

PROJETO DE INFRAESTRUTURA

RUA TONICO LEMOS

TRAVESSA JOSÉ GONÇALVES DOS SANTOS

PARACATU/MG

**MEMORIAL DESCRITIVO EXECUTIVO DOS PROJETOS DE
GEOMETRIA, TERRAPLENAGEM, DRENAGEM, PAVIMENTAÇÃO
E SINALIZAÇÃO**

ELABORAÇÃO

OBJETIVA
PROJETOS E SERVIÇOS

REALIZAÇÃO



MARÇO / 2026



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG
PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

PROJETO DE INFRAESTRUTURA VIÁRIA PARA A RUA TONICO LEMOS E TRAVESSA JOSÉ GONÇALVES DOS SANTOS

Resumo:

Este arquivo contém o Memorial Descritivo, Memória de Cálculo e Lista de Desenhos do projeto executivo de infraestrutura do Rua Tonico Lemos e Travessa José Gonçalves dos Santos em Paracatu/MG.

02	03/2026	B	REVISÃO	GMT	FFG	FFG	MTL
01	02/2026	B	REVISÃO	AMC	MLP	JFM	JGO
00	01/2026	A	PARA APROVAÇÃO	AMC	MLP	JFM	JGO
REV	DATA	TIPO	DESCRIÇÃO	POR	VERIFICADO	AUTORIZADO	APROVADO

EMISSIONES

TIPOS	A-PARA APROVAÇÃO	C-ORIGINAL
	B-REVISÃO	D-CÓPIA

Empresa Contratada:

OBJETIVA PROJETOS E SERVIÇOS LTDA.

AV. BARÃO HOMEM DE MELO, 3280 – NOVA

GRANADA, BELO HORIZONTE – MG CEP.: 30494-080

TEL.: (31) 3347-4405 / (31) 3347-7079 / (31) 3571-1920

EMAIL: contato@grupoprojetaengenharia.com.br



Responsáveis Técnicos:

Juliana Gonçalves Oliveira - Engenheira Civil – CREA 239.787/D

VOLUME:

PROJETO EXECUTIVO DE TERRAPLENAGEM, PAVIMENTAÇÃO, DRENAGEM E SINALIZAÇÃO

Referência:

MARÇO / 2026



ÍNDICE

1	APRESENTAÇÃO.....	9
1.1	EQUIPE TÉCNICA	9
1.2	LISTA DE DESENHOS	10
2	INTRODUÇÃO.....	11
2.1	OBJETIVO	11
2.2	GENERALIDADES.....	11
2.3	PLACA DA OBRA	11
2.4	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL – EPI	12
2.6	IMPLANTAÇÃO.....	13
3	SERVIÇOS PRELEMINARES	14
3.1	OBJETIVO	14
3.2	LEGISLAÇÃO E NORMAS TÉCNICAS	14
3.3	DEFINIÇÕES BÁSICAS.....	15
3.4	CONDIÇÕES GERAIS	16
3.6	DEMOLIÇÕES, REMOÇÕES E REALOCAÇÕES	17
3.7	CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL	17
3.8	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS	17
4	PROJETO GEOMÉTRICO	19
4.1	DEFINIÇÕES BÁSICAS.....	19
4.2	CONVENÇÕES	20
4.3	CLASSIFICAÇÃO DA VIA.....	21
4.4	CONCEPÇÃO E JUSTIFICATIVA	22
4.5	ALINHAMENTOS PROJETADOS	23
4.6	SEÇÃO TIPO	23
4.7	CARACTERÍSTICAS PLANIMÉTRICAS.....	26
4.7.1	ALINHAMENTO: RUA TONICO LEMOS	26
4.7.2	ALINHAMENTO: TRAVESSA JOSÉ GONÇALVES DOS SANTOS	27
4.9	CARACTERÍSTICAS ALTIMÉTRICAS	29
4.9.1	ALINHAMENTO: RUA TONICO LEMOS	29
4.9.2	ALINHAMENTO: TRAVESSA JOSÉ GONÇALVES DOS SANTOS	30
4.1	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS	32
5	PROJETO DE TERRAPLENAGEM	34
5.1	DEFINIÇÃO BÁSICAS.....	34
5.2	CONCEPÇÃO E JUSTIFICATIVA	35
5.3	DIMENSIONAMENTO	36



5.3.1	GEOMETRIA DOS TALUDES.....	36
5.3.2	VOLUMES DE TERRAPLENAGEM	36
5.3.3	NOTAS DE SERVIÇO.....	37
5.4	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS	37
5.4.1	CONDIÇÕES GERAIS	37
5.4.2	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS PARA ATERROS	38
5.4.3	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS PARA CORTES	39
5.4.4	DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS	40
7	PROJETO DE DRENAGEM.....	41
7.2	DIMENSIONAMENTO	41
7.2.1	INTENSIDADE DA CHUVA DE PROJETO (I).....	41
7.2.2	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (TC)	42
7.2.3	TEMPO DE RECORRÊNCIA.....	43
7.2.4	DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES (Q)	43
7.2.5	COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL (C).....	44
7.2.6	DEFINIÇÃO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO	45
7.2.7	DIMENSIONAMENTO DE SARJETAS.....	45
7.2.8	DIMENSIONAMENTO DE GALERIAS PLUVIAIS E RAMAIS DE LIGAÇÃO DA REDE URBANA: 46	
7.3	DISPOSITIVOS ADOTADOS	48
7.3.1	MEIO FIO.....	49
7.3.2	SARJETA TIPO “C”	49
7.3.3	BOCA DE LOBO DUPLA COMBINADA COM GRELHA DE CONCRETO - BLD	50
7.3.4	ALA DE REDE TUBULAR.....	51
7.3.5	REDE TUBULAR DE CONCRETO - RTC.....	53
7.3.6	POÇO DE VISITA TIPO “A” - PVA.....	54
7.3.7	CHAMINÉ DE POÇO DE VISITA - CPV.....	55
7.3.8	TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO CINZENTO - TFC	56
7.3.1	BERÇO E DENTE PARA ASSENTAMENTO DE BUEIRO - BDB.....	57
7.3.2	POÇO DE VISITA TIPO “B”	58
7.3.3	DISSIPADOR DE ENERGIA	60
7.4	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO	60
7.4.1	REDE TUBULAR DE CONCRETO.....	60
7.4.2	MEIO FIO.....	66
7.4.3	SARJETAS E VALETAS.....	67
7.4.4	BOCAS DE LOBO, POÇOS DE VISITA E CHAMINÉ DO POÇO DE VISITA	68
7.4.5	DISSIPADORES	70
7.4.6	CAIXAS, BOCAS E ALAS.....	72



8	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO.....	75
8.1	DEFINIÇÕES BÁSICAS.....	75
8.2	CONCEPÇÃO E JUSTIFICATIVA	76
8.2.1	ESTIMATIVA DE TRÁFEGO	77
8.3	DIMENSIONAMENTO – PAVIMENTO FLEXÍVEL	78
8.3.1	CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS A SEREM SEGUIDAS	78
8.3.2	COEFICIENTE DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL	79
8.3.3	ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO	80
8.3.4	ÁBACO DE DIMENSIONAMENTO DAS CAMADAS GRANULARES	80
8.3.5	INEQUAÇÕES DE DIMENSIONAMENTO	82
8.3.6	DETERMINAÇÃO DAS ESPESSURAS	83
8.4	QUADRO RESUMO DAS ESPESSURAS DOS PAVIMENTOS.....	88
8.5	SEÇÕES TRANSVERSAIS TIPO.....	89
8.6	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS	90
8.6.1	REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO EXISTENTE	90
8.6.2	REGULARIZAÇÃO DA SUB-BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE	95
8.6.3	REGULARIZAÇÃO DA BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE	100
8.6.4	REVESTIMENTO - CBUQ.....	105
8.6.5	IMPRIMAÇÃO E PINTURA DE LIGAÇÃO.....	114
9	PROJETO DE SINALIZAÇÃO.....	119
9.2	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	119
9.2.1	LBO - LINHA DE BORDO.....	120
9.2.2	LFO-1 - LINHA DE FLUXOS OPOSTOS	120
9.2.3	LRE - LINHA DE RETENÇÃO.....	121
9.2.4	FAIXA DE TRAVESSIA DE PEDESTRES (FTP)	122
9.2.5	LINHA DE FLUXOS OPOSTOS - LFO-2	123
9.2.6	LEGENDAS	124
9.3	SINALIZAÇÃO VERTICAL	126
9.3.1	PLACAS DE ADVERTÊNCIA.....	126
9.3.2	PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO	127
9.4	QUANTITATIVOS E MATERIAIS	128
9.4.1	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	128
9.4.2	SINALIZAÇÃO VERTICAL	129
9.5	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS	130
9.5.1	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	130
9.5.2	SINALIZAÇÃO VERTICAL	131
10	DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE – DMT.....	133



10.1 ESTUDO DE OCORRÊNCIA DE BOTA FORA	133
10.2 ESTUDO DE OCORRÊNCIA DE MATERIAIS GRANULARES	134
10.3 ESTUDO DE OCORRÊNCIA DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE	134
11 CONCLUSÃO.....	135
12 RESPONSABILIDADE TÉCNICA.....	136
13 ANEXO I – PLANILHA DE QUANTIDADES	137

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação de Alinhamentos Projetados	23
Tabela 2 - Coeficientes de Escoamento Superficial (C).....	44



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG
PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

Tabela 3 - Bacia de Contribuição vide anexo projeto de drenagem.....	45
Tabela 4 - Comprimento Útil da Sarjeta.....	45
Tabela 5 - Tabela de Diâmetros.....	46
Tabela 7 - Dimensões – PVA” A”	55
Tabela 8 - Espaçamento entre Poços de Visita.....	58
Tabela 9 - Tabela de Diâmetros.....	62
Tabela 10 - Largura da Vala para Obra de Água. (Fonte: NBR 12266:1992)	63
Tabela 11 - Número N x Classificação funcional de vias urbanas	77
Tabela 12 - Coeficientes de Equivalência Estrutural (K)	79
Tabela 13 – Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso	80
Tabela 14 - Parâmetros de projeto	84
Tabela 15 - Espessuras do Pavimento	88
Tabela 16 - Faixas granulométricas para material de enchimento (Filler)	108



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de Localização	13
Figura 2 - Representação gráfica dos pontos notáveis	20
Figura 3 - Seção Tipo – 15,00m	24
Figura 4 - Seção Tipo - variável	25
Figura 5 - Parâmetros da Equação IDF e Intensidade de Precipitação.....	42
Figura 6 - Meio Fio de Concreto	49
Figura 7 - Sarjeta Tipo “C”.....	50
Figura 8 - Boca de Lobo Dupla Combinada com Grelha de Concreto – BLD.....	51
Figura 9 - Ala de Rede Tubular	52
Figura 10 - Rede Tubular de concreto	54
Figura 11 - Poço de Visita Tipo “A” – PVA	55
Figura 12 - Chaminé de Poço de Visita – CPV	56
Figura 13 - Tampão de Ferro Fundido Cinzento – TFC.....	57
Figura 14 - Berço e Dente para Assentamento de Bueiro - BDB.....	58
Figura 15 - Poço de Visita Tipo “B”	59
Figura 16 – Dissipador de Energia	60
Figura 17 - Ábaco de Dimensionamento de Pavimentos (Fonte: Manual de Dimensionamento de Pavimentos do DNIT – 2006).....	81
Figura 18 – Seção Típica – 15,00m.....	89
Figura 19 – Seção Típica – variavel	89
Figura 20 – Detalhamento da Seção Tipo	90
Figura 21 – Linha de Bordo - LBO	120
Figura 22 – Linha de Fluxos Opostos – LFO-01.....	121
Figura 23 – Linha de Retenção – LRE	122
Figura 24 – Zebrada – FTP 1.....	123
Figura 25 - Linha Fluxos Opostos – LFO-2	124



1 APRESENTAÇÃO

A Objetiva Projetos e Serviços tem o prazer de fornecer à Prefeitura Municipal de Paracatu o presente Memorial Descritivo para a execução da infraestrutura viária da Rua Tonico Lemos e Travessa José Gonçalves dos Santos, com a descrição dos projetos a serem elaborados bem como os detalhamentos técnicos necessários para a realização dos mesmos.

1.1 EQUIPE TÉCNICA

É apresentada a seguir a equipe técnica envolvida no presente memorial:

Quadro 1.1 – Equipe Técnica

Equipe Técnica:

Juliana Gonçalves Oliveira (Engenheira Civil)
Jefferson Fridel Martins (Coordenador)
Mércio Luiz Proveti Silva (Supervisor)
Arllen Muniz Costa (Engenheiro Civil)
Gislaine Machado Tadim de Castro (Técnica Estradas)
Fabiane Ferreira Ganda (Engenheira Civil)



1.2 LISTA DE DESENHOS

É apresentado a seguir os projetos e desenhos envolvidos no presente memorial:

Quadro 1.2 – Lista de Desenhos

Projeto	Arquivo	Título dos Desenhos
GEOMÉTRICO	PRJ-184281-EXE-GEO-0101-REV00	FOLHA 01/01: PLANTA GERAL / PERFIL LONGITUDINAL / SEÇÃO TIPO / QUADRO DE CURVA
TERRAPLENAGEM	PRJ-184281-EXE-TER-0101-REV00	FOLHA 01/01: PLANTA GERAL / QUADRO DE VOLUME / QUADRO RESUMO DE VOLUME
DRENAGEM	PRJ-184281-EXE-DRE-0101-REV00	FOLHA 01/05: PLANTA GERAL / MAPA DE SUB BACIA, PLANTA GERAL / PERFIL REDE DE DRENAGEM FOLHA 02 A 05/05: DISPOSITIVO TIPO
PAVIMENTAÇÃO	PRJ-184281-EXE-PAV-0101-REV00	FOLHA 01/03: PLANTA GERAL / SEÇÃO TÍPICA / FOLHA 02/03: DETALHAMENTO DA SEÇÃO TIPO / ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS / DIAGRAMA LINEAR DO PAVIMENTO FOLHA 03/03: VOLUMETRIA DAS CAMADAS DO PAVIMENTO
SINALIZAÇÃO	PRJ-184281-EXE-SIN-0101-REV00	FOLHA 01 E 02/02: PLANTA GERAL / QUANTITATIVO DE SINALIZAÇÃO VERTICAL / LISTAGEM DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL / INSCRIÇÕES NO PAVIMENTO / ESQUEMA DE INSTALAÇÃO DE PLACAS



2 INTRODUÇÃO

2.1 OBJETIVO

Estes projetos e memorial têm a finalidade de descrever e especificar, abrangendo um conjunto de requisitos, condições, normas e procedimentos técnicos, os elementos e processos necessários para a execução da infraestrutura das Rua Tonico Lemos e Travessa José Gonçalves dos Santos em Paracatu/MG, promovendo a melhoria do traçado já existente e a implantação dos projetos apresentados, para permitir uma melhor mobilidade e acessibilidade do sistema viário do município, proporcionando aos usuários da via mais conforto e segurança.

2.2 GENERALIDADES

O responsável técnico e empresa participante devem ter registro no CREA, e possuir atestado de capacidade técnica que comprovem sua capacidade para a execução deste serviço.

Em todo o processo de execução as indicações e procedimentos para a disposição e instalação aparelhos devem seguir as normas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas e as especificações dos fabricantes.

2.3 PLACA DA OBRA

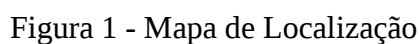
A placa deverá ser afixada em local visível, preferencialmente no acesso principal ou em local indicado pela fiscalização. Executar a placa de obra de acordo com o padrão fornecido pelo Governo Federal nas dimensões 3,0 x 1,5 m conforme modelo descrito no Manual Visual de Placas e Adesivos de Obras disponível no seguinte endereço eletrônico:
https://www.gov.br/secom/pt-br/central-de-conteudo/manuais/uso-da-marca-do-governo-federal/2023-jan_br_govfederal_manual-de-uso_placas



2.4 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL – EPI

Conforme legislação do Ministério do trabalho a empresa responsável pela execução da obra deverá atender às medidas preventivas de Segurança do Trabalho, conforme NR-6, NR-8 e NR-18, ou demais normas de segurança, bem como fornecer EPI's aos funcionários e prestadores de serviços que estejam dentro do canteiro de obras.

O projeto prevê a pavimentação em CBUQ de 368,69 metros da Rua Tônico Lemos e Travessa José Gonçalves dos Santos, localizado no Município de Paracatu.





3 SERVIÇOS PRELIMINARES

3.1 OBJETIVO

Este capítulo do Memorial Descritivo tem como finalidade descrever o conjunto de operações de demolições e remoções, manuais ou mecânicas, assim como os procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil, desde sua geração até a sua destinação final, de forma ambientalmente adequada, tendo como objetivos específicos:

- Especificar os itens contemplados no projeto de demolição;
- Estabelecer as diretrizes para a execução dos serviços de demolições e remoções;
- Realizar o levantamento (quantitativo de projeto) dos serviços de demolições e remoções;
- Promover a gestão integral dos resíduos.

3.2 LEGISLAÇÃO E NORMAS TÉCNICAS

- Lei Federal nº 12.305/10 - Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
- Resolução nº 307/02 do CONAMA - Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a Gestão dos Resíduos da Construção Civil - e suas alterações.
- Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho: NR-18 - Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção, entre outras.
- NBR 8419/92 - Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos - Procedimento.
- NBR 10004/04 - Resíduos sólidos - Classificação.
- NBR 10007/04 - Amostragem de resíduos sólidos.
- NBR 12235/92 - Armazenamento de resíduos sólidos perigosos - Procedimento.
- NBR 13221/21 - Transporte terrestre de produtos perigosos - resíduos.
- NBR 13463/95 - Coleta de resíduos sólidos.
- NBR 15112/04 - Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Área de transbordo e triagem, Diretrizes para projeto, implantação e operação.



- NBR 15113/04 - Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação.
- NBR 15114/04 - Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.

Minas Gerais:

- Lei Estadual nº 18.031/09 - Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos.
- Lei Estadual nº 14.128/01 - Dispõe sobre a Política Estadual de Reciclagem de Materiais.
- Deliberação Normativa COPAM nº 07, de 29 de setembro de 1981 (Fixa normas para a disposição de resíduos sólidos).
- Deliberação Normativa COPAM nº 232/19 - Institui o Sistema Estadual de Manifesto de Transporte de Resíduos.

3.3 DEFINIÇÕES BÁSICAS

- **Demolição:** é toda e qualquer operação destinada a demolir ou desmontar, em partes ou por completo, construções, instalações ou equipamentos, com metodologia definida e procedimentos controlados.
- **Remoção:** é a ação de retirar determinado elemento de seu local de aplicação original, de forma íntegra e sem danos, permitindo sua reutilização quando conveniente.
- **Realocação:** é a ação de retirar determinado elemento de seu local de aplicação original, de forma íntegra e sem danos, e posterior reinstalação em local conveniente ou determinado em projeto.



3.4 CONDIÇÕES GERAIS

As demolições são reguladas, sob o aspecto de segurança e medicina do trabalho, pela Norma Regulamentadora NR-18, do Ministério do Trabalho, dessa forma, deverão seguir rigorosamente os padrões técnicos, tomando os devidos cuidados de forma a se evitar danos a terceiros.

Antes do início da execução, a empresa contratada deverá obter as licenças necessárias para realização dos serviços. Cuidados especiais deverão ser tomados para evitar acidentes pelo mau uso de materiais ou ferramentas no momento das demolições, não comprometer o andamento da obra, unidade e segurança dos funcionários ou edificações vizinhas.

A gestão dos resíduos da construção civil, gerados pelas atividades de demolição, deverá ser realizada pela empresa responsável pela execução da obra, de acordo com legislação vigente, em todas as etapas de execução, promovendo a caracterização, triagem, acondicionamento, transporte para que estes recebam uma destinação ambientalmente adequada, visando sempre a redução, reutilização, reciclagem e tratamento de resíduos da construção civil.

A empresa responsável pela execução deve remover, realizar a triagem, garantir a segregação e o armazenamento por tipo de material, permitindo assim as condições de reutilização e reciclagem, transportar e destinar os resíduos da construção civil às unidades devidamente licenciadas, com devido registro no Comprovante de Transporte de Resíduos (CTR).

É importante que a empresa responsável pela execução realize e mantenha o controle de todas as atividades pertinentes à demolição, conforme o Plano de Execução da Obra, o Plano de Demolição e o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil (PGRCC).



3.6 DEMOLIÇÕES, REMOÇÕES E REALOCAÇÕES

A área a ser pavimentada necessita da realocação, remoção ou demolição de elementos existentes, manutenção com limpeza, retirada da vegetação, entulhos e demais resíduos sólidos que inviabilizem ou prejudiquem a qualidade ou execução dos serviços necessários.

Os elementos a serem demolidos, removidos ou realocados devem ser levantados considerando a sua quantidade real.

3.7 CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL

O material proveniente de demolição não poderá ser carregado em caçambas ou caminhão e destinado para tratamento, juntamente com outros materiais provenientes de escavações, desmatamento, etc. Algumas empresas de tratamento de resíduos da construção civil, rejeitam categoricamente materiais que não sejam segregados, já outras possuem uma pequena porcentagem de aceitação para misturas.

3.8 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS

Inicialmente, deverão ser removidos manualmente os elementos a serem reaproveitados, sem que ocorram danos, e posteriormente, ser transportados até o local propício para destinação provisória.

As partes a serem demolidas deverão ser previamente molhadas para evitar poeira em excesso durante o processo demolição.

As demolições deverão ser executadas manual, cuidadosa e progressivamente utilizando as ferramentas portáteis manuais quando possível, ou com o uso de equipamentos, dispositivos de evacuação ou ferramentas motorizadas conforme autorização da Fiscalização e concordância com as normas de segurança vigentes.



Deverão ser tomados cuidados especiais quanto as redes elétricas, de gás e de água potável que porventura existam no local, com demarcação, proteção e desligamento desses pontos, de forma a eliminar os riscos de choque elétrico, explosão e acidentes. As redes de esgoto sanitário e pluvial existentes no local da obra devem ser devidamente desativadas, de forma a evitar a passagem de entulhos e entupimento nas redes públicas.

Por fim, a empresa responsável pela execução deverá realizar a limpeza da área ao término dos serviços e providenciar a correta destinação dos resíduos provenientes das demolições e remoções, para locais que detenham licença ambiental para receber o material de descarte especificado.



4 PROJETO GEOMÉTRICO

O Projeto Geométrico foi elaborado visando a definição de um traçado geométrico e características técnicas tais como raios de curvaturas, rampas, plataforma, etc. De maneira que melhor se adequasse a topografia local, com base nos dados do levantamento topográfico, para a implantação do projeto de infraestrutura, detalhando-se planialtimetricamente o seu alinhamento e determinando-se a configuração geométrica da seção transversal do sistema viário em cada estaca, para que possa atender da melhor forma a comunidade onde será implantado, e que atenda ao conforto do condutor, otimizando o fluxo viário, visando a viabilidade em questão executiva.

4.1 DEFINIÇÕES BÁSICAS

- **Bordo Total / Plataforma** - Parte da via compreendida entre os limites externos dos passeios ou entre os pés de corte e cristas de aterro, incluindo os dispositivos de drenagem pluvial
- **Pista de Rolamento** – Local da via destinado ao tráfego de veículos.
- **Semi-pista** – Local da pista destinado ao tráfego de uma faixa de veículos.
- **Greide** – Perfil do eixo de rotação da pista referido à superfície acabada do pavimento é chamado de greide de pavimentação. Quando o perfil do eixo de rotação for referido à plataforma terraplenada, é especificado como greide de terraplenagem.
- **Rampa** – Porcentagem de inclinação obtida a partir do comprimento em relação ao desnível do terreno.
- **Perfil** – Linha que representa de forma contínua a situação altimétrica de um alinhamento sobre uma superfície plana.

4.2 CONVENÇÕES

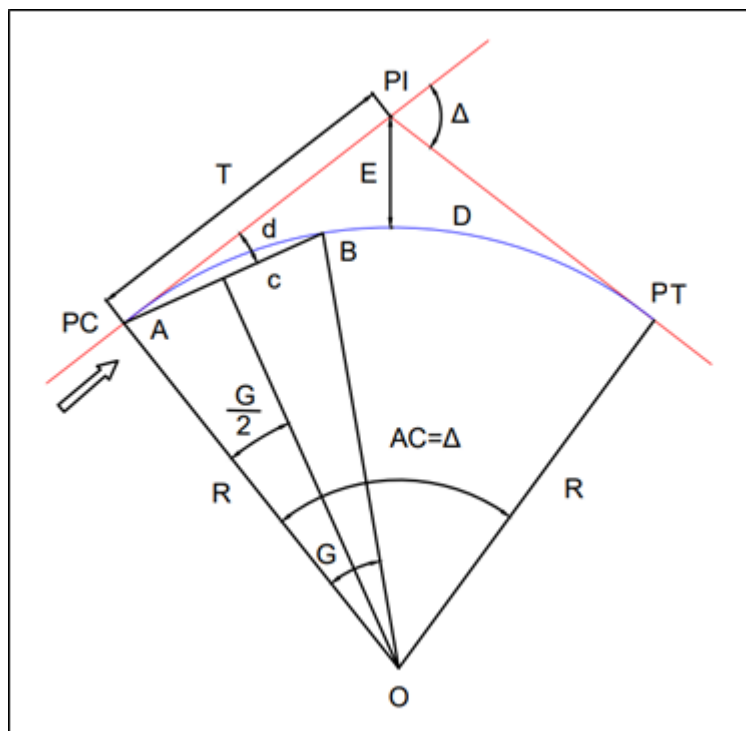


Figura 2 - Representação gráfica dos pontos notáveis

Lista de nomenclaturas:

- PC = PONTO DE CURVA OU PONTO DE CURVATURA
- PT = PORNTO DE TANGENTE OU PONTO DE TANGÊNCIA
- PI = PONTO DE INTERSEÇÃO DAS TANGENTES
- D = DESENVOLVIMENTO DA CURVA
- Δ = ÂNGULO DE DEFLEXÃO
- AC = ÂNGULO CENTRAL DA CURVA
- R = RAIO DA CURVA CIRCULAR
- T = TANGENTE EXTERNA
- O = CENTRO DA CURVA
- E = AFASTAMENTO
- G = GRAU DA CURVA
- c = CORDA
- d = DEFLEXÃO SOBRE A TANGENTE



4.3 CLASSIFICAÇÃO DA VIA

Segundo o Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas (DNIT) e o Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais (DNIT), para efeito de classificação funcional, são consideradas Áreas Urbanas os locais mais densamente povoados, com população acima de 5.000 habitantes. Se a população for inferior a 50.000 são designadas como Pequenas Áreas Urbanas. As Áreas Rurais são aquelas situadas fora dos limites das áreas urbanas.

Cabe ressaltar que as vias que compõem os sistemas funcionais das áreas urbanas e rurais têm características diferentes. Embora a hierarquia funcional seja semelhante, nas áreas urbanas há relativamente maior número de vias arteriais principais e secundárias, enquanto que nas áreas rurais predominam as vias coletoras e suas subdivisões, ainda com a mesma função de coletoras.

A classificação funcional normalmente é estabelecida de acordo com a mobilidade e acessibilidade permitidas. Mobilidade é o grau de facilidade para deslocar-se. Acessibilidade é o grau de facilidade que oferece uma via para conectar a origem de uma viagem com seu destino.

Embora existam muitos sistemas de classificação funcional que possam ser usados para fins de planejamento, o método empregado com mais frequência é o que separa as vias urbanas em 4 (quatro) sistemas básicos, e as vias rurais em 6 (seis) sistemas básicos, com características e funções distintas, conforme a tabela apresentada a seguir:

HIERARQUIA DE SISTEMAS FUNCIONAIS		
	URBANO	RURAL
Arterial	Sistema Arterial Principal	Sistema Arterial Principal
		Sistema Arterial Primário
	Sistema Arterial Secundário	Sistema Arterial Secundário
Coletor	Sistema Coletor	Sistema Coletor Primário
		Sistema Coletor Secundário
Local	Sistema Local	Sistema Local

O município de Paracatu/MG, possui uma população de estimada de 91 027 pessoas (IBGE), podendo ser considerada como uma área urbana. As Ruas Tonico Lemos e Travessa José Gonçalves dos Santos foi classificada com via local, velocidade de 30km/h.



4.4 CONCEPÇÃO E JUSTIFICATIVA

Na elaboração do Projeto Geométrico, foram utilizados programas de desenho auxiliado por computador, executados utilizando-se os Softwares AutoCAD® e Civil 3D®. As premissas e características adotadas e/ou empregadas na concepção das propostas de intervenções necessárias para a implantação da infraestrutura estão descritas a seguir:

- O traçado das vias foi definido de acordo com as características locais de urbanização da região, observando a disponibilidade física e impactos dos diferentes traçados no orçamento, com lançamento da estrutura geométrica adequada e compatível com as disponibilidades da área. Desta forma, a partir do levantamento topográfico procedeu-se à definição da locação da diretriz geral da via com a criação dos eixos planimétricos com estacas de 20 em 20m contendo a indicação de pontos notáveis das curvas horizontais, visando à consolidação da melhor alternativa para a funcionalidade da via e determinação dos quantitativos de materiais, serviços, orçamento e execução eficiente da obra.
- Os greides de projeto foram projetados para atender satisfatoriamente o tráfego de veículos, levando em consideração os desníveis existentes e as cotas de referência das vias de conexão a esta, respeitando as edificações adjacentes para que não ocorram rebaixamento ou elevações de acessos, nem cargas não previstas que possam acarretar danos na estrutura existente, além de promover o menor custo com empréstimo e transporte de material na terraplenagem.
- As seções transversais do pavimento foram dimensionadas observando-se a disponibilidade física da região e as indicações geométricas da implantação, dessa forma, a montagem do pavimento é composta por uma pista de rolamento e sarjetas em ambos os lados desta.
- As larguras do pavimento e especificação dos dispositivos de drenagem foram definidas respeitando as larguras e distâncias mínimas normatizadas e possíveis de execução. A inclinação transversal das pistas de rolamento foi determinada de acordo com a melhor



possibilidade de escoamento das águas das chuvas e com o acabamento da superfície do pavimento.

4.5 ALINHAMENTOS PROJETADOS

A seguir estão apresentados os alinhamentos projetados para as vias.

Tabela 1 - Relação de Alinhamentos Projetados

Relação de Alinhamentos Projetados			
Alinhamento	Estaca Inicial	Estaca Final	Comprimento (m)
Rua Tonico Lemos	Est. 0+0,00	Est. 12+02,92	242,92
Tv. José Gonçalves dos Santos	Est. 13+0,00	Est. 19+05,77	125,77

4.6 SEÇÃO TIPO

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

As plataformas das vias foram projetadas com as seguintes larguras:

Rua Tonico Lemos, com seção tipo 15m:

- **Bordo Total:** 15,00m;
- **Drenagem Lado Direito:** 0,50m;
- **Drenagem Lado Esquerdo:** 0,50m;
- **Semi-pista de rolamento:** 3,00m;
- **Faixa de estacionamento:** 2,50
- **Pista de Rolamento:** 6,00m;
- **Passeio Lado Direito:** 2,00m;



- **Passeio Lado Esquerdo:** 2,000m;
- **Abaulamento:** 3,00 %;

A figura a seguir apresentada, exemplifica a seção tipo utilizada.

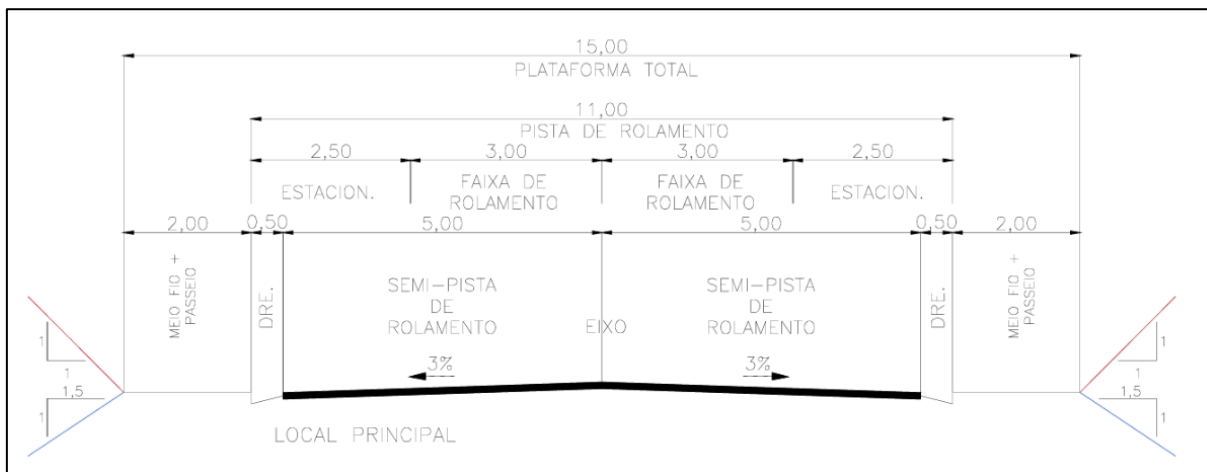


Figura 3 - Seção Tipo – 15,00m

Rua Tonico Lemos e Travessa com seção tipo variável:

- **Bordo Total:** variável;
- **Drenagem Lado Direito:** 0,50m;
- **Drenagem Lado Esquerdo:** 0,50m;
- **Semi-pista de rolamento:** variável;
- **Pista de Rolamento:** variável;
- **Passeio Lado Direito:** variável;
- **Passeio Lado Esquerdo:** variável m;
- **Inclinação da semi-pista:** 3,00 %.

A figura a seguir apresentada, exemplifica a seção tipo utilizada.



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG
PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

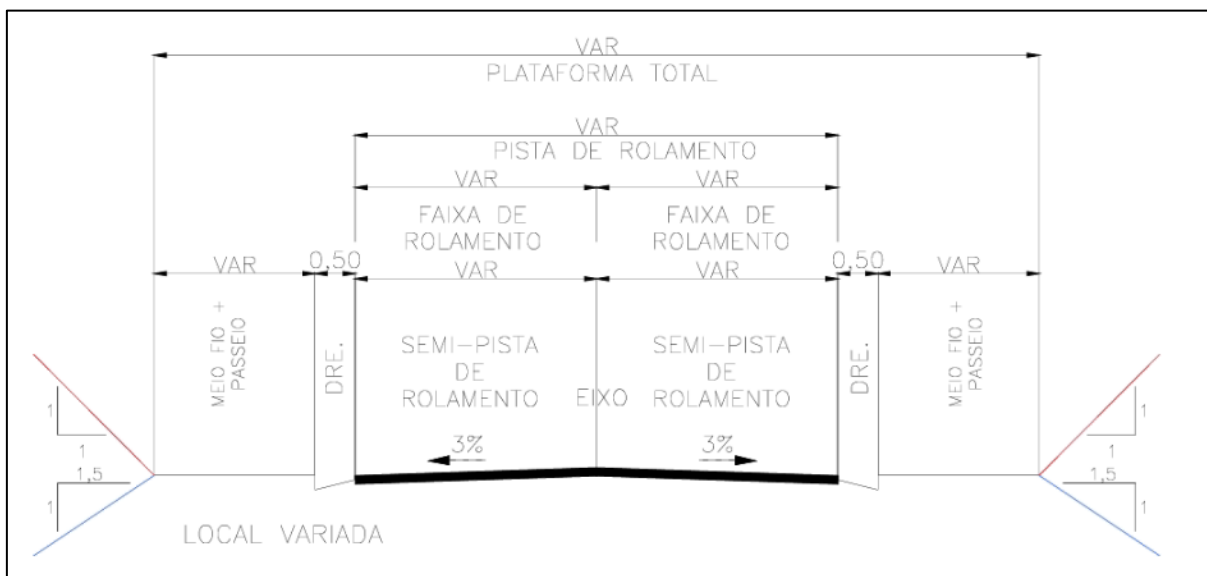


Figura 4 - Seção Tipo - variável



4.7 CARACTERÍSTICAS PLANIMÉTRICAS

A seguir estão apresentadas as características planimétricas dos alinhamentos projetados.

4.7.1 ALINHAMENTO: RUA TONICO LEMOS

DESCRIÇÃO	TANGENTE		
	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	0.000	8.094.666.819	300.274.447
FIM:	68.979	8.094.606.358	300.307.652

TIPO	TANGENTE		
	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	68.979	ÂNGULO:	29.877.559.939.377.700

PONTOS NOTÁVEIS DA CURVA CIRCULAR			
DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PC:	68.979	8.094.606.358	300.307.652
CC:		8.094.750.772	300.570.606
PT:	1+53.916	8.094.538.650	300.358.464

CURVA CIRCULAR			
PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	16° 13' 18.4288"	TIPO:	ESQUERDO
RAIO:	300.000		
DESENVOLVIMENTO:	84.937	TANGENTE:	42.755
FLECHA:	3.001	AFASTAMENTO:	3.031
COMPRIM. CORDA:	84.654	ÂNGULO CORDA:	30.688.649.228.634.300

DESCRIÇÃO	TANGENTE		
	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	1+53.916	8.094.538.650	300.358.464
FIM:	2+42.921	8.094.475.711	300.421.397

TIPO	TANGENTE		
	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	89.005	ÂNGULO:	31.499.738.517.871.100



4.7.2 ALINHAMENTO: TRAVESSA JOSÉ GONÇALVES DOS SANTOS

DESCRIÇÃO	TANGENTE		
	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	2+60.000	8.094.571.191	300.330.293
FIM:	2+95.899	8.094.556.978	300.297.327

TIPO	TANGENTE		
	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	35.899	ÂNGULO:	20.332.346.020.460.700

PONTOS NOTÁVEIS DA CURVA CIRCULAR			
DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PC:	2+95.899	8.094.556.978	300.297.327
CC:		8.094.492.698	300.325.042
PT:	3+17.401	8.094.545.589	300.279.188

CURVA CIRCULAR			
PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	17° 35' 58.9571"	TIPO:	ESQUERDO
RAIO:	70.000		
DESENVOLVIMENTO:	21.502	TANGENTE:	10.836
FLECHA:	0.824	AFASTAMENTO:	0.834
COMPRIM. CORDA:	21.418	ÂNGULO CORDA:	2.121.233.153.608.110

DESCRIÇÃO	TANGENTE		
	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	3+17.401	8.094.545.589	300.279.188
FIM:	3+27.532	8.094.538.953	300.271.534

TIPO	TANGENTE		
	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	10.131	ÂNGULO:	22.092.317.051.625.200

PONTOS NOTÁVEIS DA CURVA CIRCULAR			
DESCRIÇÃO	ESTACA	NORTE	ESTE
PC:	3+27.532	8.094.538.953	300.271.534
CC:		8.094.591.844	300.225.680
PT:	3+60.353	8.094.523.941	300.242.684



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG
PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

<u>CURVA CIRCULAR</u>			
PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
AC:	26° 51' 52.6542"	TIPO:	DIREITO
RAIO:	70.000		
DESENVOLVIMENTO:	32.821	TANGENTE:	16.718
FLECHA:	1.915	AFASTAMENTO:	1.969
		ÂNGULO	
COMPRIM. CORDA:	32.522	CORDA:	20.749.085.743.929.900

<u>TANGENTE</u>			
DESCRIÇÃO	ESTACAS	NORTE	ESTE
INÍCIO:	3+60.353	8.094.523.941	300.242.684
FIM:	3+85.766	8.094.518.582	300.217.843

<u>TANGENTE</u>			
TIPO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
COMPRIMENTO:	25.413	ÂNGULO:	19.217.335.795.645.600



4.9 CARACTERÍSTICAS ALTIMÉTRICAS

A seguir estão apresentadas as características altimétricas dos alinhamentos projetados.

4.9.1 ALINHAMENTO: RUA TONICO LEMOS

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
		691.12
INÍCIO:	0.000+0.081	5
		685.62
FIM:	2.000+9.020	2
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
		688.88
	1.000+0.000	5
		686.63
	2.000+0.000	6
<u>CARACTERÍSTICAS DA RAMPA</u>		
TIPO	VALOR	
COMPRIMENTO:	48.939	
GRADE:	-11245%	

CURVA VERTICAL CÔNCAVA

Descrição	ESTACAS	COTA
		685.62
INÍCIO:	2.000+9.020	2
		677.92
PIV:	5.000+17.489	3
		683.75
FIM:	9.000+5.958	0
		681.24
PONTO BAIXO:	6.000+6.967	0
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
		684.47
	3.000+0.000	4
<u>CARACTERÍSTICAS DA CURVA VERTICAL SIMÉTRICA</u>		
TIPO	VALOR	
RAMPA ANTERIOR:	-11245%	
RAMPA POSTERIOR:	8510%	
COMPRIMENTO:	136.938	



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG
PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

K: 6.932
e: 3.381

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
		683.75
INÍCIO:	9.000+5.958	0
FIM:	12.000+2.921	NaN
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
	6.000+0.000	681.27 5
	7.000+0.000	681.36 2
	8.000+0.000	682.02 7
	9.000+0.000	683.26 8
	10.000+0.000	684.94 5
	11.000+0.000	686.64 7

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALOR
COMPRIMENTO:	56.962
GRADE:	8510%

4.9.2 ALINHAMENTO: TRAVESSA JOSÉ GONÇALVES DOS SANTOS

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	13.000+0.000	681.427
FIM:	13.000+5.136	681.306

CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

TIPO	VALOR
COMPRIMENTO:	5.136
GRADE:	-2365%



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG
PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	13.000+5.136	681.306
FIM:	14.000+13.751	677.640
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
	14.000+0.000	679.402
<u>CARACTERÍSTICAS DA RAMPA</u>		
TIPO	VALOR	
COMPRIMENTO:	28.615	
GRADE:	-12811%	

CURVA VERTICAL CÔNCAVA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	14.000+13.751	677.640
PIV:	15.000+18.549	674.463
FIM:	17.000+3.348	672.576
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
	15.000+0.000	676.860
<u>CARACTERÍSTICAS DA CURVA VERTICAL SIMÉTRICA</u>		
TIPO	VALOR	
RAMPA ANTERIOR:	-12811%	
RAMPA POSTERIOR:	-7610%	
COMPRIMENTO:	49.597	
K:	9.537	
e:	0.322	

RAMPA

Descrição	ESTACAS	COTA
INÍCIO:	17.000+3.348	672.576
FIM:	19.000+5.766	669.348
ESTACAS INTERMEDIARIAS:		
	16.000+0.000	674.639
	17.000+0.000	672.837
	18.000+0.000	671.309
<u>CARACTERÍSTICAS DA RAMPA</u>		
TIPO	VALOR	
COMPRIMENTO:	42.419	
GRADE:	-7610%	



4.1 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS

O projeto geométrico compreende todos os serviços iniciais que preparam a obra para início da obra, bem como sua locação.

I. EQUIPAMENTOS E MATERIAIS

- a) Tratores;
- b) Caminhões;
- c) Tendões e demais estruturas para canteiros;
- d) Instrumentos de geolocalização;
- e) Ferramentas manuais.

II. SERVIÇOS INICIAIS

Demolições, Desmatamento e limpeza de vegetação

Devem ser realizados os serviços de demolições ou remoções de elementos existentes indicados em projeto, bem como o destocamento e limpeza vegetal, segundo a orientação da engenharia de fiscalização.

Mobilização, desmobilização e implantação do canteiro de obras

Compreende o início das atividades da obra e instalação do canteiro de obras. Deverá considerar a presença do tráfego local e a importância de mantê-lo com segurança e fluidez.

A implantação do canteiro de obras, engloba as instalações de administração, insumos e equipamentos, maquinário e alojamentos.

Na instalação do canteiro de obras deverão ser observados os seguintes itens:

- Disposição dos esgotos sanitários em fossas sépticas, instaladas a distâncias seguras de poços de abastecimento d'água e de talvegues naturais;
- Existência de dispositivos de filtragem e contenção de óleos e graxas oriundas da lavagem/limpeza/manutenção de equipamentos na oficina;



- Em toda área do canteiro de obras deverá ser executada uma drenagem que encaminhe as águas superficiais para uma bacia de decantação de forma que as mesmas, ao saírem desta para os talvegues naturais, estejam livres de materiais em suspensão.

O canteiro de obras deve conter no mínimo, os itens listados:

- Um local para administração da obra;
- Um local para ferramentas, depósitos, etc.
- Dois banheiros;
- Demais instalações necessárias conforme as normas vigentes.

Sinalização e Desvio de Obras

A sinalização de obras deve ser feita em conformidade com as normas de segurança e com o manual de sinalização de obras e emergências do DNIT, e seguir as recomendações da Secretaria Municipal de Transportes. Deverão ser utilizados na sinalização, cavaletes, placas de alerta, telas, iluminação vertical noturna, de maneira que possa garantir a integridade da obra e dos trabalhadores, veículos e pedestres

Toda a área do canteiro deverá ser sinalizada, através de placas, quanto a movimentação de veículos, indicações de perigo, instalações e prevenção de acidentes.

Locação da obra

Locação da obra com auxílio das notas de serviço e demais elementos. As notas de serviço são apresentadas no projeto de terraplenagem.

Fornecimento de materiais

Os principais pontos de fornecimento de materiais e localização de bota-fora, que foram utilizados como referência no projeto estão localizados no capítulo de Distância Média de Transporte (DMT). O fornecimento de materiais não se limita aos pontos indicados neste memorial.



5 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

O Projeto de Terraplenagem foi elaborado após definição das seções tipo, e do alinhamento horizontal e vertical no projeto geométrico. Dessa forma, o projeto consiste em:

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

5.1 DEFINIÇÃO BÁSICAS

Cortes – são segmentos de rodovia cuja implantação requer movimentação manual ou mecanizada de terra ou rocha, para a escavação do material constituinte do terreno natural, ao longo do eixo e/ou no interior dos limites das seções do projeto (offsets) que definem o corpo Estradal ou rua. Eles foram em material de 1ª, 2ª e 3ª categoria;

Aterros – Áreas implantadas através do depósito de materiais que podem ser advindos de cortes e/ou empréstimos, no interior dos limites das seções de projeto(off-sets), desde que as características geotécnicas desses materiais apresentem $ISC > 2\%$ e expansão $< 5\%$. O grau de compactação será 95% do Proctor normal;

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

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

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

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



Acabamento de terraplenagem – Os últimos 0,60m dos aterros, serão compactados com grau de compactação de mínimo 98% do Proctor normal, em camadas de 0,20m, utilizando material com $ISC > ISC$ projeto e/ou expansão $< 2\%$;

Empréstimos – são escavações destinadas a prover ou complementar o volume necessário à constituição dos aterros, seja por insuficiência do volume dos cortes, seja por motivo de ordem tecnológica de seleção de materiais ou razões de ordem econômica;

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

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

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

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

5.2 CONCEPÇÃO E JUSTIFICATIVA

O projeto de terraplenagem foi concebido de forma a especificar as áreas de corte e aterro, áreas estas que foram definidas com base nos greides de projeto, corredores e taludes. A movimentação de terra foi pensada levando em consideração a redução dos custos de empréstimos e transporte de material, bem como da mão de obra empregada nessa fase da obra.



5.3 DIMENSIONAMENTO

5.3.1 GEOMETRIA DOS TALUDES

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

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

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

5.3.2 VOLUMES DE TERRAPLENAGEM

O cálculo dos volumes da movimentação de terra, foi executado a partir dos dados e elementos fornecidos pelos estudos topográficos, por meio da computação eletrônica, a partir de modelo digital gerado por programa específico de computação (AutoCAD Civil 3D®). Os volumes resultantes, tanto para os cortes como para os aterros, são volumes geométricos, sendo assim podem ocorrer variações de acordo com a adequação do projeto em campo.

As planilhas de cubação apresentadas em projeto indicam as áreas de corte e aterro das seções das vias, bem como os volumes parciais e acumulados dos materiais escavados e dos aterros.

O resumo dos volumes de terraplenagem para as vias deste projeto está anexo as plantas do projeto de terraplenagem.

As seções transversais estão apresentadas no Anexo I.



5.3.3 NOTAS DE SERVIÇO

As notas de serviço das vias estão apresentadas no Anexo II deste memorial.

5.4 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS

Para sua elaboração foram utilizadas as normas em questão:

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

5.4.1 CONDIÇÕES GERAIS

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



5.4.2 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS PARA ATERROS

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

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

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

- a. Na construção do corpo do aterro serão feitas descarga, espalhamento em camadas, homogeneização, umedecimento e aeração e compactação do material até a cota correspondente ao greide de terraplenagem;
- b. O lançamento do material será feito em camadas sucessivas em toda largura da seção transversal e em extensões quer espeitem a necessidade de umedecimento e compactação. Para corpos de aterro, a espessura mínima é de 0,30m e nas camadas finais não deve ultrapassar 0,20m.
- c. As camadas do solo serão compactadas respeitando as condições previamente estabelecidas pelo ensaio de compactação do solo (Ensaio de Compactação – Norma DNIT 164/2013), sendo aceita variação na umidade ótima demais ou



menos 3% e grau de compactação de 95%. Caso o trecho não atinja as condições estabelecidas de compactação, deverá ser escarificado e recolocado na condição ideal.

- d. A inclinação do talude de aterro é de 3:2 conforme visto no Projeto de Terraplenagem. Deverá ser controlada através de esquadros e gabaritos apropriados.

5.4.3 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS PARA CORTES

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

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

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

- I. Se houver presença de rocha são em de composição, o greide será rebaixado em 0,40m e preenchido com material inerte;
- II. Se houver solo com expansão > 2% e baixa capacidade de suporte (ISC), fazendo a remoção da camada em pelo menos 0,60m e substituindo por material de melhor qualidade;
- III. Nos cortes em solo, as condições do solo “in situ” deverão ser verificadas (considera-se os 0,60m superiores, equivalente a camada final do aterro) caso não atinja as condições mínimas necessárias, o material será escarificado, homogeneizado, levado à umidade ótima e compactado novamente;
- IV. Após o corte, o talude deve apresentar inclinação de 1:1 de acordo com o projeto de terraplenagem. Nas operações de escavação, devem ser tomados cuidados para manter os taludes na inclinação correta.



5.4.4 DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS

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

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

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

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



7 PROJETO DE DRENAGEM

O projeto de drenagem consiste da concepção, dimensionamento e detalhamento dos dispositivos necessários à proteção dos terrenos contra a ação das águas.

7.1 CONCEPÇÃO E JUSTIFICATIVA

O sistema proposto prevê a drenagem superficial e profunda com a instalação e posicionamento dos diversos dispositivos de coleta das águas pluviais que incidem na plataforma da estrada, conduzindo-as convenientemente para um lançamento fora de seu corpo, respeitando as condições do terreno natural.

Por tratar-se de um projeto de implantação dentro do perímetro urbano teremos apenas drenagem urbana. A seguir apresentamos as soluções adotadas e o dimensionamento dos dispositivos utilizados.

7.2 DIMENSIONAMENTO

7.2.1 INTENSIDADE DA CHUVA DE PROJETO (I)

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

Equação 1 - Equação IDF

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

Onde:



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

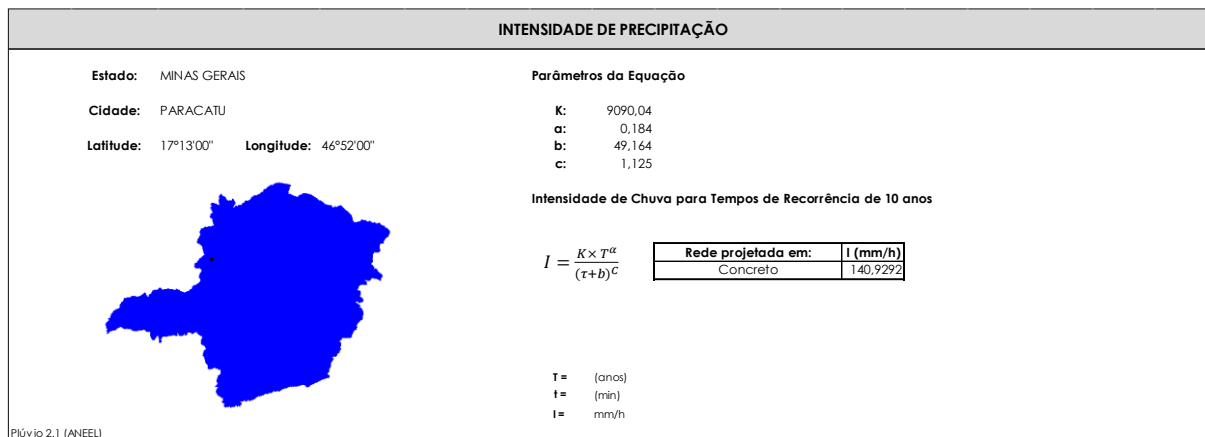


Figura 5 - Parâmetros da Equação IDF e Intensidade de Precipitação

7.2.2 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (TC)

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

Equação 2- Tempode Concentração

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

Onde:

- Tc é o tempo de concentração em minutos;



- L é a extensão do talvegue principal em Km;
- H é a elevação média em metros;
- Valor mínimo para tc foi fixado em 10 minutos.

7.2.3 TEMPO DE RECORRÊNCIA

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

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

7.2.4 DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES (Q)

As vazões de dimensionamento das estruturas de drenagem foram calculadas por meio do Método Racional, tendo em vista que as bacias de contribuição são menores que 5 km², com base nas precipitações pluviométricas e dados físicos das sub-áreas. O conceito básico do método presume que a máxima vazão provocada por uma chuva de intensidade uniforme em uma determinada seção está em função do tempo de concentração (tc), ou seja, o tempo necessário para que todas as partes da bacia passem a contribuir para a seção de drenagem. As condições de permeabilidade da bacia, supõe-se, permanecerem constantes durante a ocorrência da chuva. O cálculo da vazão é dado a partir da expressão:

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

Sendo:

- Q = a vazão que se deseja calcular em m³/s;



- C = o coeficiente de deflúvio superficial ou Run-off;
- i = precipitação pluviométrica em mm/h;
- A = é a área da sub-bacia em hectares.

7.2.5 COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL (C)

O depende de uma série de fatores como: tipo de solo e do uso da terra, uniformidade da distribuição de chuva, condições de umidade do solo no início da precipitação, etc.

A determinação do Coeficiente de escoamento Superficial foi dada considerando as zonas de ocupação do solo e características de urbanização da bacia, de acordo os seguintes valores:

Tabela 2 - Coeficientes de Escoamento Superficial (C).

	Zonas	C
1	Zonas de edificação muito densa. Partes centrais densamente construídas, comerciais, com ruas e calçadas pavimentadas.	0,70 a 0,95
2	Zonas de edificação não muito densa. Partes adjacentes ao centro, com ocupação mista: residencial e comercial, de menor densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas.	0,60 a 0,70
3	Zonas com poucas superfícies livres. Partes residenciais com construções cerradas e ruas e calçadas pavimentadas. Bairros em expansão.	0,50 a 0,60
4	Zonas com muitas superfícies livres. Partes residenciais tipo distrito industrial, parques ou cidade-jardim, ruas macadamizadas ou pavimentadas.	0,25 a 0,50
5	Zonas de subúrbios com alguma edificação. Partes de arrabaldes com pequena densidade de construções.	0,20 a 0,25
6	Zonas de cobertura florestal. Partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, com matas, parques ou campos de futebol, sem pavimentação.	0,05 a 0,20

A partir das características específicas do projeto e sua região, será adotado:



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG

PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

- $C = 0,75$ partes centrais densamente construídas, comerciais com ruas e calçadas pavimentadas.

7.2.6 DEFINIÇÃO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

Para a definição das bacias hidrográficas foi utilizada como base o levantamento topográfico e Projeto Geométrico.

Tabela 3 - Bacia de Contribuição vide anexo projeto de drenagem

		MEMÓRIA DE CÁLCULO DA DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS																							
LOCAL OBRA:		PAVIMENTAÇÃO RUA TONICO LEMOS E TRAVESSA JOSÉ GONÇALVES DOS SANTOS														REV.	0	DATA	19	JANEIRO	2026				
POÇO DE VISITA	DIMENSÃO ESTRUTURAS	COTA TAMPA/PV (m)		COTA REDE (m)		QUEDA A JUSANTE (m)		COTA FUNDO PV (m)		PROFUND. (m)		EXTENSÃO (m)		DECLIV. (%)	CONTRIBUIÇÃO		ÁREA ACUM. (m²)	PRECIPIT. (mmh)	VAZÃO ENTRANDO (l/s)	VAZÃO ESCORRENDO (l/s)	SEÇÃO DO TUBO		LÂMINA		VELOC. (m/s)
		MONT.	JUS.	MONT.	JUS.	MONT.	JUS.	MONT.	JUS.	MONT.	JUS.	MONT.	JUS.		C	ÁREA (m²)					Altura (m)	Altura (m)			
BL-1->PVQ-5	BL 400 x 1.500 mm	679.090	678.312	677.635	676.857	0.302	677.635	676.556	1.455	1.757	13.794	5.64	0.750	2293.36	2293.36	159.136	50.688	50.688	817C 600 x 55 mm	13.67	0.056	2.181			
BL-2->PVQ-5	BL 400 x 1.500 mm	678.218	678.312	676.963	676.794	0.239	676.963	676.556	1.255	1.757	7.164	2.36	0.750	2769.35	2769.35	159.136	91.813	91.813	817C 600 x 55 mm	22.63	0.096	1.913			
BL-3->PVQ-5	BL 400 x 1.500 mm	678.184	678.312	676.929	676.781	0.226	676.929	676.556	1.255	1.757	5.104	2.89	0.750	2667.32	2667.32	159.136	88.431	88.431	817C 600 x 55 mm	21.11	0.089	2.033			
BL-4->PVQ-5	BL 400 x 1.500 mm	678.124	678.312	676.869	676.776	0.220	676.869	676.556	1.255	1.757	4.611	2.03	0.750	3232.36	3232.36	159.136	107.164	107.164	817C 600 x 55 mm	25.39	0.108	1.897			
PVQ-5->PVQ-6	PVQ 1.000 x 1.000 mm	678.312	673.653	676.556	672.078	0.200	676.556	671.878	1.757	1.775	47.267	9.47	0.750	0.00	10961.00	158.600	0.000	336.962	817C 800 x 75 mm	20.88	0.117	4.428			
PVQ-6->PVQ-7	PVQ 1.000 x 1.000 mm	673.653	671.318	671.878	669.643	0.000	671.878	669.643	1.775	1.675	32.642	6.85	0.750	0.00	10961.00	157.708	0.000	335.062	817C 800 x 75 mm	22.57	0.127	3.940			
PVQ-7->PVQ-10	PVQ 1.000 x 1.000 mm	671.318	669.357	669.643	666.904	0.000	669.643	666.904	1.675	2.452	46.103	5.94	0.750	0.00	10961.00	157.021	0.000	333.602	817C 800 x 75 mm	23.34	0.132	3.742			
BL-8->PVQ-10	BL 400 x 1.500 mm	669.768	669.357	668.124	667.224	0.320	668.124	666.904	1.644	2.452	9.648	9.33	0.750	2497.45	2497.45	159.136	82.799	82.799	817C 600 x 55 mm	15.35	0.064	3.012			
BL-9->PVQ-10	BL 400 x 1.500 mm	669.581	669.357	667.846	667.524	0.620	667.846	666.904	1.735	2.452	9.388	2.43	0.750	2359.59	2359.59	159.136	98.121	98.121	817C 600 x 55 mm	21.21	0.090	2.216			
PVQ-10->PVQ-11	PVQ 1.000 x 1.000 mm	669.357	669.185	666.904	666.716	0.000	666.904	666.716	2.452	2.470	37.733	0.50	0.750	0.00	16418.00	154.009	0.000	508.817	817C 800 x 75 mm	57.44	0.378	1.703			
PVQ-11->PVQ-12	PVQ 1.000 x 1.000 mm	669.185	668.380	666.716	663.405	0.000	666.716	663.405	2.470	2.975	35.235	9.40	0.750	0.00	16418.00	154.220	0.000	502.980	817C 800 x 75 mm	25.57	0.145	4.960			
PVQ-12->ALA-13	PVQ 1.000 x 1.000 mm	666.380	664.351	663.405	663.176	0.010	663.405	663.166	2.975	1.185	18.186	1.26	0.750	0.00	16418.00	153.654	0.000	501.135	817C 800 x 75 mm	43.35	0.263	2.399			
ALA-13->	BBT_1989 1 x 800 x 0.9	664.351					663.166		1.185				0.750	0.00	16418.00	153.055	0.000								

7.2.7 DIMENSIONAMENTO DE SARJETAS

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

Tabela 4 - Comprimento Útil da Sarjeta

COMPRIMENTO ÚTIL SARJETA - TIPO B																	
Largura da via (m)	Largura da área de drenagem (m)	i (%)	0,50	1,00	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00	16,00	18,00	20,00	22,00	24,00	26,00
		Q (l/s)	39,16	55,38	78,31	110,75	135,64	156,63	175,12	191,83	207,20	221,51	234,94	247,65	259,74	271,29	282,37
		V (m/s)	0,69	0,98	1,38	1,95	2,39	2,76	3,09	3,38	3,65	3,90	4,14	4,37	4,58	4,78	4,98
4,00	22,00		63,26	89,46	126,51	178,92	219,13	253,03	282,89	309,89	334,72	357,84	379,54	400,07	419,60	438,26	456,15
5,00	22,50		61,51	86,98	123,01	173,96	213,06	246,02	275,06	301,31	325,46	347,93	369,03	388,99	407,98	426,12	443,52
6,00	23,00		59,85	84,64	119,70	169,28	207,32	239,39	267,65	293,19	316,69	338,55	359,09	378,51	396,99	414,64	431,57
7,00	23,50		58,28	82,42	116,56	164,83	201,88	233,11	260,63	285,50	308,38	329,67	349,67	368,58	386,57	403,76	420,25
8,00	24,00		56,79	80,31	113,58	160,62	196,72	227,15	253,96	278,20	300,49	321,24	340,73	359,16	376,69	393,44	409,50
9,00	24,50		55,37	78,31	110,74	156,61	191,81	221,49	247,63	271,27	293,00	313,23	332,23	350,20	367,29	383,63	399,29
10,00	25,00		54,02	76,40	108,05	152,81	187,15	216,10	241,61	264,67	285,87	305,61	324,15	341,68	358,36	374,30	389,58
11,00	25,50		52,74	74,59	105,48	149,18	182,70	210,97	235,87	258,38	279,08	298,35	316,45	333,57	349,85	365,41	380,33
12,00	26,00		51,52	72,86	103,04	145,72	178,47	206,07	230,40	252,39	272,61	291,43	309,11	325,83	341,74	356,93	371,51
13,00	26,50		50,35	71,21	100,70	142,41	174,42	201,40	225,17	246,67	266,43	284,83	302,10	318,45	333,99	348,84	363,08
14,00	27,00		49,23	69,63	98,47	139,26	170,55	196,94	220,18	241,20	260,52	278,51	295,41	311,39	326,58	341,11	355,03
15,00	27,50		48,17	68,12	96,33	136,24	166,85	192,67	215,41	235,97	254,87	272,47	289,00	304,63	319,50	333,71	347,34
16,00	28,00		47,14	66,67	94,29	133,34	163,31	188,58	210,84	230,96	249,46	266,69	282,87	298,17	312,72	326,63	339,96
17,00	28,50		46,16	65,29	92,33	130,57	159,92	184,66	206,45	226,16	244,28	261,15	276,99	291,97	306,22	319,84	332,90
18,00	29,00		45,22	63,96	90,45	127,91	156,66	180,90	202,25	221,55	239,31	255,83	271,35	286,02	299,98	313,32	326,12



7.2.8 DIMENSIONAMENTO DE GALERIAS PLUVIAIS E RAMAIS DE LIGAÇÃO DA REDE URBANA:

Para o escoamento seguro e satisfatório, o dimensionamento hidráulico deve considerar o desempenho do bueiro com velocidade de escoamento adequada, além de evitar a ocorrência de velocidades erosivas, tanto no terreno natural, como na própria tubulação e dispositivos acessórios.

O diâmetro mínimo a ser adotado para as redes tubulares, deverá ser o que atenda as vazões calculadas, que evite entupimentos e facilite os trabalhos de limpeza. Para especificação da classe, do tubo, deve-se adotar a classe correspondente à força igual ou superior que resulta do cálculo, devendo atender a carga mínima de fissura (trincas como a carga mínima de ruptura, no ensaio de compressão diametral.

Tabela 5 - Tabela de Diâmetros

DN (mm)	Água pluvial							
	Força mínima isenta de fissura (KN/m)				Força mínima de ruptura (kN/m)			
Classe	PA1	PA2	PA3	PA4	PA1	PA2	PA3	PA4
300	12	18	27	36	18	27	41	54
400	16	27	36	48	24	36	54	72
500	20	30	45	60	30	45	68	90
600	24	36	54	72	36	54	81	108
700	28	42	63	84	42	63	95	126
800	32	48	72	96	48	72	108	144
900	36	54	81	108	54	81	122	162
1000	40	60	90	120	60	90	135	180
1100	44	66	99	132	66	99	149	198
1200	48	72	108	144	72	108	162	216
1500	60	90	135	180	90	135	203	270
1750	70	105	158	210	105	158	237	315
2000	80	120	180	240	120	180	270	360

As unidades drenantes foram dimensionadas pela Fórmula de Manning, apresentada a seguir, cujos parâmetros são os seguintes:

$$V = R_H^{\left(\frac{2}{3}\right)} \times \frac{\sqrt{I}}{n}$$



Onde:

V é a velocidade em m/s;

R_h é o raio hidráulico

I é a declividade da galeria

n é o coeficiente de rugosidade, no caso fixado em 0,015.

O raio hidráulico é, por definição:

$$R_H = \frac{A}{P}$$

Sendo, “**A**” a área molhada e “**P**” o perímetro molhado. A capacidade da unidade drenante é dada pela equação da continuidade, na qual **Q**, a vazão em m³/s, é:

$$Q = A \times V$$

Os limites a serem adotados foram estabelecidos pela norma.

$$h/D \leq 80\%$$

$$0,50 \text{ m/s} \leq V \leq 7,50 \text{ m/s}$$

Onde **h** é a altura da lâmina d’água ou tirante hidráulico e **D** o diâmetro no caso de galerias circulares e a altura total no caso das canaletas.

Nos trechos onde a velocidade for superior a 7,50 m/s, deverão ser implantados dispositivos dissipadores de energia.



Para o dimensionamento das redes consideram os tempos de concentração $T_c = 5\text{min}$ e tempo de recorrência $T_r = 10\text{anos}$.

Para as redes adotou-se canalizações circulares com a utilização de galerias tubulares em concreto, com $h/d \leq 80\%$, e os seguintes diâmetros:

- Para os ramais de ligação diâmetro mínimo de: 400 mm.
- Para as redes projetadas os diâmetros apresentados abaixo:

7.3 DISPOSITIVOS ADOTADOS

O sistema proposto prevê a instalação de dispositivos destinando as águas pluviais coletadas na via para um lançamento respeitando as condições do terreno natural. O sistema de drenagem é composto por:

- Meio Fio de Concreto;
- Sarjeta Tipo “C”;
- Boca De Lobo Dupla Combinada Com Grelha De Concreto – BLD;
- Ala De Rede Tubular;
- Rede Tubular De Concreto – RTC;
- Poço De Visita Tipo “A” – PVA;
- Poço De Visita Tipo “B” – PVB;
- Chaminé De Poço De Visita – CPV;
- Tampão De Ferro Fundido Cinzento – TFC;
- Berço e Dente para Assentamento;
- Dissipador de Energia.

7.3.1 MEIO FIO

Meio-fio é a guia de concreto utilizada para separar a faixa de pavimentação da faixa do passeio ou separador do canteiro central, limitando a sarjeta longitudinalmente.

Os meios-fios pré-moldados são de aplicação geral, em função da indicação do projeto. O meio-fio moldado “in loco”, com as mesmas dimensões do meio-fio padrão SUDECAP tem aplicação limitada às vias com greide longitudinal máximo de 17% e com baixas taxas de ocupação urbana, devido a dificuldades operacionais do equipamento de extrusão.

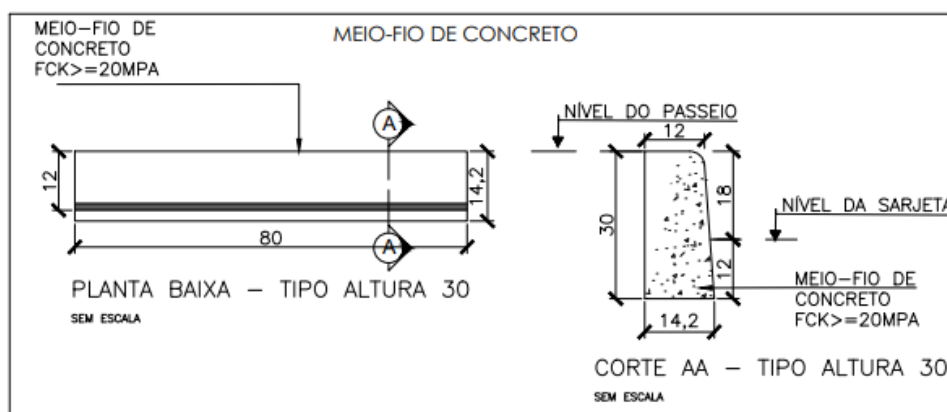


Figura 6 - Meio Fio de Concreto

7.3.2 SARJETA TIPO “C”

Canal triangular longitudinal situado nos bordos das pistas, junto ao meio-fio, destinado a coletar as águas superficiais da faixa pavimentada da via e conduzi-las às bocas de lobo. Nesse projeto será utilizado a tipo B, uso obrigatório nas vias sanitárias.

A espessura da sarjeta é de 10 cm e largura de 30 cm (largura modificada para atender ao projeto), em concreto $FCK \geq 20$ MPa. Não é permitido produzir concreto no canteiro de obras para este serviço. O mesmo será fornecido por concreteiras aprovadas pela FISCALIZAÇÃO

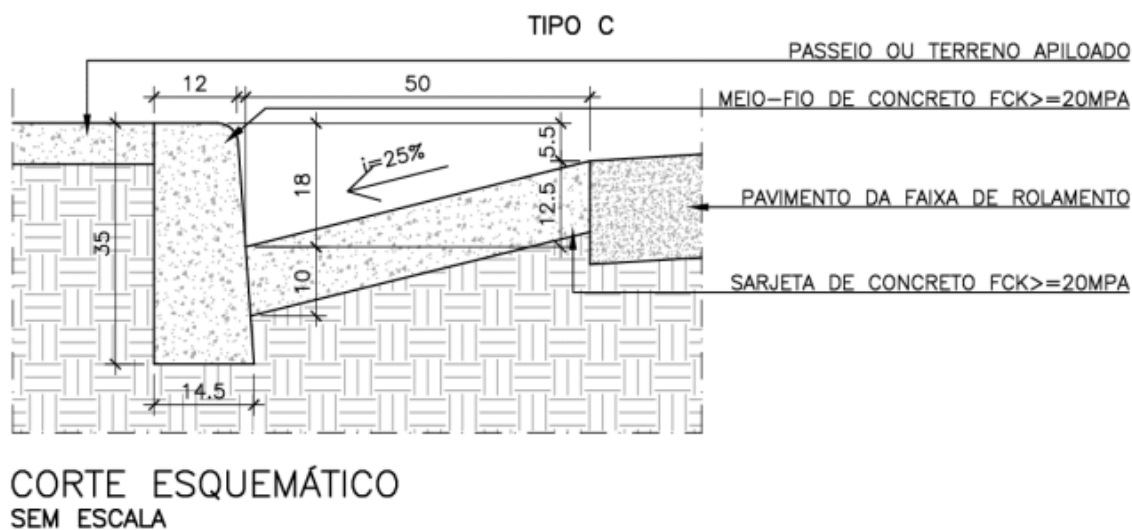


Figura 7 - Sarjeta Tipo "C"

7.3.3 BOCA DE LOBO DUPLA COMBINADA COM GRELHA DE CONCRETO - BLD

Esta padronização visa estabelecer as formas, dimensões, especificações e recomendações técnicas para as Bocas-de-Lobo a serem utilizadas em obras rodoviárias, implantadas perímetros urbanos.

É o dispositivo construído nos pontos de desague da sarjeta, de forma a permitir a captação e a transferência dos conduzindo-as para os tubos de ligação. Ela é constituída de um conjunto de elementos denominados caixa e quadro, grelha e cantoneira fabricados em concreto.

Serão instaladas em pontos baixos do greide ou em pontos intermediários das sarjetas, onde o comprimento crítico (limite de capacidade hidráulica) determinar ou para recebimento de dreno profundo.

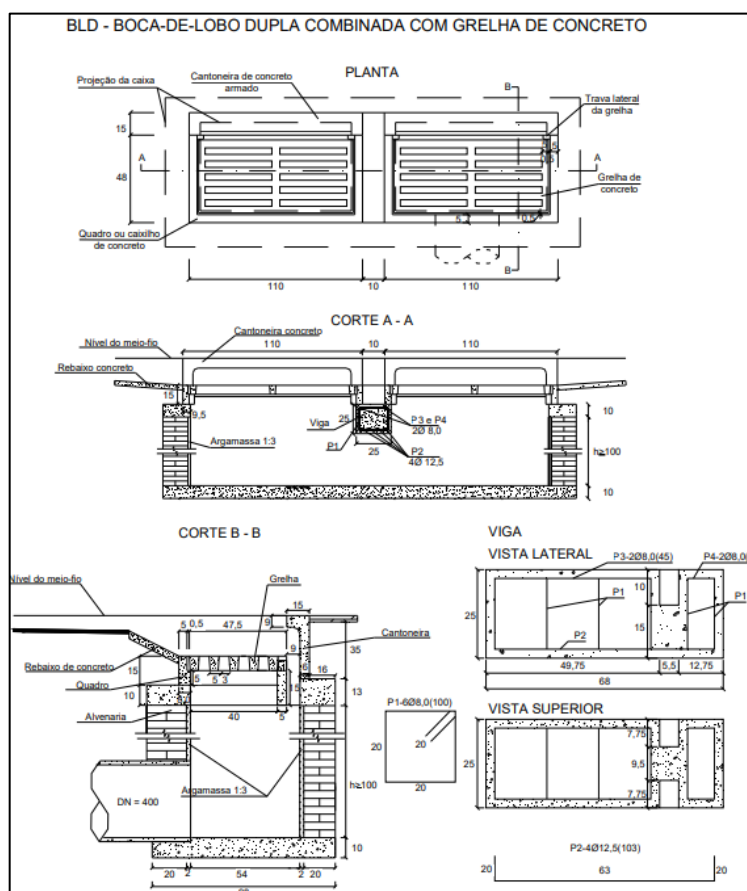


Figura 8 - Boca de Lobo Dupla Combinada com Grelha de Concreto – BLD

7.3.4 ALA DE REDE TUBULAR

Ala de rede tubular é o dispositivo a ser executado na entrada e/ou saída das redes, com o objetivo de conduzir o fluxo no sentido de escoamento, evitando o processo erosivo a montante e a jusante.



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG
PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

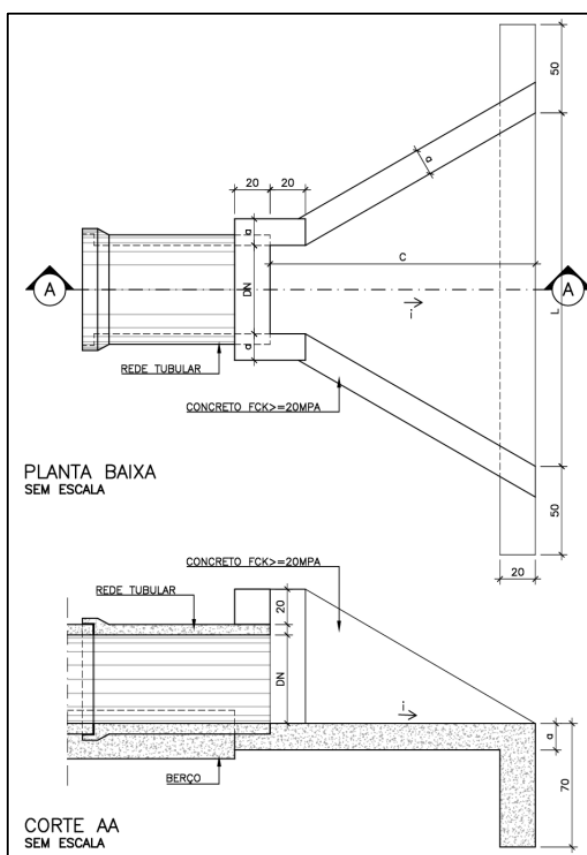


Figura 9 - Ala de Rede Tubular

Tabela 22 - Dimensionamento por Ala

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

Legenda:

DN = Diâmetro nominal da rede tubular; C = Comprimento da ala; L = Largura maior da ala; a = Espessura das paredes



7.3.5 REDE TUBULAR DE CONCRETO - RTC

As redes de Drenagem pluvial do projeto serão em tubos pré-moldados de concreto armado com seção circular, conhecidos como bueiros tubulares de concreto, devido suas características construtivas que permitem obter a resistência e durabilidade necessárias para o sistema de drenagem. São tubos com resistências maiores tanto à fissura quanto à ruptura e suportam cargas de 12 a 360 kN/m ou 1.200 a 36.000 kg/m, dependendo do diâmetro dos tubos. Sua resistência proporcionada pelo traço do concreto e pela armadura deve ser proporcional às cargas suportadas que vão desde as terras do aterro de cobertura das valas ao tráfego de veículos.

Os tubos serão de encaixe tipo ponta e bolsa, ou macho e fêmea, obedecendo as exigências da NBR 8890, classes PA-1, PA-2 ou PA-3 (Classe de tubos de concreto armado), em função da altura máxima do aterro e conforme indicação de projeto, moldados em fôrmas metálicas e ter o concreto adensado por vibração ou centrifugação. O concreto usado para a fabricação dos tubos deve ser confeccionado de acordo com a NBR 12655 e dosado experimentalmente para a resistência a compressão (FCK min) aos 28 dias de 15 MPa, ou superior se indicado no projeto específico. Deverão ainda obedecer às dimensões estabelecidas na tabela, aqui apresentada, sendo admitidas as tolerâncias previstas na referida especificação.

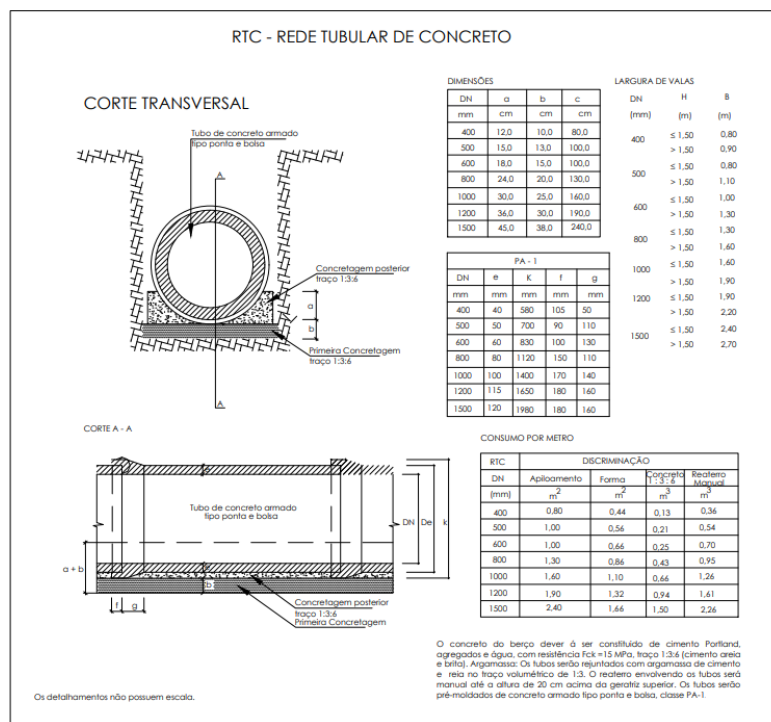


Figura 10 - Rede Tubular de concreto

7.3.6 POÇO DE VISITA TIPO “A” - PVA

É o dispositivo de drenagem superficial que tem a função de permitir a ligação das bocas-de-lobo à rede tubular, de permitir as mudanças de declividade, direção e diâmetro das redes tubulares, além de permitir o acesso à rede, para sua inspeção e limpeza.

Se aplica na ligação da rede coletora ao sistema de drenagem urbana e na ligação de bueiros no sistema de drenagem rural. Poderão ser utilizados 3 (três) tipos de poço de visita:



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG
PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

- Tipo A - Sem dispositivo de queda interno (rampa):

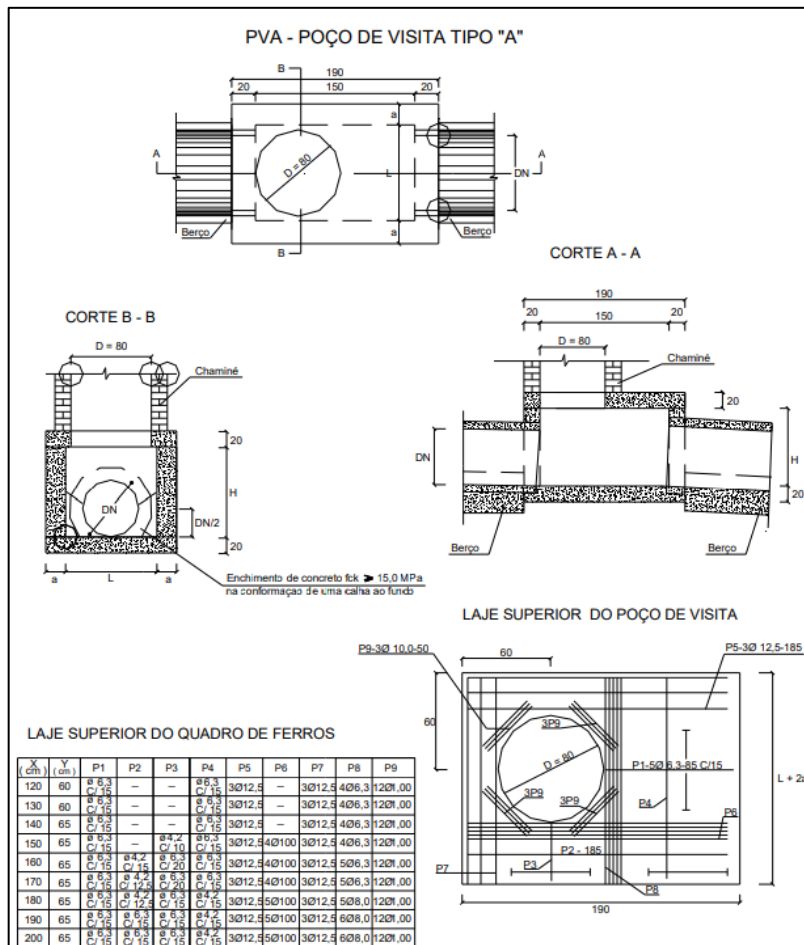


Figura 11 - Poço de Visita Tipo "A" – PVA

Tabela 6 - Dimensões – PVA "A"

DN (mm)	DIMENSÕES (cm)		
	a	L	H
500	15	90	70
600	15	90	80
800	20	90	100
1000	20	100	130
1200	25	120	150
1500	25	150	180

7.3.7 CHAMINÉ DE POÇO DE VISITA - CPV

É o dispositivo que tem como finalidade permitir o acesso à câmara de trabalho do poço de visita, para limpeza e manutenção das redes tubulares. Será utilizada como acesso ao poço de

visita. Poderão ser utilizados 2 (dois) tipos de chaminés de poço de visita: tipo A (de alvenaria) e tipo B (de anel pré-moldado ou tubo de concreto).

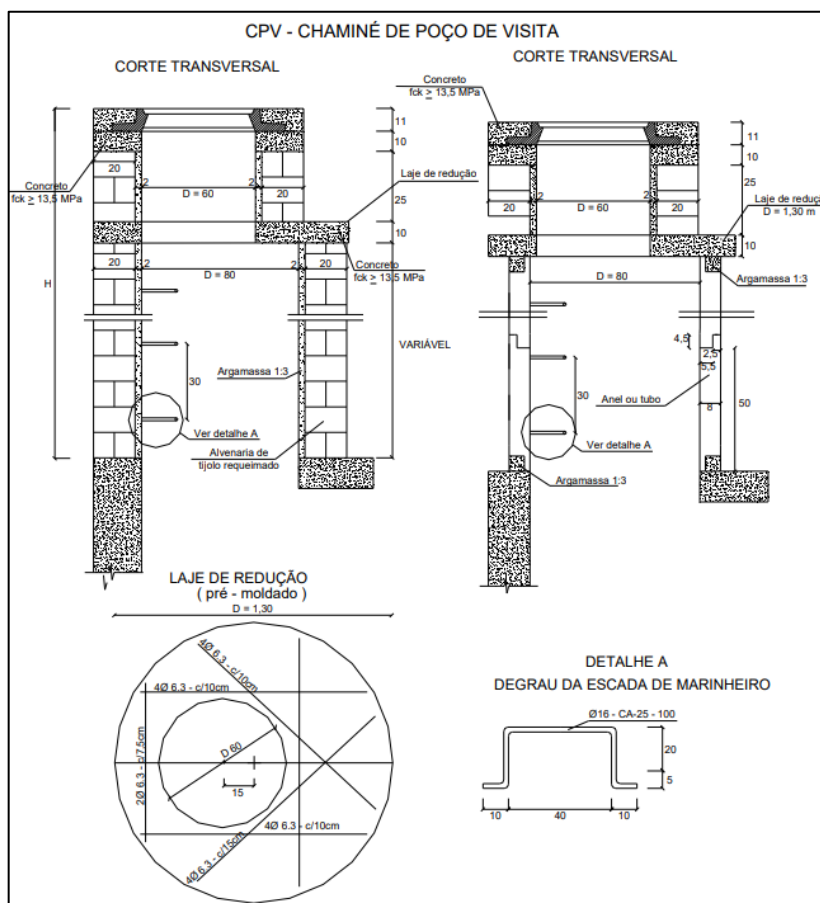


Figura 12 - Chaminé de Poço de Visita – CPV

7.3.8 TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO CINZENTO - TFC

Tampão: é o dispositivo constituído por tampa e caixilho, destinado ao fechamento, não estanque, de acesso à câmara do poço de visita. Tampa: é o dispositivo de abertura do acesso à câmara do poço de visita, sendo apoiada no caixilho. Caixilho ou quadro: é o dispositivo destinado a receber a tampa.

Deverá ser utilizada em poços de visita, sendo o caixilho e quadro instalados na chaminé do poço de visita.

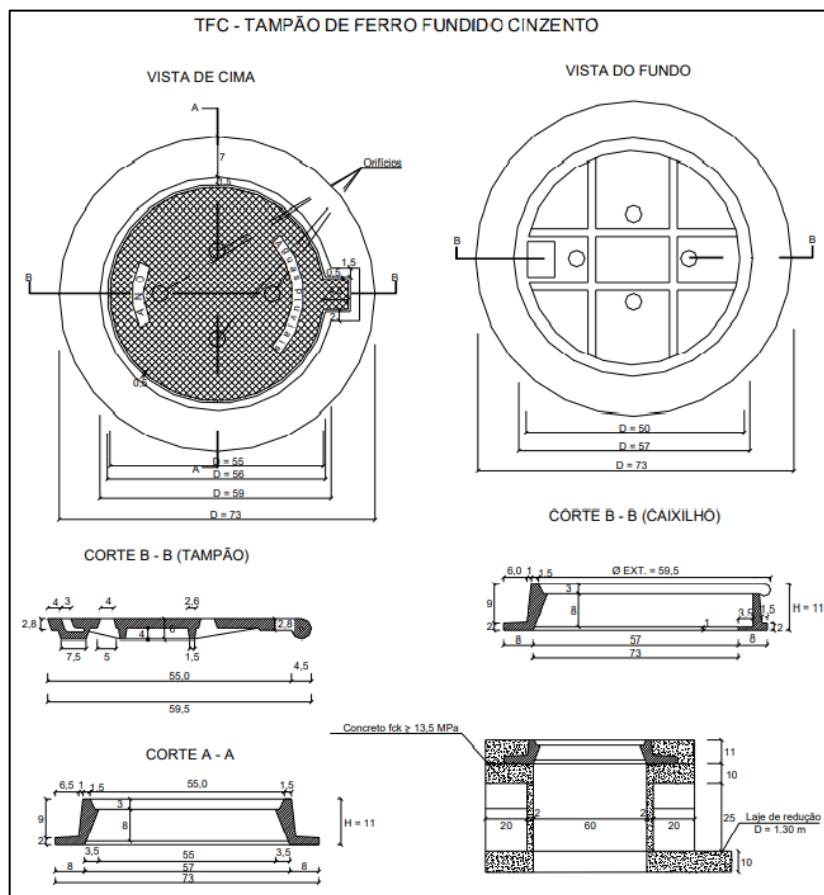


Figura 13 - Tampão de Ferro Fundido Cinzento – TFC

7.3.1 BERÇO E DENTE PARA ASSENTAMENTO DE BUEIRO - BDB

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

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

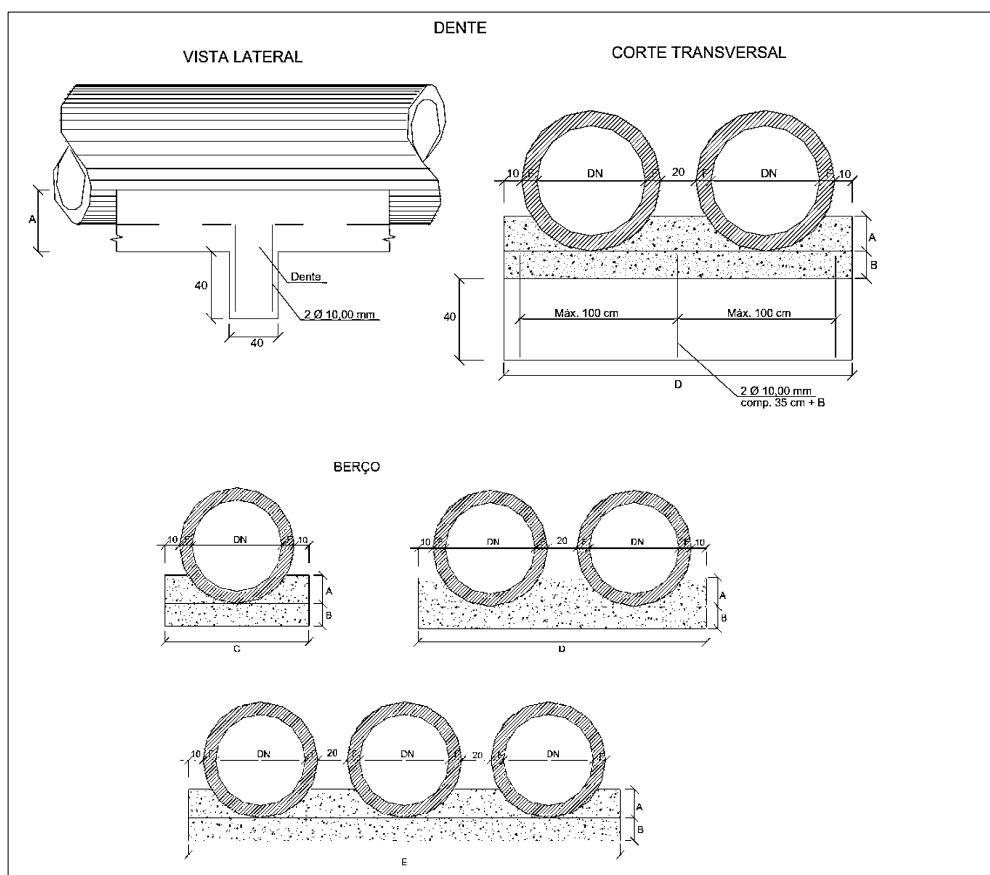


Figura 14 - Berço e Dente para Assentamento de Bueiro - BDB

7.3.2 POÇO DE VISITA TIPO “B”

Dispositivos auxiliares implantados nas redes tubulares de águas pluviais, a fim de possibilitar a ligação às bocas de lobo, mudanças de direção, declividade e diâmetro de um trecho para outro e permitir a inspeção e limpeza da tubulação, devendo por isso, serem instalados em pontos convenientes da rede.

Para atender às diversas situações encontradas durante a elaboração do projeto, foram padronizados 3 (três) tipos de poços de visita:

- *Tipo B: são poços de visita que possuem dispositivo de queda interno (rampa em calha) com altura máxima de 50 cm;*

Tabela 7 - Espaçamento entre Poços de Visita

POÇO DE VISITA PARA REDE TUBULAR		
DN (mm)	ESPAÇAMENTO (mm)	
	MÍNIMO	MÁXIMO
500	60	100



Figura 15 - Poço de Visita Tipo “B”

7.3.3 DISSIPADOR DE ENERGIA

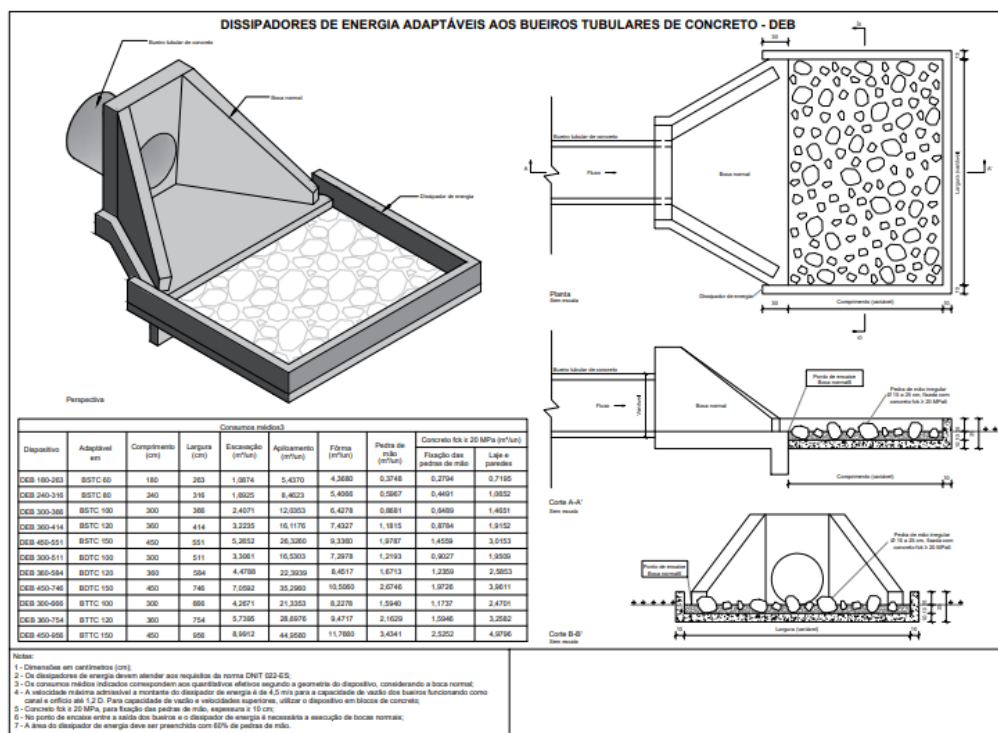


Figura 16 – Dissipador de Energia

7.4 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO

7.4.1 REDE TUBULAR DE CONCRETO

A Contratada deverá executar o assentamento dos tubos. Portanto, será sua responsabilidade garantir o traçado da rede conforme o projeto, de modo que o fundo da vala esteja totalmente limpo e isento de qualquer obstáculo, saliências ou reentrâncias, a fim de propiciar um assentamento contínuo, regular e com as especificações de projeto.

I. MATERIAIS

• Tubo de Concreto

Tubo de concreto é o elemento pré-moldado de seção circular de concreto armado a ser utilizado nas redes de águas pluviais, conhecidos como bueiros tubulares de concreto.



II. EQUIPAMENTOS

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

III. PROCESSO EXECUTIVO

a. TRAÇADO DA REDE

As redes de Drenagem pluvial do projeto serão em concreto armado devido suas características construtivas que permitem obter a resistência e durabilidade necessárias para o sistema de drenagem. São tubos com resistências maiores tanto à fissura quanto à ruptura e suportam cargas de 12 a 360 kN/m ou 1.200 a 36.000 kg/m, dependendo do diâmetro dos tubos. Sua resistência proporcionada pelo traço do concreto e pela armadura deve ser proporcional às cargas suportadas que vão desde as terras do aterro de cobertura das valas ao tráfego de veículos.

Em solos arenosos, muito úmidos ou molhados ou com afloramento de água, a cravação de estacas de concreto ou madeira com berço de concreto é necessária para estabilizar os tubos na posição de projeto.

A Contratada deverá executar o assentamento dos tubos. Portanto, será sua responsabilidade garantir que o fundo da vala esteja totalmente limpo e isento de qualquer obstáculo, saliências ou reentrâncias, a fim de propiciar um assentamento contínuo e regular.

As juntas entre os tubos serão rígidas, executadas conforme recomenda a **NBR 15.645 (ABNT, 2008, p. 14)**:



Tabela 8 - Tabela de Diâmetros

DN	Água pluvial							
	Carga mínima trinca (kN/m)				Carga mínima ruptura (kN/m)			
Classe	PA1	PA2	PA3	PA4	PA1	PA2	PA3	PA4
300	12	18	27	36	18	27	41	54
400	16	24	36	48	24	36	54	72
500	20	30	45	60	30	45	68	90
600	24	36	54	72	36	54	81	108
700	28	42	63	84	42	63	95	126
800	32	48	72	96	48	72	108	144
900	36	54	81	108	54	81	122	162
1000	40	60	90	120	60	90	135	180
1100	44	66	99	132	66	99	149	198
1200	48	72	108	144	72	108	162	216
1500	60	90	135	180	90	135	203	270
1750	70	105	158	210	105	158	237	315
2000	80	120	180	240	120	180	270	360

b. ESCAVAÇÃO DA VALA

As referências para os procedimentos de escavações de valas estão na seção 30 da Norma AASHTO, na Norma ASTM D2321 e na Norma NBR 12266:1992, que trazem as orientações que seguem para determinar a largura das valas, aplicáveis a uma variedade de condições de instalação. A largura da vala pode variar de acordo com a qualidade do solo local, os materiais de preenchimento, os níveis de compactação e as cargas.

A vala sempre deve ser o suficientemente larga para permitir uma adequada colocação e compactação do preenchimento ao redor do tubo de acordo as especificações do projeto.

Quando, devido às profundidades de escavação, houver a necessidade de escoramento ou o uso de painéis ou caixas de escoramento móveis, recomenda-se construir uma estrutura sobre a vala para apoiar o sistema de escoramento. A altura desta estrutura não deve ser menor que 3/4 de um diâmetro exterior do tubo medido desde a camada. A sobre-vala permite que não seja afetado o preenchimento já compactado abaixo do escoramento à medida que este se retire ou se desloque.



Tabela 9 - Largura da Vala para Obra de Água. (Fonte: NBR 12266:1992)

Diâmetro (mm)	Profundidade (m)	Largura da vala em função do tipo de escoramento e profundidade (m)			
		Pontaletes	Descontínuo e contínuo	Estaca Prancha	Metálico-madeira
50-75 100-150	0 - 2	0,65	0,70	0,80	1,30
	> 2	0,75	0,85	0,95	
200	0 - 2	0,70	0,75	0,85	1,35
	> 2	0,80	0,90	1,00	
250	0 - 2	0,75	0,80	0,90	1,40
	> 2	0,85	0,95	1,15	
300 350	0 - 2	0,80	0,85	0,95	1,45
	> 2	0,90	1,10	1,20	
400 450	0 - 2	0,90	1,00	1,10	1,60
	> 2	1,00	1,20	1,30	
500	0 - 2	1,00	1,15	1,25	1,75
	> 2	1,20	1,30	1,45	
600	0 - 2	1,15	1,25	1,35	1,85
	> 2	1,30	1,45	1,65	
700	0 - 2	1,30	1,50	1,60	2,05
	> 2	1,40	1,70	1,90	
800	0 - 2	1,40	1,60	1,70	2,15
	> 2	1,50	1,80	2,00	
900	> 2	1,60	1,90	2,05	2,25

c. ALINHAMENTO E INCLINAÇÃO

Os sistemas de tubos para drenagem pluvial, saneamento e suas variações de aplicações estão desenhados para proporcionar capacidade hidráulica baseando-se no tamanho e inclinação da tubulação. O alinhamento ou a linha do tubo é a posição horizontal do mesmo, enquanto a inclinação é a inclinação vertical do tubo. Para que um sistema de águas de chuva, sanitário ou de rodovias funcione como se desenhou, é importante instalar o tubo com a linha e inclinação adequadas. O alinhamento é determinado mediante o levantamento topográfico do local. Uma vez que a vala tenha sido escavada ao longo do alinhamento horizontal, deve-se colocar o material de suporte (camada) com a espessura adequada. A parte superior do material de suporte deve ajustar-se para permitir acomodar a diferença entre o nível de arrasto do traço (linha de fluxo) e a espessura da parede do perfil do tubo (diferença entre diâmetro externo e diâmetro interno) calculando sempre a inclinação do projeto.



Em solos arenosos, muito úmidos ou molhados ou com afloramento de água, a cravação de estacas de concreto ou madeira com berço de concreto é necessária para estabilizar os tubos na posição de projeto.

d. METODO DE MONTAGEM

- Não deixe cair o tubo no interior da vala;
- Baixe o tubo para a vala manualmente ou utilizando bandas de nylon de 3" de largura e retroescavadeira conforme figura abaixo;
- Método de Instalação de Alavanca e Barra de Ferro (recomendado para instalação de tubulações de até 450mm (18"). Colocar um tampão ou placa de madeira dentro da bolsa do tubo para evitar que a bolsa se danifique.

Com uma alavanca ou barra, empurrar o tampão de forma a empurrar o tubo até que a união se realize de maneira adequada;

- Método de Instalação com Escavadeira recomendado para instalação de tubulações desde 600mm (24"). Colocar um tampão ou placa de madeira dentro da bolsa do tubo para evitar que a bolsa se danifique. Com cuidado empurrar a pá da escavadeira contra o tampão ou placa de madeira até que a união se realize de maneira adequada;
- Método de Instalação com Escavadeira e Linga ou Cinta de Nylon.
Colocar a cinta ao redor da tubulação. A cinta deve estar amarrada à pá da escavadeira. O operador do equipamento deverá empurrar cuidadosamente a cinta na direção da bolsa onde será inserido o tubo, até que a ponta fique inserida adequadamente dentro da bolsa. Mantenha paralela a tubulação em relação ao solo a um ângulo não maior que 1,5.

e. INSTALAÇÃO DAS UNIÕES

As juntas entre os tubos serão rígidas, executadas conforme recomenda a **NBR 15.645 (ABNT, 2008, p. 14)**:



- Limpar as faces externas das pontas dos tubos e as internas das bolsas e verificar se o tubo não foi danificado;
- Após o correto posicionamento da ponta do tubo junto à bolsa do tubo já assentado, proceder ao alinhamento da tubulação e realizar o encaixe. Tomar o devido cuidado para não danificar o tubo na operação de encaixe;
- Executar a junta com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, com aditivo que evite a sua retração, respaldadas com uma inclinação de 45° sobre a superfície externa do tubo;
- Nos casos de diâmetro de 600 mm, o rejuntamento deve ser feito, obrigatoriamente, pelo lado externo. Nos diâmetros superiores, o rejuntamento deve ser, obrigatoriamente, executado pelo lado interno e externo;
- Verificar se a argamassa foi colocada em todo o período do tubo, principalmente na base de geratriz inferior.

f. ENCAIXE ADEQUADO

Para conseguir o encaixe adequado entre as tubulações e garantir a integridade da junta utilizando qualquer um dos métodos antes mencionados, deve-se cuidar que a ponta seja inserida totalmente dentro da bolsa. A borda da bolsa deve coincidir com uma marca (palavra ASSENTADO ou linha) presente em uma das corrugas próximas do extremo da ponta dos tubos quando a tubulação contar com reforço de cerâmica (faixa de cor verde) na bolsa, este sempre deve ficar situado sobre o anel de borracha ao realizar a conexão.

g. REATERRO

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



7.4.2 MEIO FIO

O “DNIT 020/2023 – ES - Meios-fios e guias – drenagem” define a sistemática a ser adotada na execução de meios fios e guias.

I. MATERIAIS:

- Concreto.

II. EQUIPAMENTOS:

Recomendam-se, como mínimo, os seguintes equipamentos:

- a) caminhão basculante;
- b) caminhão de carroceria fixa;
- c) betoneira ou caminhão betoneira;
- d) transportador manual - carrinho de mão e girica;
- e) compactador portátil (manual ou mecânico);
- f) pá-carregadeira;
- g) retroescavadeira ou valetadeira;
- h) máquina extrusora para meio-fio.

III. PROCESSO EXECUTIVO:

O processo executivo moldado “in loco” refere-se ao emprego de fôrmas de madeira ou metálicas, e consiste nas seguintes etapas:

- a) demarcação de níveis, cotas e alinhamento, conforme especificados no projeto;
- b) escavação da porção anexa ao bordo do pavimento, conforme especificações de projeto;
- c) regularização do terreno ao longo da área escavada, apiloando o solo no fundo e mantendo a superfície uniforme;
- d) instalação de fôrmas de madeira ou fôrmas metálicas segundo a seção transversal do meio-fio, espaçadas de 3,0 m. Nas extensões de curvas, esse espaçamento será reduzido de modo a permitir melhor concordância, adotando-se intervalos de 1,0 m;
- e) instalação das fôrmas laterais e das partes anterior e posterior do dispositivo;
- f) lançamento e vibração do concreto em lances alternados, conforme plano de execução;



- g) espalhamento e acabamento do concreto nas faces dos dispositivos próximas a horizontal ou trabalháveis sem uso de fôrma, mediante o emprego de ferramentas manuais, em especial de uma régua que apoiada nas duas fôrmas-guias adjacentes, permitirá a conformação da face à seção pretendida;
- h) constatação do início do processo de cura do concreto e retirada das guias e fôrmas dos segmentos concretados;
- i) execução de juntas de dilatação, preenchidas com argamassa asfáltica, com espessura de 1 cm, a intervalos de 12,0 m e densidade média de 1.700 kg/m³.

7.4.3 SARJETAS E VALETAS

O “DNIT 018/2023 – ES - Sarjetas e valetas – drenagem” define a sistemática a ser adotada na execução de sarjetas e valetas de drenagem

IV. MATERIAIS:

- Concreto

V. EQUIPAMENTOS:

Recomendam-se, como mínimo, os seguintes equipamentos:

- a) caminhão basculante;
- b) caminhão de carroceria fixa;
- c) betoneira ou caminhão betoneira;
- d) compactador portátil (mecânico ou manual);
- e) transportador manual - carrinho de mão e girica;
- f) pá-carregadeira;
- g) retroescavadeira ou valetadeira.

VI. PROCESSO EXECUTIVO:



- a) demarcação de níveis, cotas e alinhamento, conforme especificados no projeto;
- b) preparo, escavação e regularização da superfície de assentamento;
- c) apiloamento da superfície, de modo a se obter uma base firme e bem desempenada;
- d) implantação dos gabaritos constituídos de guias de madeira, com espaçamento máximo de 3,0 m, com finalidade de marcação da localização dos dispositivos e definição da seção transversal;
- e) espalhamento e acabamento do concreto com emprego de ferramentas manuais, em especial de uma régua que apoiada nas duas guias adjacentes permitirá a conformação da sarjeta ou valeta à seção pretendida;
- f) constatação do início do processo de cura do concreto e retirada das guias e fôrmas (quando houver) dos segmentos concretados;
- g) execução de juntas de dilatação, preenchidas com argamassa asfáltica, com espessura de 1 cm, a intervalos de 12,0 m e densidade média de 1.700 kg/m³.

7.4.4 BOCAS DE LOBO, POÇOS DE VISITA E CHAMINÉ DO POÇO DE VISITA

O “DNIT 030/2004-ES - Dispositivos de drenagem pluvial urbana - drenagem” define a sistemática a ser adotada na execução de galerias, bocas de lobo, poços de visita e chaminé do poço de visita, e demais dispositivos em concreto no geral.

I. MATERIAIS:

- Tubos de concreto ou Tubos metálicos;
- Material de rejuntamento.

II. EQUIPAMENTOS:

Recomendam-se, como mínimo, os seguintes equipamentos:

- a) Caminhão basculante;



- b) Caminhão de carroceria fixa;
- c) Betoneira ou caminhão betoneira;
- d) Motoniveladora;
- e) Pá carregadeira;
- f) Rolo compactador metálico;
- g) Retroescavadeira ou valetadeira;
- h) Guincho ou caminhão com grua ou “Munck”;
- i) Serra elétrica para fôrmas;
- j) Vibradores de placa ou de imersão

III. PROCESSO EXECUTIVO:

As bocas-de-lobo, as caixas de visita e as saídas deverão obedecer às indicações do projeto. As escavações deverão ser feitas de modo a permitir a instalação dos dispositivos previstos, adotando-se uma sobrelargura conveniente nas cavas de assentamento. Concluída a escavação e preparada a superfície do fundo será feita a compactação para fundação da boca-de-lobo. As bocas-de-lobo serão assentes sobre base de concreto dosado para a resistência característica à compressão mínima (f_{ck} , min), aos 28 dias, de 15 MPa. As paredes serão executadas com alvenaria de tijolo maciço recozido ou bloco de concreto, assentes com argamassa de cimento-areia no traço 1:3, em massa, sendo internamente revestidas com a mesma argamassa; desempenada e alisada a colher. A parte superior da alvenaria será fechada com uma cinta de concreto simples, dosado para uma resistência característica à compressão (f_{ck} , min), aos 28 dias, de 15MPa, sobre a qual será fixado o quadro para assentamento da grelha. A grelha poderá ser de ferro fundido ou de concreto armado e deverá ter as dimensões e formas fixadas no projeto. Sendo a grelha de concreto armado este deverá ser dosado para resistência característica à compressão mínima (f_{ck} , min), aos 28 dias, de 22 MPa.



7.4.5 DISSIPADORES

O “DNIT 022/2023 – ES - Dissipadores de energia – drenagem” define a sistemática a ser adotada na execução de dissipadores de energia a serem construídos nas saídas de bueiros, descidas d’água, sarjetas e valetas.

VII. MATERIAIS:

- Concreto.

VIII. EQUIPAMENTOS:

Recomendam-se, como mínimo, os seguintes equipamentos:

- a) caminhão basculante;
- b) caminhão de carroceria fixa;
- c) betoneira ou caminhão betoneira;
- d) motoniveladora;
- e) pá-carregadeira;
- f) rolo compactador metálico;
- g) retroescavadeira ou valetadeira;
- h) guincho ou caminhão com grua ou Munck;
- i) serra elétrica para formas.
- j) Concreto.

IX. PROCESSO EXECUTIVO:

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



- a) escavação da vala para assentamento do dissipador, obedecendo aos alinhamentos, cotas e dimensões indicadas no projeto;
- b) regularização da vala escavada com compactação com emprego de compactador mecânico e com controle de umidade a fim de garantir o suporte necessário para o dissipador, em geral de considerável peso próprio;
- c) lançamento de concreto magro com utilização de concreto de cimento amassado em betoneira ou produzido em usina e transportado para o local em caminhão betoneira, sendo o concreto dosado experimentalmente para resistência característica à compressão (fck) min., aos 28 dias de 15 Mpa;
- d) instalação das formas laterais e das paredes de dispositivos acessórios, como dentes e degraus, limitando-se os segmentos a serem concretados em cada etapa e execução de juntas de dilatação, a intervalos de 12,0m.
- e) colocação e amarração das armaduras definidas pelo projeto, no caso de utilização de estrutura de concreto armado;
- f) lançamento, vibração e cura do concreto tomando-se as precauções anteriormente mencionadas;
- g) retirada das guias e das formas;
- h) recomposição do terreno lateral às paredes dos dissipadores com colocação e compactação de material escolhido do excedente da escavação, com a remoção de pedras ou fragmentos de estrutura que possam dificultar a compactação;
- i) sendo o material local de baixa resistência, deverá ser feito o preenchimento dos vazios com areia;
- j) no caso de utilização de caixas deverá ser feito o lançamento e arrumação cuidadosa das pedras visando criar alterações bruscas no fluxo d'água (dissipar energia). Para as saídas de sarjetas e valetas usar pedra de mão com diâmetros entre 10 e 15 cm e para saídas de bueiros, diâmetros de 15 cm a 25 cm;
- k) no caso de utilização de dispositivos que utilizem berço de pedra argamassada as pedras serão colocadas sobre camada de concreto previamente lançado, antes de se iniciar a sua cura.



7.4.6 CAIXAS, BOCAS E ALAS

O “DNIT 026/2004 – ES – Caixas coletoras – drenagem” define a sistemática a ser adotada na execução de caixas coletoras, bocas e alas de drenagem

I. MATERIAIS:

- Concreto de cimento ou concreto ciclópico.

II. EQUIPAMENTOS:

Recomendam-se, como mínimo, os seguintes equipamentos:

- a) Caminhão basculante;
- b) Caminhão de carroceria fixa;
- c) Betoneira ou caminhão betoneira;
- d) Motoniveladora;
- e) Pá-carregadeira;
- f) Rolo compactador metálico;
- g) Retroescavadeira ou valetadeira;
- h) Guincho ou caminhão com grua ou Munck;
- i) Serra elétrica para fôrmas
- j) Compactadores manuais
- k) Vibradores para concreto.

III. PROCESSO EXECUTIVO:

O processo executivo para implantação das caixas de captação e grelhas é similar ao utilizado para os demais dispositivos de concreto de cimento, podendo-se adotar fôrmas de madeira ou



metálicas, em que o mais utilizado refere-se ao emprego de dispositivos moldados “in loco” com emprego de fôrmas convencionais, desenvolvendo-se as seguintes etapas:

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



- j) Recomposição do terreno lateral às paredes, com colocação e compactação de material escolhido do excedente da escavação, com a remoção de pedras ou fragmentos de estrutura que possam dificultar a compactação;
- k) Sendo o material local de baixa resistência, deverá ser feita substituição por areia ou pó-de-pedra, fazendo-se o preenchimento dos vazios com adensamento com adequada umidade;
- l) No caso de utilização de concreto ciclópico, deverão ser feitos o lançamento e arrumação cuidadosa da pedra de mão, evitando-se a contaminação com torrões de argila ou lama;
- m) No caso de utilização de dispositivos que utilizem berço de pedra argamassada as pedras serão colocadas sobre camada de concreto previamente lançado, antes de se iniciar a sua cura;
- n) Para execução do dispositivo com alvenaria de cimento ou pedra deverão ser adotadas DNIT 026/2004 - ES 5 juntas desencontradas, com controle destas juntas com o uso de prumos e níveis, de modo a assegurar-se da estabilidade das paredes;
- o) Quando forem utilizadas grelhas ou tampas somente será permitida a sua colocação e chumbamento após a total limpeza do dispositivo;
- p) No caso de utilização de grelha ou tampa metálica será exigido o seu tratamento antioxidante.



8 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O pavimento é uma estrutura com uma ou mais camadas, com características para receber as cargas aplicadas na superfície e distribuí-las, de maneira que as tensões resultantes fiquem abaixo das tensões admissíveis dos materiais que constituem a estrutura, de forma que este tenha condições de suportar as solicitações impostas pelo tráfego, mantendo o conforto e a segurança dos usuários, durante o período de projeto.

Neste relatório apresentam-se os cálculos estimados dos Números “N” de solicitações do eixo padrão de 8,2 t, os dimensionamentos dos pavimentos, as concepções e detalhamentos das estruturas dos pavimentos a serem implantados.

8.1 DEFINIÇÕES BÁSICAS

- **SUBLEITO:** é o terreno de fundação que servirá de apoio para o pavimento. O subleito exerce uma função semelhante a de uma fundação, uma vez que é essa estrutura que receberá toda a carga absorvida pelo pavimento.
- **REFORÇO DE SUBLEITO:** é a camada do pavimento executada sobre o subleito com material selecionado com a finalidade de melhorar a capacidade de suporte estrutural do pavimento.
- **SUB-BASE:** é uma camada complementar destinada a receber a base e com as mesmas funções desta, executada quando não é recomendável constituir a base diretamente sobre o subleito ou reforço de subleito em função de razões técnicas ou econômicas, geralmente, em função da carga pode ser omitida quando o tráfego é essencialmente de pedestres e aplicada quando predominantemente composto por veículos.
- **BASE:** é camada de pavimentação executada sobre a sub-base, subleito ou reforço do subleito devidamente regularizado e compactado, destinada a resistir aos esforços verticais oriundos dos veículos, distribuindo-os adequadamente à camada subjacente, e constituída de materiais ou misturas, que ofereçam, após umedecimento e compactação, boas condições de estabilidade.



- **REVESTIMENTO:** é a camada superior do pavimento destinada a resistir diretamente às ações do tráfego e transmiti-las de forma atenuada às camadas inferiores do pavimento, proporcionando a correta impermeabilização ou drenagem, além de melhorar as condições de tráfego e rolamento do pavimento.
- **CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE (CBUQ) – FAIXA C:** O CBUQ faixa C é um tipo de pavimento que apresenta determinadas características e granulometria que os tornam ideais para a fabricação da camada de rolamento, também chamada de “capa asfáltica”, em vias urbanas e rodovias. A camada de rolamento é a camada superior e externa do asfalto, que sofre a ação massiva do tráfego. Por isso, a mistura empregada nesse tipo de concreto betuminoso precisa ser resistente, estável e flexível, compatível com funcionamento elástico da estrutura e condições de rugosidade que proporcionem segurança no tráfego. Afinal, além de sofrer os impactos do tráfego diretamente, ainda precisa lidar com a elasticidade da estrutura, impermeabilizar a pista de rolamento e ter uma rugosidade adequada para garantir a segurança dos usuários da pavimentação.

8.2 CONCEPÇÃO E JUSTIFICATIVA

O tipo de pavimento foi definido considerando-se a função de cada uma das vias, a quantidade e as características dos veículos que as utilizarão.

Dessa forma, o projeto prevê a implantação dos seguintes tipos de pavimentos:

- Pavimento asfáltico – a ser executado com revestimento de concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) Faixa C e camadas de base e sub-base;

A concepção e o dimensionamento de pavimentos revestidos com mistura asfáltica têm por objetivo a formulação de estruturas multicamadas constituídas por materiais com qualidade e espessuras que as tornem técnica e economicamente viáveis, capazes de suportar os esforços gerados pelo tráfego durante um longo período de tempo.



8.2.1 ESTIMATIVA DE TRÁFEGO

Em casos onde não é realizada a contagem de tráfego e na falta de elementos concretos no que diz respeito à frota circulante, é possível estimar o número “N” para o eixo padrão a partir dos dados econômicos, planos intermodais de transporte, pesquisas socioeconômicas e de origem e destino disponíveis, classificação e características específicas da via e da região, para um dimensionamento mais assertivo. A SEINFRA-MG estima o tráfego previsto para cada tipo de via da seguinte forma:

Tabela 10 - Número N x Classificação funcional de vias urbanas

CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL DE TRAVESSAS URBANAS			
Área	Sistema	Classificação	"N"
Áreas Urbanas	Arterial	Vias expressas	$> 1 \times 10^7$
		Vias arteriais	$> 5 \times 10^6$ (pesado)
			$> 1 \times 10^6$ (meio pesado)
	Coletor	Vias coletoras	$> 1 \times 10^6$
	Local	Vias locais Com Passagem	$> 1 \times 10^5$

Dessa forma, de acordo com a classificação das Rua Tônico Lemos e Travessa José Gonçalves dos Santos em via local conforme o Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas (DNIT), podemos estimar o tráfego previsto para o período de 10 anos como superior a 1×10^6 . Considerando um fator de crescimento e tráfego meio pesado após a consolidação do projeto, para fins de dimensionamento foi considerado $N = 1 \times 10^6$.



8.3 DIMENSIONAMENTO – PAVIMENTO FLEXÍVEL

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

De acordo com o "Método de Dimensionamento MT-01.15", a espessura de cada camada do pavimento, é calculada em função do tráfego e do ISC do subleito, considerando: A espessura total do pavimento (Hx), por meio do ábaco de dimensionamento de pavimentos em função do N e de ISC ou CBR da camada ser protegida por ele.

O Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis – DNIT (2006) tem como principal objetivo a determinação das espessuras mínimas das camadas do pavimento que impeçam a ocorrência de deformação permanente no subleito e nas próprias camadas do pavimento.

As memórias de cálculos da aplicação deste método são apresentadas a seguir.

8.3.1 CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS A SEREM SEGUIDAS

O quadro seguinte apresenta os valores limites e algumas recomendações do DNIT relativas às principais características geotécnicas dos materiais a serem utilizados no pavimento.

Camada	ISC / CBR	Expansão	IG	LL	IP	Faixa Granulométrica
Base	> 60 % ⁽¹⁾ > 80 % ⁽²⁾	< 0,5 %	-	< 25 % ou EA> 30 %	< 6 % ou EA> 30 %	A, B, C ou D ⁽²⁾ E ou F ⁽¹⁾
Sub-base	> 20 %	< 1 %	0	-	-	-
Subleito	>= 2 %	<= 2 %	-	-	-	-
Observações						
ISC – Índice de Suporte Califórnia			IG – Índice de Grupo			
LL – Limite de liquidez			IP – Índice de plasticidade			
⁽¹⁾ Para N < 5 x 10 ⁶			⁽²⁾ Para N > 5 x 10 ⁶			
Subleito: ISC > 2 % e expansão < 2 %						
Os materiais lateríticos deverão ser objetos de especificações particulares.						
No caso de valores de ISC do subleito < 2%, deverá ser administrada uma camada de reforço do subleito com materiais que proporcionem um ISC maior que 2%.						



8.3.2 COEFICIENTE DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL

Correlaciona empiricamente as resistências dos materiais empregados no pavimento com a de um material granular (brita graduada) considerado como padrão de referência ($K = 1,0$).

Os coeficientes de equivalência estrutural recomendados pelo método são os indicados a seguir, e foram adaptados originalmente pelo DNIT com base nos valores adotados pelos americanos a partir dos dados obtidos na pista experimental da AASHO (atualmente AASHTO – American Association of State Highway and Transportation Officials).

Tabela 11 - Coeficientes de Equivalência Estrutural (K)

Camada do Pavimento	Coeficiente K
Base ou revestimento de CBUQ	2,0
Base ou revestimento de PMQ denso	1,7
Base ou revestimento de PMF denso	1,4
Base ou revestimento por penetração	1,2
Camadas granulares	1,0
Solo-cimento - $R_{CS} > 4,5$ MPa (7 dias)	1,7
Solo-cimento – $2,8 < R_{CS} < 4,5$ MPa (7 dias)	1,4
Solo-cimento – $2,1 < R_{CS} < 2,8$ MPa (7 dias)	1,2

As nomenclaturas adotadas pelo método para os coeficientes de equivalência estrutural das camadas do pavimento são as seguintes:

Revestimento : K_R
Base : K_B
Sub-base : K_{SB}
Reforço : K_{Ref}



8.3.3 ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO

Conforme o Manual de Pavimentação do DNIT, “A fixação da espessura mínima a adotar para os revestimentos betuminosos é um dos pontos ainda em aberto na engenharia rodoviária, que trata de proteger a camada de base dos esforços impostos pelo tráfego, quer se trate de evitar a ruptura do próprio revestimento por esforços repetidos de tração na flexão”. O mesmo manual apresenta valores de espessuras recomendadas, apresentadas na tabela a seguir:

Tabela 12 – Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso

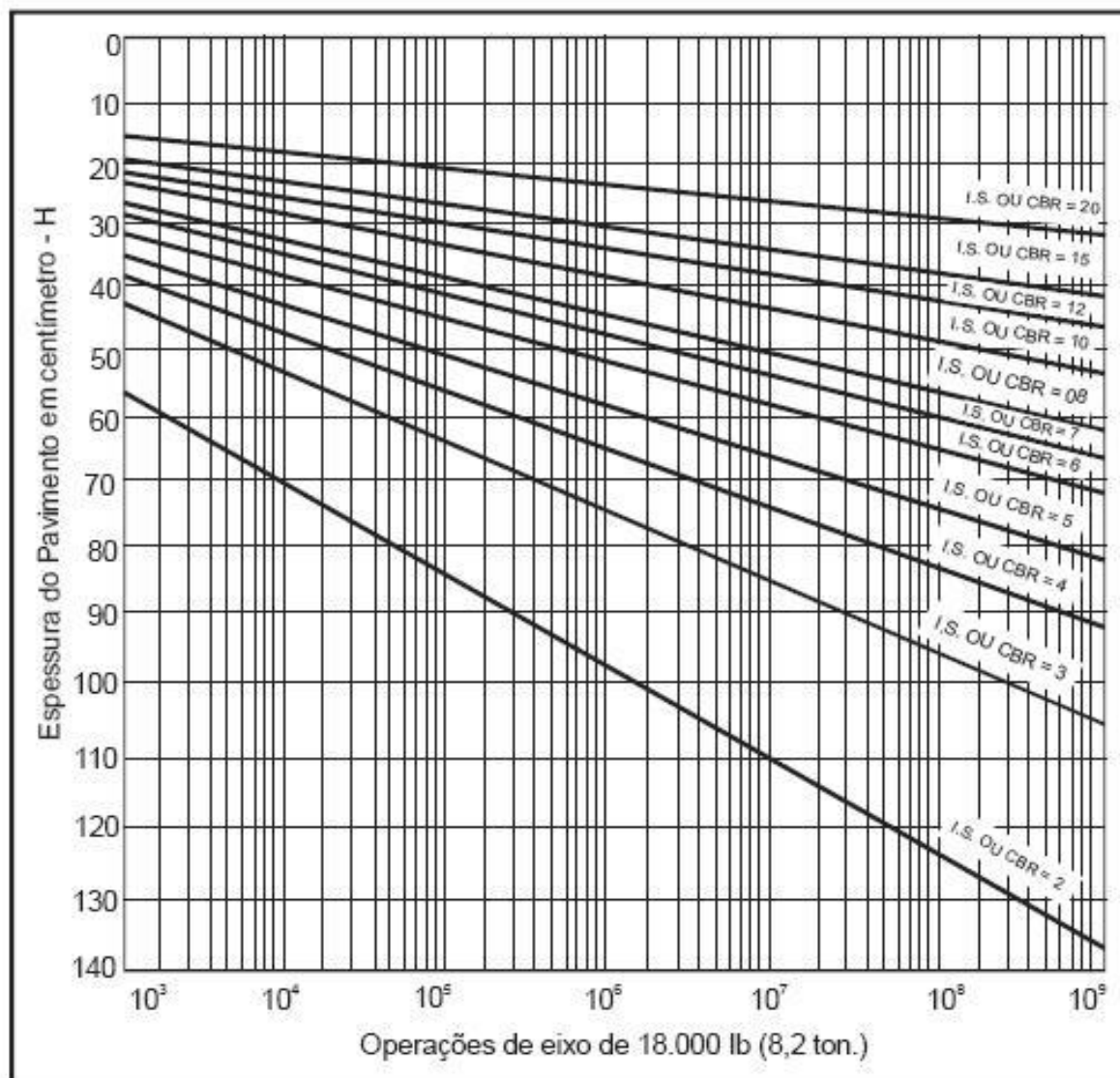
N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com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

Fonte: Manual de Pavimentação DNIT, 2006.

8.3.4 ÁBACO DE DIMENSIONAMENTO DAS CAMADAS GRANULARES

O método apresenta um ábaco que fornece, em função do Número N e do ISC de um determinado material, a espessura de material granular padrão ($K = 1,0$) necessária à proteção desse material quanto a deformação permanente.

Determinação de espessuras do pavimento



$$H_t = 77,67 \cdot N^{0,0462} \cdot CBR^{-0,598}$$

Dimensionamento do pavimento

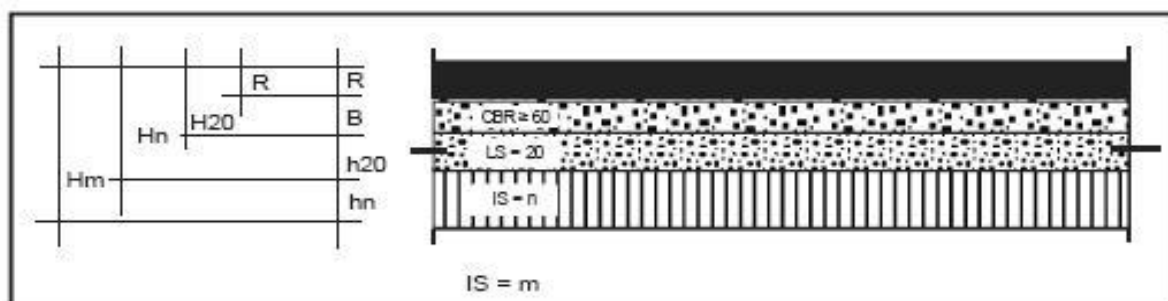


Figura 17 - Ábaco de Dimensionamento de Pavimentos (Fonte: Manual de Dimensionamento de Pavimentos do DNIT – 2006)



8.3.5 INEQUAÇÕES DE DIMENSIONAMENTO

As espessuras finais das camadas do pavimento são calculadas através das seguintes inequações:

Revestimento:

R é tabelado em função do Número N

Base:

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

Sub-base:

$$R \times K_R + B \times K_B + SB \times K_{SB} \geq H_n$$

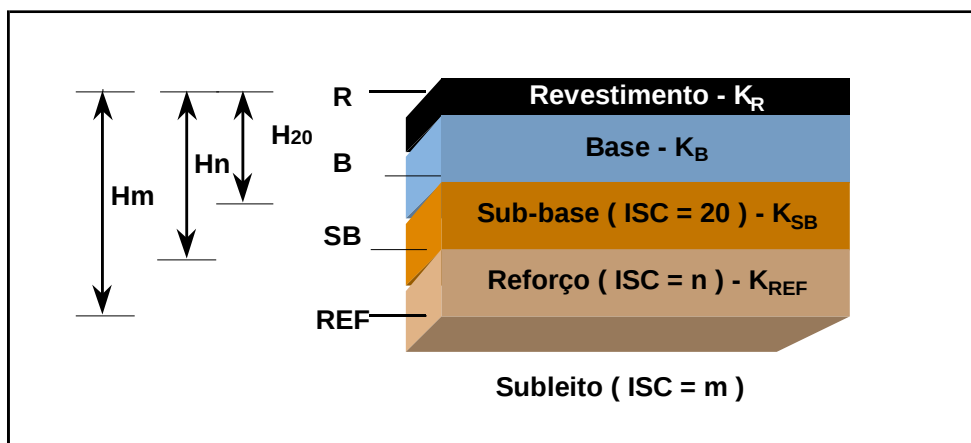
Reforço:

$$R \times K_R + B \times K_B + SB \times K_{SB} + REF \times K_{REF} \geq H_m$$

Onde:

- R – espessura do revestimento (cm)
- K_R – coeficiente de equivalência estrutural do revestimento
- B – espessura da base (cm)
- K_B – coeficiente de equivalência estrutural da base
- SB – espessura da sub-base (cm)
- K_{SB} – coeficiente de equivalência estrutural da sub-base
- REF – espessura do reforço do subleito (cm)
- K_{REF} – coeficiente de equivalência estrutural do reforço do subleito
- H_{20} – espessura de material granular padrão necessária à proteção da sub-base
- H_n – espessura de material granular padrão necessária à proteção do reforço
- H_m – espessura de material granular padrão necessária à proteção do subleito

Esses parâmetros estão representados na figura a seguir:



8.3.6 DETERMINAÇÃO DAS ESPESSURAS

As memórias de cálculos da aplicação do Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis (DNIT-2006) são apresentadas a seguir. Para o dimensionamento das espessuras do pavimento foram consideradas os seguintes parâmetros:



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG
PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

Tabela 13 - Parâmetros de projeto

PARÂMETROS DE PROJETO				
Período de Projeto		T =	10 anos	
Tráfego		N =	1×10^6	
Coeficientes de equivalência estrutural (K)	Revestimento	CBUQ	$K_R =$	2
	Base	Camada granular	$K_B =$	1
	Sub-Base	Camada granular	$K_{SB} =$	1
	Reforço de Subleito	Camada granular	$K_{Ref} =$	1
Índice de Suporte Califórnia (ISC ou CBR)	Base		$CBR_B \geq$	80 %
	Sub-Base		$CBR_{SB} \geq$	20 %
	Reforço de Subleito		$CBR_{Ref} \geq$	10%
	Subleito		$CBR_{SL} \geq$	10%

No caso de valores de ISC do subleito $< 8\%$, deverá ser administrada uma camada de reforço do subleito com materiais que proporcionem um ISC maior que 8%.

CAMADA DO PAVIMENTO	COEFICIENTE K
Base ou revestimento de CBUQ	2,0
Base ou revestimento de PMQ denso	1,7
Base ou revestimento de PMF denso	1,4
Base ou revestimento por penetração	1,2
Camadas granulares	1,0
Solo-cimento - $R_{CS} > 4,5$ MPa (7 dias)	1,7
Solo-cimento - $2,8 < R_{CS} < 4,5$ MPa (7 dias)	1,4
Solo-cimento - $2,1 < R_{CS} < 2,8$ MPa (7 dias)	1,2

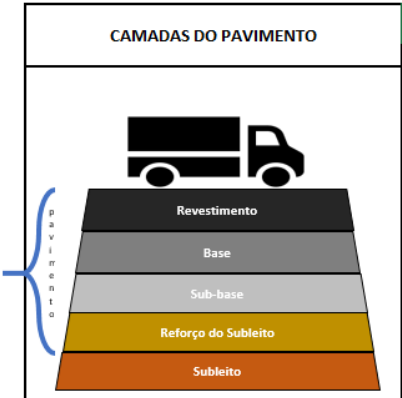
A Utilizando o ábaco e as inequações de dimensionamento, temos:

I. CAMADA DE REVESTIMENTO

Comparando o valor encontrado para “N” com a tabela apresentada pelo Manual de Pavimentação do DNIT/2006, o Revestimento Betuminoso enquadra-se como:

$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5cm de espessura

Portanto, será adotado: R = 5,0 cm

RECOMENDAÇÕES A SEREM SEGUIDAS	CAMADAS DO PAVIMENTO	RESUMO																						
Base (estabilizada granulometricamente): CBR $\geq$ 80%; Expansão $\leq$ 0,5%; Limite de Liquidez (LL) $\leq$ 25%; Índice de Plasticidade (IP) $\leq$ 6%; ou Equivalente Areia (EA) $>$ 30 % Desgaste do agregado $<$ 55% % da passante na #200 $<$ 2/3 da passante na #40 Espessura mínima de compactação: 10cm Espessura máxima de compactação: 20cm Energia de compactação: Proctor Modificado		Revestimento																						
Sub-base (estabilizada granulometricamente): CBR $\geq$ 20%; e Expansão $\leq$ 1%. Índice de Grupo (IG) = 0 Espessura mínima de compactação: 10cm Espessura máxima de compactação: 20cm Energia de compactação: Proctor Intermediário		<table><tr><td>Tipo</td><td>CBUQ</td></tr><tr><td>Faixa</td><td>C</td></tr><tr><td>Ligante</td><td>50/70</td></tr><tr><td>Espessura</td><td>5</td></tr></table>	Tipo	CBUQ	Faixa	C	Ligante	50/70	Espessura	5														
Tipo		CBUQ																						
Faixa		C																						
Ligante		50/70																						
Espessura	5																							
Reforço do Subleito: CBR $\geq$ 10% e $\geq$ ao CBR do Subleito Expansão $\leq$ 1%. Espessura mínima de compactação: 10cm Espessura máxima de compactação: 20cm Energia de compactação: Proctor Intermediário	<table><tr><td>Tipo</td><td>Granular</td></tr><tr><td>Faixa</td><td>C</td></tr><tr><td>Material</td><td>BGS</td></tr><tr><td>CBR (%)</td><td>80</td></tr><tr><td>Energia de Compactação</td><td>Modificada</td></tr><tr><td>Espessura (cm)</td><td>20</td></tr></table>	Tipo	Granular	Faixa	C	Material	BGS	CBR (%)	80	Energia de Compactação	Modificada	Espessura (cm)	20											
Tipo	Granular																							
Faixa	C																							
Material	BGS																							
CBR (%)	80																							
Energia de Compactação	Modificada																							
Espessura (cm)	20																							
Subleito: CBR $\geq$ 4% e $\geq$ ao CBR de Projeto Expansão $\leq$ 2% Espessura mínima de compactação: 10cm Espessura máxima de compactação: 20cm Energia de compactação: Proctor Intermediário	<table><tr><td>Tipo</td><td>Granular</td></tr><tr><td>Faixa</td><td>C</td></tr><tr><td>Material</td><td>BICA CORRIDA</td></tr><tr><td>CBR (%)</td><td>20</td></tr><tr><td>Energia de Compactação</td><td>Proctor Intermediário</td></tr><tr><td>Espessura (cm)</td><td>20</td></tr></table>	Tipo	Granular	Faixa	C	Material	BICA CORRIDA	CBR (%)	20	Energia de Compactação	Proctor Intermediário	Espessura (cm)	20											
Tipo	Granular																							
Faixa	C																							
Material	BICA CORRIDA																							
CBR (%)	20																							
Energia de Compactação	Proctor Intermediário																							
Espessura (cm)	20																							
		<table><tr><td colspan="2">Sub-base</td></tr><tr><td>Tipo</td><td>Granular</td></tr><tr><td>Faixa</td><td>C</td></tr><tr><td>Material</td><td>BICA CORRIDA</td></tr><tr><td>CBR (%)</td><td>20</td></tr><tr><td>Energia de Compactação</td><td>Proctor Intermediário</td></tr><tr><td>Espessura (cm)</td><td>20</td></tr><tr><td colspan="2">Subleito (Substituição) - 55 cm (BICA CORRIDA)</td></tr><tr><td>CBR (%)</td><td>10</td></tr><tr><td>Energia de Compactação</td><td>Proctor Intermediário</td></tr><tr><td>Espessura (cm) $\leq$</td><td>20</td></tr></table>	Sub-base		Tipo	Granular	Faixa	C	Material	BICA CORRIDA	CBR (%)	20	Energia de Compactação	Proctor Intermediário	Espessura (cm)	20	Subleito (Substituição) - 55 cm (BICA CORRIDA)		CBR (%)	10	Energia de Compactação	Proctor Intermediário	Espessura (cm) $\leq$	20
Sub-base																								
Tipo	Granular																							
Faixa	C																							
Material	BICA CORRIDA																							
CBR (%)	20																							
Energia de Compactação	Proctor Intermediário																							
Espessura (cm)	20																							
Subleito (Substituição) - 55 cm (BICA CORRIDA)																								
CBR (%)	10																							
Energia de Compactação	Proctor Intermediário																							
Espessura (cm) $\leq$	20																							



DETERMINAÇÃO DAS ESPESSURAS DAS CAMADAS

BASE

Será necessário projetar uma Sub-base? Sim
Tráfego estimado para a via (T = 10 anos) $N \geq 1,00E+06$
Capacidade de Suporte da Sub-base CBR sb: 20
Tipo de material da camada de revestimento: Mr = CBUQ
Tipo de material da camada de base: Mb = Granular
Coeficiente de proporcionalidade do revestimento Kr = 2
Coeficiente de proporcionalidade da base: Kb = 1
Espessura do revestimento mínima: R min = 5
ESPESSURA DE REVESTIMENTO AD R = 5
Espessura total do pavimento (por fórmula) H20 = 25
Espessura total do pavimento adotada (por gr) H20 = 25

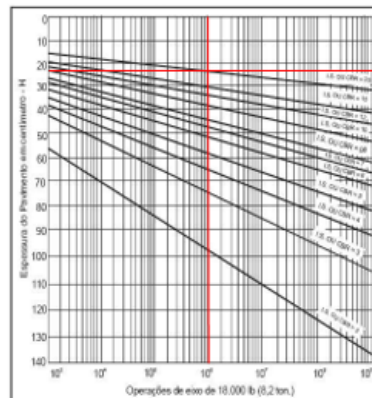
Equação:

$$R \times Kr + B \times Kb = H20$$

$$5,0 \times 2,0 + B \times 1,0 = 25,0$$

ESPESSURA MÍNIMA DA BASE CALI B ≥ 15

ESPESSURA DA BASE ADOPTADA B ≥ 15



SUB-BASE

Será necessário projetar um Reforço de Subleito? Não
Tráfego estimado para a via (T = 10 anos) $N \geq 1,00E+06$
Capacidade de Suporte do Subleito CBR ≥ 10
Tipo de material da camada de revestimento: Mr = CBUQ
Tipo de material da camada de base: Mb = Granular
Tipo de material da camada de sub-base: Msb = Granular
Coeficiente de proporcionalidade do revestimento Kr = 2
Coeficiente de proporcionalidade da base: Kb = 1
Coeficiente de proporcionalidade da sub-base: Ksb = 1
Espessura do revestimento R = 5
Espessura da base B = 15
Espessura total do pavimento (por fórmula) Hn = 38
Espessura total do pavimento adotada (por gr) Hn = 38

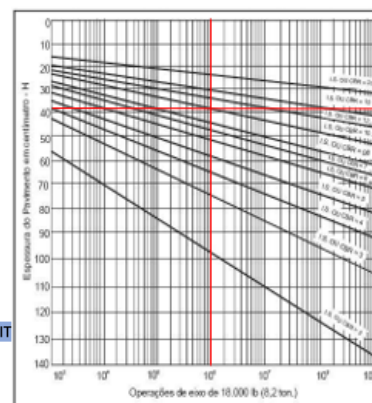
Equação:

$$R \times Kr + B \times Kb + SB \times Ksb = Hn$$

$$5,0 \times 2,0 + 15,0 \times 1,0 + SB \times 1,0 = 38,0$$

ESPESSURA MÍNIMA DA SUB-BASE SB ≥ 13

ESPESSURA DA SUB-BASE ADOPTADA SB ≥ 15



ESPESSURAS MÍNIMAS PADRÃO – DNIT

O dimensionamento específico para o projeto necessita de informações básicas como o tráfego da região e Índice de Suporte do Subleito. Após visitas in loco e considerando as dimensões do município, sua infraestrutura existente e o horizonte de tráfego previsto para o pavimento, foi considerado que as espessuras mínimas aceitáveis para as camadas atenderiam as solicitações previstas para o pavimento projetado.

De acordo com o Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis (DNIT-2006), com o objetivo de assegurar que o pavimento tenha um adequado desempenho estrutural e operacional, as espessuras mínimas aceitáveis para as camadas de pavimento asfáltico são 5cm para a camada de revestimento, 15cm para a camada de base e 15cm para a camada de sub-base.

- Portanto, foi adotado:



Prefeitura Municipal de Paracatu - MG
PROJETO EXECUTIVO DE INFRAESTRUTURA URBANA

- Espessura do revestimento = 5 cm;
- Espessura da base = 20 cm;
- Espessura da Sub-base = 20 cm.
- Espessura da Substituição do Sub-leito = 55 cm (Por conta do CBR baixo e alta expansividade)

IDENTIFICAÇÃO		QUADRO RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS PAVIMENTAÇÃO RUA TONICO LEMOS E TRAVESSA JOSÉ GONÇALVES DOS SANTOS																	OBJETIVA PROJETOS E SERVIÇOS		
REGISTRO	FURO	UMIDADE NATURAL (%)	COMPACTAÇÃO PROCTOR		ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA		LIMITES DE ATTERBERG			ANÁLISE GRANULOMÉTRICA (%)						Massa específica dos sólidos (g/cm³)	CLASSIFICAÇÃO				
			Umidade ótima (%)	Densidade seca máxima (g/cm³)	CBR (%)	Expansão (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Argila	Silte	Areia Fina	Areia Média	Areia Grossa	Pedregulho		IG	HRB	SUCS		
2805	ST-INF-401	18,33	20,50	1,691	2,00	2,10	37,90	26,18	11,72	3,20%	55,80%	6,29%	24,77%	7,87%	2,08%	2,828	6	A-6	ML		
2806	ST-INF-402	8,81	20,26	1,678	1,00	4,19	39,50	29,16	10,34	7,20%	58,60%	12,41%	8,89%	5,32%	7,58%	3,041	7	A-6	ML		
2807	ST-INF-403	29,85	21,00	1,629	1,00	3,46	41,20	25,95	15,25	15,80%	55,20%	5,04%	11,64%	3,81%	8,51%	2,807	10	A-7-6	ML		



8.4 QUADRO RESUMO DAS ESPESSURAS DOS PAVIMENTOS

O resultado do dimensionamento para as espessuras do pavimento construídos estão apresentadas a seguir:

Tabela 14 - Espessuras do Pavimento

Alinhamentos	Entre Estacas		Revestimento	Base	Sub-Base	Subleito
			(Cm)	(Cm)	(Cm)	(Cm)
			CBUQ – Faixa C	BGS	Brita Bica Corrida	Brita Bica Corrida
			-	CBR $\geq$ 80%	CBR $\geq$ 20%	CBR $\geq$ 10%
			-	Proctor Modificado	Proctor Intermediário	Proctor Normal
Rua Tonico Lemos	Est. 0+0,00	Est. 12+02,92	5,00	20,00	20,00	55,00 (camadas de até 20cm)
Travessa José Gonçalves dos Santos	Est. 13+0,00	Est. 19+05,77	5,00	20,00	20,00	55,00 (camadas de até 20cm)



8.5 SEÇÕES TRANSVERSAIS TIPO

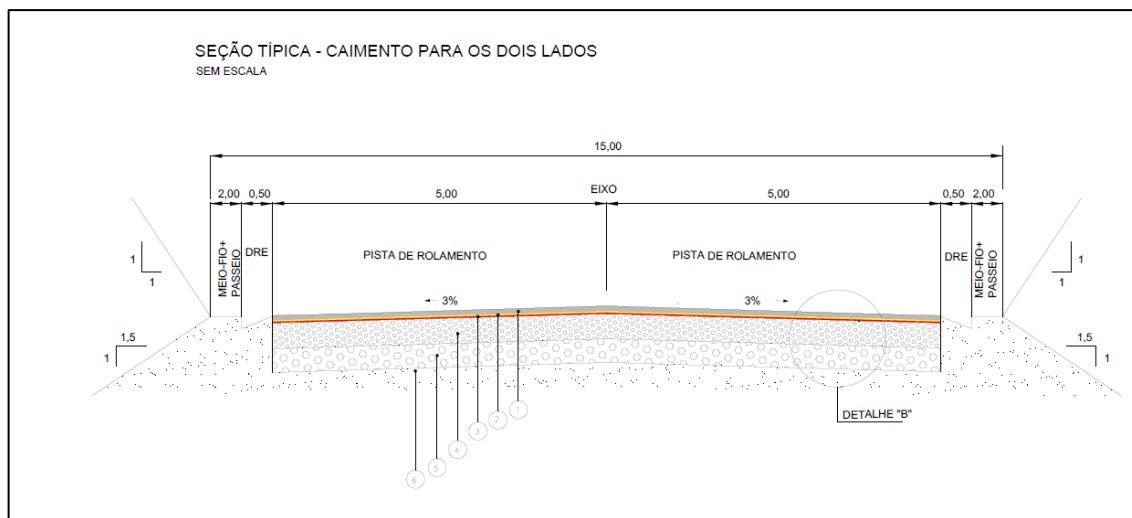


Figura 18 – Seção Típica – 15,00m

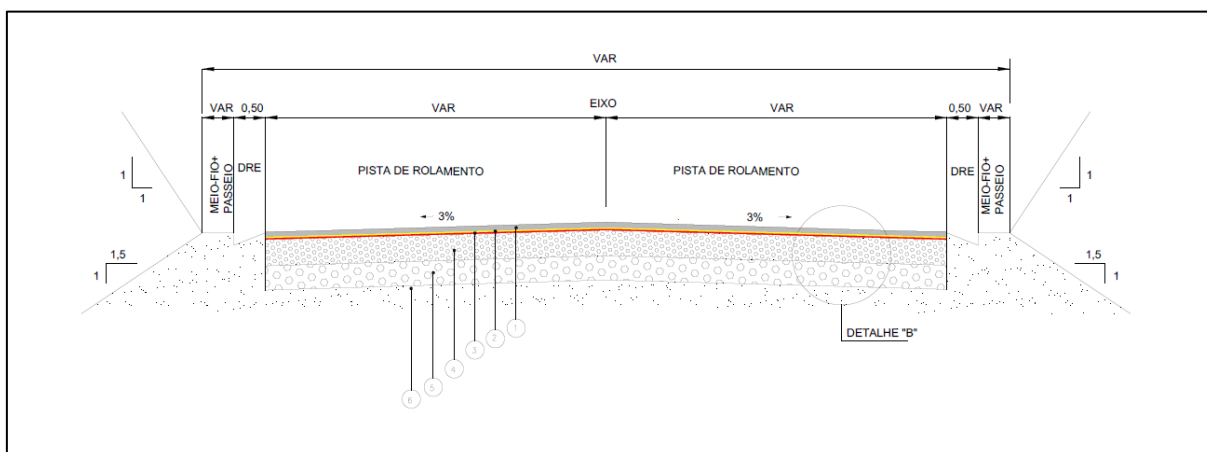


Figura 19 – Seção Típica – variavel

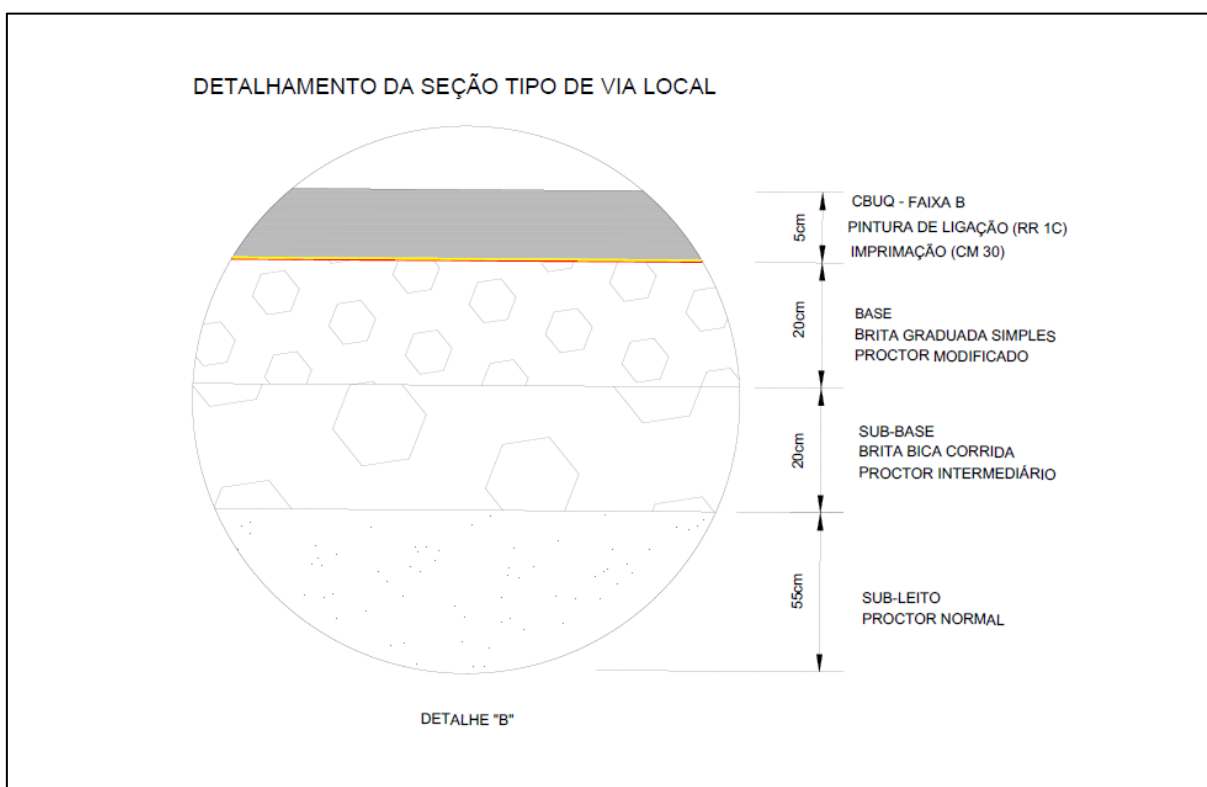


Figura 20 – Detalhamento da Seção Tipo

8.6 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS

8.6.1 REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO EXISTENTE

I. OBJETIVO

Regularizar o leito Estradal, transversal e longitudinalmente, obedecendo às larguras e cotas constantes das notas de serviço de regularização de terraplenagem do projeto, para se corrigir algumas falhas da superfície terraplenada, pois, no final do terraplenagem, a superfície deverá apresentar um bom acabamento. As operações devem compreender até 20 cm de espessura, onde o que exceder esta altura será considerado como terraplenagem.



II. EQUIPAMENTOS

Para a execução da pavimentação, poderão ser utilizados, nas diversas etapas, os seguintes equipamentos:

- Motoniveladora pesada, com escarificador;
- Carro-tanque distribuidor de água;
- Rolos compactadores dos tipos pé-de-carneiro, liso vibratório e pneumático, rebocados ou autopropulsores;
- Grade de discos;
- arados de discos;
- tratores de pneus;
- Pulvimisturador
- Rolos vibratórios, placas vibratórias, sapos mecânicos ou rolos compactadores de pequeno porte para a compactação;
- Ferramentas manuais para a regularização, aeração e/ou umedecimento do material.

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

III. MATERIAIS

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

- Ter um diâmetro máximo de partícula igual ou inferior a 76 mm;



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

IV. EXECUÇÃO

A regularização do Subleito estradal resume-se a corrigir algumas falhas da superfície terraplenada obedecendo às larguras e cotas constantes das notas de serviço de regularização de terraplenagem do projeto para, ao final da terraplenagem, a superfície apresentar bom acabamento. As operações devem compreender até 20 cm de espessura, onde o que exceder esta altura será considerado como terraplenagem.

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

A regularização do subleito deverá ser executada de acordo com os perfis transversais e longitudinais indicados no projeto e a compactação será realizada com o equipamento apropriado.

Toda a vegetação e material orgânico, porventura existentes no leito da via, serão removidos previamente. Após a execução de cortes ou aterros, operações necessárias para atingir o greide de projeto, será realizado uma escarificação geral na profundidade de 20 cm, seguida de pulverização, umedecimento ou aeração, compactação e acabamento.

A regularização deve ser executada prévia e isoladamente da construção de outra camada do pavimento. (DNIT 137/2010-ES). Não será permitida a execução dos serviços em dias de chuva. (DNIT 137/2010-ES). É responsabilidade da CONTRATADA a proteção dos serviços



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

V. CONTROLE TECNOLÓGICO

ENSAIOS

- Determinação de massa específica aparente, “in situ”, com espaçamento máximo de 100 m na pista, nos pontos onde forem coletadas as amostras para os ensaios de compactação.
- No mínimo uma determinação do teor de umidade a cada 100 m ou em mais pontos, a critério da FISCALIZAÇÃO, imediatamente antes da operação de compactação.
- Ensaio de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria, usando-se, respectivamente, os métodos DNER-ME 122/94, DNER-ME 082/94 e DNER-ME 051/94), com espaçamento máximo de 250 m de pista;



- Um ensaio do Índice de Suporte Califórnia, com a energia de compactação do método DNIT 172- 2016-ME – Solos – Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas, com espaçamento máximo de 500 m de pista ou cinco ensaios por via de menor extensão;
- Um ensaio de compactação, segundo o método DNIT 164/2013-ME – Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas e DNER-ME 162/94 – Solos – Ensaio de compactação utilizando amostras trabalhadas (Proctor Normal), para determinação da massa específica aparente seca máxima, com espaçamento máximo de 100 m de pista, com amostras coletadas em pontos obedecendo sempre a ordem: bordo direito, eixo, bordo esquerdo, eixo, bordo direito etc., a 60 cm do bordo ou a 30 cm do meio-fio, ou em mais pontos a critério da FISCALIZAÇÃO para vias de menor extensão;
- O número de ensaios de compactação poderá ser reduzido, desde que se verifique a homogeneidade do material, ficando a critério da FISCALIZAÇÃO. A amostragem (conjunto de ensaios para a determinação do valor estatístico) deverá ser feita na mesma frente de trabalho e não em frentes de trabalho separadas.

CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E ACEITAÇÃO

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

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



8.6.2 REGULARIZAÇÃO DA SUB-BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE

I. OBJETIVO

SUB-BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE

Desempenhar papel complementar a base e com as mesmas funções desta, executada sobre o subleito ou reforço do subleito, devidamente compactado e regularizado, quando, por circunstâncias técnicas e econômicas, não for aconselhável construir a base diretamente sobre a regularização ou reforço do subleito.

VI. EQUIPAMENTOS

Para a execução da pavimentação, poderão ser utilizados, nas diversas etapas, os seguintes equipamentos:

- Motoniveladora pesada, com escarificador;
- Carro-tanque distribuidor de água;
- Rolos compactadores dos tipos pé-de-carneiro, liso vibratório e pneumático, rebocados ou autopropulsores;
- Grade de discos;
- arados de discos;
- tratores de pneus;
- Pulvimisturador
- Pá carregadeira;
- Central de mistura



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

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

VII. MATERIAIS

Solo Brita

Solo Brita, uma mistura controlada de solo natural (muitas vezes arenoso ou laterítico) e pedra britada (agregados de diferentes granulometrias), que oferece boa estabilidade e capacidade de suporte para pavimentos, sendo compactada mecanicamente para formar uma camada resistente e homogênea, com especificações técnicas rigorosas de granulometria, durabilidade e resistência

- Os materiais a serem empregados devem apresentar índice de suporte Califórnia igual ou superior a 40 % e expansão máxima de 1 %, determinados segundo o método DNIT 172-2016-ME e com a energia de compactação correspondente ao método do DNIT 164-2013-ME ou correspondente ao ensaio T-180-57 da AASHTO (Proctor Modificado), conforme indicação do projeto.
- O índice de grupo deverá ser igual a zero. O agregado retido na peneira nº 10 (2 mm) deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, isento de matéria vegetal ou outras substâncias prejudiciais e apresentando valores de abrasão “Los Angeles” menores ou iguais a 65 %. O diâmetro máximo dos elementos da sub-base deverá ser, no máximo, igual a 5 cm (2”), devendo-se reduzir este diâmetro, sempre que possível.
- O Índice de Suporte Califórnia (ISC) deverá obedecer aos seguintes valores, relacionados ao número N de operações do eixo padrão de 8,2 t, para o período de projeto:



- $ISC \geq 60 \%$ para $N \leq 5 \times 10^6$;
- $ISC \geq 80 \%$ para $N > 5 \times 10^6$.
- Os valores mínimos do ISC devem ser verificados dentro de uma faixa de variação de umidade, a qual será fixada pelo projeto e pelas especificações particulares.
 - LL (limite de liquidez) $\leq 40 \%$;
 - IP (índice de plasticidade) $\leq 15 \%$
- Para os fins da presente especificação, não se exige que o material esteja isento de contaminação por solos residuais, sendo até mesmo desejável que haja frações argilosas presentes, de modo a proporcionar-lhe certa plasticidade (IP da ordem de 4%).

VIII. EXECUÇÃO

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

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

IX. CONTROLE TECNOLÓGICO

CONTROLE TECNOLÓGICO



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

Um ensaio do Índice de Suporte Califórnia, de acordo com o método DNIT 172-2016-ME, com a energia de compactação dos métodos DNIT 164/2013-ME e DNER-ME 162/94 ou com energia de compactação do método T-180-57 da AASHTO, com espaçamento máximo de 300 m de pista. Para o caso de solos lateríticos, o material deve ser moldado logo após a coleta da amostra, sem alteração da umidade da pista ou cinco ensaios por via de menor extensão; Um ensaio de compactação segundo o método DNIT 164/2013-ME ou segundo T-180- 57 da AASHTO (Proctor Modificado), para determinação da massa específica aparente seca máxima, com espaçamento máximo de 100 m de pista, com amostras coletadas em pontos, obedecendo sempre a ordem: bordo direito, eixo, bordo esquerdo, eixo, bordo direito etc., a 60 cm do bordo ou a 30 cm do meio-fio. As amostras devem ser coletadas do material espalhado na pista, imediatamente antes da compactação da camada ou em mais pontos a critério da fiscalização para vias de pouca extensão; Uma determinação do equivalente de areia, com espaçamento de 100 m no caso de materiais não lateríticos, com índice de plasticidade maior do que 6 % e limite de liquidez maior do que 25 %. O número de ensaios de caracterização física e mecânica poderá ser reduzido, desde que se verifique a homogeneidade do material, a critério da FISCALIZAÇÃO. A amostragem deve sempre ser recolhida numa camada constituída de materiais da mesma ocorrência (jazida).

CONTROLE GEOMÉTRICO



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

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

Existindo meios-fios, o nivelamento será feito no eixo e junto aos meios-fios. Serão utilizados pelo menos 9 valores de espessuras individuais, obtidas por nivelamento do eixo de 20 em 20 m, antes e depois das operações de espalhamento e compactação.

Não se tolerará nenhum valor individual de espessura fora do intervalo de ± 2 cm, em relação à espessura do projeto.

No caso de se aceitar, dentro das tolerâncias estabelecidas, uma camada de sub-base com espessura média inferior à do projeto, a diferença será acrescida à camada de base.

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

No caso de se aceitar, dentro das tolerâncias estabelecidas, uma camada de base com espessura média inferior à do projeto, o revestimento será aumentado de uma espessura estruturalmente equivalente a diferença encontrada.

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

CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E ACEITAÇÃO

A base e sub-base deverão ser medidas, separadamente logo após sua execução, em metros cúbicos, considerando o volume efetivamente executado. No cálculo dos volumes devem ser consideradas as larguras e espessuras médias da camada obtidas no controle geométrico.



8.6.3 REGULARIZAÇÃO DA BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE

I. OBJETIVO

BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE

Resistir aos esforços verticais oriundos dos veículos, distribuindo-os adequadamente à camada subjacente. Executada sobre a sub-base, subleito ou reforço do subleito devidamente regularizado e compactado. Consiste na utilização de materiais ou misturas, que ofereçam, após umedecimento e compactação, boas condições de estabilidade.

II. EQUIPAMENTOS

Para a execução da pavimentação, poderão ser utilizados, nas diversas etapas, os seguintes equipamentos:

- Motoniveladora pesada, com escarificador;
- Carro-tanque distribuidor de água;
- Rolos compactadores dos tipos pé-de-carneiro, liso vibratório e pneumático, rebocados ou autopropulsores;
- Grade de discos;
- arados de discos;
- tratores de pneus;
- Pulvimisturador
- Pá carregadeira;



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

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

III. MATERIAIS

Solo Brita

Solo Brita, uma mistura controlada de solo natural (muitas vezes arenoso ou laterítico) e pedra britada (agregados de diferentes granulometrias), que oferece boa estabilidade e capacidade de suporte para pavimentos, sendo compactada mecanicamente para formar uma camada resistente e homogênea, com especificações técnicas rigorosas de granulometria, durabilidade e resistência

Os materiais da base devem apresentar as seguintes especificações:

- Os materiais a serem empregados devem apresentar índice de suporte Califórnia igual ou superior a 40 % e expansão máxima de 1 %, determinados segundo o método DNIT 172-2016-ME e com a energia de compactação correspondente ao método do DNIT 164-2013-ME ou correspondente ao ensaio T-180-57 da AASHTO (Proctor Modificado), conforme indicação do projeto.
- O índice de grupo deverá ser igual a zero. O agregado retido na peneira nº 10 (2 mm) deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, isento de matéria vegetal ou outras substâncias prejudiciais e apresentando valores de abrasão “Los Angeles” menores ou iguais a 65 %. O diâmetro máximo dos elementos da sub-base deverá ser, no máximo, igual a 5 cm (2”), devendo-se reduzir este diâmetro, sempre que possível.
- O Índice de Suporte Califórnia (ISC) deverá obedecer aos seguintes valores, relacionados ao número N de operações do eixo padrão de 8,2 t, para o período de projeto:



- $ISC \geq 60 \%$ para $N \leq 5 \times 10^6$;
- $ISC \geq 80 \%$ para $N > 5 \times 10^6$.
- Os valores mínimos do ISC devem ser verificados dentro de uma faixa de variação de umidade, a qual será fixada pelo projeto e pelas especificações particulares.
 - LL (limite de liquidez) $\leq 40 \%$;
 - IP (índice de plasticidade) $\leq 15 \%$
- Para os fins da presente especificação, não se exige que o material esteja isento de contaminação por solos residuais, sendo até mesmo desejável que haja frações argilosas presentes, de modo a proporcionar-lhe certa plasticidade (IP da ordem de 4%).

IV. EXECUÇÃO

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

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

V. CONTROLE TECNOLÓGICO



CONTROLE TECNOLÓGICO

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

Um ensaio do Índice de Suporte Califórnia, de acordo com o método DNIT 172-2016-ME, com a energia de compactação dos métodos DNIT 164/2013-ME e DNER-ME 162/94 ou com energia de compactação do método T-180-57 da AASHTO, com espaçamento máximo de 300 m de pista. Para o caso de solos lateríticos, o material deve ser moldado logo após a coleta da amostra, sem alteração da umidade da pista ou cinco ensaios por via de menor extensão; Um ensaio de compactação segundo o método DNIT 164/2013-ME ou segundo T-180- 57 da AASHTO (Proctor Modificado), para determinação da massa específica aparente seca máxima, com espaçamento máximo de 100 m de pista, com amostras coletadas em pontos, obedecendo sempre a ordem: bordo direito, eixo, bordo esquerdo, eixo, bordo direito etc., a 60 cm do bordo ou a 30 cm do meio-fio. As amostras devem ser coletadas do material espalhado na pista, imediatamente antes da compactação da camada ou em mais pontos a critério da fiscalização para vias de pouca extensão; Uma determinação do equivalente de areia, com espaçamento de 100 m no caso de materiais não lateríticos, com índice de plasticidade maior do que 6 % e limite de liquidez maior do que 25 %. O número de ensaios de caracterização física e mecânica poderá ser reduzido, desde que se verifique a homogeneidade do material, a critério da FISCALIZAÇÃO. A amostragem deve sempre ser recolhida numa camada constituída de materiais da mesma ocorrência (jazida).



CONTROLE GEOMÉTRICO

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

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

Existindo meios-fios, o nivelamento será feito no eixo e junto aos meios-fios. Serão utilizados pelo menos 9 valores de espessuras individuais, obtidas por nivelamento do eixo de 20 em 20 m, antes e depois das operações de espalhamento e compactação.

Não se tolerará nenhum valor individual de espessura fora do intervalo de ± 2 cm, em relação à espessura do projeto.

No caso de se aceitar, dentro das tolerâncias estabelecidas, uma camada de sub-base com espessura média inferior à do projeto, a diferença será acrescida à camada de base.

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

No caso de se aceitar, dentro das tolerâncias estabelecidas, uma camada de base com espessura média inferior à do projeto, o revestimento será aumentado de uma espessura estruturalmente equivalente a diferença encontrada.

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

CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E ACEITAÇÃO

A base e sub-base deverão ser medidas, separadamente logo após sua execução, em metros cúbicos, considerando o volume efetivamente executado. No cálculo dos volumes devem ser consideradas as larguras e espessuras médias da camada obtidas no controle geométrico.



8.6.4 REVESTIMENTO - CBUQ

I. OBJETIVO

Os revestimentos com mistura asfáltica têm por objetivo principal resistir aos esforços diretos das cargas dos eixos e transmitir de forma adequada para a base, sendo constituídos por materiais com qualidade e espessuras que os tornem técnica e economicamente viáveis.

I. EQUIPAMENTOS

Para a execução da pavimentação, poderão ser utilizados, nas diversas etapas, os seguintes equipamentos:

- Motoniveladora pesada, com escarificador;
- Carro-tanque distribuidor de água;
- Rolos compactadores dos tipos pé-de-carneiro, liso vibratório e pneumático, rebocados ou autopropulsores;
- Grade de discos;
- arados de discos;
- tratores de pneus;
- Pulvimisturador
- Pá carregadeira;
- Central de mistura
- Rolos vibratórios, placas vibratórias, sapos mecânicos ou rolos compactadores de pequeno porte para a compactação;
- Ferramentas manuais para a regularização, aeração e/ou umedecimento do material.

Acabadora



O equipamento para espalhamento e acabamento deverá ser constituído de pavimentadoras automotrizes, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento requeridos. As acabadoras deverão ser equipadas com parafusos sem fim, para colocar a mistura exatamente nas faixas, e possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para a frente e para trás. As acabadoras deverão ser equipadas com alisadores e dispositivos para aquecimento dos mesmos, à temperatura requerida, para colocação da mistura sem irregularidades.

Equipamento para a compressão

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

Caminhões para Transporte da Mistura

Os caminhões, tipos basculantes, para o transporte do concreto betuminoso, deverão ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico, ou solução de cal, de modo a evitar a aderência de mistura às chapas. Além destes, poderão ser usados outros equipamentos, desde que aceitos pela FISCALIZAÇÃO.

II. MATERIAIS

- **Cimentos Asfálticos de Petróleo (CAP)**

Cimentos Asfálticos de Petróleo (CAP) são produtos básicos provenientes da destilação do petróleo bruto. São semissólidos à temperatura ambiente, de modo que exigem aquecimento para serem manuseados e aplicados. Exigem também o aquecimento dos agregados com os quais vão ser misturados. Apresentam propriedades aglutinantes e impermeabilizantes, possui características de flexibilidade, durabilidade e alta resistência à ação da maioria dos ácidos, sais e álcalis. Os cimentos asfálticos classificam-se de acordo com a sua consistência, que é medida



pelo ensaio de penetração, nas seguintes categorias de resistência à penetração, de acordo com a Resolução nº 19 de 11/07/2005 da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis:

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

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

- **Agregado Graúdo**

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

- Ser predominantemente de rocha Gnaisse;
- Fragmentos duráveis, sãos, de superfície rugosa e forma angular;
- Inexistência de torrões de argila, matéria orgânica e substâncias nocivas;
- Abrasão “Los Angeles” inferior a 50 %;
- Ter boa adesividade com o asfalto utilizado, atendendo a norma DNER-ME 078/94;
- Quando submetido ao ensaio de durabilidade, com sulfato de sódio, não deve apresentar perda superior a 12 %, em 5 ciclos;
- Não ter, em excesso, pedras lamelares alongadas, a fim de não prejudicar a trabalhabilidade da mistura e a inalterabilidade da granulometria, limitando-se assim o índice de lamelaridade inferior a 35 %;
- Índice de forma superior a 0,5 (DNER-ME 086/94);
- No caso de emprego de escória, esta deve ter uma massa específica aparente igual ou superior a 1100 kg/m³.



- **Agregado Miúdo**

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

- **Material de Enchimento (Filler)**

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

Tabela 15 - Faixas granulométricas para material de enchimento (Filler)

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

- **Melhorador de Adesividade**

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



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

III. EXECUÇÃO

A temperatura de aplicação do cimento asfáltico deve ser determinada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade. A temperatura conveniente é aquela na qual o asfalto apresenta uma viscosidade, situada dentro da faixa de 75 a 150 segundos, Saybolt-Furol. Entretanto, não devem ser efetuadas misturas a temperaturas inferiores a 107 °C e nem superiores a 177 °C. Os agregados devem ser aquecidos a temperatura de 10 °C a 15 °C, acima da temperatura do ligante betuminoso. Recomenda-se obedecer aos limites toleráveis de temperatura de compactação de 150 °C a 165 °C, ± 5 °C (ligante 50/70). Caso a temperatura não atenda essa faixa de trabalho, a mistura deverá ser descartada, em local adequado e com acompanhamento da FISCALIZAÇÃO. O concreto betuminoso deverá ser transportado da usina ao ponto de aplicação, nos veículos basculantes e quando necessário, para que a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada, cada carregamento deverá ser coberto com lona ou material similar, para proteger a mistura com total segurança. As misturas de concreto betuminoso devem ser distribuídas somente através de máquinas acabadoras e quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 10 °C e com tempo não chuvoso. Caso ocorram irregularidades na superfície da camada, as mesmas deverão ser sanadas pela adição manual de concreto betuminoso, sendo esse espalhamento efetuado por meio de ancinhos e rodos metálicos. Imediatamente após a distribuição do concreto betuminoso, tem início a rolagem. Como norma geral, a temperatura de rolagem é a mais elevada que a mistura betuminosa possa suportar, sendo recomendável, aquela na qual o ligante apresenta uma viscosidade Saybolt-Furol, de 140 ± 15 segundos, para o cimento asfáltico. Caso sejam empregados rolos de pneus, de pressão variável, inicia-se a rolagem com baixa pressão (60 lb/pol 2), aumenta-se em



progressão aritmética, à medida que a mistura betuminosa suporte pressões mais elevadas. A pressão dos pneus deve variar a intervalos periódicos (60, 80, 100, 120 lb/pol 2), adequando um conveniente número de passadas, de forma a obter o grau de compactação especificado.

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

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

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

IV. CONTROLE TECNOLÓGICO

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

- Se as pilhas de agregados estão corretamente formadas e bem separadas;
- Se o manuseio adequado dos agregados está sendo empregado;
- Se as comportas de alimentação e correias transportadoras estão corretamente calibradas;
- Indicações de combustão incorreta do combustível aquecedor;
- As peneiras quanto à desgastes, quebras, sobrecarga e operação vibratória;



- Se os silos quentes estão bem separados;
- O certificado de aferição da balança, sua limpeza e estado geral;
- A quantidade no recebimento do CAP que deve ficar em tanque aquecido e com isolamento térmico;
- O nível do traço acima dos eixos e abaixo das pontas das aletas;
- Se o suprimento de agregados frios está sendo rigorosamente controlados;
- Se os filtros estão funcionando corretamente e observar se está sendo utilizado anteparo para se evitar contato da chama diretamente com o CAP.

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

Controle das Características Marshall da Mistura

Dois ensaios Marshall, com três corpos-de-prova cada, devem ser realizados por dia de produção da mistura. Os valores de estabilidade e de fluência deverão satisfazer ao especificado no item anterior. As amostras devem ser retiradas após a passagem da acabadora e antes da compressão.

Transporte e verificação das condições do ambiente para aplicação

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



se a superfície a ser aplicada estiver sem contaminações de materiais e após a verificação dos equipamentos de aplicação.

Controle de compressão

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

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

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

Para a compactação, o equipamento deve estar seguindo as recomendações do fabricante de forma que para rolos, o peso normalmente indicado é de 15 t a 28 t com lastro de areia molhada. A compactação se inicia pela borda inferior e termina na borda superior, onde, o equipamento deve estar sempre sendo lubrificado por óleo de origem vegetal ou material equivalente aprovado pela FISCALIZAÇÃO, não sendo permitido óleo diesel, devido a este ser nocivo à saúde.

Controle de Espessura

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



Controle de acabamento da superfície e liberação da via

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

DESGASTE E DURABILIDADE

Antes de iniciados os serviços, deverão ser feitos com a pedra a ser utilizada, os ensaios de desgaste “Los Angeles” e durabilidade “Soundnes Test”. O desgaste não deverá ser superior a 40 % e a durabilidade não deverá apresentar perdas maiores que 12 %, quando submetida à exposição de 5 ciclos.

CONTROLE GEOMÉTRICO

O pavimento pronto deverá ter forma definida pelos alinhamentos, perfis, dimensões e seção transversal- tipo, estabelecidos pelo projeto, com as seguintes tolerâncias:

- Tolerância das dimensões dos poliedros depois de assentados: serão tolerados, na fileira completa, no máximo 20 % de poliedros com dimensões diferentes do estabelecido nesta especificação. A altura do poliedro nas sondagens feitas em diversos pontos escolhidos pela FISCALIZAÇÃO, não poderá exceder em mais de 10 % fora dos limites estabelecidos nesta especificação;
- Tolerância da superfície: a face do calçamento não deverá apresentar, sob uma régua rígida de 2,5 m a 3 m de comprimento, disposta em qualquer direção, uma flecha superior a 10 mm em qualquer direção;
- Tolerância de espessura: a altura da camada de enchimento e fixação, mais a dos poliedros, depois de comprimidos nas sondagens feitas em diversos pontos escolhidos



pela FISCALIZAÇÃO, não poderá diferir em mais de 5 % da espessura fixada pelo projeto.

- As juntas entre os blocos têm que ter 3 mm em média (mínimo 2,5 mm e máximo 4 mm). Alguns blocos têm separadores com a medida certa das juntas. Os blocos não devem ficar excessivamente juntos, ou seja, com as juntas muito fechadas. Fios guias dão os alinhamentos no avanço da obra, que pode ter mais de um assentador trabalhando ao mesmo tempo.

O pavimento deverá ser entregue ao tráfego somente depois de estar totalmente concluído, isto é, depois da compressão final. No caso de demolição de revestimento, deverá haver um controle visual com relação às danificações que poderão acontecer na base.

Quando houver reconstrução do revestimento poliédrico em pontos localizados, será feito somente o controle referente à superfície.

8.6.5 IMPRIMAÇÃO E PINTURA DE LIGAÇÃO

I. OBJETIVO

- Imprimação: consiste na aplicação de uma camada de material asfáltico, com ligante de baixa viscosidade, sobre a superfície de uma base concluída, antes da execução de um revestimento betuminoso qualquer, objetivando o aumento da coesão na superfície da base, através da penetração do material asfáltico, promovendo uma impermeabilização da base e também aderência entre a base e o revestimento.
- Pintura de ligação: consiste na aplicação de uma camada de material asfáltico sobre a superfície de uma base ou de um pavimento, antes da execução de um revestimento betuminoso qualquer, objetivando promover a aderência entre este revestimento e a camada subjacente.



II. EQUIPAMENTOS

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

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

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

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

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

III. MATERIAIS

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

Imprimação

Podem ser empregados emulsões asfálticas EAI, escolhidos em função da textura do material de base. A taxa de aplicação é aquela que pode ser absorvida pela base em 48 horas, devendo ser determinada experimentalmente, no canteiro da obra. A taxa de aplicação varia de 0,8 a 1,6 l/m², conforme o tipo e textura da base e do material betuminoso escolhido.

Pintura de ligação

Podem ser empregados os materiais betuminosos seguintes:



- Emulsões asfálticas, tipo RR-1C, RR-2C, RM-1C, RM-2C e RL-1C, diluídas com água na razão de 1:1;
- Asfalto diluído CR-70, exceto para bases absorventes ou betuminosas, com taxa de aplicação em torno de 0,5 l / m².

IV. EXECUÇÃO

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

Deverá ser escolhida a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento. As faixas de viscosidades recomendadas para espalhamento são:

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



corrigida. Quando da utilização de distribuidores manuais (canetas ou similar), a uniformidade dependerá essencialmente da experiência do operador da mangueira.

Imprimação

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

Pintura de Ligação

Antes da aplicação do material betuminoso, no caso de bases de solo-cimento ou concreto magro, a superfície da base deve ser irrigada, a fim de saturar os vazios existentes, não se admitindo excesso de água sobre a superfície. Quando o ligante betuminoso utilizado for emulsão asfáltica diluída, recomenda-se que a mistura (água – emulsão) seja preparada no mesmo turno de trabalho; deve-se evitar o estoque da mesma por prazo superior a 12 horas.

V. CONTROLE TECNOLÓGICO

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

Ensaio – Asfaltos Diluídos

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



- 1 curva de viscosidade x temperatura, para cada 200 t.

Ensaaios - Emulsões Asfálticas

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

Controle de Temperatura

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

Controle da quantidade aplicada

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

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

Controle de uniformidade de aplicação

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



9 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

O Projeto de Sinalização seguiu o Manual de Sinalização de Trânsito do DENATRAN – Conselho Nacional de Trânsito.

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

9.1 CONCEPÇÃO E JUSTIFICATIVA

O projeto de sinalização foi concebido com o objetivo de apresentar e detalhar todos os dispositivos principais e auxiliares necessários para a eficiente e segura utilização do local por parte dos usuários.

Para o projeto de infraestrutura e dimensionamento dos sinais de regulamentação, advertência e indicativas foi adotado o tipo via urbana e velocidade regulamentada de 40km/h estabelecida em detrimento da classificação da via na Classe IVB.

9.2 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

A sinalização horizontal consiste na apresentação de um conjunto de sinais constituído de linhas, marcações, sinais, símbolos e legendas colocados com pinturas sobre o pavimento, com a função de regulamentar, advertir ou indicar o modo seguro de transitar na via. Para este projeto a sinalização horizontal foi composta por:

- LBO – Linha de Bordo;
- LRE – Linha de Retenção;
- LFO-1 – Linha Simples Contínua;
- LFO-2 - Linha de Fluxos Opostos;
- FTP – Faixa Travessia de Pedestres

- Legendas:
 - Pare;

9.2.1 LBO - LINHA DE BORDO

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

Cor: Branca

Dimensões: 0,10 (cm)

O material a ser utilizado será Pintura acrílica retrorrefletorizada.

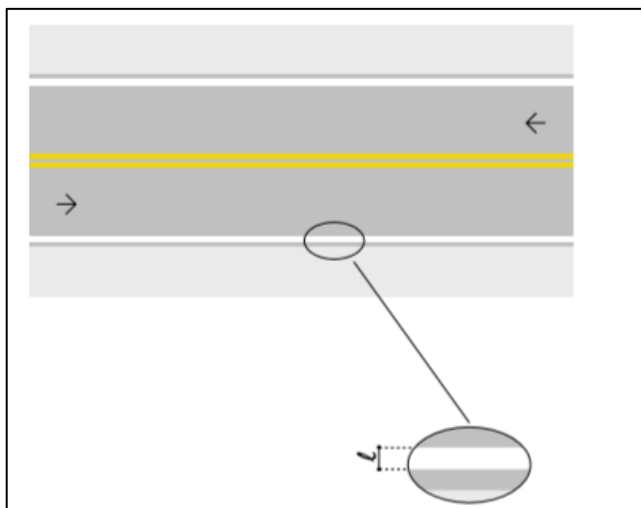


Figura 21 – Linha de Bordo - LBO

9.2.2 LFO-1 - LINHA DE FLUXOS OPOSTOS

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

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

Cor: Amarela

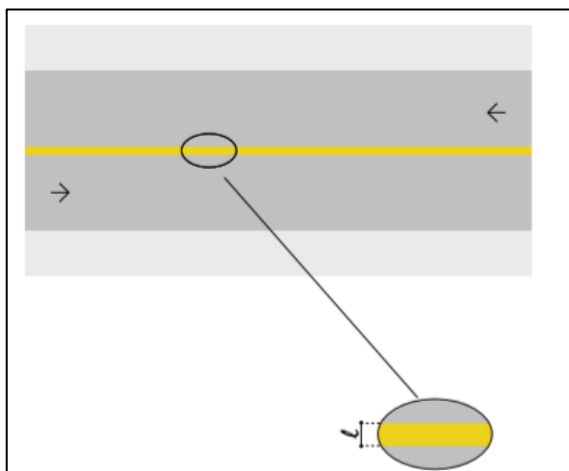


Figura 22 – Linha de Fluxos Opostos – LFO-01

9.2.3 LRE - LINHA DE RETENÇÃO

A Linha de Retenção indica ao condutor o local limite em que deve parar o veículo. A LRE deve ser utilizada: em todas as aproximações de interseções semaforizadas; em cruzamento rododociclovitário; em cruzamento rodoferroviário; junto a faixa de travessia de pedestre; em locais onde houver necessidade por questões de segurança.

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

Cor: branca.

A largura (l) mínima é de 0,30 m e a máxima de 0,60 m de acordo com estudos de engenharia.

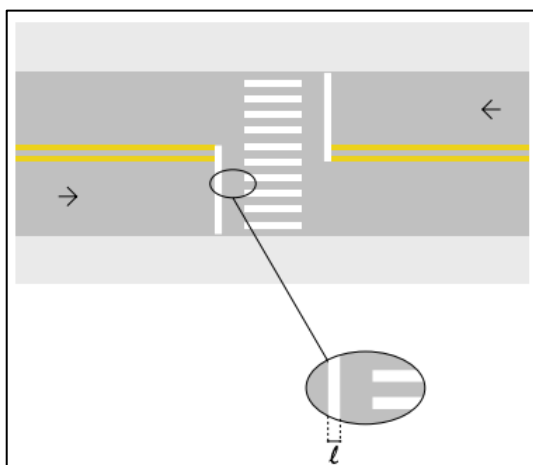


Figura 23 – Linha de Retenção – LRE

9.2.4 FAIXA DE TRAVESSIA DE PEDESTRES (FTP)

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

A FTP deve ocupar toda a largura da pista.

A FTP compreende dois tipos, conforme a Resolução nº 160/04 do CONTRAN:

- Zebra (FTP-1): A largura (l) das linhas varia de 0,30 m a 0,40 m e a distância (d) entre elas de 0,30 m a 0,80 m. A extensão mínima das linhas é de 3,00 m, podendo variar em função do volume de pedestres e da visibilidade, sendo recomendada 4,00 m.

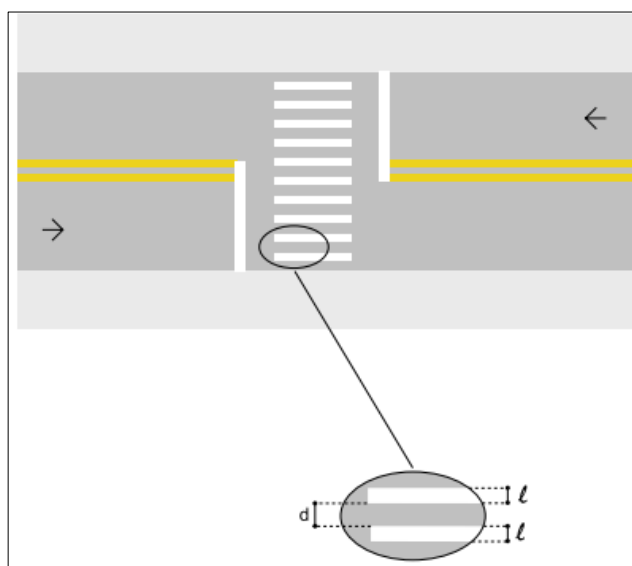


Figura 24 – Zebra – FTP 1

9.2.5 LINHA DE FLUXOS OPOSTOS - LFO-2

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

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

Cor: Amarela

Dimensões: 0,10 (m)

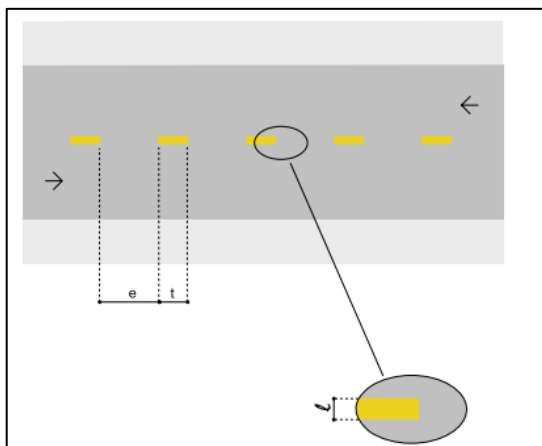


Figura 25 - Linha Fluxos Opostos – LFO-2

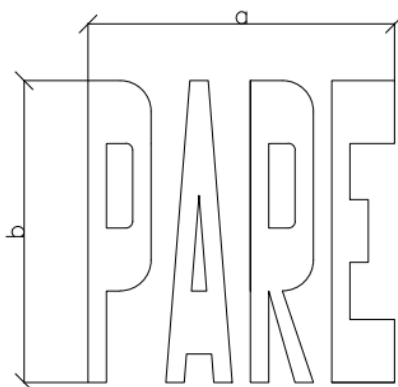
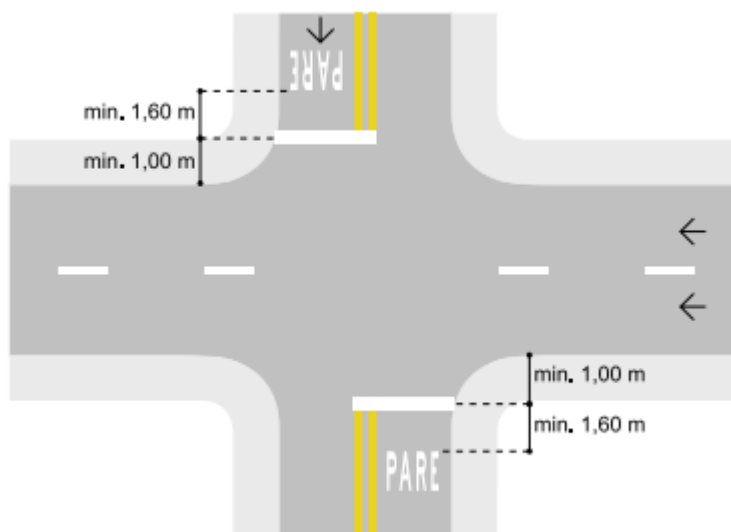
9.2.6 LEGENDAS

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

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

Neste projeto, temos as legendas de:

- Pare



DIMENSÕES RECOMENDADAS (m)			
Vel. (km/h)	a	b	Área da Pintura(m²)
V < 60	1,95	1,60	1,45

9.3 SINALIZAÇÃO VERTICAL

A sinalização vertical tem por finalidade controlar o trânsito através da comunicação visual pela aplicação de placas e painéis, sobre as faixas de trânsito ou em pontos laterais à rodovia. O Projeto de Sinalização Vertical consiste em apresentar o posicionamento das placas de regulamentação, de advertência e de indicação ao longo da via.

As placas de regulamentação e advertência, deverão ser instaladas em colunas de aço galvanizado de diâmetro de 2" e espessura de 2,25 mm, e comprimento de 3,60 m, sem emendas. Estas placas de regulamentação, advertência e indicativas, deverão ser revestidas com película tipo III (Alta intensidade prismática).

A sinalização vertical que será utilizada no projeto será as placas abaixo:

- Placas de Advertência
 - A – 20a – Aclive Acentuado
 - A – 20b – Declive
 - A – 45 – Rua Sem Saída
 - A – 32b – Passagem Sinalizada de Pedestre
- Placas de Regulamentação
 - R19.4 — Velocidade máxima permitida
 - R1 — Parada Obrigatória

9.3.1 PLACAS DE ADVERTÊNCIA

A - 32b – Passagem Sinalizada de Pedestre

Adverte o condutor do veículo da existência, adiante, de local sinalizado com faixa de travessia de pedestres.

Deve ser utilizado:





Área rural: sempre que a faixa de travessia de pedestre for demarcada na via/pista;

Área urbana: quando a faixa de travessia de pedestre for de difícil percepção pelo condutor ou que possa comprometer a segurança dos usuários da via.

A- 45 – Rua sem Saída

Adverte o condutor do veículo da existência de via sem continuidade.

Deve-se utilizado na entrada de vias sem interligação com outras vias, onde os veículos que nela circulem necessitem executar manobra de retorno para voltar à via de origem.



9.3.2 PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO

R19.4 — Velocidade máxima permitida

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



R1 — Parada Obrigatória

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





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

9.4 QUANTITATIVOS E MATERIAIS

9.4.1 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

- Quantitativos:

 Faixas			 Legendas		
Faixa	Tipo	Qtd (m)	Legenda	Tipo	Qtd (un)
	LBO	1064,51		PEM(sfve)	1
	FTP	694,1		PEM(ve)	2
	LFO-1	93,86		PARE	4
	LRE	15,89			
	LCO	15,92			



- Especificação dos materiais:

FORNECIMENTO			
Tintas Faixas		Tintas Legendas	
Material	Qtd (m2)	Material	Qtd (m2)
Tinta acrílica-branca	320,29	Tinta acrílica	9,65
Tinta acrílica-amarela	14,08		

SERVIÇO			
Implantação de Faixas		Implantação de inscrições	
Tipo	Area (m2)	Tipo	Area (m2)
LBO-branca	106,45	PEM(sfve)	1,63
FTP-branca	208,27	PEM(ve)	2,22
LFO-1-amarela	14,08	PARE	5,8
LRE-branca	4,77		
LCO-branca	0,8		

9.4.2 SINALIZAÇÃO VERTICAL

- Quantitativos:

 Placas			 Suportes		
Placa	Código	Qtd (un)	Suporte	Tipo	Qtd (un)
	R-19.	1		Coluna Simples	5
	R-4b	1			
	R-3	1			



- Especificação dos materiais:

FORNECIMENTO							
Chapa		Película Fundo		Película Legenda/Orla		Suportes	
Tipo	Qtd (m2)	Tipo	Qtd (m2)	Tipo	Qtd (m2)	Tipo	Qtd (un)
ACM	0,588	Tipo I	0,588	Tipo I	0,1764	Coluna Simples	5

SERVIÇO			
Implantação de Placa		Implantação de Suporte	
Em Suporte:	Qtd (un)	Tipo	Qtd (un)
Coluna Simples	3	Coluna Simples	5

9.5 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS

9.5.1 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

I. CONDIÇÕES GERAIS:

Os serviços de execução de sinalização horizontal só podem ser começados depois de instalados todos os elementos necessários para uma Sinalização de Segurança e devem obedecer ao Código de Trânsito Brasileiro (CTB), às normas do DNIT e da ABNT.

Os processos usuais utilizados para a remoção da demarcação existente são: lixamento, fresagem, queima, hidrojateamento e jateamento a seco autoaspirado e deverão estar em conformidade com a norma NBR 15402:2014.

Para qualquer situação de execução dos serviços de sinalização horizontal devem ser observadas as seguintes condições, no que se refere à função, aos materiais e ao projeto:

- A sinalização horizontal deve ser realizada de forma a proporcionar eficiência, segurança e conforto aos usuários no local;
- Todos os materiais devem previamente satisfazer às exigências das normas do DNIT e da ABNT.
- As esferas e microesferas de vidro quando aplicadas por aspersão devem ser adicionadas ao mesmo tempo que a aplicação do termoplástico, à razão que assegure a retrorrefletividade



especificada pelo DNIT; deve constar, ainda, o lote de fabricação e o relatório de ensaio emitido pelo fabricante.

d) Quando for necessário um aumento da resistência à derrapagem utiliza-se adição de grãos abrasivos, cuja granulometria deve atender à norma NBR 16184:2013.

e) Quando da utilização do termoplástico pré-formado em superfície de concreto ou pavimento asfáltico oxidado e/ou agregados expostos deve ser utilizado um promotor de aderência. Esse produto deve ser fornecido plano em faixas ou mensagens pré-cortadas e sem qualquer tipo de adesivo. Deve ser aplicado utilizando o mesmo calor da superfície ou aquecendo o substrato por meio de equipamento apropriado, com temperatura inferior a 60 °C.

9.5.2 SINALIZAÇÃO VERTICAL

I. CONDIÇÕES GERAIS:

Os serviços de execução de sinalização vertical só podem ser começados depois de instalados todos os elementos necessários para uma Sinalização de Segurança e devem obedecer ao Código de Trânsito Brasileiro (CTB), às normas do DNIT e da ABNT.

Para qualquer situação de execução dos serviços de sinalização vertical devem ser observadas as seguintes condições, no que se refere à função, aos materiais e ao projeto:

- a) A sinalização vertical deve ser realizada de forma a proporcionar eficiência, segurança e conforto aos usuários no local;
- b) Todos os materiais devem previamente satisfazer às exigências das normas do DNIT e da ABNT.
- c) Os sinais verticais quando colocados, ao lado da rodovia, devem formar um ângulo de 93° a 95° em relação ao eixo longitudinal da via. Os sinais suspensos devem formar um ângulo de 3° a 5° com a vertical.
- d) A altura da placa e afastamento da placa e do suporte em relação ao bordo da pista devem atender aos detalhamentos em projeto.



II. EQUIPAMENTOS:

Os equipamentos utilizados na implantação da sinalização vertical devem ser:

- Trado;
- Caminhão plataforma;
- Caminhão Munck;
- Betoneira;
- Cone de sinalização.

I. PROCESSO EXECUTIVO:

- a) Inicialmente deve ser feito o levantamento da área para a verificação das condições do local de implantação das placas; posteriormente, as atividades descritas na sequência a seguir:
- b) Limpeza do local, de forma a garantir a visibilidade do sinal a ser implantado;
- c) Marcação da localização dos dispositivos a serem implantados de acordo com o projeto;
- d) Distribuição das placas nos pontos já localizados anteriormente;
- e) Escavação da área para fixação do suporte;
- f) Preparação da sapata ou base, em concreto de cimento Portland, para recebimento dos suportes das estruturas de sustentação das placas que assim exigem;
- g) Fixação das placas ou módulos de painéis aos suportes e às travessas, através de braçadeiras, parafusos, arruelas, porcas e contraporcas.
- h) A implantação das placas ou painéis suspensos deve contar com a utilização de caminhão plataforma.

10 DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE – DMT

Os locais de bota fora ou empréstimo de aterro para a movimentação de terra e fornecedores de materiais para desenvolvimento dos cálculos de pavimentação do projeto em questão, foram definidos por meio de preferências solicitadas pela prefeitura e estudos realizados a partir da análise de menor custo e distância, apresentadas nas seguintes DMT's:

10.1 ESTUDO DE OCORRÊNCIA DE BOTA FORA

Para depósito de bota fora do material proveniente do corte a Prefeitura optou pelo seguinte local:

- Aterro Sanitário Municipal de Paracatu

Localização: Paracatu/MG

S 17°13'59.52" / W 46°47'21"

Distância aproximada da obra: de 10,2 Km

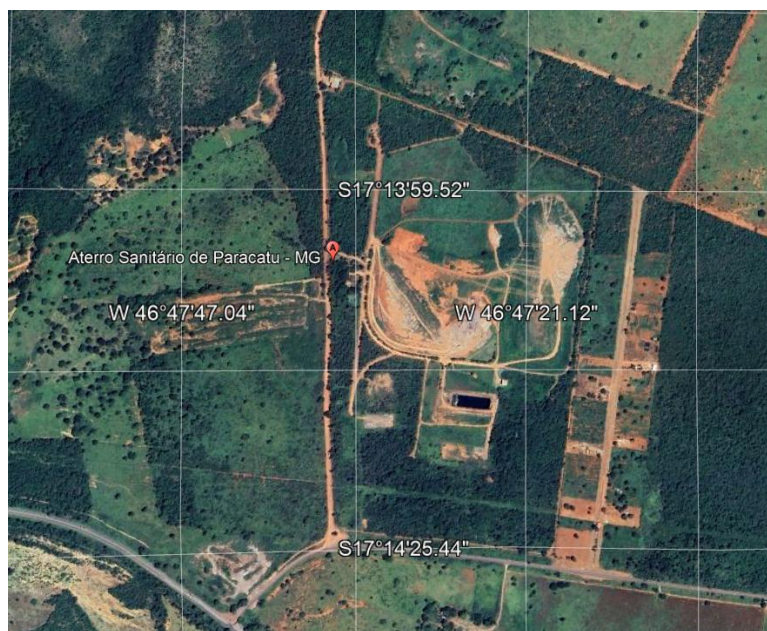


Imagem Representativa Fonte: Google Earth



10.2 ESTUDO DE OCORRÊNCIA DE MATERIAIS GRANULARES

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

Local: Calcário Noroeste

Descrição: Cada item que oferecemos é cuidadosamente projetado para atender às demandas específicas da construção civil, pavimentação e agricultura. Explore nossa seleção de agregados de alta performance e calcário agrícola, descubra como elevamos padrões e impulsionamos o progresso em cada setor. Na Calcário Noroeste, nossos produtos são mais do que materiais; são soluções para o seu sucesso.

Endereço: Rua Salgado Filho, 210 – Bela Vista, Paracatu/MG

Contato: (38) 99961-7381

contato@calcarionoroeste.com.br

Distância média entre local e obra: 1,80km.

10.3 ESTUDO DE OCORRÊNCIA DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE

Para fornecimento de CBUQ para a confecção da camada de revestimento do pavimento, foi considerado a distância de 15km



11 CONCLUSÃO

O executor do projeto deverá procurar de maneira integral atender a todos os requisitos deste memorial descritivo em conjunto com as plantas de projeto e todas as normas e regulamentos nele dispostos para a execução das obras.

Todo projeto e obra devem estar em conformidade com as ART's e os demais documentos que servirão de parâmetros para execução das obras, ajustes poderão ocorrer em campo quando da locação da obra.



12 RESPONSABILIDADE TÉCNICA

JULIANA GONÇALVES OLIVEIRA

ENGENHEIRA CIVIL

CREA: MG 239787/D



13 ANEXO I – PLANILHA DE QUANTIDADES

Anexo Planilha de Quantidades

PRJ-284612-EXE-PQ-0101-REV01.pdf