



## **PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA**

**LOCAL:** Rua Tenente Coronel Duarte, Rua Altamira, Rua Bragança, Rua Mossoró, Rua Itabaiana, Rua Colatina, Bairro ITORORÓ – Várzea Grande/MT

**EXTENSÃO:** 1.674,011 metros

### **VOLUME 01 – RELATÓRIO DE PROJETO**

OUTUBRO/2021

---



## PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

**LOCAL:** Rua Tenente Coronel Duarte, Rua Altamira, Rua Bragança, Rua Mossoró, Rua Itabaiana, Rua Colatina, Bairro ITORORÓ – Várzea Grande/MT

**EXTENSÃO:** 1.674,011 metros

Responsáveis técnicos:

---

SERGIO NAVARRO VIEIRA  
Engenheiro Civil  
RN 1202348220  
CREA 720/D-MT

**VOLUME 01 – RELATÓRIO DE PROJETO**

OUTUBRO/2021

---



## Sumário

1.	APRESENTAÇÃO .....	6
2.	MAPA DE SITUAÇÃO .....	8
3.	ESTUDOS.....	10
3.1.	ESTUDOS GEOTÉCNICOS .....	11
3.2.1.	INTRODUÇÃO .....	12
3.2.2.	METODOLOGIA.....	12
3.2.3.	ESTUDO DO SUBLEITO .....	12
3.2.4.	ESTUDO DE OCORRÊNCIA PARA A PAVIMENTAÇÃO .....	12
3.2.5.	RESULTADOS OBTIDOS .....	13
3.3.	ESTUDO DE TRÁFEGO .....	16
3.3.1.	INTRODUÇÃO .....	17
3.3.2.	ESTABELECIMENTO DE PARÂMETROS DE TRÁFEGO PARA CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS 17	
3.3.3.	CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS E PARÂMETROS DE TRÁFEGO .....	18
4.	PROJETOS .....	20
4.1.	PROJETO GEOMÉTRICO .....	21
4.1.1.	INTRODUÇÃO .....	22
4.1.2.	PROJETO EM PLANTA .....	22
4.1.3.	PROJETO EM PERFIL .....	23
4.2.	PROJETO DE TERRAPLENAGEM .....	24
4.2.1.	CÁLCULO DE VOLUME.....	26
4.3.	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO .....	32
4.3.1.	INTRODUÇÃO .....	33
4.3.2.	PARÂMETROS DE PROJETO .....	33
4.3.3.	ESTUDOS DE TRÁFEGO .....	33
4.3.4.	ESTUDOS GEOTÉCNICOS .....	34
4.3.4.1.	CÁLCULO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA.....	35
4.3.5.	DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA DE PAVIMENTO FLEXÍVEL – MÉTODO DNIT.....	35
4.3.6.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS .....	38
4.3.7.	RECOMENDAÇÕES .....	39
4.4.	PROJETO DE DRENAGEM .....	40
4.4.1.	INTRODUÇÃO .....	41

---



4.4.2. MEMORIAL DESCRITIVO .....	41
4.4.3. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS .....	46
4.4.4. RESULTADO .....	46
4.4.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
4.5. PROJETO DE SINALIZAÇÃO .....	51
4.5.1. INTRODUÇÃO .....	52
4.5.2. SINALIZAÇÃO VERTICAL .....	52
4.5.3. SINAIS.....	52
4.5.4. MATERIAIS UTILIZADOS NA SINALIZAÇÃO VERTICAL .....	52
4.5.5. SINALIZAÇÃO HORIZONTAL .....	53
4.6. PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES .....	54
4.6.1. INTRODUÇÃO .....	55
4.6.2. PASSEIO PÚBLICO .....	55
4.6.3. REBAIXAMENTO DAS CALÇADAS .....	55
4.6.4. ACESSIBILIDADE .....	56
5. MEMORIAL DESCRITIVO .....	57
5.1. INTRODUÇÃO .....	58
5.2. ESPECIFICAÇÕES E NORMAS.....	58
5.3. INSTALAÇÃO DE CANTEIROS DE OBRAS .....	59
5.4. ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO .....	59
5.4.1. REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO .....	59
5.4.2. REFORÇO DE SUBLEITO .....	60
5.4.2.1. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS .....	60
5.4.2.2. CONTROLE DE QUALIDADE .....	63
5.4.3. SUB-BASE COM SOLO ESTABILIZADO GRANULOMÉTRICAMENTE .....	63
5.4.4. BASE ESTABILIZADA GRANULOMÉTRICAMENTE .....	65
5.4.5. IMPRIMAÇÃO .....	67
5.5. ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM.....	69
5.5.1. DRENAGEM SUPERFICIAL .....	69
5.5.2. DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS .....	70
5.6. SINALIZAÇÃO HORIZONTAL E VERTICAL .....	73
5.7. OBRAS COMPLEMENTARES.....	74
5.8. EXPURGOS .....	75
5.9. CONCLUSÃO DA OBRA .....	76
5.10. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	76

---



6.	TERMO DE ENCERRAMENTO.....	77
7.	CÓPIA DAS ART'S.....	79
8.	ANEXOS .....	80
8.1.	RELATÓRIO FOTOGRÁFI.....	81
8.2.	LICENÇAS AMBIENTAIS .....	82
8.3.	DECLARAÇÕES.....	83

---



## 1. APRESENTAÇÃO

A PREFEITURA MUNICIPAL DE VÁRZEA GRANDE apresenta o **VOLUME 1 – RELATÓRIO DO PROJETO**, referente ao *Projeto de Pavimentação Asfáltica de Vias Urbanas no município de Várzea Grande – MT.*

As características técnicas adotadas para elaboração do projeto são as contidas no escopo básico para elaboração do projeto básico e executivo para implantação e pavimentação de ruas e avenidas, elaborado pelo DNIT.

As ruas contempladas estão apresentadas no quadro seguir:

QUADRO DE RUAS										
ITEM	LOGRADOURO	COORDENADAS		ESTACAS		EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ÁREA (m²)	LIMPARODAS E EMBOC. (m²)	ÁREA TOTAL (m²)
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL					
1	RUATENENTE CORONEL DUARTE - T1	15°39'24.22"S 56°10'49.48"O	15°39'28.54"S 56°10'47.72"O	0 + 0,00	7 + 2,164	142,16	6,40	909,82	24,05	933,87
2	RUATENENTE CORONEL DUARTE - T2	15°39'28.69"S 56°10'47.65"O	15°39'32.47"S 56°10'46.10"O	0 + 0,00	6 + 5,498	125,49	6,40	803,13	12,05	815,18
3	RUAALTAMIRA - T1	15°39'25.10"S 56°10'51.74"O	15°39'29.40"S 56°10'49.97"O	0 + 0,00	7 + 2,364	142,36	6,40	911,10	24,05	935,15
4	RUAALTAMIRA - T2	15°39'29.56"S 56°10'49.91"O	15°39'33.38"S 56°10'48.35"O	0 + 0,00	6 + 5,573	125,57	6,40	803,64	12,05	815,69
5	RUABRAGANÇA - T1	15°39'25.98"S 56°10'54.05"O	15°39'30.31"S 56°10'52.27"O	0 + 0,00	7 + 2,857	142,85	6,40	914,24	24,19	938,43
6	RUABRAGANÇA - T2	15°39'30.48"S 56°10'52.21"O	15°39'34.16"S 56°10'50.70"O	0 + 0,00	6 + 1,598	121,59	6,40	778,17	12,06	790,23
7	RUAMOSSORÓ - T1	15°39'26.99"S 56°10'56.22"O	15°39'31.17"S 56°10'54.50"O	0 + 0,00	6 + 18,901	138,90	6,40	888,96	12,06	901,02
8	RUAMOSSORÓ - T2	15°39'31.34"S 56°10'54.43"O	15°39'35.10"S 56°10'52.87"O	0 + 0,00	6 + 4,512	124,51	6,40	796,86	12,06	808,92
9	RUAITABAIANA	15°39'28.60"S 56°11'0.83"O	15°39'37.00"S 56°10'57.25"O	0 + 0,00	13 + 18,934	278,93	6,40	1.785,15	12,00	1.797,15
10	RUACOLATINA	15°39'31.95"S 56°10'56.24"O	15°39'27.92"S 56°10'45.91"O	0 + 0,00	16 + 11,657	331,65	5,40	1.790,91		1.790,91
TOTAL >>						1.674,01		10.381,98	144,57	10.526,55

OBS: Áreas dos Limpa Rodas e Embocaduras discriminadas no Projeto Geométrico.  
Os eixos são apresentados de forma contínua, mas para quantificação foram considerados os eixos contínuos nas vias principais e apenas as quadras nas vias secundárias, eliminando as áreas de interseção para evitar duplicidade

O presente volume corresponde ao **VOLUME 01 – RELATÓRIO DO PROJETO.**

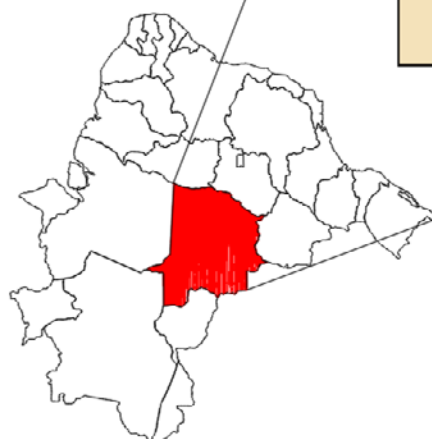
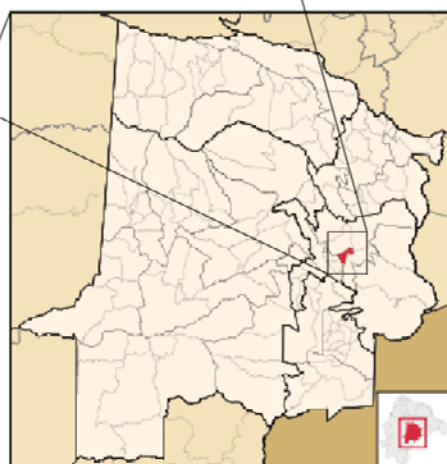


## 2. MAPA DE SITUAÇÃO





## MAPA DE SITUAÇÃO





### **3. ESTUDOS**



### **3.1. ESTUDOS GEOTÉCNICOS**

### **3.2.1. Introdução**

O Estudo Geotécnico é realizado conforme a Instrução de Serviço – IS – 206 – Estudos Geotécnico, do DNIT, com o objetivo de definir e especificar os serviços constantes do Estudo Geotécnico dos Projetos de Engenharia Rodoviária. E foram realizados para fornecer subsídios ao projeto de terraplenagem, pavimentação e ambiental, através das características físicas e mecânicas dos materiais “in natura” a serem utilizados na execução da obra.

O presente relatório apresenta a sistemática usada no estudo geotécnico.

### **3.2.2. Metodologia**

Para os Estudos Geotécnicos foram adotados os seguintes procedimentos, após a definição do traçado da rodovia:

- Estudo do Subleito
- Estudo de ocorrência para a pavimentação

### **3.2.3. Estudo do Subleito**

O estudo do subleito iniciou-se logo após a definição da diretriz de projeto através de sondagem e coleta do solo com profundidade variável em função do greide.

O material coletado nas sondagens é submetido aos seguintes ensaios, conforme especificações apresentadas pelo DNIT:

- Análise granulométrica por peneiramento simples;
- Análise granulométrica por sedimentação em amostras representativas dos grupos de solos existentes com características geológico-geotécnicas similares;
- Limite de liquidez;
- Limite de plasticidade;
- Ensaios de compactação;
- Ensaios de ISC;

### **3.2.4. Estudo de Ocorrência para a Pavimentação**

Com base em inspeções locais, a consultora realizou estudos de ocorrência de materiais ao longo do trecho para a utilização no projeto de pavimentação.

### **Jazidas**




Nos estudos de jazidas para o projeto de pavimentação, as amostras coletadas foram submetidas aos seguintes ensaios:

- Granulometria;
- Compactação;
- Índices Físicos;
- ISC;
- Densidade “in situ”.

### **3.2.5. Resultados Obtidos**

A seguir são apresentados os resultados dos ensaios referentes aos Estudos do subleito:



		TABELA RESUMO				
CLIENTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE VÁRZEA GRANDE - MT		LOCAL: VÁRZEA GRANDE - MT				
TRECHO:	BAIRRO ITORORÓ	OBRA: PAVIMENTAÇÃO				
IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS						
Nº DA AMOSTRA		1	2	3	4	5
% PASSANDO						
Granulometria % Passando	# 2"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	# 1"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	# 3/8"	99,84	86,43	93,62	90,87	87,86
	# Nº 4	97,91	74,51	78,35	70,31	76,95
	# Nº 10	96,29	78,70	60,54	50,49	82,36
	# Nº 40	86,31	49,42	42,96	33,19	63,05
	# Nº 200	67,14	55,16	29,13	19,16	35,85
CLASSIFICAÇÃO						
CLASSIFICAÇÃO	Limite de liquidez	23,50	33,00	N.L.	N.L.	N.L.
	Índice de Plasticidade	5,97	12,97	N.P.	N.P.	N.P.
	Índice de Grupo	6	2	0	0	0
	Classificação H.R.B.	A4	A6	A2-4	A1-b	A4
	CLASSIFICAÇÃO "SUCS"	CL-ML	GC	GC	GC	GC
CLASSIFICAÇÃO GRANULOMÉTRICA						
CLASSIFICAÇÃO GRANULOMÉTRICA	PASSANDO 4,8 mm %	97,91%	74,51%	78,35%	70,31%	76,95%
	PASSANDO 2,0 mm %	96,29%	78,70%	60,54%	50,49%	82,36%
	PASSANDO 0,42 mm %	86,31%	49,42%	42,96%	33,19%	63,05%
	PASSANDO 0,075 mm %	67,14%	55,16%	29,13%	19,16%	35,85%
	RETIDO 2,0mm %	3,71%	21,30%	39,46%	49,51%	17,64%
	TOTAL	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
COMPACTAÇÃO e C.B.R						
Normal	Dens. Máx Laboratório	1,847	2,036	1,945	1,854	2,077
	Umid. Ótima Laboratório	13,89%	11,06%	14,27%	14,20%	9,87%
	C.B.R.	7,04%	32,00%	16,51%	31,01%	36,82%
	Expansão	0,03%	0,03%	0,05%	0,05%	0,04%
DADOS DA COLETA						
CAMADA:		1	1	1	1	1
FURO:		1	2	3	4	5
AMOSTRA		1	2	3	4	5
Profundidade (m)		0,020 - 1,0	0,0 - 1,0	0,0 - 1,0	0,020 - 1,0	0,015 - 1,0
Coordenadas UTM		21L;587555;8268605	21L;587685;8268648	21L;587750;8268680	21L;587817;8268706	21L;587890;8268732
ENSAIO "IN SITU" (CAMPO)						
Densidade Campo	Dens. Máx. Seca Campo	1,847				
	Umidade Campo	18,10%				
	Grau de Compactação %	129,13%				
Observações						
Laboratorista: Samuel Nolasco						
Eng. Responsável: Jonny Willian Jesus Rocha						





## LOCALIZAÇÃO DOS FUROS





### 3.3. ESTUDO DE TRÁFEGO



### 3.3.1. Introdução

O objetivo deste ESTUDO DE TRÁFEGO é a determinação do número N - número equivalente de operações do eixo simples padrão de 82 kN, durante o período de projeto (10 anos).

### 3.3.2. Estabelecimento de Parâmetros de Tráfego para Classificação das Vias

Para o estabelecimento do parâmetro "N" (número de operações do eixo padrão de 80 KN), representativo das características de tráfego, são estudados os seguintes tópicos:

- Estimativa das porcentagens mais prováveis de cada tipo de veículo de carga na composição da frota. Isso é efetuado levando-se em conta a função preponderante de cada classe de via.
- Carregamento provável de acordo com cada classe de via. Constata-se que, em viagens curtas e principalmente nas zonas urbanas, a porcentagem de veículos circulando com carga abaixo do limite e mesmo "vazios" é elevada.

Para o cálculo do fator de equivalência de cada tipo de veículo, necessário à determinação do número "N" (considerando seus carregamentos), são utilizados os estudos realizados para a determinação dos fatores de equivalência, e que constam de:

- Estabelecimento de modelos matemáticos, relacionando a carga útil às cargas resultantes nos eixos dos veículos. Foram obtidos a partir dos dados básicos de cada tipo de veículo (tara, número de eixo, limites máximos de carga por eixo, etc.) e confrontados com modelos obtidos por regressão linear de alguns levantamentos estatísticos disponíveis. A utilização desses modelos conduz à determinação dos fatores de equivalência correspondentes a:

105% da carga útil máxima

100% da carga útil máxima

75% da carga útil máxima

- Estabelecimento de percentuais dos carregamentos para os tipos de veículos comerciais componentes da frota, de acordo com as características de cada classe de via, sendo calculados os fatores de equivalência final e determinados os números "N" indicados no Quadro 1.

### 3.3.3. Classificação das Vias e Parâmetros de Tráfego

A classificação do tipo de tráfego da via deverá preceder a aplicação dos métodos de dimensionamento adotados pela PMSP. Essa classificação permite a adequada utilização desses métodos e estimativa de solicitações de veículos a que a via estará submetida em seu período de vida útil.

Na presente classificação foi considerada a carga máxima legal no Brasil, que é de 10 toneladas por eixo simples de rodagem dupla (100kN/ESRD).

O tráfego e as cargas solicitantes na via a ser pavimentada deverão ser caracterizados de forma a instruir a aplicação dos métodos adotados. O parâmetro "N" constitui o valor final representativo dos esforços transmitidos à estrutura, na interface pneu/pavimento. O valor de "N" indica o número de solicitações previstas no período operacional do pavimento, por um eixo traseiro simples, de rodagem dupla, com 80 kN, conforme o Método do Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA.

A previsão do valor final de "N" deve tomar como base contagens classificatórias, para utilização dos tipos de tráfego abaixo relacionados. Quando houver disponibilidade de dados de pesagens de eixos, com a respectiva caracterização por tipos, o cálculo do valor final de "N" deverá seguir integralmente as recomendações e instruções do método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNIT-1996.

As vias urbanas a serem pavimentadas serão classificadas, para fins de dimensionamento de pavimento, de acordo com tráfego previsto para as mesmas, nos seguintes tipos:

**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 número não superior a 20 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número "N" típico de  $1 \times 10^5$  solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 10 anos.

**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  $5 \times 10^5$  solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 10 anos.

**Tráfego Meio Pesado** - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número 101 a 300 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de  $2 \times 10^6$  solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 10 anos.

**Tráfego Pesado** - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número de 301 a 1000 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de  $2 \times 10^7$  solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 10 anos a 12 anos.

**Tráfego Muito Pesado** - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número de 1001 a 2000 por dia, na faixa de tráfego mais solicitada, caracterizada por

número "N" típico superior a  $5 \times 10^7$  solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 12 anos.

**Faixa Exclusiva de Ônibus** - Vias para as quais é prevista, quase que exclusivamente, a passagem de ônibus e veículos comerciais (em número reduzido), podendo ser classificadas em:

- Faixa Exclusiva de Ônibus com Volume Médio - onde é prevista a passagem de ônibus em número não superior a 500 por dia, na faixa "exclusiva" de tráfego, caracterizado por número "N" típico de  $10^7$  solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 12 anos.
- Faixa Exclusiva de Ônibus com Volume Elevado - onde é prevista a passagem de ônibus em número superior a 500 por dia, na faixa "exclusiva" de tráfego, caracterizado por número "N" típico de  $5 \times 10^7$  solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 12 anos.

O Quadro 1, resume os principais parâmetros adotados para a classificação das vias da Prefeitura do Município de São Paulo - PMSP.

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

Quadro 1 – Classificação das vias e parâmetros de tráfego

A insuficiência de dados estatísticos sobre o tráfego existente no trecho em estudo, bem como de dados de contagem classificatória do tráfego local, que permitissem a avaliação, com confiança, do tráfego futuro, conduziu ao emprego das Instruções de Projeto adotado pela Prefeitura Municipal de São Paulo, a IP-02.

Neste projeto as vias foram classificadas como via local e coletora secundária com  $N = 5,0 \times 10^5$ .



#### **4. PROJETOS**



#### **4.1. PROJETO GEOMÉTRICO**

#### 4.1.1. Introdução

O projeto geométrico segue o Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas do DNIT - 2010 e tem o objetivo de definir e especificar os serviços constantes do Projeto Geométrico dos Projetos de Engenharia Rodoviária, Projeto Básico e Projeto Executivo.

O Projeto Geométrico foi elaborado a partir dos dados fornecidos pelos estudos topográfico e geotécnico, fazendo-se constar nos desenhos em planta e perfil os elementos necessários à perfeita definição e visualização do trecho. O Projeto Geométrico constará de:

- Projeto em planta;
- Projeto em perfil.

#### 4.1.2. Projeto em Planta

O projeto em planta foi elaborado na escala apresentada no Volume 2 – Projeto Executivo. O eixo de projeto foi estaqueado de 20 em 20 metros, com curvas de nível de metro em metro.

Alguns aspectos foram levados em consideração no projeto do traçado, objetivando a sua fluência e a sua aparência, e foram calculados conforme especificados no Manual de Projeto Geométrico – DNIT – 1999.

No caso de ângulos centrais AC pequenos, iguais ou inferiores a 5°, para evitar a aparência de quebra do alinhamento, os raios deverão ser suficientemente grandes para proporcionar os desenvolvimentos circulares mínimos D, obtidos pela fórmula:

$$D \geq 30 (10 - AC)$$

$$AC \leq 5^\circ \text{ (D em metros, AC em graus)}$$

E não é necessário curva horizontal para  $A < 0^\circ 15'$ , conforme orientação no “*Manual de Projeto Geométrico (DNIT) página 63*”.

Na conexão horizontal entre dois trechos em tangente há dois tipos de concordância utilizados nos projetos:

- Curva circular simples, quando os dois trechos em tangentes são ligados por um arco de círculo.
- Curva circular composta, quando os dois trechos em tangentes são conectados por dois ou mais arcos de círculo sucessivamente tangentes girando no mesmo sentido. Normalmente nesse caso são utilizados três arcos em que o primeiro e o terceiro tem raios iguais e o central tem raio inferior.

#### **4.1.3. Projeto em Perfil**

Definido o perfil do terreno correspondente à diretriz locada, procede-se com o traçado do greide do pavimento acabado, procurando-se obter a menor movimentação de terra, dentro das características técnicas estabelecidas para o projeto.

No lançamento do greide foi levado em consideração os elementos oriundos dos estudos topográficos e dos reconhecimentos de campo. O greide projetado refere-se às cotas finais de terraplenagem, referenciadas ao eixo da pista. A plataforma terá inclinação transversal de 3% para ambos os lados.

Em perfil, serão indicadas as linhas do terreno e do greide no eixo de projeto. Serão indicadas, também, as declividades das rampas, o comprimento das projeções horizontais das curvas de concordância vertical, estacas e cotas do PIV de cada curva vertical e o comprimento da flecha.



#### **4.2. PROJETO DE TERRAPLENAGEM**



O Projeto de Terraplenagem tem por finalidade criar as condições necessárias ao bom funcionamento da via. A superfície natural deve ser substituída por uma superfície projetada, considerando a segurança, o conforto e o desempenho dos veículos.

A elaboração do projeto de terraplenagem se faz necessário análise dos Estudos Topográfico, Geotécnicos, Ambientais e geométrico.

Estudos estes que fornecem informações métricas em planta, perfil e seções transversais, tanto no terreno existente quanto do terrapleno projetado, para permitir a quantificação dos volumes a movimentar e a elaboração de notas de serviço de terraplenagem e cálculo de volumes.

Os cálculos dos volumes na operação de terraplenagem, foram realizados por planilhas eletrônicas e através de software desenvolvido para projetos rodoviários.

Foram adotadas para os taludes as seguintes inclinações:

Corte caixão: 10,0(V) / 1,0(H);

Corte: 1,0(V) / 1,0(H);

Aterro: 1,0(V) / 1,5(H).

Para o cálculo dos volumes de aterros, foi considerado um fator de homogeneização de 1,25 para materiais de 1ª categoria, que representa a relação entre o volume original medido nos cortes e os volumes medidos nos aterros.

Para esse projeto os cortes executados serão destinados aos aterros e bota-fora a eles adjacentes sob a forma de compensação longitudinal e lateral.

Os segmentos em aterros ao longo do trecho, serão preenchidos com material selecionados provenientes dos cortes.

Todo o material de bota fora, será destinado a execução de aterro em estrada vicinal, indicada pela prefeitura.

São apresentados, a seguir, o Cálculo de Volume.



#### 4.2.1. Cálculo de Volume

CÁLCULO DE VOLUMES POR COMPARAÇÃO DE PERFIS: TERRENO x PROJETO							
Alinhamento: RUA TENENTE CORONEL DUARTE - TRECHO 1							
Estaca	Semi Distância (m)	Área de Corte (m²)	Volume de Corte (m³)	Área de Aterro (m²)	Volume Aterro (m³)	Vol. Acum. Corte (m³)	Vol. Acum. Aterro (m³)
0+0,00	0,00	2,08	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
1+0,00	10,00	1,83	39,12	0,08	1,28	39,12	1,28
2+0,00	10,00	2,44	42,67	0,00	0,78	81,79	2,05
3+0,00	10,00	3,20	56,39	0,00	0,00	138,18	2,05
4+0,00	10,00	4,13	73,31	0,00	0,00	211,48	2,05
5+0,00	10,00	3,81	79,42	0,00	0,00	290,90	2,05
6+0,00	10,00	2,97	67,84	0,00	0,00	358,74	2,05
7+0,00	10,00	2,97	59,39	0,00	0,00	418,12	2,05
7+2,164	1,08	3,05	6,51	0,00	0,00	424,63	2,05

	Corte	Aterro
Áreas	26,48 m²	0,13 m²
Volumes	424,63 m³	2,05 m³

CÁLCULO DE VOLUMES POR COMPARAÇÃO DE PERFIS: TERRENO x PROJETO							
Alinhamento: RUA TENENTE CORONEL DUARTE - TRECHO 2							
Estaca	Semi Distância (m)	Área de Corte (m²)	Volume de Corte (m³)	Área de Aterro (m²)	Volume Aterro (m³)	Vol. Acum. Corte (m³)	Vol. Acum. Aterro (m³)
0+0,00	0,00	1,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1+0,00	10,00	0,78	25,19	0,32	3,30	25,19	3,30
2+0,00	10,00	2,85	36,25	0,00	3,21	61,44	6,51
3+0,00	10,00	2,65	54,97	0,00	0,00	116,41	6,51
4+0,00	10,00	2,41	50,60	0,00	0,01	167,01	6,52
5+0,00	10,00	2,19	46,01	0,00	0,01	213,03	6,54
6+0,00	10,00	2,07	42,64	0,00	0,00	255,66	6,54
6+5,498	2,75	2,05	11,34	0,01	0,03	267,00	6,57

	Corte	Aterro
Áreas	16,74 m²	0,33 m²
Volumes	267,00 m³	6,57 m³



### CÁLCULO DE VOLUMES POR COMPARAÇÃO DE PERFIS: TERRENO x PROJETO

Alinhamento: RUA ALTAMIRA - TRECHO 1

Estaca	Semi Distância (m)	Área de Corte (m²)	Volume de Corte (m³)	Área de Aterro (m²)	Volume Aterro (m³)	Vol. Acum. Corte (m³)	Vol. Acum. Aterro (m³)
0+0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1+0,00	10,00	1,07	35,76	0,11	1,09	35,76	1,09
2+0,00	10,00	1,45	25,22	0,00	1,14	60,97	2,23
3+0,00	10,00	2,41	38,63	0,00	0,05	99,60	2,29
4+0,00	10,00	3,06	54,71	0,00	0,00	154,31	2,29
5+0,00	10,00	2,82	58,77	0,00	0,00	213,08	2,29
6+0,00	10,00	2,31	51,27	0,00	0,00	264,35	2,29
7+0,00	10,00	1,54	38,45	0,00	0,00	302,81	2,29
7+2,364	1,18	1,62	3,74	0,04	0,05	306,55	2,34

	Corte	Aterro
Áreas	18,78 m²	0,15 m²
Volumes	306,55 m³	2,34 m³

### CÁLCULO DE VOLUMES POR COMPARAÇÃO DE PERFIS: TERRENO x PROJETO

Alinhamento: RUA ALTAMIRA - TRECHO 2

Estaca	Semi Distância (m)	Área de Corte (m²)	Volume de Corte (m³)	Área de Aterro (m²)	Volume Aterro (m³)	Vol. Acum. Corte (m³)	Vol. Acum. Aterro (m³)
0+0,00	0,00	0,80	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00
1+0,00	10,00	0,74	15,42	0,22	4,59	15,42	4,59
2+0,00	10,00	2,12	28,64	0,07	2,86	44,06	7,45
3+0,00	10,00	3,16	52,77	0,00	0,70	96,83	8,15
4+0,00	10,00	3,75	69,05	0,00	0,00	165,87	8,15
5+0,00	10,00	1,97	57,18	0,00	0,00	223,05	8,15
6+0,00	10,00	2,02	39,86	0,00	0,09	262,91	8,25
6+5,573	2,79	2,69	13,12	0,00	0,03	276,03	8,27

	Corte	Aterro
Áreas	17,25 m²	0,53 m²
Volumes	276,03 m³	8,27 m³



### CÁLCULO DE VOLUMES POR COMPARAÇÃO DE PERFIS: TERRENO x PROJETO

Alinhamento: RUA BRAGANÇA - TRECHO 1

Estaca	Semi Distância (m)	Área de Corte (m²)	Volume de Corte (m³)	Área de Aterro (m²)	Volume Aterro (m³)	Vol. Acum. Corte (m³)	Vol. Acum. Aterro (m³)
0+0,00	0,00	2,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1+0,00	10,00	2,10	44,77	0,00	0,00	44,77	0,00
2+0,00	10,00	2,31	44,07	0,00	0,00	88,83	0,00
3+0,00	10,00	3,45	57,61	0,00	0,00	146,45	0,00
4+0,00	10,00	4,52	79,77	0,00	0,00	226,22	0,00
5+0,00	10,00	0,79	53,18	0,20	2,01	279,41	2,01
6+0,00	10,00	0,10	8,96	1,23	14,28	288,36	16,29
7+0,00	10,00	1,86	19,60	0,21	14,37	307,97	30,66
7+2,857	1,43	2,61	6,38	0,09	0,43	314,35	31,09

	Corte	Aterro
Áreas	20,12 m²	1,73 m²
Volumes	314,35 m³	31,09 m³

### CÁLCULO DE VOLUMES POR COMPARAÇÃO DE PERFIS: TERRENO x PROJETO

Alinhamento: RUA BRAGANÇA - TRECHO 2

Estaca	Semi Distância (m)	Área de Corte (m²)	Volume de Corte (m³)	Área de Aterro (m²)	Volume Aterro (m³)	Vol. Acum. Corte (m³)	Vol. Acum. Aterro (m³)
0+0,00	0,00	3,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1+0,00	10,00	5,42	87,49	0,00	0,00	87,49	0,00
2+0,00	10,00	6,09	115,07	0,00	0,00	202,56	0,00
3+0,00	10,00	4,03	101,20	0,00	0,00	303,76	0,00
4+0,00	10,00	2,35	63,81	0,00	0,00	367,58	0,00
5+0,00	10,00	2,78	51,28	0,00	0,00	418,86	0,00
6+0,00	10,00	2,12	48,96	0,00	0,00	467,81	0,00
6+1,598	0,80	2,06	3,34	0,05	0,04	471,15	0,04

	Corte	Aterro
Áreas	28,18 m²	0,05 m²
Volumes	471,15 m³	0,04 m³



### CÁLCULO DE VOLUMES POR COMPARAÇÃO DE PERFIS: TERRENO x PROJETO

Alinhamento: RUA MOSSORÓ - TRECHO 1

Estaca	Semi Distância (m)	Área de Corte (m <sup>2</sup> )	Volume de Corte (m <sup>3</sup> )	Área de Aterro (m <sup>2</sup> )	Volume Aterro (m <sup>3</sup> )	Vol. Acum. Corte (m <sup>3</sup> )	Vol. Acum. Aterro (m <sup>3</sup> )
0+0,00	0,00	1,95	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
1+0,00	10,00	1,03	29,85	0,20	2,42	29,85	2,42
2+0,00	10,00	1,91	29,39	0,00	2,01	59,24	4,43
3+0,00	10,00	2,31	42,16	0,05	0,49	101,40	4,92
4+0,00	10,00	3,59	58,98	0,00	0,48	160,38	5,40
5+0,00	10,00	3,35	69,40	0,00	0,00	229,78	5,40
6+0,00	10,00	4,30	76,47	0,00	0,00	306,24	5,40
6+18,901	9,45	4,13	79,60	0,00	0,00	385,85	5,40

	Corte	Aterro
Áreas	22,57 m <sup>2</sup>	0,29 m <sup>2</sup>
Volumes	385,85 m <sup>3</sup>	5,40 m <sup>3</sup>

### CÁLCULO DE VOLUMES POR COMPARAÇÃO DE PERFIS: TERRENO x PROJETO

Alinhamento: RUA MOSSORÓ - TRECHO 2

Estaca	Semi Distância (m)	Área de Corte (m <sup>2</sup> )	Volume de Corte (m <sup>3</sup> )	Área de Aterro (m <sup>2</sup> )	Volume Aterro (m <sup>3</sup> )	Vol. Acum. Corte (m <sup>3</sup> )	Vol. Acum. Aterro (m <sup>3</sup> )
0+0,00	0,00	3,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1+0,00	10,00	5,58	93,60	0,00	0,00	93,60	0,00
2+0,00	10,00	0,00	55,76	13,49	134,92	149,36	134,92
3+0,00	10,00	0,00	0,00	11,10	245,97	149,36	380,89
4+0,00	10,00	6,68	66,81	0,00	111,05	216,17	491,94
5+0,00	10,00	7,70	143,77	0,00	0,00	359,93	491,94
6+0,00	10,00	3,25	109,41	0,00	0,00	469,35	491,94
6+4,512	2,26	2,17	12,21	0,00	0,01	481,55	491,95

	Corte	Aterro
Áreas	29,16 m <sup>2</sup>	24,59 m <sup>2</sup>
Volumes	481,55 m <sup>3</sup>	491,95 m <sup>3</sup>



### CÁLCULO DE VOLUMES POR COMPARAÇÃO DE PERFIS: TERRENO x PROJETO

Alinhamento: RUA ITABAIANA

Estaca	Semi Distância (m)	Área de Corte (m²)	Volume de Corte (m³)	Área de Aterro (m²)	Volume Aterro (m³)	Vol. Acum. Corte (m³)	Vol. Acum. Aterro (m³)
0+0,00	0,00	3,82	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00
1+0,00	10,00	1,90	57,22	0,02	1,13	57,22	1,13
2+0,00	10,00	1,38	32,84	0,58	6,05	90,06	7,18
3+0,00	10,00	4,07	54,53	0,00	5,85	144,58	13,03
4+0,00	10,00	8,71	127,77	0,00	0,00	272,36	13,03
5+0,00	10,00	9,37	180,74	0,00	0,00	453,09	13,03
6+0,00	10,00	3,08	124,46	0,55	5,54	577,55	18,57
6+3,14	1,57	2,48	8,73	0,67	1,93	586,29	20,50
6+10,00	3,43	1,34	13,10	0,83	5,17	599,39	25,67
6+19,44	4,72	0,16	7,06	1,83	12,56	606,45	38,23
7+0,00	0,28	0,15	0,09	1,96	1,07	606,54	39,30
7+10,00	5,00	0,03	0,87	2,28	21,20	607,40	60,50
7+15,73	2,87	0,08	0,30	2,06	12,45	607,70	72,95
8+0,00	2,13	0,13	0,43	1,86	8,36	608,13	81,31
9+0,00	10,00	1,55	16,80	0,57	24,28	624,94	105,59
10+0,00	10,00	2,96	45,11	0,39	9,57	670,05	115,16
11+0,00	10,00	3,33	62,92	0,26	6,47	732,97	121,63
12+0,00	10,00	0,48	38,11	1,67	19,31	771,08	140,94
13+0,00	10,00	0,71	11,86	1,18	28,56	782,93	169,50
13+18,934	9,47	3,16	36,61	0,37	14,70	819,54	184,21

	Corte	Aterro
Áreas	48,89 m²	17,17 m²
Volumes	819,54 m³	184,21 m³



### CÁLCULO DE VOLUMES POR COMPARAÇÃO DE PERFIS: TERRENO x PROJETO

Alinhamento: RUA COLATINA

Estaca	Semi Distância (m)	Área de Corte (m <sup>2</sup> )	Volume de Corte (m <sup>3</sup> )	Área de Aterro (m <sup>2</sup> )	Volume Aterro (m <sup>3</sup> )	Vol. Acum. Corte (m <sup>3</sup> )	Vol. Acum. Aterro (m <sup>3</sup> )
0+0,00	0,00	2,03	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
1+0,00	10,00	4,51	65,46	0,00	0,43	65,46	0,43
2+0,00	10,00	3,10	76,12	0,00	0,00	141,58	0,43
3+0,00	10,00	2,59	56,95	0,02	0,15	198,53	0,58
4+0,00	10,00	2,10	46,92	0,00	0,15	245,46	0,73
5+0,00	10,00	0,21	23,04	0,53	5,27	268,50	6,01
6+0,00	10,00	1,67	18,80	0,24	7,71	287,30	13,72
7+0,00	10,00	2,41	40,80	0,09	3,37	328,10	17,08
8+0,00	10,00	1,29	36,99	0,23	3,21	365,10	20,30
9+0,00	10,00	0,73	20,26	0,18	4,12	385,36	24,42
10+0,00	10,00	0,36	10,90	0,91	10,89	396,26	35,31
11+0,00	10,00	0,79	11,43	0,16	10,63	407,68	45,94
12+0,00	10,00	1,20	19,82	0,03	1,86	427,51	47,80
13+0,00	10,00	1,73	29,26	0,00	0,29	456,77	48,10
14+0,00	10,00	2,29	40,23	0,15	1,49	497,00	49,59
15+0,00	10,00	1,48	37,74	0,02	1,69	534,74	51,27
16+0,00	10,00	1,42	29,00	0,06	0,82	563,74	52,10
16+11,657	5,83	1,90	19,33	0,23	1,69	583,07	53,79

	Corte	Aterro
Áreas	31,81 m <sup>2</sup>	2,89 m <sup>2</sup>
Volumes	583,07 m <sup>3</sup>	53,79 m <sup>3</sup>



#### **4.3. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO**



#### **4.3.1. Introdução**

O Projeto de Pavimentação foi elaborado conforme O Manual de Pavimentação (2006) – DNIT, para pavimento flexível pelo método do DNER. Dimensionar um pavimento significa determinar as espessuras das camadas e os tipos de materiais a serem utilizados em sua construção, de modo a conceber uma estrutura capaz de suportar um volume de tráfego preestabelecido, nas condições climáticas locais, oferecendo o desempenho desejável para suas funções.

O projeto será apresentado abordando os seguintes tópicos:

- Elementos Básicos;
- Concepção do Projeto de Pavimentação;
- Dimensionamento;
- Seção Transversal.

#### **4.3.2. Parâmetros de Projeto**

Existem dois parâmetros fundamentais para o dimensionamento de estruturas de pavimentos.

O primeiro parâmetro é o tráfego que solicitará o pavimento projetado, tendo em vista que a ruptura deste tipo de estrutura ocorre por fadiga, devem ser consideradas as características e volumes dos veículos.

O segundo parâmetro refere-se às propriedades do solo sobre a qual a estrutura em estudo será implantada. A principal avaliação a ser realizada refere-se à capacidade de suporte do material constituinte do subleito.

A seguir são apresentadas as considerações mais detalhadas destes parâmetros supracitados.

#### **4.3.3. Estudos de Tráfego**

As características do tráfego que solicitará o pavimento projetado são de fundamental importância para o seu correto dimensionamento, uma vez que se relacionam intimamente com os esforços internos solicitantes originados na estrutura, quando submetidos ao carregamento pela passagem de veículos comerciais.

Para o dimensionamento do pavimento flexível, segundo o procedimento preconizado pelo USACE (*United States Army Corp of Engineers*) e AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation*), o tráfego é caracterizado pelo número “N” de solicitações de eixo simples padrão de 80kN, ou seja, todos os tipos de eixo e cargas dos veículos comerciais são transformados para um eixo simples padrão de roda dupla equivalente de 80kN.

Os parâmetros utilizados para o tráfego considerado para o presente estudo estão apresentados no capítulo 3.3, e a seguir apresenta-se o resumo do número N.

**Tabela 1 - Resumo Número N**

Número N <sub>USACE</sub>	Número N <sub>AASHTO</sub>
5x10 <sup>5</sup>	5x10 <sup>5</sup>

#### 4.3.4. Estudos Geotécnicos

O comportamento geotécnico do subleito é outro fator importante para o dimensionamento da estrutura do pavimento novo.

A principal característica desta camada a ser considerada no dimensionamento da estrutura de pavimento é a capacidade de suporte, pois a estrutura do pavimento deverá ser dimensionada para transmitir ao subleito os esforços solicitantes compatíveis com sua capacidade resistente.

Para identificação, caracterização e avaliação da capacidade de suporte do solo local, foram realizadas sondagens a trado ao longo das vias. O resumo dos resultados está apresentado na sequência.

**Tabela 2 - Resumo dos ensaios laboratoriais. – Parte 1**

Furo	Porcentagem que passa						Limites de		
							Atterberg		
	(%)						(%)		
	1"	3/8"	#4	#10	#40	#200	LL	LP	IP
ST-001	100,00	99,84	97,91	96,29	86,31	67,14	23,50	5,97	6
ST-002	100,00	86,43	74,51	78,70	49,42	55,16	33,00	12,97	2
ST-003	100,00	93,62	78,35	60,54	42,96	29,13	N.L.	N.P.	0
ST-004	100,00	90,87	70,31	50,49	33,19	19,16	N.L.	N.P.	0
ST-005	100,00	87,86	76,95	82,36	63,05	35,85	N.L.	N.P.	0

**Tabela 3 - Resumo dos ensaios laboratoriais – Parte 2**

Furo	Compactação		Suporte		Classificação HRB	Índice de Grupo
			California			
	□ s <sub>Max.</sub>	h <sub>Otimo</sub>	CBR	Exp.		
	(g/cm <sup>3</sup> )	(%)	(%)	(%)		
1	1,847	13,89%	7,04%	0,03%	A4	6
2	2,036	11,06%	32,00%	0,03%	A6	2
3	1,945	14,27%	16,51%	0,05%	A2-4	0
4	1,854	14,20%	31,01%	0,05%	A1-b	0
5	2,077	9,87%	36,82%	0,04%	A4	0

#### 4.3.4.1. Cálculo do Índice de Suporte Califórnia

A partir dos valores de CBR obtidos com os ensaios realizados, efetuou-se uma análise estatística dos resultados através da Metodologia do DER, descrita a seguir.

- **Método do DER (IP-DE-P00/001):**

$$ISC_p = \overline{ISC} - \frac{\sigma \times t_{0,90}}{\sqrt{(n-1)}}$$

Onde:

ISC<sub>p</sub> = Índice de Suporte Califórnia (ISC/CBR) de Projeto (%);

n = Número de amostras;

$\overline{ISC}$  = Média aritmética dos valores de ISC das 'n' amostras ensaiadas (%);

$\sigma$  = Desvio padrão da população; e

$t_{0,90}$  = Coeficiente de Student relativo ao intervalo de confiança de 90%;

Devido ao elevado desvio padrão da amostra, aplicando a metodologia supracitada, obteve-se CBRP igual a 8%.

Caso seja verificado a ocorrência de solos com capacidade de suporte inferior ao valor preconizado em projeto, recomenda-se a execução do reforço do subleito, em toda a largura de plataforma, por camada de material granular com CBR  $\geq 20\%$ , de acordo com o estudo apresentado na sequência.

#### 4.3.5. Dimensionamento da Estrutura de Pavimento Flexível – Método DNIT

O método utilizado para o dimensionamento do pavimento asfáltico foi o do DNIT, que tem por base o trabalho "*Design of Flexible Pavements considering Mixed Loads and Traffic Volume*" de autoria de Turnbull, Foster e Ahlvin, do USACE, e em conclusões obtidas na pista experimental da AASHTO, sendo que o principal objetivo da estrutura dimensionada é a proteção contra a ruptura por tensões de cisalhamento da camada do subleito.

Para os 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 capacidade do suporte do subleito e dos materiais constituintes dos pavimentos é obtida pelo ensaio de CBR. O subleito e as diferentes camadas do pavimento devem ser compactados de acordo com os valores fixados nas especificações de pavimentação do DNIT.

Também devem ser garantidas condições de drenagem superficial adequada e que o lençol d'água subterrâneo será rebaixado a, pelo menos, 1,50 m em relação ao greide da terraplenagem acabada.

A determinação das camadas constituintes do pavimento se faz pelas seguintes inequações:

$$RK_R + BK_B \geq H_{20}$$

$$RK_R + BK_B + h_{20}K_S \geq H_n$$

$$RK_R + BK_B + h_{20}K_S + h_nK_{ref} \geq H_{10}$$

Onde:

- R = espessura do revestimento;
- B = espessura da base;
- H<sub>20</sub> = espessura sobre a sub-base;
- h<sub>20</sub> = espessura da sub-base;
- H<sub>n</sub> = espessura sobre o reforço do subleito;
- h<sub>n</sub> = espessura do reforço do subleito;
- H<sub>10</sub> = espessura do pavimento;
- K<sub>R</sub>, K<sub>B</sub>, K<sub>S</sub>, K<sub>ref</sub> = coeficientes de equivalência estrutural do revestimento, base, sub-base e reforço, respectivamente.

A espessura mínima a adotar para camadas de base ou sub-base é de 15 cm.

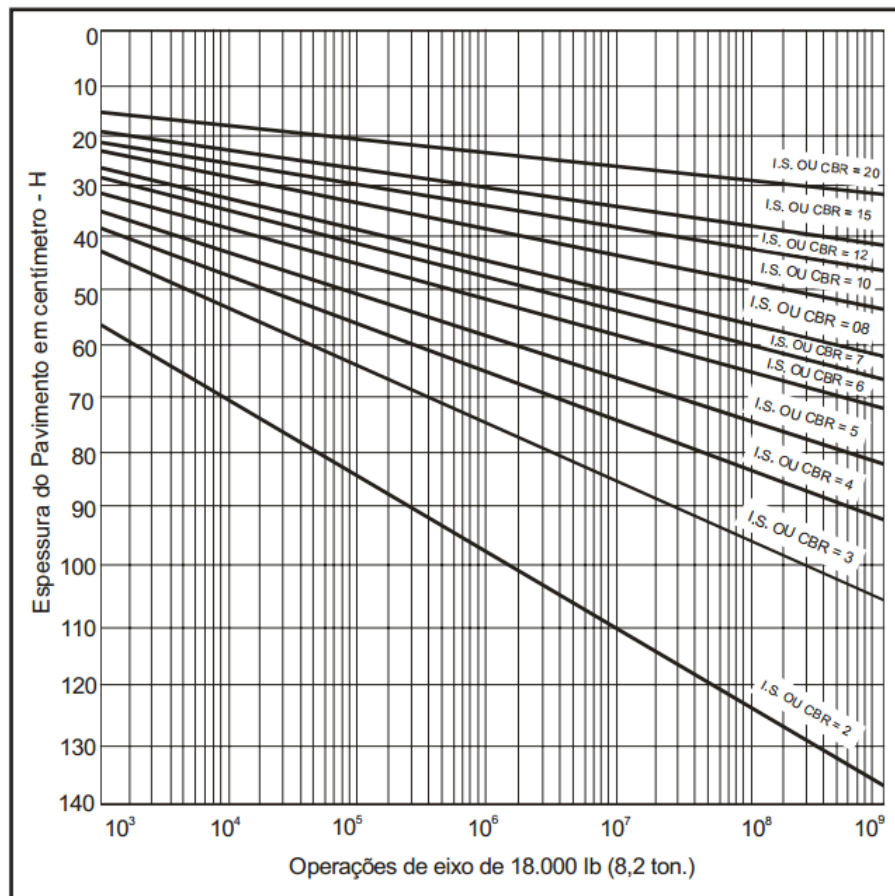
As espessuras mínimas de revestimento betuminoso são obtidas em função do número N, conforme tabela a seguir.

**Tabela 4 - Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso**

N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos Superficiais Betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos Betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 \leq N < 10^7$	Revestimentos Betuminosos com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Revestimentos Betuminosos com 10,0 cm de espessura
$5 \times 10^7 > N$	Revestimentos Betuminosos com 12,5 cm de espessura

As espessuras H<sub>10</sub>, H<sub>n</sub>, H<sub>20</sub> são obtidas pelo gráfico ou através da expressão apresentados a seguir, em que as espessuras em termos de material granular (k=1,0) são função do número N e do valor de CBR do subleito, da sub-base ou do reforço do subleito.

$$H_i = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBR_i^{-0,598}$$



**Figura 1 – Ábaco de Dimensionamento**

Com base no tráfego solicitante e nas condições de suporte, foi dimensionada a estrutura de pavimento novo, conforme apresentado na sequência.

Para a Rua Itabaiana, foi considerado o de Índice de Suporte Califórnia igual a 7,04%

Aplicando os cálculos temos:

DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO													
FURO	DADOS DE CÁLCULO									ESPESSURA CALCULADA (cm)		ESPESSURA ADOTADA (cm)	
	N	R	Kr	CBR20	CBRn	H20	Hn	KB	KSB	Base (B)	Sub Base (SB)	Base (B)	Sub Base (SB)
1	5,00E+05	2,50	1,20	20,00	7,04	24,37	45,51	1,00	1,00	21,37	22,51	20,0	20,00

Camada	Espessura Física (cm)	k	Espessura equivalente (cm)
Concreto Betuminoso Usinado a Quente	4,0	2,00	4,0
Base Estabilizada Granulometricamente – CBR > 80%	20,0	1,00	20,0
Sub-base Estabilizada Granulometricamente – CBR > 30%	20,0	1,00	20,0
Melhoria do Subleito - CBR > 8%	-	-	-
Total	44,0	-	44,0

Para as outras ruas foi adotado a média dos resultados de Índice de Suporte Califórnia igual a 29,09%

Aplicando os cálculos temos:

DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO													
FURO	DADOS DE CÁLCULO									ESPESSURA CALCULADA (cm)		ESPESSURA ADOTADA (cm)	
	N	R	Kr	CBR20	CBRn	H20	Hn	KB	KSB	Base (B)	Sub Base (SB)	Base (B)	Sub Base (SB)
1	5,00E+05	2,50	1,20	20,00	29,09	24,37	19,48	1,00	1,00	21,37	-3,52	20,0	0,00

**Tabela 5 - Estrutura Tipo I - Dimensionamento DNIT**

Camada	Espessura Física (cm)	k	Espessura equivalente (cm)
Concreto Betuminoso Usinado a Quente	4,0	2,00	4,0
Base Estabilizada Granulometricamente – CBR > 80%	20,0	1,00	20,0
Melhoria do Subleito - CBR > 8%	-	-	-
Total	24,0	-	24,0

#### 4.3.6. Especificações Técnicas

A execução dos serviços deverá seguir rigorosamente as especificações técnicas de materiais e serviços e resistências a seguir discriminadas, sem as quais este dimensionamento não terá validade.

**Tabela 6 - Especificações Técnicas**

Designação	Especificação
Concreto Betuminoso Usinado a Quente – Faixa C	DNIT 031/2006-ES
Imprimadura Betuminosa Ligante	DNIT 145/2012-ES
Imprimadura Betuminosa Impermeabilizante	DNIT 144/2012-ES
Base Estabilizada Granulometricamente – CBR > 80%	DNIT 139/2010-ES
Sub-base Estabilizada Granulometricamente – CBR > 30%	DNIT 141/2010-ES
Melhoria do Subleito – CBR ≥ 8%	DNIT 137/2010-ES

#### 4.3.7.Recomendações

Com base nos estudos realizados recomenda-se que:

- Os materiais e serviços deverão seguir as especificações técnicas mencionadas no item 4.3.6 sem as quais os dimensionamentos apresentados perdem a validade.
- As estruturas dimensionadas e apresentadas no presente relatório deverão ser controladas tecnologicamente, camada a camada, conforme parâmetros apresentados no item **Erro! Fonte de referência não encontrada..**
- Nos trechos de reconstrução e nos locais indicados para implantação de pavimento novo, o solo do subleito local deverá ser escarificado e compactado em no mínimo 20,0 cm de espessura, na energia normal.
- O lençol de água subterrâneo deverá estar rebaixado a pelo menos 1,50m em relação a cota de fundação do pavimento. Se na abertura da caixa for verificado nível d'água a uma profundidade inferior, recomenda-se a implantação de drenos profundos.
- Deverá ser realizado a “troca de solo” nos locais onde o subleito apresentar CBR menor que CBR mínimo exigido em projeto, conforme apresentado no item 4.3.4.1
- No caso de ocorrência de material orgânico e/ou expansivo, deverá ser consultada orientação geotécnica para cada caso.
- Deverá ser utilizado CAP 30/45 para as misturas asfálticas indicadas.
- Para a imprimação impermeabilizante, utilizar EAI-Ruptura Lenta (RL), conforme resolução ANP Nº 36 de 13/11/2012 (DOU 14/11/2012), cujo algumas das principais características são:
  - Viscosidade Saybolt-Furol a 25°C máx. de 90s (NBR 14.491/2007);
  - Resíduo Seco mín. 4% (NBR 14.376/2019);



#### **4.4. PROJETO DE DRENAGEM**



#### 4.4.1. Introdução

O termo Drenagem é empregado na designação das instalações necessárias para escoar o excesso de água, seja em rodovias, na zona rural ou na malha urbana (CETESB, 1980).

A drenagem urbana compreende o conjunto de todas as medidas a serem tomadas que visem à atenuação dos riscos e dos prejuízos decorrentes de inundações aos quais a sociedade está sujeita. O caminho percorrido pela água da chuva sobre uma superfície pode ser topograficamente bem definido, ou não. Após a implantação de uma cidade, o percurso caótico das enxurradas passa a ser determinado pelo traçado das ruas e acaba se comportando, tanto quantitativa como qualitativamente, de maneira bem diferente de seu comportamento original. As torrentes originadas pela precipitação direta sobre as vias públicas desembocam nas bocas de lobo situadas nas sarjetas. Estas torrentes (somadas à água da rede pública proveniente dos coletores localizados nos pátios e das calhas situadas nos topos das edificações) são escoadas pelas tubulações (CETESB, 1980).

De uma maneira geral, as águas decorrentes da chuva (coletadas nas vias públicas por meio de bocas-de-lobo e descarregadas em condutos subterrâneos) são lançadas em cursos d'água naturais, no oceano, em lagos ou, no caso de solos bastante permeáveis, esparramadas sobre o terreno por onde infiltram no subsolo. A escolha do destino da água pluvial deve ser feita segundo critérios econômicos e também para que não prejudique o local onde receberá a água. De qualquer maneira, é recomendável que o sistema de drenagem seja tal que o percurso da água entre sua origem e seu destino seja o mínimo possível. É conveniente que esta água seja escoada por gravidade (Pompêo, 2001).

Água de chuva não coletada ou coletada em más condições de implantação pode gerar alagamentos, prejuízos para a população em geral, tanto para os que residem no local quanto para os que estão apenas de passagem, além de possíveis riscos para a saúde (CETESB, 1980).

#### 4.4.2. Memorial Descritivo

- TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

Define-se o tempo de concentração como sendo o tempo que a uma gota d'água teórica leva para ir do ponto mais afastado da bacia, até o ponto de estudo. A bacia hidrográfica é uma área definida topograficamente, drenada por um curso de água ou por um sistema conectado de cursos d'água, tal que toda a vazão afluente é descarregada no exutório ou saída, e constitui um sistema que coleta a chuva e a transforma em vazão. É possível definir características fisiográficas para as bacias, com finalidade de obter os resultados do comportamento hidrológico.

Com base nos dados levantados, podemos calcular o tempo de concentração utilizando o método California Culverts Practice:

$$T_c = 57 (L^2/I_{eq})^{0,385}$$



Onde:

Tc = tempo de concentração;

L = comprimento do talvegue (km);

Ieq= declividade equivalente (m/km).

- **COEFICIENTE DE ESCOAMENTO (C)**

O percentual do volume restante que escoar até o local da área em estudo é chamado de coeficiente de escoamento e seu quadro deve ser utilizado de forma compatível com o método de cálculo de vazão e da área da bacia.

**Quadro 4 - Valores do Coeficiente de Run-off “C” – Método Racional.**

<b>Área comercial</b>	
Central	0,70 a 0,95
Bairros	0,50 a 0,70
<b>Área residencial</b>	
Residências isoladas	0,35 a 0,50
Unidades múltiplas (separadas)	0,40 a 0,60
Unidades múltiplas (conjugadas)	0,60 a 0,75
Lotes com 2000 m <sup>2</sup> ou mais	0,30 a 0,45
Área com prédios de apartamentos	0,50 a 0,70
<b>Área industrial</b>	
Indústrias leves	0,50 a 0,80
Indústrias pesadas	0,60 a 0,90
<b>Outros</b>	
Parques, cemitérios	0,10 a 0,25
Playgrounds	0,20 a 0,35
Pátios de estradas de ferro	0,20 a 0,40
Áreas sem melhoramentos	0,10 a 0,30

Fonte: FUGITA, 1980.

- **VAZÃO DE PROJETO**

**MÉTODO RACIONAL PARA CÁLCULO DE VAZÃO**

Para bacias com áreas de até a 5,00 km<sup>2</sup>, será utilizado o método racional, cuja fórmula é dada pela seguinte expressão:

$$Q = 0,0028 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Onde:

Q = descarga de projeto; em m<sup>3</sup>/s;

A = área da bacia drenada, em ha;

I = intensidade de precipitação, em mm/h, obtida na curva de frequência-intensidade-duração.

O tempo de duração foi tomado igual ao tempo de concentração da bacia;



C = coeficiente de escoamento.

#### TEMPO DE RETORNO

O intervalo de tempo para que uma dada chuva de intensidade e duração definidas seja igualada ou superada é denominado período de retorno ou tempo de recorrência.

Os tempos de recorrência adotados são os preconizados pelas instruções do Manual de Hidrologia Básica do DNIT (2006). Estes tempos estão apresentados no Quadro 5.

**Quadro 5 – Período de Retorno (Tr).**

<b>Espécie</b>	<b>Período de Recorrência (anos)</b>
Drenagem Sub-superficial	1
Drenagem Superficial	5 a 10
Bueiro	10 a 25 e 50
Ponte	100

Fonte: DNIT, 2006.

Para o cálculo do projeto, foi adotado período de recorrência de **5 anos**.

- **ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO**

Quando se trata de aplicar o método racional a uma seção de um curso d'água em uma bacia, a área de drenagem correspondente a esta seção é a área delimitada pelo divisor topográfico.

A microdrenagem é um sistema no qual o escoamento superficial é organizado para dirigir-se por caminhos (sarjetas, bocas de lobo e galerias) pré-definidos. Os divisores de água devem ser traçados ao longo das quadras e podem tornar-se complexos, devido às correções de topografia, cortes e aterros realizados para as edificações.

Na maior parte dos casos, as estimativas de vazões são realizadas em cruzamentos de ruas, considerados como pontos de análise da rede de drenagem. Assim, deve ser delimitada a área de contribuição a montante de cada um destes pontos de análise. Para contornar a complexidade da análise, considera-se que cada trecho de sarjeta receba as águas pluviais da quadra adjacente, exceto quando a topografia for muito acentuada, impossibilitando esta hipótese (Fugita, 1980).

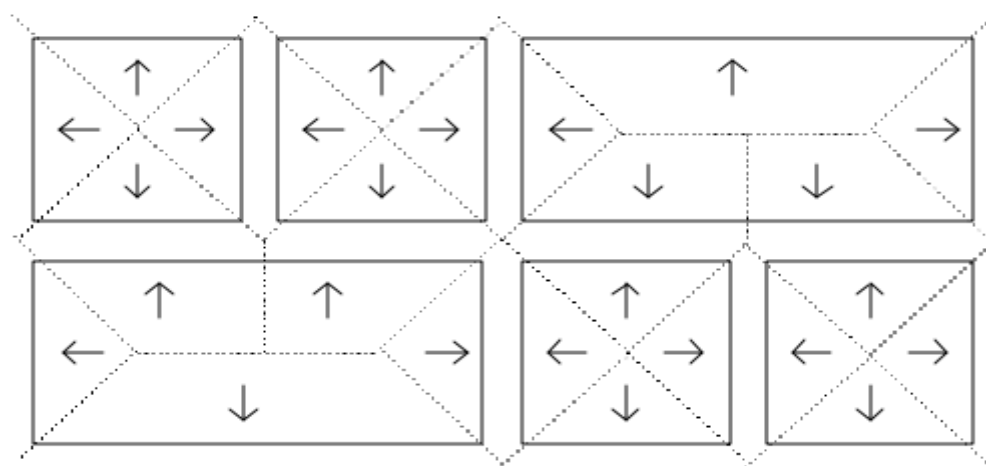


Figura 7 – Exemplo de Subdivisão de Quarteirões em Áreas Contribuintes  
Fonte: FUGITA, 1980

- **SISTEMA DE MICRODRENAGEM**

Os principais elementos do sistema de microdrenagem são os pavimentos das vias públicas, o meio-fio, as sarjetas, as bocas-de-lobo, os poços de visita, as galerias, os condutos forçados, as estações de bombeamento e os sarjetões.

- **Meio-fio:** São constituídos de blocos de concreto ou de pedra, situados entre a via pública e o passeio, com sua face superior nivelada com o passeio, formando uma faixa paralela ao eixo da via pública.
- **Sarjetas:** São as faixas formadas pelo limite da via pública com os meio-fios, formando uma calha que coleta as águas pluviais oriundas da rua.
- **Bocas-de-lobo:** São dispositivos de captação das águas das sarjetas.
- **Poços de visita:** São dispositivos colocados em pontos convenientes do sistema, para permitir sua manutenção.
- **Galerias:** São as canalizações públicas destinadas a escoar as águas pluviais oriundas das ligações privadas e das bocas-de-lobo.
- **Condutos forçados e estações de bombeamento:** Quando não há condições de escoamento por gravidade para a retirada da água de um canal de drenagem para um outro, recorre-se aos condutos forçados e às estações de bombeamento.
- **Sarjetões:** São formados pela própria pavimentação nos cruzamentos das vias públicas, formando calhas que servem para orientar o fluxo das águas que escoam pelas sarjetas.



As planilhas contendo o Cálculo estão anexadas ao projeto. A figura abaixo mostra quais são as precipitações, de acordo com o tempo de retorno e duração da chuva.

### Precipitações máximas

Precipitação máxima (mm h<sup>-1</sup>) em Cuiabá, MT, na estação Nossa Senhora da Guia (01556000), para diferentes durações e períodos de retorno. Coordenadas geográficas: 15°21'18"S, 21°18'56"W.

N	Média (mm)	Máximo (mm)	Mínimo (mm)	CV (%)	Alfa	Beta	D <sup>(1)</sup>	d <sup>(2)</sup>
34	106,3	188,0	60,1	35,1	89,60	26,59	0,21	0,23
Duração	Período de retorno (anos)							
	2	3	4	5	10	15	20	50
5 min	143,6	164,2	177,4	187,2	216,0	232,3	243,7	279,5
10 min	114,0	130,4	140,9	148,6	171,6	184,5	193,5	222,0
15 min	98,6	112,7	121,8	128,5	148,3	159,4	167,3	191,8
20 min	85,5	97,8	105,7	111,5	128,7	138,4	145,2	166,5
25 min	76,9	87,9	95,0	100,2	115,6	124,4	130,5	149,6
30 min	70,4	80,5	87,0	91,8	105,9	113,9	119,5	137,0
1 h	47,6	54,4	58,8	62,0	71,6	76,9	80,7	92,6
6 h	13,6	15,5	16,8	17,7	20,4	22,0	23,1	26,5
8 h	11,0	12,6	13,6	14,4	16,6	17,9	18,7	21,5
10 h	9,3	10,6	11,5	12,1	14,0	15,0	15,8	18,1
12 h	8,0	9,2	9,9	10,5	12,1	13,0	13,6	15,6
24 h	4,7	5,4	5,8	6,2	7,1	7,6	8,0	9,2

<sup>(1)</sup>Valores de máxima divergência do Teste Kolmogorov-Smirnov. <sup>(2)</sup>Nível crítico em 5% de significância.

Fonte: Chuvas intensas no estado de Mato Grosso, Embrapa, 2010

Utilizou-se para o cálculo a precipitação com período de retorno de 5 anos com duração de 10 minutos, sendo assim, **=148,60 mm/h**.

- DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO**

Os estudos hidráulicos foram realizados com base nos resultados obtidos por meio dos estudos hidrológicos, a fim de dimensionar e detalhar os dispositivos de drenagem empregados na concepção do sistema projetado.

Para o dimensionamento das galerias, será empregada a equação de Manning associada à equação da continuidade, representadas por:

$$V = \frac{R^{2/3} \times I^{1/2}}{n} \quad \text{e} \quad Q = v \times S$$

Onde:

V = velocidade média de escoamento, em m/s;

R = raio hidráulico da seção, em m;

i = declividade longitudinal, em m/m, determinada pela diferença entre as cotas de Jusante e Montante de cada trecho de tubulação;

n = coeficiente de rugosidade de Manning, adotado 0,013 para o concreto;

Q = vazão, em m<sup>3</sup> /s;

S = área da seção molhada, em m<sup>2</sup>.

#### 4.4.3. Especificações Técnicas

- As velocidades admissíveis são estabelecidas em função da possibilidade de sedimentação no interior da galeria e em função do material empregado. Para galerias de concreto a faixa admissível de velocidades é entre 0,60 m/s e 5,0 m/s.
- Deve-se adotar condutos de diâmetro mínimo 0,30 m a fim de evitar obstruções. Os diâmetros comerciais mais comuns são 0,40; 0,60; 0,80; 1,00 e 1,20 m. Os trechos de galerias que exijam diâmetros superiores a 1,20m podem receber galerias em paralelo, ou podem ser substituídos por seções quadradas ou seções retangulares.
- Quando houver mudanças de diâmetros, as geratrizes superiores das galerias devem coincidir. Porém, isto não se aplica a junções de ramais secundários que afluem em queda aos poços de visita.
- Nunca se deve diminuir as seções à jusante, pois qualquer detrito que venha a se alojar na tubulação deve ser conduzido até a descarga final.
- Ao se empregar canalizações sem revestimento especial, o recobrimento mínimo deve ser de 0,90 m. Se, por motivos topográficos, houver imposição de um recobrimento menor, as tubulações deverão ser dimensionadas sob o ponto de vista estrutural.
- O coeficiente de rugosidade de Manning deve ser de 0,011 para galerias quadradas ou retangulares executadas in loco; para galerias circulares em concreto, adota-se  $n = 0,013$  (adotado no projeto).

#### 4.4.4. Resultado



RESULTADO DOS CÁLCULOS DAS SARJETAS																	
Grupo	Sarjeta	Compr. (m)	Decl. (m/m)	Área Parcial (há)	Decli- vidade	Coef. Esc.	tc (min)	i (mm/h)	Q mon/jus (m3/s)	Q Engolida (m3/s)	nº Bocas de Lobo	Cap. Por Boca (m3/s)	V mon/jus (m/s)	y (mon/jus)	Larg. Mon/jus (m)	Cap. Sarj. (m3/s)	Condição
1	S1	136,14	0,017	0,339		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,1201	
					0,339				0,0000	0,0653	2	0,040	0,85	0,08	2,71		
2	S2	137,20	0,017	0,385		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,1197	
					0,385				0,0000	0,0743	2	0,040	0,86	0,08	2,87		
3	S3	135,36	0,018	0,381		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,1223	
					0,381				0,0000	0,0735	2	0,040	0,88	0,08	2,83		
4	S4	136,08	0,017	0,395		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,1220	
					0,395				0,0000	0,0762	2	0,040	0,88	0,08	2,88		
5	S5	136,42	0,019	0,415		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,1273	
					0,415				0,0000	0,0801	3	0,040	0,92	0,08	2,89		
6	S6	137,27	0,019	0,375		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,1269	
					0,375				0,0000	0,0723	2	0,040	0,90	0,08	2,77		
7	S7	132,73	0,030	0,406		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,1588	
					0,406				0,0000	0,0783	2	0,040	1,10	0,08	2,60		
8	S8	133,01	0,029	0,389		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,1587	
					0,389				0,0000	0,0750	2	0,040	1,09	0,08	2,56		
9	S9	48,61	0,006	0,122		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,0726	Dispensa de Galeria
					0,122				0,0235				0,47	0,07	2,16		
10	S10	55,46	0,006	0,134		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,0734	
					0,134				0,0000	0,0259	1	0,060	0,48	0,07	2,25		
11	S11	57,48	0,009	0,134		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,0862	
					0,134				0,0000	0,0258	1	0,060	0,55	0,07	2,09		
12	S12	54,40	0,022	0,133		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,1373	
					0,133				0,0000	0,0257	1	0,040	0,81	0,06	1,67		
13	S13	48,48	0,025	0,110		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,1454	Dispensa de Galeria
					0,110				0,0212				0,84	0,05	1,47		
14	S14	48,29	0,006	0,106		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,0728	Dispensa de Galeria
					0,106				0,0204				0,46	0,06	2,03		



RESULTADO DOS CÁLCULOS DAS SARJETAS																	
Grupo	Sarjeta	Compr. (m)	Decl. (m/m)	Área Parcial (há)	Decli-vidade	Coef. Esc.	tc (min)	i (mm/h)	Q mon/jus (m3/s)	Q Engolida (m3/s)	nº Bocas de Lobo	Cap. Por Boca (m3/s)	V mon/jus (m/s)	y (mon/jus)	Larg. Mon/jus (m)	Cap. Sarj. (m3/s)	Condição
15	S15	55,08	0,006	0,140		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,0737	
					0,140				0,0000	0,0270	1	0,060	0,48	0,07	2,28		
16	S16	56,58	0,009	0,121		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,0869	
					0,121				0,0000	0,0234	1	0,060	0,54	0,06	1,99		
17	S17	54,79	0,022	0,114		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,1368	
					0,114				0,0000	0,0220	1	0,040	0,80	0,05	1,55		
18	S18	48,15	0,025	0,110		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,1459	Dispensa de Galeria
					0,110				0,0212				0,84	0,05	1,47		
19	S19	119,27	0,034	0,311		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,1692	Dispensa de Galeria
					0,311				0,0599				1,10	0,07	2,25		
20	S20	119,83	0,033	0,342		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,1689	Dispensa de Galeria
					0,342				0,0660				1,12	0,07	2,35		
21	S21	119,55	0,032	0,361		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,1654	Dispensa de Galeria
					0,361				0,0697				1,11	0,07	2,43		
22	S22	119,05	0,032	0,378		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,1658	Dispensa de Galeria
					0,378				0,0728				1,12	0,07	2,48		
23	S23	114,96	0,041	0,369		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,1877	Dispensa de Galeria
					0,369				0,0712				1,24	0,07	2,32		
24	S24	116,14	0,041	0,364		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,1865	Dispensa de Galeria
					0,364				0,0702				1,23	0,07	2,31		
25	S25	64,24	0,090	0,191		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,2779	
					0,191				0,0000	0,0368	1	0,040	1,59	0,05	1,40		
26	S26	63,93	0,091	0,190		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,2786	
					0,190				0,0000	0,0367	1	0,040	1,59	0,05	1,40		
27	S27	98,47	0,081	0,270		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,2623	
					0,270				0,0000	0,0521	2	0,040	1,57	0,06	1,72		
						0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,2147	
28	S28	99,50	0,054	0,316		0,47	10,00	147,42	0,0000	0,0609	2	0,040	1,35	0,06	2,04		
					0,316				0,0000				0,00	0,00	0,00	0,1464	
						0,47	10,00	147,42	0,0000				0,92	0,06	2,04		
					0,216				0,0000	0,0416	2	0,040	0,00	0,00	0,00	0,2623	
28	S30	98,47	0,081	0,171		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,2623	
					0,171				0,0000	0,0329	1	0,040	1,49	0,05	1,36		
						0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,2135	
					0,246				0,0000	0,0474	2	0,040	1,30	0,06	1,82		
						0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,1475	
					0,204				0,0000	0,0393	1	0,040	0,92	0,06	1,98		
29	S33	53,44	0,046	0,148		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,1979	
					0,148				0,0000	0,0286	1	0,040	1,14	0,05	1,47		
30	S34	53,48	0,046	0,148		0,47	10,00	147,42	0,0000				0,00	0,00	0,00	0,1978	
					0,148				0,0000	0,0285	1	0,040	1,14	0,05	1,46		





RESULTADO DOS CÁLCULOS DAS GALERIAS																	
Grupo	Trecho	Extensão (m)	Vazão (m³/s)	Diâmetro (m)	Declividade	Tirante	Vel. Real (m/s)	Q Seção Plena (m³/s)	V Seção Plena (m/s)	Cota Ter. Montante	Cota Ter. Jusante	Cota GI Gal. Montante	Cota GI Gal. Jusante	Prof. Montante	Prof. Jusante	n Manning	Larg. Vala (m)
G1	T1	72	0,140	0,600	0,0056	0,378	1,43	0,445	1,57	217,550	217,150	215,950	215,550	1,600	1,600	0,013	1,2
	T2	74	0,342	0,600	0,0101	0,531	2,24	0,622	2,20	217,150	216,400	215,550	214,800	1,600	1,600	0,013	1,2
	T3	72	0,544	0,600	0,0248	0,536	3,52	0,974	3,45	216,400	214,610	214,800	213,010	1,600	1,600	0,013	1,2
	T4	72	0,745	0,600	0,0393	0,565	4,52	1,232	4,36	214,610	211,770	213,010	210,170	1,600	1,600	0,013	1,2
	T5	58	0,818	0,600	0,0571	0,533	5,34	1,479	5,23	211,770	208,320	210,170	206,870	1,600	1,450	0,013	1,2
G2	T6	13	0,875	0,600	0,0246	0,750	3,85	0,990	3,50	208,320	208,150	206,870	206,550	1,450	1,600	0,013	1,2
	T7	100	0,085	0,600	0,0537	0,164	2,81	1,249	4,42	208,290	202,920	206,690	201,320	1,600	1,600	0,013	1,2
	T8	79	0,193	0,600	0,0254	0,300	2,71	0,929	3,28	202,920	200,920	201,320	199,320	1,600	1,600	0,013	1,2
	T9	20	0,274	0,600	0,0159	0,410	2,51	0,760	2,69	200,920	199,000	199,320	199,000	1,600	0,000	0,013	1,2

#### **4.4.5. Referências Bibliográficas**

- DAEE / CETESB – Drenagem Urbana, Manual de Projeto, 2 Edição, OUTUBRO de 1980, São Paulo
- FUGITA, O. (coord.) (1980) - Drenagem Urbana - Manual de Projeto. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo, SP.
- WILKEN, P.S. (1978) - Engenharia de Drenagem Superficial. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo, SP.
- POMPÊO, C. A. (2001) - Notas de aula em sistemas urbanos de microdrenagem. Florianópolis, SC.



#### **4.5. PROJETO DE SINALIZAÇÃO**

#### **4.5.1. Introdução**

O Projeto de sinalização é composto pela sinalização vertical, com o uso de placas, e pela sinalização horizontal, através da pintura de faixas, símbolos e letras no revestimento da pista de rolamento. O projeto foi elaborado com base no Manual de Sinalização Rodoviária, publicação IPR-743, 3ª edição, 2010, Manuais do Contran e Código de Trânsito Brasileiro (CTB).

A sinalização tem como finalidade informar, regulamentar, advertir, indicar e educar o usuário sobre a utilização da via, tornando-a mais segura ao trânsito.

Neste Projeto a sinalização visou a segurança do trânsito de veículos e pedestres, devido ser uma travessia urbana.

A velocidade diretriz adotada de 40 km/h, foi definida em função das características das vias urbanas. Em vias urbanas, o diâmetro/lado da placa deve ser 0,50m, de acordo com o Manual Sinalização de Trânsito do Contran.

#### **4.5.2. Sinalização Vertical**

A sinalização vertical será constituída de:

- Sinais de advertência;
- Sinais de regulamentação;
- Sinais de indicativos;

#### **4.5.3. Sinais**

São dispositivos de chapas metálicas, com superfície plana com tamanhos, cores e formas apropriadas.

Para facilitar a apresentação do projeto todos os sinais foram codificados. De acordo com esta codificação os sinais são representados por uma letra que indica se ele é de advertência (A), regulamentação (R) ou de informação (I), seguida de um ou mais algarismo que definem o tipo de sinal. Os sinais serão colocados à margem da rodovia, a uma distância mínima de 0,30 m do bordo e fixadas a uma altura de 2,00m a 2,50m em relação a ele, em poste próprio (PP).

#### **4.5.4. Materiais Utilizados na Sinalização Vertical**

As placas deverão ser de chapa metálica, aço ou alumínio, tratada de acordo com as especificações prescritas pelo DNER no volume “Preparação de Chapas para Pintura de Sinalização de Rodovias”.

As placas de sinalização deverão ser confeccionadas em aço galvanizado, com películas retrorrefletivas de acordo com as NBR 14.891/2012, NBR 14.644/2013 e NBR 16.592/2017.

#### **4.5.5. Sinalização Horizontal**

A sinalização horizontal da rodovia consiste em:

- Faixas delimitadoras de trânsito;
- Faixas delimitadoras de bordo;
- Faixas de canalização;
- Faixas de retenção – Indicativa de parada.
- Faixas de “Dê a Preferência”.

##### **Faixas delimitadoras do trânsito**

São descontínuas e pintadas em segmentos de 2,00m espaçados de 6,00m, na cor amarela, com 0,10m de largura e se localizarão nos eixos das faixas de tráfego.

##### **Faixas delimitadoras de bordo**

São faixas contínuas, na cor branca pintadas com 0,10m de largura e 0,15m de afastamento dos bordos do pavimento.

##### **Faixas de Canalização**

Essas faixas serão colocadas nos locais onde houver necessidade de se fazer canalização do tráfego, como nos locais das interseções.

##### **Faixas de Retenção – Indicativa de Parada**

São faixas cheias, de cor branca, perpendiculares ao eixo da pista, com largura variável entre 0,30m a 0,60m, sendo a largura adotada de 0,40.

A faixa de retenção é empregada em conjunto com a palavra “PARE” no pavimento e o sinal de regulamentação R.L.

##### **Materiais a serem empregados na sinalização horizontal**

Tintas: misturas, geralmente líquidas, onde estão associados um componente sólido (o pigmento e respectivo dispersor) e um veículo líquido, que podem ser aplicados a frio ou a quente.

Termoplásticos: misturas, sólidas, onde estão associados uma resina natural ou sintética, um material inerte (partículas, granulares, pigmentos e respectivo dispersor) e um agente plastificante (óleo mineral e/ou vegetal).

A tinta a ser utilizada no projeto será a tinta base acrílica p/ 2 anos, conforme a ES-100/2009.



#### **4.6. PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES**

#### **4.6.1. Introdução**

O Projeto de Obras Complementares compõe-se nos seguintes serviços:

- Passeio Público.
- Acessibilidade.

#### **4.6.2. Passeio Publico**

O projeto de calçadas será elaborado levando-se em consideração limpeza do terreno no qual será executada a calçada nas dimensões indicadas em projeto.

A superfície de fundação do calçamento deve ser devidamente regularizada, de acordo com a seção transversal do projeto, apresentando-se lisa e isenta de partículas soltas ou sulcadas e ainda, não deve apresentar solos que contenham substâncias orgânicas, e sem quaisquer problemas de infiltrações d'água ou umidade excessiva.

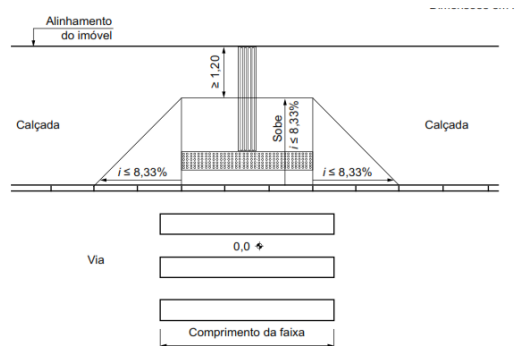
#### **Materiais**

Será executado calçada em concreto com FCK= 12 Mpa, traço 1:3:5, com preparo mecânico.

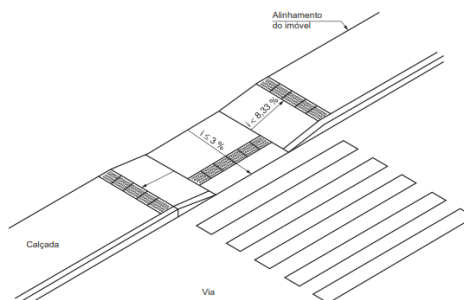
#### **4.6.3. Rebaixamento das Calçadas**

As rampas de rebaixamento de calçada devem estar juntas às faixas de travessia de pedestres como um recurso que facilita a passagem do nível da calçada para o da rua, melhorando a acessibilidade para as pessoas com: mobilidade reduzida, empurrando carrinho de bebê, que transportam grandes volumes de cargas e aos pedestres em geral.

Os rebaixamentos devem ser construídos na direção do fluxo da travessia de pedestres. A inclinação deve ser constante e não superior a 8,33% (1:12) no sentido longitudinal da rampa central e na rampa das abas laterais. A largura mínima do rebaixamento é de 1,50 m. O rebaixamento não pode diminuir a faixa livre de circulação, de no mínimo 1,20 m, da calçada.



Em calçada estreita, onde a largura do passeio não for suficiente para acomodar o rebaixamento e a faixa livre com largura de no mínimo 1,20 m, deve ser implantada o alargamento da calçada em ambos os lados, sobre o leito carroçável, ou ser implantada a ser elevada para travessia, ou ainda, pode ser feito o rebaixamento total da largura da calçada, com largura mínima de 1,50 m e com rampas laterais com inclinação máxima de 5% (1:20), conforme Figura abaixo.



Estas condições e outras estão na NBR 9050/2015 e deve ser consultada pelo executor dos serviços.

#### 4.6.4. Acessibilidade

A elaboração de projetos e a execução deste serviço são dirigidas pelas normas NBR16537/2016 – Acessibilidade – Sinalização tátil no piso e NBR 9050/2004 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.





## **5. MEMORIAL DESCRITIVO**

### **5.1. Introdução**

O presente Memorial Descritivo tem por finalidade estabelecer as condições e critérios que orientarão os serviços de execução da Pavimentação Asfáltica. Os serviços de pavimentação somente serão realizados após a execução da terraplanagem, implantação da drenagem pluvial. Todos os serviços indicados deverão seguir o prescrito no Manual de Pavimentação do DNIT. Onde estas especificações não forem aplicáveis, deverão ser seguidas primeiramente as especificações de serviço do DNIT e as normas da ABNT.

### **5.2. Especificações e Normas**

O documento a serem consultados são os seguintes:

- DNIT 104/2009 – Terraplenagem – Serviços Preliminares;
- DNIT 106/20019 Terraplenagem – Cortes;
- DNIT 137/2010 – Regularização do Subleito;
- DNIT 138/2010 – Reforço do Subleito;
- DNIT 139/2010 – Sub-base estabilizada Granulométricamente;
- DNIT 141/2010 – Base estabilizada Granulométricamente;
- DNIT 144/2014 – Imprimação com ligante asfáltico
- DNIT 147/2012 – Tratamento Superficial Duplo
- ABNT NBR 7181 Solos – Análise Granulométrica.
- ABNT NBR 7180 Solos – Limite de Plasticidade.
- ABNT NBR 6459 Solos – Limite de Liquidez.
- DNIT-ME 164 - Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas.
- DNIT-ME 092 - Solos – Determinação da massa específica aparente “in situ”, com emprego do frasco de areia.
- DNIT-ME 049 - Solos – determinação do índice de suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas.

### **5.3. Instalação de Canteiros de Obras**

Os canteiros de obra consistem nas infraestruturas básicas necessárias para o atendimento das demandas das obras de engenharia previstas em uma rodovia. Compreendem instalações administrativas, tais como escritórios, oficinas, almoxarifados, instalações de lavagem e lubrificação, posto de abastecimento, ambulatórios, depósitos, entre outras.

### **5.4. Especificações Gerais para Execução dos Serviços de Pavimentação**

#### **5.4.1. Regularização do Subleito**

##### ***Generalidades:***

Esta especificação se aplica à regularização do subleito de área a pavimentar, com terraplanagem já concluída.

Regularização é a operação destinada a conformar o leito do terreno, quando necessário, transversal e longitudinal indicado no projeto.

A regularização é uma operação que será executada prévia e isoladamente da construção de outra camada do pavimento.

##### ***Materiais***

Os materiais empregados na regularização do subleito serão os do próprio subleito. No caso de substituição ou adição de material, estes deverão ser provenientes de ocorrências de material indicados no projeto, ter um diâmetro máximo de partículas igual ou inferior a 76 mm, um índice de suporte Califórnia, determinado com a energia do método DNER-ME 47-64, igual ou superior ao material considerado, no dimensionamento do pavimento, como representativo do trecho em causa; e expansão inferior a 2%.

##### ***Equipamentos***

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para execução de regularização:

- Motoniveladora pesada, com escarificador;
- Carro-tanque distribuidor de água;
- Rolos compactadores tipo pé-de-carneiro vibratório;
- Grades de disco;

Os equipamentos de compactação e mistura, serão escolhidos de acordo com o tipo de material empregado.



### ***Execução***

Toda a vegetação e material orgânico serão removidos. Após a execução de cortes e adição de material necessário para atingir o greide de projeto, preceder-se-á a uma escarificação geral na profundidade de 20 cm. Seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.

Os aterros além dos 20 cm máximos previstos, serão executados de acordo com as especificações de terraplanagem.

No caso de cortes em rocha, deverá ser previsto o rebaixamento em profundidade adequada, com substituição por material granular apropriado. Neste caso, proceder-se-á a regularização pela maneira já descrita.

O grau de compactação deverá ser, no mínimo, 100% em relação à massa específica seca, máxima obtida no ensaio DNER-ME 47-64, e teor de umidade deverá ser a umidade ótima de ensaio citado +/- 2%.

### ***Controle Tecnológico***

#### **Ensaio**

- Determinação da massa específica aparente, “in situ”, com espaçamento máximo de 200 m de pista, nos pontos onde foram coletadas as amostras para os ensaios de compactação;
- Ensaio de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria, respectivamente método DNER-ME 44-64, ME 82-63 e ME 80-64), com espaçamento máximo de 500 m de pista.

### **5.4.2. Reforço de Subleito**

Trata de camada granular de pavimentação, com espessura variável, definida de acordo com o dimensionamento do pavimento, cuja finalidade é melhorar a capacidade de suporte de carga do subleito. Será executada sobre o subleito devidamente compactado e regularizado.

#### **5.4.2.1. Condições Específicas**

##### ***Materiais***

O material a ser empregado no reforço do subleito deve apresentar características superiores às especificadas em projeto de pavimento específico para o subleito, devendo satisfazer as seguintes condições:

A granulometria determinada conforme NBR 7181 deve ser compatível com a especificada no projeto de dimensionamento do pavimento e o diâmetro máximo das partículas deve ser de 76 mm.

A dosagem do material deve ser determinada conforme DNIT-ME 164, determinando a massa específica aparente seca máxima ( $\text{g/cm}^3$ ) e sua respectiva umidade ótima (%).

O CBR determinado conforme DNIT-ME 092, podendo ser energia normal ou intermediária, onde suas características devem ser:

- Superior ao do subleito.
- Igual ou superior ao considerado para reforço do subleito no dimensionamento do pavimento, com um mínimo de 20%.

A expansão determinada no ensaio de CBR, de acordo com a DNIT-ME 092, utilizando a energia especificada no projeto, deve ser igual ou inferior a 1%.

### ***Equipamentos***

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser examinado e aprovado pela fiscalização. O equipamento básico para a execução da regularização do subleito compreende as seguintes unidades:

- Caminhões basculantes para transporte da mistura.
- Escavadeira hidráulica ou pá carregadeira.
- Motoniveladora equipada com escarificador, com dispositivos para controle de profundidade.
- Caminhão tanque irrigador de água e distribuidor com no mínimo 6.000 litros de capacidade
- Trator agrícola com arados e grade de discos.
- Rolo compressor pneumático, liso e tipo pé de carneiro

### ***Execução***

#### **Espalhamento, mistura e homogeneização**

Os materiais escavados a serem utilizados na camada de reforço do subleito devem ser transportados para local de aplicação, descarregados e distribuídos em montes e leiras sobre o subleito, para posterior espalhamento com motoniveladora, de forma a obter a espessura da camada definida em projeto.

Nos casos de correção de umidade, o material deve ser destorroado até pelo menos 60% do total em peso, excluído o material graúdo, que passa na peneira nº 4, de 4,8 mm. Admitem-se variações do teor de umidade entre – 2,0 % a +1,0 % em relação à umidade ótima de compactação.

Caso o teor de umidade se apresente abaixo do limite mínimo especificado, deve-se proceder ao umedecimento da camada, através de caminhão tanque irrigador. Se o teor de umidade de campo exceder ao limite superior especificado, o material deve ser aerado mediante ação conjunta da grade de discos e da motoniveladora para que o material atinja o intervalo da umidade especificado.

O material umedecido e homogeneizado deve ser espalhado de forma regular e uniforme em toda a largura do leito, de forma tal que, após a compactação, sua espessura não exceda 15 cm.

A execução de camadas com espessura superior a 15 cm e limitadas a 20 cm somente serão permitidas pela fiscalização se ficar comprovado que o equipamento empregado é capaz de compactar espessuras maiores, de modo a garantir a uniformidade do grau de compactação em toda a profundidade da camada.

#### Compactação

Concluídas as correções necessárias para obtenção do teor ótimo da umidade especificada, deve-se conformar a camada pela ação da motoniveladora, iniciando em seguida a compactação. O equipamento de compactação utilizado deve ser compatível com o tipo de material e com as condições de densificação pretendidas no reforço do subleito. Usualmente rolo do tipo pé de carneiro.

O número de passadas necessárias do equipamento de compactação, para atingir grau de compactação exigido, deve ser determinado experimentalmente na pista.

Deve ser realizada nova determinação sempre que houver variação no material ou do equipamento empregado.

#### Acabamento

O acabamento deve ser executado pela ação conjunta da motoniveladora e do rolo de pneus ou liso. A motoniveladora deve atuar, quando necessário, exclusivamente em operação de corte, sendo vetada a correção de depressões por adição de material. A densidade aparente da mistura compactada ser checada, determinando o grau de compactação cujo o mesmo, deve ser maior ou igual a 100% da densidade aparente máxima definida em 5.1. A deflexão medida não pode, em nenhum ponto, ser superior à definida no projeto



#### **5.4.2.2. Controle de Qualidade**

Todos os materiais devem ser testados em laboratório, obedecendo à metodologia indicada no Item 5.2.

##### ***Materiais***

- Uma granulometria determinada conforme NBR 7181 na ocasião da dosagem.

Uma dosagem a cada material coletado conforme DNIT-ME 164.

- Uma determinação dos limites de Atterberg (NBR 7180 e NBR 6459) na ocasião da dosagem.
- Uma curva de CBR e expansão conforme DNIT-ME 049 na ocasião da dosagem ou mudança no material.
- Um ensaio de massa específica aparente “in situ” (DNER-ME 092). Este ensaio também servirá para medir a espessura da camada executada.

#### **5.4.3. Sub-base com Solo Estabilizado Granulométricamente**

##### ***Generalidades***

Esta especificação se aplica à execução de sub-base granular, constituída de camadas de solos, misturas de solos e materiais britados, ou produtos totais de britagem. As sub-bases constituídas de solo e material britado são comumente designadas de “solo-brita”, e as constituídas exclusivamente de produtos de britagem são denominadas sub-bases de brita granulada.

##### ***Materiais***

A sub-base será executada com materiais que preenchem os seguintes requisitos:

Índice de grupo – IG igual a zero quando submetido aos ensaios de caracterização seguintes: DNIT-ME 080, DNIT-ME 122, DNIT-ME 082;

A fração retida na peneira nº 10 no ensaio de granulométrica deve ser constituída de partículas duras, isentas de fragmentos moles, material orgânico ou outras substâncias prejudiciais;

O índice de suporte Califórnia não deverá ser inferior a 20% ou de acordo com indicações do projeto e expansão máxima de 1,0 % determinada através dos ensaios seguintes:

Compactação DNIT-ME 129 (método B ou C), conforme indicação do projeto; Índice de Suporte Califórnia DNER-ME 049 com a energia de compactação definida no projeto;

No caso de solos lateríticos caracterizados no projeto, pela relação molecular sílica/sesquióxido R menor ou igual a 2, os materiais submetidos aos ensaios acima poderão apresentar índice de grupo

diferente de zero e expansão menor ou igual a 0,50 %, desde que o ensaio da expansibilidade (DNIT-ME 029) apresente um valor inferior a 10,0 %.

### ***Equipamentos***

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para a execução da subbase:

- Motoniveladora com escarificador;
- Carro-tanque distribuidor de água;
- Rolos compactadores tipos pé-de-carneiro, liso-vibratório e pneumático;
- Trator agrícola de pneus equipado com grade de disco.

Além desses poderão ser usados outros equipamentos aceitos pela fiscalização.

### ***Execução***

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

Os materiais de sub-base serão explorados e preparados de acordo com as especificações complementares.

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

O grau de compactação deverá ser no mínimo 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima e o teor de umidade deverá ser a umidade ótima de ensaio +/- 2%.

### ***Controle Tecnológico e Ensaaios***

Serão precedidos:

Ensaaios de massa específica aparente, “in situ” com espaçamento máximo de 200 m de pista em locais escolhidos aleatoriamente, por camada, determinada pelo método DNIT-ME 092 e DNIT-ME 036, ou a critério da fiscalização;

Ensaio de umidade higroscópica do material, imediatamente antes da compactação da camada, para cada 100 metros de pista a ser compactada, em locais escolhidos aleatoriamente, segundo os métodos DNIT-ME 052 ou DNIT-ME 088, ou a critério da fiscalização. A tolerância admitida para a umidade higroscópica será de mais ou menos 2,0 % em torno da umidade ótima;



Os cálculos do grau de compactação, GC maior ou igual a 100,0 % serão realizados utilizando-se os valores da massa específica aparente seca obtida no laboratório e da massa específica aparente “in situ” obtida no campo;

O número de ensaios de compactação poderá ser reduzido desde que se verifique a homogeneidade do material.

#### 5.4.4. Base Estabilizada Granulométricamente

##### *Generalidades*

Esta especificação se aplica à execução de bases granulares, constituídas de camadas de solos, misturas de solos e materiais britados, ou produtos totais de britagem.

As bases constituídas de solo e material britado são comumente designadas de “solo-brita”, e as constituídas exclusivamente de produtos de britagem, bases de brita granulada.

##### *Materiais*

A base será executada com materiais que preenchem os seguintes requisitos:

Deverão possuir composição granulométrica enquadrada em uma das faixas do quadro a seguir.

TIPOS DE PENEIRAS	FAIXA 01				FAIXA 02	
	A	B	C	D	E	F
2”	100	100	-	-	-	-
1”	-	75 – 90	100	100	100	100
3/8”	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100	-	-
Nº 04	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85	55 - 100	70 – 100
Nº 10	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70	40 - 100	55 – 100
Nº 40	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45	20 - 50	30 – 70
Nº 200	2 – 8	5 – 20	5 - 15	10 - 25	6 - 20	8 – 25

A fração que passa na peneira nº 40 deverá apresentar limite de liquidez inferior ou igual a 25% e índice de plasticidade inferior ou igual a 6%, quando esses limites forem ultrapassados, o equivalente de areia deverá ser maior que 30%.

A percentagem do material que passa na peneira nº 200 não deverá ultrapassar 2/3 da percentagem que passa na peneira nº 40.

O índice de suporte Califórnia não deverá ser inferior a 60% e a expansão máxima será de 0,5% determinados segundo o método do DNER-ME 49-64 e com a energia do método DNER-ME 48-64.

O agregado retido na peneira nº 10 deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isentas de fragmentos moles alongados ou achatados, isento de material vegetal ou outra substância prejudicial. Quando submetido ao ensaio Los Angeles, não deverá apresentar desgaste superior a 55%.

### ***Equipamentos***

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

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

Além desses poderão ser usados outros equipamentos aceitos pela fiscalização.

### ***Execução***

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

Os materiais de base serão explorados, preparados e de acordo com as especificações complementares.

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

O grau de compactação deverá ser no mínimo 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio DNER-ME 48-64, e o teor de umidade deverá ser a umidade ótima de ensaio +/- 2%.

### ***Controle***

- Controle Tecnológico;



- Ensaios.

Serão procedidos:

- Determinações de massa específica aparente, “in situ” com espaçamento máximo de 200 m de pista, nos pontos onde forem coletadas as amostras para os ensaios de compactação;
- Ensaios de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria, respectivamente segundo os métodos DNER-ME 44-64, ME 82-63 e ME 80-64, com espaçamento máximo de 500 m de pista);
- Ensaios de índice de suporte Califórnia, com a energia de compactação do método DNER-ME 48-64, com espaçamento máximo de 1000 m de pista;
- Um ensaio de compactação, segundo método DNER-ME 48-64, para determinação da massa específica aparente, seca sendo sempre à ordem: bordo direito, eixo, bordo, bordo esquerdo, eixo, bordo direito, etc., a 60 cm do bordo.

O número de ensaios de compactação poderá ser reduzido desde que se verifique a homogeneidade do material.

#### **5.4.5. Imprimação**

##### ***Generalidades***

Consiste na imprimação de uma camada de material betuminoso sobre a superfície de uma base concluída, antes da execução de um novo revestimento betuminoso qualquer, objetivando:

- Aumentar a coesão da superfície da base, pela penetração do material betuminoso empregado;
- Promover condições de aderência entre a base e o revestimento;
- Impermeabilizar a base.

##### ***Materiais***

Todos os materiais devem satisfazer as especificações aprovadas pelo DNIT.

Pode ser empregado asfalto diluído, tipo CM-30.

A taxa de aplicação é aquela que deve ser absorvida pela base em 24 horas, devendo ser determinada experimentalmente, no canteiro da obra. A taxa de aplicação varia de 0,8 a 1,6/m<sup>2</sup>, conforme o tipo e textura da base e do material betuminoso escolhido.

##### ***Equipamentos***

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado pela fiscalização, devendo estar de acordo com esta especificação, sendo que não será dada a ordem para o início do serviço.

Para a varredura da superfície da base, usam-se de preferência, vassouras mecânicas rotativas, podendo, entretanto, ser manual esta operação. O Jato de ar comprimido poderá também ser usado.

A distribuição do ligante deve ser feita por carro equipado com bomba reguladora de pressão e sistemas completos do aquecimento, que permitam a aplicação do material betuminoso em quantidade uniforme.

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

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

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

### ***Execução***

Depois de perfeita conformação geométrica da base, proceder-se-á a varredura da sua superfície, de modo a eliminar o pó e o material solto existente.

Aplica-se a seguir o material betuminoso adequado, na temperatura compatível com o seu tipo, na quantidade certa e de maneira mais uniforme. O material betuminoso não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 10° C, ou em dias de chuva, ou quando esta estiver iminente.

A temperatura de aplicação do material betuminoso deve ser fixada para cada tipo de ligante, em função de relação temperatura-viscosidade.

Deve ser escolhida a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento. As faixas de viscosidade recomendadas para espalhamento são de 20 a 60 segundos. Saybolt-Furol, para asfalto diluído.

Deve-se imprimir a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la, sempre que possível fechada ao trânsito. Quando isto não for possível, trabalhar-se-á em meia pista, fazendo a imprimação da adjacente, assim que a 1ª for permitida a sua abertura ao trânsito, será condicionado pelo comportamento da 1ª, não devendo ultrapassar a 30 dias.

A fim de evitar a superposição, ou excesso, nos pontos iniciais e finais das aplicações, devem-se colocar faixas de papel transversalmente, na pista, de modo que o início e o término da aplicação do material betuminoso situem-se sobre essas faixas, as quais serão a seguir retiradas. Qualquer falha na aplicação do material betuminoso deve ser imediatamente, corrigida. Na ocasião da aplicação do material betuminoso, a base deve se encontrar levemente úmida.

### ***Controle***

#### ***Controle de Qualidade***

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

O controle constará de:

Para asfaltos diluídos:

- 1 ensaio de viscosidade Saybolt – Furol, para todo carregamento que chegar à obra;
- 1 ensaio do ponto de fulgor, para cada 100 ton;
- 1 ensaio de destilação, para cada 100 ton;

#### ***Controle de Temperatura***

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

#### ***Controle de Quantidade.***

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

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

## **5.5. Especificações Gerais para Execução dos Serviços de Drenagem**

### **5.5.1. Drenagem Superficial**

#### **Meio-fio e Sarjeta em Concreto**

Em sequência ao serviço de compactação do subleito, faz-se necessário a execução dos serviços de drenagem superficial da pista, compreendidos de meio-fio e sarjeta de concreto. Apresentando resistência características mínima de FCK = 11 Mpa, assentados sobre a base compactada rebaixada.

Deverá em cada lote ter rebaixamento de meio-fio para acesso de veículos, obedecendo a existência de portões de acesso de veículos nos lotes, largura mínima de 3,00 m e nas esquinas para rampas de acessibilidade.

### **Especificações Técnicas**

Os serviços para elaboração deste serviço seguem as especificações:

DNIT 020/2006 – Meios-fios e guias

#### **5.5.2. Drenagem de Águas pluviais**

##### **Abertura de Valas**

A escavação deve ser executada conforme o projeto e indicado pela fiscalização. Devem ser providenciados tapumes para a contenção da terra depositada ao longo da vala. A vala somente será aberta quando:

Forem confirmadas as posições de outras tubulações subterrâneas;

Os materiais para execução da rede estiverem disponíveis no local do serviço.

As valas que receberão as tubulações serão escavadas segundo a linha de eixo, sendo respeitados o alinhamento e as cotas indicadas. As valas devem ser abertas no sentido de jusante para montante, a partir dos pontos de lançamento por gravidade, caso ocorra presença de água durante a escavação.

A escavação deverá ser feita com equipamento apropriado. Neste caso a escavação mecânica deve se aproximar do greide para a geratriz inferior da tubulação, devendo o acerto dos taludes e do fundo da vala ser feito manualmente.

A largura da vala deve ser fixada em função das características do solo e da tubulação empregada, da profundidade, do tipo de escoramento e do processo de escavação.

A largura livre de trabalho na vala deve ser, no mínimo, igual ao diâmetro do tubo mais 0,60 m, para profundidade até 2 m, devendo ser acrescida de 0,10 m para cada metro ou fração que exceder a 2 m. No projeto foi adotado 1,00 m.

Qualquer excesso de escavação ou depressão no fundo da vala deve ser preenchido com material granular fino, compactado. O material escavado será depositado, sempre que possível, de um só lado da vala, afastado 1 m da borda da escavação. Em casos especiais poderá a fiscalização determinar retirada total do material escavado.

Os taludes das escavações de profundidade superior a 1,50m devem ser escorados com peças de madeira ou perfis metálicos, assegurando estabilidade de acordo com a natureza do solo.

### **Assentamento dos tubos**

O assentamento das tubulações deverá seguir concomitante a abertura das valas, e deverá ser executado no sentido de jusante para montante com a bolsa voltada para montante.

Antes do assentamento os tubos deverão ser totalmente limpos e verificar a sua regularidade, principalmente antes da execução da junta, a qual deverá ser também verificada se a ponta está perfeitamente centrada em relação à bolsa. Caso o nível do lençol freático esteja acima da geratriz inferior do tubo, este deverá ser assentado sobre areia e pedrisco, até a metade da altura do tubo. A geratriz inferior da tubulação deve ficar perfeitamente alinhada, tanto em greide como em planta, com declividade mínima de 2%

As bolsas serão rejuntadas com argamassa de cimento e areia no traço 1:3. Deverão ser tomados cuidados especiais com o alinhamento, cotas e declividades, antes do reaterro das valas.

### **Reaterro de Valas**

O material utilizado no reaterro deverá ser oriundo da própria escavação quando o mesmo for de boa qualidade ou de jazida próxima. Completado o envolvimento lateral do tubo, deve ser processado o recobrimento da vala, com material de boa qualidade, isento de pedras e outros corpos estranhos, provenientes da escavação ou importado.

O preenchimento e o adensamento acima de 0,50m da geratriz superior da tubulação podem ser compactados manual ou mecanicamente até a altura do pavimento existente, ou até a base do pavimento a recompor.

O material excedente da escavação deve ser removido do local pelo empreiteiro, que deverá também entregar o serviço com as ruas desimpedidas e limpas. O aterro e o reaterro, de uma maneira geral, devem ser executados em camadas não superiores a 0,20m, compactados mecanicamente, utilizando-se para isto o material da vala ou material transportado de local estranho ao serviço, porém especialmente escolhido para este fim.

O restante da vala, até atingir o nível da base do pavimento ou, então, o leito da rua, se em terra, deve ser preenchido com material de boa qualidade em camadas de 20 cm de espessura, compactadas mecanicamente, com o solo próximo da umidade ótima conforme indicação do ensaio de “Proctor Normal” e, sendo que as últimas camadas para o preenchimento da vala deverão ser executadas com maior rigor.

### **Boca de lobo**

São dispositivos em forma de caixas coletoras em alvenaria de tijolos maciços, a serem executados junto aos meios-fios ou meios-fios com sarjetas, em áreas urbanizadas, com objetivo de captar as águas pluviais e direcioná-las à rede condutora. Na dependência da vazão de chegada ao ponto

de coleta de água, poderão ser executadas bocas-de-lobo simples ou duplas, ambas com grelhas pré-moldadas de concreto ou grelhas de ferro fundido dúctil.

#### **Critérios de medição e pagamento**

Esses serviços devem ser medidos por unidade executada, de acordo com o tipo e dimensões das caixas.

#### **Especificações Técnicas**

Os serviços para elaboração deste serviço seguem as especificações:

DNIT 030/2004 – Dispositivos de drenagem pluvial urbana.

#### **Caixa de Passagem em Alvenaria de Tijolos maciços / Concreto Armado**

Trata-se de dispositivos em forma de caixas, construídos em alvenaria de tijolos maciços com tampa e laje de fundo em concreto, executados ao longo da rede de drenagem, em pontos de interseção de condutores em áreas urbanizadas, com o objetivo de propiciar a manutenção da rede e possibilitar mudanças de diâmetro, de direção e de nível da tubulação. Possuem dimensões variáveis de acordo com o diâmetro dos tubos da rede coletora e com profundidade do coletor no local da interseção.

#### **Critérios de medição e pagamento**

Esses serviços devem ser medidos por unidade executada, de acordo com o tipo e dimensões das caixas.

#### **Especificações Técnicas**

Os serviços para elaboração deste serviço seguem as especificações:

DNIT 030/2004 – Dispositivos de drenagem pluvial urbana.

#### **Poços de Visita para Redes de Drenagem**

Trata-se de dispositivos auxiliares implantados nas redes de águas pluviais com o objetivo de possibilitar a ligação das bocas-de-lobo à rede coletora e permitir as mudanças de direção, de declividade e de diâmetros dos tubos da rede coletora, além de propiciar acesso para efeito de limpeza e inspeção, necessitando, para isso, sua instalação em pontos convenientes.

São constituídos por uma câmara similar à das caixas de ligação e passagem, à qual é acoplada uma chaminé protegida por um tampão de ferro fundido. Devem atender as Normas específicas da ABNT e são construídos mais frequentemente em alvenaria de tijolos maciços ou concreto armado moldado no local.



### **Critérios de medição e pagamento**

Esses serviços devem ser medidos por unidade executada, de acordo com o tipo e dimensões das caixas.

### **Especificações Técnicas**

Os serviços para elaboração deste serviço seguem as especificações:

DNIT 030/2004 – Dispositivos de drenagem pluvial urbana.

### **Dissipadores de Energia**

Dissipadores de energia foram previstos para os pontos de deságue sobre terreno natural, de forma a minimizar o efeito erosivo do fluxo d'água concentrado. O preenchimento dos dissipadores deverá ser feito com pedras de mão e matacões (cerca de 250mm), conforme projeto. Quando necessário, o dissipador tipo enrocamento deverá ser executado sobre afloramento de rocha com aproveitamento do terreno e colocação do material de preenchimento sobre afloramento, com paredes laterais para confinamento das águas até caixa de contenção.

### **Critérios de medição e pagamento**

Esses serviços devem ser medidos por unidade executada, de acordo com o tipo e dimensões do dissipador.

### **Especificações Técnicas**

Os serviços para elaboração deste serviço seguem as especificações:

DNIT 022/2006 – Dissipadores de Energia.

## **5.6. Sinalização Horizontal e vertical**

### **Sinalização Horizontal**

Conjunto de marcas, símbolos e legendas aplicados sobre o revestimento de uma via pública, de acordo com o projeto desenvolvido para propiciar condições de segurança e de conforto ao usuário.

### **Sinalização vertical**

Subsistema de sinalização, constituído por placas e painéis montados sobre suportes, na posição vertical, implantados ao lado ou sobre a via, por meio dos quais são fornecidas mensagens de caráter permanente e, eventualmente temporário, através de legendas e símbolos legalmente instituídos, com propósito de regulamentar, advertir e indicar o uso das vias para condutores de veículos e pedestres da forma mais eficiente.

### **Critérios de pagamento**

Os serviços de sinalização vertical devem ser medidos pelos seguintes critérios:

Fornecimento e instalação de placa, por unidade ou m<sup>2</sup>;

Fornecimento e instalação de suporte, por unidade;

Os serviços de sinalização horizontal por processo de aplicação mecânica devem ser medidos pela área efetivamente aplicada e atestada pela Fiscalização, expressa em m<sup>2</sup>.

### **Especificações Técnicas**

Os serviços para elaboração deste serviço seguem as especificações:

DNIT 100/2009 – Sinalização Horizontal;

DNIT 101/2009 – Sinalização Vertical.

## **5.7. Obras Complementares**

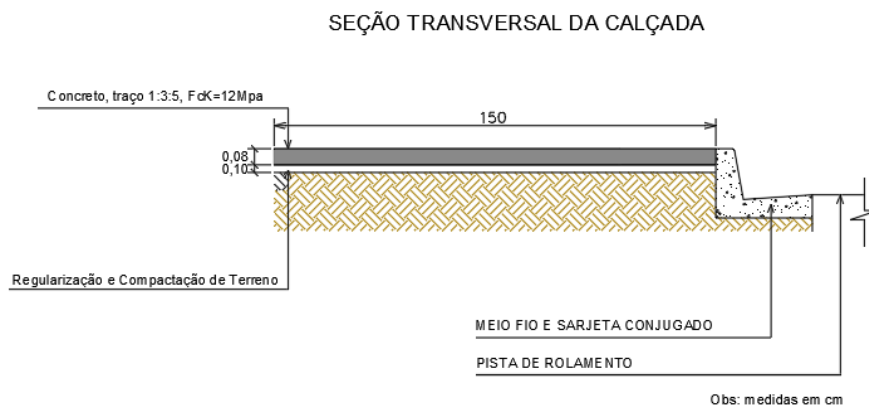
### **Passeio público**

Os serviços para elaboração do projeto de passeio público (calçada), segue as diretrizes da NBR 12255:1990 – Execução e utilização de passeios públicos.

O passeio é parte da calçada destinada a circulação exclusiva de pedestre, executada em concreto moldado “in loco”.

Conforme define o item 3.5 da NBR, “as etapas que constituem os serviços necessários para a execução de um passeio e que são basicamente: leito do Passeio, sub-base, base e revestimento”.

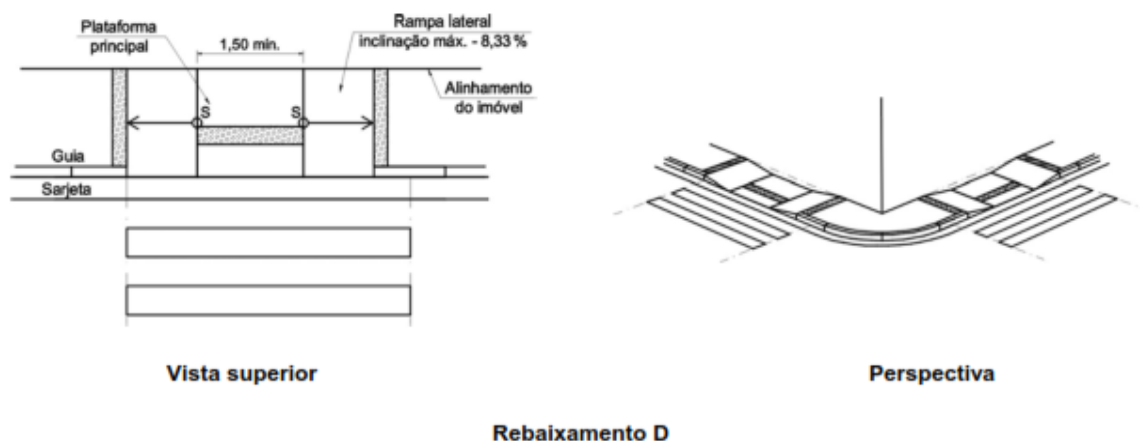
A construção dos meios-fios e sarjetas deve preceder à execução dos calçamentos.



## Rebaixo da calçada

As rampas de rebaixamento de calçada devem estar juntas às faixas de travessia de pedestres como um recurso que facilita a passagem do nível da calçada para o da rua, melhorando a acessibilidade para as pessoas com: mobilidade reduzida, empurrando carrinho de bebê, que transportam grandes volumes de cargas e aos pedestres em geral.

As normas NBR 12255/1990 e NBR9050/2004 devem ser consultadas pelo executor dos serviços. Deve ser executada conforme figura.



## Sinalização Tátil

A sinalização tátil de alerta consiste em um conjunto de relevos tronco-cônicos padronizados pela ABNT, cujo objetivo principal é sinalizar as situações de risco ao deficiente visual e às pessoas com visão subnormal. Também é utilizada em composição com o piso tátil direcional, para sinalizar as mudanças ou alternativas de direção.

A execução do piso deve estar de acordo com o projeto de arquitetura, atendendo também às recomendações da NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.

## 5.8. Expurgos

O expurgo (bota-fora) será removido para locais determinados pela Prefeitura, devidamente licenciado e no seu preço estão incluídos carga e transporte, a uma distância média, definida no orçamento. O expurgo constará do material escavado e não utilizado para reaterro, sendo medido a partir do local de carga, pelo sistema de volume transportado.

### **5.9. Conclusão da Obra**

A obra deverá ser entregue concluída, limpa e livre de qualquer entulho decorrente da sua construção e realizada a remoção de todo entulho e sobras de materiais decorrentes da obra, que se encontram sobre a pista e áreas adjacentes a obra.

### **5.10. Considerações Finais**

Será fornecido ao contratado um jogo completo e aprovado dos projetos e do memorial descritivo dos serviços a serem executados na obra. Em caso de divergências entre as medidas em escalas ou cotadas, deverá ser comunicado imediatamente ao Engenheiro responsável pelo projeto, para dirimir as dúvidas.

Todas as solicitações deverão sempre ser encaminhadas por escrito.

Haverá permanentemente na obra um jogo completo das plantas aprovadas, memorial descritivo e das ARTs de Projeto e Execução.



## 6. TERMO DE ENCERRAMENTO



O presente volume correspondente apresenta o **VOLUME 1 – RELATÓRIO DO PROJETO**, referente ao *Projeto de Engenharia de Pavimentação Asfáltica de Ruas Diversas no Perímetro urbano do município de Várzea Grande – MT.*

Responsáveis técnicos

SERGIO NAVARRO VIEIRA  
Engenheiro Civil  
RN 1202348220  
CREA 720/D-MT



## 7. CÓPIA DAS ART'S



## 8. ANEXOS

---





## 8.1. RELATÓRIO FOTOGRÁFI

---



## 8.2. LICENÇAS AMBIENTAIS

---



### 8.3. DECLARAÇÕES

---