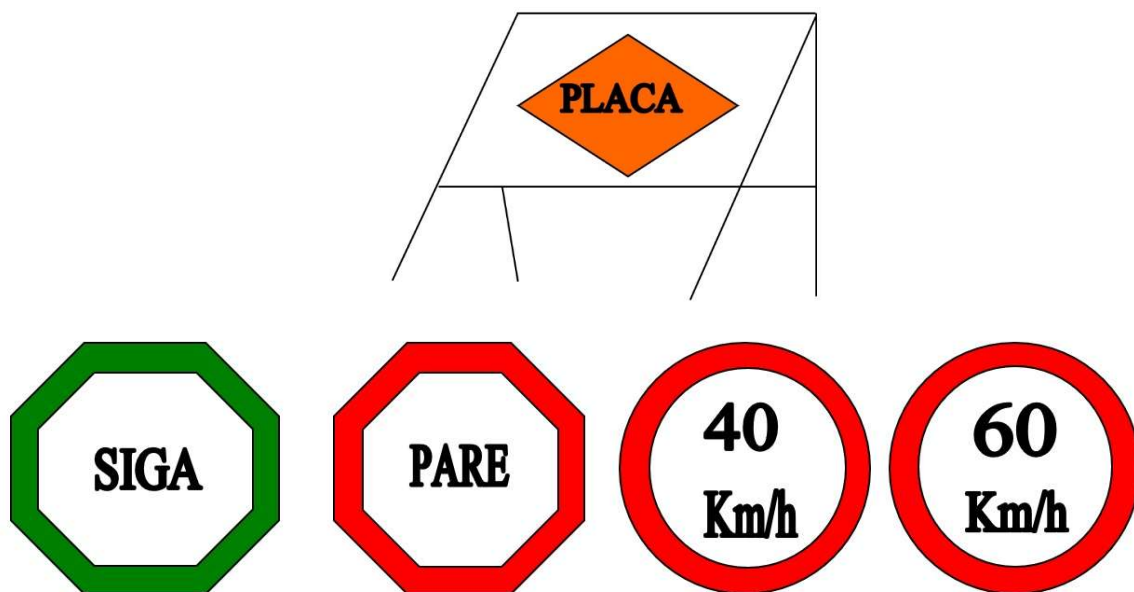


Figura 18 - Modelo de placas de sinalização vertical de obras.

#### 3.4.3.5.1 Cores

Os sinais verticais temporários são apresentados com as seguintes cores:

- Sinais de regulamentação: fundo branco, orla e tarja vermelhas e



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

símbolos pretos, com exceção do sinal de parada obrigatória R-1;

- Sinais de advertência: fundo laranja e orla, legendas e símbolos pretos;
- Sinais de indicação: fundo laranja e orla, legendas e símbolos pretos.

#### 3.4.3.5.2 Dimensões

Os sinais temporários de regulamentação e advertência devem ter as seguintes dimensões:

- 1,20 m para rodovias de classe 0 e IA;
- 1,00 m para rodovias de classe IB;
- 0,80 m para rodovias de classe II, III e IV.

Essas medidas se referem a:

- Distância entre lados opostos, no sinal de Parada Obrigatória, R-1;
- Lado do sinal Dê a Preferência, R-2;
- Diâmetro de sinais circulares de regulamentação;
- Lado do quadrado dos sinais de advertência.

Os sinais temporários de indicação de obras devem ter dimensões compatíveis com o número de faixas e com a classe da rodovia, empregando altura de letra apropriada na diagramação das legendas.

#### 3.4.3.5.3 Posicionamento das placas

O posicionamento das placas de sinalização de obras pode variar conforme o período de duração das obras e se as obras são em um local específico ou se são móveis, como por exemplo, a execução de pintura de faixas.

No caso de obras de longa duração, num local específico, as placas de sinalização de obras podem ser instaladas na margem da via, conforme o estabelecido no Manual de Sinalização Rodoviária, ou até mesmo na própria pista, dependendo da situação.

No caso de obras móveis, de reparos de curta duração ou emergências, as placas de sinalização podem ser colocadas sobre cavaletes ou suportes móveis, dispostos da maneira mais apropriada para garantir a segurança de usuários, trabalhadores e a integridade dos dispositivos.



### 3.4.3.5.4 Materiais utilizados

As placas de sinalização de obras podem ser confeccionadas em chapas de aço, de alumínio ou outro material especificado no Manual de Sinalização Rodoviária e nas Especificações de Serviço, desde que recobertas por película retrorrefletiva.

### 3.4.3.5.5 Transporte

a) No veículo: As placas serão transportadas dentro de uma caixa e amarradas com corrente ou corda, ou em locais apropriados.

b) No ônibus: As placas serão transportadas no bagageiro.

c) Do veículo para o local a ser sinalizado (vice-versa): As placas serão transportadas por servidores da Empresa executante, previamente orientados quanto à natureza dos trabalhos a serem realizados e quanto aos locais (pontos) a serem colocadas.

Obs.: Os trabalhadores deverão usar os E.P.I. 's no transporte das placas (luvas de raspa de couro, calçados de segurança e uniforme laranja com faixas refletivas).

### 3.4.3.7 Dispositivos de canalização e segurança

Os dispositivos de canalização e segurança envolvem tanto os dispositivos a serem posicionados junto à pista de rolamento, para a canalização de veículos durante a execução de obras, serviços de conservação e situações de emergência, como equipamentos a serem manuseados e de segurança pessoal de operadores e, ainda, dispositivos luminosos estáticos, instalados na pista, nos veículos de operação ou sobre os próprios dispositivos de canalização.

#### 3.4.3.7.1 Dispositivos de Canalização

São dispositivos de uso temporário, constituídos por elementos fixos ou portáteis, utilizados em situações especiais e temporárias, como operações de trânsito, obras e situações de emergência ou perigo, com o objetivo de alertar os condutores, bloquear e/ou canalizar o trânsito e delimitar áreas de obras, protegendo pedestres, trabalhadores, equipamentos, etc.

A eficiência e a segurança na canalização de veículos dependem, além dos dispositivos de sinalização, de outros elementos físicos para ordenamento e



direcionamento do fluxo, afastando-o de obstáculos na rodovia. São os dispositivos específicos de canalização.

Os dispositivos de canalização são posicionados sobre a pista ou sobre o acostamento, delineando as áreas de trânsito restrito e chamando a atenção dos motoristas para condições anormais de tráfego.

Os dispositivos de canalização podem ser classificados, de acordo com suas funções, em:

- Dispositivos de direcionamento ou bloqueio; e
- Dispositivos de alerta e advertência.

#### 3.4.3.7.2 Dispositivos de direcionamento ou bloqueio

Os dispositivos de direcionamento ou bloqueio compõem um conjunto heterogêneo. Mesmo entre os mais comumente utilizados, tais como barreiras Tipo I, II e III, barreiras plásticas, cones e cilindros canalizadores de tráfego, alguns estão normalizados pela ABNT e outros não. Além destes, alguns são denominados diferentemente, em função do fabricante, ou são utilizados apenas para atender a situações específicas, tais como tambor, canalizador cônico de tráfego (conão), canalizador prismático, delimitador cilíndrico, balizador móvel, tapumes, telas plásticas, fitas de canalização e gradis portáteis, entre outros.

O espaçamento máximo recomendável entre dispositivos de direcionamento, tais como barreiras, cones e cilindros canalizadores, é de:

- 15 m, quando a canalização for utilizada para conduzir os veículos numa mudança de faixa de tráfego; e
- 30 m, quando a canalização ocorrer num trecho em tangente.

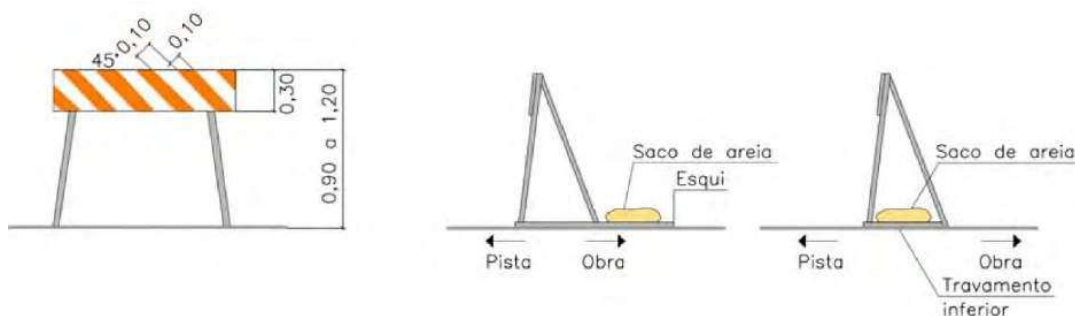
#### 3.4.3.7.3 Barreiras tipo I, II e III

As barreiras dos tipos I, II e III são confeccionadas com ripas de madeira ou, preferencialmente, em material plástico, com 0,30 m de largura, com tarjas oblíquas ou verticais, nas cores laranja e branca retrorrefletiva, alternadas.

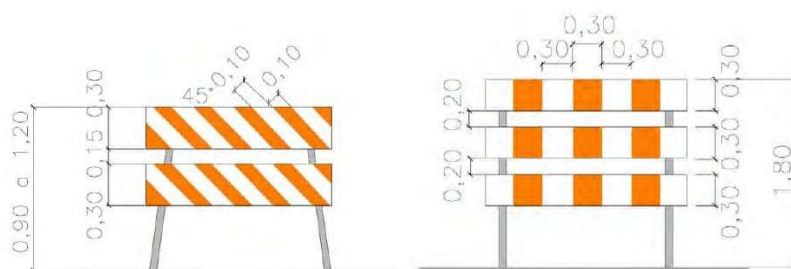
As barreiras devem ser utilizadas para a canalização do tráfego, transferindo o fluxo de veículos para as faixas de rolamento remanescentes, devido à existência de bloqueios decorrentes da execução de obras, serviços de manutenção ou situações de emergência.

A seleção da barreira a ser utilizada deve ser orientada por um dos seguintes critérios:

- Barreira Tipo I, para delimitar área de serviços móveis e barreira Tipo II para delimitar área de serviços fixos;
- Barreira Tipo I, para rodovias convencionais (pista simples e baixa velocidade) ou vias urbanas e barreiras Tipo II ou Tipo III, para vias expressas ou rodovias de alta velocidade;
- Barreira Tipo III, para bloquear o tráfego em toda a extensão da área interditada para obras ou serviços fixos.



**Figura 19 - Barreira Tipo I.**



**Figura 20 - Barreira Tipo II e Tipo III**

Recomenda-se que o suporte seja firmemente fixado ao solo com suportes colapsáveis.

Posiciona-se entre 30,00 m e 60,00 m do início da área de atividade, e de frente para o fluxo. Os módulos devem ser colocados de forma contínua, sem espaçamento entre si.

#### 3.4.3.7.4 Barreiras plásticas

São dispositivos móveis para separação de vias de tráfego em operação e canalização de trânsito, formando obstáculos visuais. São também utilizados para

direcionar os fluxos de veículos em desvios e em áreas sujeitas a situações operacionais especiais, como em praças de pedágio.

Devem ser dispostas longitudinalmente, lado a lado, formando um alinhamento contínuo, de modo a orientar o deslocamento do fluxo de veículos, podendo ser preenchidas com água ou areia quando há necessidade de aumentar a resistência ao choque e melhorar sua estabilidade.



**Figura 21 - Barreira plástica**

#### 3.4.3.7.5 Cones

São dispositivos portáteis utilizados para canalizar o fluxo em situações de emergência, em serviços móveis e para dividir fluxos opostos em desvios.

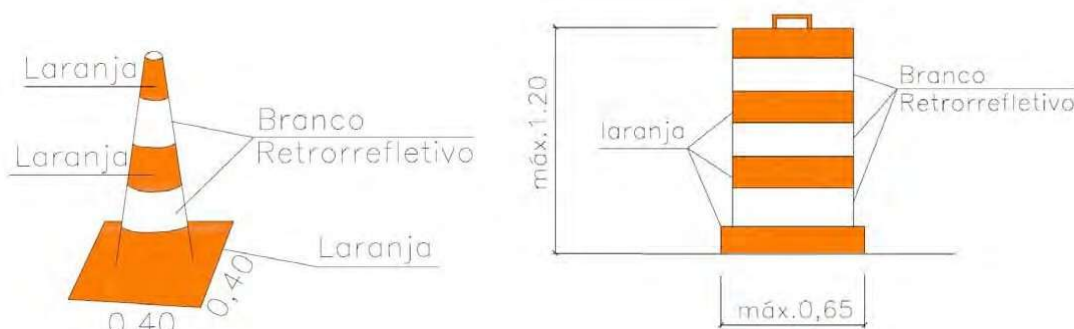
Devem ser confeccionados de material leve e flexível, como plástico, para não causar danos ao serem abalroados, e possuir dimensões e cores conforme a Norma ABNT NBR 15.071:2004.

#### 3.4.3.7.6 Cilindro canalizador de tráfego

Dispositivo de sinalização temporária na forma cilíndrica, com base para colocação de lastro (água ou areia), garantindo-lhe maior estabilidade, quando sujeito à ação de ventos e chuvas, feito de material com características flexíveis, em condições de voltar à posição original, em caso de abalroamento, sem provocar danos significativos aos veículos. Pode ter uma alça na parte superior, moldada como parte integrante do corpo do cilindro, de modo a permitir a fixação de dispositivos luminosos e facilitar o manuseio. A base pode ser cilíndrica ou poliédrica e deve possuir dimensões e cores conforme a Norma ABNT NBR 15.692:2009.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.



**Figura 22 - Cone e Cilindro**

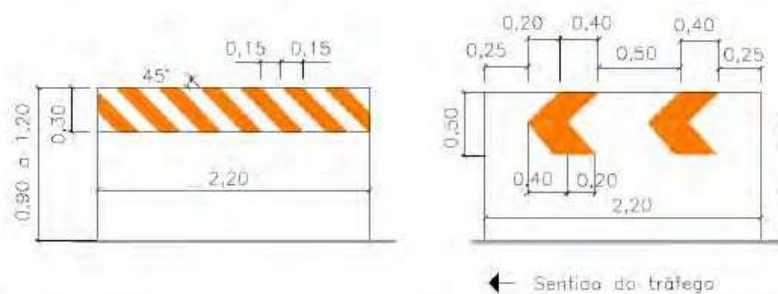
Velocidade (km/h)	Espaçamento d (m)
$V \leq 40$	3
$40 < V \leq 60$	8
$60 < V \leq 100$	10
$100 < V \leq 120$	15

**Tabela 19 - Distância entre cones.**

Além desses itens descritos acima, são utilizados:

#### 3.4.3.7.7 Tapumes

Constituem-se de placas de madeira pintadas na cor branca, com tarjas laranja e branca refletiva, nos trechos retos, e com seta nos trechos em curva. São utilizados para proteger a área dos serviços, principalmente nas obras de grande porte, nas mesmas situações que as Barreiras do Tipo II.



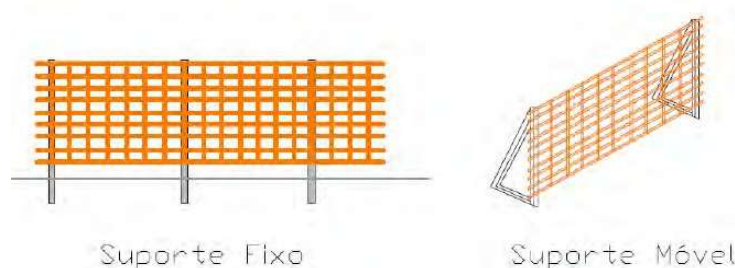
**Figura 23 - Tapumes.**

#### 3.4.3.7.8 Telas Plásticas

Confeccionadas em material plástico, devem ter cor laranja e largura mínima de 1,00 m, podendo ser fixadas em suporte de madeira, fixo ou móvel. Devem ser utilizadas



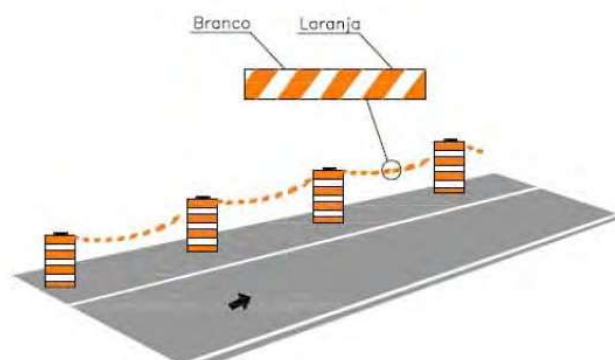
em situações em que seja necessária a delimitação visual do trecho em obras, impedindo o acesso de veículos e pedestres. A tela plástica, no entanto, não impede a passagem de materiais ou detritos de obra para a pista e não substitui os dispositivos de canalização retrorrefletivos.



**Figura 24 - Tela plástica.**

#### 3.4.3.7.9 Fitas de canalização

São elementos de material plástico contínuo e descartável, tipo fita, com 7,00 a 8,00 cm de largura, com faixas inclinadas, nas cores branca e laranja alternados. Podem ser utilizadas nas canalizações feitas com cones, barreiras, cilindros ou tambores, para reforçar o alinhamento da canalização e aumentar a segurança dos usuários, quando houver a presença de pedestres.

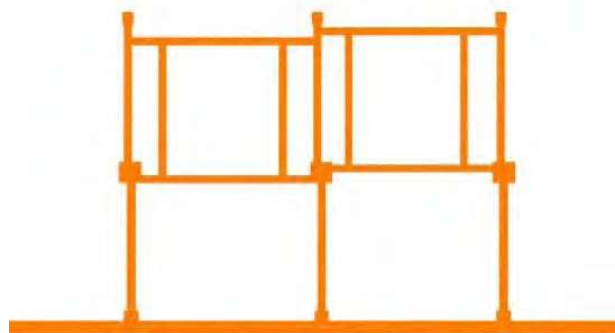


**Figura 25 - Fitas de canalização.**

#### 3.4.3.7.10 Gradis portáteis

São utilizados para isolar obras e serviços de manutenção pontuais, como em poços de visita ou câmaras, para proteger os trabalhadores, os pedestres e os condutores, seja dentro ou fora da pista. O uso dos gradis portáteis deve ficar restrito a

situações de serviços móveis, em trechos de rodovias que operam com velocidades e volumes de tráfego baixos, geralmente urbanos.



**Figura 26 - Gradis.**

#### 3.4.3.8 Procedimentos de Segurança

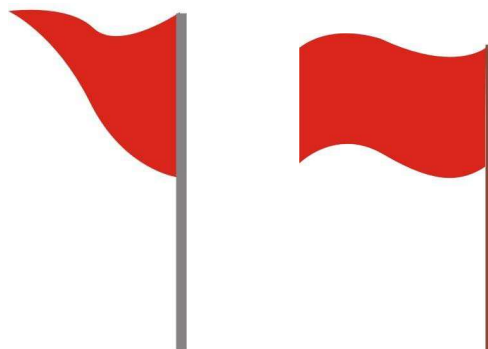
Para maior segurança do tráfego em caso de obras, serviços de conservação ou situações de emergência, além dos dispositivos descritos na subseção anterior, frequentemente é necessária a utilização de equipamentos a serem manuseados e de segurança pessoal de operadores e, ainda, dispositivos luminosos estáticos, instalados na pista, nos veículos de operação ou sobre os próprios dispositivos de canalização, e podem ser apresentados da seguinte forma:

- Dispositivos operados por um sinalizador;
- Equipamentos de proteção individual;
- Dispositivos montados sobre veículos;
- Dispositivos luminosos complementares.

##### **3.4.3.8.1 Bandeiras**

Trata-se de dispositivo confeccionado em tecido ou plástico flexível, preso a suporte rígido, devendo ter a forma de um quadrado, com 0,60 m de lado, ou forma de um triângulo isósceles, de 30cm x 50cm, e cor vermelha, conforme Figura 27. (É permitido o uso de outras cores, quando associadas a campanhas de trânsito).

A utilização de bandeiras é recomendada em obras móveis e em situações de alto risco, tais como elevados volumes de tráfego, altas velocidades, má visibilidade e necessidades de interrupção do fluxo.



**Figura 27 - Bandeira balizadora.**

A bandeira deve ser operada por um trabalhador com a função específica de sinalizador, que deve seguir alguns procedimentos básicos para auxiliar na operação do tráfego, transmitindo aos motoristas sinais uniformes e precisos, de rápida compreensão.

Para tanto, o sinalizador deve proceder da seguinte forma:

- Para parar o fluxo de tráfego - Posicionar-se voltado para o fluxo de tráfego, estender a bandeira horizontalmente à altura do ombro e perpendicularmente à faixa de rolamento. Para maior ênfase, deve permanecer com a mão espalmada para os condutores de veículo.
- Para dar informação de Siga - Posicionar-se paralelamente ao fluxo de tráfego, baixar a bandeira e, com a mão livre, efetuar os gestos de solicitação de prosseguimento de circulação.
- Para advertir motoristas - Posicionar-se voltado para o fluxo de tráfego e permanecer com o braço livre estendido ao longo do corpo, elevando e abaixando a bandeira repetidas vezes.



**Figura 28 - Posicionamento dos operadores das bandeiras.**



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

Em qualquer caso, o sinalizador deve posicionar-se em local visível, livre de circulação de veículos, e sua presença deve ser advertida através de colocação de um cone, antecedendo-o em 10,00 m.

Tendo em vista o desgaste que esse tipo de operação acarreta e a necessidade dos operadores se manterem alertas, recomenda-se que eles sejam periodicamente substituídos, para descanso.

Deve, também, portar colete nas cores laranja e branca, confeccionado com material refletivo. É recomendável o uso de uniforme e boné na cor laranja.

**Obs:** Os cones e placas deverão manter-se em bom estado de conservação, permitindo uma perfeita visualização. Os que não oferecerem essa característica devem ser substituídos pela empresa.

#### 3.4.3.8.2 Sinal PARE portátil

O sinal PARE portátil é octogonal com 0,25 m de lado, fundo vermelho, orla e letras brancas e retrorrefletivo, conforme a placa R-1 - Parada Obrigatória do Código de Trânsito Brasileiro, confeccionado em material leve e preso a um suporte para ser manipulado por um trabalhador, com a função específica de sinalizador.

Deve ser utilizado durante a execução de obras ou serviços de emergência quando ocorrer a necessidade de circulação alternada de veículos em sentidos opostos, numa mesma faixa de tráfego, com alternância de direito de passagem.

Para tanto, o sinalizador deve proceder da seguinte forma: Para parar o fluxo de tráfego - Posicionar-se voltado para os condutores, exibir o sinal PARE e, para maior ênfase, permanecer com a mão espalmada.

Para dar informação de Siga - Posicionar-se paralelamente ao fluxo de tráfego, baixar o sinal PARE e, com a mão livre, efetuar os gestos de solicitação de prosseguimento de circulação.

Cada um desses sinais deve ser operado por um sinalizador posicionado antes da área de transição, no ponto onde se dará a parada, em local protegido, mas visível.

O sinalizador deve vestir colete nas cores laranja e branca, esta última em película retrorrefletiva. É sempre necessária a utilização de dois sinalizadores, posicionados um em cada extremidade do desvio, em condições de se comunicarem entre si, para que a circulação alternada de veículos se dê em condições de segurança.



### 3.4.3.8.3 Equipamentos de proteção individual (EPI)

Os equipamentos de proteção individual são geralmente constituídos por uniformes, coletes, capas de chuva e outras vestes com faixas de cores vivas, de material retrorrefletivo. Têm como objetivo proporcionar melhor visibilidade dos trabalhadores que estão na pista ou próximo ao fluxo de veículos.

Deve ser obrigatório o uso dos coletes em serviços móveis e situações de emergência (serviços de medição, topografia, demarcação de faixa), bem como em todos os trabalhos noturnos. Os sinalizadores também devem usar os coletes em qualquer situação.

### 3.4.3.9 Procedimentos para implantação

Uma condição básica para a garantia da segurança e fluidez da via diz respeito à correta implantação da sinalização. Para tanto, é necessária a colocação das placas de advertência e dispositivos de canalização precedendo a implantação do canteiro de obras.

A sequência da implantação deve se iniciar sempre pelas áreas mais distantes do canteiro, ou seja, aquelas anteriores à obra no sentido do fluxo de veículos. Assim, pela ordem, devem ser implantadas a pré-sinalização, a sinalização da área de transição, a sinalização da área de proteção, a sinalização do canteiro, a sinalização da área de retorno à situação normal e a sinalização de fim das obras.

No caso de sentido duplo de circulação, devem ser obedecidos os mesmos critérios de implantação, devendo ainda ser tomado um cuidado adicional quando da colocação dos dispositivos, a fim de serem evitadas áreas de desvio, com tráfego em sentidos opostos, sem a devida proteção.

Ocorrendo situações em que a sinalização de obras conflitar com a sinalização existente da via, esta deve ser imediatamente recoberta ou removida até a desativação da situação provisória, a fim de não provocar dúvidas nos motoristas.

Recomenda-se ainda, sempre que possível, que a implantação ocorra fora dos dias e horários de maior movimento da via, a fim de reduzir o impacto das obras na fluidez e segurança do tráfego.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

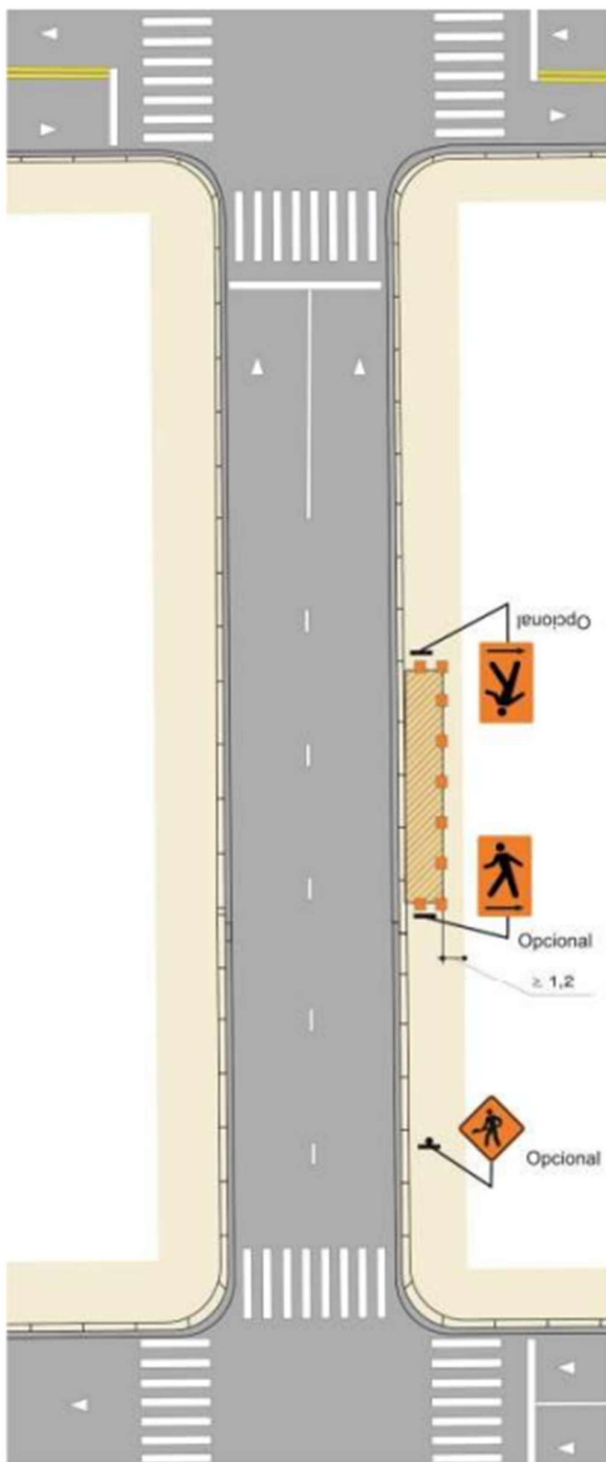
Quando as obras ocorrerem próximas às áreas urbanas, devem ser tomadas providências adicionais, com o objetivo de minimizar os possíveis problemas com o tráfego urbano, tais como:

- Divulgar os locais onde ocorrerão as obras, a duração das obras, eventuais desvios e demais informações de interesse ao tráfego local. Preferencialmente, além dos dispositivos de sinalização usuais, utilizar também os meios de comunicação disponíveis (jornais, rádios, televisão etc.);
- Antes do início dos trabalhos, devem ser contatados os órgãos públicos com circunscrição sobre a malha viária do município, para compatibilizar os procedimentos que se pretende adotar com eventuais intervenções em andamento nas vias urbanas, principalmente quando forem necessários desvios da rodovia por vias locais.

Abaixo é possível visualizar alguns projetos-tipo, para cada situação de trabalho, conforme Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, VOLUME VI, Sinalização Temporária, do CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN.





<b>Projeto Tipo</b>	<b>Tipo de rodovia</b>	<b>N.º de Faixas</b>	<b>Local do Bloqueio</b>	<b>Tipo serviço</b>
02	Obra ou serviço	Calçada	Bloqueio parcial junto ao alinhamento viário	-
04	Obra	Calçada	Bloqueio total esquina – Curta duração	Pista simples – sentido duplo
07	Obra	Pista	Bloqueio de 1ª faixa em várias quadras	Pista simples – sentido único
15	Serviço	Pista	Bloqueio de uma faixa	Pista simples – sentido único

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

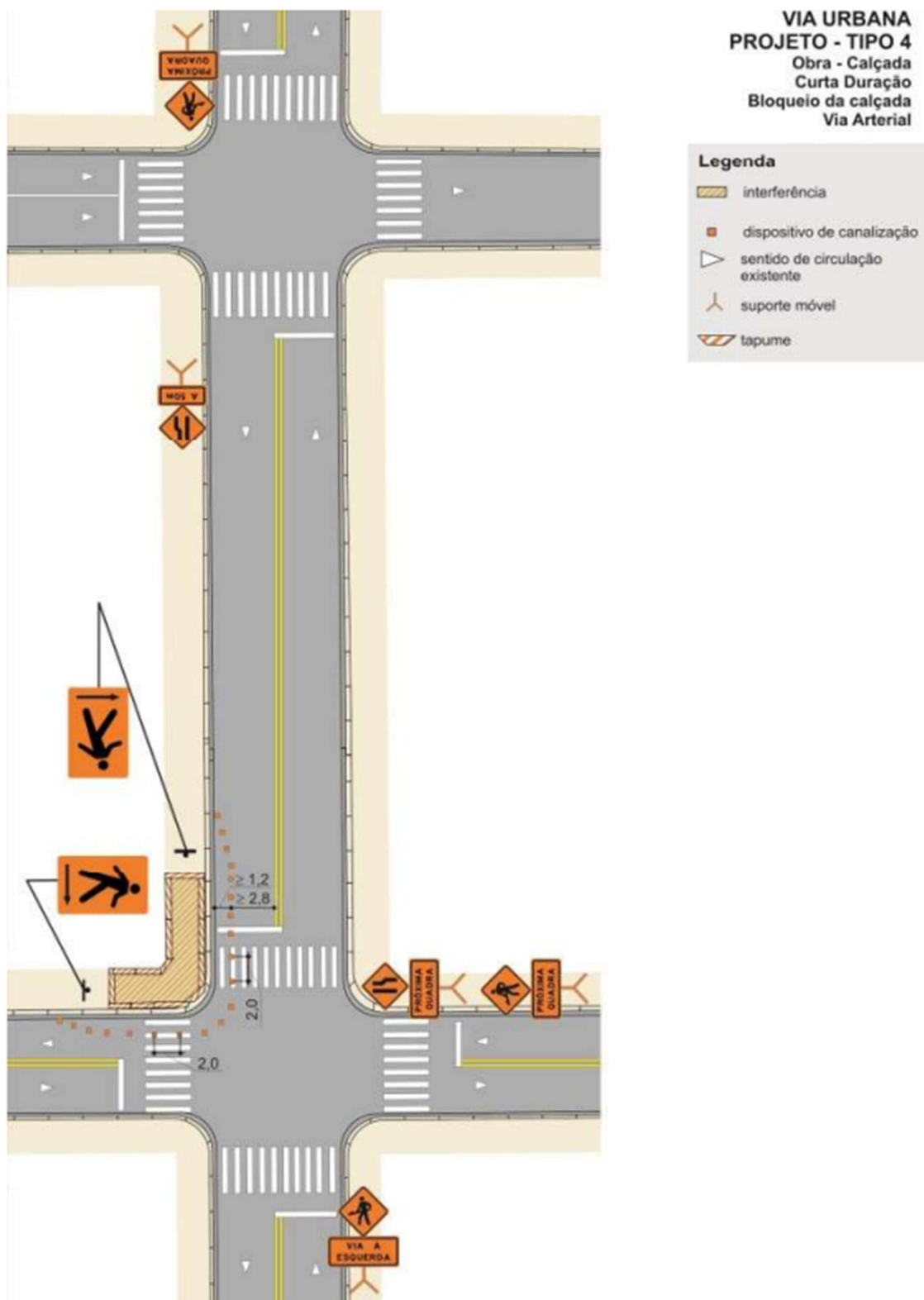


**VIA URBANA  
PROJETO - TIPO 2**  
Obra ou Serviço - Calçada  
Bloqueio Parcial

**Legenda**

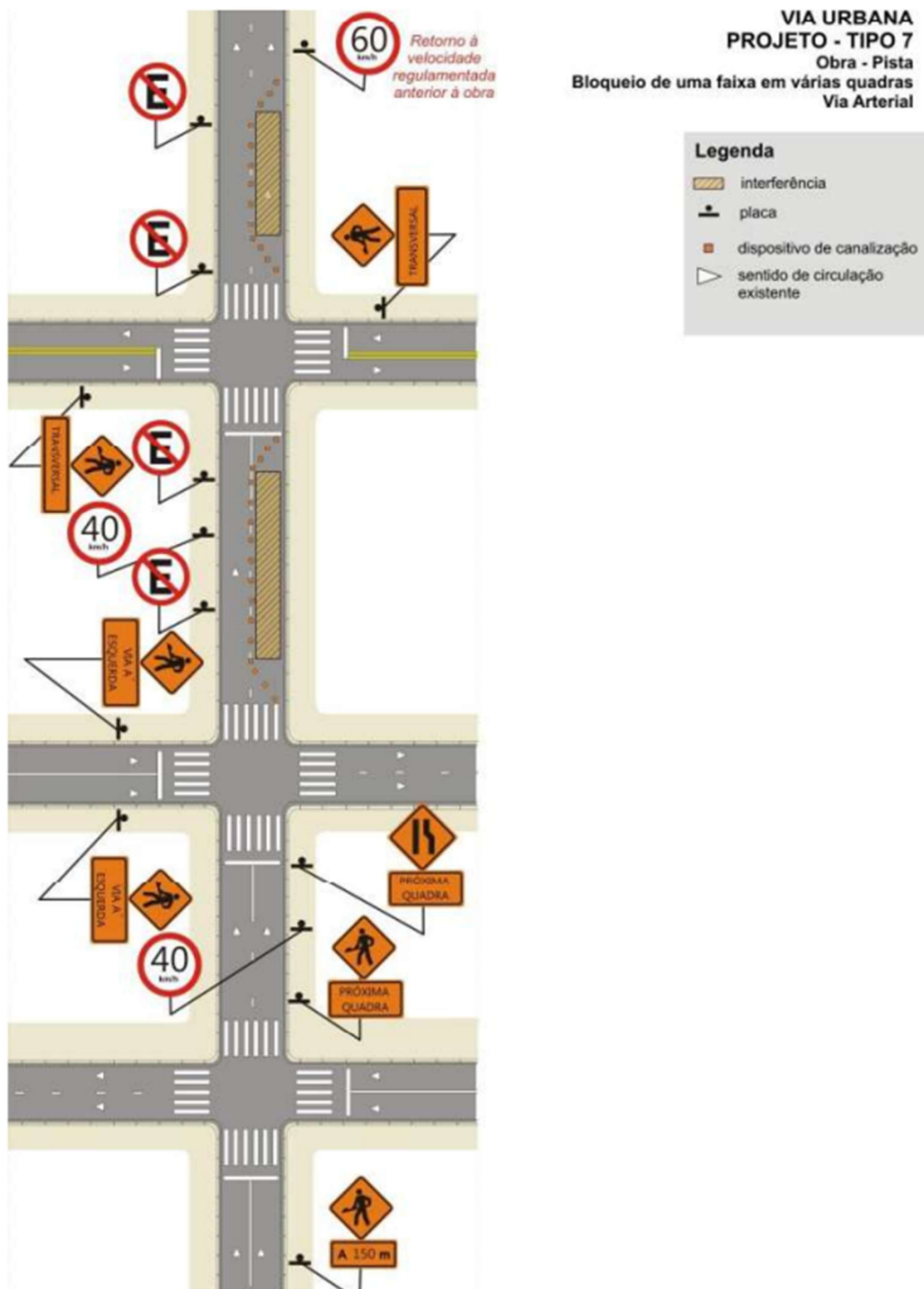
-  interferência
-  placa
-  dispositivo de canalização
-  sentido de circulação existente

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

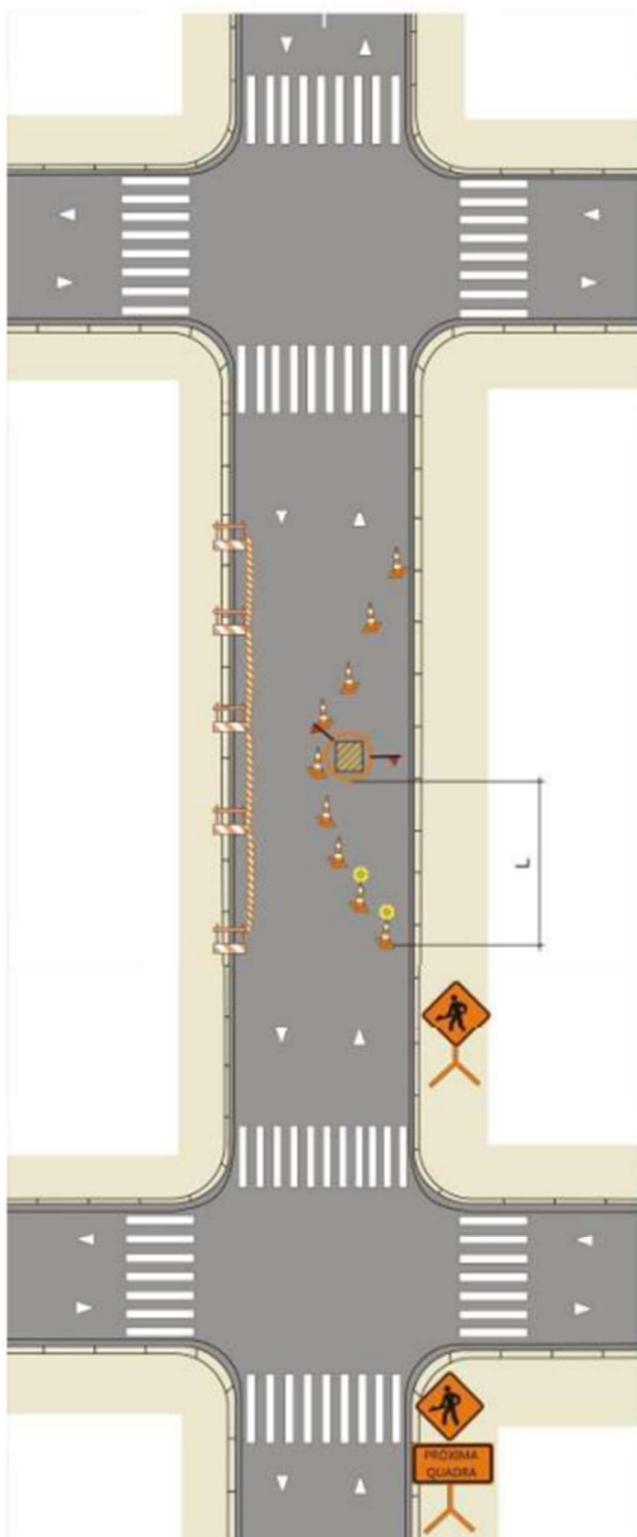




PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.









PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.



**VIA URBANA**  
**PROJETO - TIPO 15**  
Serviço - Pista  
Bloqueio de uma faixa  
Via local

**Legenda**

-  interferência
-  sentido de circulação existente
-  suporte móvel
-  cone
-  gradil portátil com bandeira
-  luz amarela intermitente

Obs: No caso de utilização de "barraca", esta deve estar envolvida pela grade



### **3.5 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES**

O Projeto de Obras Complementares prevê as seguintes quantidades:

- Implantação de Proteção Vegetal;
- Implantação de passeios.

#### **3.5.1 Proteção Vegetal**

A proteção vegetal das superfícies dos taludes de cortes e aterros tem por finalidade melhorar as suas condições anti-erosivas, evitando o carreamento dos solos pelas águas pluviais.

Os processos mais comumente utilizados na implantação da proteção vegetal são o enleivamento e a hidrossemeadura.

O enleivamento consiste em pequenas porções de gramíneas com solo em suas raízes, transplantadas diretamente do campo (próximo à obra) ou de um viveiro, para o local de implantação e dispostas em leiras ou filas. Seu plantio é indicado no canteiro central e para a proteção de taludes de aterros.

A hidrossemeadura é o processo de implantação das espécies vegetais, por meio de jateamento de sementes sobre o solo, consistindo o jateamento na aplicação hidromecânica de uma massa aquosa ou pastosas composta por adubos ou fertilizantes e nutrientes, consorciação de sementes, matéria orgânica (esterco), camada protetora e adesivos, que objetivam a germinação das sementes, e cuja composição tem o traço característico determinado pelas necessidades de correção do solo e de nutrição da vegetação a ser introduzida. É indicada para a proteção de taludes de corte.

#### **3.5.2 Passeios**

As calçadas são parte integrante do sistema viário, e destina-se à circulação de pessoas, implantação de mobiliário urbano, sinalização etc., propiciando um ambiente seguro para mobilidade.

Deve garantir o deslocamento de qualquer pessoa, independente de idade, limitação de mobilidade ou percepção. Os passeios de pedestres deverão ser contínuos, sem mudanças abruptas de nível ou inclinação. As tampas das caixas de inspeção e visita deverão estar niveladas com o piso.



---

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

As calçadas de concreto deverão seguir a largura apresentada no Projeto Urbanístico. Deverá ser executada com 3 cm de lastro de brita e pavimento de concreto com 6 cm de espessura.

Deverá ser previsto a implantação de piso tátil, que tem a função de orientar a pessoa portadora de deficiência visual em sua locomoção nas vias e logradouros públicos, permitindo a percepção de rotas e obstáculos com os pés ou bengalas de rastreamento.



---

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

## 4. ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS



#### 4. QUADRO DE ESPECIFICAÇÕES DOS SERVIÇOS RODOVIÁRIOS

Na sequência são apresentadas as Especificações de Serviços Rodoviários, de acordo com o DER/PR.

SERVIÇO	ESPECIFICAÇÃO
<b>TERRAPLENAGEM</b>	<b>DER/PR ES-TE</b>
Serviços preliminares	DER/PR ES-TE 01/23
Cortes	DER/PR ES-TE 02/23
Aterros	DER/PR ES-TE 06/23
Caminhos de Serviço	DER/PR ES-TE 08/23
<b>PAVIMENTAÇÃO</b>	<b>DER/PR ES-PA</b>
Regularização do subleito	DER/PR ES-PA 01/23
Preenchimento de rebaixos de cortes em rocha	DER/PR ES-PA 02/23
Macadame Seco	DER/PR ES-PA 03/23
Brita graduada	DER/PR ES-PA 05/23
Camadas estabilizadas granulometricamente	DER/PR ES-PA 07/23
Pinturas asfálticas	DER/PR ES-PA 17/23
Concreto Asfáltico Usinado à Quente	DER/PR ES-PA 21/23
Demolição de Pavimentos	DER/PR ES-PA 27/23
Fresagem à Frio	DER/PR ES-PA 31/23
Tratamento Superficiais	DER/PR ES-PA 36/23
<b>SERVIÇOS DE DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTES</b>	<b>DER/PR ES-DR</b>
Sarjetas e valetas	DER/PR ES-DR-01/23
Transposição de Segmentos de Sarjetas	DER/PR ES-DR-02/23
Entradas e Descidas d'Água	DER/PR ES-DR-03/23
Dissipadores de Energia	DER/PR ES-DR-04/23
Bocas e Caixas para Bueiros Tubulares	DER/PR ES-DR-05/23
Drenos longitudinais profundos	DER/PR ES-DR-06/23
Bueiros Tubulares de Concreto	DER/PR ES-DR-09/23
Bueiros Celulares de Concreto	DER/PR ES-DR-10/23
Demolição de Dispositivos de Concreto	DER/PR ES-DR-11/23



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

Dispositivos de Drenagem Pluvial Urbana	DER/PR ES-DR-12/23
Restauração de dispositivos de drenagem danificados	DER/PR ES-DR-13/23
Limpeza e desobstrução de dispositivos de drenagem	DER/PR ES-DR-14/23
<b>SERVIÇOS DE OBRAS COMPLEMENTARES</b>	<b>DER/PR ES-OC</b>
Meio-fios	DER/PR ES-OC-13/23
Proteção Vegetal	DER/PR ES-OC-15/23
Abrigos para paradas de ônibus	DER/PR ES-OC 17/23
<b>SERVIÇO PARA OBRAS DE ARTE</b>	<b>DER/PR ES-OA</b>
Serviços preliminares	DER/PR ES-OA 01/23
Concretos e argamassas	DER/PR ES-OA 02/23
Armaduras para concreto armado	DER/PR ES-OA 03/23
Armaduras para concreto protendido	DER/PR ES-OA 04/23
Fôrmas	DER/PR ES-OA 05/23
<b>SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA</b>	<b>DER/PR ES-SV</b>
Sinalização horizontal com tinta à base de resina acrílica emulsionada em água, retrorrefletiva	DER/PR ES-SV-02/23
Tachas refletivas	DER/PR ES-SV 06/23
Tachões refletivos	DER/PR ES-SV 08/23
Fornecimento e implantação de placas laterais para sinalização vertical	DER/PR ES-SV 09/23
Pórticos e semipórticos de sinalização vertical	DER/PR ES-SV 10/23
Ondulações Transversais e Sonorizadores	DER/PR ES-SV 16/23



---

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

## 5. PLANO DE EXECUÇÃO DA OBRA





## 5. PLANO DE EXECUÇÃO DA OBRA

### 5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O plano de execução da obra apresentará as fases de execução dos serviços, com a descrição de cada etapa, o esquema operacional, contendo as interdições de faixas de tráfego ou da pista, desvios necessários, integrados pelos respectivos projetos de sinalização, a indicação do canteiro de obras, especificações dos serviços, indicação dos equipamentos a serem utilizados, descrição dos mecanismos de controle de qualidade dos materiais e serviços e outras informações que se façam necessárias.

Buscaram-se alternativas executivas que não agravassem o cenário estabelecido e, quando possível, procurou-se desenvolver as etapas executivas de modo a aliviar o fluxo de tráfego, mesmo durante a implantação das obras.

### 5.2 FASES DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

Neste item será apresentada uma descrição das principais etapas de serviços, seguindo uma ordem cronológica na abordagem da execução das obras a serem desenvolvidas.

#### 5.2.1 *Etapa Inicial*

Nesta etapa, para que se possa desencadear o processo construtivo com todas as diretrizes perfeitamente conhecidas e equacionadas, as atividades essenciais englobam:

- Mobilização e instalação do canteiro de obras da construtora;
- Conhecimento pormenorizado do local das obras;
- Execução dos serviços topográficos iniciais;
- Verificação das notas de serviço e preparo dos elementos necessários à construção;
- Análise conjunta das dificuldades (órgão contratante e construtora).

Em relação aos principais objetivos a serem alcançados durante a realização desta etapa, podemos citar:

- Identificação de todos os serviços a serem executados nas áreas de projeto de engenharia, construção de obra e serviços ambientais;



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

- Elaboração do plano de ataque às obras e verificação das especificações a serem obedecidas;
- Fornecimento dos inputs necessários ao planejamento básico e físico financeiro da obra.

Antes dos serviços iniciais, faz-se necessária uma consulta aos órgãos e empresas competentes sobre a localização de instalações de rede de energia, telefonia, fibra ótica, dispositivos de água e esgoto, a fim de que sejam tomadas as devidas precauções para que elas não sejam afetadas pelo andamento das obras.

Nestes casos, deverão ser previstos seus desvios, remanejamentos, relocações etc., comunicando as empresas responsáveis, com antecedência suficiente, para que não se verifiquem atrasos no andamento dos serviços. Deverão, também, ser tomadas as mesmas providências quanto ao passivo ambiental existente, mitigando-se, dessa forma, os danos ao meio ambiente.

### 5.2.2 *Etapa de Execução*

Nesta etapa, estão incluídas as tarefas sistemáticas, de execução periódica, onde caberá à construtora zelar pelo cumprimento das disposições contratuais.

- Execução de cada serviço a ser realizado;
- Controle de execução, de acordo com os dispositivos normativos pertinentes a cada etapa (controle de qualidade, tecnológico e topográfico);
- Liberação dos serviços executados;
- Medições dos serviços realizados e liberados.

A execução das tarefas acima descritas, de maneira correta e harmoniosa, permite:

- A elaboração de relatórios periódicos, com análises dos desvios em relação às metas;
- Análises de solicitações relativas às alterações nos projetos;
- O controle de qualidade de execução das obras;
- O planejamento e acompanhamento do controle ambiental.



## 5.2.3 *Etapas Final*

Esta etapa corresponde aos procedimentos de entrega da obra executada, com a vistoria final da obra, medição final e relatório final, onde todo o processo construtivo é documentado.

## 5.2.4 *Etapas Construtivas*

- Mobilização da Construtora: compreende toda a mobilização de pessoal, equipamentos e demais recursos para o ataque imediato às obras previstas;
- Serviços Preliminares: antes de qualquer ataque às obras, deverá ser providenciada a locação precisa dos serviços e, logo após o início da remoção e relocação das interferências existentes no local;

No processo de locação da obra, deve-se verificar e checar os apoios topográficos implantados quando da elaboração do projeto de engenharia, bem como as condições de materialização dos pontos de amarração dos elementos de planimetria e altimetria e das referências de nível, tanto da linha geral quanto das áreas de empréstimos, jazidas e bota-foras.

Em estradas, a principal locação se refere ao eixo, pois ele é o mais importante e, uma vez marcado, permite fazer o resto das marcações. A marcação do eixo é feita colocando-se piquetes e estacas distanciadas entre si. Geralmente, se colocam estas marcas a cada 20 m em tangente e, nos trechos em curva, para melhor visualizar-se a estrada, colocam-se os piquetes e estacas, em geral, a cada 10 m (meia estaca).

A partir da locação do eixo são marcadas as laterais da estrada, através de piquetes e estacas chamadas de off-sets. Para que se tenha uma perfeita marcação de off-sets é indispensável que a locação pelo eixo esteja convenientemente nivelada, que sejam reproduzidas as seções transversais da estrada e que se determine onde é necessário cortar e aterrar.

Nos aterros, preferem-se marcar estes off-sets afastados 1,00 m na horizontal dos seus pés, para que essas marcações não sejam danificadas. Em seguida, um topógrafo deve nivelar todos estes offsets, separando os da esquerda e da direita, podendo-se fechar esse nivelamento com as cotas indicadas na nota de serviço.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

Depois de feita a limpeza do terreno e o desmatamento, por melhores que sejam os cuidados na execução desses serviços sempre acontecem danos às marcações havendo, pois, a necessidade de verificar a marcação do eixo e dos offsets. Esta nova marcação se chama de relocação.

- Terraplenagem: a terraplenagem dos trechos definidos para cada etapa deverá ser integralmente realizada, para que, concomitantemente com as instalações dos bueiros e dispositivos de drenagem e a implantação do pavimento, o tráfego possa ser desviado e a próxima etapa possa ser iniciada;

- Regularização do Subleito:

É o conjunto de operações que visa conformar a camada final de terraplenagem, mediante cortes e/ou aterros de até 0,20 m, conferindo-lhe condições adequadas em termos geométricos e de compactação.

A Especificação a ser seguida para o desenvolvimento dos trabalhos é DER-ES-PA-01-23 e deve ser executada prévia e isoladamente da construção de outra camada do pavimento.

Os materiais empregados na regularização do subleito deverão apresentar características iguais ou superiores às especificadas para a camada final de terraplenagem.

São indicados os seguintes tipos de equipamento para a execução de regularização:

- a) Motoniveladora pesada, com escarificador;
- b) Caminhão-tanque irrigador;
- c) Rolos compactadores compatíveis com o tipo de material empregado;
- d) Pá-carregadeira;
- e) Caminhão basculante.

Inicialmente é procedida uma verificação geral, mediante nivelamento geométrico, para na sequência iniciar a escarificação geral da superfície, com profundidade de até 0,20 m abaixo da plataforma de projeto. O material espalhado é pulverizado, homogeneizado, mediante ação combinada da grade de discos e da motoniveladora. Estas operações devem prosseguir até que o material se apresente visualmente homogêneo e isento de grumos ou torrões.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

Previamente à compactação verifica-se o teor de umidade dos materiais, corrigindo-o se necessário. No caso de a umidade estar abaixo do limite mínimo especificado, deve-se umedecer a camada, através de caminhão-tanque irrigador. Se, por outro lado, o teor de umidade exceder o limite superior especificado, o material deve ser aerado, mediante ação conjunta da grade de disco e da motoniveladora. Concluída a correção da umidade, inicia-se a compactação utilizando o equipamento compatível com o tipo de material.

#### - Sub-base em Macadame Seco:

Camada em macadame seco esp. 15,00 cm executada sobre o subleito, devidamente regularizado, cuja estabilidade é obtida por ação mecânica de compactação, composta por produtos resultantes de britagem primária de rocha sã, enquadrados em uma composição granulométrica do macadame preenchido com brita graduada.

São indicados os seguintes equipamentos para execução de base granular:

- Rolos compactadores tipo, liso, liso vibratório e pneumático.

A execução da sub-base compreende as operações de espalhamento, compactação e acabamento, realizadas na pista devidamente preparada, na largura desejada, nas quantidades que permitam, após compactação, atingir a espessura projetada.

Quando houver necessidade de se executar camada de sub-base com espessura final superior a 20 cm, estas serão subdivididas em camadas parciais. A espessura mínima de qualquer camada de sub-base será 12 cm, após compactação.

A Especificação a ser seguida para o desenvolvimento dos trabalhos é DER-ES-PA-03-23.

#### - Base em Brita Graduada:

Camada em brita graduada esp. 15,00 cm executada sobre a sub-base, composta por produtos resultantes de britagem primária de rocha sã, enquadrados em uma composição granulométrica satisfazendo a faixa III DER/PR, que assegura estabilidade a camada depois de adequadas operações de espalhamento e compactação.

São indicados os seguintes equipamentos para execução de base granular para recomposição de pavimento.

a) Carro tanque distribuidor de água.



b) Rolos compactadores tipo, liso, liso vibratório e pneumático.

c) Central de mistura.

A execução da base compreende as operações de mistura de pulverização, umedecimento ou secagem dos materiais, realizada na pista ou em central de mistura, bem como o espalhamento, compactação e acabamento na pista devidamente preparada na largura desejada, nas quantidades que permitam, após compactação, atingir a espessura projetada.

Quando houver necessidade de se executar camada de base com espessura final superior a 20 cm, estas serão subdivididas em camadas parciais. A espessura mínima de qualquer camada de base será 10 cm, após compactação.

A Especificação a ser seguida para o desenvolvimento dos trabalhos é DER-ES-PA-05-23.

#### - Imprimação com EAI:

A Imprimação consiste na aplicação de material asfáltico sobre a superfície da sub-base e da base de solo arenoso fino concluída, com o objetivo de conferir coesão superficial e impermeabilização antes da aplicação do revestimento asfáltico. Devem ser seguidos os parâmetros apresentados na DER-ES-PA-17-23.

Antes da execução dos serviços, deve ser implantada a adequada sinalização, visando à segurança do tráfego no segmento rodoviário, e efetuada sua manutenção permanente durante a execução dos serviços.

Após a perfeita conformação geométrica da base, proceder à varredura da superfície, de modo a eliminar todo e qualquer material solto.

Antes da aplicação da emulsão asfáltica (EAI) a pista pode ser levemente umedecida.

Aplica-se, a seguir, a emulsão asfáltica, na temperatura adequada, na quantidade recomendada e de maneira uniforme. A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser fixada para o tipo de ligante, em função da relação temperatura x viscosidade, escolhendo-se a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para seu espalhamento.

A faixa de viscosidade recomendada para espalhamento da EAI é de 20 a 100 segundos Saybolt Furol (NBR 14.491:2007).



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

A tolerância admitida para a taxa de aplicação do ligante asfáltico definida pelo projeto e ajustada experimentalmente no campo é de  $\pm 1,2 \text{ l/m}^2$ .

Deve-se imprimir a largura total dos acostamentos, marginais e alças em um mesmo turno de trabalho e deixá-la, sempre que possível fechada ao tráfego. Quando isto não for possível, trabalha-se em uma faixa de tráfego e executa-se a imprimação da faixa de tráfego adjacente assim que a primeira for liberada ao tráfego. O tempo de exposição da base imprimada ao tráfego, depois da efetiva cura, deve ser condicionado ao comportamento da mesma, não devendo ultrapassar 30 dias.

A fim de evitar a superposição ou excesso nos pontos iniciais e finais das aplicações devem ser colocadas faixas de papel transversalmente na pista, de modo que o início e o término da aplicação do ligante asfáltico situem-se sobre essas faixas, as quais devem ser a seguir, retiradas. Qualquer falha na aplicação do ligante asfáltico deve ser imediatamente corrigida.

#### - Pintura de Ligação:

Pintura de ligação é a pintura asfáltica executada com a função básica de promover a aderência ou ligação da superfície da camada pintada com a camada asfáltica a ser sobreposta. É aplicável em camadas de base, em camadas de ligação ou intermediárias de duas ou mais camadas asfálticas na construção de pavimentos flexíveis e ainda, sobre antigos revestimentos asfálticos, previamente à execução de um reforço, recapeamento e reperfilagens com misturas asfálticas a frio ou a quente, neste projeto será executada duas pinturas de ligação na área de implantação da capa de rolamento.

Pintura de ligação é a pintura asfáltica executada com função básica de promover a aderência ou ligação da superfície da camada pintada com a camada asfáltica a ser sobreposta.

A pintura de ligação da camada de brita graduada deve ser realizada após a conclusão da compactação, tão logo se constate a evaporação do excesso de material superficial. Antes da aplicação da pintura betuminosa, a superfície deve ser perfeitamente limpa, mediante emprego de processos e equipamentos adequados.

A superfície a ser pintada deve ser varrida, eliminando o pó e todo e qualquer material solto, podendo também, ser necessário, o emprego de jato de ar comprimido.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

Antes da aplicação do ligante betuminoso, no caso de bases de solo coesivos, tratados ou não, a superfície da base deve ser umedecida. Nas demais superfícies a serem pintadas são permitidas o ligeiro umedecimento, visando facilitar a penetração do ligante.

A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser fixada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura versus viscosidade correspondente. A faixa de viscosidade recomendada para espalhamento do ligante, no caso da emulsão asfáltica é de 20 a 100 segundos Saybolt-furol (DNER-ME 004/84).

A fim de evitar a superposição de ligante nas juntas, devem ser colocadas faixas ou tiras de papel transversalmente à pista, de modo que o início e o término da aplicação se situem sobre estas faixas ou tiras de papel, as quais devem a seguir ser retiradas e removidas para local ambientalmente correto.

Havendo falha na aplicação do ligante, deve ser imediatamente corrigido com o emprego do Espargidor manual (“caneta”), ou em alguns casos, até mesmo com o refazimento da pintura asfáltica.

Após a aplicação do ligante deve-se esperar o escoamento da água e a evaporação em decorrência da ruptura.

A diluição em água da emulsão asfáltica utilizada na pintura de ligação deve ser feita no caminhão distribuidor, tomando-se os necessários cuidados para assegurar a correta proporção entre os dois componentes e a sua necessária homogeneização.

O tempo de cura do serviço é função do tipo de ligante asfáltico empregado, das condições climáticas e da natureza da superfície da camada. Assim sendo, a determinação do tempo necessário à liberação da pintura é definida, em cada caso, em função das condições particulares vigentes.

O preço cotado inclui o fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos necessários para a execução dos serviços.

A medição para pagamento será feita por metro quadrado (m<sup>2</sup>) de pintura asfáltica efetivamente realizada.



### - Concreto Asfáltico Usinado a Quente:

Concreto asfáltico usinado a quente (CAUQ) é uma mistura asfáltica em usina apropriada, composta de agregados minerais e cimento asfáltico de petróleo, espalhada e comprimida a quente.

Para a execução do revestimento em CAUQ para a camada de capa asfáltica de rolamento deverá ser observada a Especificação de Serviços Rodoviários do DER/PR.

A mistura empregada deve apresentar estabilidade e flexibilidade compatíveis com o funcionamento elástico da estrutura e condições de rugosidade que proporcionem segurança ao tráfego.

Antes do início dos trabalhos a empresa vencedora deverá apresentar o projeto da composição da massa asfáltica, devendo satisfazer aos requisitos do quadro apresentado abaixo, e seguir ao percentual do ligante betuminoso no projeto.

Para este projeto, é indicado:

- Capa de Rolamento: Faixa “C” DER/PR.

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso					
ABNT	Abertura, mm	Faixa A	Faixa B	Faixa C	Faixa D	Faixa E	Faixa F
1 ½"	38,1	100	100	–	–	–	–
1"	25,4	95 – 100	90 – 100	100	–	–	–
¾"	19,1	80 – 100	–	90 – 100	100	100	–
½"	12,7	–	56 – 80	–	80 – 100	90 – 100	–
⅜"	9,5	45 – 80	–	56 – 80	70 – 90	75 – 90	100
n.º 4	4,8	28 – 60	29 – 59	35 – 65	50 – 70	45 – 65	75 – 100
n.º 10	2,00	20 – 45	18 – 42	22 – 46	33 – 48	25 – 35	50 – 90
n.º 40	0,42	10 – 32	8 – 22	8 – 24	15 – 25	8 – 17	20 – 50
n.º 80	0,18	8 – 20	–	–	8 – 17	5 – 13	7 – 28
n.º 200	0,075	3 – 8	1 – 7	2 – 8	4 – 10	2 – 10	3 – 10
Utilização como		Ligação		Rolamento		Reperfilagem	
Variação do teor de ligante		4,0 – 5,5		4,5 – 6,0		5,0 – 6,5	
Espessura máx., cm		6,0		5,0		3,0	

**Tabela 20 - Requisitos de composição da mistura. Fonte: DER/PR - ESP PA 21/23.**

Para atendimento das solicitações dos responsáveis pela análise do projeto, a seguir é apresentado uma referência de composição de mistura asfáltica para Faixa C e Faixa D de uma empresa que presta serviços de pavimentação na região, podendo a composição ser diferente caso outra empresa venha ser declarada vencedora.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

Peso específico da massa asfáltica: 2,497 ton/m<sup>3</sup>.

Materiais	% Agregados	% Mist. Betuminosa Total
Brita 5/8" (15,8 mm)	48,00	45,46
Brita 1/4" (6,3 mm)	10,00	9,47
Pó de Pedra	35,00	33,14
Areia	7,00	6,63
Teor de Asfalto		5,30
Total	100,00	100,00

**Tabela 21 - Composição granulométrica da Faixa "C" - DER/PR.**

A usina deve estar equipada com uma unidade classificadora de agregados, após o secador, dispor de misturador capaz de produzir uma mistura uniforme e provida de coletor de pó. Um termômetro, com proteção metálica e escala de 90°C a 210°C (precisão  $\pm 1^\circ\text{C}$ ), deve ser fixado no dosador de ligante ou na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga do misturador. A usina deve ser equipada, além disso, com pirômetro elétrico, ou outros instrumentos termométricos aprovados, colocados na descarga do secador, com dispositivos para registrar a temperatura dos agregados, com precisão de  $\pm 5^\circ\text{C}$ .

Não é permitida a execução deste revestimento sem o preparo prévio da superfície, caracterizado por sua limpeza e preparo preliminar, quando a temperatura ambiente for igual ou inferior a 10°C e em dias de chuva.

A temperatura da mistura, no momento da distribuição, não deve ser inferior a 140°C.

Todo carregamento de ligante betuminoso, que chegar à obra, deve apresentar o certificado de resultados de análise correspondente à data de fabricação ou ao dia de carregamento e transporte para o canteiro de serviço. Deve trazer também a indicação clara da procedência, do tipo, da quantidade do seu conteúdo e da distância de transporte entre a fonte de produção e o canteiro de obras.

É recomendado o emprego de Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP) tipo, 50-70.

Transportar a massa asfáltica (CAUQ) da usina em caminhões tipo basculante cobertos com lonas, observando que a temperatura da massa cairá ao longo do percurso, e a temperatura de aplicação deve obedecer ao intervalo especificado no projeto da



massa. Os caminhões, tipo basculante, para o transporte do concreto asfáltico, deve 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 da mistura às chapas. A utilização de produtos susceptíveis de dissolver o ligante asfáltico (óleo diesel, gasolina e outros) não são permitidos.

A superfície deve apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.

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

Caso ocorram irregularidades na superfície da camada acabada, estas devem ser corrigidas de imediato, pela adição manual de massa, sendo o espalhamento desta efetuado por meio de ancinhos e/ou rodos metálicos. Esta alternativa deve ser, no entanto, minimizada, já que o excesso de reparo manual é nocivo à qualidade do serviço.

A compressão da mistura asfáltica tem início imediatamente após a distribuição da mesma.

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

O equipamento em operação deve ser suficiente para compactar a mistura à densidade requerida, enquanto se encontrar em condições de trabalhabilidade.

As coberturas dos equipamentos de compressão utilizados devem atender às seguintes orientações gerais:

- A compactação é iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

- A compressão deve ser executada em faixas longitudinais, sendo sempre iniciada pelo ponto mais baixo da seção transversal, e progredindo no sentido do ponto mais alto;
- Em cada passada, o equipamento deve recobrir, ao menos, a metade da largura rolada na passagem anterior;
- A operação de rolagem perdura até o momento em que a compactação especificada é atingida.

O processo de execução das juntas transversais e longitudinais deve assegurar adequadas condições de acabamento.

A camada de concreto asfáltico recém-acabada somente deve ser liberada ao tráfego após o seu completo resfriamento.

O preço cotado inclui o fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos necessários para a execução dos serviços.

A medição para pagamento será feita por tonelada (t) de revestimento asfáltico em CAUQ efetivamente realizado.

- Sinalização Horizontal, Vertical e Obras Complementares: serão as últimas atividades a serem desenvolvidas antes da entrega definitiva e aceitação dos serviços.

- Sinalização Horizontal:

Este serviço consiste na execução de sinalização horizontal com tinta à base de resina acrílica retro refletiva amarela e branca. Todos os materiais utilizados deverão satisfazer às especificações do material correspondente do DNER-EM 276/00.

A tinta deverá satisfazer a NBR 11862 da ABNT. As cores de tinta a serem empregadas devem obedecer às indicações de projeto, sendo selecionadas em função da padronização de cores definidas no Código de Trânsito Brasileiro e seus anexos, descritas a seguir.

- Amarela: para marcação de faixa no centro da pista, separando os sentidos do tráfego.

- Branca: para marcação de faixas de travessias de pedestres.

São adicionadas à tinta de demarcação viária, microesferas de vidro, a fim de produzir retrorrefletorização da luz incidente proveniente dos faróis dos veículos, devendo atender a NBR 6831 da ABNT.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

Os equipamentos devem ser do tipo, tamanho e quantidade que venham a ser necessários para a execução satisfatória dos serviços.

- a) Previamente à execução do serviço de sinalização horizontal deve ser executada a pré-marcação de pintura, consistindo na locação e alinhamento das marcas longitudinais, transversais, de canalização, de delimitação e inscrições do pavimento, indicadas no projeto de sinalização.
- b) Quando a simples varredura ou jato de ar comprimido não forem suficientes para remover todos os detritos, óleos ou outros elementos estranhos, a superfície deve ser escovada com solução de fosfato trisódico ou metassilicato de sódio e então ser lavada. Tal procedimento deve ser executado 24 horas antes do início da pintura.
- c) Quando aplicada sobre superfície de revestimento asfáltico a tinta não deve apresentar sangria nem exercer qualquer ação que danifique o pavimento.
- d) A tinta, quando aplicada na quantidade especificada, deve recobrir perfeitamente o pavimento e permitir a liberação ao tráfego, em cerca de 30 minutos para película úmida com espessura igual a 0,6mm.
- e) A tinta deve manter integralmente a sua coesão e cor, após sua aplicação.

A durabilidade da sinalização horizontal é comprometida pela ação das condições climáticas e do desgaste provocado pelo tráfego, no entanto, transmite informações e advertências ao motorista sem que este desvie a atenção da rodovia.

Outro aspecto a ser ressaltado é a função orientadora para o tráfego noturno, fornecendo aos usuários a delimitação da faixa de rolamento, sem as quais se torna difícil visualizar o próprio corpo estradal, razão pela qual, segmentos novos de pista ou recapeamento jamais devem ser liberados ao tráfego sem que antes tenha sido implantada a sinalização horizontal.

A aceitação dos serviços é necessária que sejam atendidas as seguintes condições: o acabamento seja julgado satisfatório; os serviços estejam em perfeitas condições de conservação e funcionamento; o alinhamento apresente-se satisfatório em termos de continuidade e direção.



## - Sinalização Vertical:

### a) Placas:

As placas deverão ser confeccionadas com chapa metálica preta laminada a frio, recozimento azul, dureza T-45 universais com laminador de enervamento SMG bitola 16, preparadas convenientemente para a pintura com duas demãos a pistola convencional ou airless de um "primer anticorrosivo" que resulta em uma película seca de 30 micros de espessura por demão e de aspecto semi-fosco. Deve ser pigmentado com óxido de ferro, cromato de zinco e alumínio, e ter como veículo resina do tipo alquídico e teor de sólidos em volume de 44-45%. A face que deve receber a cor de fundo deverá receber duas demãos de tinta sintética semi-brilhante em espessura seca de 25 microns por demão. A aplicação deverá ser feita a pistola convencional ou airless.

A espessura final do revestimento deve ser de 110 microns, admitindo-se uma variação de 10% para menos ou para mais. O verso da chapa metálica deve ser pintado de preto tendo o produto as mesmas características citadas anteriormente.

### b) Película Refletiva:

Todos os símbolos, letras e tarjas, devem ser executados em película refletiva com esferas inclusas (GT), tipo "Scotchlite" Flat Top, tendo valores mínimos de brilho, expressos em candelas/lux. m<sup>2</sup>. As cores serão as especificadas nas Instruções para Sinalização.

### c) Letras e Símbolos:

Todas as letras e símbolos dos diversos sinais devem ser executados de acordo com os desenhos constantes nas Instruções.

### d) Postes de Sustentação no Perímetro Urbano:

Os postes para sustentação de placas de sinalização devem ser em tubo galvanizado de seção 2"x 3,00m ou 2"x 3,50m.

Os sinais serão fixados por meio de parafusos galvanizados.

As cavas de fixação dos suportes metálicos deverão ter seção circular de D= 0,30cm x 0,50cm de profundidade preenchida com concreto magro, moldado no local, com recobrimento compactado, a fim de que o sinal permaneça na posição recomendada.



e) Durabilidade:

A durabilidade das placas deve ser garantida contra defeitos de fabricação por período não inferior a sete anos.

f) Empacotamento:

As placas devem ser empacotadas com material isolante entre elas em volumes de no máximo 02 unidades.

Nota: Os serviços de diagramação e fabricação de placas deverão ser acompanhados por arquiteto, responsável técnico, com aptidão comprovada pelas Certidões de Pessoa Jurídica e Física do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia.

g) Laudos:

O licitante deverá apresentar laudos de chapas e de películas refletivas conclusivas a ABNT e/ou em atendimento a essas especificações, emitidos por laboratórios credenciados a ABPTI – Associação Brasileira de Instituto de Pesquisas Tecnológicas. E, declaração do fabricante e/ou fornecedor referenciado no laudo de que possuirá disponibilidade de fornecimento dos produtos com qualidade e em quantidade compatíveis. Este material fica sujeito à inspeção para aprovação e recebimento.

**5.2.5 Relação de Equipamentos Mínimos e Equipe Técnica**

**5.2.5.1 Equipe Técnica**

<b>Discriminação</b>	<b>Quantidade</b>
Engenheiro civil	1
Encarregado de pavimentação	1
Encarregado de terraplenagem	1
Encarregado de usina	1
Laboratorista de campo	1
Laboratorista interno	1
Topógrafo	1



## 5.2.5.2 Relação de Equipamentos Mínimos

Descrição do Equipamento	Quantidade
Bate estacas leve	1
Betoneira 600 l gasolina	1
Cam. bascul. 1635/45 12m3 média	2
Cam. bascul. 2426/48 9m3 média	1
Cam. caçamba minério 10m3 severa	3
Caminhão carroceria 1419 14 t	1
Caminhão irrigador 6000 l	2
Caminhão transp. material asfáltico	1
Carreg. frontal pneus 924-K média	1
Carreta de perfuração	4
Carrinho de concretagem 80 l	3
Compactador manual solos gasolina	1
Compressor de ar 189pcm	1
Compressor de ar 748pcm	4
Conj. britagem completo 80 m3/h	1
Escav. hidráulica CX-210G leve	1
Espargidor de asfalto 6000 l	1
Grade de discos	1
Grupo gerador 7 KVA	1
Grupo gerador 150 KVA	1
Grupo gerador 450 KVA	1
Máquina pintura de faixas	1
Martelete elétrico TE-70	1
Motoniveladora 120-K média	1
Motoniveladora c/ escarificador 140-K média	1
Perfuratriz manual 18 kg	1
Retroescavadeira BL-60 4x4 média	1
Rolo pneus autopropelido 27 t	2





PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

Rolo tandem liso autopropelido CP-2100	1
Rolo vibratório corrug. autopr. CS-54 B	1
Rolo vibratório liso autoprop. CA-250 PD	1
Rompedor manual 28 kg	1
Serra circular gasolina	1
Serra corte concreto/asfalto M-110	1
Soprador a gasolina	2
Tanque depósito asfalto frio 20000 l	2
Tanque depósito asfalto isotérmico 25 t	2
Trator agrícola 5105 4x4	1
Trator lâmina D6-N média	1
Usina asfalto móvel contra-fluxo 50/80 t/hora	1
Usina solos brita graduada 200/500 t/hora	1
Vassoura mecânica rebocável	1
Vibrador imersão gasolina 45mm	2
Vibro acabadora esteiras	1

#### 5.2.6 Desvio de Tráfego

Foram priorizadas as etapas executivas que permitissem a fluidez do tráfego urbano e do tráfego dos veículos de passagem pela rodovia existente. Para tanto, primeiramente, serão executadas as obras capazes de garantir a transposição do trecho em execução, bem como o tráfego de passagem pela rodovia existente durante as intervenções.

De maneira geral, quando o fluxo sofrer alguma mudança de direção, tais como troca de faixa, desvios e demais movimentos, estes deverão ser devidamente sinalizados, com a utilização de cones e placas de sinalização.

O tráfego local poderá ser afetado durante a execução das obras, devendo a empreiteira prever opções de acesso e informações, amplamente divulgados, a fim de se evitar maiores transtornos.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

Os trabalhos deverão ser desenvolvidos sem prejuízo para o tráfego local, sem interdição dos acessos locais. Para o melhor desenvolvimento das obras e para um maior conforto para o usuário, será necessária uma especial atenção na execução de algumas etapas dos serviços, nas saídas e entradas de acessos existentes.

## 5.2.6.1 Sinalização da Obra

A área de influência da obra na rodovia deve ser adequadamente sinalizada, para condicionar os condutores de veículos a circularem com redobrada atenção, segundo velocidades adequadas à nova situação e de acordo com os esquemas de circulação estabelecidos.

De acordo com a influência no tráfego, a área a ser sinalizada deve ser subdividida em:

- Área de pré-sinalização - Área onde deve ser implantada a sinalização destinada a advertir os condutores de veículos da existência de obras adiante e das consequências na circulação do tráfego;
- Área de transição - trecho da rodovia onde os dispositivos de sinalização direcionam os motoristas para fora do seu caminho normal;
- Área de atividade - trecho da rodovia onde devem ser implantados dispositivos de sinalização e canalização, para evitar veículos e pedestres no canteiro de obras;
- Área de proteção - área lateral e/ou longitudinal que separa o fluxo de usuários da rodovia da área de trabalho ou área de segurança restrita, pela presença e movimentação de trabalhadores, materiais e equipamentos da obra;
- Área de trabalho - área onde se desenvolverão as atividades de implantação da marginal;
- Área de retorno à situação normal - Área utilizada para conduzir os usuários da rodovia para a condição normal de circulação, terminada a ultrapassagem do trecho em obras;
- Área de sinalização de fim das obras - Área utilizada para informar aos usuários da rodovia do fim do trecho em obras e da velocidade máxima permitida para as condições normais de operação.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

## 5.2.7 Esquema Operacional

De maneira geral, não haverá interferência significativa no tráfego, tendo em vista que a obra terá intervenções para realização dos acessos na rodovia, havendo a implantações de trevos e a reorganização de interseções existentes para a ligação com o Contorno Norte.

Para a implantação dessas ligações se faz necessário o desvio do tráfego da rodovia conforme orientação da fiscalização.

## 5.3 CONTROLE DE QUALIDADE DOS SERVIÇOS

A responsabilidade civil e profissional pela qualidade, solidez e segurança dos serviços é da CONTRATADA.

Todos os equipamentos utilizados nos serviços, antes do início da execução das obras, deverão estar em perfeitas condições de uso, para o início dos serviços.

A usina a ser utilizada para misturas asfálticas deve ser totalmente revisada e aferida em todos os seus aspectos antes do início da produção bem como o projeto de massa asfáltica deve ser previamente apresentado e aprovado pela fiscalização.

No caso da utilização de rolos de pneumáticos, é obrigatória a utilização de pneus uniformes, de modo a se evitar marcas indesejáveis na mistura comprimida.

O rolo compressor de rodas metálicas lisas deve ter peso compatível com a espessura da camada.

O emprego de rolos lisos vibratórios poderá ser admitido, desde que a frequência e a amplitude de vibração sejam ajustadas às necessidades do serviço.

Caso ocorram irregularidades na superfície da camada acabada de concreto asfáltico, estas devem ser corrigidas de imediato, pela adição manual de massa. Esta solução deve ser minimizada já que o excesso de reparo manual é nocivo à qualidade do serviço.

No caso de rejeição dos serviços de um segmento por desempenho insatisfatório quanto à qualidade dos serviços, a solução será remover o material empregado e refazer os serviços.



## 5.3.1 Análise dos Ensaios Tecnológicos

Os ensaios realizados têm como objetivo visar a caracterização física e mecânica dos materiais.

A análise de caracterização física é feita usualmente recorrendo a um conjunto de ensaios de rotina. Este conjunto de ensaios extremamente expeditos proporcionam a obtenção de parâmetros e índice que identificam não só a natureza do solo, bem como podem ser correlacionados com as suas propriedades mecânicas. O conhecimento das propriedades dos solos influencia diretamente onde eles são empregados.

**- Ensaio de Granulometria do Agregado:** É a distribuição, em porcentagem, dos diversos tamanhos de grãos e a determinação das dimensões das partículas do agregado e de suas respectivas porcentagens de ocorrência. A amostra para o ensaio deverá ser colhida no canteiro de obra, tendo-se o cuidado de colher material de diferentes locais onde o agregado está armazenado.

### Ensaio:

Peneiramento mecânico:

- Secar a mostra de ensaio em estufa (110-5) °C, esfriar à temperatura ambiente e determinar a sua massa total.
- Encaixar as peneiras, previamente limpas, no agitador de peneiras, de modo a formar um único conjunto de peneiras, com abertura de malha em ordem crescente da base para o topo, com um fundo adequado ao conjunto.
- Colocar quantidade da amostra sobre a peneira superior do conjunto, de modo a evitar a formação de camada espessa de material sobre qualquer uma das peneiras. Se o material apresentar quantidade significativa de materiais pulverulentos, ensaiar as amostras conforme DNER-ME 266/97. Considerar o teor de materiais pulverulentos no cálculo da composição granulométrica.
- Realizar o peneiramento na série de peneiras especificada ao caso pertinente, pela agitação mecânica do conjunto.
- O peneiramento deve ser continuado até que não mais que 1% de massa total da amostra passe em qualquer peneira, durante um minuto.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

- Em sequência, pesar, com aproximação de 0,1% sobre a massa da amostra total, o material retido em cada peneira, juntamente com a porção que porventura tenha ficado presa nas malhas, que é retirada com uma escova apropriada.
- O somatório de todas as massas retidas não deve diferir de mais de 0,3% da massa seca inicialmente introduzida no conjunto de peneiras.

#### Peneiramento Manual:

- Na impossibilidade do peneiramento mecânico, realizar o manual, aplicado inicialmente na peneira de maior abertura, e subsequentemente nas demais da série (ordem decrescente).
- As massas retidas em cada peneira, nas tolerâncias permitidas, são aplicadas nos cálculos para obtenção dos resultados.

#### Cálculos:

- Somam-se as massas retidas em cada peneira e compara-se este total com a massa inicial da amostra seca; havendo diferença superior a 0,5%, repetir o ensaio.

- Porcentagem da amostra total seca retida em cada peneira:

Com a massa retida em cada uma das peneiras, calcular a porcentagem em relação à massa da amostra total seca.

- Porcentagem acumulada de material seco em cada peneira:

Obtém-se a porcentagem acumulada em cada peneira, somando-se a porcentagem retida na peneira com as porcentagens retidas nas peneiras de aberturas maiores.

- Porcentagem de material seco passando em cada peneira:

Obtém-se subtraindo de 100% a porcentagem acumulada em cada peneira, obtida conforme em Porcentagem acumulada de material seco em cada peneira.

#### Resultados:

Deve consignar:

- A porcentagem retida em cada peneira;
- A porcentagem retida acumulada em cada peneira;
- Módulo de finura na aproximação de 0,01;
- Classificação do agregado, conforme as normas DNER-EM 037/97 e DNER-EM 038/97, ou indicação das zonas/graduações entre as quais se situa.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

**- Ensaio de Percentagem de Betume** - Misturas Betuminosas: este método fixa o modo pelo qual se determina a percentagem de betume extraído de misturas betuminosas, por meio do extrator centrífugo.

#### Ensaio:

- A amostra é pesada no interior do prato do extrator de betume. Coloca-se a seguir o papel de filtro, em posição, no prato centrifugador e atarraxa-se firmemente a tampa;
- O prato é colocado no interior do aparelho, o becker vazio sob o tubo de escoamento, e despeja-se no interior do prato 150ml de solvente. Espera-se cerca de 15 minutos e aciona-se o aparelho;
- De início o prato é acionado suavemente, aumentando-se a velocidade gradativamente, até que a solução de betume e solvente venha escoar-se;
- Quando se esgotar a primeira carga de solvente e betume, para-se o aparelho e uma nova porção de solvente é adicionada no prato. Esta operação é repetida com sucessivas adições de 150ml, até o solvente sair claro;
- Esgotada a última carga de solvente, o prato com agregado nele existente e o papel filtro, sem a tampa, é colocada na estufa, de 80°C a 100°C, até constância de peso, quando o solvente for tetracloreto de carbono.
- Quando o solvente for benzol, depois de esgotada a última carga, retira-se o prato do aparelho. É destampado e deixado à temperatura ambiente até que a maior parte do solvente tenha se evaporado, após o que é colocado na estufa, de 80°C a 100°C, até constância de peso.
- O agregado assim recuperado depois de seco será pesado. O peso da amostra antes do ensaio menos o do agregado recuperado, dá o peso do betume extraído.

#### Resultado:

A porcentagem de betume é calculada pela fórmula:

$$P = \frac{\text{Peso do betume extraído}}{\text{Peso da amostra total}} * 100$$

#### **- Ensaio de Controle do Grau de Compactação da Mistura Asfáltica:**

Devem ser efetuadas medidas de temperatura durante o espalhamento da massa imediatamente antes de iniciada a compactação. Estas temperaturas devem ser as indicadas, com uma tolerância de  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ .



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

A temperatura da mistura, no momento da distribuição, não deve ser inferior a 120°C.

O controle do grau de compactação - GC da mistura asfáltica deve ser feito, medindo-se a densidade aparente de corpos-de-prova extraídos da mistura espalhada e compactada na pista, por meio de brocas rotativas e comparando-se os valores obtidos com os resultados da densidade aparente de projeto da mistura.

Devem ser realizadas determinações em locais escolhidos, aleatoriamente, durante a jornada de trabalho, não sendo permitidos GC inferiores a 97% ou superiores a 101%, em relação à massa específica aparente do projeto da mistura.

**- Ensaio de Densidade do Material Betuminoso:** Esta norma fixa o modo pelo qual se determina a densidade aparente de mistura betuminosa em corpos-de-prova moldados em laboratório ou obtidos na pista.

#### Ensaio:

No caso de corpo-de-prova com porcentagem de vazios de até 7%, as operações são as seguintes:

- Pesar o corpo-de-prova ao ar, obtendo o valor ar M;
- Pesar o corpo-de-prova imerso em água (pesagem hidrostática) à temperatura ambiente, obtendo o valor i M.

No caso de corpo-de-prova com porcentagem de vazios entre 7% e 10%, as operações são as seguintes:

- Pesar o corpo-de-prova ao ar, obtendo o valor ar M;
- Aplicar parafina fluidificada ao corpo-de-prova, com um pincel, envolvendo-o com uma camada impermeável;
- Pesar o corpo-de-prova parafinado ao ar, obtendo o valor P M;
- Pesar o corpo-de-prova parafinado imerso em água, à temperatura ambiente, obtendo o valor pi M.

No caso de corpo-de-prova com porcentagem de vazios superior a 10%, proceder do modo seguinte:

- Pesar o corpo-de-prova ao ar, obtendo o valor ar M;
- Envolver totalmente o corpo-de-prova com fita adesiva;
- Pesar o corpo-de-prova com fita adesiva ao ar, obtendo o valor 1 M;

- Determinar, por diferença, o peso da fita adesiva que envolve o corpo-de-prova, obtendo o valor 2 M;
- Aplicar parafina fluidificada ao corpo-de-prova com fita adesiva, envolvendo-o com uma camada impermeável;
- Pesar o corpo-de-prova com fita adesiva e parafina ao ar, obtendo o valor 3 M
- Pesar o corpo-de-prova com fita adesiva e parafinado imerso em água, à temperatura ambiente, o valor 4 M;
- Determinar a densidade da fita adesiva, obtendo o valor f d.

Utilizar o frasco Le Chatelier e querosene como líquido de imersão. Para as fitas adesivas comuns pode-se tomar 0,97 como valor da densidade.

#### Resultados:

Os resultados serão obtidos pela aplicação das fórmulas indicadas:

- a) No caso de corpo-de-prova com até 7% de vazios, a densidade aparente deve ser calculada pela fórmula:

$$d = \frac{M_{ar}}{M_{ar} - M_i}$$

- b) No caso de corpo-de-prova com 7% a 10% de vazios, a densidade aparente, deve ser calculada pela fórmula:

$$d = \frac{M_{ar}}{M_p - M_{pi} - \left( M_p - M_{ar} / d_p \right)}$$

- c) No caso de corpo-de-prova com mais de 10% de vazios, a densidade aparente deve ser calculada pela fórmula:

$$d = \frac{M_{ar}}{M_3 - M_4 - \frac{M_2}{d_f} - \frac{M_3 - M_1}{d_p}}$$

Nas fórmulas apresentadas a, b, e c, os valores são:

d = densidade aparente do corpo-de-prova;

M ar = peso do corpo-de-prova, determinado ao ar, em N (ou gf);

Mi = peso do corpo-de-prova, imerso em água, em N (ou gf);

Mp = peso do corpo-de-prova recoberto com parafina, ao ar, em N (ou gf);

Mpi = peso do corpo-de-prova recoberto com parafina, imerso em água, em N (ou gf);





dp = densidade aparente da parafina empregada ( $\cong 0,89$ );

M1 = peso do corpo-de-prova com fita adesiva, em N (ou gf);

M2 = peso da fita adesiva, em N (ou gf);

M3 = peso do corpo-de-prova com fita adesiva e recoberto com parafina, ao ar em N (ou gf);

M4 = peso do corpo-de-prova com fita adesiva e recoberto com parafina, imerso em água, em N (ou gf);

df = densidade aparente da fita adesiva ( $\cong 0,97$ );

A densidade aparente do corpo-de-prova será calculada com aproximação de centésimo. Os resultados deverão corresponder a 2 ou mais corpos-de-prova da mesma mistura. Os resultados obtidos de dois ou mais corpos-de-prova da mesma mistura, que diferirem de mais do que 0,02, deverão ser descartados.

**- Extração de corpo de prova de concreto asfáltico com sonda rotativa:** A sondagem rotativa é um processo em que é utilizada uma máquina perfuratriz com brocado tipo "serra-copo", para a extração de um corpo-de-prova. O material extraído pode ter variados diâmetros. Deve ser medida por ocasião da extração dos corpos-de-prova na pista, ou pelo nivelamento do espalhamento e compactação da mistura. Admite-se a variação de  $\pm 5\%$  em relação às espessuras de projeto.

Determinação da espessura do revestimento com a extração de corpos de prova com a utilização de sonda rotativa (medir a altura do corpo-de-prova com paquímetro, em quatro posições equidistantes, e adotar como altura o valor da média aritmética das quatro leituras) – mínimo 1 ensaio a cada 700 m<sup>2</sup> de pista.



---

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

## 6. ART DA RESPONSÁVEL TÉCNICA



---

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA

Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.



---

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPANEMA  
Av. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1080 – Centro – Fone (46) 3552-1321 – CEP 85760-000 – Capanema – PR.

## 7. TERMO DE ENCERRAMENTO



## 7. TERMO DE ENCERRAMENTO

O Volume 1 – Memória Justificativa do Projeto da Pavimentação de Vias Urbanas, é composta por 137 páginas.

No Volume 2 – Projeto Executivo encontram-se os projetos de situação, projeto geométrico, drenagem, pavimentação, sinalização horizontal e vertical, sinalização semafórica e as obras complementares.

No Volume 3 – Orçamento da Obra, contendo o demonstrativo do orçamento, a justificativa dos preços adotados e a localização e distância dos materiais.