



**MEMORIAL DESCRITIVO
IMPLANTAÇÃO DE PAVIMENTO
MUNICÍPIO DE ARAGUARI-MG.**

TIAGO TEIXEIRA DA SILVA - CREA: 176.778/D



APRESENTAÇÃO

O Memorial Descritivo tem por objetivo apresentar a caracterização e os parâmetros usados para a elaboração dos projetos de Implantação do pavimento de alguns vias situadas no Município de Araguari/MG, sendo eles:

- Terraplenagem;
- Drenagem;
- Pavimentação;
- Sinalização.

O mesmo contém instruções para sua operação e ambientalmente adequado, recomendações e critérios empregados na sua operação rotineira, explicitando todos os serviços técnicos especializados que deverão ser desenvolvidos por empresa contratada para a construção, operação e encerramento da obra.



INDÍCE

1. IMPLANTAÇÃO	7
2. TERRAPLENAGEM	7
2.1 INTRODUÇÃO.....	7
2.2 METODOLOGIA	7
2.2.1 Etapas do Projeto.....	7
2.2.2 Definições Básicas	7
2.2.3 Seção Transversal de Terraplenagem.....	8
2.2.4 Determinação dos Volumes de Terraplenagem.....	8
3. SERVIÇOS PRELIMINARES	9
3.1 DESTOCAMENTO E LIMPEZA.....	9
3.1.1 Definição	9
3.1.2 Execução	9
4. SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM	9
4.1 CORTES.....	9
4.1.1 Definição	9
4.1.2 Equipamentos	9
4.1.3 Execução	9
4.2 ATERRO.....	10
4.2.1 Definição	10
4.2.2 Equipamentos	10
4.2.3 Lançamento	10
4.2.4 Compactação	10
4.2.5 Taludes de Aterro	10



4.3 BOTA-FORA	10
5. DRENAGEM	11
5.1 ESTUDOS HIDROLÓGICOS	11
5.1.1 Pluviometria	11
5.1.2 Período de Recorrência	12
5.1.3 Tempo de Concentração	12
5.1.4 Coeficiente de Escoamento	13
5.1.5 Delimitação das Áreas de Drenagem	14
5.1.6 Determinação das Descargas de Projeto	14
5.2 PARÂMETROS DE PROJETO.....	14
5.2.1 Introdução.....	14
5.2.2 Drenagem Superficial.....	14
6. PAVIMENTAÇÃO	16
6.1 METODOLOGIAS EMPREGADAS	16
6.2 PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO	16
6.2.1 Número de repetições do eixo padrão "N"	16
6.3 DETERMINAÇÃO DO CBR DO SUBLEITO	17
6.4 ESPESSURA DO REVESTIMENTO	17
6.5 COEFICIENTES DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL.....	18
6.6 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO	19
6.7 RECOMENDAÇÕES EXECUTIVAS	20
6.8 DIMENSIONAMENTO RECOMENDADO	22
6.9 ESPECIFICAÇÕES BÁSICAS DE MATERIAIS E SERVIÇOS	22
6.9.1 Revestimento	22
6.9.2 Pintura de Ligação.....	22
6.9.3 Imprimação.....	22



6.9.4	Base	23
6.9.5	Sub-Base.....	23
6.9.6	Regularização do Subleito.....	23
7.	SINALIZAÇÃO	24
7.1	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	24
7.1.1	DESENVOLVIMENTO	24
7.1.1.1	Legenda “Pare”	24
7.1.1.2	Linha Dupla contínua (LFO-3).....	25
7.1.1.3	Linha Simples seccionada (LFO-2)	26
7.1.1.4	Faixa de travessia de pedestres - FTP-1: “Tipo Zebrada”	28
7.1.1.5	Linha de retenção (LRE)	29
7.1.1.6	Especificações dos materiais a serem dotados para a sinalização horizontal	29
7.1.1.7	Tinta.....	30
7.1.1.8	Outros	30
7.1.1.9	Pavimento	30
7.1.1.10	Pré-Marcação	31
7.1.1.11	Condições Ambientais	31
7.1.1.12	Refletorização	31
7.1.1.13	Taxa de Aplicação	32
7.1.1.14	Forma de Aplicação das Micro Esferas	32
7.1.1.15	Garantia.....	32
7.1.1.16	Refletância das pinturas	32
7.2	SINALIZAÇÃO VERTICAL	32
7.2.1	Desenvolvimento Placas de regulamentação e Advertência	33
7.2.1.1	Parada obrigatória (R-1)	33
7.2.1.2	Velocidade máxima permitida (R-19)	33



7.2.1.3	Diretrizes para regulamentação da velocidade máxima permitida	34
7.2.1.4	Vire à direita (R-25b).....	34
7.2.1.5	Sentido de circulação na rotatória (R-33).....	34
7.2.1.6	Proibido virar à esquerda (R-4a).....	35
7.2.1.7	Passagem sinalizada de pedestres (A-32b)	35
7.2.1.8	Saliência ou Lombada (A-18).....	35
7.2.1.9	Passagem sinalizada de escolares (A-33b)	35
7.2.2	Especificações adotadas na confecção das placas de sinalização vertical	35
7.2.2.1	Formas	35
7.2.2.2	Cores	36
7.2.2.3	Dimensões.....	36
7.2.2.4	Padrões alfanuméricos	37
7.2.2.5	Retrorefletividade e iluminação	37
7.2.2.6	Materiais das placas	37
7.2.2.7	Suporte das placas.....	38
7.2.2.8	Manutenção e conservação	38
7.2.2.9	Posicionamento na via	38
7.2.2.10	Dispositivos auxiliares.....	39



1. IMPLANTAÇÃO

Trecho do grupo da Implantação do pavimento conforme contrato.

ITEM	LOGRADOURO PÚBLICO	BAIRRO
1	Rua Indianápolis	Joquei Clube

2. TERRAPLENAGEM

2.1 INTRODUÇÃO

O projeto de terraplenagem foi elaborado de forma a definir as escavações e aterros necessários à implantação das plataformas de acordo com os elementos fornecidos pelos estudos topográficos e definições do projeto geométrico.

2.2 METODOLOGIA

2.2.1 Etapas do Projeto

O projeto de terraplenagem compreendeu, em linhas gerais os seguintes itens:

- Cálculo dos volumes de cortes e aterros;
- Seções transversais;

2.2.2 Definições Básicas

Os elementos básicos empregados no projeto foram:

- Geometria do traçado em planta e seções definidos no projeto geométrico;

A geometria dos taludes foi definida em função dos materiais ocorrentes e da observação dos taludes das pistas atuais. Adotaram-se:

- Taludes de corte:

Inclinação: 1 (H) : 1 (V)

- Taludes de aterro:

Inclinação: 3 (H) : 2 (V);



2.2.3 Seção Transversal de Terraplenagem

A característica da seção transversal tipo apresenta enorme importância dentro do projeto, com reflexo direto nos aspectos qualitativos e quantitativos, quando da execução dos serviços de terraplenagem.

As larguras da plataforma utilizadas no projeto geométrico e a inclinação dos taludes levaram em consideração sua estabilidade e possíveis interferências.

2.2.4 Determinação dos Volumes de Terraplenagem

Os volumes de terraplenagem foram calculados através da utilização do software Autodesk Civil3D, tendo sido alimentado com os dados do greide projetado, com as cotas dos pontos das seções transversais do terreno e dos elementos geométricos definidos para a plataforma.

Os volumes gerados pela utilização do programa foram posteriormente ajustados para fins da elaboração da planilha de cubação:

QUADRO GERAL DE TERRAPLENAGEM					
Volumes					14/03/18
Araguari -MG					
RUA	Volume de Corte	Volume de Aterro	Vol. Aterro + contração (25%)	Empréstimo	Bota-fora
INDIANÓPOLIS	722,7401	58,8439	70,61	0,00	652,13
Soma	722,74 m³	58,84 m³	73,55 m³	0,00 m³	649,19 m³

Observações:

* A camada vegetal de 0,20m.

* Fator de empolamento de 25%.

Aplicação do fator de compactação ($k = \frac{\square \text{ comp.}}{\square \text{ nat.}} = 1,00$), ao volume geométrico do aterro obtendo-se, o volume necessário à compactação do mesmo.

O volume de aterro obtido pela computação eletrônica refere-se ao volume geométrico compactado, excluindo-se os volumes dos acréscimos normais referentes à limpeza de fundação.



3. SERVIÇOS PRELIMINARES

3.1 DESTOCAMENTO E LIMPEZA

3.1.1 Definição

Os serviços de destocamento e limpeza serão executados objetivando a remover, das áreas destinadas ao rebaixamento do nível do terreno e o recebimento de aterros, às obstruções naturais e artificiais, que porventura existirem tais como, arbustos, tocos, entulhos ou matacões.

3.1.2 Execução

As operações correspondentes aos serviços destocamento e limpeza, para o caso de cortes e aterro, terão lugar no interior da faixa de domínio. Nas áreas destinadas a corte será deixando uma camada de no mínimo 0,60 (sessenta centímetros), abaixo do nível projetado, isenta de tocos ou raízes. As camadas de materiais inservíveis serão substituídas. Nas áreas que não serão destinadas à corte e aterro, será preservada a vegetação natural, desde que não represente prejuízos de ordem técnica.

4. SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM

4.1 CORTES

4.1.1 Definição

Cortes são setores do nivelamento do terreno cuja implantação requer escavação de materiais que constituem o terreno natural desde o nível requerido até a altura resultante do projeto ou da inclinação dos taludes de corte, nas áreas definidas na planta e cortes.

4.1.2 Equipamentos

Deverá ser executada com o uso de equipamentos adequados, que possibilitem a execução simultânea de cortes e aterros, tais como, tratores conjugados a carregadores frontais, retro escavadeira, escavadeira de lança, caminhões basculantes.

4.1.3 Execução

A operação será precedida da execução dos serviços de limpeza. O desenvolvimento da operação de terraplenagem se processará sob a previsão da utilização adequada ou rejeição dos materiais extraídos. Assim serão transportados para a constituições de aterros, os materiais que pela classificação e caracterização efetuada nos cortes, sejam compatíveis com as especificações da execução de aterros. Constatada a conveniência técnica e econômica da reserva de materiais



escavados nos cortes para a confecção das camadas superficiais da plataforma, será procedido o depósito dos referidos materiais para a utilização oportuna. Desde que aconselhável técnica e economicamente, as massas em excesso, que constituiriam o bota-fora, devem ser integrados aos aterros, constituindo alargamento da plataforma, adocamentos dos taludes a berma de equilíbrio.

4.2 ATERRO

4.2.1 Definição

Os aterros são setores da terraplenagem cuja implantação requer depósito de materiais terrosos, provenientes dos cortes, construídos até os níveis previstos no projeto.

4.2.2 Equipamentos

Os transportes de terra para a construção de aterros serão executados por equipamento adequado para a execução simultânea de cortes e aterros.

4.2.3 Lançamento

Será feito em camadas de no máximo 0,20 (vinte centímetros) em toda a extensão do aterro.

4.2.4 Compactação

Todas as camadas serão convenientemente compactadas com equipamentos apropriados a cada caso, até atingirem compactação ideal PN 100%.

4.2.5 Taludes de Aterro

Deverão ter inclinação 3:2

4.3 BOTA-FORA

O material excedente da escavação será destinado ao Aterro Sanitário do Município de Araguari e todos os custos referente a carga e transporte do material será de responsabilidade da empresa contratada da execução.



5. DRENAGEM

5.1 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Foi elaborado com a finalidade de fornecer todos os elementos necessários ao dimensionamento dos dispositivos de drenagem para o perfeito escoamento dos deflúvios superficiais precipitados na área em questão.

5.1.1 Pluviometria

Para a determinação da intensidade de chuva de projeto foi adotada a equação de chuvas intensas da Cidade de Araguari apresentada pela “COPASA – EQUAÇÃO DE CHUVAS” elaborado pela Universidade Federal de Viçosa.

A equação geral de chuvas para Campos dos Goytacazes de acordo com o trabalho acima mencionado é a seguinte:

$$I_{\max} = \frac{4050,000 \times T_r^{0,167}}{(t + 34,789)^{0,992}} \quad (\text{Prusk et al.})$$

Onde:

$I_{\max}$ = intensidade de precipitação de chuva no local “i” associada ao período de retorno T, em mm/h;

t = Duração da chuva (min) feita igual ao tempo de concentração;

T_r = Tempo de retorno em ano.

Nos quadros e gráficos a seguir estão apresentados os valores de intensidade pluviométrica (em mm/h) e de precipitação total (em mm), obtidos a partir desta equação, para chuvas intensas com durações entre 5 e 1.440 minutos, e períodos de retorno de 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos.

Posto : ARAGUARI Código: 01848010

INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA (mm/h)									
T (anos)	t (horas)								
	0,10	0,17	0,50	0,80	1,42	4,00	8,00	14,00	24,00
5	129,2	119,8	87,4	69,9	48,7	20,6	10,4	5,7	3,2
10	146,9	136,3	99,4	79,5	55,4	23,4	11,8	6,5	3,6



15	158,5	147,0	107,2	85,7	59,7	25,3	12,7	7,0	3,9
25	174,2	161,6	117,8	94,2	65,7	27,8	14,0	7,7	4,3
50	198,2	183,9	134,1	107,2	74,7	31,6	15,9	8,8	4,9
100	225,5	209,2	152,5	122,0	85,0	35,9	18,1	10,0	5,6

Fonte : Equações de Chuvas Intensas no Estado de Minas Gerais - COPASA / Universidade Federal de Viçosa

Posto : ARAGUARI

Código: 01848010

ALTURA DA PRECIPITAÇÃO (mm)									
T (anos)	t (horas)								
	0,10	0,17	0,50	0,80	1,42	4,00	8,00	14,00	24,00
5	12,9	20,0	43,7	55,7	69,2	82,3	83,0	80,4	76,4
15	15,8	24,5	53,6	68,4	84,8	101,0	101,8	98,6	93,8
25	17,4	26,9	58,9	75,2	93,3	111,1	111,9	108,4	103,1
50	19,8	30,6	67,0	85,5	106,1	126,4	127,3	123,3	117,3
100	22,5	34,9	76,3	97,3	120,7	143,7	144,8	140,3	133,4

Fonte : Equações de Chuvas Intensas no Estado de Minas Gerais - COPASA / Universidade Federal de Viçosa

5.1.2 Período de Recorrência

As descargas foram determinadas com fundamento nas precipitações para os seguintes períodos de recorrência (T em anos).

- Obras de drenagem superficial: T = 10 anos;
- Obras de drenagem pluvial (redes): T = 25 anos.

5.1.3 Tempo de Concentração

As descargas de projeto, cujo cálculo é requerido para fins de avaliação das condições hidráulicas de trabalho das obras foram determinadas a partir das precipitações que lhes dão origem, definidas estas, em função da duração da chuva.

A duração foi admitida como sendo igual ao tempo de concentração das bacias.

Para áreas de drenagem com características naturais (sem parcelamento) o tempo de concentração foi calculado pela fórmula de Kirpich.



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

Onde:

- T_c = Tempo de concentração, em minutos;
- L = Extensão do talvegue principal, em km;
- H = Desnível médio do talvegue, em m.

Para bacias com áreas com presença de parcelamentos e redes, o tempo de concentração foi calculado pelo método cinemático.

$$T_c = 16,67 \times \sum L/V$$

Onde:

- T_c = Tempo de concentração, em minutos;
- L = Comprimento do escoamento, em km;
- V = Velocidade média no trecho, em m/s.

As obras de drenagem foram dimensionadas adotando-se um tempo de concentração mínimo igual a 10 minutos.

5.1.4 Coeficiente de Escoamento

Do volume que atinge a superfície do solo, parte é retido nas depressões do terreno, parte se infiltra, e o restante escoar pela superfície. O escoamento pela superfície do terreno acontece após a intensidade da precipitação superar a capacidade de infiltração do solo e depois que os espaços nas superfícies retentoras tenham sido preenchidos.

O valor do coeficiente de escoamento superficial “C” foi obtido através do coeficiente volumétrico C₂, onde:

$$C = 0,67 \times C_2$$

- C₂ = coeficiente volumétrico de escoamento. Para esse projeto considerou-se 0,85, resultando-se em um c=0,75.



5.1.5 Delimitação das Áreas de Drenagem

A área objeto dos estudos foi delimitada pelo método do “diagrama de telhado” quando as áreas contíguas forem parceladas e segundo geomorfologia (espigões) dos terrenos contíguos quando estes não estão parcelados.

5.1.6 Determinação das Descargas de Projeto

Os cálculos das vazões de projeto foram efetuados de acordo com a fórmula do método racional, cuja expressão é:

$$Qp = 0,00278 \times C \times I \times A$$

Onde:

Qp = Descarga do projeto ou pico de vazão, em m^3/s ;

C = Coeficiente adimensional de deflúvio ou escoamento superficial;

I = Intensidade média de precipitação, sobre toda a área drenada, de duração igual ao tempo de concentração, em mm/h ;

A = Área da bacia, em ha .

5.2 PARÂMETROS DE PROJETO

5.2.1 Introdução

A elaboração do projeto executivo está embasado nas metodologias e premissas adotadas no Projeto Básico de Drenagem, onde as adequações de concepção teve aspectos importantes: a adequação dos dimensionamentos hidráulicos de acordo com os projetos Geométrico e Terraplenagem.

5.2.2 Drenagem Superficial

O estudo da capacidade de escoamento das vias está condicionado à capacidade das sarjetas, que na realidade são os primeiros coletores de águas pluviais, funcionando como canais abertos.

Esta capacidade de escoamento depende diretamente da declividade transversal da sarjeta, declividade longitudinal da via e coeficiente de rugosidade, sendo também função dos limites de conforto para os pedestres e veículos que utilizam as vias.



Estes limites se traduzem pela fixação da faixa de alagamento de largura constante ou de uma cota de inundação máxima junto ao meio-fio.

Do ponto de vista econômico, é ideal que águas pluviais tenham um trajeto superficial o mais extenso possível, em benefício da redução do número de bocas-de-lobo, bem como da extensão da galeria. As captações superficiais serão feitas por bocas-de-lobo simples ou combinadas, conforme projeto.

Para este estudo adota-se o limite de 2,78 m para a largura de alagamento nas sarjetas.

➤ **Sarjetas**

As sarjetas foram dimensionadas de acordo com a vazão específica da sarjeta, vazão em marcha segundo a geometria da via, por metro linear.

A vazão específica é a vazão por metro linear dos escoamentos superficiais diretos oriundos da meia largura da via e da largura da quadra lindeira, conforme formula apresentada a seguir:

$$q = q_1 + q_2$$

Onde q_1 é a vazão específica da faixa de largura da quadra e q_2 é a vazão específica da meia pista do logradouro calcula pela método racional, conforme apresentado nos estudos hidrológicos.

A capacidade de escoamento das sarjetas é determinada pela fórmula de Izzard.

$$Q_s = 0,00175 \times \frac{Z}{n} \times (y)^{\frac{8}{3}} \times (i)^{\frac{1}{2}}$$

Sendo:

Q_s	=	Capacidade (vazão) da sarjeta, em l/s
y	=	Altura máxima da lâmina d'água na sarjeta junto ao meio-fio (17,5cm para sarjeta padrão tipo C)
Z	=	Inverso da declividade transversal, em m/m
i	=	Declividade longitudinal da via, em m/m
n	=	Coeficiente de rugosidade média de Manning (adotado $n = 0,015$)



➤ Meios-Fios e Sarjeta Extrusado

Os meios-fios são guias de concreto utilizadas para separar a faixa de pavimentação de ilhas e canteiros, de maneira a conformá-los e protegê-los.

Foram indicados meios-fios guia (meio fio) e sarjeta conjugados de concreto, moldado in loco, em trecho curvo com extrusora, guia de 13,50 cm base x 26 cm, altura, sarjeta 45 cm, base x 11 cm, de altura, Conforme apresentado nos volume de implantação.

6. PAVIMENTAÇÃO

O Projeto de Pavimentação para implantação do sistema viário foi desenvolvido visando a concepção e dimensionamento de uma estrutura capaz de suportar a atuação das cargas do tráfego e estabelecer condições de serventia ao pavimento, proporcionando melhores condições de segurança e conforto ao tráfego usuário.

O projeto foi elaborado com base na definição do tráfego projetado, que possibilitara a determinação do parâmetro de tráfego a ser utilizado no dimensionamento do pavimento, representado pelo Número "N" de repetições do eixo simples padrão de rodas duplas de 8,2tf.

6.1 METODOLOGIAS EMPREGADAS

O dimensionamento do pavimento foi efetuado seguindo-se a orientação geral do "Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis" do DNER (1996), DNIT 031/2004.

6.2 PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO

6.2.1 Número de repetições do eixo padrão "N"

Número "N" de repetições do eixo simples padrão de rodas duplas de 8,2 tf para período de projeto de 10 anos foi baseado nas informações obtidas nos Estudo de Tráfego elaborado para este projeto. O horizonte de projeto foi de 10 anos, sendo 2028 o ano meta de projeto.

De acordo com IP – 02 - Classificação das vias da Prefeitura Municipal de São Paulo, documento que apresenta as diretrizes para a classificação de vias em função do tráfego, da geometria e do uso do solo de vias urbanas.

As definições dos tráfegos estão expostas a seguir:



Tráfego médio - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 21 a 100 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 5×10^5 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 10 anos.

Tráfego leve – Ruas de características essencialmente residenciais, para as quais não é previsto o tráfego de ônibus podendo existir ocasionalmente passagens de caminhões e ônibus em números não superior a 20 por dia, por faixa de tráfego.

Os parâmetros para estes tipos de tráfegos são apresentados abaixo:

Classificação das vias e parâmetros de tráfego							
Função	Tráfego previsto	Vida de projeto (anos)	Volume inicial		Equiv. /eixo	N	N Característico
			Veículo leve	Caminhão /ônibus			
Via local resid.	LEVE	10	100 a 400	4 a 20	1,5	$2,7 \times 10^4$ a $1,4 \times 10^5$	10^5
Via local e coletora	MÉDIO	10	401 a 1500	21 a 100	1,5	$1,4 \times 10^5$ a $6,8 \times 10^5$	5×10^5

Rua Indianópolis → Tráfego Leve → $N = 1,0 \times 10^5$

6.3 DETERMINAÇÃO DO CBR DO SUBLEITO

Condições para a execução do pavimento das vias: – substituição dos materiais do subleito, em espessura não inferior a 60,0cm, nos segmentos com terraplenagem em corte e que apresentem capacidade de suporte inferior à adotada para o dimensionamento do pavimento ($ISC < 10\%$) ou expansão $> 2,00\%$; – a não utilização nas camadas finais dos segmentos com terraplenagem em aterro (acabamento da terraplenagem, últimos 60,0cm de espessura) dos materiais dos cortes a serem efetuados que apresentem capacidade de suporte inferior à adotada para o dimensionamento do pavimento ($ISC < 8\%$); – da mesma forma, a utilização de materiais de áreas de empréstimo em camadas finais dos segmentos com terraplenagem em aterro (acabamento da terraplenagem, últimos 60,0cm de espessura) que apresentem tão somente capacidade de suporte igual ou superior à adotada para o dimensionamento do pavimento ($ISC \geq 8\%$ e expansão $\leq 2,00\%$).

6.4 ESPESSURA DO REVESTIMENTO

Para determinar as espessuras das camadas do pavimento é preciso saber qual tipo de revestimento e optar pelo material utilizado nas camadas suporte do pavimento (base, sub-base e reforço do subleito). O tipo de revestimento é determinado pela tabela abaixo:



ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO BETUMINOSO	
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimento asfáltico com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto asfáltico com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto asfáltico com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto asfáltico com 12,5 cm de espessura

Para este caso, como $N = 1,0 \times 10^5 \Rightarrow$ Tratamentos Superficiais Betuminosos.

Porém, neste projeto optou-se por trabalhar com revestimento em PMF mantendo a espessura da camada do Pré-Misturado a Frio 4,00cm.

Para as camadas suportes do pavimento optou-se por trabalhar com materiais granulares.

6.5 COEFICIENTES DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL

Uma vez determinado o revestimento e escolhido o tipo de material usado nas camadas de suporte, é preciso determinar os Coeficientes de Equivalência Estrutural. Cada camada tem seu próprio coeficiente, seus valores podem ser encontrados na tabela abaixo.

Coeficiente de Equivalência Estrutural	
Base ou Revestimento de Concreto Betuminoso	2,00
Base ou Revestimento Pré-misturado a Quente, de Graduação Densa	1,70
Base ou Revestimento Pré-misturado a Frio, de Graduação Densa	1,40
Base ou Revestimento Betuminoso por Penetração	1,20
Camadas Granulares (Base)	1,00
Camadas Granulares (Sub-Base)	0,77
Camadas Granulares (Reforço do Subleito)	0,71
Solo Cimento com Resistência à Compressão a 7 dias, entre a 45 e 28 kg/cm	1,40
Solo Cimento com Resistência à Compressão a 7 dias, entre a 28 e 21 kg/cm	1,20

Os valores dos coeficientes de equivalência estrutural dos materiais constituintes das camadas do pavimento, em relação à camada de base granular tomada com $K = 1,00$ são os seguintes:

Revestimento: $K_r = 2,0$;

Camada de base granular: $K_b = 1,0$;

Camada de sub-base granular: $K_{sb} = 0,77$



6.6 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

Método do DNER (Método da Resistência)

Objetivando estabelecer o dimensionamento do pavimento foi utilizado o Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis do DNER/DNIT, elaborado originalmente pelo Engº. Murillo Lopes de Souza em 1961 e encontrado no Manual de Pavimentação do DNER, publicação 697/100 de 1996.

O método tem como base o trabalho “Design of Flexible Pavements Considering Mixed Loads and Traffic Volume”, de autoria de W. J. Turnbull, C. R. Foster e R. G. Alvin, do Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA e de conclusões obtidas na pista experimental da AASHTO (AASHTO Road Test).

Relativamente aos materiais integrantes do pavimento, são adotados coeficientes de equivalência estrutural, tomando por base os resultados obtidos na Pista Experimental da AASHTO, com modificações julgadas oportunas.

A avaliação da capacidade de suporte do subleito e dos materiais constituintes dos pavimentos é feita pelo ensaio CBR, adotando-se o método de ensaio preconizado pelo DNER em corpos-de-prova moldados em laboratório, nas condições de massa específica aparente e umidade específica para o serviço no campo e submetidos a uma embebição durante quatro dias.

O subleito e as diferentes camadas do pavimento devem ser compactados de acordo com os valores fixados nas “Especificações Gerais do DNIT”, recomenda-se que, o grau de compactação não seja inferior a 100%.

O método do DNER observa que as espessuras recomendadas visam, especialmente, as bases de comportamento puramente granular e foram definidas pelas observações efetuadas, porém, é claro, ao dizer que é um dos pontos ainda em aberto na engenharia rodoviária.

Após determinar a espessura total do pavimento (H_t), em termos de material granular, e fixada a do revestimento (R), procede-se ao cálculo das espessuras das demais camadas considerando-se os materiais disponíveis para cada uma delas e seus respectivos coeficientes de equivalência estrutural. As espessuras da base (B), sub-base (h_{20}) e do reforço do subleito (h_n) são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:

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

$$R \times K_R + B \times K_B + h_{20} \times K_S \geq H_n$$

$$R \times K_R + B \times K_B + h_{20} \times K_S + h_n \times K_{ref} \geq H_m$$

Onde:

R – espessura do revestimento (cm)



KR – coeficiente de equivalência estrutural do revestimento

B – espessura da base (cm)

KB – coeficiente de equivalência estrutural da base

SB – espessura da sub-base (cm)

KSB – coeficiente de equivalência estrutural da sub-base

REF – espessura do reforço (cm)

Kref – coeficiente de equivalência estrutural do reforço

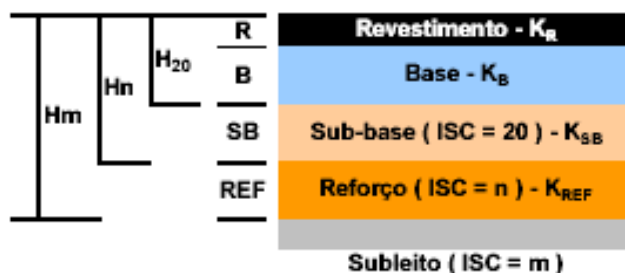
H20 – espessura de material granular padrão necessária à proteção da sub-base

Hn – espessura de material granular padrão necessária à proteção do reforço

Hm – espessura de material granular padrão necessária à proteção do subleito

Para fins de dimensionamento, o ISC da sub-base deve ser sempre considerado como igual a 20, mesmo que o material indicado para essa camada apresente valor de ISC superior.

Esses parâmetros estão representados na Figura a seguir.



6.7 RECOMENDAÇÕES EXECUTIVAS

O método faz as seguintes recomendações de caráter executivo:

O subleito e todas as camadas granulares do pavimento deverão ser compactados com, no mínimo, 100 % de grau de compactação.

Todos os materiais do subleito que apresentam $ISC < 8 \%$ e/ou expansão $> 2 \%$ deverão ser Substituídos por materiais com $ISC > ISC$ de projeto determinado para o subleito.

A origem do material indicado para a substituição do subleito será definida no quadro de distribuição de material no projeto de terraplenagem do projeto executivo.

A Tabela a seguir, apresenta as memórias de cálculo dos dimensionamentos aplicando a metodologia citada.



DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO PELO METODO DO DNER (ENG MURILLO LOPES DE SOUZA)													
CARACTERISTICA DO SUBLEITO		NÚMERO DE OPERAÇÕES DO EIXO PADRÃO											
I.S.C PROJETO	10	N = 1,0 x 10 ⁵											
COMPONENTES DO PAVIMENTO													
REVESTIMENTO	PRÉ MISTURADO Á FRIO.												
BASE	TAPIOCANGA												
SUB-BASE	TAPIOCANGA												
REFORCO													
CARACTERISTICA DOS MATERIAIS EMPREGADOS NO PAVIMENTO													
COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA ESTRUTURAL		I.S.C											
BASE	KB = 1,00	>= 80%											
SUB-BASE	KSB = 0,77	>= 20%											
REFORCO	KREF = 0,71	>= 10%											
REVESTIMENTO													
KR= 2,00	ESPESSURA=	4,00cm											
ESPESSURA EQUIVALENTE		OBSERVACOES											
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">H20</td> <td style="padding: 2px;">21</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">HN</td> <td style="padding: 2px;">32</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">HM</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> </table>		H20	21	HN	32	HM							
H20	21												
HN	32												
HM													
CALCULO DAS ESPESSURAS													
1) $RKR + BKB \geq H_{20}$ $4,00 \times 2,00 + B \times 1,00 \geq 21$ $B \geq 21,00 - 8,00$ $B \geq 13,00 \rightarrow B = 15\text{cm}$													
2) $RKR + BKB + h_{20}K_{sb} \geq H_n$ $4,00 \times 2,00 + 15,00 \times 1,00 + h_{20} \times 0,77 \geq 32,00$ $h_{20} \geq (32,00 - 23,00)/0,77$ $h_{20} \geq 11,68 \rightarrow \text{SUB-BASE} = 12\text{cm}$													
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="padding: 5px;">ESPESSURAS (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">REVESTIMENTO</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">4</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">BASE</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">15</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">SUB-BASE</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">12</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">REFORCO</td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> </tbody> </table>				ESPESSURAS (cm)		REVESTIMENTO	4	BASE	15	SUB-BASE	12	REFORCO	
ESPESSURAS (cm)													
REVESTIMENTO	4												
BASE	15												
SUB-BASE	12												
REFORCO													



6.8 DIMENSIONAMENTO RECOMENDADO

O quadro apresentado a seguir indica a concepção final referente ao dimensionamento recomendado definido após os cálculos utilizando as metodologias citadas.

Estrutura	Revestimento – Pré Misturado á Frio (cm)	Base Tapiocanga (cm)	Sub-Base Tapiocanga (cm)
PMF Trafego Leve	4	15	12

6.9 ESPECIFICAÇÕES BÁSICAS DE MATERIAIS E SERVIÇOS

Sintetizam-se a seguir as especificações básicas de materiais e serviços a serem empregadas na execução do pavimento.

6.9.1 Revestimento

Os revestimentos serão em Pré Misturado a Frio (PMF), deverá ser executado com espessura de 4,0 cm. Todos os serviços deverão seguir a especificação DNER - ES 317/97.

6.9.2 Pintura de Ligação

Deverá ser executada pintura de ligação sobre a camada de base imprimada empregando-se emulsão asfáltica tipo RR-1C, diluída em água à razão de 1:1 e aplicada a uma taxa em torno de 0,5 l/m² de emulsão. Todos os serviços deverão seguir a especificação DNIT 145/2012-ES.

6.9.3 Imprimação

A superfície da camada de base nova deverá ser imprimada utilizando-se asfalto diluído tipo CM-30. A taxa de aplicação deverá ser definida experimentalmente no canteiro de obras e deverá ser capaz de deixar a superfície com película de ligante residual sensível ao toque após 24 horas. Todos os serviços deverão seguir a especificação DNIT 144/2012-ES.



6.9.4 Base

A camada de base será de Tapiocanga com espessura de 15cm e deverá ser compactada com a energia de referência do Proctor modificado. Especial atenção deverá ser dada ao desvio de umidade em relação à ótima, devendo situar-se no intervalo de -2% a +1% em relação à umidade ótima do Proctor modificado, preferencialmente no ramo seco. Todos os serviços deverão seguir a especificação DNIT 141/2010-ES.

6.9.5 Sub-Base

A camada de sub-base será de Tapiacanga com espessura 12 cm e deverá ser compactada com a energia de referência do Proctor intermediário. Especial atenção deverá ser dada ao desvio de umidade em relação à ótima, devendo situar-se no intervalo de -2% a +1% em relação à umidade ótima do Proctor intermediário, preferencialmente no ramo seco. Todos os serviços deverão seguir a especificação DNIT 139/2010-ES.

6.9.6 Regularização do Subleito

O subleito de toda a via deverá ser regularizado e compactado com a energia de referência do Proctor "intermediário". Todos os serviços deverão seguir a especificação DNIT 137/2010-ES.



7. SINALIZAÇÃO

O Projeto de Sinalização foi elaborado a partir do projeto Urbanístico de acordo com o disposto na norma Sinalização vertical de Regulamentação Volume I e Sinalização Horizontal Volume IV, do Conselho Nacional de Trânsito CONTRAN, Brasil, 2007. O Projeto compreendeu a concepção e o detalhamento do sistema de sinalização horizontal e vertical, de maneira a proporcionar aos usuários um desempenho seguro no fluxo do tráfego.

A seguir apresentam-se os padrões e critérios adotados no projeto básico de sinalização horizontal, vertical, sendo que nos desenhos elaborados são apresentados todos os detalhes para implantação destes elementos.

7.1 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

A sinalização horizontal tem a finalidade de transmitir e orientar os usuários sobre as condições de utilização adequada da via, compreendendo as proibições, restrições e informações que lhes permitam adotar comportamento adequado, de forma a aumentar a segurança e ordenar os fluxos de tráfego.

O Projeto de sinalização horizontal consistiu na determinação dos seguintes dispositivos (pinturas a serem implantadas no pavimento):

- Legenda: “PARE”
- Linha Dupla contínua (LFO-3)
- Linha Simples seccionada (LFO-2)
- Faixa de Travessia de Pedestre (FTP);

7.1.1 DESENVOLVIMENTO

7.1.1.1 Legenda “Pare”

Indica ao condutor que deve parar seu veículo antes de entrar ou cruzar a via/pista. A legenda “PARE” deve ser posicionada, no mínimo, a 1,60 m antes da linha de retenção, centralizada na faixa de circulação em que está inscrita.

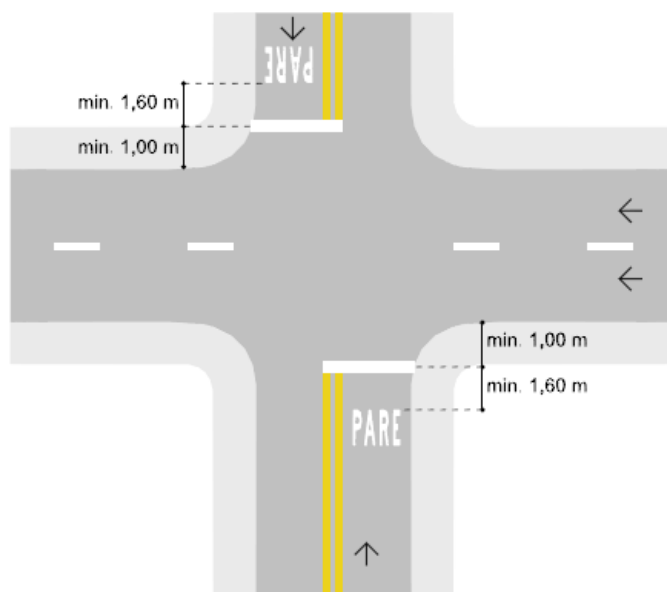


Figura 1 - “Pare”

7.1.1.2 Linha Dupla contínua (LFO-3)

A LFO-3 divide fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido e regulamentando os trechos em que a ultrapassagem e os deslocamentos laterais são proibidos para os dois sentidos, exceto para acesso a imóvel lindeiro.

A largura (l) das linhas e a distância (d) entre elas é de no mínimo 0,10 m e no máximo de 0,15 m. No nosso projeto foi considerado ambas as linhas com 0,15m.

A LFO-3 deve ser utilizada em toda a extensão ou em trechos devia com sentido duplo de circulação, com largura igual ou superior a 7,00 m e/ou volume veicular significativo, nos casos em que é necessário proibir a ultrapassagem em ambos os sentidos.

Utiliza-se esta linha em situações, tais como:

- Em via urbana onde houver mais de uma faixa de trânsito em pelo menos um dos sentidos;
- Em via com traçado geométrico vertical ou horizontal irregular (curvas acentuadas) que comprometa a segurança do tráfego por falta de visibilidade;

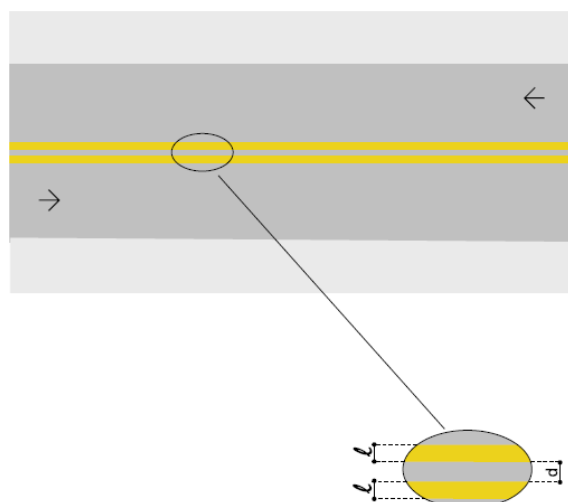


Figura 2 - Linha dupla contínua (LFO-3)

7.1.1.3 Linha Simples seccionada (LFO-2)

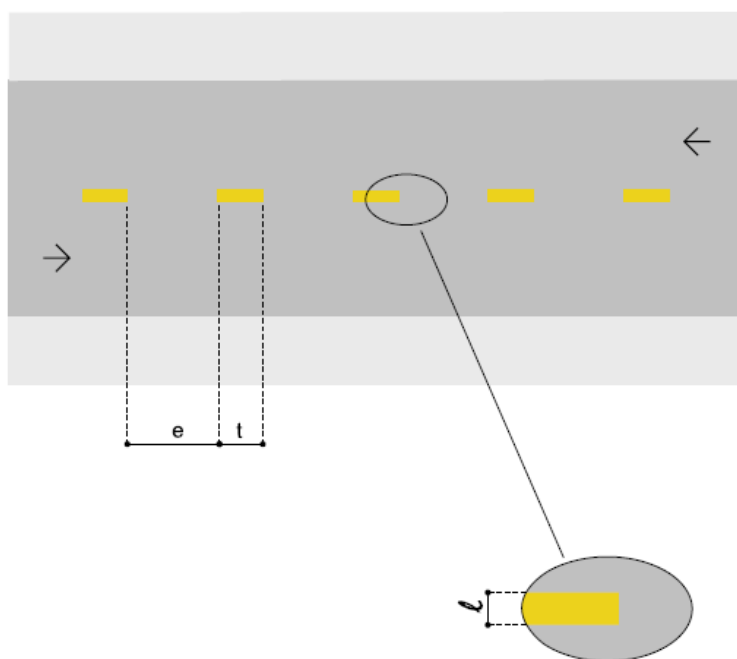


Figura 3 - Linha simples seccionada (LFO-2)

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

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

VELOCIDADE v (km/h)	LARGURA DA LINHA – ℓ (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 1 - Tabela para dimensionamento dos traços e espaçamentos da LFO-2

A LFO-2 pode ser utilizada em toda a extensão ou em trechos de vias de sentido duplo de circulação.

Utiliza-se esta linha em situações, tais como:

- Vias urbanas com velocidade regulamentada superior a 40 km/h;
- Vias urbanas, em que a fluidez e a segurança do trânsito estejam comprometidas em função do volume de veículos;
- Rodovias, independentemente da largura, do número de faixas, da velocidade ou do volume de veículos.

7.1.1.4 Faixa de travessia de pedestres - FTP-1: “Tipo Zebrada”

A FTP delimita a área destinada à travessia de pedestres e regulamenta a prioridade de passagem dos mesmos em relação aos veículos, nos casos previstos pelo CTB.

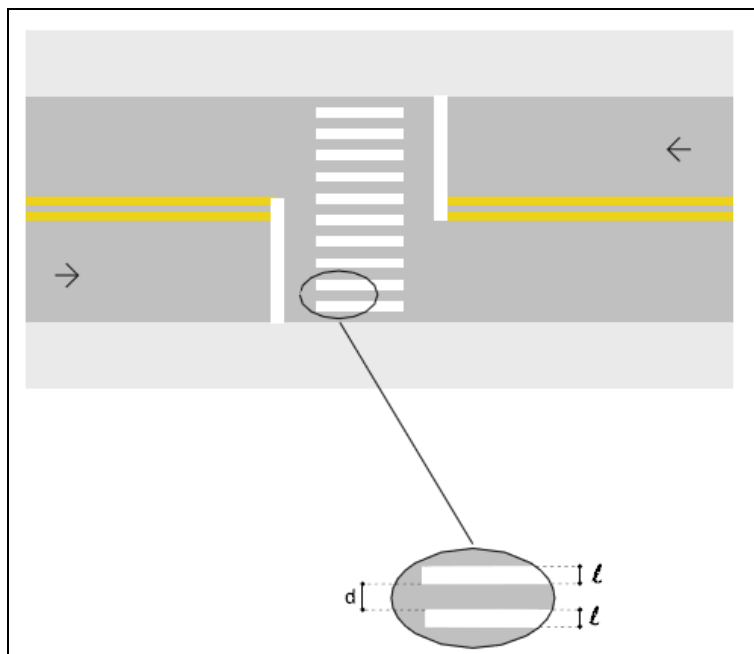


Figura 4 - Faixa de travessia de pedestre (FTP-1)

A largura (l) das linhas varia de 0,30 m a 0,40 m e a distância (d) entre elas de 0,30 m a 0,80 m. A extensão mínima das linhas é de 3,00 m, podendo variar em função do volume de pedestres e da visibilidade, sendo recomendada 4,00 m. No projeto adotamos a largura (l) das linhas 0,40m e a distância (d) 0,40m entre elas.

7.1.1.5 Linha de retenção (LRE)

A LRE indica ao condutor o local limite em que deve parar o veículo.

De acordo com a norma a largura (l) mínima é de 0,30 m e a máxima de 0,60 m, o adotado no projeto foi de 0,40m.

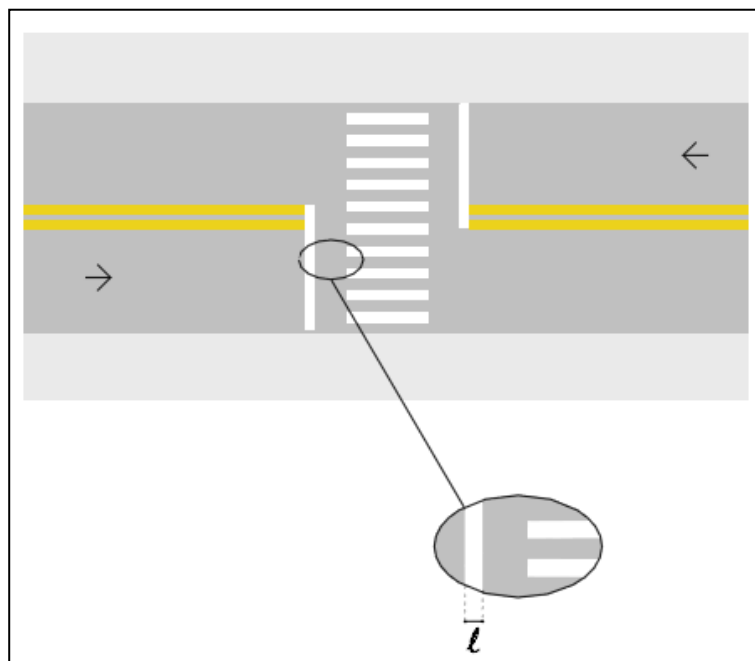


Figura 6 - Linha de Retenção (LRE)

7.1.1.6 Especificações dos materiais a serem dotados para a sinalização horizontal

A sinalização horizontal foi feita através da pintura de faixas e marcas no pavimento, utilizando-se a cor branca para canalização e a cor amarela para proibição, podendo ser contínuas ou interrompidas, com cadências variáveis.

Todos os materiais deverão ser previamente analisados e entregues acompanhados de relatório de ensaio do respectivo lote de fabricação, emitido pelo fabricante, se o mesmo possuir certificação ISO. Caso não possua a certificação, o relatório de ensaio deverá ser emitido por laboratório credenciado a ABPTI (Associação Brasileira de Institutos de Pesquisas Tecnológicas).



7.1.1.7 Tinta

Equipamentos para aplicação: Máquina auto propulsora, com potência mínima de 40 HP composto de 2 tanques pressurizados para tinta, compressor de ar com tanque pulmão, mexedores mecânicos ou hidráulicos, tanque pressurizado para solvente, conjunto para micro esferas de vidro contendo reservatório e semeador, sendo este por aspersão ou gravidade, quadro de instrumentos operacionais contendo: válvula reguladora do ar do comando, uma por pistola: válvula reguladora do ar do atomizado, uma por pistola; válvula de ar reguladora para pressurização dos tanques de tinta; dispositivo para acionamento das pistolas; sequenciador automático para espaçamentos previamente ajustados; conjunto de pintura, contendo uma ou mais pistola, devendo ser oscilante para manter constante a distância da pistola do pavimento; pistolas com atuação pneumática que permitam a regulagem da largura das faixas; mecanismo de delimitação de faixas para o perfeito alinhamento das mesmas; guia para alinhamento a pré-marcação.

7.1.1.8 Outros

Além dos equipamentos de aplicação, cada equipe deve portar termômetro e higrômetro portáteis para efetuar o controle de temperatura ambiente e de umidade relativa do ar, bem como equipamentos de proteção individual e dispositiva para a sinalização de segurança.

7.1.1.9 Pavimento

O pavimento a ser sinalizado deve estar completamente limpo e seco. A limpeza pode ser executada com escovas, vassouras, jato de ar comprimido ou com ventiladores, de modo a garantir a perfeita remoção de poeira e outras sujidades. Quando o pavimento apresentar manchas de óleo, graxas entre outras sujeiras, estas deverão ser removidas de maneiras adequadas, compatíveis ao tipo de material a ser removido.

Nos pavimentos novos deve ser previsto um período para sua cura antes da execução da sinalização definitiva.

Em pavimento de concreto de cimento Portland e em pavimento de concreto betuminoso, com os agregados expostos, deve ser efetuada uma pintura de ligação, quando da aplicação do termoplástico, para garantir sua aderência durante o período de vida útil.

A execução da sinalização em pavimentos de concretos novos, após sua cura, deve ser procedida de uma escovação da superfície a ser pintada, com escovas de aço, para remoção dos



produtos de cura do concreto. Pois, caso as sujeiras não sejam removidas perfeitamente, poderá haver problemas de perda de aderência dos produtos aplicados.

Após a escovação é necessário lavar a superfície com jato d'água para a remoção das partículas não aderentes que estão sobre o pavimento. Deve-se lembrar que partículas não aderentes (sujeira), comprometem a boa aderência dos materiais utilizados em sinalização. Durante a pintura o pavimento deve estar seco.

7.1.1.10 Pré-Marcação

Quando a superfície a ser sinalizada não apresentar marcas existentes que possam servir de guias, deve ser feita a pré-marcação da via, rigorosamente de acordo com as cotas e dimensões fornecidas em projetos.

7.1.1.11 Condições Ambientais

Os serviços de sinalização somente devem ser executados quando o tempo estiver bom, ou seja, sem ventos excessivos, poeiras e neblina.

A temperatura ambiente da superfície da via, bem como a umidade relativa do ar, deverá tender os seguintes limites:

- a) temperatura entre 5° C a 40° C
- b) umidade relativa do ar até 90%

Estes dados devem ser observados, pois podem provocar problemas na aderência e secagem dos materiais na via.

7.1.1.12 Refletorização

A refletividade da sinalização horizontal é obtida através da adição da microesferas de vidro em duas etapas:

- ETAPA 1 - Para obtenção da retrorrefletorização após desgaste:
 - Tintas - microesferas do tipo IB (PREMIX), incorporadas antes da aplicação do material na razão de 200g/L de tinta.
- ETAPA 2 - Para obtenção da retrorrefletância inicial:



Tintas ou devem receber microesferas do tipo II (DROP-ON), aplicadas por aspersão ou gravidade, concomitantemente com a tinta de, no mínimo:

- tinta, g/m².....200 a 350

As microesferas devem ser distribuídas uniformemente sobre a superfície da faixa e estar suficientemente ancoradas, ou seja, com 60% do seu diâmetro imerso no material.

7.1.1.13 Taxa de Aplicação

A tinta acrílica emulsionada em água deverá ser aplicada em espessura úmida de 0,5 mm (rendimento por balde com micro esferas incorporados: 40 m²);

7.1.1.14 Forma de Aplicação das Micro Esferas

Para todos os processos mecânicos deverá ser utilizado o sistema de dupla aspersão (DO+DO)

7.1.1.15 Garantia

Duração de demarcação de pavimento, executada com tintas à base de resinas acrílicas.

MATERIAIS	PRAZO/DURAÇÃO	ESPESSURA/CONSUMO	CONSUMO
Acrílica água	24 meses	0,5mm	40 m ² /balde

7.1.1.16 Refletância das pinturas

TIPO	INICIAL		FINAL	
	BRANCA	AMARELA	BRANCA	AMARELA
A base de água	300	200	100	80

Unidade de refletância: mcd/m². Lx

7.2 SINALIZAÇÃO VERTICAL

A sinalização vertical é um subsistema da sinalização viária, que se utiliza de sinais apostos sobre placas fixadas na posição vertical, ao lado ou suspensas sobre a pista, transmitindo mensagens de caráter permanente ou, eventualmente, variável, mediante símbolos e/ou legendas preestabelecidas e legalmente instituídas.

A sinalização vertical tem a finalidade de fornecer informações que permitam aos usuários das vias adotar comportamentos adequados, de modo a aumentar a segurança, ordenar os fluxos de tráfego e orientar os usuários da via.

Sendo a Vertical estabelecida através de comunicação visual por meio de placas e outros dispositivos, implantados na margem da via e que tem como finalidade:

- Regular o uso da via (Placas Regulamentares)
- Advertir para situações perigosas (Placas de Advertência)

Informações como posicionamento na via e exemplos de aplicação, estão detalhadas na norma Sinalização vertical de Regulamentação, do Conselho Nacional de Trânsito CONTRAN, Brasil, 2007.

O projeto da sinalização vertical consistiu na indicação do seguinte dispositivo;

Placas de Regulamentação: Informa aos usuários as condições, proibições, restrições ou obrigações, no uso da rodovia. Predominantemente é na forma circular, com o fundo na cor branca e com a borda vermelha e símbolos na cor preta, exceto para a placa R-1.

Placas de Advertência: A sinalização vertical de advertência tem por finalidade alertar aos usuários as condições potencialmente perigosas, obstáculos ou restrições existentes na via ou adjacentes a ela, indicando a natureza dessas situações à frente, que sejam permanente ou eventuais.

7.2.1 Desenvolvimento Placas de regulamentação e Advertência

7.2.1.1 Parada obrigatória (R-1)



Assinala ao condutor que deve parar seu veículo antes de entrar ou cruzar a via/pista. Deve ser colocada no lado direito da via/pista, o mais próximo possível do ponto de parada do veículo no máximo a 10,0 m do prolongamento do meio-fio ou do bordo da pista transversal.

7.2.1.2 Velocidade máxima permitida (R-19)



Regulamenta o limite máximo de velocidade em que o veículo pode circular na pista ou faixa, válido a partir do ponto onde o sinal é colocado.

7.2.1.3 Diretrizes para regulamentação da velocidade máxima permitida

Conforme detalhado nos projetos segue abaixo classificação de acordo com a norma:

Classificação Viária Art. 60 CTB	Indicadores físicos	Nº de faixas de trânsito por sentido	Velocidade máxima permitida (km/h)
Via de Trânsito Rápido	Pista simples com sentido de circulação único ou duplo Pista dupla	2 ou mais	80 ou 90
Via Arterial	Pista simples ou dupla	2 ou mais	60 ou 70
	Pista simples ou dupla	1	50 ou 60
Via Coletora	Pista simples ou dupla	1 ou mais	40 ou 50
Via Local	Pista simples ou dupla	1 ou mais	30 ou 40

Tabela 2 - Classificação de velocidade máxima permitida (Km/h)

7.2.1.4 Vire à direita (R-25b)



Assinala ao condutor do veículo a obrigatoriedade de realizar o movimento indicado. Deve ser utilizado em interseções, quando for necessário assinalar ao condutor do veículo o movimento permitido, nas situações em que houver necessidade de reforçar a mensagem dos sinais de movimento de circulação proibidos, obrigatórios ou de restrição de trânsito.

7.2.1.5 Sentido de circulação na rotatória (R-33)



Assinala ao condutor do veículo a obrigatoriedade do movimento no sentido anti-horário em rotatória. O sinal R-33 deve ser utilizado em rotatórias com raio inferior a 12,0 m ou demarcadas por sinalização horizontal.



7.2.1.6 Proibido virar à esquerda (R-4a)

Assinala ao condutor do veículo a proibição de realizar o movimento de conversão à esquerda. O sinal R-4a deve ser utilizado quando for necessário proibir movimentos que prejudiquem a segurança e/ou fluidez do trânsito, ou que causem problemas de capacidade na via/pista transversal.

7.2.1.7 Passagem sinalizada de pedestres (A-32b)



7.2.1.8 Saliência ou Lombada (A-18)



O sinal adverte ao condutor do veículo da existência, adiante, de saliência, lombada ou ondulação transversal sobre a superfície de rolamento.

7.2.1.9 Passagem sinalizada de escolares (A-33b)



7.2.2 Especificações adotadas na confecção das placas de sinalização vertical

7.2.2.1 Formas

A forma padrão do sinal de regulamentação é a circular, e as cores são vermelha, preta e branca. Constituem exceção, quanto à forma, os sinais R-1 – “Parada Obrigatória” e R-2 – “Dê a Preferência”.



7.2.2.2 Cores

A utilização das cores nos sinais de regulamentação deve ser feita obedecendo-se aos critérios abaixo e ao padrão Munsell indicado.

Cor	Padrão Munsell (PM)	Utilização nos sinais de regulamentação
vermelha	7,5 R 4/14	fundo do sinal R-1; orla e tarja dos sinais de regulamentação em geral.
preta	N 0,5	símbolos e legendas dos sinais de regulamentação.
branca	N 9,5	fundo de sinais de regulamentação; letras do sinal R-1.

R - red -vermelho

N - neutral (cores absolutas)

Tabela 3 - Cores Utilizadas

7.2.2.3 Dimensões

Considerando que o Município possui vias urbanas as dimensões mínimas estabelecidas devem ser adotadas conforme tabelas a seguir:

Dimensões mínimas - sinais de forma circular

Via	Diâmetro mínimo (m)	Tarja mínima (m)	Orla mínima (m)
Urbana	0,40	0,040	0,040
Rural (estrada)	0,50	0,050	0,050
Rural (rodovia)	0,75	0,075	0,075
Áreas protegidas por legislação especial(*)	0,30	0,030	0,030

(*) relativa a patrimônio histórico, artístico, cultural, arquitetônico, arqueológico e natural

Tabela 4 - Dimensões - Placas de forma circular

Dimensões mínimas - sinal de forma octogonal - R-1

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

(*) relativa a patrimônio histórico, artístico, cultural, arquitetônico, arqueológico e natural

Tabela 5 - Dimensões – Placas de forma octogonal

Dimensões mínimas - sinal de forma triangular - R-2

Via	Lado mínimo (m)	Orla mínima (m)
Urbana	0,75	0,10
Rural (estrada)	0,75	0,10
Rural (rodovia)	0,90	0,15
Áreas protegidas por legislação especial(*)	0,40	0,06

(*) relativa a patrimônio histórico, artístico, cultural, arquitetônico, arqueológico e natural.

Tabela 6 - Dimensões - Placas de forma triangular**7.2.2.4 Padrões alfanuméricos**

Para mensagens complementares dos sinais de regulamentação em áreas urbanas, devem ser utilizadas as fontes de alfabetos e números dos tipos Helvética Medium, Arial, Standard Alphabets for Highway Signs and Pavement Markings ou similar.

7.2.2.5 Retrorrefletividade e iluminação

Os sinais de regulamentação podem ser aplicados em placas pintadas, retrorrefletivas, luminosas (dotadas de iluminação interna) ou iluminadas (dotadas de iluminação externa frontal). Em vias urbanas recomenda-se que as placas de “Parada Obrigatória” (R-1), “Dê a Preferência” (R-2) e de “Velocidade Máxima” (R-19) sejam, no mínimo, retrorrefletivas.

7.2.2.6 Materiais das placas

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

Os materiais mais utilizados para confecção dos sinais são as tintas e películas.

As tintas utilizadas são: esmalte sintético, fosco ou semifosco ou pintura eletrostática.

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

Poderão ser utilizados outros materiais que venham a surgir a partir de desenvolvimento tecnológico, desde que possuam propriedades físicas e químicas que garantam as características essenciais do sinal, durante toda sua vida útil, em quaisquer condições climáticas, inclusive após execução do processo de manutenção.



Em função do comprometimento com a segurança da via, não deve ser utilizada tinta brilhante ou películas retrorrefletivas do tipo “esferas expostas”. O verso da placa deverá ser na cor preta, fosca ou semifosca.

7.2.2.7 Suporte das placas

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

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

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

Os materiais mais utilizados para confecção dos suportes são aço e madeira imunizada.

Outros materiais existentes ou surgidos à partir de desenvolvimento tecnológico podem ser utilizados, desde que possuam propriedades físicas e químicas que garantam, suas características originais, durante toda sua vida útil em quaisquer condições climáticas.

7.2.2.8 Manutenção e conservação

Placas de sinalização sem conservação ou com conservação precária perdem sua eficácia como dispositivos de controle de tráfego, podendo induzir ao desrespeito e dificultar a ação fiscalizadora do órgão ou entidade executivo de trânsito. As placas de sinalização devem ser mantidas na posição apropriada, sempre limpas e legíveis.

Devem ser tomados cuidados especiais para assegurar que vegetação, mobiliário urbano, placas publicitárias e materiais de construção não prejudiquem a visualização da sinalização, mesmo que temporariamente.

7.2.2.9 Posicionamento na via

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

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

Maiores informações estão detalhadas na norma Sinalização vertical de Regulamentação, do Conselho Nacional de Trânsito CONTRAN, Brasil, 2007.

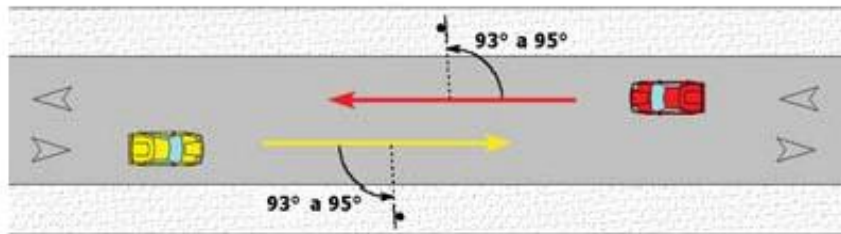


Figura 7 – Posicionamento das placas na via

7.2.2.10 Dispositivos auxiliares

Dispositivos Auxiliares são elementos aplicados ao pavimento da via, junto a ela, ou nos obstáculos próximos, de forma a tornar mais eficiente e segura a operação da via. São constituídos de materiais, formas e cores diversos, dotados ou não de refletividade, com as funções de:

- incrementar a percepção da sinalização, do alinhamento da via ou de obstáculos à circulação;
- reduzir a velocidade praticada;
- oferecer proteção aos usuários;
- alertar os condutores quanto a situações de perigo potencial ou que requeiram maior atenção.

Os Dispositivos Auxiliares são agrupados, de acordo com suas funções, em:

- Dispositivos Delimitadores;
- Dispositivos de Canalização;
- Dispositivos de Sinalização de Alerta;
- Alterações nas Características do Pavimento;
- Dispositivos de Proteção Contínua;
- Dispositivos Luminosos;
- Dispositivos de Proteção a Áreas de Pedestres e/ou Ciclistas;
- Dispositivos de Uso Temporário.